경제·인문사회연구회
협동연구총서 21-16-01

NATIONAL RESEARCH COUNCIL FOR ECONOMICS, HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

글로벌 기후변화에 대응하기 위한

에코스마트시티 사업추진 및 해외진출 방안

Eco-Smart City Initiatives for Coping with Global Climate Change

국토연구원 이상건 외



경제·인문사회연구회
NATIONAL RESEARCH COUNCIL FOR ECONOMICS, HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

이 보고서는 「경제·인문사회연구회 협동연구사업」의 일환으로 수행된 연구과제 중 하나입니다.

이 보고서에 수록된 내용은 집필자의 개인적인 견해이며, 경제·인문사회연구회의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

경제·인문사회연구회 협동연구총서

“글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외진출 방안”

1. 협동연구총서 시리즈

협동연구총서 일련번호	연구보고서명	연구기관
21-16-01	글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외 진출 방안	국토연구원 외

2. 참여연구진

연구기관		연구책임자	공동연구원	연구보조원
저 자				
주관 연구기관	국토연구원	이상건 선임연구위원 (총괄책임자)	이재용 센터장 서민호 연구위원 김익회 부연구위원 이정찬 부연구위원 성선용 부연구위원	김유란 연구원 전세련 연구원
협력 연구기관 (10개 기관)	에너지경제연구원	이재석 부연구위원	안재균 연구귀원 조일현 부연구위원	-
	육아정책연구소	강은진 연구위원	김지현 부연구위원	김보미 연구원
	LH토지주택연구원	조영태 센터장	오명택 책임연구원	-
	한국교통연구원	김태형 연구위원	이석주 부연구위원 김현미 부연구위원	박형근 연구원
	한국보건산업진흥원	임영이 수석연구원	이병관 책임연구원 이예진 연구원	

연구기관		연구책임자	공동연구원	연구보조원
			김영식 연구원	
	한국수자원공사	이을래 연구위원	김　진 처장 박재환 부장 김재윤 연구소장 권정주 선임연구원	-
	한국지능정보 사회진흥원	이규엽 팀장	정기호 수석 김원확 책임	
	한국환경정책· 평가연구원	주문솔 부연구위원	정우현 연구위원 진상현 교수(경북대)	-
	수원시정연구원	최석환 연구위원	강은하 연구위원 김은영 연구위원 정수진 연구위원	최서영 연구원 김진원 연구원
	바이브컴퍼니	안창원 소장	-	김현경 사원

제 출 문

경제·인문사회연구회 이사장 귀하

본 보고서를 “글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외진출 방안”의 최종보고서로 제출합니다.

2021년 2월

국 토 연 구 원
원장 강 현 수

국문요약

현재 전 세계 국가들은 두 개의 글로벌 메가트렌드에 직면해 있다. 하나는 심각한 기후변화에 따른 신기후체제 이행과 관련하여 친환경·에너지 전환의 화두와 함께, 또 하나는 급변하는 디지털 데이터 홍수와 연계한 4차 산업혁명이다. 우리나라도 개발시대를 겪으며 눈부신 경제성장 및 IT 발전을 이루었지만 무분별한 에너지 소비와 온실가스 배출로 인한 기후변화에 대한 문제가 심각하게 대두되고 있다. 우리나라는 세계 경제 규모 7위를 가지고 있는 IT강국인 동시에, 국제사회 기후위기에 대한 대응 측면에서는 OECD CO2 증가율 1위를 보이며 기후악당이라는 평가를 받는 양면성을 갖고 있다.

본 과업은 전 세계적으로 심각한 기후변화 문제에 대응하기 위하여 4차 산업혁명 기술을 활용한 도시 전반적인 솔루션을 제공하고자 함이다. 이를 통해 도시 및 건물, 교통, 인간의 삶의 부분에 자연을 고려한 기술을 고려한 스마트한 도시를 구현하기 위해 사업구상서를 제시하고 이러한 사업을 바탕으로 해외진출 방안을 모색 하는 것을 목적으로 한다.

최근, 정부는 2020년 우리나라의 신성장 동력의 사업으로 한국형 뉴딜을 발표하였다. 한국형 뉴딜의 핵심 사업은 디지털 뉴딜과 그린뉴딜 사업의 두 축으로 이루어진다. 본 연구는 그 동안 각각 추진해 오던 그린시티와 스마트시티 사업을 통합적으로 구축하며, 정부 정책의 정합성을 위한 에코스마트시티 사업을 구상하고 25개 사업을 제시하였다.

에코스마트시티는 UN의 지속가능한 목표의 11번째 “포용적이고 안전하며 회복력있고 지속가능한 도시환경과 주거지 조성” 목표의 정합성에 맞춰 시민이 행복한 지속가능한 도시를 위한 조건으로 “From 6C, zero to 6S full.”을 비전으로 제시하였다. 이는 시민행복추구를 위한 비전으로 우선 시민이 행복해 지기 위해서는 6가지의 불행요소(6C)를 없애고, 6가지 행복요소(6S)를 충만시켜 궁극적으로 행복한 삶을 영위하기 위함이다. 6C는 도시를 구성하는 불편하고 부정적인 요소들로 CO2(이산화탄소), 사고사상자(Casualty), 전염병(Contagion), 혼잡(Congestion), 범죄(Crime), 불평(Complaint)하는 것들을 없애거나 줄이는 것을 목표로 한다. 6S는 도시를 구성하는 행복 여건 요소들로 지속가능(Sustainability), 견고성(Solidity), 건강(Santé), 스마트(Smartness), 안전(Safety), 만족(Satisfaction)으로 구성되어 있다. 6C의 요소들이 줄어들고 6S의 요소들이 늘어나는 에코스마트시티는 첨단 ICT 및 그린기술을 활용하여 포용적이고 안전하며 회복력 있는 지속가능한 도시를 구현하기 위함이다.

제시된 에코스마트시티 사업은 국내 뿐 만 아니라 도시의 신성장 동력을 찾는 세계의 도시들에 새로운 대안을 제시한다. 기존 스마트시티의 해외진출방식과 더불어 구체적인 협력국 여건에 따른 차별적 협력 전략마련과 함께 스마트시티 표준화를 통한 국제화 노력이 필요하다. 특히 ASCN 중심의 다양한 아세안 국가의 도시들의 실정에 맞도록 수요국의 입장에서 다양한 스마트시티 모델들을 발굴할 필요가 있으며, 국내 스마트시티 모델의 강점이라고 할 수 있는 마스터플랜 수립, 인프라 구축, 정보통신 솔루션 진출, 스마트시티 계획 및 가이드라인 등 법·제도 컨설팅, 교류협력 프로그램 등을 추진할 필요가 있다.

키워드 : 에코스마트시티, 에코시티, 스마트시티, 해외진출

Abstract

Today, countries of the world are facing two global megatrends: First, eco-friendly living and energy transition with regard to the implementation of new climate regime to manage the devastating fallout from climate change; and second, the fourth industrial revolution in the midst of rapidly changing data flood. Although Korea has achieved a remarkable economic growth and IT advancement during the development period, it now has to deal with series issues of climate change caused by reckless energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions. Thus, it can be said that the country has ambiguous aspects. For instance, Korea is the world's 7th largest economy and IT powerhouse, but it is also called as a climate villain when it comes to global approaches of responding to the climate crisis as the country recorded the highest CO2 growth rates among OECD member countries.

The purpose of this task is to provide a solution to cities in general based on technologies of the 4th industrial revolution in order to respond to tackle the grave issue of global climate change. Specifically, it aims to provide a concept note to build a smart city through the solution that considers nature as an integral part of the city, buildings, transport, and our daily lives, and explore ways for overseas expansion with the initiative.

In 2020, the Korean government announced the Korean New Deal as a policy to foster new growth engine for the country. The Digital New Deal and Green New Deal projects are the two pillars of the Korean New Deal initiative. In this study, we integrated Green City and Smart City projects, which have been implemented separately, and developed an Eco Smart City project with 25 specific tasks to ensure consistency in government policies.

The Eco Smart City has set "From 6C, zero to 6S full" as its vision to build a sustainable city and that is also a condition for making its citizens happy. In addition, this vision aligns with the UN sustainable development goal 11: Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. It relates to citizens' right to pursuit of happiness that will ultimately allow people to enjoy a happy life by eliminating 6 elements of unhappiness (6C) and satisfying 6 elements of happiness (6S). Here, 6C refers to CO2 (carbon dioxide), Casualty, Contagion, Congestion, Crime, and Complaint, and it aims to reduce or eradicate such elements. Also, 6S

means conditions to build a happy city including Sustainability, Solidity, Santé, Smartness, Safety, and Satisfaction. The Eco Smart City project aims to build a safe, inclusive, sustainable, and resilient city that has less elements of 6C and more of 6S with advanced ICTs and green technologies.

The proposed Eco Smart City project provides a new alternative to cities in Korea as well as the world that are dedicated to seek a new growth engine. To achieve the vision, we should develop detailed strategies for cooperation based on the conditions of each partner country along with methods for overseas expansion of existing smart cities, and efforts should also be made for standardization of Smart City to support the global implementation. In particular, there is a need to explore various models of Smart City from the perspectives of countries in demand that meet the circumstances of cities of ASEAN member countries focusing on ASEAN Smart City Network (ASCN). Additionally, a series of activities should be carried out including development of master plan, infrastructure building, advancement into IT solution business, consulting on legal and institutional frameworks such as Smart City plan, guidelines, and cooperation and exchange programs that are considered as biggest advantages of Smart City models of Korea.

Keyword: Eco smart city, eco city, smart city, overseas expansion

정책 제안

정부가 2020년 선언한 '2050 탄소중립사회구현'을 위한 첫걸음으로 에코 스마트시티 사업이 가지는 의미는 매우 크다. 이러한 한국형 에코스마트시티 사업의 성공적 추진을 위해서는 무엇보다도 다음과 같은 정책적 선결과제가 해결되어야 한다.

1) 에코 스마트시티 사업추진을 위한 범 부처적 거버넌스 형성

그동안 IT 강국으로 성장해 오면서 지능형교통시스템, 전자정부, 스마트시티, 그린에코시티 등 다양한 사업들이 추진되어 왔고 지금도 부처별로 활발하게 추진되고 있다. 이제 한국형 뉴딜로서 디지털 뉴딜과 그린뉴딜을 위한 에코스마트시티 사업의 통합적 추진을 위해서는 기존 스마트시티 사업은 물론, 스마트 그린도시사업 등 많은 관련 사업들 간의 중복성을 해결하고 관련 예산의 효율적 활용을 위한 범 부처적 컨트롤 타워와 협업체계를 형성할 필요가 있다.

2) 사업추진의 상시 효과 측정을 위한 핵심성과지표(KPI;Key Performance Index) 평가체계 필요

그동안 많은 관련사업들이 다양한 목표를 제시하고 사업을 추진하고 있으나 실제 목표달성여부를 가늠할 수 있는 평가체계가 제대로 구비되지 않아 사업의 성과를 측정하기가 쉽지 않았다. 에코스마트시티사업은 특히 온실가스의 절감효과와 에너지 절감효과, 혼잡감소효과 등 6C-Free 목표를 우선적으로 추구하기 때문에 디지털 트윈, AI, 빅데이터 등의 정보기술을 십분활용하여 KPI를 상시적으로 측정하여 효과적인 평가 과정을통한 사업의 추진방향성을 설정할 필요가 있다.

3) 사업의 지속가능성 확보를 위한 사업관리방안 정립 필요

2050년을 향한 장기 사업으로서 2030년 중간목표와 최종목표의 달성 목표를 매년 점검하고 롤링 플랜으로서 선순환적 PIE (Plan, Implementation and Evaluation)과정을 전문적으로 관리하고 추진시켜 나갈 수 있는 사업관리기관을 선정하고 이를 통해 관리시스템을 구축할 수 있도록 해야 한다.

4) 사업의 생태계 조성을 위한 정부의 전폭적 지원 필요

그동안의 관련 사업들이 공공부문 주도의 Top-Down 방식이 주를 이루었다면, 에코스마트시티 사업은 반드시 공공부문과 민간부문의 파트너쉽 형성을 통한 자생적, 자가발전적 생태계가 초기에 조성되지 않으면 사업의 지속가능성을 확보하기가 어렵다. 따라서 초기단계부터 어느정도 생태계가 형성될 때까지 스타트업 기업의 육성과 비즈니스 모델개발, 자발적 시민참여 구조 등을 위한 정부의 다각적인 지원과 선도적인 리더쉽이 필수적이다.

5) 성공적 해외진출을 위한 Team-Korea의 형성도 함께 필요

2050년이면 전세계 인구의 70%가 도시지역에 거주할 것이며 현재보다 더 극심한 도시문제를 겪게 될 것이 분명하다. 우리의 에코스마트시티 사업이 이를 미연에 방지하기 위한 국제협력사업으로 거듭나기 위해서는 지금부터 분절적으로 추진되고 있는 국제협력사업을 되돌아 보고 기획, 계획, 건설, 운영관리 등 각 분야 최고기관들로 구성된 Team-Korea를 구성하여 효과적인 해외진출을 도모하는 것도 필요하다.

제1장 과업의 개요

제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 1

1. 연구 배경 ····· 1
2. 과업의 목적 ····· 2

제2절 연구 방법 및 과업의 구성 ····· 3

1. 연구 방법 ····· 3
2. 과업의 구성 ····· 4

제2장 에코스마트시티 추진 배경 및 관련 사업 검토

제1절 에코스마트시티 개요 ····· 9

1. 에코스마트시티 추진 배경 ····· 9
2. 에코스마트시티 기본개념 ····· 12
3. 에코스마트시티에 대한 기본 인식 ····· 14

제2절 에코스마트시티 유관사업 추진 동향 ····· 18

1. 에코시티 추진 경과 ····· 18
2. 스마트시티 추진 경과 ····· 19
3. 에코스마트시티 관련 기존 연구 현황 ····· 22
4. 한국형 뉴딜사업 ····· 29
5. 해외진출 사례 ····· 30

제3절 기존 관련사업과의 차별성 ····· 34

1. 목표 체계의 위계성 ····· 34
2. 포용적 서비스 제공 ····· 34
3. 친환경적 도시구조 개편사업 ····· 35
4. 친환경 모빌리티 패러디임 전환 ····· 35
5. Net-Zero 도시건설 추구 ····· 35
6. 전과정 시민참여 거버넌스 형성 ····· 36
7. KPI 모니터링 체계 ····· 36

제3장 에코스마트시티 모델 정립

제1절 에코스마트시티 비전 및 목표 ····· 41
1. 에코스마트시티 비전 ····· 41
2. 에코스마트시티 목표 ····· 42

제2절 에코스마트시티 추진 모델 ····· 44
1. 에코스마트시티 목표달성을 위한 사업 구상 ····· 44
2. 에코스마트시티의 사업 추진 모델 ····· 45
가. 에코스마트시티 분야별 접근(Sectoral Approach) ····· 47
나. 에코스마트시티 통합적 접근(Cross-cutting Approach) ····· 52
3. 에코스마트시티 사업 도출 ····· 55

제4장 에코스마트시티 사업구상

제1절 에코스마트시티 분야별 사업 구상 ····· 59
1. 에코스마트시티 사업 구상 방향 ····· 59
2. 에코스마트시티 사업 구상 종합 ····· 59

제2절 사람 부문 : 포용적 시민의 삶 ····· 61
1. 휴먼헬스케어 및 취약계층을 위한 사업의 필요성 ····· 61
2. 질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델 ····· 72
3. 질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델 ····· 79
4. 건강생태계 조성을 위한 통합 관리 및 운영 서비스모델 ····· 86
5. 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축 ····· 90
6. 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 ····· 103
7. 자원취약계층의 접근성 제고 모델 ····· 109

CONTENTS

제3절 도시 부문 : 에코스마트시티 건물-단지-도시 구축 ····· 122
1. 사업의 개요 ····· 122
2. 에코스마트시티 타운 조성 ····· 125
3. 스마트 기술기반 그린인프라 확대 ····· 128
4. 그린빌딩 건축물 ····· 132
5. 에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병) 조성 ····· 141

제4절 교통 부문 : 친환경 e-모빌리티 기반의 스마트 교통체계 사업 ····· 145
1. 사업 필요성 및 목표 ····· 145
2. 친환경/무탄소 e-교통수단 도입 및 기술 개발 ····· 146
3. 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 ····· 151
4. e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발 ····· 157
5. 사업의 KPI 목표 및 측정방안 수립 ····· 163

제5절 자원 부문 : Urban Circular Metabolism ····· 171
1. 에코스마트시티 자원순환 계획의 방향 ····· 171
2. 스마트-워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산 ····· 182
3. 에너지 자립도시를 위한 효율적인 에너지 공급·소비 시스템 구축 ····· 195
4. 식품의 효율적 소비 및 순환-공생 네트워크 구축 ····· 214
5. 스마트 폐기물 관리 시스템 구축 ····· 230
6. 건물 부문 신재생에너지 보급 확대 및 다양화 ····· 246

제6절 모니터링 및 평가 부문 ····· 255
1. 모니터링 및 평가 계획의 방향 ····· 255
2. 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 연구 ····· 256
3. AI·데이터 운영 효율화 ····· 263

제7절 거버넌스 부문 : 시민거버넌스 구축 ····· 274
1. 에코스마트시티 거버넌스 계획 방향 ····· 274
2. 민간주도 에코스마트시티 리빙랩 플랫폼 구축 ····· 275

3. 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발 ····· 285
4. 시민친화적 지역환경 데이터 제공 ····· 290
5. 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축 ····· 293

제5장 에코스마트시티 해외진출

제1절 에코스마트시티 해외진출 사업 ····· 299

1. 한국의 스마트시티 해외진출정책 동향 ····· 299
2. 국토교통부 해외 스마트시티 관련 사업 ····· 303
3. 외교부 한국국제협력단(KOICA) ····· 310
4. 기획재정부 KSP(Knowledge Sharing Program) ····· 312

제2절 에코스마트시티 관련 해외진출 방향 ····· 313

1. 협력 기본 방향 ····· 313
2. 해외협력을 위한 표준화 전략 ····· 318
3. ASCN 중심의 해외스마트시티 진출 방안 ····· 322

제6장 결론

1. 결론 ····· 329

■ **참고문헌** ····· 331

■ **부록1 : 6C 세부목표별 KPIs** ····· 351

■ **부록2 : 에코스마트시티 사업구상서** ····· 354

표 차례

〈표 1-1〉 에코스마트시티 총회 및 포럼 추진 개요 ····· 4
〈표 2-1〉 에코스마트시티 개념 도출 ····· 12
〈표 2-2〉 스마트시티 사업 인지도 ····· 14
〈표 2-3〉 스마트시티 사업에 대한 인식 ····· 15
〈표 2-4〉 에코스마트시티 사업 추진 목적(1순위) ····· 16
〈표 2-5〉 국내 추진 중앙부처 사업 ····· 18
〈표 2-6〉 스마트도시의 정책사업 추진현황 ····· 21
〈표 2-7〉 2050 저탄소 발전전략 부문별 감축률 및 사회상 ····· 25
〈표 2-8〉 KPIs(Key Performance Indicators) 핵심지표 및 성과관리 지표 ····· 27
〈표 2-9〉 한국토지주택공사 스마트시티 사업 현황 ····· 30
〈표 4-1〉 에코스마트시티 기관별 사업 구상 종합 ····· 60
〈표 4-2〉 에코스마트시티 기관별 사업구상 종합 ····· 61
〈표 4-3〉 스마트시티 프로젝트 추진 상위 10개국 대상, 광대역 네트워크 연결 평균 속도 ····· 65
〈표 4-4〉 에코스마트시티 헬스케어 서비스모델의 구분 ····· 68
〈표 4-5〉 에코스마트시티 헬스케어 서비스를 위한 주요 활용정보 ····· 68
〈표 4-6〉 사업 참여자별 역할 ····· 69
〈표 4-7〉 핵심성과지표(KPI) ····· 70
〈표 4-8〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 핵심성과지표(KPI) ····· 73
〈표 4-9〉 스마트홈 중심 건강관리서비스를 위한 활용정보(예시) ····· 75
〈표 4-10〉 건강관리서비스 제공 가능범위(예시) ····· 76
〈표 4-11〉 지능형 감염병 대응 서비스를 위한 활용정보(예시) ····· 77
〈표 4-12〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 사업 추진계획 ····· 78
〈표 4-13〉 질병 진단 및 치료 서비스의 핵심성과지표(KPI) ····· 80
〈표 4-14〉 스마트병원 중심 의료서비스를 위한 활용정보(예시) ····· 82
〈표 4-15〉 스마트 응급의료서비스를 위한 활용정보(예시) ····· 84
〈표 4-16〉 질병 진단 및 치료 서비스의 사업 추진계획 ····· 85
〈표 4-17〉 시민 건강 통합관리 및 운영 서비스의 핵심성과지표(KPI) ····· 87
〈표 4-18〉 헬스케어 빅데이터 센터의 주요 기능 ····· 88
〈표 4-19〉 시민 건강 통합관리 및 운영 서비스의 사업 추진계획 ····· 90
〈표 4-20〉 소관 부처별 어린이 안전관련 법령 ····· 90

〈표 4-21〉 소관 부처별 노인안전과 관련된 조항 ····· 92
〈표 4-22〉 여.행.우.동 리빙랩 프로젝트의 주민제안 솔루션 예시 ····· 99
〈표 4-22〉 Moving Safe Zone 사업추진 전략 구성 ····· 102
〈표 4-23〉 Moving Safe Zone 사업추진 로드맵 ····· 102
〈표 4-24〉 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 사업추진 전략 구성 ····· 108
〈표 4-25〉 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 사업추진 로드맵 ····· 108
〈표 4-26〉 자원취약계층의 접근성 제고 모델 사업추진 전략 구성 ····· 120
〈표 4-27〉 에코스마트시티 기관별 사업구상 종합 ····· 122
〈표 4-28〉 제로에너지 건축물 정책 로드맵(한국) ····· 124
〈표 4-29〉 주요 선진국 제로에너지 정책 흐름 ····· 124
〈표 4-30〉 2030년 국가 온실가스 감축 목표 ····· 132
〈표 4-31〉 건물 분야의 에코스마트시티 연관성 ····· 133
〈표 4-32〉 재난의 유형(재난 및 안전기본법상 분류) ····· 141
〈표 4-33〉 국내 자율주행셔틀 서비스 현황 ····· 148
〈표 4-34〉 활동자료와 에너지원 자료를 이용한 감축수단별 실적자료 현황 ····· 164
〈표 4-35〉 기술적 모니터링 1: 도로부문 바이오디젤 혼합 모니터링(안) ····· 165
〈표 4-36〉 기술적 모니터링 2: 친환경차 보급 모니터링(안) ····· 166
〈표 4-37〉 기술적 모니터링 3: 승용차 및 소형승합·화물차 평균연비 개선 모니터링(안) ····· 167
〈표 4-38〉 기술적 모니터링 4: 유무선 충전 전기버스 시스템 도입·운영 모니터링(안) ····· 168
〈표 4-39〉 정책적 모니터링1:간선급행버스(BRT) 확대 및 환승시설 구축 모니터링(안) ····· 169
〈표 4-40〉 정책적 모니터링 2 :도시·광역철도망 확충 및 서비스 확대 모니터링(안) ····· 169
〈표 4-41〉 정책적 모니터링 3: 지능형교통시스템(ITS) 구축·운영 모니터링(안) ····· 170
〈표 4-42〉 감축수단 7-1의 온실가스 감축 모니터링(안) ····· 170
〈표 4-43〉 도시 인벤토리에서 범주(Scope)의 개념 ····· 175
〈표 4-44〉 순환-공생 도시 구축을 위한 부문별 주요 사업 목록 ····· 179
〈표 4-45〉 5대 물 분야 사업개요 ····· 188
〈표 4-46〉 스마트 물 관련 기술 솔루션 정립 예시 ····· 191
〈표 4-47〉 분산형 전력의 개념 정의 및 분류 기준 ····· 195
〈표 4-48〉 런던 분산형 에너지의 규모별 유형 구분 사례 ····· 199
〈표 4-49〉 파주시의 산업단지 태양광 발전 확대 사례 ····· 199
〈표 4-50〉 김해 골든루트 산업단지의 태양광발전 사례 ····· 199

CONTENTS

〈표 4-51〉 사업추진 로드맵 – 분산형 전력망 구축 ····· 200
〈표 4-52〉 애리조나의 지능형 전력망 구축 관련 Salt River Project 사업 사례 ····· 205
〈표 4-53〉 지능형 전력망의 기대효과 사례 ····· 206
〈표 4-54〉 사업추진 로드맵 – 지능형 전력망 구축 ····· 207
〈표 4-55〉 지역난방 관련 기대효과 사례 ····· 212
〈표 4-56〉 사업추진 로드맵 – 지역난방 확대 ····· 213
〈표 4-57〉 민관협력 음식물쓰레기 감량 이니셔티브 로드맵 ····· 220
〈표 4-58〉 마을부엌을 중심으로 한 먹거리 나눔 네트워크 구축 사업 로드맵 ····· 224
〈표 4-59〉 주거단지 내 디스포저-소규모 분산형 자원화 시스템 구축 ····· 229
〈표 4-60〉 재사용·새활용 인프라 구축 사업 로드맵 ····· 235
〈표 4-61〉 분리배출/선별 고도화를 위한 스마트 기술 적용 로드맵 ····· 240
〈표 4-62〉 드론을 활용한 온실가스 배출량 측정기술의 기대효과 ····· 244
〈표 4-63〉 드론을 활용한 환경기초시설의 온실가스 모니터링 ····· 245
〈표 4-64〉 건축물 주요 에너지 절약 정책 현황 ····· 246
〈표 4-65〉 제6차 에너지이용 합리화 기본계획-부문별 최종에너지 감축목표 (단위 백만TOE) ····· 249
〈표 4-66〉 사업 추진 및 고도화 단계에서의 세부 추진전략 ····· 254
〈표 4-67〉 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 목표 달성을 위한 KPI ····· 258
〈표 4-68〉 디지털 트윈 사업 내용 ····· 260
〈표 4-69〉 디지털 트윈 사업추진 로드맵 ····· 262
〈표 4-70〉 AI 적용에 따른 GDP, GHG 효과 예측치 ····· 265
〈표 4-71〉 인공지능 모델 학습과정 및 기타 행동에 따른 탄소 배출량 ····· 266
〈표 4-72〉 스마트시티 개념별 핵심 요소(안) ····· 267
〈표 4-73〉 Recalibrating Global data center energy-use estimates에서 제시한 전력 소비현황 ····· 267
〈표 4-74〉 한국판 뉴딜 연계 스마트시티 추진전략 ····· 268
〈표 4-75〉 국내 데이터센터 PUE 추이 (2016년 기준) ····· 270
〈표 4-76〉 해외 데이터센터 폐열 활용 사례 ····· 270
〈표 4-77〉 에코스마트시티 모니터링 사업추진 로드맵 ····· 273
〈표 4-78〉 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발 사업추진 로드맵 ····· 289
〈표 4-79〉 사업추진 로드맵 – 시민친화적 환경데이터 제공 ····· 292
〈표 4-80〉 사업추진 로드맵 – 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축 ····· 296
〈표 5-1〉 한국형 스마트시티 모델 7대 핵심서비스(안) ····· 302

〈표 5-2〉 국토교통부 인프라 ODA 사업목록(2013-2019) ····· 303
〈표 5-3〉 K-City Network 글로벌 협력 프로그램 지원사업 개요 ····· 305
〈표 5-5〉 K-City Network 국제공모 스마트 도시개발형 선정사업 개요 ····· 307
〈표 5-4〉 K-City Network 국제공모 스마트 솔루션형 선정사업 개요 ····· 307
〈표 5-6〉 KIND 프로젝트 정보 ····· 308
〈표 5-7〉 LH 검토 중인 해외사업 ····· 309
〈표 5-8〉 도시개발 분야 KOICA 추진사업(1990~2010년대) ····· 311
〈표 5-9〉 KSP 스마트시티 관련 추진사업(2015-2020) ····· 312
〈표 5-10〉 국내외 스마트시티 평가지표 인덱스 현황 분석 ····· 316
〈표 5-11〉 스마트시티 관련 국제 표준화 기구 현황 ····· 318
〈표 5-12〉 스마트시티 표준화 작업 주요 내용 ····· 319
〈표 5-13〉 ASCN 출범 과정 ····· 322
〈표 5-14〉 ASCN 시범도시와 주요 사업 분야 ····· 324

그림 차례

〈그림 1-1〉 에코스마트시티 연구의 배경 ····· 2
〈그림 1-2〉 에코스마트시티 협동연구 추진체계 ····· 3
〈그림 1-3〉 연구의 흐름 ····· 6
〈그림 2-1〉 세계 121개 도시 대상 스마트(Smartness) 및 탄소배출(Carbon Footprints) 그래프 ····· 10
〈그림 2-2〉 현대 도시의 갈림길 (To be 'Resilient' or to drive into 'Catastrophe') ····· 11
〈그림 2-3〉 에코스마트시티 배경 및 개념 ····· 13
〈그림 2-4〉 에코스마트시티 추진 과제에 대한 대국민 평가 ····· 17
〈그림 2-5〉 스마트도시의 발전과정 ····· 20
〈그림 2-6〉 국가 스마트시티 사업 추진현황(2019년 기준) ····· 21
〈그림 2-7〉 스마트 에코시티 기본 개념 ····· 22
〈그림 2-8〉 2050 저탄소 발전전략 ····· 24
〈그림 2-9〉 KPIs(Key Performance Indicators) 구성(안) ····· 26
〈그림 2-10〉 스마트 제로에너지 도시 개념도 ····· 28
〈그림 2-11〉 한국형 뉴딜 추진방향 ····· 29
〈그림 2-12〉 일인당 에너지 사용패턴 비교 ····· 31
〈그림 2-13〉 취리히의 7단계 빌딩 그린리모델링 프로그램 ····· 32
〈그림 2-14〉 취리히의 5개 부문별 2050 로드맵(상), 빌딩 부문별 로드맵(하) ····· 33
〈그림 2-15〉 에코스마트시티 특징 ····· 37
〈그림 2-16〉 에코스마트시티 특징 ····· 38
〈그림 3-1〉 에코스마트시티 비전 ····· 41
〈그림 3-2〉 에코스마트시티 6대 목표 ····· 42
〈그림 3-3〉 에코스마트시티 'From 6C Zero To 6S Full' 세부 목표 체계 ····· 43
〈그림 3-4〉 에코스마트시티 추진 체계 ····· 44
〈그림 3-5〉 에코스마트시티 추진 과정 ····· 45
〈그림 3-6〉 에코스마트시티 사업추진 구상도 ····· 46
〈그림 3-7〉 에코스마트시티 사람 부문 ····· 48
〈그림 3-8〉 에코스마트시티 도시 부문 ····· 49
〈그림 3-9〉 에코스마트시티 자원 부문 ····· 50
〈그림 3-10〉 에코스마트시티 교통 부문 ····· 51
〈그림 3-11〉 에코스마트시티 모니터링 및 평가 부문 ····· 53

〈그림 3-12〉 에코스마트시티 거버넌스 부문 ····· 54
〈그림 3-13〉 에코스마트시티 부문별 사업명·코드명·기관명 ····· 55
〈그림 4-1〉 스마트시티 플랫폼 시장 전망 ····· 62
〈그림 4-2〉 스마트시티 주요 서비스별 시장 전망 ····· 63
〈그림 4-3〉 주요국의 스마트시티 추진 현황 ····· 64
〈그림 4-4〉 에코스마트시티 개념도 ····· 66
〈그림 4-5〉 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축 ····· 67
〈그림 4-6〉 인간 중심의 돌봄 친화적 에코스마트시티의 가치 ····· 71
〈그림 4-7〉 스마트홈 중심 건강관리서비스 ····· 74
〈그림 4-8〉 지능형 감염병 대응 서비스 ····· 76
〈그림 4-9〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 추진전략 ····· 78
〈그림 4-10〉 스마트병원 중심 의료서비스 ····· 81
〈그림 4-11〉 스마트 응급의료서비스 ····· 83
〈그림 4-12〉 질병 진단 및 치료 서비스의 추진전략 ····· 85
〈그림 4-13〉 헬스케어 빅데이터센터의 역할 ····· 87
〈그림 4-14〉 질병 진단 및 치료 서비스의 사업추진전략 ····· 89
〈그림 4-15〉 어린이(0-14세) 사망자 수 및 사망률, 1996-2018 ····· 93
〈그림 4-16〉 어린이(0-14세) 비의도적 사망사고 유형별 사망자 수, 2014-2018 ····· 94
〈그림 4-17〉 어린이(0-14세)주요 사망사고의 세부 유형별 사망자 구성 비율 (2014-2016) ····· 95
〈그림 4-18〉 어린이보호구역 차량과속경보시스템 ····· 97
〈그림 4-19〉 '믿고 타요' 시스템 운영모델 ····· 98
〈그림 4-20〉 Safety: Moving Safety Zone ····· 101
〈그림 4-21〉 노약자 및 장애인들을 위한 길안내 서비스 ····· 106
〈그림 4-22〉 Mobility: Convinient Mobility ····· 107
〈그림 4-23〉 생활SOC 공급의 공간적 불평등 수준 변화(2007~2016년) ····· 110
〈그림 4-24〉 근접희망시설 및 이용률, 이용빈도, 인지거리, 근접희망시설 순위(시설기준) ····· 110
〈그림 4-25〉 근접희망시설 및 이용률, 이용빈도, 인지거리, 근접희망시설 순위(지역기준) ····· 111
〈그림 4-26〉 노인 사회복지시설 입지계수 ····· 112
〈그림 4-27〉 아동복지시설 입지계수 ····· 112
〈그림 4-28〉 연령별, 장애여부별 디지털 정보화 수준 ····· 113
〈그림 4-29〉 아바타 돌봄 거치대 ····· 115

CONTENTS

〈그림 4-30〉 지역사회통합돌봄 사회적 약자 서비스 ····· 116
〈그림 4-31〉 싱가포르 Moments of Life 어플리케이션 ····· 117
〈그림 4-32〉 Strategy of Things의 스마트시티 성과 ····· 118
〈그림 4-33〉 부산 에코델타시티의 스마트 교육 & 리빙 ····· 118
〈그림 4-34〉 핀란드의 스마트 칼라사타마 ····· 118
〈그림 4-35〉 리우데자네이루 운동에너지 하베스팅 축구장 ····· 119
〈그림 4-36〉 Accessibility at Home, Roadside, School & life SOC ····· 121
〈그림 4-37〉 제로에너지 건축물 인증 기준(녹색건축물 조성 지원법) ····· 124
〈그림 4-38〉 에코스마트타운 해외사례 ····· 125
〈그림 4-39〉 사업추진전략 추진체계 ····· 127
〈그림 4-40〉 주제공원 접근성 분석(좌) 및 유동인구 분석(우) 예시 ····· 128
〈그림 4-41〉 드론을 활용한 도시공원의 온도저감 효과분석(좌) 및 미세먼지 농도 모니터링(우) 예시 ··· 129
〈그림 4-42〉 일본 도시방재공원 사례(좌)와 선형공원의 개념도(우) ····· 130
〈그림 4-43〉 드론을 활용한 그린인프라의 효과범위 분석 예시 ····· 130
〈그림 4-44〉 2019년도 건축물 용도별 분포 현황 ····· 134
〈그림 4-45〉 2019년도 건축물 용도별 노후도 현황(단위: %) ····· 135
〈그림 4-46〉 주거분야 노후건축물 그린리모델링 사업 개념도 ····· 136
〈그림 4-47〉 지자체 차원의 주거용도 민간건축물 대상 제로에너지건축 로드맵 추진(안) ····· 136
〈그림 4-48〉 지자체 차원의 신축건축물 대상 제로에너지건축 로드맵 추진(안) ····· 137
〈그림 4-49〉 제로에너지건축물 확산 사업 개념도 ····· 138
〈그림 4-50〉 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드 사업추진전략 추진체계 ····· 140
〈그림 4-51〉 방범방재예측시스템 사업추진전략 추진체계 ····· 144
〈그림 4-52〉 수송부문 감축 방안 ····· 145
〈그림 4-53〉 친환경 동력기반 PM 개발 개념 ····· 147
〈그림 4-54〉 친환경 동력기반 PM 제원 비교 ····· 147
〈그림 4-55〉 수소전기트램의 운행을 통한 예정 청정공기 생산량 ····· 149
〈그림 4-56〉 수소전기트램의 개발 로드맵 ····· 149
〈그림 4-57〉 수소연료 기반 상용차 기술 사업추진 전략 ····· 150
〈그림 4-58〉 수소연료 기반 상용차 기술 사업 추진 로드맵 ····· 151
〈그림 4-59〉 무선 전기충전시설 개념도 ····· 152
〈그림 4-60〉 도로 주행중 전기차 무선충전시스템 개념도 ····· 153

〈그림 4-61〉 ESS 장치를 활용한 신재생에너지 전기차 충전시스템 개념도 ····· 153
〈그림 4-62〉 스마트 그리드 기반의 V2G 개념도 ····· 154
〈그림 4-63〉 신재생에너지 융복합 발전 시스템 개념도 ····· 155
〈그림 4-64〉 V2G 시스템 자동연결 개념 ····· 155
〈그림 4-65〉 압전 발전 도로시스템 기술 개념 ····· 156
〈그림 4-66〉 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 사업추진 전략 ····· 156
〈그림 4-67〉 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 사업추진 로드맵 ····· 157
〈그림 4-68〉 퍼스널 모빌리티 서비스 ····· 158
〈그림 4-69〉 공유 자동차 서비스 ····· 158
〈그림 4-70〉 자율주행셔틀 서비스 ····· 159
〈그림 4-71〉 통합모빌리티 서비스 ····· 159
〈그림 4-72〉 수요대응형 서비스 ····· 160
〈그림 4-73〉 스마트주차 서비스 ····· 160
〈그림 4-74〉 통합 모빌리티 플랫폼 구축(예) ····· 161
〈그림 4-75〉 통합 e-모빌리티 통합운영센터(안) ····· 162
〈그림 4-76〉 e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발 사업 추진 전략 ····· 162
〈그림 4-77〉 e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발 사업 로드맵 ····· 163
〈그림 4-78〉 선형 도시와 순환형 도시 개념도 ····· 172
〈그림 4-79〉 다층적 순환-공생 구조 ····· 173
〈그림 4-80〉 자원소비와 환경영향의 탈동조화(Decoupling) 개념 ····· 174
〈그림 4-81〉 도시의 지리적 경계와 인벤토리의 경계 ····· 176
〈그림 4-82〉 네덜란드 로테르담의 신진대사 분석 사례 ····· 177
〈그림 4-83〉 에코스마트시티의 방향성 ····· 178
〈그림 4-84〉 물 특화 에코스마트시티 조성 원칙 ····· 180
〈그림 4-85〉 도시 및 유역 차원의 물 순환 전과정에 대한 업무 영역 ····· 181
〈그림 4-86〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 활용방안 예시(부산 EDC) ····· 183
〈그림 4-87〉 KPIs 측정 및 데이터 활용방안 예시(부산 EDC) ····· 187
〈그림 4-88〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 기반 물 관리 기본구상 ····· 190
〈그림 4-89〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 기반 물기 술 적용 예시 ····· 194
〈그림 4-90〉 중앙집중형(左)과 분산형(右) 전력망의 개념도 ····· 196
〈그림 4-91〉 지능형 전력망 및 스마트 미터링의 개념도 ····· 202

〈그림 4-92〉 가상발전소(VPP: Virtual Poser Plants)의 개념도 ····· 204
〈그림 4-93〉 한국판 뉴딜의 스마트에너지 플랫폼 구축 계획 ····· 204
〈그림 4-94〉 에코스마트시티 내 열·전기 에너지의 생산과 소비 예상량 ····· 206
〈그림 4-95〉 유럽연합의 지역난방 보급 관련 자본 한계 비용의 근거 ····· 208
〈그림 4-96〉 덴마크 코펜하겐 광역권의 지역난방 시스템 ····· 210
〈그림 4-97〉 핀란드 헬싱키 지역난방 시스템의 개념도 ····· 211
〈그림 4-98〉 런던의 템스 게이트웨이 열 네트워크 관련 사업 사례 ····· 211
〈그림 4-99〉 음식물류폐기물 발생량 추이 ····· 214
〈그림 4-100〉 미국 지역자립연구소에서 제안하는 음식물쓰레기 처리 우선순위(Hierarchy) ····· 216
〈그림 4-101〉 전자태그(RFID) 활용 유통망에서의 음식물쓰레기 발생억제 실증사업 개요 ····· 217
〈그림 4-102〉 음식물쓰레기 줄이기 이니셔티브 플랫폼 구축 사업 개요 ····· 219
〈그림 4-103〉 마을부엌을 중심으로 한 먹거리 나눔-순환 네트워크 ····· 224
〈그림 4-104〉 디스포저-고액분리-소규모자원화 시스템 개요 ····· 227
〈그림 4-105〉 음식물쓰레기를 이용한 동애등에 사육 기술 개발 사례 ····· 228
〈그림 4-106〉 생활폐기물 발생량 추이 ····· 230
〈그림 4-107〉 순환경제 우선순위 원칙 ····· 231
〈그림 4-108〉 핀란드의 셀프 중고가게(Itsepalvelu) 사례 ····· 232
〈그림 4-109〉 대형폐기물 수거 앱 사례 ····· 233
〈그림 4-110〉 서울시 새활용플라자센터 인프라 구성 ····· 234
〈그림 4-111〉 재사용·새활용 인프라 구축 개요 ····· 235
〈그림 4-112〉 캐나다 선별지원 기기 '웨이스트 넷' ····· 236
〈그림 4-113〉 디지털 워터마크 기술을 활용한 소재 선별 ····· 237
〈그림 4-114〉 국내 인공지능 회수로봇 '슈퍼빈' ····· 238
〈그림 4-115〉 분리/선별 고도화를 위한 스마트 기술 도입 개요 ····· 239
〈그림 4-116〉 드론을 활용한 온실가스 배출량 측정법 개요 ····· 242
〈그림 4-117〉 드론을 활용한 매립지(좌)/산업시설(우) 모니터링 해외사례 ····· 244
〈그림 4-118〉 제로에너지건축물 의무화 세부 로드맵 ····· 247
〈그림 4-119〉 제로에너지건축물 내 에너지 흐름 ····· 248
〈그림 4-120〉 2018년 기준 건물 부문 냉난방 재생에너지 소비 비중 ····· 251
〈그림 4-121〉 미네소타 커뮤니티 솔라 가든 (Community Solar Garden) 운영방식 ····· 252
〈그림 4-122〉 Kepner-Tregoe method ····· 255

〈그림 4-123〉 소셜디지털 트윈 개념도 ····· 257
〈그림 4-124〉 디지털 트윈 계층 구성도 ····· 259
〈그림 4-125〉 연도별 데이터 증가 (좌)및 ICT 부분 전력 소비(우) 증가 예측 ····· 263
〈그림 4-126〉 데이터센터의 기능별 에너지소비 비중과 에너지 효율 전략 ····· 264
〈그림 4-127〉 기업 데이터 내 다크데이터 비중(좌) 및 불필요한 이산화탄소 배출 예측(우) ····· 265
〈그림 4-128〉 분야별 인공지능(AI) 효과 ····· 265
〈그림 4-129〉 MEC 전송방식 ····· 270
〈그림 4-130〉 사물인터넷 기술 발전 전망 ····· 271
〈그림 4-131〉 데이터 생애주기 체계(안) ····· 272
〈그림 4-132〉 제안 사업간 추진 전략(안) ····· 273
〈그림 4-133〉 에코스마트시티 리빙랩 협의회 구성 ····· 278
〈그림 4-134〉 에코스마트시티 혁신플랫폼 구축 예시 ····· 280
〈그림 4-135〉 수원시 수다(Sooda) 플랫폼 운영 과정 개선 사례 ····· 287
〈그림 4-136〉 수원시 수다플랫폼 정책 모델 개발(예시) ····· 288
〈그림 4-137〉 미국 환경청 MyEnvironment 사례 ····· 292
〈그림 4-138〉 유럽 D-NOSES 프로젝트 사례 ····· 295
〈그림 5-1〉 제3차 스마트도시 종합계획 ····· 300
〈그림 5-2〉 스마트시티 해외진출 활성화 전략 및 과제 ····· 301
〈그림 5-3〉 스마트시티 해외진출 활성화 방안 한국형 스마트시티 모델(안) ····· 302
〈그림 5-4〉 K-City Network 국제공모 접수 결과(지역별) ····· 306
〈그림 5-5〉 K-City Network 국제공모 접수 결과(유형별) ····· 306
〈그림 5-6〉 2020년 K-City Network 국제공모 선정 국가 및 사업 ····· 306
〈그림 5-7〉 한-아세안 미래공동체 ODA 전략 이행계획 상의 5대 프로그램 ····· 310
〈그림 5-8〉 KOICA CP 국별 프로그램 현황(신남방국가) ····· 311
〈그림 5-9〉 부산 에코델타시티 핵심지표 및 성과관리지표 ····· 314
〈그림 5-10〉 부산 에코델타시티 KPIs 운영 프로세스 ····· 315
〈그림 5-11〉 부산 에코델타시티 KPIs ····· 315
〈그림 5-12〉 스마트시티 글로벌 사업 모델(안) ····· 317
〈그림 5-13〉 아세안 스마트시티 프레임워크 ····· 323
〈그림 5-14〉 ASCN 시범사업 도시 분포도 ····· 325

01

과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 연구 배경

지금 현재 전 세계 국가들은 두 개의 글로벌 메가트렌드에 직면해 있다. 하나는 심각한 기후변화에 따른 신기후체제 이행과 관련하여 친환경·에너지 전환의 화두와 함께, 또 하나는 급변하는 디지털 데이터 홍수와 연계한 4차산업혁명이다.

우리나라도 개발시대를 겪으며 무분별한 에너지 소비와 온실가스 배출로 인한 기후변화에 대한 문제가 심각하게 대두되고 있다. 조천호 대기과학자는 인터뷰(2020.8)에서 “인간의 무한한 욕망이 지구의 유한함을 넘어서는 순간 지구는 인류를 없애버릴 것이다.”라고 평가하며 기후변화의 중요성을 강조하였다. 우리나라는 세계 경제 규모 7위를 가지고 있는 IT강국이며 동시에, 국제사회 기후위기에 대한 대응측면에서는 OECD CO2 증가율 1위를 보이며 기후악당이라는 평가를 받는 양면성을 갖고 있다.

인류의 절반인 35억명은 현재 도시지역에 거주하고 있으며, 2030년까지 50억명 이상이 도시에 거주할 것이라 예상하고 있다. 세계의 도시는 지구면적의 3%에 불과하지만, 에너지 소비량은 60~80%를 차지하고 있으며, 탄소배출량은 75%이상을 차지하는 대표적인 환경오염 발생지역이다. 그렇기 때문에 도시지역을 중심으로 에너지를 절감하고, 탄소를 적게 배출해야 하는 노력을 기울여야 한다.

최근, 정부는 2020년 우리나라의 신성장 동력의 사업으로 한국형 뉴딜을 발표하였다. 한국형 뉴딜의 핵심 사업은 디지털 뉴딜과 그린뉴딜 사업의 두 축으로 이루어진다. 경제인문사회연구회는 이런 정부 정책과 발맞춰 미래 국가비전으로서 ‘지속가능한 혁신적 포용국가’ 달성을 위한 휴먼·디지털·그린 뉴딜의 구체적인 실천방안에 대한 필요성을 강조해 왔으며, 이에 그 동안 각각 추진해 오던 그린시티와 스마트시티 사업을 통합적으로 구축 하며 정부정책의 정합성을 위한 에코스마트시티 사업을 구상하기 위해 11개의 국책연구기관 및 공사 등의 관련기관이 함께하는 협동연구가 진행하게 되었다.

2. 과업의 목적

본 과업의 목적은 전 세계적으로 심각한 기후변화 문제에 대응하기 위하여 4차 산업혁명 기술을 활용한 도시 전반적인 솔루션을 제공하고자 함이다. 이를 통해 도시 및 건물, 교통, 인간의 삶의 부분에 자연을 고려한 기술을 고려한 스마트한 도시를 구현하기 위한 사업구상서를 제시하고 이러한 사업을 바탕으로 해외진출 방안까지 모색하는 것을 목적으로 한다.

〈그림 1-1〉 에코스마트시티 연구의 배경



자료: 연구진 작성

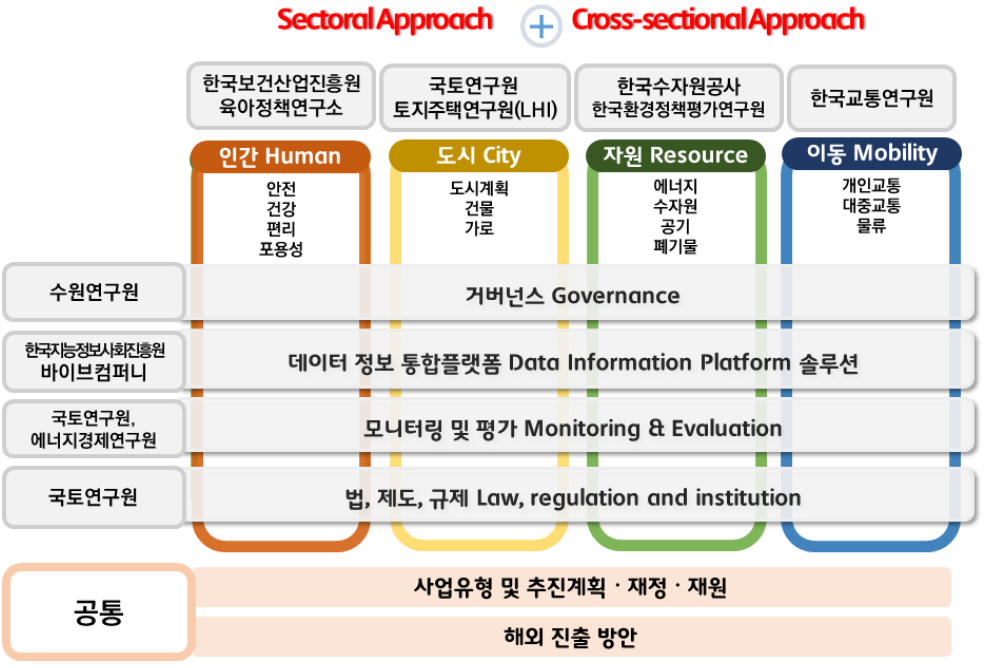
제2절 연구방법 및 과업의 구성

1. 연구 방법

연구 방법은 문헌조사를 통한 기초 자료 조사와 통계데이터를 활용한 기존의 현황을 파악한다. 또한 전문가 자문 및 총회를 개최하여 연구내용을 공유하고 전문가 의견을 수렴하였다. 이를 위해 우선 '에코스마트시티 경사연 포럼'을 구성하여 폭넓은 의견수렴을 실시하고 스마트시티 버전2.0으로서 아래 그림과 같은 추진체계 하에 융복합 연구를 추진하였다.

즉, 에코스마트시티 사업의 영역을 크게 인간, 도시, 자원, 이동 부문으로 구분하고 각 분야의 전문성이 있는 기관들을 배치하였으며, 부문간 통합을 위한 거버넌스와 제도, 그리고 정보플랫폼과 모니터링 및 평가부문 등으로 구분하여 해당 전문기관들에게 역할을 부여하였다.

〈그림 1-2〉 에코스마트시티 협동연구 추진체계



자료: 연구진 작성

아울러, 해외 대표적 에코스마트시티 유형을 벤치마킹하기 위해 스위스의 쮜리히 사례를 심층 분석하였으며, 그동안 진행되어 왔던 생태도시, 에코델타도시, 제로 에너지 건축 등의 관련 전문가를 초빙하여 본 사업이 지향해야 할 추진 방향에 대한 자문을 구하였다.

2. 과업의 구성

본 과업은 크게 에코스마트시티 개념 정립 및 모델 구축, 해외진출 방안으로 구성되어 있으며, 총회 및 포럼을 개최하여 내용을 발표하고 관련 내용을 수렴하고, 앞에서 제시한 협동연구 프레임에 맞춰 각 부문별 연구결과를 구체화한 사업구상서를 제시하였다.

가. 에코스마트시티 총회 및 포럼 추진

11개의 관련 전문기관이 협동으로 추진하는 장점을 활용하기 위하여 온 오프라인 총회 및 포럼을 2020년 8월 12일 1차 총회를 시작으로 모두 7차례 개최하여 각 분야별 전문기관의 의견 수렴 및 전문가 의견을 수렴하였다. 포럼은 외부전문가 초청을 통한 이슈도출 및 종합 토론을 진행하였으며, 총회는 주관기관 및 협동기관의 토론 및 논의를 통한 개념 정립을 위한 논의의 장으로 구성하였다.

〈표 1-1〉 에코스마트시티 총회 및 포럼 추진 개요

일 시	내 용	
2020.08.12	1차 총회	Kick-off meeting 1차 총회
2020.08.25	2차 총회 및 1차 포럼	ESCI* 기본개념 및 모델 외부전문가 초청 세미나 및 토론
2020.09.09	3차 총회	기본개념 및 모델(안) 제시
2020.09.23	4차 총회 및 2차 포럼	「에코스마트시티통합 모델」제시 ESCI* 국내외 추진 사례 외부전문가 초청 세미나
2020.10.14	5차 총회	ESCI* 기본구상 제시
2020.10.27	6차 총회 및 3차 포럼	ESCI* 해외진출방안 외부전문가 초청 세미나 및 토론
2020.11.11	7차 총회	ESCI* 해외 진출 방안 제시

자료 : 연구진 작성(*ESCI:EcoSmart City Initiatives)

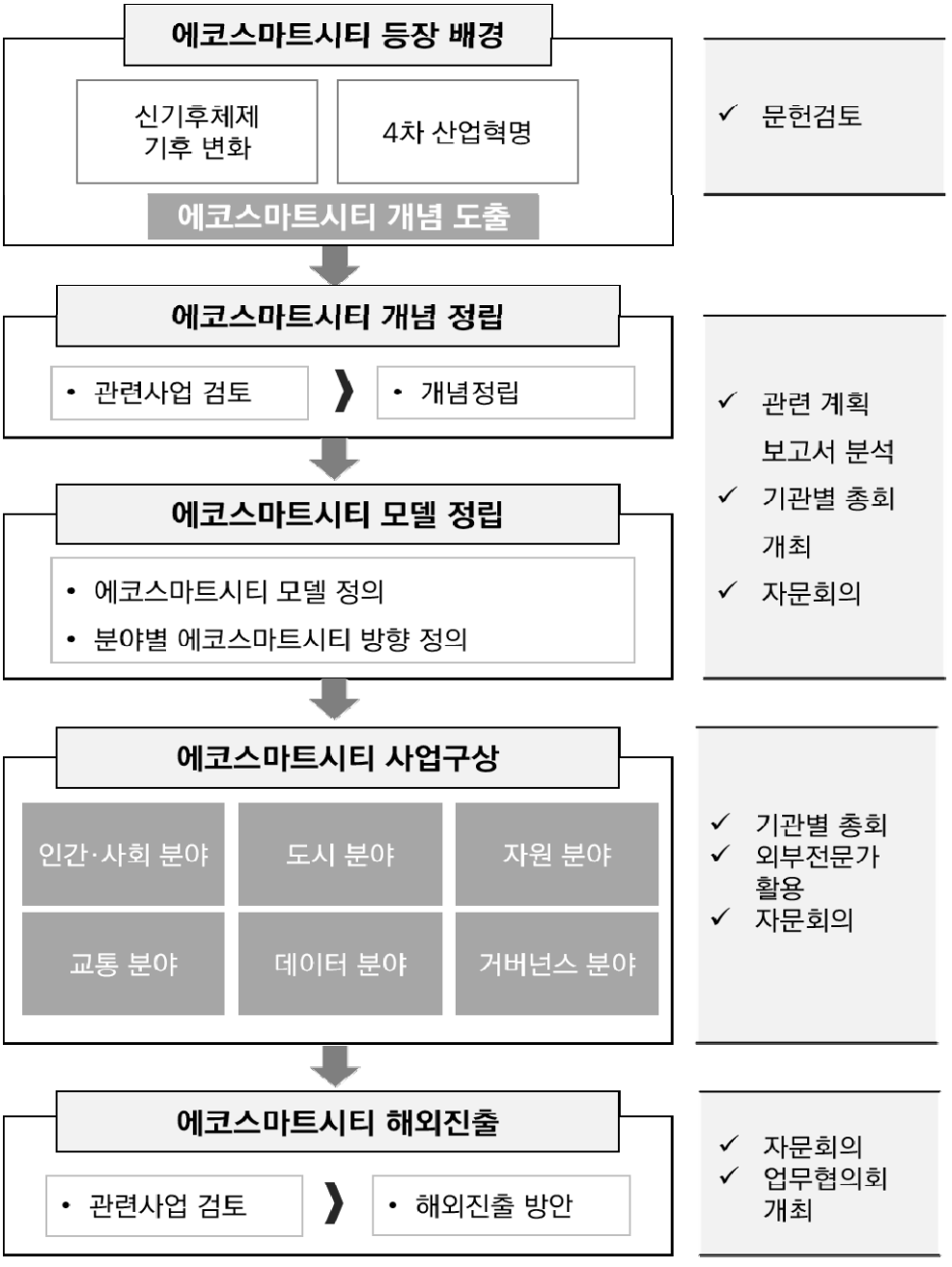




자료 : 연구진 촬영

나. 연구의 흐름

〈그림 1-3 〉 연구의 흐름



자료 : 연구진 작성

02

에코스마트시티 추진 배경 및 관련 사업 검토

제1절 에코스마트시티 개요

1. 에코스마트시티의 추진배경

우리가 살고 있는 '하나뿐인 지구'가 오래전부터 몸살을 앓고 있다. 전 세계가 경제발전에 의한 부의 축적을 최고의 지상가치로 여겨 무한경쟁을 벌이고 있는 상황에서 엄청난 자연 파괴와 오염물질의 배출이 이루어져 왔다. 전문가들은 이구동성으로 이제 우리에게 소생할 수 있는 기회가 얼마 남지 않았다고 한다. 어쩌면 인류는 지구상에서 6번째로 멸종되는 생물이 될지도 모른다. 그만큼 심각한 상황이지만 특히 우리나라는 이에 매우 둔하게 대처해 왔다. 한편으로는 경제 선진국, IT 강국, K-pop 등으로 각광 받지만, 또 한편으로는 그동안 한 번도 온실가스 배출목표치를 달성하지 못했고 심지어는 외국 언론으로부터 4대 기후 악당으로 지탄받고 있다.

가. 한국대표도시 서울의 양면성

실제로 우리나라의 대표도시 서울은 한편으로는 매우 스마트한 도시이나 환경적인 측면에서는 매우 열등생으로 인구규모가 크긴하지만, 유럽도시들과 비교된다.

1) 스마트시티 지수

스페인 바르셀로나 나바라 대학교(University of Navarra) 경영대학원과 글로벌 전략센터(The Center for Globalization and Strategy)가 공동 연구 플랫폼을 창립하여 전 세계 80개국 174개 도시를 대상으로 9개 부문(경제, 사회 통합, 인적 자원, 해외생산, 기술, 도시계획, 교통, 환경, 거버넌스) 101개 지표를 기준으로 분석하여 매년 스마트시티지수인 Cities in Motion Index(CIMI) 지수를 발표한다.

2020년 서울은 CIMI 지수 73.67를 기록하여 19위를 차지하여 2019년 15위에서 4계단 하락하였다. 9개 부문 중 경제(11위), 인적자원(14위), 기술(26위), 도시계획(31위)에서 높은 순위를 차지했다. 2020년 기준 1위는 영국 런던(CIMI지수 100), 2위 미국 뉴욕(95.83), 3위 프랑스 파리(85.50)가 차지하여 2018년도부터 3년 연속 1, 2, 3위를 차지하였다.

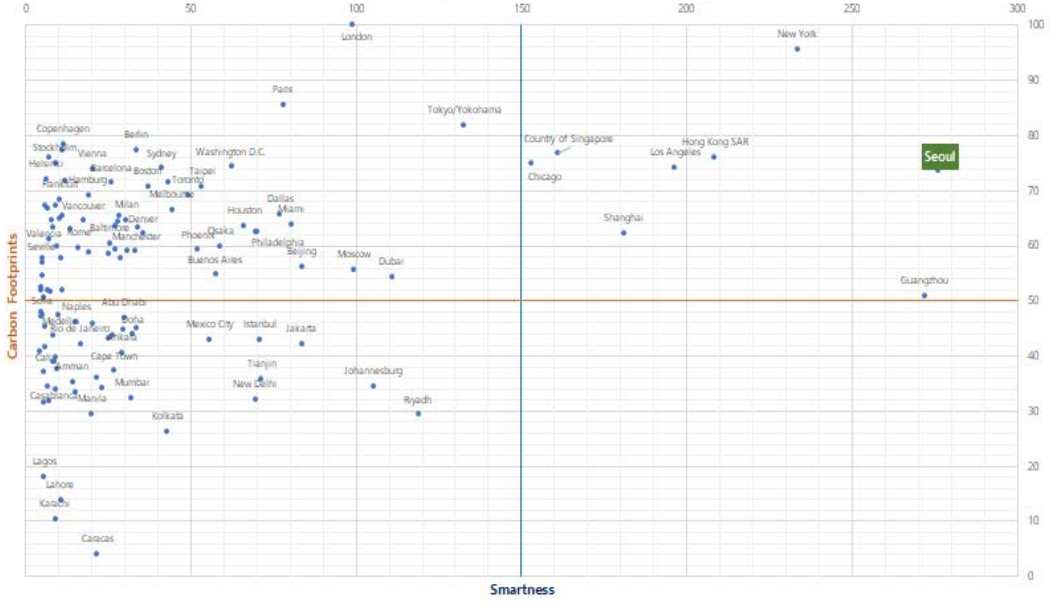
2) 탄소배출량

노르웨이 과학기술대학교(Norwegian University of Science and Technology)을 중심으로 스웨덴 룬드대학교, 미국 예일대학교 연구진 등으로 구성된 팀이 전 세계 500개 도시 대상으로 2018년 도시별 탄소배출량을 매년 발표했다. 서울의 CO_2 배출량은 276.1±51.8Mt(Mt=100만t)을 기록하여 500개 도시 중 1위를 차지하였고, 2위는 중국 광저우, 3위는 미국 뉴욕, 4위는 홍콩이 기록했다.

3) 데이터 분석

스마트시티 지수 대상도시로 선정된 174개 도시와 탄소배출량 분석 대상도시로 선정된 500개 도시 중 중복되는 도시 121개를 선별하였다. 121개 도시를 대상으로 각 도시별 스마트시티지수 및 탄소배출량을 분석하기 위해 X축을 탄소배출량으로 Y축을 스마트시티지수(CIMI)로 하여 171개 도시를 4사분면에 위치시켰다. 그 중 서울을 비롯 미국 뉴욕, LA, 시카고, 싱가포르, 홍콩, 중국 상하이, 광저우 총 8개 도시가 1사분면에 위치하고 서울은 특히 가장 높은 탄소배출량과 상위권 스마트시티 지수로 인해 1사분면 우측 상향에 위치한다.

〈그림 2-1〉 세계 121개 도시 대상 스마트(Smartness) 및 탄소배출(Carbon Footprints) 그래프

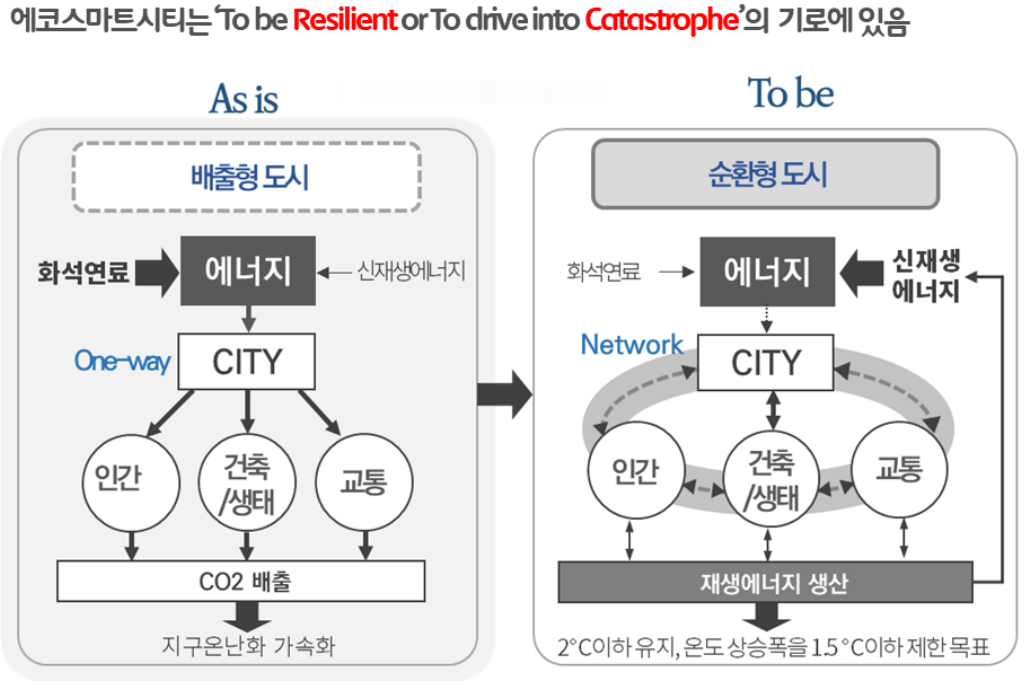


자료 : x축 Global Gridded Model of Carbon Footprints(GGMCF)(2018), y축 IESE Cities in Motion Index(2020)

나. 에코스마트시티의 필요성

언제까지 우리의 도시는 대책 없이 화석에너지를 사용하여 대부분의 CO2 를 방출함으로서 파국으로 치닫는 배출형 도시로 향할 것인가? 아니면, 여기서 탈피하여 친환경적이며 회복가능한 (Resilient) 순환형도시로 탈바꿈할 것인가에 대해 진지하게 고민해 보아야 한다.

〈그림 2-2〉 현대 도시의 갈림길 (To be 'Resilient' or to drive into 'Catastrophe')



자료 : 연구진 작성

좀 더 구체적으로 우리가 신재생에너지 사용비중을 높이고, 탄소배출량을 획기적으로 줄이며 폐기물을 재활용하여 에너지 자립도시를 구축해야 할 필요성은 다음과 같다.

1) 기후변화 저감을 위한 1인당 이산화탄소 배출량 저감 필요

현재 우리나라 총 이산화탄소 배출량은 6억톤으로 세계 7위를 기록하고 있으며, 선진국은 이미 오래전부터 다양한 정책을 시행하여 감축 중인데 비해 한국은 1990년부터 연평균 3.3%증가하는 추세이고 이산화탄소 1인당 배출량은 11.7톤으로 세계 4위 기록하고 있어 궁극적인 감축정책이 절실하다.

2) 기후변화가 신종 감염병 팬데믹 창궐의 원인으로 대두

현재 큰 어려움을 겪고 있는 COVID 19 현상에서 알 수 있듯이, 급격한 기후변화와 개발에 따른 생태계 파괴는 야생동물이 주거지로 이동하게 만들어 서식처 변화를 초래하고 인간과 야생과의 거리가 좁혀지면서 외래종에 취약한 생태계를 조성하고 교통의 발전에 따라 병원체의 확산을 초래하는 등 심각한 인류의 위기를 초래하고 있다.

3) 자원 재활용 및 오염물질 최소화 필요

날로 증가하고 있는 미세먼지, 미세플라스틱으로 인하여 건강영향의 위험도가 크게 증가하고 있으며 미세먼지에 따른 초과사망률 증가, 미세플라스틱 인체 농축에 따른 건강영향 증가가 예상된다.

2. 에코스마트시티의 기본 개념

본 연구에서 제시하는 에코스마트시티는 심각한 기후변화에 능동적으로 대응하고, 탈 화석연료 사회로의 구조 전환 수단으로서 발전시키고 이를 구현하기 위한 사업활성화를 통해 경기부양과 일자리 창출을 기대하고 있다. 다시말해, 글로벌 메가트렌드를 고려하여 '에코시티'와 '스마트시티'의 개념과 핵심가치를 결합한 새로운 도시의 미래상을 제시함으로서 신기후체제와 4차산업혁명에 대응할 수 있고 친환경성·혁신성·지속가능성을 핵심가치로 내세우는 가장 효율적이고 경쟁력 있는 도시가 곧 '에코스마트시티'의 기본개념인 것이다.

〈표 2-1〉 에코스마트시티 개념 도출

	개 념	핵 심 가 치	글로벌 메가트렌드
에코시티	도시공간구조, 신재생에너지 활용 등 온실가스 배출 및 환경오염을 최소화시키는 지속가능한 도시	친환경성·생태성 환경적 지속가능성	신기후체제 (탈탄소경제)
스마트시티	ICT를 활용하여 도시의 경쟁력과 삶의 질을 향상시키는 지속가능한 도시	혁신성·성장성 경제적 지속가능성	4차 산업혁명 (데이터경제)
에코 스마트시티	신기후체제 및 4차산업혁명 시대에 가장 효율적이고 경쟁력 있는 지속가능한 도시	친환경성, 혁신성, 지속가능성	신기후체제 + 4차 산업혁명(+ 그린 뉴딜)

자료 : 연구진 작성

〈그림 2-3〉 에코스마트시티 배경 및 개념



자료 : 연구진 작성

3. 에코스마트시티에 대한 기본 인식

가. 조사개요 및 응답자 특성

본 연구에서는 일반국민들이 자신이 거주하고 있는 곳에 대해 가지고 있는 생각 및 에코스마트시티에 대한 요구 및 인식을 알아보기 위해서 2020년 12월 20대 20%, 30대 30%, 40대 30%, 5,60대 20%의 비율로 할당하여, 남녀 500명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 응답자의 특성은 남성, 여성 비율이 50%씩이며, 이혼·사별을 포함한 미혼이 45.8%, 기혼이 54.2%를 차지하였고, 자녀가 있는 응답자가 50.4%정도로 반정도 차지하였다. 기타 자세한 응답자 특성은 〈표 Ⅰ-5-1〉에 나타내었다.

나. 에코스마트시티 관련 인식

20~60대 500명을 대상으로 스마트시티 사업에 대한 인식을 조사한 결과, '들어본 적은 있으나 잘 모른다'는 응답이 65.4%로 가장 많았으며, 특히 50-60대는 '들어본 적 있고 잘 안다'는 응답이 타 연령대에 비해 많았다. 미혼보다는 기혼이, 무자녀 보다는 자녀를 둔 경우보다는 성인자녀를 둔 경우, 경제활동을 하는 경우 스마트시티에 대해 인지하는 것으로 나타났다.

〈표 2-2〉 스마트시티 사업 인지도

단위: %(명)

구분	들어본 적 없다	들어본 적 있으나 잘 모른다	들어본 적 있고 잘 안다	계
전체	22.2	65.4	12.4	(500)
연령대				
20대	31.0	59.0	10.0	(100)
30대	22.0	68.0	10.0	(150)
40대	25.3	64.0	10.7	(150)
50~60대	9.0	70.0	21.0	(100)
x^2		20.642**		
혼인상태				
미혼	27.5	60.3	12.2	(229)
기혼	17.7	69.7	12.5	(271)
x^2		7.084*		
자녀 연령대				
자녀 없음	24.6	63.7	9.7	(248)
미성년 자녀	24.2	66.1	19.5	(165)
성인 자녀	11.5	69.0	14.9	(87)
x^2		10.381*		
본인 경제활동 여부				
일을 하고 있음	18.9	66.2	14.9	(370)
일을 하지 않음	31.5	63.1	5.4	(130)
x^2		14.018***		

주: 본 연구에서 실시한 '육아친화적 스마트시티 조성을 위한 국민 인식조사'의 결과임
* p 〈 .05, ** p 〈 .01, *** p 〈 .001.

다음으로 정부에서 추진하는 스마트시티사업에 대한 인식을 물어본 결과, 긍정적 인식(긍정적+매우 긍정적)이 91.2%로 높음을 알 수 있었다.

〈표 2-3〉 스마트시티 사업에 대한 인식

단위: %(명), 점

구분	매우 부정적으로 생각한다	부정적으로 생각한다	긍정적으로 생각한다	매우 긍정적으로 생각한다	계	평균
전체	2.4	6.4	76.6	14.6	(500)	3.03
연령대						
20대	2.0	3.0	76.0	19.0	(100)	3.12
30대	3.3	8.7	74.7	13.3	(150)	2.98
40대	2.0	4.7	80.7	12.7	(150)	3.04
50~60대	2.0	9.0	74.0	15.0	(100)	3.02
x^2/F	7.924					1.314
혼인상태						
미혼	1.3	5.2	79.5	14.0	(229)	3.06
기혼	3.3	7.4	74.2	15.1	(271)	3.01
x^2/t	3.549					1.019
자녀 연령대						
자녀 없음	2.0	5.2	79.0	13.7	(248)	3.04
미성년 자녀	3.0	6.7	74.5	15.8	(165)	3.03
성인 자녀	2.3	9.2	73.6	14.9	(87)	3.01
x^2/F	2.710					0.119
본인 경제활동 여부						
일을 하고 있음	1.9	7.8	75.9	14.3	(370)	3.03
일을 하지 않음	3.8	2.3	78.5	15.4	(130)	3.05
x^2/t	6.281					0.226

주: 본 연구에서 실시한 '육아친화적 스마트시티 조성을 위한 국민 인식조사'의 결과임

설문 응답자들은 에코스마트시티의 추진 목적으로 '이산화탄소배출을 최소화한 지속가능 도시'라고 응답한 비율이 가장 높았으며, 그 다음으로 '범죄가 없는 안전한 도시'를 꼽았다. 그 다음으로 '혼잡요소가 없는 스마트도시'. '시민 불평이 없는 만족스러운 도시' 순으로 나타났다.

〈표 2-4〉 에코스마트시티 사업 추진 목적(1순위)

단위: %(명)

구분	이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능 도시	범죄가 없는 안전한 도시	혼잡요소가 없는 스마트 도시	시민 불평이 없는 만족스러운 도시	질병 걱정 없는 건강한 도시	사상자가 적은 튼튼한 도시	계
전체	32.8	22.0	18.6	13.6	10.8	2.2	(500)
연령대							
20대	30.0	29.0	23.0	12.0	5.0	1.0	(100)
30대	32.0	22.7	18.0	12.0	12.0	3.3	(150)
40대	33.3	22.0	19.3	13.3	10.7	1.3	(150)
50~60대	36.0	14.0	14.0	18.0	15.0	3.0	(100)
x^2	0.758						
혼인상태							
미혼	30.1	27.1	21.8	11.8	8.3	0.9	(229)
기혼	35.1	17.7	15.9	15.1	12.9	3.3	(271)
x^2	1.254						
자녀 연령대							
자녀 없음	29.4	26.2	22.2	11.7	8.9	1.6	(248)
미성년 자녀	36.4	19.4	15.2	13.9	11.5	3.6	(165)
성인 자녀	35.6	14.9	14.9	18.4	14.9	1.1	(87)
x^2	0.725						
본인 경제활동 여부							
일을 하고 있음	33.2	21.6	18.9	13.2	10.8	2.2	(370)
일을 하지 않음	31.5	23.1	17.7	14.6	10.8	2.3	(130)
x^2	0.237						

주: 본 연구에서 실시한 '육아친화적 스마트시티 조성을 위한 국민 인식조사'의 결과임

마지막으로, 본 연구에서 제안하는 에코스마트시티의 추진 사업에 대한 대국민이 생각하는 중요도와 가족의 삶에 미치는 영향정도를 살펴보았다. 그 결과, 응답자들은 대부분의 사업에 대해 중요도를 높게 평가하고 있었다. 중요도와 함께 내 가족의 삶에 미치는 영향정도를 평가하게 한 결과, 특히 '병원 응급실 상황을 모니터링하고 공유해 응급차가 빨리 적절한 응급실에 환자를 이송'하는 것, '노인, 아동, 여성 등 타겟별로 위험지역을 파악해서 알려주는 위험 알림 기능', ' 누구나 필요한 서비스에 쉽게 접근할 수 있도록 정보를 제공하는 기능' 에 대해서는 3점대 이상(4점 만점)으로 높게 평가하는 것으로 나타났다.

〈그림 2-4〉 에코스마트시티 추진 과제에 대한 대국민 평가



주: 본 연구에서 실시한 '육아친화적 스마트시티 조성을 위한 국민 인식조사'의 결과임

응답 대상의 특성에 따라, 각 추진과제의 '중요도'와 '내 가족의 삶에 미치는 영향'에 대한 평가가 달랐는데, 이를 간략히 요약하면 다음과 같다.

중요도 측면에서, 미혼이 기혼보다 '노인, 아동, 여성 등 타겟별로 위험지역을 파악해서 알려주는 위험 알림 기능', '장애인들도 대중교통을 편하게 이용할 수 있는 위치 전송 및 안내 기능', 그리고 '누구나 필요한 서비스에 쉽게 접근할 수 있도록 정보를 제공하는 기능'에 대해 더 중요하다고 인식하는 것으로 나타났다.

다음으로 내 가족의 삶에 미치는 영향의 측면에서는, 무자녀, 미성년자녀, 성인자녀가 있는 사람 순으로 '사물인터넷과 인공지능을 활용한 교통시스템 개선'이 삶에 중요한 영향을 미친다고 평가하였다. 다음으로 응답자의 연령이 높을수록, 자녀의 연령이 높을수록 '독거노인이 개인단말장치를 통해 집에서도 안부를 관리 받고 필요한 경우 전문가가 찾아가도록 하는 시스템' 이 삶에 중요한 영향을 미친다는 응답을 하는 것으로 나타났다.

제2절 에코스마트시티 유관사업 추진 동향

1. 에코시티 추진 경과

그동안 정부는 녹색성장생생도시사업을 시작으로 기후변화대응시범도시, 그린시티, 에코시티, 저탄소 녹색마을 사업을 통해 환경 지속가능성을 고려한 다양한 지자체 단위의 사업을 추진해 왔다. 국내에서 추진한 중앙부처 사업을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 2-5〉 국내 추진 중앙부처 사업

No	사업명	추진부처	주요내용	사례지
1	녹색성장 생생도시 (2008 ~2012)	대통령직속 녹색성장위원회	기후변화 위기를 성장의 기회로 활용하기 위해, 생태뿐만 아니라 에너지 교통 산업 등 7개 분야의 발전을 도모하며, 환경 경제 사회가 상생할 수 있는 한국적 녹색성장 도시모델. EcoRich 우수 자치단체의 발굴 확산 지원을 통해 지역의 녹색경쟁력 제고와 삶의 질 향상, 생활 속의 녹색성장과 브랜드화를 구현	전국 20개 시군
2	기후변화대응 시범도시 (2008~)	환경부 기후변화협력과	온실가스 감축을 위한 중앙정부의 정책을 현장에서 집행하는 지자체의 역할이 중요해지면서 지자체의 기후변화 대응에 대한 관심 제고와 적극적인 참여를 유도하고, 지역특성에 맞는 온실가스 감축 프로그램을 개발하며 중앙-자자체간 유기적인 협력체계를 구축	7개 지자체
3	그린시티 (환경관리 우수자치단체) (2004~)	환경부 민간협력과	자치단체장 및 지역주민들의 환경에 대한 관심과 참여를 제고하여 친환경 지방행정의 활성화를 위한 지자체간 건설적인 경쟁을 유도하기 위해 2004년부터 매 2년 주기로 환경관리 우수자치단체(그린시티) 선정	2010년까지 총 26개 시군 선정

4	에코시티 (2008~)	환경부 자연정책과	토지이용 제한 등으로 인하여 낙후된 지역을 대상으로 환경보전 정책의 틀을 유지하면서도 지역발전을 꾀할 수 있는 에코시티 조성	4개 지자체
5	저탄소 녹색마을	교육과학기술부, 행정안전부, 농림수산식품부, 지식경제부, 환경부, 국토해양부, 산림청	폐자원 및 바이오매스는 저렴한 비용으로 신재생에너지 공급의 조기 성과창출이 가능하고, 온실가스 감축의무 이행의 유력한 수단으로 국가 신재생에너지 보급목표율 달성과 동시에 녹색뉴딜사업과 신성장 동력사업으로 추진	전국 4개 시군

자료 : 연구진 작성

2. 스마트시티 추진 경과

가. 스마트시티 정의

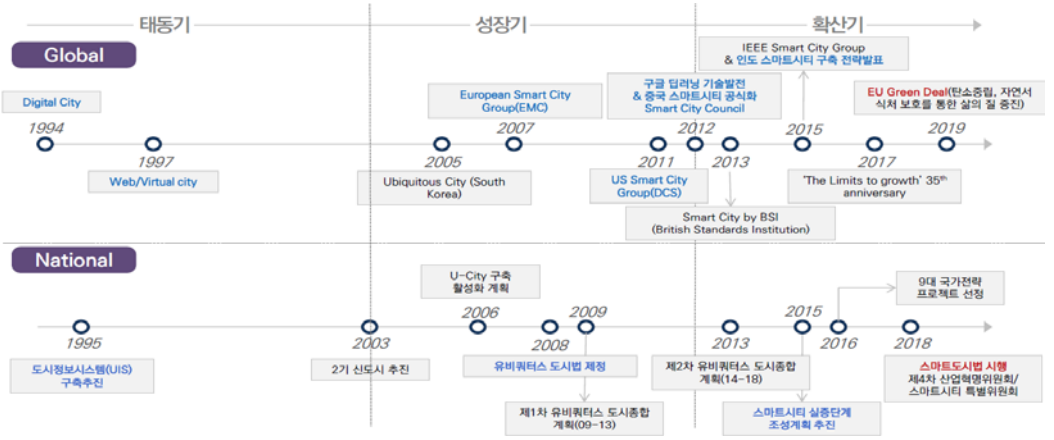
한편, 스마트시티는 ICT, 빅데이터 등을 이용하며 스마트도시 및 스마트기술을 활용함으로써 삶의 질을 높이고 지속가능한 경제성장과 자원 및 환경에 대한 부담을 줄이고자 하는 지속가능성을 지향해 왔으며, 특히 4차 산업기술(사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 지능형(AI) 기술 등)를 활용하여 도시의 경쟁력, 삶의 질 향상, 지속가능성을 추구한다.(박창석, 2020)

‘스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률’에서 스마트 도시를 “건설, 정보 통신 기술을 융·복합하여 건설된 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시 서비스를 제공하는 지속 가능한 도시”로 정의하고 있다.

나. 스마트시티 추진 경과

스마트시티 발전과정을 살펴보면 1994년 디지털 시티를 시작으로 2003년 성장기를 기점으로 현재 확산기로 발전하고 있다. 2000년대 초반 최첨단 ICT를 기반으로 현재 스마트시티의 전신인 U-City를 추진하였다. U-City는 언제 어디서나 시민들이 편하게 행정·교통·복지·환경·방재 등의 도시정보를 제공 받고 활용할 수 있는 여건을 제공한다는 차원에서 유비쿼터스(ubiquitous) 도시환경을 강조하였다.

〈그림 2-5〉 스마트도시의 발전과정



자료: 박창석(2020)

정부는 2008년 'U-City법'을 제정하였으며, 2009년에는 국가 차원의 장기적인 청사진과 발전 방향을 종합적으로 제시하는 '유비쿼터스 도시종합계획'을 2009년 1차, 2013년 2차 수립, 2019년 3차 수립 하였다. 정부 차원의 U-City 국가 R&D는 2007년부터 진행되었으며(1차 2007~2013년, 2차 2013~2019년), 2018년부터 추진할 '스마트시티 국가 전략프로젝트 R&D가 기획되었다.(스마트시티 혁신 성장 동력 프로젝트, 2018~2022년)

2017년에는 「스마트도시법」으로 전면 개정하였으며, '스마트도시법'에서 규정하는 스마트시티의 기본구조는 1)스마트도시 기술, 2)스마트도시 기반시설, 3)스마트도시 서비스로 구성되었다. 구체적으로 스마트도시 기반시설은 지능화시설(센서, CCTV, 지능화된 시설), 정보통신망, 운영시설(통합 운영센터 등)으로 이루어져 있으며, 스마트도시서비스로 행정, 교통, 방범/방재, 주거 등 12개 분야의 세부 내용을 대통령령으로 규정하였다. 2018년 1월, 정부는 스마트시티 국가 시범 도시로 세종시 5-1생활권 (274만 ㎡)과 부산 에코델타시티 세물머리 지역 일대(219만 ㎡)를 선정하였다.

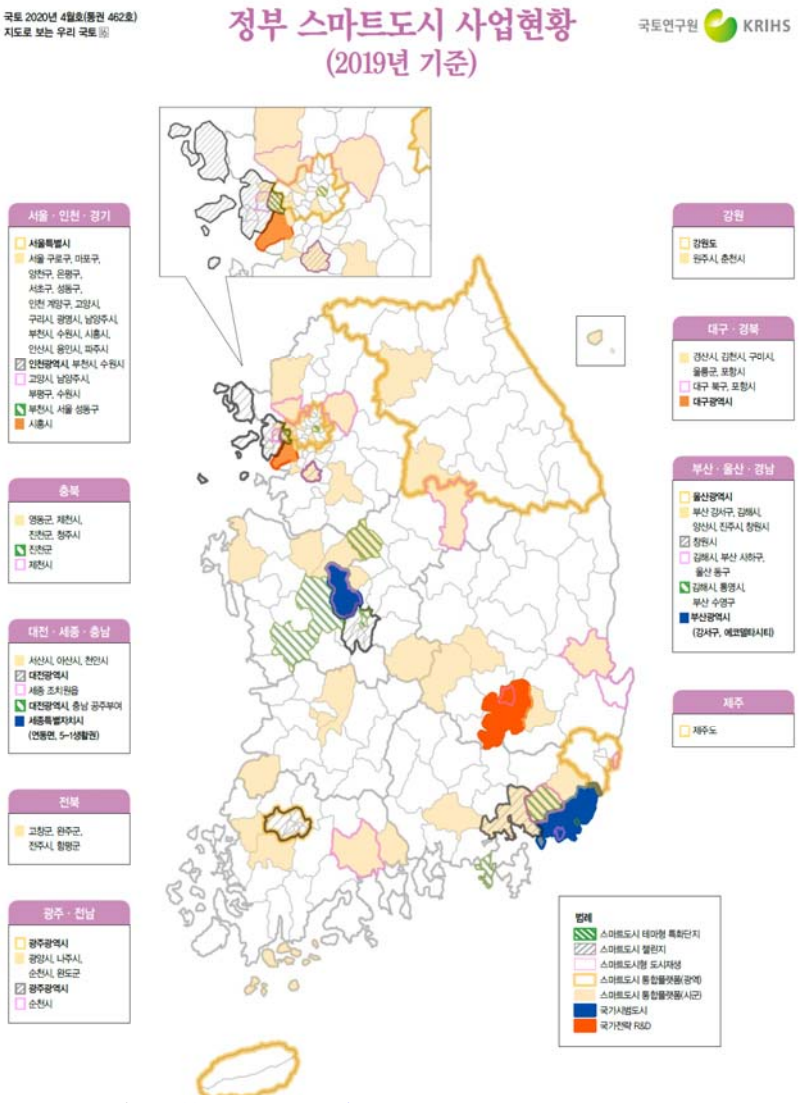
특히 스마트시티 통합운영센터(도시정보센터)은 도시 상황을 통합 관리하기 위한 기반 S/W로써, 'U-City 통합플랫폼'으로 불리다가, 2017년 「스마트도시법」 개정에 따라 '스마트시티 통합플랫폼'으로 명명되어 도시에서 발생하는 다양한 상황에 대한 모니터링 및 융·복합 서비스를 제공하고 있다.

〈표 2-6〉 스마트도시의 정책사업 추진현황

사업명	수행기간	지자체수
U-시범도시사업	2009년~2013년	15개 도시
U-City 계획수립	2009년~2015년	25개 도시
U-City 기반조성사업	2009년~	11개 도시
혁신도시사업	2005년~2013년	10개 도시
스마트시티건설사업	2004년~	38개 도시(52개 지구)
통합플랫폼 보급사업	2015년~	108개 도시

자료: 조영태 외 4인(2018)

〈그림 2-6〉 국가 스마트시티 사업 추진현황 (2019년 기준)



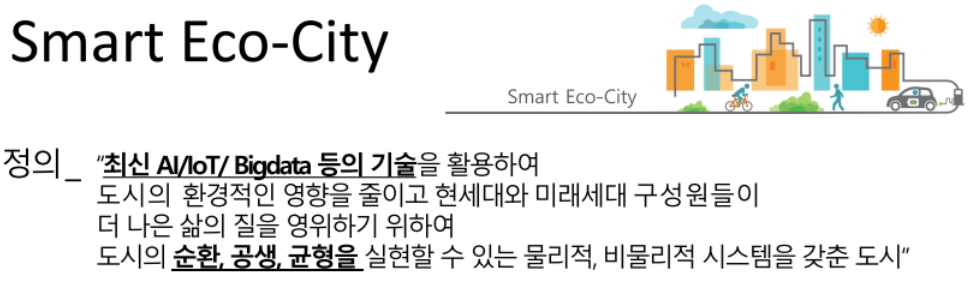
자료: 스마트시티 종합포털(http://smartcity.go.kr)자료를 바탕으로 「지도로 보는 우리 국토」

3. 에코스마트시티 관련 기존 연구현황

가. 스마트 에코시티

제1차 포럼에서는 충북대 반영운 교수가 스마트 에코시티의 중요성을 피력하며 현대도시들이 생태도시를 향한 도시전환 패러다임의 필요성을 강조하고 물리적·비물리적 자원의 순환과 지원 시스템, 자원의 공유를 통한 공생체계, 그리고 실시간 맞춤형 생태도시 솔루션 제공을 통한 균형 체계를 갖춰 나갈 것을 주문하였다. 그리고 스마트 에코시티를 경제·사회·환경 부문으로 분류하여 조성 방향을 제시하였으며 아래 그림과 같은 기본 개념을 제시하였다.

〈그림 2-7〉 스마트 에코시티 기본 개념



	경 제	사 회	환 경
순 환	•스마트 지역 자원 순환 네트워크 구축	•순환사회 전환을 위한 역량 강화 및 기반마련	•스마트 자연 순환 네트워크 기반 구축
공 생	•스마트 공동체경제시스템 구축	•지역사회 서비스 제공 및 공동 시스템 구축	•스마트 도시 인프라 및 시스템 구축
균 형	•스마트 지역 균형발전 시스템 구축	•세대 간 세대 내 사회 균형 시스템 구축	•스마트 환경위험 감지 및 대응 체계 기술 개발 •스마트 환경정의 시스템 구축

자료 : 반영운(2020)

1) 경제 부문

경제부문의 '순환' 목표 달성을 위한 추진 전략으로 스마트 지역 자원 순환 네트워크 구축이 필요하다. 특히 자원(원재료/폐기물/부산물)·에너지(폐열/전기/신재생에너지)·물(생활용수/폐수) 순환네트워크 기반을 구축하고 AI&IoT기반 유기성 폐기물 원점처리 시스템 구축이 중요하다.

또한 '공생'을 위해 스마트 공동체경제시스템 구축 추진을 위해 AI&Big Data 기반 자원순환 지역 공생 넥서스 구축, ICT 기반 노후산업단지의 구조 및 질적 고도화, 실시간 맞춤형 도시농업 활성화 시스템 구축, 로컬푸드 시스템 구축이 필요하다.

'균형' 목표를 위해 스마트 지여 균형발전 시스템 구축을 추진하여 그 세부과제로 균형발전을 위한 혁신공간 창출 및 서비스 발굴 사업이 필요하고, 실시간 맞춤형 에너지 정보 제공 및 전력거래 시스템 구축 및 일자리 총량 점검체계 구축을 제시하였다.

2) 사회 부문

경제 부문과 같이 '순환' 목표는 순환 사회 전환을 위한 역량강화 및 기반마련 추진전략을 내세워 그 과제로 스마트 지역혁신 거버넌스 구축, 스마트 환경모니터링 도구 및 환경 교육 프로그램 개발, 생태 및 환경 교육 스마트 서비스 개발 및 순환사회 전환을 위한 Smart Eco-City 관련 법·제도 개정의 필요성을 강조하였다.

'공생'을 위해 지역사회 서비스 제공 및 공동 시스템 구축을 위해 사회취약계층 모니터링 및 보호매뉴얼 작성이 필요하고, 맞춤형 주거 복지 보장을 위한 통합정보 시스템을 구축하고 정신보건 사업 확대가 필요하다.

'균형' 목표 달성을 위해 세대 간 세대 내 사회 균형 시스템 구축이 필요하여, 교통카드 기반 활동 신호 감지 시스템·AI 스피커 활용 독거노인 보살핌 서비스를 구축하고, 지역노인 돌봄 지원 서비스 연계를 지원하였다. 더불어 맞춤형 탈수급 자립 지원 시스템 구축 및 맞춤형 차상위계층 생활안정 보장을 강화하였다.

2) 환경 부문

환경 부문에서는 '순환' 목표 달성을 위해 스마트 자연 순환 네트워크 기반 구축 전략을 추진하여 세부 과제로 ICT 기반 물순환 네트워크 기반 구축, 바람길을 고려한 도시계획 기술 및 녹지 서비스 증진을 위한 생태네트워크 기반 구축이 필요하였다.

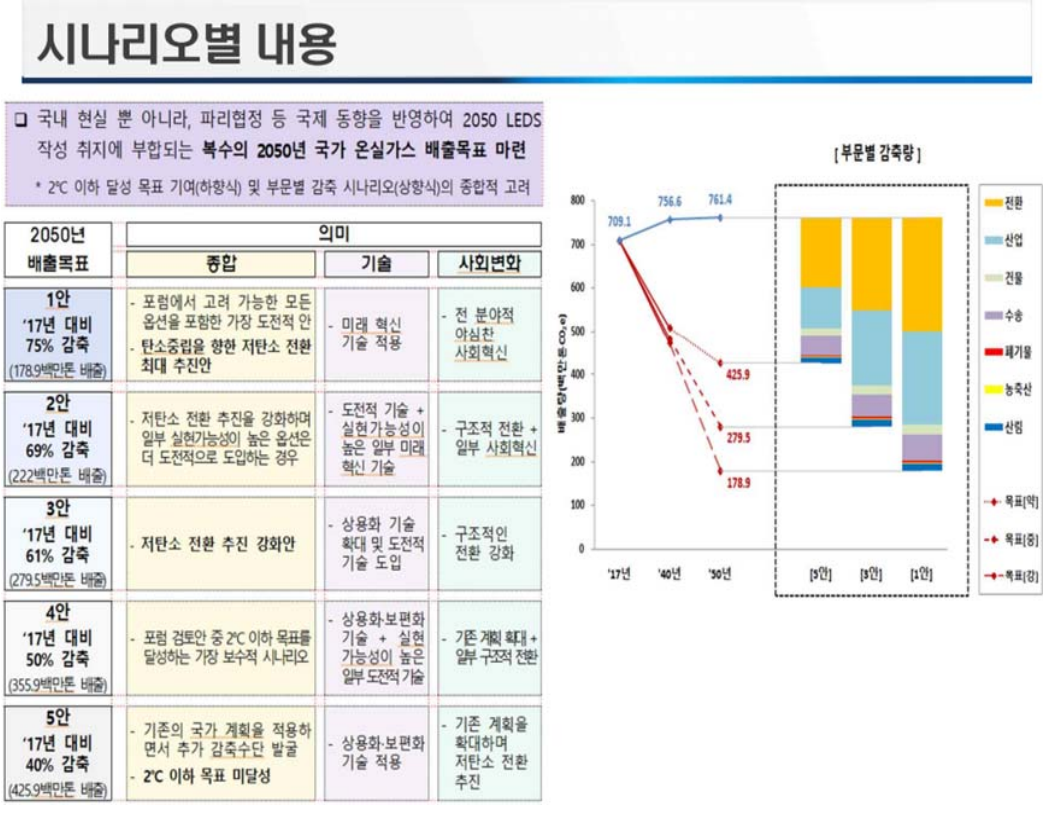
'공생'의 목표를 위해 스마트 도시 인프라 및 시스템 구축을 위해 패시브 하우스 및 신재생 에너지를 이용하여 화석연료의 사용을 최소화 하고 IoT 기반 물자립시스템 구축이 필요하다. 도시친환경 저에너지 교통체계로 전환 및 교통 간 환승 체계를 구축하고 교통 IAM(Innovative Agent-based Mobility) 시스템 구축 과제를 제시하였다.

‘균형’ 목표를 위해 스마트 환경위험 감지 및 대응 체계 기술 개발을 위해 실시간 맞춤형 환경관리 및 감시체계를 구축하고, 실시간 맞춤형 환경관리 대응 기술 개발을 제시하였으며, 스마트 환경정의 시스템 구축 전략을 위해서는 환경정의성 평가 정보시스템 구축·매뉴얼 제작·환경정의 감시체계 구축 및 R&D 지원 사업 실시를 세부과제로 강조하였다.

나. 온실가스 감축 시나리오

환경부는 2020년 기후협약에 제출할 ‘2050년 국가 장기 저탄소 발전전략’(이하 ‘발전전략’) 수립을 위해 전문가·시민사회·미래세대 58명이 참여하는 6개 분과로 구성된 포럼을 운영하였다. 구체적으로 총괄(14명) 이하 에너지전환(10명), 산업(12명), 건물·수송(8명), 농축산·산림·폐기물(9명), 청년(5명) 분과로 구성하여, 기술작업반을 별개로 운영하며 2020년 상반기 대국민 공론화를 거쳐 하반기 정부안을 확정하였다.

〈그림 2-8〉 2050 저탄소 발전전략



자료 : 윤소원(2020)

'발전전략'은 국내 현실은 물론 파리협정 등 국제 동향을 반영하여 '2050년 장기저탄소발전전략(Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategy, LEDS)'의 취지에 부합하는 복수의 2050년 국가 온실가스 배출목표를 마련하였다.[1)]

구체적인 부문별 감축률 및 사회상은 아래와 같다. 1안부터 5안까지 2017년 대비 온실가스를 최대 75%부터 최소 40% 감축을 기준으로 5개 분야의 세부목표를 제시하였다.

〈표 2-7〉 2050 저탄소 발전전략 부문별 감축률 및 사회상

구분	1안	2안	3안	4안	5안
에너지 공급 부문	▪ 석탄화력발전비중 4% ▪ 재생에너지발전비중60% ▪ 수소경제시대	▪ 석탄화력발전비중 4% ▪ 재생에너지발전비중60% ▪ 수소경제시대	▪ 석탄화력발전비중 8% ▪ 재생에너지발전비중50% ▪ 수소경제보편화	▪ 석탄화력발전비중 8% ▪ 재생에너지발전비중50% ▪ 수소경제보편화	▪ 석탄화력발전비중 12% ▪ 재생에너지발전비중40% ▪ 수소경제가시화
산업 부문	▪ 전면적 전환과 융복합 확대 ▪ 자원 재활용 최대화 및 획기적 공정 개선	▪ 스마트 에너지관리 시스템 ▪ 전면 보급 ▪ 자원 재활용 및 단계적 공정개선	▪ 스마트 에너지 관리 시스템 보급 확대 ▪ 자원 재활용 및 단계적 공정개선	▪ 스마트 에너지 관리 시스템 보급 확대 ▪ 산업 공정 고효율 저감설비 도입	▪ 스마트에너지관리 시스템 일부 적용 ▪ 전동기, 보일러기기 에너지 소비 효율 개선
건물 부문	▪ 녹색건물정착 ▪ 미활용열 등 신재생에너지 소비 극대화	▪ 녹색건물정착 ▪ 신재생에너지보급 확대 강화	▪ 녹색건물일반화 ▪ 신재생에너지보급 확대 강화	▪ 녹색건물일반화 ▪ 신재생에너지보급 추진	▪ 녹색건물관리 강화 ▪ 신재생에너지보급 추진
수송 부문	▪ 내연차 급격한 퇴보(비중7%) ▪ 친환경차대중화(비중93%) ▪ 자율주행, 인공지능확산	▪ 내연차급격한퇴보 (비중7%) ▪ 친환경차대중화(비중93%) ▪ 도로체계 변화 본격화	▪ 내연차점진적퇴보(비중18%) ▪ 친환경차보편화(비중82%) ▪ 도로체계변화 본격화	▪ 내연차점진적퇴보(비중18%) ▪ 친환경차보편화(비중82%) ▪ 도로체계변화 가시화	▪ 내연차감소(비중25%) ▪ 친환경차확대(비중75%) ▪ 도로체계변화 가시화
농·축·산·폐 부문	▪ 스마트팜다각화 ▪ 폐기물의완전환 자연선순환 ▪ 자연친화적환경	▪ 스마트팜보급확대 ▪ 폐기물의완전환 자연 ▪ 선순환·자연친화적환경	▪ 스마트팜보급확대 ▪ 매립부문호기성 운영및바이오 플라스틱비중강화 ▪ 자연친화적환경	▪ 스마트팜 실용화 ▪ 메탄가스회수 증대 및 폐기물재활용·감량강화 ▪ 자연친화적환경	▪ 스마트팜실용화 ▪ 폐기물재활용·감량강화 ▪ 자연친화적환경

자료 : 윤소원(2020)

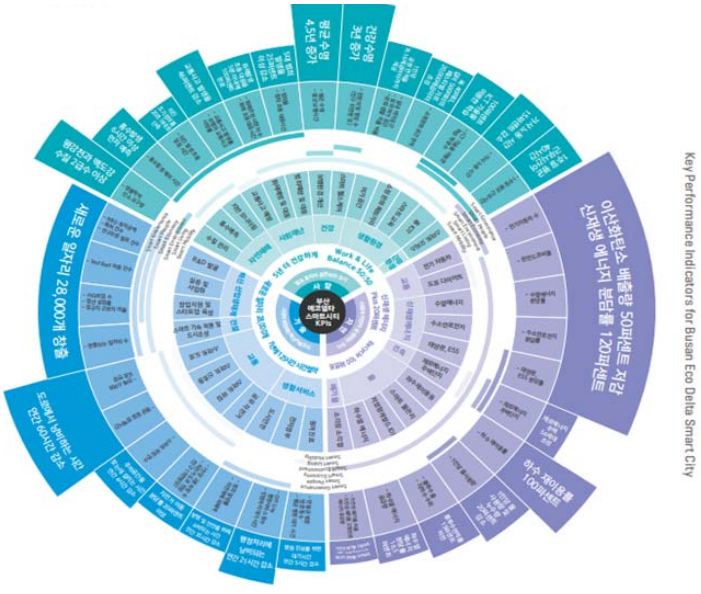
1) 파리협정은 기후변화 대응 정책의 장기적 비전 관점에서 각 당사국에게 장기 저탄소 발전전략(Long-term Low greenhouse gas Emission Development Strategy, LEDS)을 2020년까지 수립하도록 권고하였다. 이에 우리나라는 국제사회의 기후변화 노력에 동참하기 위해 LEDS를 수립하기로 결정하였다.(환경부, 2020)

다. 부산 에코 델타 시티의 KPI 구성안

부산 에코델타시티는 수변공간이 만든 천혜의 자연에 4차 산업혁명의 패러다임을 담은 도시를 목표로 부산 광역시 강서구 일대 11.8km² (약 360만평)에 76,000명(3만 세대)를 대상으로 2012년부터 2023년까지 주거·상업·R&D·물류의 기능을 갖춘 도시로 개발하였다. 부산 에코델타시티 중 국가시범도시로 지정된 스마트시티는 2.8km² (84만평), 8,500명(3,380세대) 대상 주거·상업·R&D·업무·문화·레저·헬스케어 등 주요 도시 기능이 집약되어 다양한 첨단 스마트 기술을 적용한 도시이다. 부산 에코델타 스마트시티는 사람, 자연, 기술이 만나 미래의 생활을 앞당기는 '글로벌 혁신 성장 도시'를 비전으로 '4차 산업혁명 기술 육성과 삶의 질 향상'을 핵심가치로 제시하였다.

특히 부산 에코델타 스마트시티는 도시를 성공적으로 조성하고 지속가능성을 확보하기 위해 적정목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 성과관리지표(Key Performance Indicators, KPIs)를 마련하였다. 특히 제시한 비전에 제시된 '사람', '자연', '기술'과 관련된 도시의 컨셉 목표를 설정하여 지속적으로 관리하는 것을 목표로 하였다.

〈그림 2-9〉 KPIs(Key Performance Indicators) 구성(안)



자료 : 한국수자원공사(2019)

부산 에코델타시티의 KPIs의 핵심지표 및 성과관리 지표는 아래와 같다. 6가지 핵심지표 별 목표를 중심으로 총 28개 세부지표를 제시하였다.

〈표 2-8〉 KPIs(Key Performance Indicators) 핵심지표 및 성과관리 지표

핵심지표		목표	세부지표
1	5년 더 건강하게	스마트한 건강관리와 자연재난의 예방 및 빠른 대응 8개 성과관리지표 설정	01. 평강천과 맥도강 수질 2급수 이상
			02. 홍수발생 6시간 이상 먼저 예측
			03. 지진 조기경보를 20초 이내로 단축
			04. 교통사고 발생을 46퍼센트 감소
			05. 화재발생 초동 대응을 5분 이내에 100퍼센트 완료
			06. 5대 범죄 발생을 25퍼센트 이상 감소
			07. 평균 수명 4.5년 증가
			08. 건강 수명 3년 증가
2	Work & Life Balance 50:50	가사와 업무의 스마트한 시간관리를 통한 삶의 질 향상 5개의 성과관리지표 설정	09. 1인당 공원 면적을 76.16제곱미터까지 제공
			10. 폭 40미터, 길이 500미터의 페스티벌 가로 20,000제곱미터 조성
			11. 100퍼센트 ICT 기술을 이용한 학습
			12. 가사 노동 시간 15퍼센트 감소
			13. 1주일 평균 근무시간이 40시간
3	신재생 에너지 Plus 20퍼센트	교통, 건축분야 에너지 소비를 줄이고 신재생에너지 생산 3개의 성과관리지표 설정	14. 이산화탄소 배출량 50퍼센트 저감
			15. 신재생에너지 분담률 120퍼센트
			16. 제로에너지 주택 56세대 조성
4	Recycle 100 퍼센트	물 100퍼센트 재활용, 폐기물 활용한 생활 에너지공급, 자원을 재활용 5개의 성과관리지표 설정	17. 하수 재이용률 100퍼센트
			18. 1인당 물 사용량 및 누수량 20퍼센트 감소
			19. 불투수면적률 15퍼센트 미만
			20. 하수열 에너지 분담률 16.5퍼센트
			21. 가연성 폐기물 고형연료(SRF : Solid Refuse Fuel) 에너지 분담률 35퍼센트
5	1년에 125시간 시간절약	기존 도시에서 낭비되는 시간을 시민에게 환원 6개의 성과관리지표 설정	22. 병원 진료를 위한 대기시간 연간 5시간 감소
			23. 행정처리에 낭비되는 연간 21시간 감소
			24. 방범 및 안전을 위해 소비되는 시간 연간 35시간 감소
			25. 자전거 이동 분담률 20퍼센트 이상
			26. 주차공간을 찾는데 걸리는 시간 연간 4시간 감소
			27. 도로에서 낭비되는 시간 연간 60시간 감소
6	새로운 일자리 28,000개	미래 직업에 대응하고 경제적 지속가능성을 확보 1개의 성과관리지표 설정	28. 새로운 일자리 28,000개 창출

자료 : 한국수자원공사(2019)

라. 스마트 제로에너지 도시

스마트 제로에너지 도시는 양방향 에너지·정보·통신 네트워크와 융합된 균형 잡힌 에너지 시스템이 구축되어 사람에게 안전하고, 편리하고, 쾌적감을 제공하는 신산업 창출 지능형 도시로 정의하였다.(이명주, 2017) 이는 도시 내 연간 소비하는 최종에너지 양과 생산하는 에너지 양이 균형을 이루는 도시를 목표로 한다.(국토연구원, 2016)

스마트 제로에너지 도시는 3가지 내용으로 구성한다. 우선 스마트 에너지 소비 부문에는 패시브설계 요소기술 및 효율설비(액티브) 기술을 적용한 에너지 절약 건축물을 구축하고, 신재생 에너지·미활용 에너지를 활용하고 에너지 저장시스템(전기저장, 열저장) 등 다양한 에너지원을 활용한 스마트 에너지를 생산한다. 또한 에너지 관리시스템(EMS)을 구축하고 에너지 계측 및 데이터 수집·가공을 지원하는 에너지 플랫폼을 마련하여 스마트 에너지 관리 기술로 이뤄진다.

〈그림 2-10〉 스마트 제로에너지 도시 개념도



자료 : 이명주(2020)

에너지 계획 프로세스 중 건축 부문에서는 경제성을 고려한 적정한 패시브 및 액티브 기술 적용수준을 결정하여 에너지 생산량 극대화를 위한 건축 부문 디자인 계획 검토를 통해 경제적 타당성 확보 및 민간 유도를 위한 지침을 검토해야 한다. 도시 부문에서는 도시단위의 분산형 전원 적정 규모 및 적용방안을 검토하고, 실시간 에너지 패턴분석 및 에너지 거래 플랫폼에 기반한 지속가능한 비즈니스 모델을 도출하여야 한다.

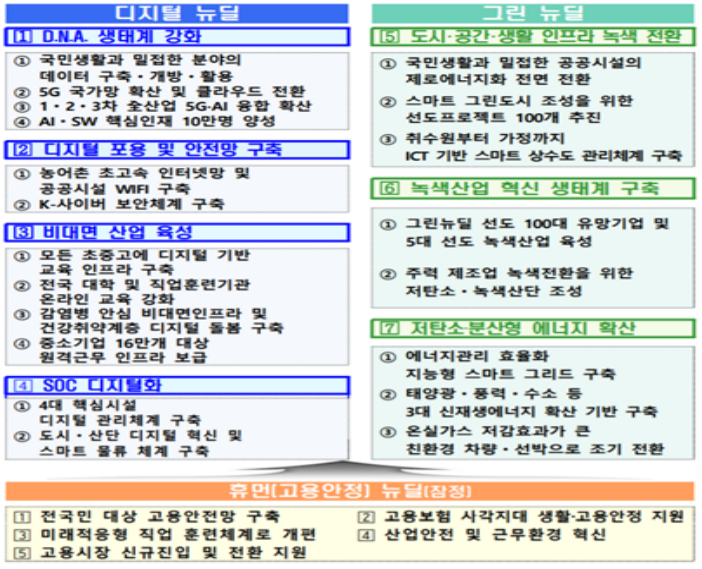
4. 한국형 뉴딜사업

정부는 코로나19대응을 위해 2020년 하반기 경제정책방향으로 '한국형 뉴딜사업' 발표하였다. 구체적으로는 적극적 거시정책 기조를 유지하면서 자영업자, 소상공인 등 경제위기의 타격을 받는 집단을 위한 보호 강화를 목표로 하여 빠른 경제회복을 위해 소비진작, 관광회복, 투자활성화, 수출력 보강, 지역경제 활력제고 등의 조기 시행한다.

한국판 뉴딜'을 디지털 뉴딜과 그린 뉴딜, 휴먼(고용안정)'뉴딜(잠정)의 '2+1개 축'으로 추진, 총 76조원 수준 투자하는 것을 주요 목표로 한다. 방역 및 바이오 등 BIG3(바이오, 시스템반도체, 미래차) 미래동력화, 유턴, 첨단산업 유치 등 GVC 허브화, 전국민 고용안전망 구축 등 사회안전망 확충하여, 공공시설(공공주택·학교)과 생활SOC를 연계한 복합화 사업 확산, 노후 인프라 시설 개선, 공공 청 관사 복합개발 사업을 신속 추진하고 국가균형발전 프로젝트(총 23개, 25.4조원)를 가속화 하기 위해 기본계획 수립, 실시 설계 등 관련 절차 조속 추진한다. 더불어 국유재산 토지개발 사업 및 인프라 투자 등 활성화하여 국유재산 토지개발사업 사업지 5곳 이상을 추가 선정, 공공기관 주도의 도시재생 혁신지구, 총괄사업관리자사업 등을 통해 주거 상업 산업기능이 융 복합된 거점사업 등 100곳 이상 선정하였다.

또한 해외인프라 수주 지원 강화를 위해 G2G 협력 및 공공기관의 컨소시엄 참여를 활성화하고, 신남방 신북방중동 등 지역별 프로젝트 발굴 기획 입찰 등 체계적 수주 지원을 포함하였다.

〈그림 2-11〉 한국형 뉴딜 추진방향



자료 : 관계부처 합동(2020)

5. 해외진출 사례

한국토지주택공사는 스마트시티 및 산업단지 건설에 국제 경쟁력을 보유하여 2020년 현재 스마트시티 13개 국가 사업 진행 중에 있다.

〈표 2-9〉 한국토지주택공사 스마트시티 사업 현황

No	국가	사업	추진단계
1	쿠웨이트	쿠웨이트 압둘라 스마트시티(SSAC)[2]	MP/설계용역 수행 마무리, 투자사업 검토 및 사업조건 협의 중
2	파라과이	파라과이 바냐도수르	MP용역 수립 후 본격사업 수행을 위한 MOU체결
3	볼리비아	볼리비아 주요도시 MP 수립 산타크루즈 신도시	MP용역 수립중 산타크루즈 신도시 자문사업 재개
4	코스타리카	산호세 역세권	중남미지역 진출을 위한 산호세 역세권 MP용역 수행중
5	페루	쿠스코 공항부지 스마트시티	쿠스코 공항부지 스마트시티 MP수립 예정
6	미얀마	경협산단KMIC 미얀마 달라신도시	단지조성공사 관리 및 토지공급 국토부/KDI 타당성 조사용역 제안 검토
7	인도	인도 BKC 재개발사업[3]	EDCF 사업지원을 위한 MP용역 수행 중
8	말레이시아	말레이시아 코타키나발루 스마트시티	토지기본조사 및 MP용역 수행중
		페낭 페라이 스마트시티	사업 참여 및 사업화 추진
9	인도네시아	인도네시아 산업단지 (브까시 산업도시)	브까시 산업도시 Ⅰ F/S 시행, 투자자 모집 및 사업 구조화 브까시 산업도시 Ⅱ M/P, F/S, 투자자 모집 및 금융 구조화
10	파키스탄	파키스탄 시범사업 (UN해비타트 지원 500만호 주택사업)	탄소배출권 연계 CDM 사업 해외진출기반 마련 -F/S 시행 예정
11	호주	오란파크	공항이전부지 스마트시티 개발사업 참여 검토
12	베트남	하노이 사회주택 흥엔성 경협산단	JVA체결 등 개발사업 본격화 클린산단 합작법인JVA 설립
13	러시아	연해주 산업단지 KICP	현지법인 설립 등 사업 본격화 추진

자료: 조영태(2020)

2) LH와 PAHW(쿠 주거복지청) 간 압둘라신도시 개발사업에 관한 예비약정서 체결 ('19.1) 후, 공동투자사업 추진을 전제로 MP 및 실시설계 중 (1,950만평, 사업비 약 23.6조원)

3) 한국 EDCF를 활용하여 뭄바이 BKC 지역에 공무원 관사 및 고등법원을 신축·재개발하고, 잔여부지는 민간투자 유치로 업무·상업·주거시설 복합 개발 (11만평, EDCF : 약 7,375억원, 주거JV : 7,348억원

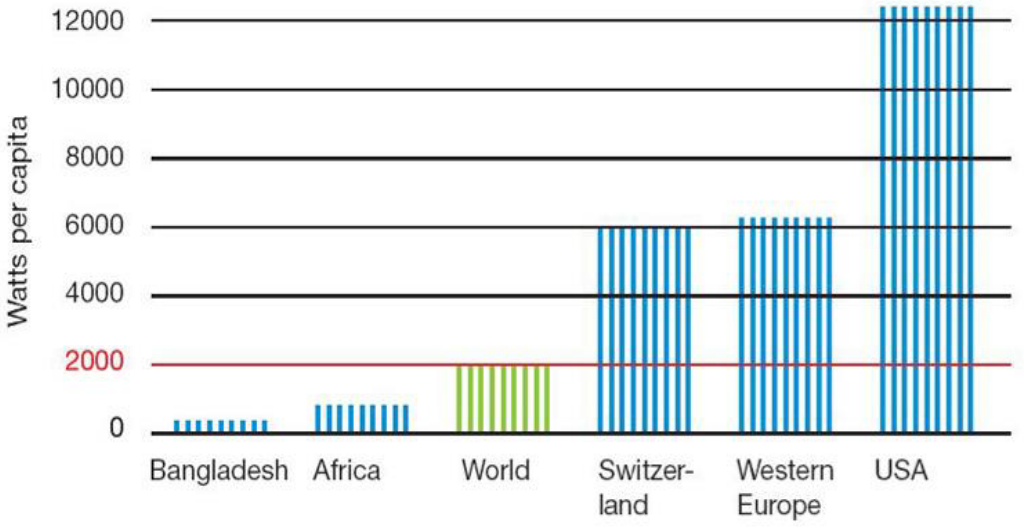
가. 해외 에코스마트시티 관련 사업 추진사례

본 연구에서는 2000년대 초반부터 활발하게 기후위기에 대응해 온 유럽의 선진도시들 중에서 스위스의 쥐리히의 '2000-Watt Soceity' 사례를 중심으로 벤치마킹을 하고자 한다. 2008년에 시행된 시민75% 찬성투표로 진행되기 시작한 이 프로젝트는 당시 일인당 6000와트에 달하는 에너지 소비패턴을 2050년까지 3분의 1로 줄이자는 것이다. 즉, 세계 평균수준인 2000 와트를 달성하여 일인당 연간 온실가스 배출량을 1톤 수준으로 유지한다면, 파리 기후협약에서 거론되고 있는 지구온도상승을 2도 이하로 줄일 수 있다는데서 착안한 프로젝트이다.

참고로 본 연구에서 우리나라의 일인당 에너지 사용패턴을 추정해 본 결과 8000 와트수준으로 미국에 비해서는 낮지만 대부분의 유럽국가들에 비해서는 예상했듯이 높은 수준이다.

쥐리히는 이 목표를 달성하기 위해 소비, 정주환경, 건물, 에너지 공급, 모빌리티 등의 5개의 전략부문을 대상으로 자원 친화적 생산과 소비를 추구하고 효율적 도시개발과 고품격 정주공간을 추구하며 친환경 건물신축과 리모델링, 재생에너지 사용증대 및 폐기물재활용, 그리고 교통으로 인한 부담경감 등을 위한 다양한 정책을 시행하였다. 이를 위해 Novatlantis Platform 을 중심으로 도시내 에너지 소비와 온실가스 방출을 다각도로 측정 모니터링하고 7단계 도시건축 에너지 개선 프로그램을 추진하였으며 에너지 관리에 대한 무료 컨설팅과 인센티브 정책을 시행하였다.

〈그림 2-12〉 일인당 에너지 사용패턴 비교



자료 : Stadt Zurich, Roadmap 200-watt Society, 2016

실제로 이러한 정책을 통해 2014에 분석한 추진성과를 보면 일인단 800와트의 에너지 사용패턴을 절감하였고 탄소배출량도 1.5톤을 감소시켰으며 재생에너지 비율도 11%에서 19%로 상승시켰다. 대도시도 아닌 스위스의 작은 도시가 이만큼 탄소를 줄인다 해서 지구 온난화를 궁극적으로 막을 수는 없겠지만 대부분의 서유럽 도시들이 이러한 탄소절감 이니셔티브에 적극 동참하여 글로벌 Role Model이 되려하고 있고 이를 통해 막대한 에너지 구입자금이 해외로 유출되는 것을 막고 이를 지역발전에 투자하겠다는 취지이다. 이러한 움직임은 과거로 회귀하자는 것이 아니라 현재의 녹색, 스마트 기술로 에너지 효율성을 높이고 상시 모니터링 체제를 갖추어 나가자는 것이며 시민들의 자발적인 참여와 문화적 발상전환을 도모하여 탄소중립도시를 지향하고자 하는 것이다.

〈그림 2-13〉 취리히의 7단계 빌딩 그린리모델링 프로그램

	Seven milestones	Enhanced specifications
1.	New buildings comply with the Minergie-ECO standard.	New buildings comply with the Minergie-P-ECO standard.
2.	The renovation of existing buildings complies with the Minergie modernisation standard.	Minergie new buildings standard.
3.	New buildings and renovations meet the additional Minergie requirements regarding lighting; the most efficient electrical devices are purchased.	The renovation of existing buildings complies with the Minergie new buildings standard or Minergie-P.
4.	At least 40 percent of the heating requirements of new buildings are covered by renewable sources.	100 percent of the heating requirements of new buildings are covered by renewable sources.
5.	The construction materials selected are ecologically friendly and pose no health risks. The indoor air quality is well clear of the limits or reference values.	Grey energy is also optimised.
6.	Ecological sustainability is a decisive criterion in architectural competitions.	Arrangements for energy-efficient and environmentally friendly mobility are also made.
7.	Management of buildings is continually optimised; energy is purchased according to ecological criteria.	

자료 : Stadt Zurich, Roadmap 200-watt Society, 2016

〈그림 2-14〉 취리히의 5개 부문별 2050 로드맵(상), 빌딩 부문별 로드맵(하)



Fig. 8: Direction of impact buildings with ongoing, planned and further measures

자료 : Stadt Zurich, Roadmap 200-watt Society, 2016

제3절 기존 사업과의 차별성

본 연구에서 제시하는 에코스마트시티는 다음과 같은 7가지 측면을 통합적으로 구현하고자 한다는 점에서 기존에 추진해 오던 관련사업들과 차별성을 가진다. 이는 목표체계의 위계성, 포용적 서비스 제공, 도시구조개편사업, 친환경 모빌리티 패러다임전화, 에너지 자립도시 추구, 전과정 시민거버넌스 형서, KPI 모니터링 체계 구축 등이다.

1. 목표 체계의 위계성

에코스마트시티 사업의 지상목표는 ' 탄소중립과 건강백세 도시의 구축'이다. 기존의 스마트시티가 각 서비스영역별로 매우 다양한 목표를 평면적으로 추구하지만 이들 목표들간의 위계나 우선순위가 불분명하였다. 그러나 이 사업은 모든 사업의 최종 목표가 온실가스 절감에 맞추어져 있고 시민이 불행을 느끼지 않고 행복을 추구하며 건강하게 백세까지 살 수 있는 도시를 추구하기 위한 사업들로 구성되어 있다. 이러한 목표를 설정한 것은 현대도시의 자연환경과 정주환경의 지속가능성을 가늠할 수 있는 지고의 가치이기 때문이다. 이 두 개의 핵심 KPI는 각각의 세부 요소 KPI에 의해 목표달성여부를 점검받게 된다.

2. 포용적 서비스 제공

기존의 스마트시티 사업이 주로 디지털 인식 능력이 있는 일반시민을 대상으로 주요 서비스가 제공되었다면 에코스마트시티는 디지털 취약계층인 사회적 약자를 위한 특별한 서비스를 우선적으로 제공하고자 한다. 이는 유비쿼터스 적 기술을 활용하여 보이지 않는 센서와 IoT 기술 등을 활용하여 취약계층도 일반시민 못지 않게 도시생활을 즐기고 활동해 나갈 수 있도록 하는데 초점이 맞추어져 서비스의 혜택이 골고루 나누어지고 소외되는 계층이 없도록 한다.

3. 친환경적 도시구조 개편사업

기존의 스마트시티 사업이 주로 도시 정보센터 구축에 의한 소프트웨어 중심사업이었다면 에코스마트시티는 이를 포함하고 탄소중립을 달성하기 위한 도시기본구조 즉, 건축물의 친환경화, 인프라의 친환경화 그리고 리모델링을 포함하는 하드웨어 구축사업도 함께 추진한다. 이는 도시건물에서 배출되는 온실가스가 가장 큰 규모를 차지하고 있기 때문이다. 다시말해, 궁극적으로 도시하부구조의 근원적인 친환경 체질개선이 전제되지 않고서는 탄소중립이라는 목표달성은 요원하기 때문에 본 사업은 하드웨어 개선사업도 포함한다.

4. 친환경 모빌리티 패러다임 전환

기존 스마트시티에서의 모빌리티 핵심사업은 그동안 추진해 오던 지능형교통시스템의 연장으로서 혼잡 및 사고 감소에 초점이 맞춰져 왔다. 에코스마트시티에서의 모빌리티는 친환경성에 방점을 둔다. 즉, 친환경 교통에너지의 사용, 친환경 교통수단의 활성화, 친환경적 교통운영체계의 확립등에 초점이 맞추어져 있으며 이를 모니터링하고 점검할 수 있는 데이터 수집체계도 갖추어져야 한다. 특히 최근 각광받고 있는 자율주행차, 드론택배, 공유차, Personal 모빌리티 등과 같은 혁신적인 기술이 갖는 친환경성에 대해 강조하고 이를 효율적으로 정착시킬 수 있는 서비스와 기술개발에 주안점을 둔다.

5. Net- Zero 도시 건설추구

기존의 스마트시티가 스마트 그리드, 미터링 등을 통한 에너지 효율성 추구와 절감효과 증대에 초점이 맞추어 져 있었다면, 에코스마트시티는 이보다 진일보하여 에너지 자립도시와 Net-Zero를 추구하는 것을 목표로 삼는다. 다시말해, 소극적인 측면에서 에너지 절약을 위한 각종 기술개발은 물론, 보다 적극적인 측면에서 에너지 자립도시를 지향하여, 신재생에너지의 활용을 극대화하고 폐기물등을 이용한 재활용에너지의 사용을 확대해 최종적으로 에너지 자급자족을 달성하는 것이 궁극적인 목표이다.

6. 전과정 시민참여 거버넌스 형성

기존의 스마트시티 사업이 중앙정부가 제시하는 사업 틀에 맞춘 나머지 선정 지자체별 획일적인 사업이 추진됨에 따라 지역의 특성을 살리고 지역 주민 및 기업의 의견을 충분히 반영하는 데 한계가 있고, 중앙, 지방정부, 민간기업, 시민 등 추진주체 간 명확하고 효율적인 역할분담 확립에 미흡하였다. 따라서 지역의 특성을 살려 지역주도형으로 추진하되 중앙, 지방, 민간, 시민 등의 역할분담 체계가 필요하다. 에코스마트시티는 'Smart City by Smart Citizen'이라는 표제하에 시민들이 사업기획에서부터 개발 그리고 모니터링 평가에 이르기 까지 블록체인이나 리빙랩과 같은 형태로 의사결정, 의견개진, 직접 사전체험, 모의실험참여 등의 형태로 사업의 주체로서 자리매김하게 된다. 이를 위한 공공부문과 민간부문간의 거버넌스 형성을 위한 노력이 사업의 핵심영역으로 자리잡게 된다.

7. KPI 모니터링 체계

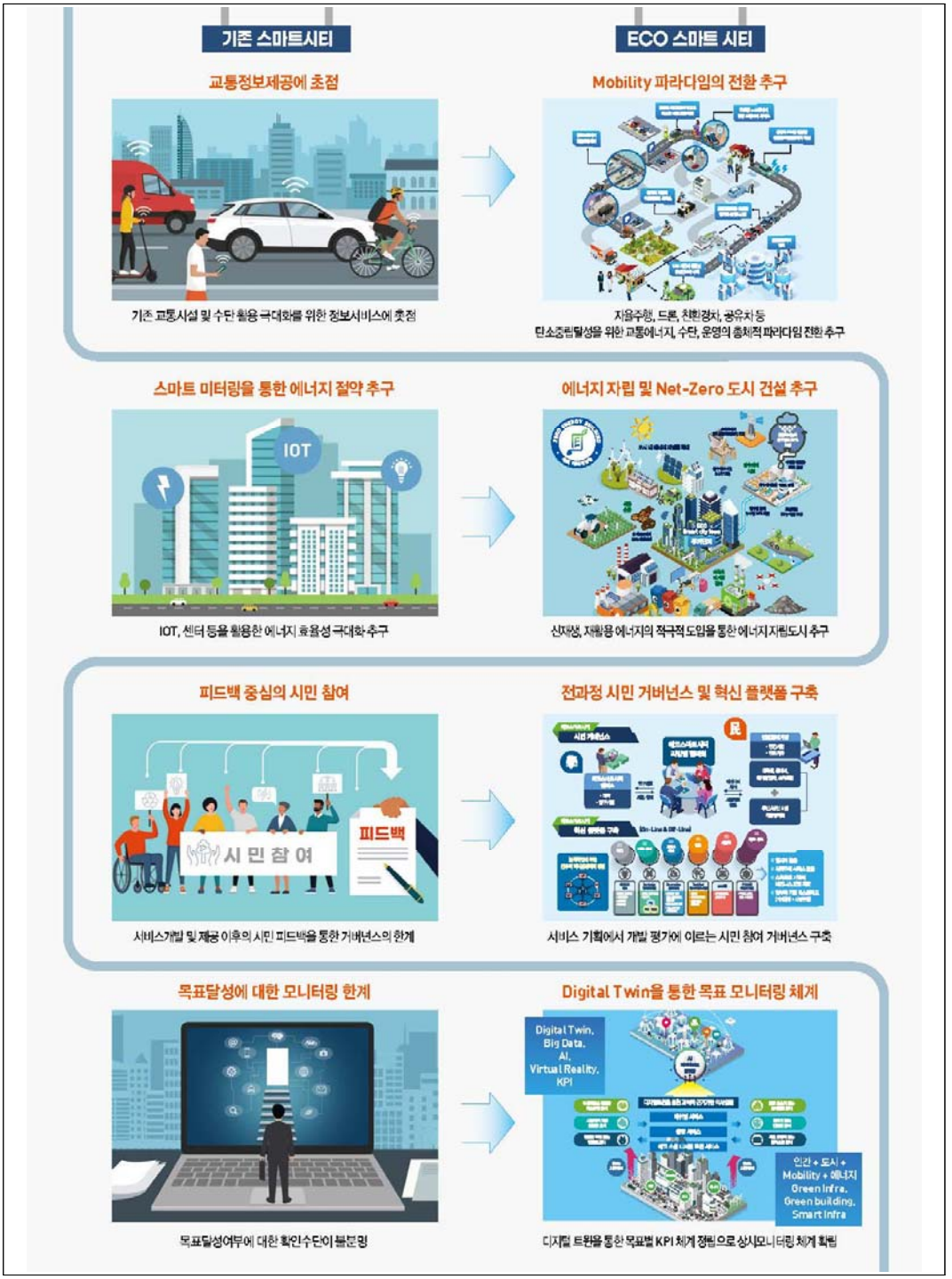
기존의 스마트시티 사업은 사업의 효과를 측정하는데 한계가 있었다. 지자체별로 특성화되지 못한 평가지표로 발생하는 자료 수집에 어려움이 있으며, 정량화 되지 못한 모호한 평가지표로 인해 통계자료 수집이 부재 또는 한계 존재한다. 특히 세분화된 통계가 수집되고 있지 않거나 최신 통계 또한 과거치에 기반하는 등 근거자료 수집에 난항이 있으며, 평가요소에 알맞은 지표를 개발하되, ICT를 활용해 실시간으로 모니터링 가능한 체계 구축 필요하다. 이를 위해 디지털 트윈기술과 빅데이터 분석기술, AI 등을 활용한 핵심목표 및 세부 목표별 KPI 평가 체계를 확립하는 것이 이 사업의 가장 중요한 핵심영역이다.

〈그림 2-15〉 에코스마트시티 특징



자료: 연구진 작성

〈그림 2-16〉 에코스마트시티 특징



자료: 연구진 작성

03

에코스마트시티 모델 정립

제1절 에코스마트시티 비전 및 목표

1. 에코스마트시티 비전

에코스마트시티는 UN의 지속가능한 목표의 11번째 “포용적이고 안전하며 회복력있고 지속가능한 도시환경과 주거지 조성” 목표의 정합성에 맞춰 시민이 행복한 지속가능한 도시를 위한 조건으로 “From 6C, zero to 6S full.”을 비전으로 제시하였다. 이는 2단계 시민행복추구를 위한 비전으로 우선 시민이 행복해 지기 위해서는 6가지의 불행요소(6C)를 없애는 것이 급선무이다. 그리고 나서 6가지 행복요소(6S)를 충만시킨다면 궁극적으로 행복한 삶을 영위할 수 있게 될 것이다.

6C는 도시를 구성하는 불편하고 부정적인 요소들로 CO2(이산화탄소), 사고사상자, 전염병, 혼잡, 범죄, 불평하는 것들을 없애거나 줄이는 것을 목표로 한다. 6S는 도시를 구성하는 행복 여건 요소들로 지속가능, 견고성, 건강, 스마트, 안전, 만족으로 구성되어 있다. 6C의 요소들이 줄어들고 6S의 요소들이 늘어나는 에코스마트시티는 첨단 ICT 및 그린기술을 활용하여 포용적이고 안전하며 회복력 있는 지속가능한 도시를 구현하기 위함이다.

〈그림 3-1〉 에코스마트시티 비전



자료: 연구진 작성

2. 에코스마트시티의 목표

에코스마트시티는 시민이 행복한 지속가능한 도시 “From 6C, zero to 6S full.”를 위하여 6가지의 목표와 목표 가치를 설정하였다.

첫째, 이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능한 도시를 목표로 한다.

둘째, 재해·사고 사상자가 적은 튼튼하고 견고한 도시를 목표로 한다.

셋째, 전염병 걱정없는 건강하고 위생적인 도시를 목표로 한다.

넷째, 교통·행정 등 시민의 삶에 혼잡하고 복잡한 요소가 없는 스마트한 도시를 목표로 한다.

다섯째, 범죄가 없는 안전한 도시를 목표로 한다.

여섯째, 시민불평이 없는 만족스런 도시를 목적으로 한다.

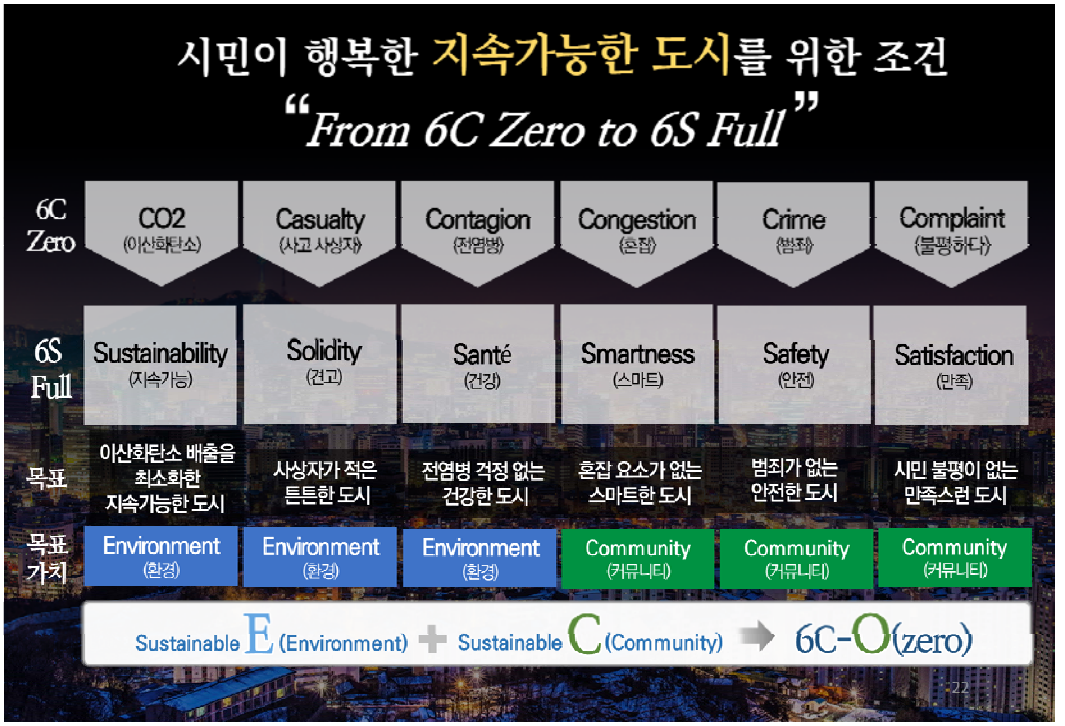
이러한 6가지 목표는 궁극적으로 ‘지속가능한 환경과 지속가능한 커뮤니티의 구축‘라는 두 가지 최종목표를 구현하여 시민이 행복한 지속가능한 도시를 건설하는 목적을 달성하게 된다.

〈그림 3-2〉 에코스마트시티 6대 목표



자료: 연구진 작성

〈그림 3-3〉 에코스마트시티 'From 6C Zero To 6S Full' 세부 목표 체계



자료: 연구진 작성

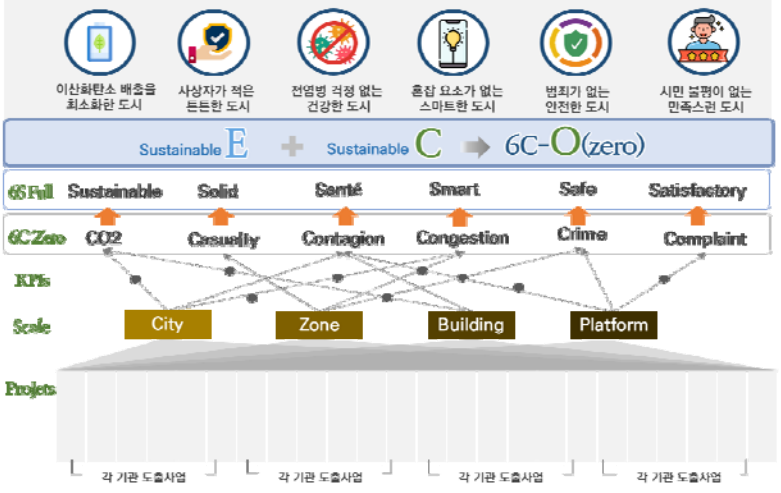
제2절 에코스마트시티 추진 모델

1. 에코스마트시티 목표달성을 위한 사업 구상

에코스마트시티는 시민이 행복한 지속가능한 도시 “From 6C, zero to 6S”를 목표로 6개의 사업목표를 제시하였다. 이는 지속가능한 에코스마트 도시를 위하여 어떠한 분야에서 어떻게 사업이 적용될 수 있는지 세부사업을 도출하는 방향을 제시한다.

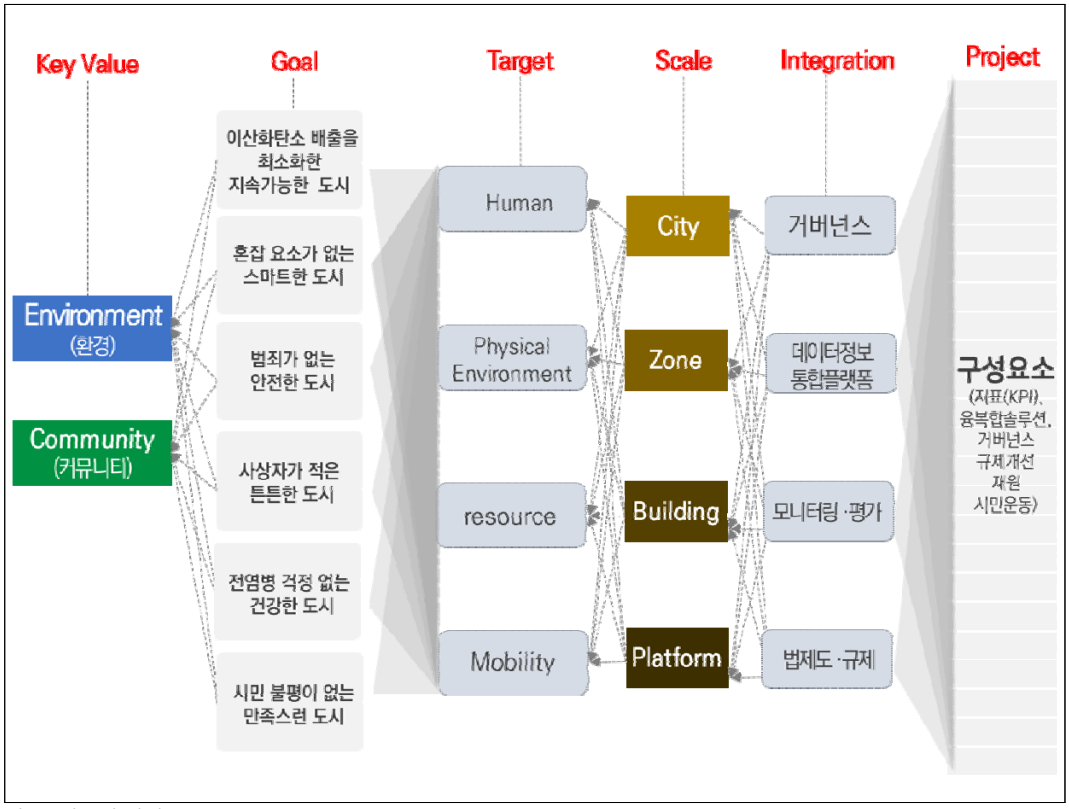
6개 에코스마트시티 세부 프로젝트는 적용되는 도시, 구역, 빌딩, 플랫폼 등 스케일별로 적용이 가능하다. 각 프로젝트가 추구하는 목표와 사업의 스케일에 따라 다양한 사업을 제안하였다. 또한 각 단위 사업들은 각각의 KPIs들을 제시하여 세부목표들과 어떻게 연관되어 있으며 목표 달성여부를 어떻게 평가받을 것인가에 대해 구체적으로 제시한다. 즉, 각각의 단위 사업들은 거버넌스, 데이터정보 통합플랫폼을 통해 KPI 를 수집·측정하게 되고 이를 통해 모니터링 평가 되며 이를 위한 법제도·규제개선사항을 도출 할 수 있다.

〈그림 3-4〉 에코스마트시티 추진 체계



자료: 연구진 작성

〈그림 3-5〉 에코스마트시티 추진 과정



자료: 연구진 작성

2. 에코스마트시티의 사업 추진 모델

본 연구에서는 앞에서 제시한 핵심목표와 세부목표를 달성하기 위해서 인간, 도시, 자원, 모빌리티의 크게 4개 부문별 사업들을 도출하고 이를 통합하기 위한 정보플랫폼, 거버넌스 등 2개 부문의 통합 사업들을 제시한다. 이러한 6개영역의 사업들은 궁극적으로 탄소중립과 건강백세도시 구축이라는 최종 목표를 지향하며 궁극적으로는 각 분야의 영역이 서로 상생하며 연계되는 아래 그림과 같은 형태로 에코스마트시티를 형성하게 된다.

〈그림 3-6〉 에코스마트시티 사업추진 구상도



자료: 연구진 작성

가. 에코스마트시티 부문별 사업 분야(Sectoral Project)

1) 사람 부문

이 부문에 대한 에코스마트시티 사업은 무엇보다도 건강백세의 지상목표를 달성하기 위한 사업들과 포용적 서비스 제공을 위한 취약계층 돌봄 서비스 제공사업들이 주를 이룬다. 즉, 시민들의 라이프사이클 전체에 걸친 건강생태계 조성을 위하여 우선 통합관리 및 운영서비스 모델을 제시하고 이를 토대로 질병 예방단계에서부터 진단, 치료, 사후 관리 등에 이르는 전방위적 건강관리 서비스 모델이 제시된다. 사회적 약자인 노인, 어린이, 여성, 장애인 등이 포함되는 취약계층의 경우 안전하게 이동할 수 있는 구역을 설정하여 유도하고, 이동편의성을 제고하는 수단과 정보를 제공하며 수요반응형 교통서비스 등도 함께 제공한다. 이들이 주로 사용하는 공공시설의 접근성제고를 위한 서비스도 함께 제공하는 사업들이 복합적으로 제시된다.

2) 도시 부문

도시 부문의 경우 앞절에서 언급하였듯이 도시하부구조의 친환경성을 확보하기 위한 사업이 주를 이루며 제로에너지 건물신축사업에서부터 그린리모델링, 에너지 그리드 및 그린인프라 확대사업을 통해 점진적으로 에코스마트 타운을 조성해 나가고 이를 도시 전체로 확산하는 구도를 제시한다. 여기에는 신재생에너지 생산인프라와 공원, 바람길, 옥상정원과 같은 그린인프라, 그리고 다양한 친환경에너지 충전시설에 이르는 도시 친환경 구조전반을 제시하고 있다.

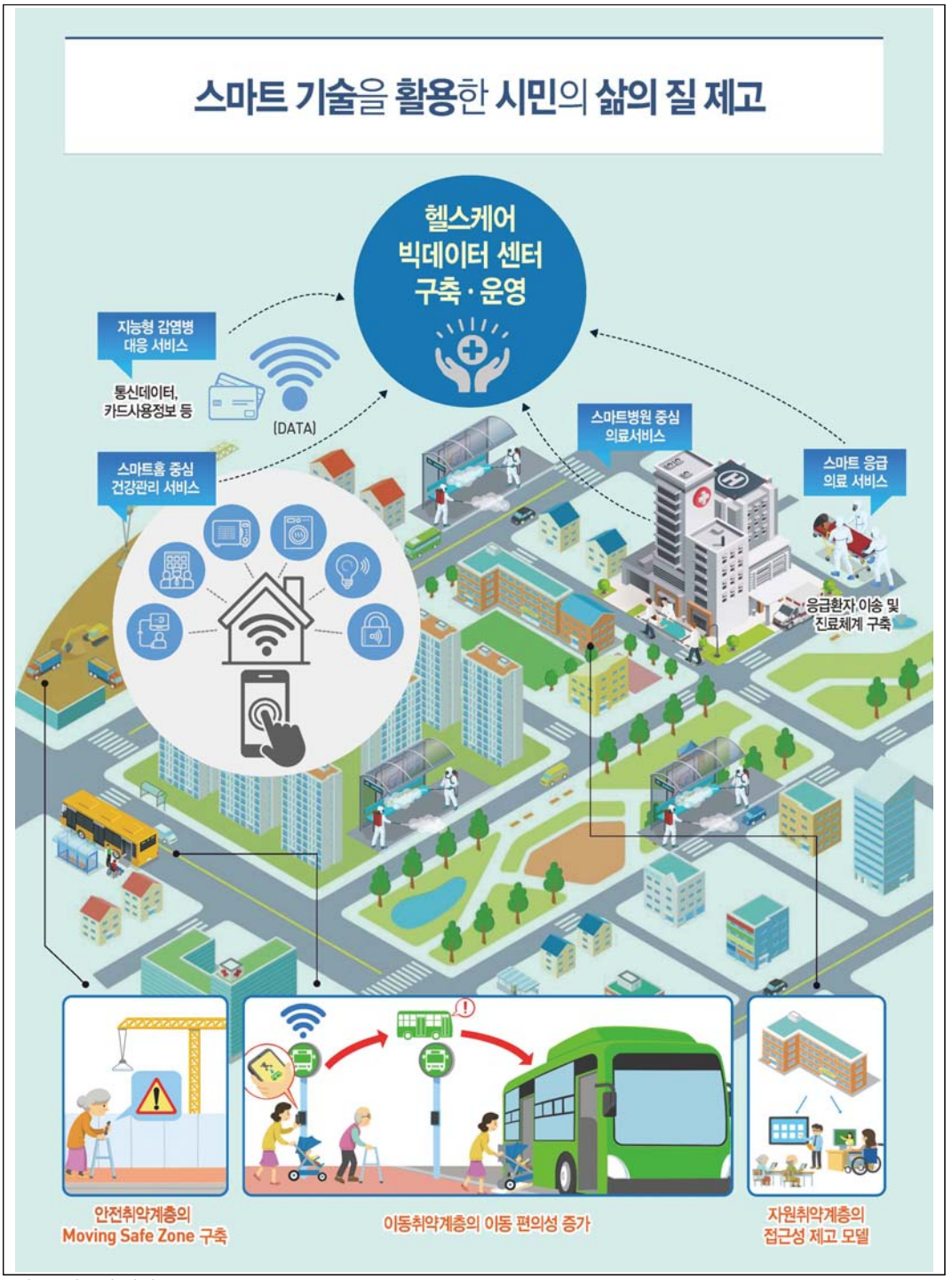
3) 자원 부문

자원부문은 크게 에너지부문과 수자원부문 그리고 폐기물과 식품에 이르기 까지 도시민의 생활을 영위시켜 주는 에너지의 순환적 도시 메타볼리즘을 구현하기 위한 제반 사업들이 제시되었다. 특히, 분산형 전력망 구축, 물자원 순환특화 사업, 지역난방 효율화 사업등이 대표적이다.

4) 모빌리티 부문

모빌리티 부문은 궁극적으로 친환경성을 지향하는 교통수단에서부터 친환경 에너지, 충전시설, 그리고 친환경 운영시스템에 이르기 까지 도시 모빌리티의 패러다임을 전환하기 위한 각종 사업들이 구체적으로 제시된다. 특히 저탄소가 아닌 무탄소 교통수단의 도입, V2G 개념의 모빌리티-에너지 연계기반사업, 탄소중립을 위한 교통운영방안 등이 소개된다.

〈그림 3-7〉 에코스마트시티 사람 부문



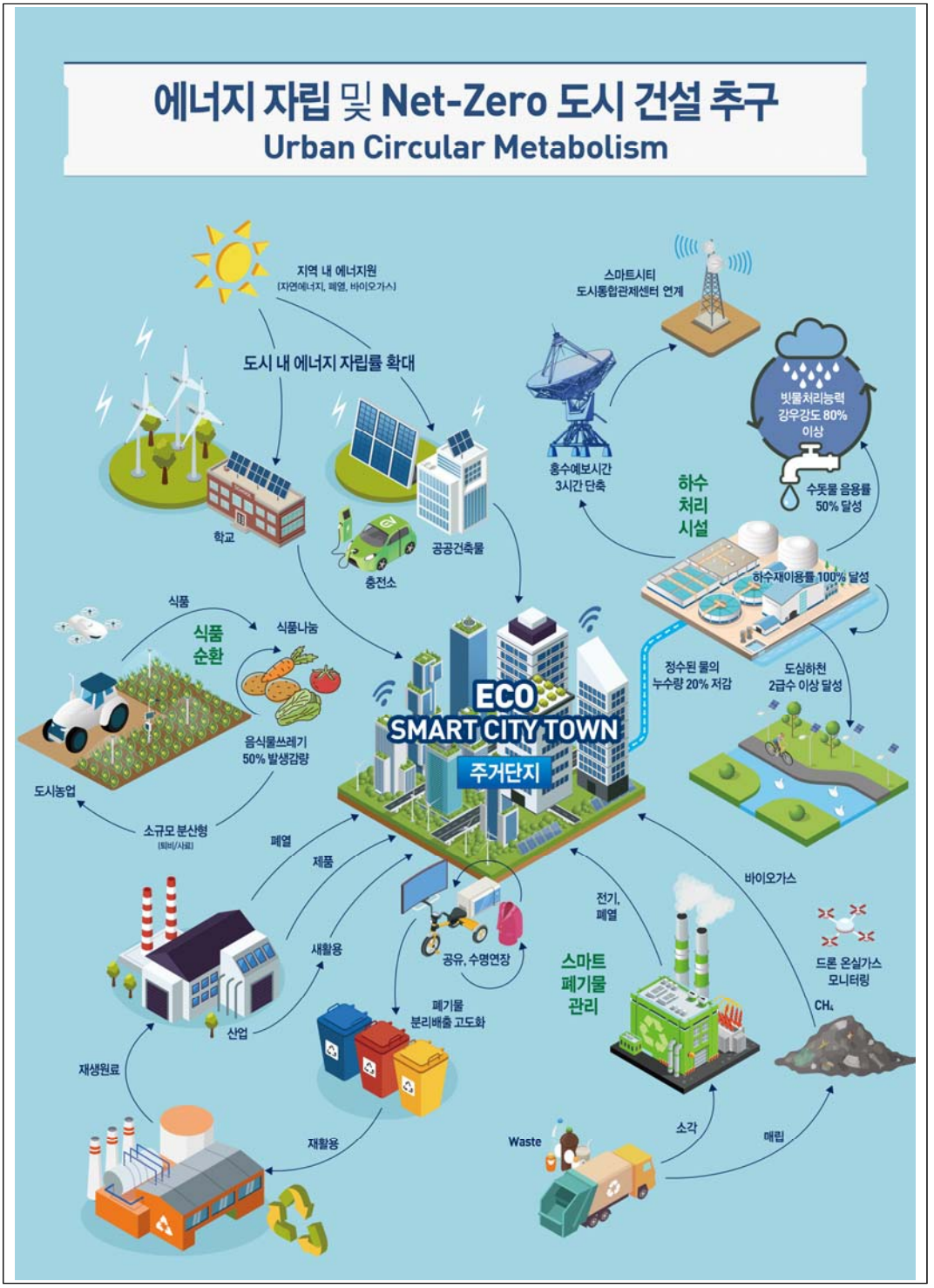
자료: 연구진 작성

〈그림 3-8〉 에코스마트시티 도시 부문



자료: 연구진 작성

〈그림 3-9〉 에코스마트시티 자원 부문



자료: 연구진 작성

〈그림 3-10〉 에코스마트시티 교통 부문



자료: 연구진 작성

나. 에코스마트시티 통합적 접근(Cross-cutting approach)

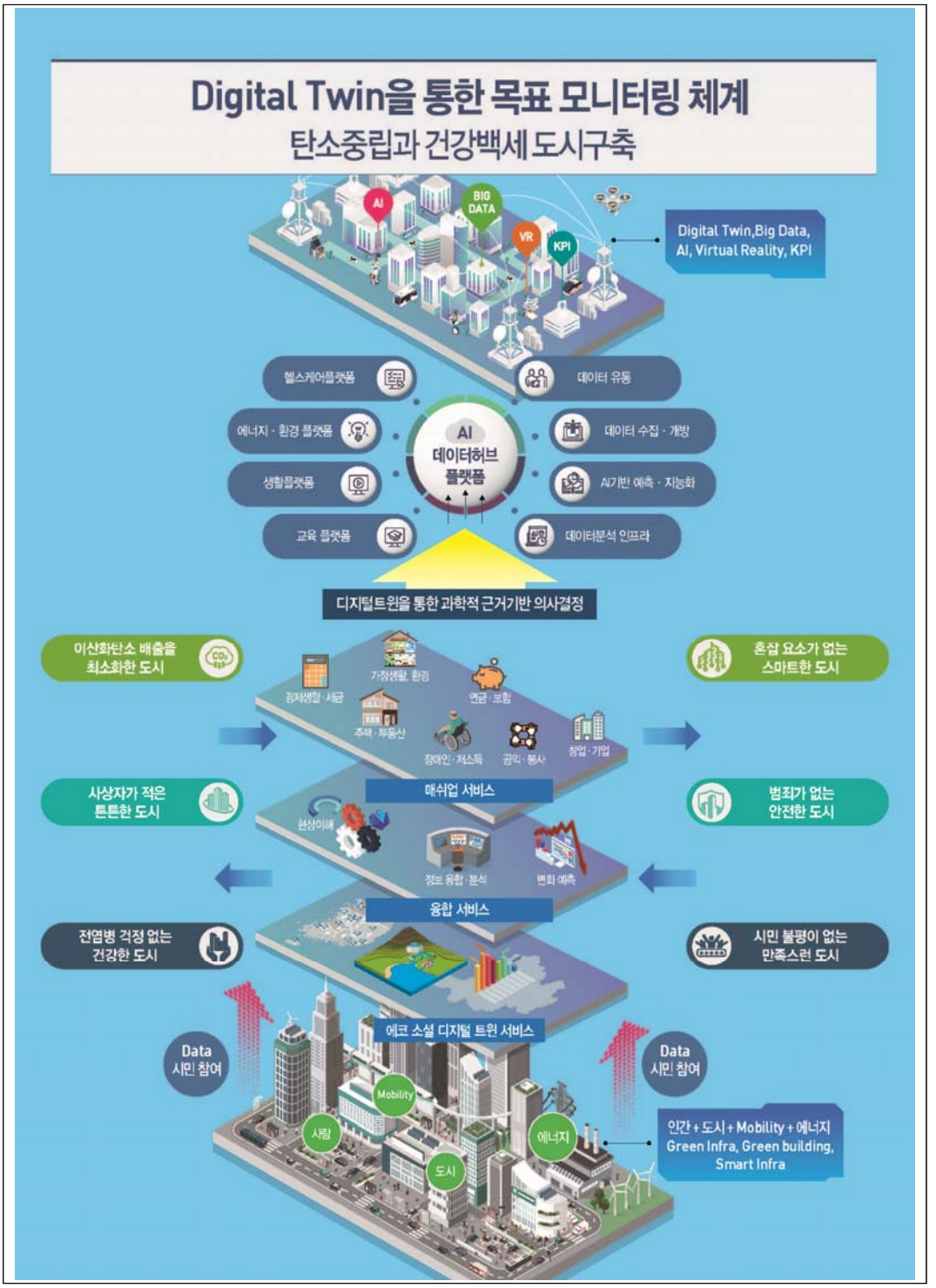
1) 데이터 정보 통합플랫폼 솔루션 / 모니터링 및 평가 부문

본 연구에서 제시하는 에코스마트시티 사업의 가장 중요한 특징은 구체적인 사업목표달성의 수단을 KPI 시스템을 통해 제시한다는 것이다. 이를 위해서는 무엇보다도 목표달성 여부를 정확히 가늠할 수 있는 KPI를 개발 설정하고 이를 효과적으로 측정할 수 있는 센서와 IoT 그리고 정보교환 및 통신 시스템을 구축하며, 빅데이터와 AI등을 이용하여 이를 분석하고 모니터링하며 평가까지 상시 실시간으로 할 수 있는 데이터 및 정보 통합플랫폼을 구축하는 것이다. 이를 다른 말로 디지털 트윈 구축 사업이라 하고 이를 위한 세부 사업내용이 소개되며 본 연구에서 제시되는 모든 사업들은 설정된 목표달성 여부를 점검할 수 있는 KPI 를 제시하도록 하여 이 통합 플랫폼에서 종합적으로 이루어지도록 하였다.

2) 거버넌스 부문

에코스마트시티는 궁극적으로 시민의 행복을 추구하기에 그동안 공공부문 주도의 사업들과는 차별화하기 위해 시민 거버넌스의 형성을 핵심적으로 추구한다. 이를 위한 디지털 민주주의 플랫폼, 민간주도 리빙랩 활성화, 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축 등의 사업이 제시되었으며 이를 구현하기 위한 블록체인, 디지털 트윈등의 기술이 소개되고 에코스마트시티 센터와 협의체 등의 법 제도적인 장치도 함께 제시된다.

〈그림 3-11〉 에코스마트시티 모니터링 및 평가 부문



자료: 연구진 작성

〈그림 3-12〉 에코스마트시티 거버넌스 부문



자료: 연구진 작성

3. 에코스마트시티의 사업 도출

본 연구에서는 11개의 협동연구기관들이 7차에 걸친 총회와 4차에 걸친 포럼 그리고 개별 기관과 주관기관간의 협의 등을 통해 아래 표와 같이 총 25개의 에코스마트시티 사업을 우선 1단계로 제시한다. 이를 앞절에서 제시한 4개의 개별부문과 2개의 통합부문으로 구분하여 나타낸 것이 아래 표와 같다. 한편, 이들 사업별로 제시한 세부목표별로 해당 KPI 들을 정리하여 나타낸 것이 부록 1 과 같다.

〈그림 3-13〉 에코스마트시티 부문별 사업명·코드명·기관명

인간	❶	안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축	HU-01-KIC	육아정책연구소
	❷	이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델	HU-02-KIC	
	❸	자원취약계층의 접근성 제고 모델	HU-03-KIC	
	❹	질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델	HU-04-KHI	KHIDI 한국보건산업진흥원
	❺	질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델	HU-05-KHI	
	❻	건강생태계 조성을 위한 통합관리 및 운영 서비스모델	HU-06-KHI	
도시	❼	에코스마트타운 조성	CI-01-LHI	LH 토지주택연구원
	❽	스마트 기술기반 그린인프라 확대 방향 제시	CI-02-KRI	
	❾	공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드	CI-03-LHI	
	❿	노후건축물 그린리모델링 사업(주거분야)	CI-04-KRI	KRIHS 국토연구원
	⓫	제로에너지건물 확산사업(신축)	CI-05-KRI	
	⓬	에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병)	CI-06-LHI	육아정책연구소
교통	⓭	친환경-무탄소 E-교통수단 도입 및 기술개발	MO-01-KOT	한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE
	⓮	모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발	MO-02-KOT	
	⓯	e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발	MO-03-KOT	
자원	⓰	스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산	RE-01-KWA	K water
	⓱	분산형 전력망 구축을 통한 에너지 자족도시 조성	RE-02-KEI	KEI 한국환경정책·평가연구원 Korea Environment Institute
	⓲	지능형 전력망 구축을 통한 스마트 도시 구현	RE-03-KEI	
	⓳	지역난방의 확대를 통한 도시 에너지 공급의 효율화	RE-04-KEI	
	㉕	건물 부문 신재생에너지 보급 확대 및 다양화	RE-05-KEE	
거버넌스	㉑	민간주도 에코스마트시티 리빙랩 플랫폼 구축	GO-01-SU	SRI 수원시정연구원 SUWON RESEARCH INSTITUTE
	㉒	블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발	GO-02-SU	
	㉓	에코스마트시티 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축	GO-03-KEI	KEI
모니터링	㉔	에코스마트시티 소셜 디지털트윈 연구	MN-01-VAI	VAIV
	㉕	AI 데이터 운영 효율화	MN-01-NIA	NIA 한국지능정보사회진흥원

자료: 연구진 작성

04

에코스마트시티 사업 구상

제1절 에코스마트시티 분야별 사업 구상

1. 에코스마트시티 사업 구상 방향

에코스마트시티 사업은 그동안 각기 진행되어 온 온실가스 감축 및 친환경 도시 구축사업과 정보통신기술을 활용한 도시기반 서비스 제공 사업을 결합하여 시너지 효과를 기대한다. 에코도시와 스마트도시를 결합한 에코스마트(eco-smart)도시는 에너지 효율을 극대화시키고 이를 정보통신기술을 활용한 효율화를 통해, 탄소배출 감소 및 시민의 삶을 보다 편리하게 할 수 있다. 이는 2015년 UN에서 결의한 지속가능발전목표(SDGs:Sustainable Development Goals) 11번 목표에 부합하는 '포용적이고, 안전하며, 회복력 있고 지속가능한 도시환경과 주거지 조성'과 맞다아 있다.

에코스마트시티 사업은 크게 4개의 사업 부문과 2개의 관리 부문으로 구축되어 있다. 사업 부문은 '사람(Human)', '도시(City)', '교통(Mobility)', '자원(Resource)'으로 구성되어 있으며, 2개의 관리 부문은 '거버넌스(Governance)', '모니터링 및 평가(Monitoring & Evaluation)' 부문으로 구성된다. 6가지의 분야는 각 분야에서 유기적으로 작동하며, 6가지의 저해 요소가 없고 6가지의 긍정 요소가 충만한 'From 6 C-Free City to 6 S-Full City' 비전 달성을 위해 노력한다.

2. 에코스마트시티 사업 구상 종합

에코스마트시티 사업은 분야별로 총 25가지 사업을 제시하였다. 협동연구를 진행하는 각 기관은 목표를 달성하기 위한 분야별 사업을 제시하였으며, 이를 모니터링 관리하기 위한 KPIs도 함께 제시하였다.

〈표 4-1〉 에코스마트시티 기관별 사업 구상 종합

	기관명	사업코드	분야	사업명	해당목표
1	한국보건산업진흥원(KHIDI)	HU-04-KHI	시민의 삶의 질(사람)	질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델(질병 예방 및 건강관리 서비스모델 개발)	전염병 걱정 없는 건강한 도시
2		HU-05-KHI		질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델(진단 및 치료 분야)	
3		HU-06-KHI		건강생태계 조성을 위한 통합관리 및 운영 서비스모델(빅테이터센터 운영 및 개발)	
4	육아정책연구소(KICCE)	HU-01-KIC		안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축	시민 불평이 없는 족스런 도시
5		HU-02-KIC		이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델	
6		HU-03-KIC		자원취약계층의 접근성 제고 모델	
7	한국토지주택연구원(LHI)	CI-01-LHI	도시	에코스마트타운 조성	이산화탄소 배출을 최소화한 도시
8		CI-02-KRI		스마트 기술기반 그린인프라 확대 방향 제시	
9		CI-03-LHI		공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드	
10	국토연구원(KRIHS)	CI-04-KRI		노후건축물 그린리모델링 사업(주거분야)	
11		CI-05-KRI		제로에너지건물 확산사업(신축)	
12	한국토지주택연구원(LHI)	CI-06-LHI	도시	에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병)	범죄가 없는 안전한 도시
13	한국교통연구원(KOTI)	MO-01-KOT	교통	친환경-무탄소 E-교통수단 도입 및 기술개발	사상자가 적은 튼튼한 도시
14		MO-02-KOT		모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발	
15		MO-03-KOT		e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발	
16	한국수자원공사(K-water)	RE-01-KWA	자원	물자원 순환 특화 에코스마트시티 조성	이산화탄소 배출을 최소화한 도시
17	한국환경정책평가연구원(KEI)	RE-02-KEI		분산형 전력망 구축을 통한 에너지 자족도시 조성	
18		RE-03-KEI		지능형 전력망 구축을 통한 스마트 도시 구현	
19		RE-04-KEI		지역난방의 확대를 통한 도시 에너지 공급의 효율화	
20	에너지경제연구원(KEEI)	RE-05-KEE		건물 부문 신재생에너지 보급 확대 및 다양화	
21	수원시정연구원(SUWON)	GO-01-SU	거버넌스	민간주도 에코스마트시티 리빙랩 플랫폼 구축	시민 불평이 없는 만족스런 도시
22		GO-02-SU		블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발	
23	한국환경정책평가연구원(KEI)	GO-03-KEI		에코스마트시티 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축	혼잡요소가 없는 스마트한 도시
24	바이브컴퍼니(VAIV)	MN-01-VAI	모니터링	에코스마트시티 소셜 디지털트윈 연구	
25	한국지능정보사회진흥원(NIA)	MN-01-NIA		AI 데이터 운영 효율화	

자료 : 연구진 작성

제2절 사람 부문 : 포용적 시민의 삶

1. 휴먼헬스케어 및 취약계층을 위한 사업의 필요성

우리는 포용적인 시민의 삶을 결정하는 요인들은 다양한 요소들로 구성되어 있으나, 에코스마트시티의 시민의 삶 부문은 크게 두 가지 영역으로 구분하였다. 첫째 휴먼헬스케어와 둘째 취약계층을 위한 돌봄친화 부문이다. 휴먼헬스케어 부문은 전례에 없던 펜데믹 현상으로 일상 속에서 건강한 안전에 대한 관심이 증가하였고, 특히 노인 및 어린이 등 취약계층의 돌봄 문제와 연계된 사회문제로 확장되었다. 이 부문은 탄소 절감 및 에코 사업과 직결되는 사업은 아니지만, 안전한 시민의 삶과 보편적인 시민의 포용적 측면에서 중요한 관점이기에 포용적 시민의 삶의 영역에 포함하였다.

포용적 시민의 삶 부문에 해당되는 사업은 총 6개 사업으로, 안전·이동·자원 취약계층을 위한 접근성 및 편의성 증가 모델을 제시하고, 질병의 예방 및 진단 치료를 위한 서비스모델을 제시하였다.

〈표 4-2〉 에코스마트시티 기관별 사업구상 종합

	기관명	사업코드	분야	사업명	해당목표
1	한국보건산업진흥원 (KHIDI)	HU-04-KHI	시민의 삶의 질 (사람)	질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델	전염병 걱정 없는 건강한 도시
2		HU-05-KHI		질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델	
3		HU-06-KHI		건강생태계 조성을 위한 통합관리 및 운영 서비스모델	
4	육아정책연구소 (KICCE)	HU-01-KIC		안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축	시민 불평이 없는 만족스런 도시
5		HU-02-KIC		이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델	
6		HU-03-KIC		자원취약계층의 접근성 제고 모델	

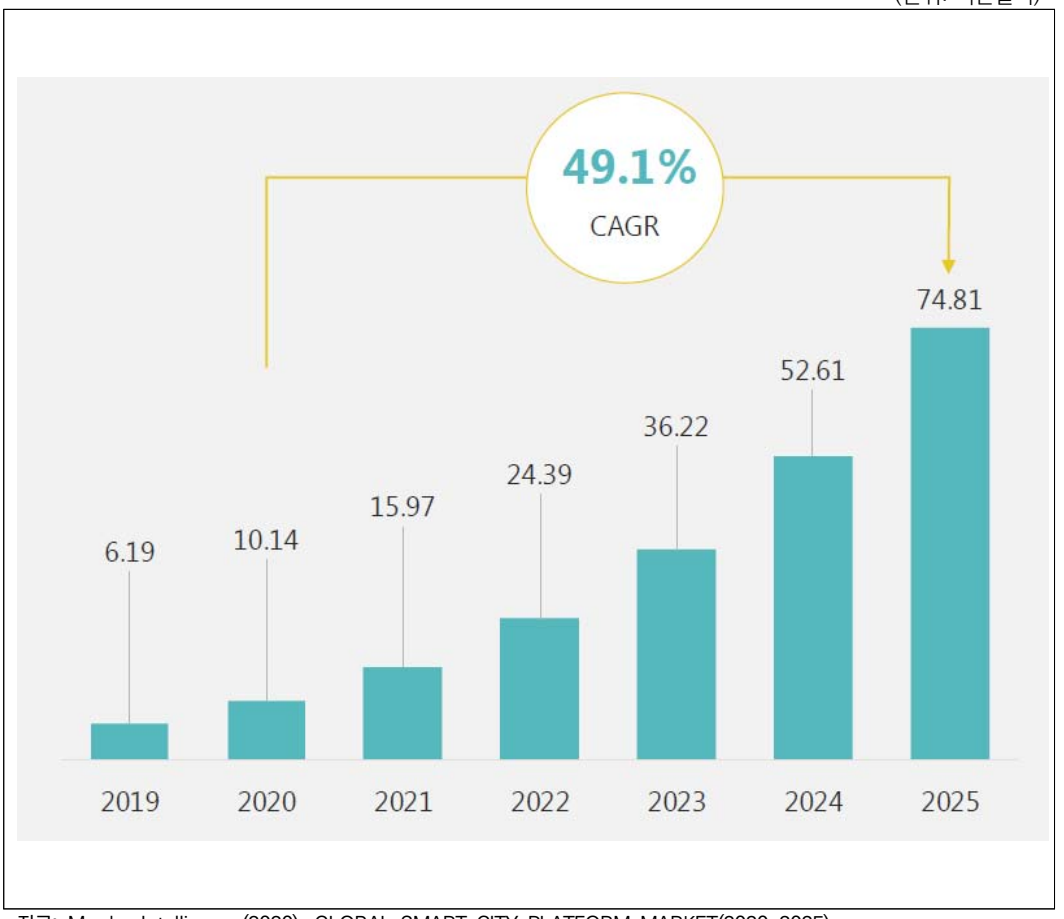
자료 : 연구진 작성

가. 휴먼헬스케어 계획의 방향

세계 각국은 증가하는 도시문제를 해결하고, 도시생활의 질을 향상시키고자 정보통신기술(ICT technology)과 에코기술(Eco technology)을 활용한 스마트시티 조성에 노력하고 있다. 글로벌시장조사업체인 Mordor Intelligence에 따르면, 스마트시티 플랫폼 시장의 경우 2019년 619억 달러에서 연평균 49.1%로 성장하여 2025년에는 7,481억 달러의 가치를 가질 것으로 전망[4]하고 있을 만큼, 스마트시티는 교통·에너지·환경 등의 분야에 파급효과가 큰 미래 신성장동력인 동시에 향후 10년간 가장 빠른 성장이 예상되는 산업으로 주목받고 있다.

〈그림 4-1〉 스마트시티 플랫폼 시장 전망

(단위: 백만달러)

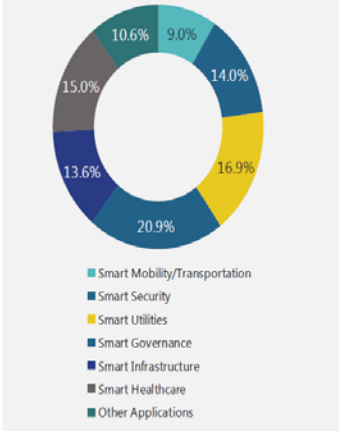


자료: Mordor Intelligence(2020), GLOBAL SMART CITY PLATFORM MARKET(2020-2025)

4) Mordor Intelligence(2020), GLOBAL SMART CITY PLATFORM MARKET(2020-2025)

특히, 스마트시티 내 주요 플랫폼 중 “스마트헬스케어”가 차지하는 시장 비중은 15%로 비교적 높은 비중을 차지하고 있으며, 대다수 스마트시티 프로젝트에서도 데이터를 중심으로 하는 스마트헬스케어 서비스를 주요 사업으로 추진하고 있다. 이러한 스마트헬스케어 플랫폼은 원격환자 모니터링 서비스나 의료기관에서의 환자 관리와 같은 다양한 의료서비스 제공을 위하여 개발·활용되며, 통신 및 데이터 연계 인프라 기반 조성을 통해 공공의료 중심의 도시계획을 추진하는데 활용되고 있다. 스마트헬스케어 플랫폼에는 eHealth 및 mHealth 시스템, 지능형(인공지능, AI) 및 연계형(사물인터넷, IOT) 의료기기 등이 포함되며, 최신 디지털 및 모바일 기술을 계속적으로 적용하여 더 큰 규모의 보건의료 분야의 데이터를 수집할 수 있는 도구를 제공함과 동시에 스마트헬스케어 시스템 및 관련 의료기기의 성장을 촉진하고 있다.

〈그림 4-2〉 스마트시티 주요 서비스별 시장 전망



SMART CITY PLATFORM MARKET

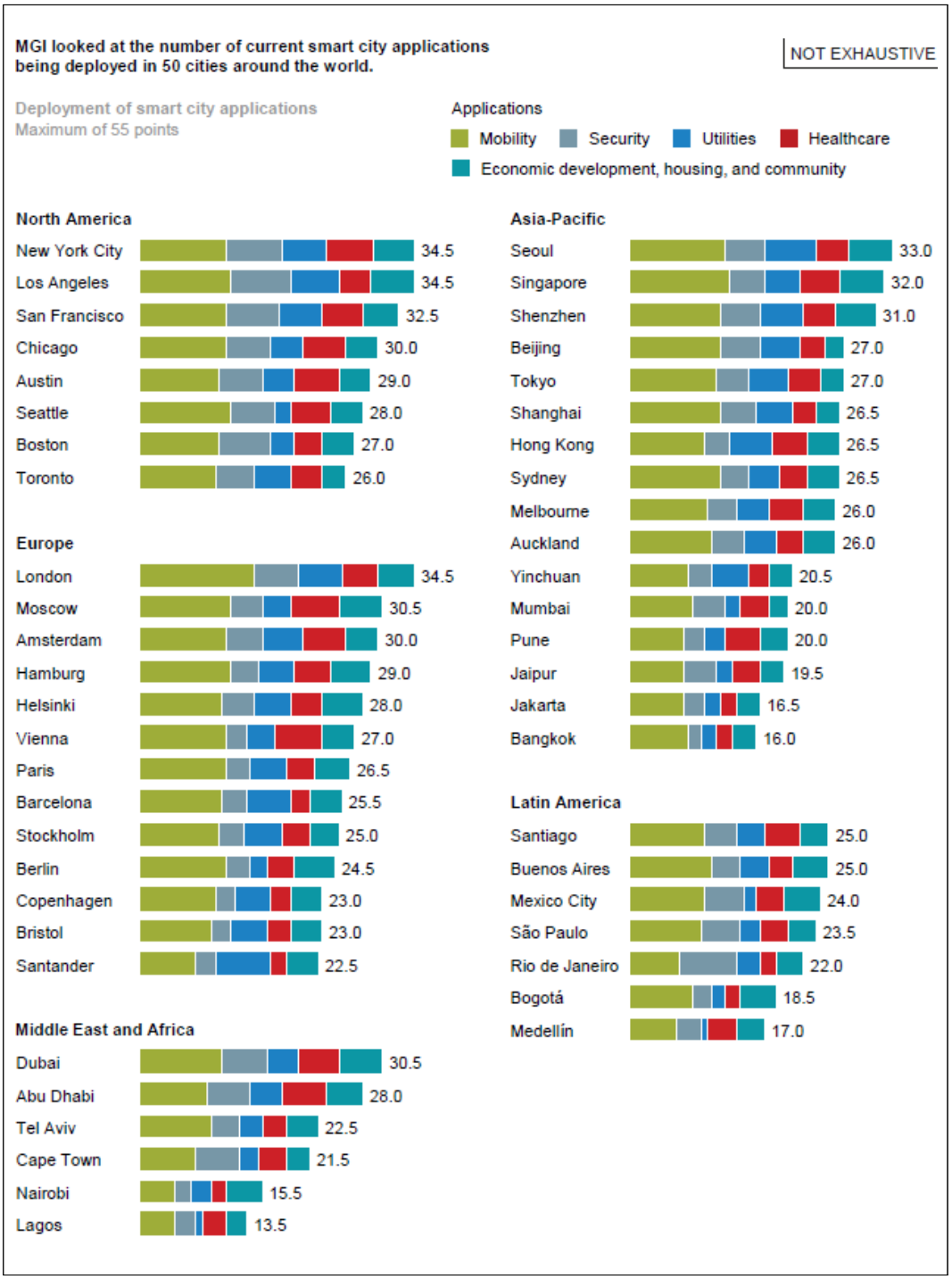
Revenue in USD billion, by Application, Global, 2019-2025

Application	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR
Smart Mobility/Transportation	0.56	0.93	1.49	2.31	3.48	5.15	7.44	**51.6%**
Smart Security	0.87	1.44	2.30	3.56	5.36	7.90	11.38	**51.2%**
Smart Utilities	1.05	1.76	2.86	4.49	6.85	10.23	14.95	**53.4%**
Smart Governance	1.29	2.11	3.31	5.05	7.48	10.83	15.37	**48.8%**
Smart Infrastructure	0.84	1.37	2.14	3.25	4.80	6.93	9.79	**48.2%**
Smart Healthcare	0.93	1.47	2.25	3.32	4.77	6.71	9.23	**44.3%**
Other Applications	0.66	1.05	1.62	2.41	3.47	4.86	6.65	**44.6%**

자료: Mordor Intelligence(2020), GLOBAL SMART CITY PLATFORM MARKET(2020-2025)

영국(런던), 오스트리아(비엔나), 캐나다(토론토), 미국(뉴욕, 로스앤젤리스, 샌프란시스코), 네덜란드(암스테르담), 스페인(마드리드, 바르셀로나), 호주(시드니, 멜버른), 싱가폴, 홍콩 등 스마트시티 프로젝트에서 주도권을 보이고 있는 여러 국가들은 공통적으로 광대역 모바일 네트워크 등 통신 인프라를 중점적으로 투자를 확대하고 있으며, 헬스케어를 포함한 다양한 서비스를 통해 도시문제를 해결하자고 노력하고 있다.

〈그림 4-3〉 주요국의 스마트시티 추진 현황



자료: McKinsey&Company(2018), Smart Cities: Digital Solutions for a more Livale Future

2017년 기준 스마트시트 프로젝트를 추진하는 상위 10개 국가 중 우리나라가 가장 빠른 통신 기술을 보유하고 있으며, 이를 바탕으로 향후 주요국 대비 스마트시티 프로젝트의 우위를 선점할 수 있는 역량을 충분히 확보하고 있는 것으로 판단된다.

〈표 4-3〉 스마트시티 프로젝트 추진 상위 10개국 대상, 광대역 네트워크 연결 평균 속도

(2017년 1분기 기준)

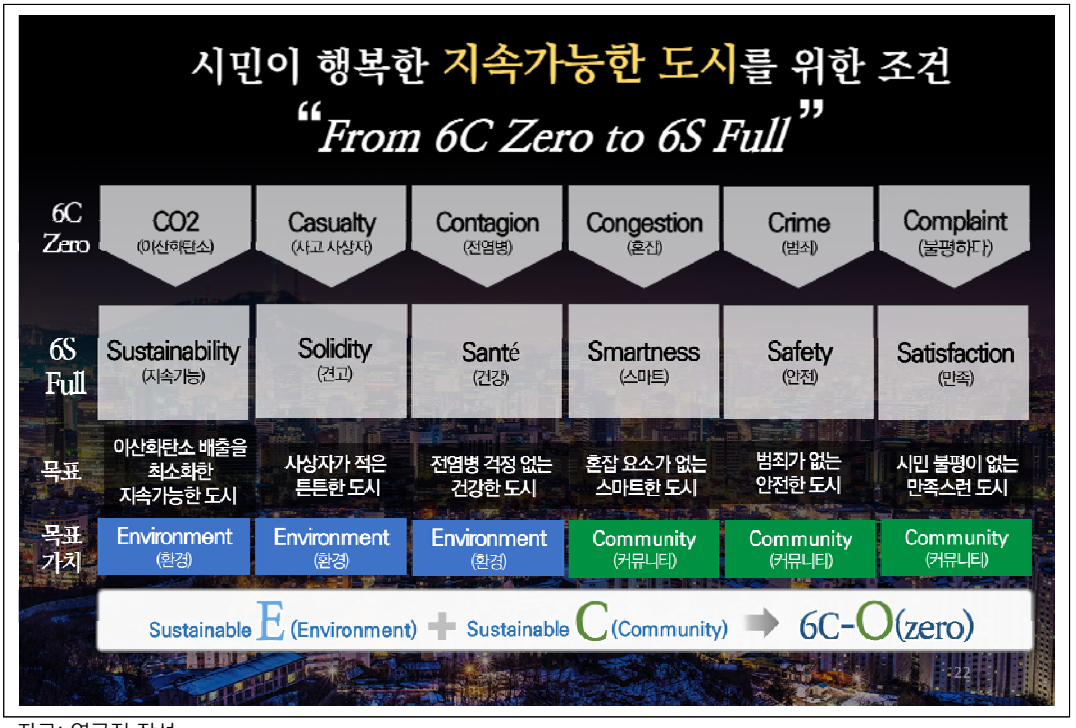
국가	평균 연결속도(mb/s)	전년대비 변화율(%)
대한민국	28.6	-1.7
노르웨이	23.5	10.0
스웨덴	22.5	9.2
홍콩	21.9	10.0
스위스	21.7	16.0
핀란드	20.5	15.0
싱가로프	20.3	23.0
일본	20.2	11.0
덴마크	20.1	17.0
미국	18.7	22.0

자료: BuddeComm(2018), Global Smart Cities Towards 2019 Analysis and Statistics

2019년 5월, 우리 정부는 바이오헬스분야에 대한 경쟁력 확보를 위하여 국가차원의 전략을 수립·추진 중에 있다. 특히 기술개발 혁신생태계 조성을 위하여 5대 빅데이터 플랫폼 구축(바이오 빅데이터, 데이터 중심병원, 신약 후보물질 빅데이터, 바이오특허 빅데이터, 국민건강 공공 빅데이터)을 추진[5]하는 등 데이터의 중요성을 인지하고, 데이터의 수집·연계를 통한 바이오헬스분야 성장에 노력을 기울이고 있다. 또한 2020년 하반기 경제정책방향을 통해, 향후 5년간 76조원을 투입하여 디지털뉴딜, 그린뉴딜, 휴먼(고용뉴딜)뉴딜을 추진할 예정[6]임을 밝혔다. 디지털 뉴딜을 통한 D.N.A(Data, Network, A.I) 생태계 강화, 디지털 포용 및 안전망 구축, 비대면 산업 육성, 사회간접자본(Social Overhead Capital, SOC) 디지털화와 더불어, 그린뉴딜을 통한 도시ㆍ공간ㆍ생활 인프라 녹색 전환, 녹색산업 혁신 생태계 구축, 저탄소·분산형 에너지 확산을 추진할 예정이며, 헬스케어 부문에서도 디지털뉴딜 사업의 일환으로 스마트병원 육성, 인공지능(AI)·사물인터넷(IoT) 등을 활용한 건강관리 시범사업 등을 추진하고 있다. 이러한 움직임들은 향후 에코스마트시티 사업추진에 긍정적인 영향을 미칠 것이라 판단된다.

5) 관계부처 합동(2019), 바이오헬스 산업 혁신전략
6) 관계부처 합동(2020), 2020년 하반기 경제정책방향

〈그림 4-4〉 에코스마트시티 개념도



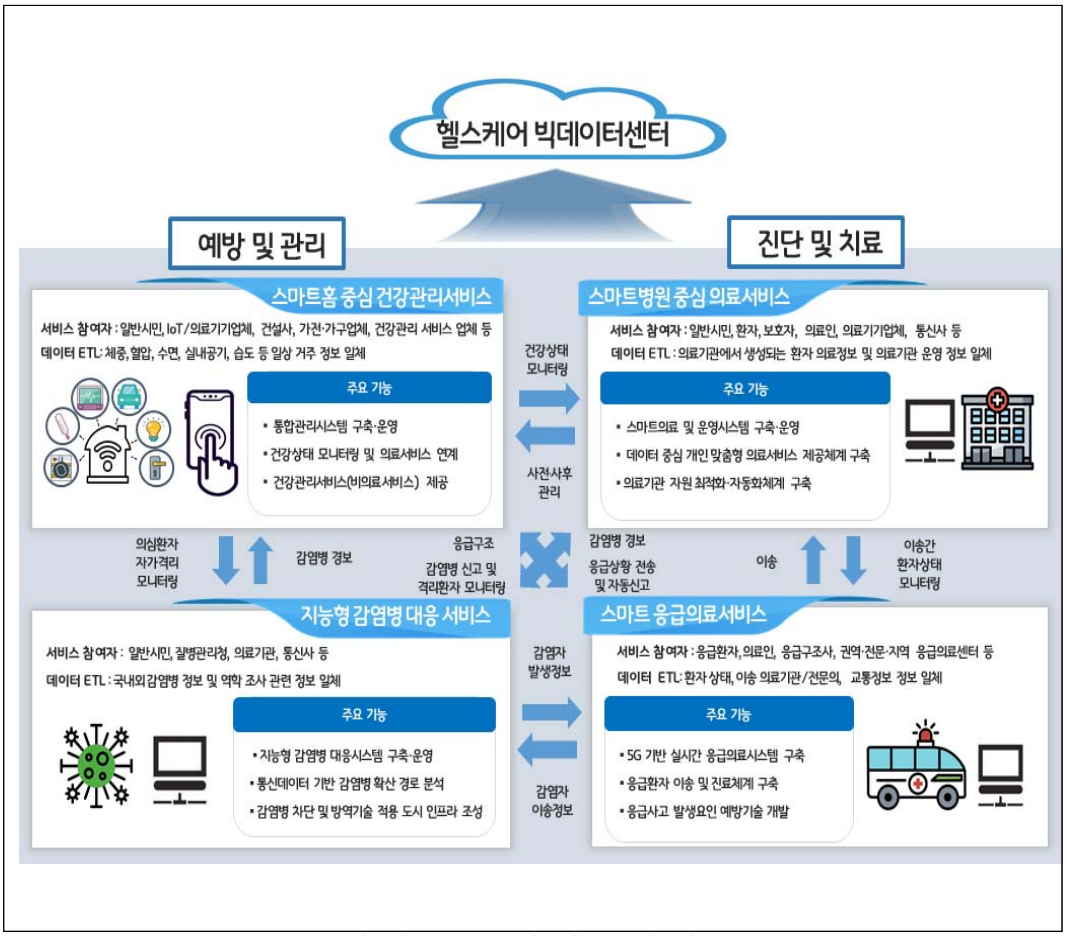
자료: 연구진 작성

이를 바탕으로 향후 글로벌 스마트시티 프로젝트의 경쟁력 확보와 급변하는 기후변화, 인구 고령화 등 도시·환경적 측면의 다양한 문제를 해결하고 지속 성장하는 도시로 발전하기 위하여, 도시 주체의 건강과 삶의 질을 향상시키는 에코스마트시티 인프라 및 서비스 모델을 준비해야 할 것이다.

이에, 에코스마트시티 협동연구의 전체 연구프레임에 따라 헬스케어 계획의 방향성을 설정하고, 에코스마트시티 내에 축적된 정보 및 인프라와 다양한 혁신기술을 융합하여 언제 어디서나 질병예방, 상태파악, 진단, 치료, 관리가 가능한 개인맞춤형 보건의료서비스를 제공하고, 복지, 안전 등의 복합 서비스가 가능한 생태계를 구축하고자 한다.

헬스케어 부문에서는 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 한다.

〈그림 4-5〉 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축



주: 데이터 ETL이란 데이터의 Extract(수집), Transform(변환), Load(저장)를 의미함
자료: 연구진 작성

에코스마트시티 헬스케어 부문은 특정 개인의 보건의료 등 건강정보 뿐만 아니라 에코스마트시티 내 일상·기상·재난·교통정보 등 다양한 환경 정보의 수집·저장·분석·활용을 통한 개인 맞춤형 전주기 건강관리 서비스를 제공하고자 한다. 이러한 개인 맞춤형 전주기 건강관리를 위한 서비스 모델은 크게 예방 및 관리분야, 진단 및 치료분야, 통합 관리 및 운영분야로 구분되며, 각 분야별 주요 서비스 및 정의는 다음과 같다.

개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계를 구축하기 위해서는 에코스마트시티 내에서 생성·축적되는 개인의 건강에 영향을 미치는 정보 일체를 활용하여야 하며, 관련 기반시설 및 플랫폼 등을 포함한 에코스마티시티 전체를 사업범위로 한다.

〈표 4-4〉 에코스마트시티 헬스케어 서비스모델의 구분

구분	주요 서비스	정의
예방 및 관리	스마트홈 중심 건강관리서비스	주거공간에서 건강상태를 유지하며 지속적인 삶을 영위하기 위하여, 가정 내 위치한 측정기기로 건강상태를 측정하고, 그 결과가 네트워크를 통해 서비스제공자에게 전달되어 건강상태를 모니터링하고 적정한 조치를 취할 수 있게 하는 서비스
	지능형 감염병 대응 서비스	인공지능·빅데이터 등 신기술 활용을 통해 감염병 오염국가 및 지역 방문자 조회, 감염원 및 전파 네트워크 분석, 감염위험 지역 및 감염경로 산출 자동화 등이 가능한 스마트 감염병관리 시스템을 구축, 운영하여 감염병 원천 차단 도시 인프라 조성
진단 및 치료	스마트병원 중심 의료서비스	의료기관이 보유하고 있는 의료인력, 시설, 정보, 장비 등의 다양한 자원을 정보통신기술(ICT)과 접목하여 환자의 안전한 돌봄, 효율적인 의료기관 관리의 목표를 달성함과 동시에 시민에게 고품질의 의료를 적시에 제공할 수 있는 서비스 인프라 구축
	스마트 응급의료 서비스	개별 의료기관/권역/전문/지역응급의료센터 및 교통통제센터가 5G 네트워크로 연계되어 응급환자 후송시간 단축 등 골든타임 확보와 부상·질환정도에 적합한 의료기관·전문의를 분석 및 배정할 수 있도록 응급구조차내 실시간 환자 데이터 전송·모니터링 시스템 구축
통합 관리·운영	헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영	의료정보, 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 예방, 진단, 치료, 돌봄의 전주기 개인 맞춤형 건강관리 생태계 구축이 가능하도록 건강 관련 정보의 수집·저장·분석이 가능한 헬스케어 빅데이터 센터 구축·운영

자료: 연구진 작성

〈표 4-5〉 에코스마트시티 헬스케어 서비스를 위한 주요 활용정보

구분		개요	주요 정보
개인	의료정보 (Medical Data)	보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보	진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
	일상정보 (Life log Data)	IoT, 웨어러블 기기 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보	심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면패턴, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등
환경	기상정보 (Weather Data)	보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보	온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
	재난정보 (Disaster Data)	재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정 안전부에서 제공하는 정보	감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
기타 정보 (Other Data)		개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보	교통정보, 통신정보, 위치정보 등

자료: 연구진 작성

현재 통합모델로 구현할 수 있는 모든 인프라가 구축된 도시는 없기 때문에, 사업지 선정에 있어 신도시·구도시의 의미는 크지 않을 것으로 판단된다. 신도시를 선정하는 경우, 도시 계획 단계에서 통합된 모델로 설계·구현이 가능하며, 구도시를 선정하는 경우, 기존 인프라(의료기관, 통신망, 주거공간 등)를 우선적으로 활용하고, 필요시 기존 인프라 개선 및 고도화를 통해 가능할 것이다.

개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계를 구축하기 위해서는 정부, 헬스케어 빅데이터센터, 보건의료기관, 의료 및 건강기기 개발기업, 건강관리서비스 기업, 통신사·플랫폼 기업, 보험사 등이 참여가 필요하며, 각 사업 참여자(추진주체)별 역할은 다음과 같다.

〈표 4-6〉 사업 참여자별 역할

구분	주요 내용
정부	ㅇ 관련 법 제·개정, 실증사업(시범·본사업 포함) 기획 및 추진, 보건의료정보 관련 표준 수립, 규제 완화(규제자유특구, 규제샌드박스 등) 등 지원방안 마련
헬스케어 빅데이터센터	ㅇ 에코스마트시티 내 건강 관련 통합시스템 구축·운영 (건강 관련 정보 수집·저장·분석·모니터링 포함) ㅇ 서비스연계 및 산업 생태계 육성 지원
보건의료기관	ㅇ 보건의료데이터 전송 ㅇ 보건의료서비스(건강 상태 모니터링, 보건의료서비스(상담·교육 포함) 제공
의료 및 건강기기 개발기업	ㅇ 개인 건강정보 측정을 위한 디바이스(웨어러블, 홈 IoT 기기 등) 공급 및 연동 ㅇ 의사, 간호사, 응급구조사 등 의료활동 지원용 기기 및 시스템 개발
건강관리서비스 기업	ㅇ 수집·분석된 정보 기반의 건강관리서비스(관리 프로세스 개발 포함) 제공 ㅇ 수집된 건강 관련 정보의 분석 및 모니터링·예측 솔루션 연동
통신사/플랫폼 기업	ㅇ 네트워크 인프라 구축 및 운영 ㅇ 정보 수집·제공·분석·활용을 위한 플랫폼 연계 및 관리 기능 개발
보험사	ㅇ 보건의료 및 일상정보 활용을 통해 의료보험 서비스 개발 ㅇ 교통 및 재난정보 활용을 통해 자동차, 화재, 산재 등 보험 서비스 개발

자료: 연구진 작성

개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 통해 직·간접적인 영향으로 달성하고자 하는 핵심성과지표(KPI)는 다음과 같다.

〈표 4-7〉 핵심성과지표(KPI)

지표명	정의	성과목표치	산출근거
건강수명	평균수명에서 질병이나 부상으로 활동하지 못한 기간을 뺀 기간	3년 증가 (18년 기준 평균 64.4세)	에코스마트시티 조성 전·후의 평균 건강수명 비교
기대수명	0세의 출생아가 앞으로 생존할 것으로 기대되는 평균생존연수 (0세의 기대여명)	4.5년 증가 (18년 기준 평균 82.7세)	에코스마트시티 조성 전·후의 평균 기대수명 비교
가계 직접부담 의료비 비중	보건서비스를 위한 정부지출과 의무보험제도 및 여러 민간재원들 중 환자가 직접 부담한 비용	OECD 평균(20.5%) 도달 (17년 기준 33.7%)	에코스마트시티 시민들의 가계 직접부담 의료비 비중
예방 가능한 입원율	시기적절하고 효과적인 일차의료서비스 이용으로 예방할 수 있는 입원환자의 비율	고혈압, 당뇨의 OECD 평균(10만명당 82.2명, 143.1명) 도달 (15년 기준 129.8명, 281.0명)	에코스마트시티 내 고혈압, 당뇨 질환자의 입원률
예방 가능한 외상 사망률	외상으로 인해 사망한 환자 중 적절한 시간 내에, 적절한 병원으로 이송돼, 적절한 치료를 받았다면 생존할 수 있었을 것으로 생각되는 사망자의 비율	선진국 수준(15%) 도달 (17년 기준 19.9%)	에코스마트시티 내 예방가능 외상 사망률
감염 재생산지수	감염자 1명이 바이러스를 옮기는 환자의 수 (1 이하면 시간이 지나면서 바이러스 감염 건수가 줄어들고, 1 이상이면 유행이 확산할 수 있음을 의미함)	1.5 이하 (인플루엔자, 사스, Covid-19 등의 감염재생산지수는 2 이상)	에코스마트시티 내 감염재생산지수
인플루엔자 표본 감시 수행률	1~53주 신고기관수/지정기관수×100	100% (18년 기준 90%)	에코스마트시티 내 인플루엔자 신고율

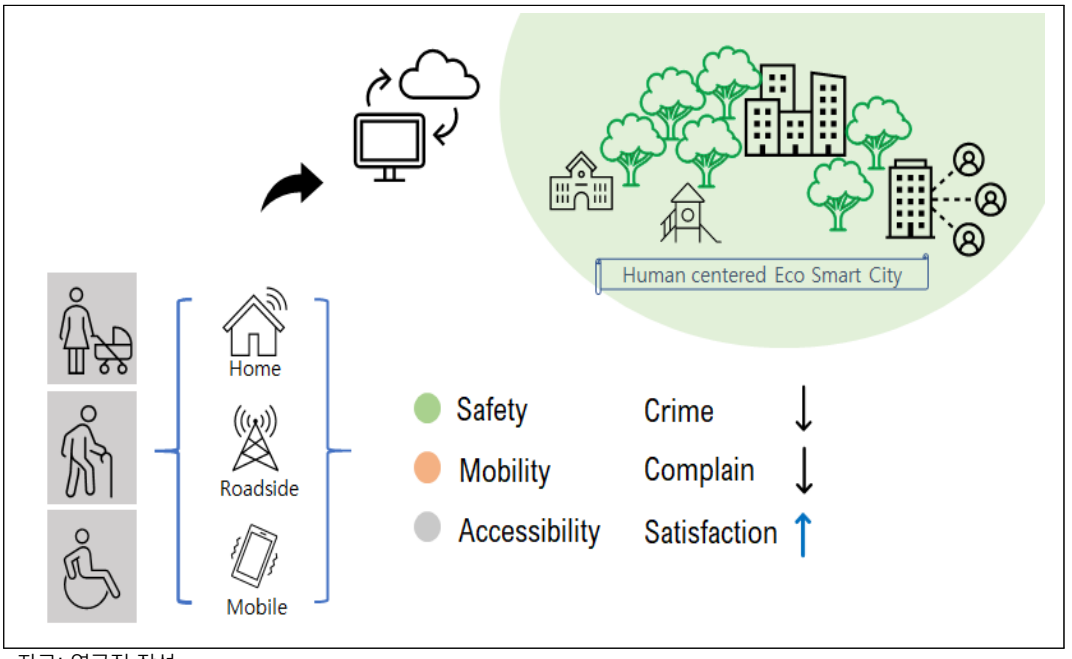
자료: 연구진 작성

나. 안전취약계층의 위험감소와 편의 증가 모델

인간중심 에코스마트시티는 모두가 안전한 도시, 이동이 편리한 도시, 모든 시민의 삶의 질을 증진하기 위해 뛰어난 정보 접근성을 갖춘 도시를 추구한다. 모든 시민을 위해 돌봄 친화적 에코스마트시티는 '안전성, 이동성, 자원접근성'의 가치를 지니는데, 특히 아동, 여성, 장애인, 노인 등 누구나 건강하고 행복한 삶을 영위할 수 있도록, 안전하고 이동이 편리하며, 쉽게 원하는 정보의 혜택을 누릴 수 있는 도시를 추구한다. 여기에서 '안전성'이란 아동, 노인 등 안전취약계층이 안전하게 도보이동을 할 수 있는 도시로서, 위험지역을 미리 알려주고 예측 가능한 위험을 막고, 보호자도 안심할 수 있도록 관리 체계를 구축하는 것이다. 다음으로 '이동성'은 누구나 편리하게 대중교통을 이용할 수 있는 도시로서, 장애인, 임산부, 영유아 동반 부모 등 이동취약계층도 부담 갖지 않고, 대중교통으로 이동할 수 있는 대중교통 시설 및 가치를 구축하는 것이다. 마지막으로 '자원 접근성'은 시민의 니즈에 맞는 정보에 쉽게 접근하는 도시로서, 가정에서, 길에서, 학교와 생활 SOC와 같은 빌딩에서 원하는 정보를 찾고, 관리해주는 체계를 구축하는 것을 목표로 한다.

인간중심 에코스마트시티의 추진을 통해 다음과 같은 목표를 설정한다. 첫 번째 목표는 도시 범죄율 감소, 불만 감소, 삶의 만족도 증대를 통한 마음건강백세를 추구한다. 두 번째 목표는 기술 기반의 포용적 도시를 건설하는 것이다.

〈그림 4-6〉 인간 중심의 돌봄 친화적 에코스마트시티의 가치



자료: 연구진 작성

2. 질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델

가. 사업의 배경 및 필요성

우리나라는 저출산·고령사회로의 진입 등 인구구조 변화와 함께 만성질환자의 증가로 인한 국가의료비의 사회적 부담이 가중되고 있어 국민건강증진 및 의료재정 안정화를 위해 국가차원의 적극적인 사전예방적 건강관리가 필요한 시점이다[7].

최근 4차산업혁명을 주도하는 정보통신기술이 보건의료영역과 융합하면서, 4P(예방(Preventive), 맞춤(Personalized), 참여(Participatory), 예측(Predictive)) 중심의 보건의료 패러다임으로 변화를 촉진하고 있다. 또한 국민소득 및 생활수준 향상에 따라 삶의 질에 대한 관심이 증가하고, 다양한 건강관리 수요에 따라 일상생활에서 최적의 건강상태를 유지하기 위한 개인 맞춤형 제품·서비스 등 건강관리서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 특히 생활습관 변화를 통해 예방·관리 가능한 만성질환 등 일상생활에서의 사전·사후관리의 중요성이 증대되었으며, 정보통신기술의 발전을 통해 시·공간적 제약없이 일상생활에서 건강관리가 가능하도록 하는 제품·서비스가 증가하고 있는 추세이다. 그동안 의료법상 '의료행위'의 개념이 불명확해 민간의 건강관리서비스개발 제공에 어려움을 겪고 있는 상황이었으나, 2019년 보건복지부에서「비의료 건강관리서비스 가이드라인 및 사례집」을 발표함에 따라 비의료 건강관리서비스 활성화를 위한 기반을 마련하고 있는 상황이다.

또한 중증급성호흡기증후군(SARS), 중동호흡기증후군(MERS), 코로나바이러스감염증(COVID-19)에 따른 팬데믹을 겪으면서, 감염병 발생 및 전파가 국민건강과 일상생활에 심각한 영향을 미치고 있다. 이를 계기로 국민의 감염병에 대한 관심이 폭발적으로 증가하였으며, 특히 지역사회에서의 집단감염이 증가하면서 감염병에 대한 준비를 강화하고, 효과적으로 대응하기 위한 방안 모색이 매우 중요해지고 있는 시점이다. 이에 감염병 유입 차단 및 전파를 막기위한 지역사회 차원의 역학조사 체계 수립 및 통합방역활동체계 강화방안을 수립해야 할 것이다.

나. 계획 방향 및 목표

에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 건강관리를 위하여 스마트홈 중심 건강관리서비스, 지능형 감염병 대응 서비스를 제공하고자 한다. 스마트홈 중심 건강관리서비스를 통해 에코스마트시

7) 한국보건산업진흥원(2019), 건강관리서비스 산업화 기반 구축 및 정책지원

티 시민의 일상건강관리 요구에 부합하는 서비스를 제공하여 주거공간에서 건강상태를 유지하며, 지속적인 삶을 영위하고자 하였으며, 지능형 감염병 대응 서비스를 통해 에코스마트시티 시민의 감염병 정보에 대한 접근성을 제고하고, 감염병 대응 역량 강화를 통해 감염예방 및 확산 차단 도시 인프라를 조성하고자 한다.

다. 사업의 핵심성과지표

해당 서비스모델(스마트홈 중심 건강관리서비스, 지능형 감염병 대응 서비스)을 통해 직접적인 영향으로 달성하고자 하는 핵심성과지표(KPI)는 다음과 같다.

〈표 4-8〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 핵심성과지표(KPI)

지표명	정의	성과목표치	산출근거
가계 직접부담 의료비 비중	보건서비스를 위한 정부지출과 의무보험제도 및 여러 민간재원들 중 환자가 직접 부담한 비용	OECD 평균(20.5%) 도달 (17년 기준 33.7%)	에코스마트시티 시민들의 가계 직접부담 의료비 비중
예방 가능한 입원율	시기적절하고 효과적인 일차의료서비스 이용으로 예방할 수 있는 입원환자의 비율	고혈압, 당뇨의 OECD 평균(10만명당 82.2명, 143.1명) 도달 (15년 기준 129.8명, 281.0명)	에코스마트시티 내 고혈압, 당뇨 질환자의 입원률
예방 가능한 외상 사망률	외상으로 인해 사망한 환자 중 적절한 시간 내에, 적절한 병원으로 이송돼, 적절한 치료를 받았다면 생존할 수 있었을 것으로 생각되는 사망자의 비율	선진국 수준(15%) 도달 (17년 기준 19.9%)	에코스마트시티 내 예방가능 외상 사망률
감염 재생산지수	감염자 1명이 바이러스를 옮기는 환자의 수 (1 이하면 시간이 지나면서 바이러스 감염 건수가 줄어들고, 1 이상이면 유행이 확산할 수 있음을 의미함)	1.5 이하 (인플루엔자, 사스, Covid-19 등의 감염 재생산지수는 2 이상)	에코스마트시티 내 감염재생산지수
인플루엔자 표본감시 수행률	1~53주 신고기관수/지정기관수 ×100	100% (18년 기준 90%)	에코스마트시티 내 인플루엔자 신고율

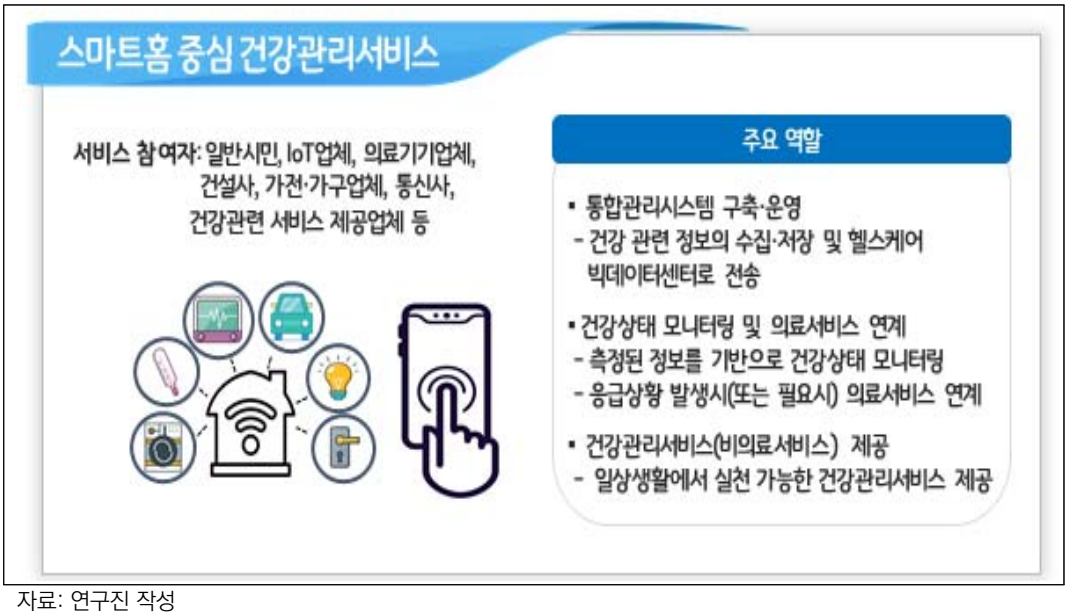
자료: 연구진 작성

라. 사업내용

1) 스마트홈 중심 건강관리서비스

주거공간에서 건강상태를 유지하며 지속적인 삶을 영위하기 위하여, 가정 내 위치한 측정기기로 건강상태를 측정하고, 그 결과가 네트워크를 통해 서비스제공자에게 전달되어 건강상태를 모니터링하고 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 스마트홈 중심의 건강관리서비스를 제공하고자 한다.

〈그림 4-7〉 스마트홈 중심 건강관리서비스



자료: 연구진 작성

스마트홈 중심의 건강관리서비스를 제공하기 위하여 첫째, 자택 내 IoT 등에서 수집되는 일상정보, 개인 웨어러블기기 기반 일상정보 등을 측정(생성)하고, 해당 정보를 헬스케어 빅데이터센터로 전송할 수 있는 통합관리시스템을 구축, 운영하고자 한다. 통합관리시스템은 ① 스마트홈 기반 IoT 센서, 웨어러블 디바이스 등에서 축적되는 개인 중심의 일상정보를 연속적으로 수집하여 헬스케어 빅데이터센터로 전송, ② 가전제품·조명·스위치(플러그)·가스·온도(냉난방)·보안 등 가정 내 환경을 조정하는 기능을 갖추고, 생활패턴 분석에 따른 원격 또는 자동제어, ③ 헬스케어 빅데이터센터에서 전송된 모니터링 및 분석결과 리포트의 연동 등을 주요 기능으로 한다.

〈표 4-9〉 스마트홈 중심 건강관리서비스를 위한 활용정보(예시)

구분		내용
생성	일상정보 (Life log Data)	○ (개요) 사물인터넷(IoT), 웨어러블기기, 가전·가구 내 바이오센서 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보 ○ (종류) 심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등 개인이 일상생활에서 생성하는 건강과 관련 정보 일체
연계	기상정보 (Weather Data)	○ (개요) 보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보 ○ (종류) 온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
	의료정보 (Medical Data)	○ (개요) 보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보 ○ (종류) 진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
	기타 정보 (Other Data)	○ (개요) 개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보 ○ (종류) 교통정보, 통신정보, 위치정보 등

자료: 연구진 작성

둘째. 측정된 정보를 기반으로 건강상태를 모니터링하고, 응급상황 발생시 또는 필요시 의료기관과 연계하여 의료서비스를 제공하고자 한다. 건강상태 모니터링 및 의료서비스 연계가 가능하도록, ① 가정 내 위치한 측정기기로 축적된 일상정보 등을 기반으로 건강상태를 모니터링 하고, 진료시 참고자료로 활용, ② 음성·동작 감지센서 등을 통해 낙상사고와 같은 응급상황 발생시 구급대 또는 의료기관에 자동 신고되어 신속 구조 수행 등을 주요 서비스 내용으로 한다.

마지막으로 의학적 판단이 개입되지 않은 비의료영역의 건강관리서비스업체와 연계하여 건강관리서비스를 제공하고자 한다. 비의료 건강관리서비스란 건강의 유지·증진과 질병의 사전예방·악화 방지를 목적으로, 위해한 생활습관을 개선하고 올바른 건강관리를 유도하기 위해 제공자의 판단이 개입(의료적 판단 제외)된 상담·교육·훈련·실천 프로그램 작성 및 유관 서비스를 제공하는 행위[8]를 의미한다. 해당 가이드라인에 따라 의학적 판단이 개입되지 않는 건강정보의 확인·점검, 상담 및 조언(정보제공 및 객관적 분석, 목표설정 및 관리, 상담 및 조언) 관련 서비스 제공할 수 있을 것이다. 현재 시점에서 가이드라인에 따른 제공가능 서비스의 예시는 다음과 같다.

8) 보건복지부(2019), 비의료 건강관리서비스 가이드라인 및 사례집(1차)

〈표 4-10〉 건강관리서비스 제공 가능범위(예시)

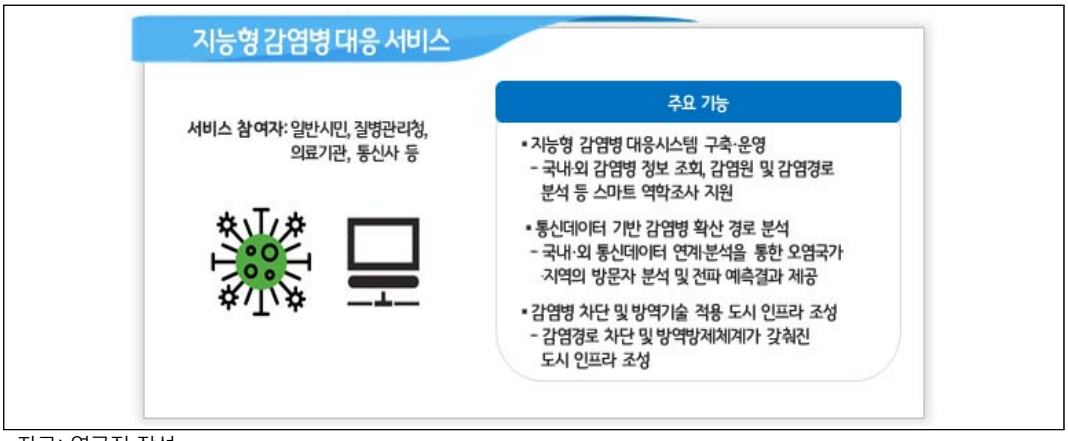
구분		서비스 제공 가능범위(예시)
건강정보의 확인·점검		○ 건강검진결과 단순 확인 및 개인동의에 기반한 자료수집(검진결과 수치 해석 등은 제외) ○ 걸음수, 심박수 등의 기록 및 모니터링 ○ 섭취식품의 기록 및 영양소 분석·안내 ○ 웰니스 기기·개인용 의료기기를 활용한 건강정보·지표·수치의 측정
상담 및 조언	정보 제공 및 객관적 분석	○ (개인의 자가측정에 따른) 혈압 혈당 등이 공신력있는 기준의 정상 범위 또는 위험 범위에 해당하는지 확인 ○ 건강지표 상태에 따른 동 연령 성별군 중 질환 발생비율 등 객관적인 통계 결과의 제시 ○ 개인의 건강정보 분석 및 통계적 결과값에 따른 건강나이 등 산출 ○ 최근에 유행중인 질환 및 예방접종 관련 정보 등 안내
	목표 설정 및 관리	○ 검진주기 병원 내원일 알람 및 안내 ○ (의사의 처방에 따라) 복용중인 약을 제 시간에 복용하고 있는지를 확인하고 알림 ○ 건강관리 목표설정(걷기, 하루 섭취칼로리, 검진 정기적으로 받기) 및 달성에 따른 인센티브 지급
	상담 및 조언	○ 질환예방을 위한 일반적인 건강관리 주의사항(손씻기, 저염식단 먹기 등) 안내 ○ 금연 절주 등 생활습관 개선을 위한 상담 및 조언 ○ 개인의 건강목적 따른 식단구성 및 제공(당뇨병 등 식단이 질환에 영향을 줄 수 있는 경우 의료기관의 처방을 확인하는 것을 전제) ○ 운동방법 교습 및 운동프로그램 제공 ○ 수면 스트레스 관리 등을 위한 상담 및 생활습관 개선 조언(검사·시술·수술 등 제외)

자료:보건복지부(2019), 비의료 건강관리서비스 가이드라인 및 사례집(1차) 재가공

2) 지능형 감염병 대응 서비스

인공지능·빅데이터 등 신기술 활용을 통해 감염병 오염국가 및 지역 방문자 조회, 감염원 및 전파 네트워크 분석, 감염위험 지역 및 감염경로 산출 자동화 등 스마트 감염병관리 시스템을 구축, 운영하여 감염병 원천 차단 도시 인프라를 조성하고자 한다.

〈그림 4-8〉 지능형 감염병 대응 서비스



자료: 연구진 작성

지능형 감염병 대응 서비스를 제공하기 위하여 첫째, 국내·외 감염병 정보 조회, 감염원 및 감염경로 분석 등 스마트 역학조사 지원을 위한 시스템(지능형 감염병 대응시스템)을 구축, 운영하고자 한다, 지능형 감염병 대응시스템은 ① 국내외 통신, 교통, 위치 등 관련 데이터간 연계 분석을 통한 스마트 시티 내 오염국가 및 지역 방문자 조회 기능 제공, ② 모바일 블루투스 기술 활용한 접촉자 및 동선의 실시간 분석, 지역 주민에게 신속한 관련정보 제공, ③ 인공지능 기반 감염병 조기 진단 알고리즘 개발 및 적용 등을 주요 기능으로 한다.

둘째, 국내·외 통신 데이터를 연계·분석하여 에코스마트시티 내 오염국가·지역의 방문자를 분석하고, 감염병 확산경로 분석 등과 같은 전파 예측결과를 제공하고자 한다. 통신데이터 기반 감염병 확산 경로 분석 서비스는 ① 통신/로밍/위치/카드/의료/교통/공간정보 데이터 등을 기반으로 인공지능·빅데이터 기술을 활용한 오염국가·지역 방문자 추적·관리, ② 모바일 블루투스 기술[9]을 활용한 접촉자 데이터 수집 및 빅데이터 분석을 통해 감염원, 감염 전파 네트워크 분석, 감염위험 지역 및 감염경로 분석, ③ 감염위험 지역, 감염경로, 접촉자 동선 등 분석 결과를 기반으로 지역 주민 실시간 경보 및 오염지역 경보·회피 기능 마련, ④ 감염병 선별진료소 내 로봇 설치를 통해 환자 의료진간 검체 체취 및 자가 격리, 퇴원 환자 등의 사후관리를 위한 원격 진료·모니터링 시스템 구축 등을 주요 내용으로 한다.

〈표 4-11〉 지능형 감염병 대응 서비스를 위한 활용정보(예시)

구분		내용
연계	재난정보 (Disaster Data)	○ (개요) 재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보 ○ (종류) 감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
	의료정보 (Medical Data)	○ (개요) 보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보 ○ (종류) 진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
	기타 정보 (Other Data)	○ (개요) 개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보 ○ (종류) 교통정보, 통신정보, 위치정보 등

자료: 연구진 작성

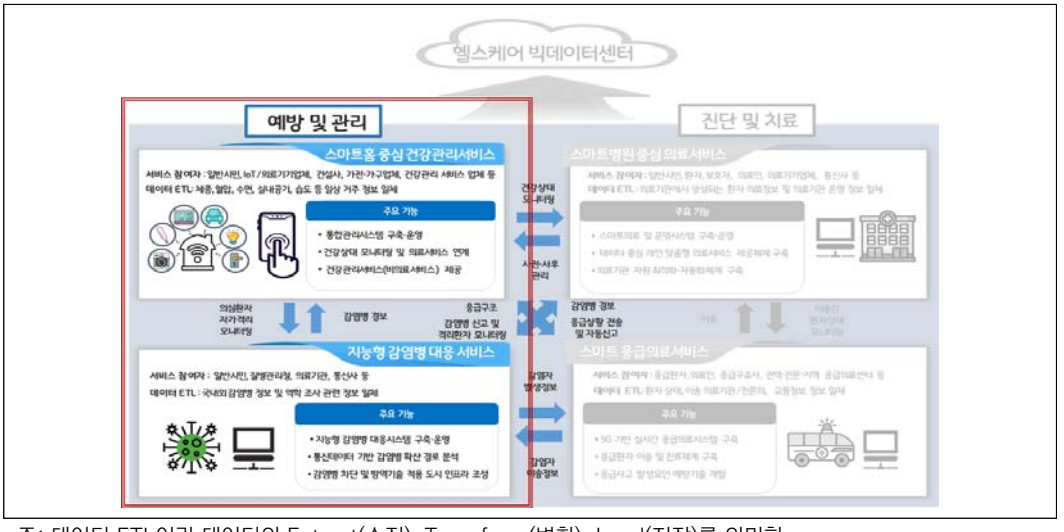
마지막으로 감염병 발생시 감염경로 차단 및 방역·방제체계가 갖춰진 도시를 조성하고자 한다. 감염병 차단 및 방역기술 적용 도시 인프라 조성은 ① 빅데이터 기반 감염자 시설 출입 제한을 위한 게이트 스크리닝 시스템, 방역 로봇 및 드론, 비말전파 차단 기능 등 공공 및 인구밀집 시설 우선 도입, ② 공기 중 바이러스 포집·검출 기술 적용을 통해 바이러스 감지 시 인공지능 기반 자동 환기·바이러스 사멸 공조시스템 구축 등을 주요 내용으로 한다.

9) 블루투스 LE(Low Energy)기술을 활용하여 감염자 스마트폰 인근 접촉자를 추적할 수 있음

3) 사업추진전략

에코스마트시티 헬스케어 부문에서는 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 서비스모델을 발굴하고 실현하고자 한다. 그 중 에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 건강관리 생태계를 구축하기 위하여 스마트홈 중심 건강관리서비스, 지능형 감염병 대응 서비스를 제공하고자 한다.

〈그림 4-9〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 추진전략



주: 데이터 ETL이란 데이터의 Extract(수집), Transform(변환), Load(저장)를 의미함
자료: 연구진 작성

4) 사업추진 로드맵

사업추진을 위한 재원의 경우, 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지 및 고도화는 민간에서 담당하는 것을 제안한다. 지역 및 관련 시설 입지 선정을 전제로, 2021년까지 기획계획 수립 및 시스템 개발, 2022년 기본서비스 제공, 2023년 이후 고도화를 추진하는 것을 목표로 한다.

〈표 4-12〉 질병 예방 및 건강관리 서비스의 사업 추진계획

구분	'21	'22	'23	'24	'25
스마트홈 중심 건강관리서비스	기본계획 수립 및 시스템 개발	시범 사업	본사업 및 고도화		
지능형 감염병 대응 서비스	기본계획 수립 및 시스템 개발	시범 사업	본사업 및 고도화		

자료: 연구진 작성

3. 질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델

가. 사업의 배경 및 필요성

국민의료비 증가에 대한 대응방안으로 보다 지속 가능하며, 비용효율적인 의료시스템으로의 정비가 요구되고 있다. 개별 단위의 의료기관에서 벗어나 보다 큰 생태계에서의 디지털화된 정보와 기술의 연결이 필요한 상황이다. 이에 의료기관의 기존 역할과 기능에 대한 변화를 유도하여, Hospital to Home까지 가능한 의료서비스를 제공해야 할 것이다.

최근 환자안전 확보, 진료의 질 제고, 의료기관 내 업무부담 경감 등 의료서비스의 질을 높이기 위한 방법으로 의료기관 내 정보통신기술의 도입이 대두되고 있다. 글로벌시장조사업체인 Alied Market Research는 스마트병원과 관련된 시장규모가 2017년 약 17조원에서 2025년 약 59조원으로 확대될 것이라 전망하였으며[10], 주요국에서는 정부 주도로 스마트병원 육성을 위한 다양한 지원책을 추진 중에 있다. 국내 의료기관에서도 리모델링 및 신·증축을 기회삼아 디지털 기술을 접목시킨 스마트병원으로의 전환을 시도하고 있으며, 진단 및 치료과정에서 발생되는 오류를 방지하고, 진단·치료의 질을 개선하기 위해 인공지능, 로봇공학과 같은 신기술 도입을 추진 중에 있다. 스마트병원 중심의 의료서비스 제공을 통해 환자경험의 극대화(의료의 적시성, 의사와의 면담시간, 상담 및 의료서비스의 질 제고, 예기치 못한 상황의 필수진료 유지 등)와 더불어 의료기관의 단순 반복업무 제거, 인력흐름 조정 및 업무효율화, 의료진 퍼포먼스 혁신을 지원하여 임상영역에 영향을 주는 오류를 최소화 또는 제거하여 디지털화된 정보의 확대와 기술 기반, 기술간 연결, 실시간 대화를 통해 의료기관간 경계가 사라진 연속성 있는 의료서비스가 가능한 체계를 구축해야 할 것이다.

또한 응급환자 발생시 현장에서 이송까지 적절한 처치와 신속하고 안전하게 의료기관으로 이송하여 치료할 수 있어야 한다, 이를 위해서는 구급대와 의료기관, 의료진 간 유기적인 연계와 협력이 필수적으로 요구된다. 에코스마트시티 인프라와 5G 네트워크 기반의 통신, 교통 등 데이터 활용·분석을 통해 환자 응급처치와 이송과정에서 데이터 기반의 환자중심 스마트 응급의료서비스를 개발하고 적용하고자 한다.

10) Alied Market Research(2018), Global Smart Hospital Market Opportunities and Forecasts 2017-2025

나. 계획 방향 및 목표

에코스마트시티 시민의 질병 진단 및 치료를 위하여 스마트병원 중심 의료서비스, 스마트 응급의료 서비스를 제공하고자 한다. 스마트병원 중심 의료서비스를 통해 데이터 중심의 맞춤형 의료서비스를 제공하여 진단의 정확도 및 치료의 안전성·효과성을 높이고, 병원 의료자원 관리의 효율화를 바탕으로 의료비를 절감하여 시민들이 건강한 삶을 영위하고자 하였으며, 스마트 응급의료서비스를 통해 신속한 환자 이송경로 확보하여 치료 골든타임을 확보하고, 환자상태·질환·중증도에 따라 맞춤형으로 진단·처치하여 시민의 생명과 건강을 지키는 사회안전망을 구축하고자 한다.

다. 사업의 핵심성과지표

해당 서비스모델(스마트병원 중심 의료서비스, 스마트 응급의료서비스)을 통해 직·간접적인 영향으로 달성하고자 하는 핵심성과지표(KPI)는 다음과 같다.

〈표 4-13〉 질병 진단 및 치료 서비스의 핵심성과지표(KPI)

지표명	정의	성과목표치	산출근거
예방 가능한 입원율	시기적절하고 효과적인 일차의료서비스 이용으로 예방할 수 있는 입원환자의 비율	고혈압, 당뇨의 OECD 평균(10만명당 82.2명, 143.1명) 도달 (15년 기준 129.8명, 281.0명)	에코스마트시티 내 고혈압, 당뇨 질환자의 입원률
예방 가능한 외상 사망률	외상으로 인해 사망한 환자 중 적절한 시간 내에, 적절한 병원으로 이송돼, 적절한 치료를 받았다면 생존할 수 있었을 것으로 생각되는 사망자의 비율	선진국 수준(15%) 도달 (17년 기준 19.9%)	에코스마트시티 내 예방가능 외상 사망률
인플루엔자 표본감시 수행률	1~53주 신고기관수/지정기관수 ×100	100% (18년 기준 90%)	에코스마트시티 내 인플루엔자 신고율

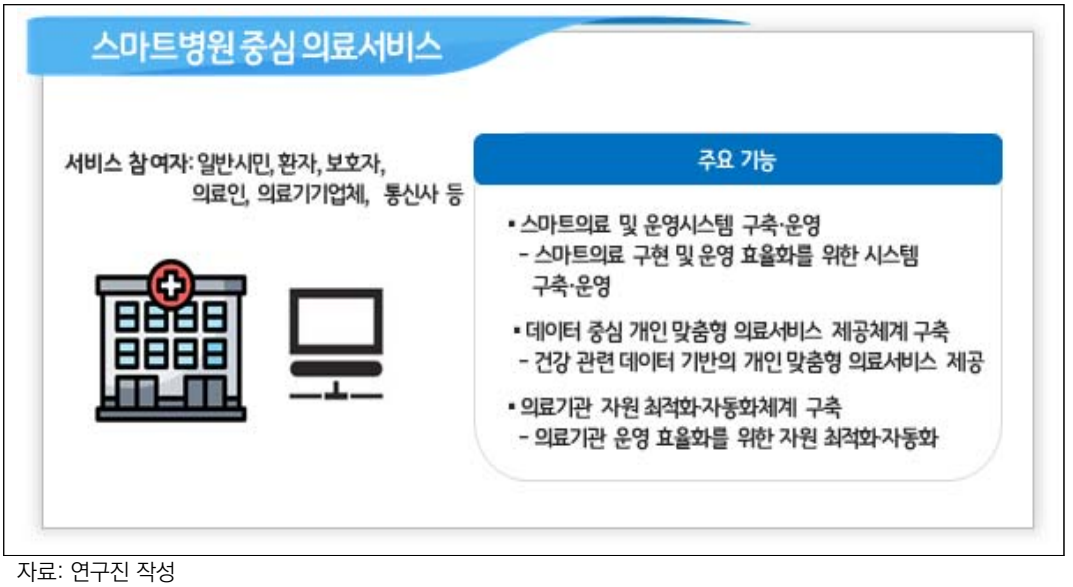
자료: 연구진 작성

라. 사업 내용

1) 스마트병원 중심 의료서비스

스마트병원(의료기관이 보유하고 있는 의료인력, 시설, 정보, 장비 등의 다양한 자원을 정보통신기술(ICT)을 활용하여 환자의 안전한 돌봄과 효율적인 의료기관 관리를 위해 통합관리시스템을 구축한 의료기관)을 중심으로 필요시 적정 의료서비스를 제공하고자 한다.

〈그림 4-10〉 스마트병원 중심 의료서비스



자료: 연구진 작성

스마트병원 중심의 의료서비스를 제공하기 위하여 첫째, 신기술을 도입·활용하여, 고품질의 의료서비스를 제공하고 기관 운영의 효율성을 제고하기 위한 스마트의료 및 운영시스템을 구축, 운영하고자 한다. 스마트의료 및 운영시스템은 ① 스마트병원 입·퇴원 환자 실시간 모니터링 및 협력병·의원간 협진 시스템 구축, ② 헬스케어 빅데이터 기반 환자 건강 정보 조회 및 인공지능 기반 진단·치료 의사결정지원시스템 구축, ③ 스마트시티 감염병 및 응급환자 관리 거점기관으로서의 역할 추진을 위한 감염병 대응시스템·응급의료시스템 연계기능 구축, ④ 환자 입·퇴원 예약관리, 환자 병상배정 및 위치· 동선 분석, 수납·제증명 자동 발행, 의료기관내 물품 자산 등 자원관리 자동화 시스템 구축 등을 주요 내용으로 한다.

둘째, 에코스마트시티 시민의 건강과 관련된 데이터를 기반으로 개인 맞춤형 의료서비스를 제공하고자 한다. 데이터 중심 개인 맞춤형 의료서비스 제공체계 구축은 ① 스마트홈 통합관리시스

템과의 연동을 통해 퇴원·만성·노인성질환 환자대상 건강상태 모니터링 및 내원 예약, 간편 처방 및 복약 안내 서비스 등 제공, ② 응급환자 이송간 환자데이터 기반 실시간 응급처치 지도 및 전문의·응급병상 신속 확보를 통해 환자 안전 서비스 제공, ③ 의사-의사, 의사-환자간 데이터 실시간 공유 체계 구축을 통해 진료부서간 긴급 협진, 환자상태 실시간 모니터링 등 환자 중심의 의료 서비스 제공 등을 주요 내용으로 한다.

마지막으로 의료기관의 운영 효율화를 위한 의료기관 자원(인력, 시설, 장비 등을 포함)의 최적화·자동화체계를 구축하고자 한다. 의료기관 자원 최적화·자동화체계 구축은 ① 격리병실·집중치료실 등 감염병 전문의가 없는 지역내 의료기관 원격 협진 시스템 구축을 통한 의료자원 공동활용 및 의료사각지대 해소, ② 인공지능 기술 활용 영상진단 보조 및 수술 보조 로봇 등의 기술 도입을 통해 의료진 편의성 향상 및 환자 치료의 안정성·효과성 확보, ③ AR·VR 기술 활용 시뮬레이션 교육센터(시스템) 구축·운영을 통한 의료인의 역량 강화, ④ 환자 입퇴원 관리, 수납 및 제증명 발급, 병상 배정 및 환자 동선파악, 의료기관 자산 관리 등 자동화 시스템 구축을 통한 운영비용 절감 추진 등을 주요 내용으로 한다.

〈표 4-14〉 스마트병원 중심 의료서비스를 위한 활용정보(예시)

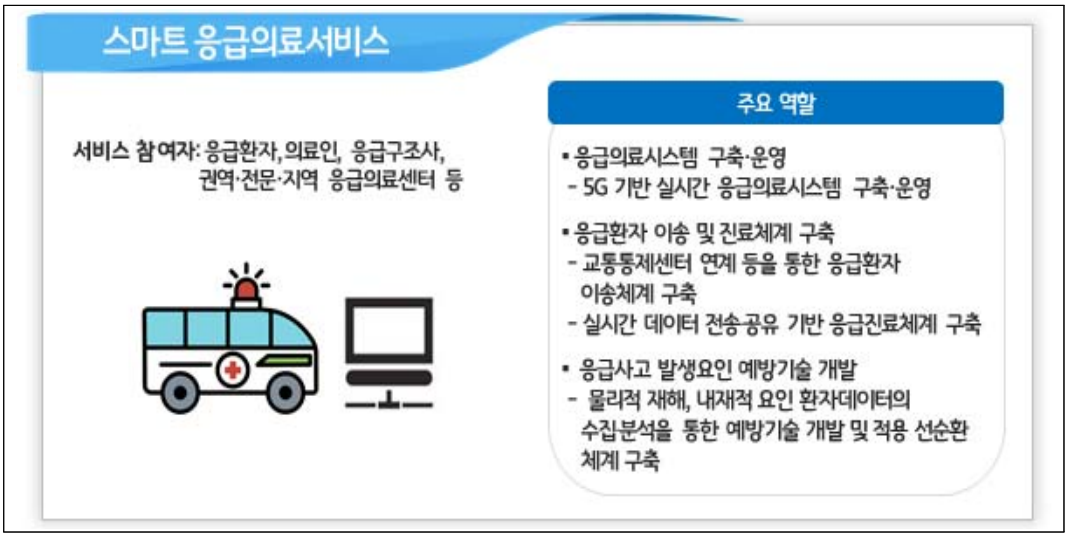
구 분		내 용
생성	의료정보 (Medical Data)	○ (개요) 보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보 ○ (종류) 진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
연계	일상정보 (Life log Data)	○ (개요) 사물인터넷(IoT), 웨어러블기기, 가전·가구 내 바이오센서 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보 ○ (종류) 심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등 개인이 일상생활에서 생성하는 건강과 관련 정보 일체
	재난정보 (Disaster Data)	○ (개요) 재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보 ○ (종류) 감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
	기상정보 (Weather Data)	○ (개요) 보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보 ○ (종류) 온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
	기타 정보 (Other Data)	○ (개요) 개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보 ○ (종류) 교통정보, 통신정보, 위치정보 등

자료: 연구진 작성

2) 스마트 응급의료서비스

개별 의료기관/권역/전문/지역응급의료센터 및 교통통제센터가 5G 네트워크로 연계되어 응급환자 후송시간 단축 등 골든타임 확보와 부상·질환정도에 적합한 의료기관·전문의를 분석 및 배정할 수 있도록 응급구조차내 실시간 환자 데이터 전송·모니터링 시스템을 구축·운영하고자 한다.

〈그림 4-11〉 스마트 응급의료서비스



자료: 연구진 작성

스마트 응급의료서비스를 제공하기 위하여 첫째, 신속·안전한 응급환자 이송·처치·치료를 위한 5G 네트워크 기반 응급의료시스템(의료·교통정보 분석·모니터링 등)을 구축·운영하고자 한다. 5G 기반 응급의료시스템 구축·운영은 ① 인공지능 분석을 통해 환자신고 접수 시 이송 적합 의료기관 및 전문의를 우선 배정하고, 최적의 환자이송 경로 안내, ② 신속·안전한 응급처치 서비스 제공을 위한 이송간 실시간 환자 모니터링 시스템 구축, ③ 환자 맞춤형 치료·재활을 위한 의료기관 방문, 처방, 일상정보 등 조회 시스템 구축, ④ 감염병 대응시스템 연계를 통한 감염병 의심환자 근방 선별진료소 및 특수응급 차량 배정 시스템 구축 등을 주요 내용으로 한다.

둘째, 개별 의료기관/권역/전문/지역응급의료센터 및 에코스마트시티 내 교통통제센터 네트워크 구축을 통해 신속한 응급환자 이송체계를 구축하고, 실시간 데이터 전송·공유 기반 환자 중심 최적의 의료서비스를 제공하고자 한다. 응급환자 이송 및 진료체계 구축은 ① 인공지능 기반 교통 데이터 분석 및 활용을 통해 응급환자 후송시간 예측·단축 등 골든타임 확보를 위한 환자안전 기반 마련, ② 환자 이송간 배정받은 의료기관 및 전문의를 통해 실시간 환자정보를 전송하고, 이를 바탕으로 환자를 실시간 모니터링하며 데이터 기반 응급처치 서비스 제공, ③ 국가응급환자

진료정보망(NEDIS), 소방청, 건강보험심사평가원 및 에코스마트시티내 헬스케어 빅데이터센터를 주축으로 환자 보건의료정보 등을 공동 활용하여 최적의 치료·재활 서비스 제공, ④ 감염병 정보 네트워크 연계를 통해 감염병 의심 신고 및 이송 시 음압 특수차량 배정 및 근방 선별진료소 신속 이동 체계 마련 등을 주요 내용으로 한다.

마지막으로, 예방 중심 에코스마트시티 인프라 조성을 위한 근거데이터를 구축하고, 응급사고 발생요인 예방기술 개발하고자 한다. 물리적 재해[11](교통·화재·자연재해 등)와 내재적 요인[12](중증·급성·만성질환) 환자 데이터 수집 및 분석을 통해 향후 에코스마트시티내 환자 발생 요인 예방 기술 개발 및 적용 선순환 체계를 구축하는 것을 주요 내용으로 한다.

〈표 4-15〉 스마트 응급의료서비스를 위한 활용정보(예시)

구분		내용
연계	의료정보 (Medical Data)	- (개요) 보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보 - (종류) 진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
	일상정보 (Life log Data)	- (개요) 사물인터넷(IoT), 웨어러블기기, 가전·가구 내 바이오센서 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보 - (종류) 심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등 개인이 일상생활에서 생성하는 건강과 관련 정보 일체
	재난정보 (Disaster Data)	- (개요) 재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보 - (종류) 감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
	기상정보 (Weather Data)	- (개요) 보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보 - (종류) 온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
	기타 정보 (Other Data)	- (개요) 개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보 - (종류) 교통정보, 통신정보, 위치정보 등

자료: 연구진 작성

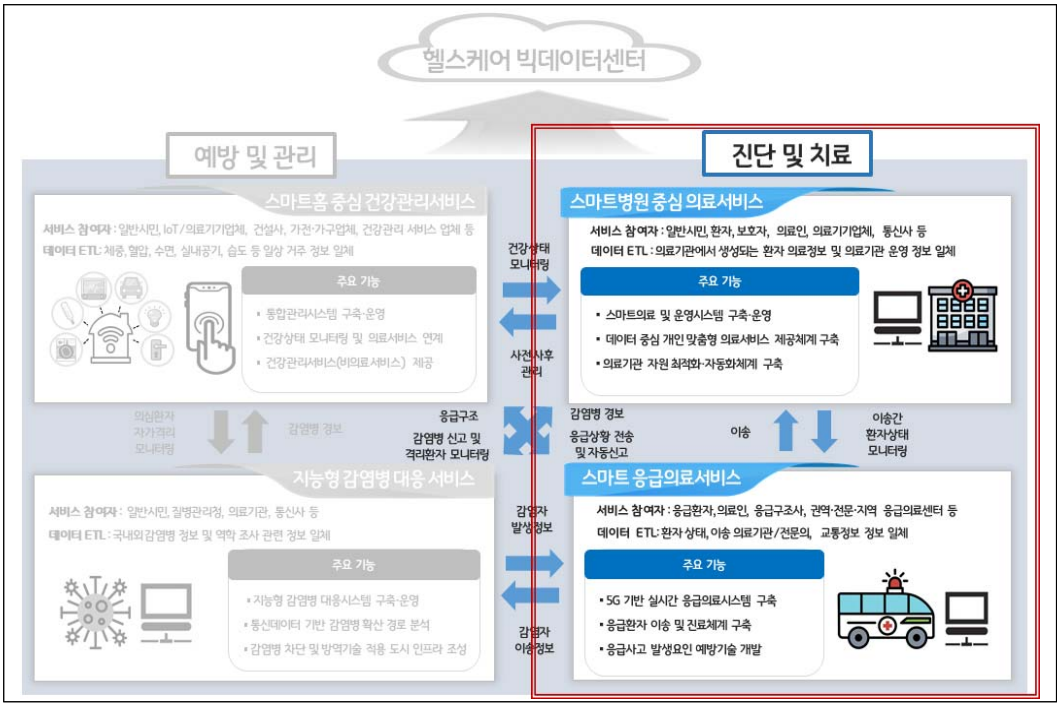
마. 사업추진전략

에코스마트시티 헬스케어 부문에서는 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 서비스모델을 발굴하고 실현하고자 한다. 그 중 에코스마트시티 시민의 질병 진단 및 치료 생태계를 구축하기 위하여 스마트병원 중심 의료서비스, 스마트 응급의료서비스를 제공하고자 한다.

11) 화재·가스누출 사고발생 예방과 피해 최소를 위한 해당 건물 근처 위험요인, 과거 소방점검 이력, 접근 및 구조 경로 등 인명피해 예방 관련 데이터 구축

12) 심근경색, 뇌졸중, 당뇨 등 중증·급성·만성질환 환자 낙상 사고발생 예방을 위한 모바일 및 웨어러블 기술을 적극 활용할 수 있도록 지원함과 동시에 이를 통한 사고예방 인프라 조성

〈그림 4-12〉 질병 진단 및 치료 서비스의 추진전략



주: 데이터 ETL이란 데이터의 Extract(수집), Transform(변환), Load(저장)를 의미함
자료: 연구진 작성

바. 사업추진 로드맵

사업추진을 위한 재원의 경우, 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지 및 고도화는 민간에서 담당하는 것을 제안한다. 지역 및 관련 시설 입지 선정을 전제로, 2021년까지 기초연구 및 설계, 2022년 기본서비스 제공, 2023년 이후 고도화를 추진하는 것을 목표로 한다.

〈표 4-16〉 질병 진단 및 치료 서비스의 사업 추진계획

구분	'21	'22	'23	'24	'25
스마트병원 중심 의료서비스	기본계획 수립	시범사업	본사업 및 고도화		
스마트 응급의료서비스	시스템 구축 및 설치	시범사업	본사업 및 고도화		

자료: 연구진 작성

4. 건강생태계 조성을 위한 통합 관리 및 운영 서비스모델

가. 사업의 배경 및 필요성

건강 관련 데이터의 양적 증거와 더불어, 정보의 생산·수집원도 다양화되고 있으며, 의료의 패러다임도 의료기관 중심의 질병 치료에서 소비자 중심의 예방·관리로 변화함에 따라 헬스케어 빅데이터 분석·활용의 중요성이 증대되고 있다. 극히 보건의료분야는 빅데이터의 잠재적 가치와 활용 가능성이 높은 영역으로 평가되고 있다. 글로벌컨설팅업체인 McKinsey는 헬스케어 빅데이터가 Right Living, Right Care, Right Provider, Right Value, Right Innovation의 영역에서 기존 패러다임을 변화시키며, 보건의료에서 큰 가치를 창출할 것이라 발표한 바 있다[13]. 헬스케어 빅데이터의 활용을 통해 국민의료비 절감과 동시에 의료의 질 향상에도 기여할 수 있으나, 현재 건강 관련 정보들이 모두 분산되어 저장·활용되고 있다. 헬스케어 빅데이터 구축의 핵심은 흩어져 있는 건강 관련 정보들을 종단적(longitudinal)으로 연계·결합하는 것이다. 이에 건강 관련 정보에 대한 수요에 대응하고, 건강 관련 정보의 가치·활용성을 극대화하기 위한 통합관리 및 운영을 담당하는 헬스케어 빅데이터센터의 구축이 필요하다.

나. 계획 방향 및 목표

에코스마트시티의 건강생태계 조성을 위한 통합관리 및 운영서비스를 제공하고자 한다. 헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영을 통하여 공공과 민간이 협업하여 에코스마트시티에서 생성되는 건강 관련 정보를 수집·분석하고, 혁신 서비스를 발굴·확산하는 등 정보 기반의 가치창출 생태계를 조성하고자 한다.

다. 사업의 핵심성과지표

해당 서비스모델(헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영)을 통해 복합적인 영향으로 달성하고자 하는 핵심성과지표(KPI)는 다음과 같다.

---

13) McKinsey&Company(2013), The 'big data' revolution in US health care: Accelerating value and innovation

〈표 4-17〉 시민 건강 통합관리 및 운영 서비스의 핵심성과지표(KPI)

지표명	정의	성과목표치	산출근거
건강수명	평균수명에서 질병이나 부상으로 활동하지 못한 기간을 뺀 기간	3년 증가 (18년 기준 평균 64.4세)	에코스마트시티 조성 전·후의 평균 건강수명 비교
기대수명	0세의 출생아가 앞으로 생존할 것으로 기대되는 평균생존연수 (0세의 기대여명)	4.5년 증가 (18년 기준 평균 82.7세)	에코스마트시티 조성 전·후의 평균 기대수명 비교
가계 직접부담 의료비 비중	보건서비스를 위한 정부지출과 의무보험제도 및 여러 민간재원들 중 환자가 직접 부담한 비용	OECD 평균(20.5%) 도달 (17년 기준 33.7%)	에코스마트시티 시민들의 가계 직접부담 의료비 비중

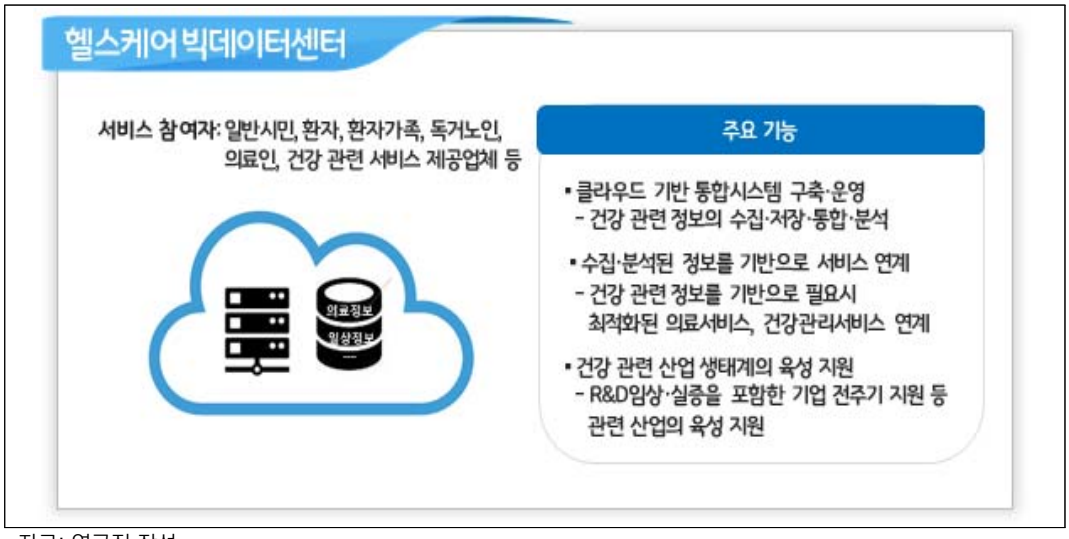
자료: 연구진 작성

라. 사업 내용

1) 헬스케어 빅데이터센터 구축·운영

보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 예방, 진단, 치료, 돌봄의 전주기 개인 맞춤형 건강관리 생태계 구축이 가능하도록 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용을 담당하는 헬스케어 빅데이터센터를 구축, 운영하고자 한다.

〈그림 4-13〉 헬스케어 빅데이터센터의 역할



자료: 연구진 작성

헬스케어 빅데이터센터의 구축·운영을 위하여 에코스마트시티 내에서 생성되는 건강 관련 정보를 하나의 네트워크로 통합하여 실시간으로 분석할 수 있는 클라우드 기반 통합시스템을 구축, 운영하고자 한다. 클라우드 기반 통합시스템은 ① 환자 동의 기반으로 에코스마트시티 내 보건의료기관의 의료정보 일체 수집·연계, ② 스마트홈 기반 IoT 센서, 웨어러블 디바이스 등에서 축적되는 개인 중심의 일상정보를 연속적으로 수집·연계·분석·모니터링, ③ 기상청에서 제공하는 보건·생활기상정보의 수집·연계·모니터링 등을 주요 내용으로 한다.

또한 수집·분석된 정보를 기반으로 필요시 최적화된 의료서비스, 건강관리서비스(비의료서비스)를 연계하여 지속 제공하고, R&D 임상·실증을 포함한 관련 기업 전주기 지원 등 헬스케어 산업의 육성을 지원하고자 한다. 서비스간 연계 및 산업 생태계 육성 지원은 ① 의료기관 방문시 축적된 건강 관련 정보 분석 기반 정밀의료 서비스, ② 이상 증상 발현, 질병 의심 시 사용자 의료기관 방문 안내 , 응급상황 대응 서비스, ③ 건강 관련 정보간 연계를 통한 고위험자 대상 주의정보(천식 환자 대상 미세먼지 주의 알람, 노약자 대상 온열질환 주의 알람 등) 제공 서비스, ④ 노인·장애인 대상 실시간 이상 확인 모니터링 서비스, ⑤ R&D 임상·실증을 포함한 기업의 전주기 지원 등 건강 관련 산업의 육성 지원 등을 주요 내용으로 한다.

〈표 4-18〉 헬스케어 빅데이터센터의 주요 기능

구분		주요 내용
클라우드 기반 통합 시스템 구축·운영	건강 관련 정보 수집·저장	○ 의료정보·일상정보·기상정보·재난정보·기타정보 등의 건강 관련 정보의 수집·저장 - (의료정보) 보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보로, 보건의료인 등이 행하는 진료정보, 임상정보, 검사·처치정보, 접종정보, 복약정보 등을 포함함 - (일상정보) IoT, 웨어러블기기 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보로 life log 정보라고도 불리며, 심박수, 혈압, 산소포화도, BMI , 수면, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일 운동량 등을 포함함 - (기상정보) 보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보로, 온도, 습도, 자외선지수, 미세먼지농도, 식중독지수 등을 포함함 - (재난정보) 재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보로, 감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 관련 경보 등을 포함함 - (기타정보) 개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보로, 교통정보, 위치정보 등을 포함함
	건강 관련 정보 통합·분석	○ 클라우드 기반 통합시스템에 수집·저장된 건강 관련 정보의 실시간 연계·분석 - (건강 관련 정보 통합) 다양한 정보원으로부터 수집된 다양한 형태의 건강 관련 정보를 개인 중심의 의미있는 정보 또는 활용 가능하도록 결합(통합)하는 일련의 과정 - (건강 관련 정보 분석·모니터링) 개인 맞춤형 의료서비스·건강관리서비스를 제공할 수 있도록 수집·통합된 정보를 분석·모니터링

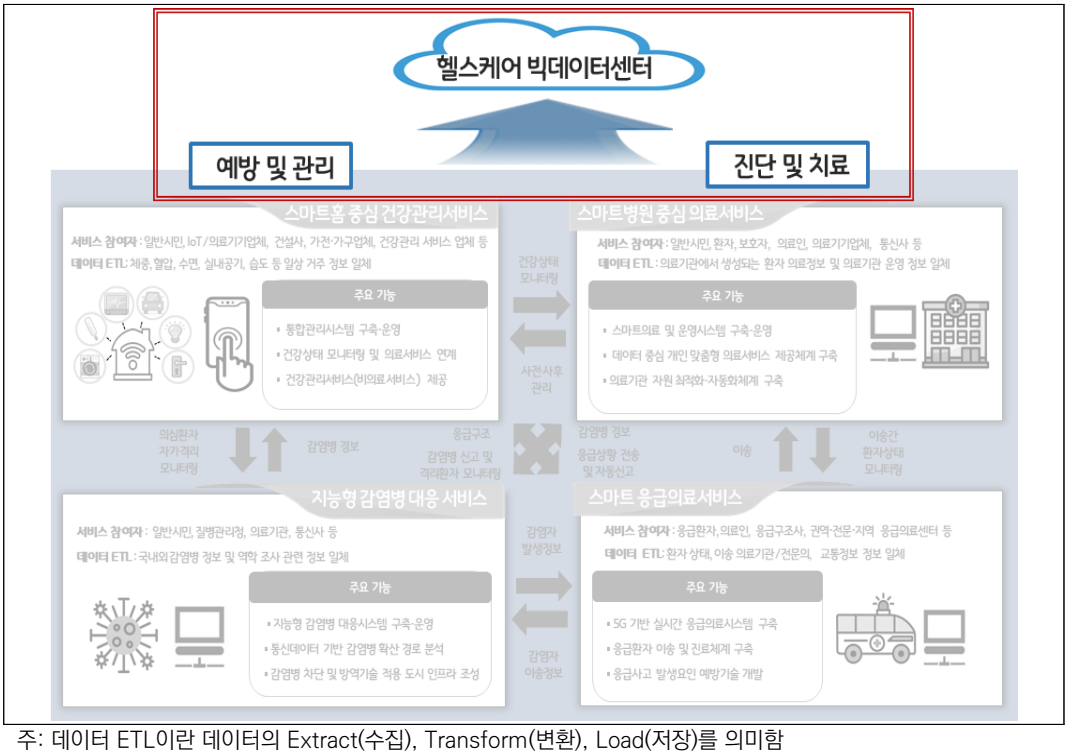
건강 관련 정보 활용 및 서비스 연계	○ 분석된 정보 기반의 개인 맞춤형 의료서비스·건강관리서비스 제공 및 관련 산업 생태계 육성 지원 - (서비스 연계) 분석된 정보 기반으로 필요시 연속성있는 개인 맞춤형 서비스(의료서비스, 건강관리서비스)를 연계 - (산업 생태계 육성 지원) R&D 임상·실증을 포함한 기업의 전주기 지원 등 건강 관련 산업 육성 지원

자료: 연구진 작성

마. 사업추진전략

에코스마트시티 헬스케어 부문에서는 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 서비스모델을 발굴하고 실현하고자 한다. 그 중 에코스마트시티 시민의 건강증진을 위한 통합관리 및 운영 생태계를 구축하기 위하여 헬스케어 빅데이터센터를 구축, 운영하고자 한다.

〈그림 4-14〉 질병 진단 및 치료 서비스의 사업추진전략



주: 데이터 ETL이란 데이터의 Extract(수집), Transform(변환), Load(저장)를 의미함
자료: 연구진 작성

바. 사업추진 로드맵

사업추진을 위한 재원의 경우 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지 및 고도화는 민간에서 담당하는 것을 제안한다. 지역 및 관련 시설 입지 선정을 전제로, 2021년까지 기초연구 및 설계, 2022년 기본서비스 제공, 2023년 이후 고도화를 추진하는 것을 목표로 한다.

〈표 4-19〉 시민 건강 통합관리 및 운영 서비스의 사업 추진계획

구분	'21	'22	'23	'24	'25
헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영	기본계획 수립	시범사업	본사업 및 고도화		

자료: 연구진 작성

5. 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축

가. 사업의 배경 및 필요성

본 사업은 에코스마트시티를 구축할 때 노인, 장애인, 아동 등 안전에 취약한 안전취약계층이 안전하게 이동할 수 있도록 하여 범죄, 사고로 인한 위험을 막고, 건강한 삶을 살 수 있도록 돕고자 하는 데에서 고안되었다.

1) 관련 정책 및 법

아동 안전관련 법령은 교육부, 보건복지부, 안전행정부, 환경부 등 여러 부처에서 분야별로 아동의 안전을 관리하고 있다.

〈표 4-20〉 소관 부처별 어린이 안전관련 법령

소관부처	각종 법률	관련 조항
교육부	학교안전사고 예방 및 보상에 관한 법률	제6조(학교시설에 대한 안전점검) 제10조(안전조치)
	초·중등교육법	제18조의4(학생의 인권보장) 제30조의8(학생의 안전대책 등)
	학교급식법	제3조(국가·지방자치단체의 임무) 제12조(위생·안전관리) 제16조(품질 및 안전을 위한 준수사항)
	학교보건법	제4조(학교의 환경위생 및 식품위생) 제5조(학교환경위생 정화구역의 설정) 제6조(학교환경위생 정화구역에서의 금지행위 등)

소관부처	각종 법률	관련 조항
		제8조(등교 중지) 제9조(학생의 보건관리) 제10조(예방접종 완료 여부의 검사) 제11조(치료 및 예방조치) 제12조(학생의 안전관리) 제14조(질병의 예방) 제14조의2(감염병 예방접종의 시행)
보건복지부	아동복지법	제15조(보호조치) 제17조(금지행위) 제22조(아동학대의 예방과 방지 의무) 제27조(아동학대 현장 출동 및 격리 조치 등) 제29조(피해아동 및 그 가족 등에 대한 지원) 제30조(안전기준의 설정)
	아동의 빈곤예방 및 지원 등에 관한 법률	제4조(국가 및 지방자치단체의 책무)
	장애아동복지지원법	제4조(장애아동의 권리)
	실종아동등의 보호 및 지원에 관한 법률	제3조(국가의 책무) 제6조(신고의무 등) 제7조(미신고 보호행위의 금지) 제7조의3(실종아동등의 지문등정보의 등록·관리)
	청소년 보호법	제7조(청소년유해매체물의 심의·결정) 제13조(청소년유해표시 의무) 제15조(표시·포장의 훼손 금지) 제16조(판매 금지 등) 제18조(방송시간 제한) 제19조(광고선전 제한) 제26조(심야시간대의 인터넷게임 제공시간 제한) 제28조(청소년유해약물등의 판매·대여 등의 금지) 제29조(청소년 고용 금지 및 출입 제한 등) 제30조(청소년유해행위의 금지) 제31조(청소년 통행금지·제한구역의 지정 등) 등
	응급의료에 관한 법률	제3조(응급의료를 받을 권리) 제6조(응급의료의 거부금지 등)
	국민건강증진법	제3조(책임) 제9조(금연을 위한 조치)
산업통상자원부	품질경영 및 공산품안전관리법	제24조(어린이보호포장대상공산품의 신고 등) 제25조(어린이보호포장표시 등) 제26조(판매 등의 금지) 제27조(사용연령에 따른 판매 제한)
안전행정부 (경찰청)	도로교통법	제11조(어린이 등에 대한 보호) 제12조(어린이 보호구역의 지정 및 관리)
안전행정부	어린이놀이시설 안전관리법	제2조의2(국가 및 지방자치단체의 책무) 제13조(검사 불합격 시설의 이용 금지) 제14조(관리주체의 유지관리의무)
환경부	환경보건법	제23조(어린이활동공간의 위해성 관리) 제24조(어린이 용도 유해물질 관리) 제25조(어린이 위해성 정보의 제공)
식품의약품	어린이 식생활안전관리 특별법	제5조(어린이 식품안전보호구역 지정)

소관부처	각종 법률	관련 조항
안전처		제6조(어린이 기호식품 조리·판매업소 관리) 제8조(고열량·저영양식품의 판매 금지 등) 제9조(정서저해 식품 등의 판매 금지 등) 제10조(광조의 제한·금지 등) 제17조(부정행위의 금지 등)
국토교통부	교통약자의 이동편의 증진법	제18조(보행우선구역의 지정) 제21조(보행안전시설물의 설치) 제23조(불법시설물의 정비)

출처: 한국법제연구원(2013). 안전취약계층 및 안전사각지대 관련 법제도 개선방안연구: 어린이, 노인, 신종레저 안전 제도개선을 중심으로, pp. 24-27.

노인 안전과 관련된 조항은 분야별로 국토교통부, 안전행정부 국교교통부 등에서 관리하고 있음. 여러 부처에서 분야별로 아동의 안전을 관리하고 있다. 보행우선 구역 관련 조치 등 교통약자 이동편의 증진법은 국토교통부에서 관리하고 있으며, 보호구역, 교통안전시설의 설치 등은 어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙에 속한다.

〈표 4-21〉 소관 부처별 노인안전과 관련된 조항

소관부처	각종 법률	관련 조항
국토교통부	교통약자 이동편의 증진법	제18조(보행우선구역의 지정) 제19조(보행우선구역에서의 조치) 제20조(보행우선구역의 지정 해제 등) 제21조(보행안전시설물의 설치) 제22조(도로 점용물의 이설 등) 제23조(불법시설물의 정비) 제24조(보행우선구역 관리대장의 작성·보관) 제24조의2(보행교통연구센터의 지정) 등
	주택건설기준 등에 관한 규정	제56조(대지의 안전)
	건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙	제15조 제3항(계단의 설치기준) 제15조의2 제2항(복도의 너비 및 설치기준)
	도시·군계획시 설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙	제19조(보행자전용도로의 구조 및 설치기준)
	장애인·고령자 등 주거약자 지원에 관한 법률	
안전행정부 (경찰청), 보건복지부, 국토교통부, 교육부	어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙	제3조 제2항(보호구역의 지정) 제6조(교통안전시설의 설치) 제9조(보호구역에서의 필요한 조치)등
안전행정부 (경찰청)	도로교통법	제12조의2(노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리)

출처: 한국법제연구원(2013). 안전취약계층 및 안전사각지대 관련 법제도 개선방안연구: 어린이, 노인, 신종레저 안전 제도개선을 중심으로, pp.89-91.

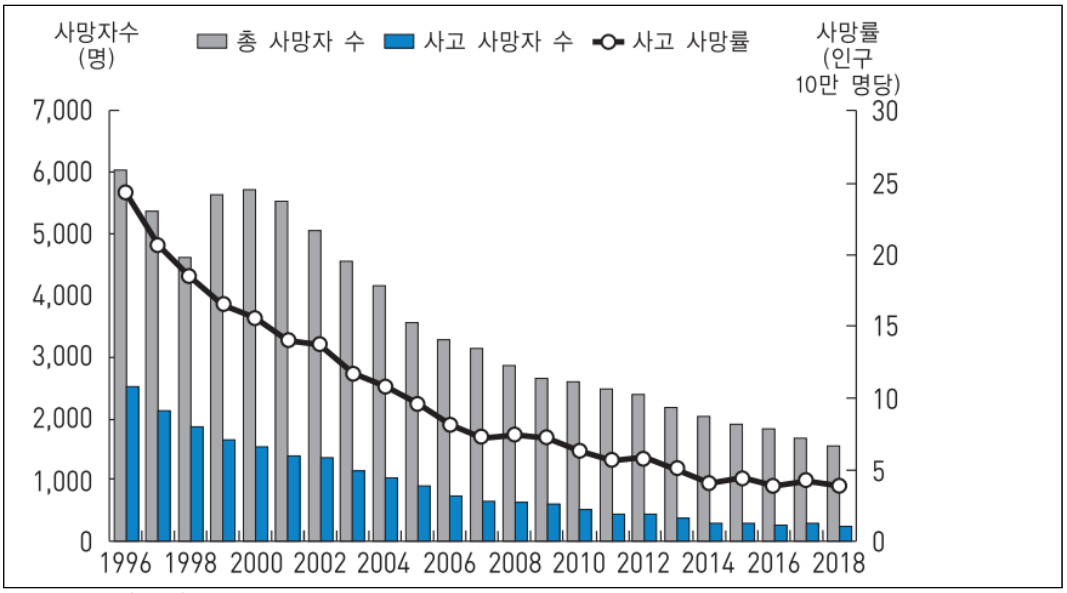
장애인 관련 안전은 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 볍률 또는 장애아동의 경우 장애아동 복지지원법에 의해 관리되고 있다. 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률(약칭: 장애인등편의법)」은 장애인, 노인과 임산부 등이 일상에서 안전하고 편리하게 시설과 설비를 이용하고 정보에 접근할 수 있도록 보장하는 법률이다[14]. 동일 법률 시행령과 시행규칙에서는 편의시설 설치 대상시설, 대상시설별 편의시설의 종류 및 설치기준, 편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준, 편의시설의 안내표시 기준, 휠체어 등을 비치하여야 하는 공공건물 및 공중이용시설의 범위와 비치용품의 종류 등을 명시하고 있다[15].

2) 관련 통계

(가) 아동

아동들의 사망 및 사고의 원인을 년도별로 추이를 살펴보면 1996년부터 2018년까지 꾸준히 아동 사망률과 사고율은 감소해왔으나, 운수사고의 비율 그 중에서도 보행사고의 비율이 높아 예방할 수 있는 대책이 필요하다.

〈그림 4-15〉 어린이(0-14세) 사망자 수 및 사망률, 1996-2018

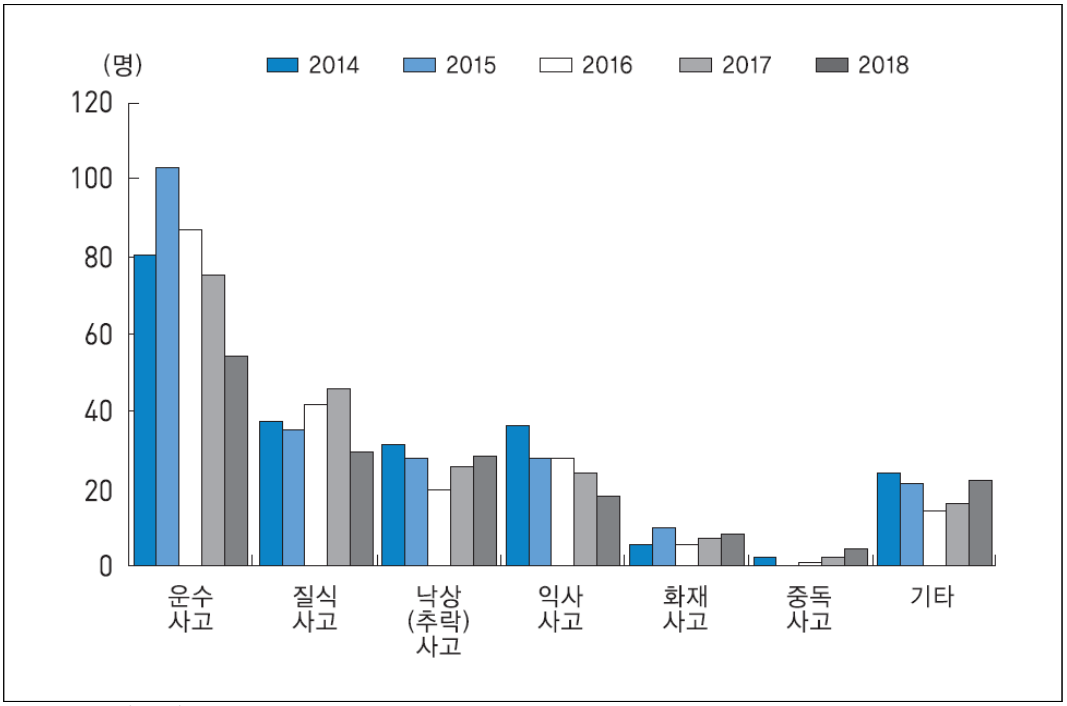


자료: 류현숙(2019). 한국의 사회동향 2019: 안전취약계층의 안전사고 동향. 통계청 통계개발원, p. 307 표 재인용.

14) 국가법령정보센터, www.law.go.kr에서 2020.11.24. 인출.
15) 국가법령정보센터, www.law.go.kr에서 2020.11.24. 인출.

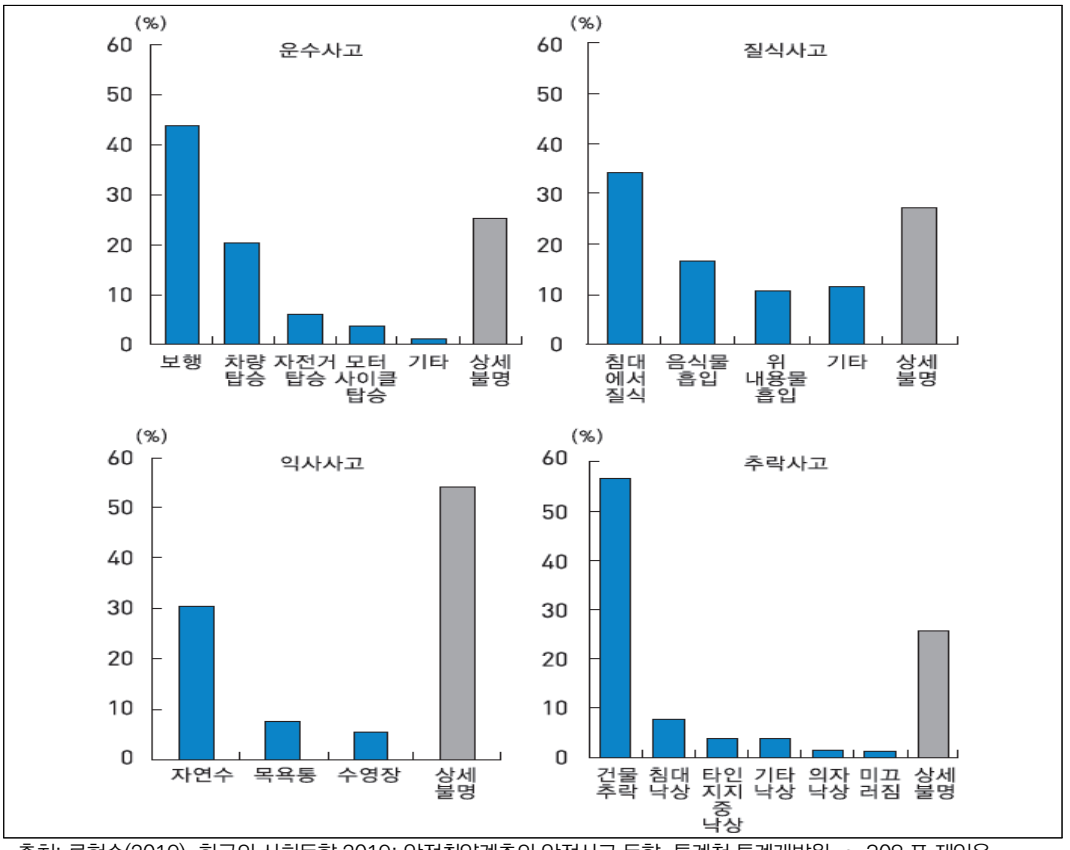
1996년부터 2018년까지 총 8만 678명의 어린이 사망자가 있었으며, 그 중, 사고 사망자 수는 2만 1,357명(26.5%)이다(류현숙, 2019: 306). 연도별로 어린이 사고 사망자 수를 살펴보면, 1996년 2,521명에서 2018년에는 253명으로 20여년 동안 급감하는 추이를 보인다(류현숙, 2019: 306). 그러나 어린이 사고 사망자 수와 사망률은 급감하였지만, 운수 및 질식사고 등 부주의에 의한 안전사고가 여전히 높은 비중을 차지하고 있다(류현숙, 2019: 306-307). 2014년에서 2016년까지 발생한 어린이 사망사고를 세부 유형별로 살펴본 결과, 운수사고로 사망한 어린이는 총 270명으로 이 중 보행사고가 118명(43.7%)으로 가장 높았고, 다음으로 차량 탑승사고가 55명(20.4%)으로 가장 높았다(류현숙, 2019: 307). 질식사고로 사망한 어린이는 총 114명이었고, 이 중 39명(34.2%)은 침대에서 질식, 19명(16.7%)은 기도에 음식물이 걸려서 사망, 12명(10.5%)은 토사물에 의해 질식하여 사망했다(류현숙, 2019: 307).

〈그림 4-16〉 어린이(0-14세) 비의도적 사망사고 유형별 사망자 수, 2014-2018



자료: 류현숙(2019). 한국의 사회동향 2019: 안전취약계층의 안전사고 동향. 통계청 통계개발원, p. 307 표 재인용.

〈그림 4-17〉 어린이(0-14세)주요 사망사고의 세부 유형별 사망자 구성 비율 (2014-2016)



출처: 류현숙(2019). 한국의 사회동향 2019: 안전취약계층의 안전사고 동향. 통계청 통계개발원, p. 308 표 재인용.

익사사고에 의해 희생된 어린이는 총 92명으로 집계되었고, 냇가나 강 등의 자연수에서 발생한 사망사고가 이 중 높은 비중을 차지하였다(30.4%)(류현숙, 2019: 307). 추락사고로 인한 사망자 수는 총 78명으로, 건물에서 떨어져 사망한 사고가 56.4%로 가장 높은 비율을 보였다(류현숙, 2019: 307). 2018년 어린이 사망사고를 유형별로 보면, 운수, 추락, 익사, 질식, 화재, 중독 등에 의한 비의도적 사고가 64.4%를 차지하였는데 비의도적 사고에 의한 163명의 어린이 사망자 중 33.1%가 운수사고로 사망하였다(류현숙, 2019: 307).

(나) 노인

노인들의 사고 원인 및 비율에 대해서 살펴보면 노인들은 특히 운수사고 및 낙상 사고 등의 비중이 높으며, 낙상에는 버스 난폭운전으로 인한 대중교통 이용 중의 낙상도 포함되는 것으로 파악하여, 교통약자에 대한 배려부족이 사고로 이어지고 있음을 알 수 있다. 노인의 비의도적 사고로

인한 사망 중에서는 운수사고가 굉장히 높은 비중을 차지하는데, 2018년 발생한 전체 교통사고 중 노인 교통사고는 17.8% 수준이다(류현숙, 2019: 309). 고령자 운수사고 유형 중 보행자의 사망이 가장 높은 비중을 차지하였는데, 2016년 기준 OECD 국가 중 한국은 노인 교통사고 사망률이 노인 인구 10만 명당 25.6명으로 비교대상 국가 중 가장 높으며, OECD 평균 8.8명에 비해 약 3배가량 높은 수치이다(류현숙, 2019: 309).

낙상과 관련해서는 전체노인의 15.9%가 지난 1년간 낙상을 경험한 것으로 나타났으며, 낙상 경험자의 지난 1년간 낙상횟수는 평균 2.1회이고 낙상으로 인해 병원치료를 받은 경우는 64.9%였다(정경희 외, 2017: 598). 기타 낙상이유로는 버스 난폭운전, 자동차 급정거, 침대에서 떨어짐 등으로 조사되었다(정경희 외, 2017: 598).

노인의 안전사고(집안 내 화재, 가스누출, 누수 등) 경험률을 살펴보면 노인의 0.6%가 지난 1년간 안전사고를 경험한 것으로 나타났다(정경희 외, 2017: 598). 유배우 노인(0.5%)보다는 무배우 노인(0.8%)에서, 취업노인(0.4%)보다는 미취업 노인(0.7%)에서, 노인부부가구(0.6%), 자녀동거가구(0.4%) 보다는 노인독거가구(0.9%)에서, 기능상태에 제한이 없는 노인(0.5%)보다는 제한이 있는 노인(0.8%)에게서 상대적으로 안전사고 경험률이 높았다(정경희 외, 2017: 598).

다) 장애인

장애인들의 사망 및 사고 원인과 비율을 살펴보면, 장애인들의 사고 발생률은 전체 인구 중 사고발생률 보다 10배 가까이 높은 것으로 나타나고, 장애인의 연령이 높을수록 사고발생률도 높아, 노년 장애인구의 사고 예방에 관심을 기울일 필요가 있다. 2012년 기준 전체 인구의 사고 발생률은 0.7%인 반면 장애인의 경우는 7.7%로 집계되었다(류현숙, 2019: 310). 이는 비장애인에 비하여 장애인이 사건, 사고의 위험에 10배 이상 취약하다는 점을 나타낸다(류현숙, 2019: 310). 장애인의 연령별로 운수, 추락, 익사, 화재, 중독 등 비의도적 사고 유형별 사망률을 살펴본 결과, 전반적으로 연령이 증가함에 따라 비의도적 사고 사망률이 상승하였다(류현숙, 2019: 311). 사고 유형별로 살펴보면, 운수사고 사망률은 70-79세의 장애인이 54.3명으로 가장 높았다(류현숙, 2019: 311).

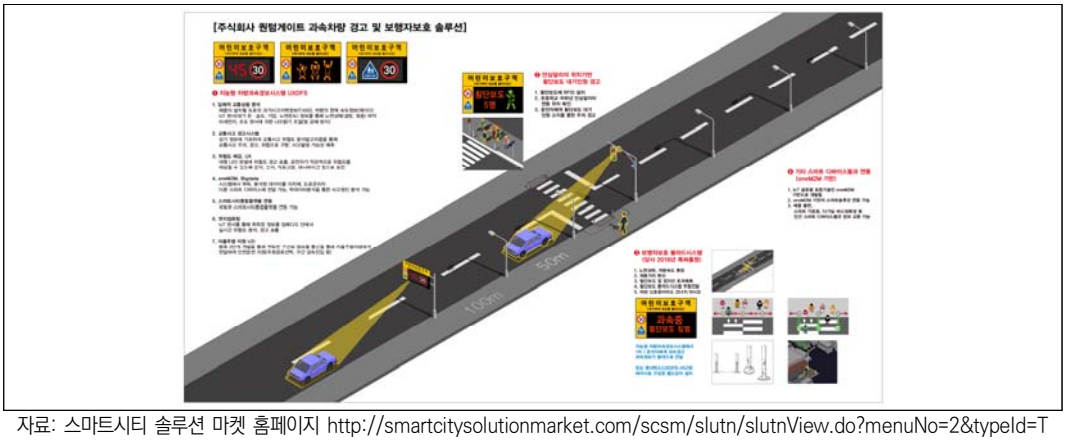
3) 안전관련 스마트시티 사례

(가) 국내 사례

스마트시티에 적용할 수 있는 아동 교통사고 예방의 방법으로 어린이보호구역에 차량과속경보

시스템을 설치하여 어린이 및 노인 보호구역 등 사고다발지역에 접근하는 운전자에게 경고하여 자신의 속도를 점검하고 감소시킬 수 있도록 하는 보행자보호 솔루션이 있다. IoT와 빅데이터 기반의 '사용자 중심 차량과속경보시스템'은 어린이보호구역, 노인보호구역, 사고다발지역에 접근하는 차량 및 운전자에게 위험도를 경고하는 시스템이다.[16] 구체적으로는 과거 사고이력 정보, 노면상태 정보, 차량속도에 따른 위험정도를 표출하여 구간 진입 전 차량속도를 미리 줄일 수 있도록 유도하는 시스템이다.[17]

〈그림 4-18〉 어린이보호구역 차량과속경보시스템



자료: 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지 http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=2&typeId=TYP002&styCode=T0003&slutnId=SLUTN_00000000000314에서 2020.9.14. 인출.

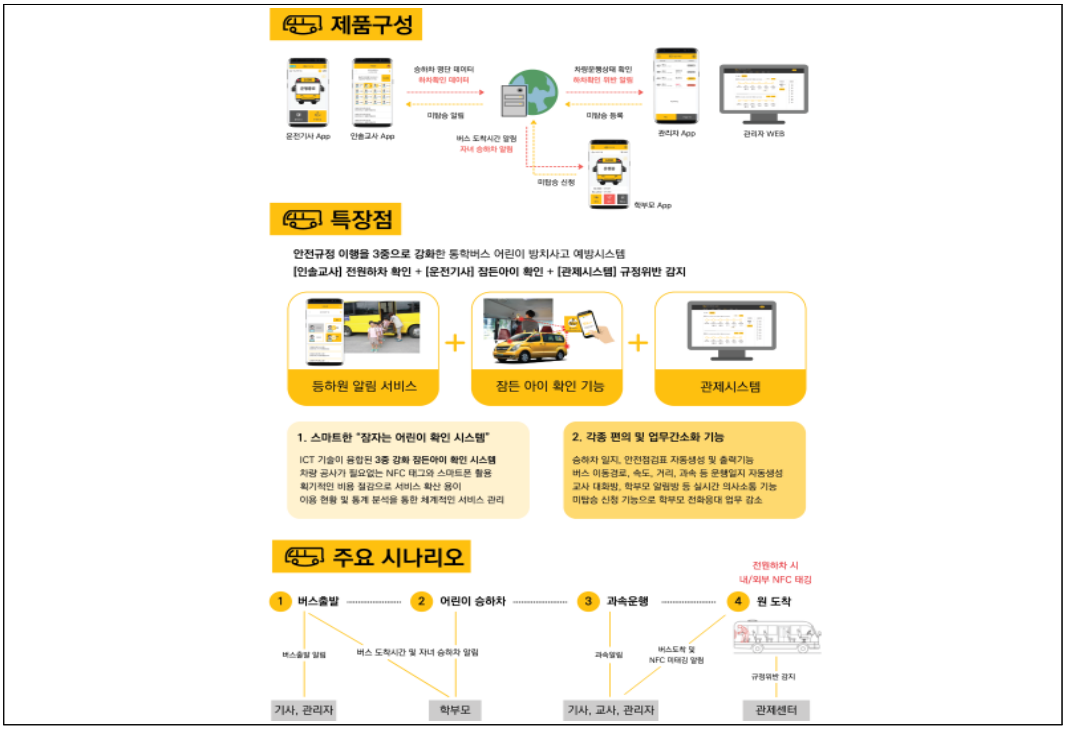
고양시에서는 초등학생 보행안전을 위한 스마트 IoT 보행로로 초등학교 주변 교통사고 다발지역에 보행자가 위험을 감지할 수 있는 스마트시티 서비스를 리빙랩 협의체 운영으로 진행 중이다. 고양시는 ICT/IoT 기술을 활용하여 도시문제를 해결하는 시민체감형 스마트시티 서비스를 구축 중이며, 리빙랩 기반으로 기술을 개발하고 실증하는 노력을 경주 중인데, 고양지식정보산업진흥원 주도로 산학연관 리빙랩 협의체를 운영하여 서비스 및 기술을 개발하고 실증 중이다. 또한 도시재생 지역에 위치한 고양 초등학교 주변 통학로의 교통사고 빈발 문제 해결을 위한 기술을 개발하였는데, 주변도로 대상지 분석 등 계량적 접근법, 학부모 간담회 등 정성적 수요조사, 기관간 협의 등 다양한 방법을 통해 스마트시설물을 선정하고 설치하는 방안을 모색하여, 시민만족도를 향상시키면서도 실현가능한 해결방안을 모색고 있다. 리빙랩의 대상지역, 문제, 대상 등이 확정된 이후, 구체적 사업제안 단계에서 정성정 수요조사, 지역문제 진단 및 해결방안 후보군 도출시 보

16)4) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=2&typeId=TYP002&styCode=T0003&slutnId=SLUTN_00000000000314에서 인출(2020.9.14.)

행환경, 운전자/보행자의 시야, 과속현황의 계량분석을 활용하여 데이터 수집 및 분석결과를 리빙랩 운영시 관계자 소통의 출발점으로 활용하였다는 특징이 있다.

한편, 다수의 영유아가 이용하는 셔틀버스에서 일어나는 안전사고 등을 방지하기 위해 영유아 아동 승하차 정보를 알려주는 '믿고 타요' 시스템을 도입하였다.

〈그림 4-19〉 '믿고 타요' 시스템 운영모델



자료: 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지 http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=5&typeId=TYP005&styCode=P0005&slutnId=SLUTN_00000000000119에서 2020.9.14. 인출.

본 서비스는 아이에게 안전을, 학부모와 원 모두에게 안심을 제공해주기 위해 원생 승하차 체크, 학부모 등하원 알림 서비스, 등하원 일지 자동생성 등을 제공하는 앱 서비스이다[18]. 특히 ICT 기술이 융합된 3중 강화 '잠자는 어린이 확인 시스템'을 통해 운전기사가 잠든 어린이 확인이 가능하며 이용현황 및 통계분석을 통한 체계적인 서비스 관리가 가능하다.[19] 또한 관제시스템에선 버스 이동경로, 속도, 거리, 과속 등 운행일지가 자동생성되며 미탑승 신청 기능으로 학부모 전화응대 업무도 감소할 수 있게 해준다.[20]

18)6)7) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=5&typeId=TYP005&styCode=P0005&slutnId=SLUTN_00000000000119에서 2020.9.14. 인출

서울시 금천구에서는 '여.행.우.동-여성과 어린이가 행복한 우리 동네' 리빙랩 프로젝트를 진행하여, 지역 상황과 필요에 맞는 시설을 고안해내고 스마트시티 기술적 해결방안 모색 중이다. 서울시 금천구는 '사람 중심 스마트시티'를 목표로 다양한 디지털 사회혁신 사업을 수행 중이며[21], 여.행.우.동 리빙랩 프로젝트는 '2019 금천1번가 리빙랩 공모사업'에서 선정되어 2019년 하반기에 추진하고 있다. 대단지 아파트 단지에 후문이 연결된 비탈길 소재 금천구 금동초의 학교 운동장이 주민 주요 이동경로로 이용되면서 발생한 학교 안전 문제 및 이를 둘러싼 주민갈등을 해결할 수 있는 법제적, 도시계획적 해법 및 스마트시티 기술 서비스 모색 차원에서 진행하였다(2019.11.27. 인터뷰 조사 결과). 스마트시티 기술 서비스 도입 이전에 학교 운동장을 경유하는 주민 이동경로 확보 및 안전시설 설치를 위한 법제적, 도시계획적 해법이 필요하며 이를 위한 기관간 협의 등이 우선 필요했다. 이에 금동초 학부모회가 중심이 되어 학생, 학부모, 주민 등이 느끼는 초등학교 주변 보행로의 안전 및 편의 문제를 진단하고 기술적 해결방안 모색하였다. 설문조사, 드론 촬영, 사례 인터뷰, 캠페인, 공공시설 및 관공서 이용자 현황조사, 전문가 특강, 공론회, 타 지역 사례조사 및 문헌조사 등의 다양한 방법을 시민이 직접 활용하여 문제진단, 공감대조성, 주민인식 제고 및 소통 촉진하였다(김희숙 외, 2019). 금천구청 부서 관계자, 구청장, 지역 주민 및 어린이와의 대화를 통해 향후 활용가능한 기술적 해결책을 모색 중이나, 시민들이 기술적 컨설팅을 제공할 수 있는 전문기술 연구기관이나 기업을 찾는 데 어려움을 겪고 있다고 한다.

〈표 4-22〉 여.행.우.동 리빙랩 프로젝트의 주민제안 솔루션 예시

구분	주민제안 솔루션		
범죄예방형 환경설계	 고보 조명	 투명 엘리베이터	 CCTV
넛지효과 유발형 환경설계	 옐로우 카펫	 3D 횡단보도	 피아노 계단

21) 서울PN(2018.8.8.), 현장행정: '사람 중심' 스마트시티 금천.
https://go.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20180809014020 (인출일: 2019.12.9.)

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="3">주민제안 솔루션</th></tr>
<tr><td>사물인터넷 솔루션</td><td> 
드론 앵커 센터</td><td> 
AI 방범 CCTV</td><td> 
AI 보행자 알리미 서비스</td></tr>
<tr><td>사회적 약자 배려시설</td><td colspan="2"> 
경사로 모노레일</td><td> 
야외용 에스컬레이터</td></tr>
</table>

자료: 김희숙·유하나·김은경·안의숙·이명은·장은숙(2019). 시흥골뚜벅이 리빙랩 활동보고서 2019. 금천구청.

나. 계획 방향 및 목표

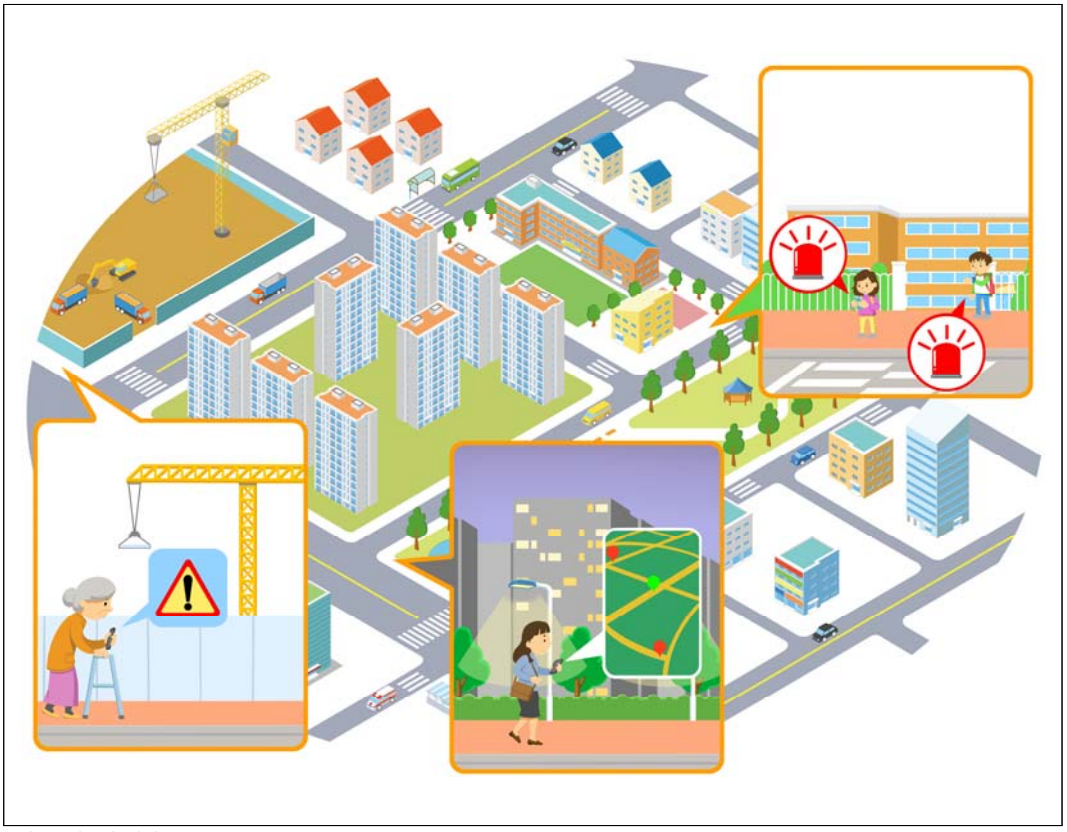
안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축에서는 아동, 노인, 장애인 등 안전취약 계층이 길을 가거나 대중교통을 이용하는 등 스마트 시티 내를 이동할 때, 각 집단에게 위험한 지역을 기존 사고위치 데이터로 파악한 후 각 개인에게 개인 스마트 기기를 통해 위험도와 대안도로를 알려주어, 사고를 예방하고자 고안되었다. 다양한 요구를 지닌 시민이 도시에 거주하면서 직면하는 물리적, 심리적 위협 문제를 해소하고, 예측 가능한 위험을 예방하기 위해 스마트기술을 이용하여 커뮤니티 내의 위험요소의 선제적 파악 및 예방할 구체적 방안이 필요한데, 도시 거주민의 연령대별 대상별 생활 (시공간) 데이터를 구축하고, 축적된 데이터를 활용하여 대상별 주요 이용 공간 및 이용 시간대, 대상별 위험도를 예측해 위험요소를 미리 파악하고 예방할 수 있도록 정보를 공유·활용할 수 있도록 시스템을 구축하고자 한다.

다. 사업의 당위성

본 사업은 사업 가치의 6S 중 SAFE를 증진시키고 CRIME을 감소시키는 목적을 가진다. 스마트시티 내에 안전취약계층의 위험요소를 스마트기술을 이용하여 사전에 예측하고 알려주는 방식으로 예방하여, 안전취약계층의 안전을 확보하고 이를 통해 사고 및 범죄를 감소시키는 효과를 얻고자 한다.

목표달성을 위한 KPI는 아동 사고율 감소, 노인 사고율 감소, 여성 아동 성범죄율 감소이며, KPI 측정방법으로는 통계청 자료를 이용하여 측정하고자 한다.

〈그림 4-20〉 Safety: Moving Safety Zone



자료: 연구진 작성

라. 사업 내용

DATA로는 안전취약계층이 보행하기 위험한 지역에 관한 데이터를 수집하고자 한다. 특히 10대 이하 어린이 사고 다발지역 데이터, 60세 이상 노인 사고 다발지역 데이터, 개인의 이동 동선 데이터, 성범죄자 이동 데이터를 수집하는 것이 목표이다.

Information Layer로는 서울시 KT LTE 가입자 대상 데이터인 “생활인구” 데이터처럼, 행정구역별, 시간대별, 인구이동 정보 이용 가능하게끔 하고자 하며, 현재 위치 정보 및 가려고 하는 목적지 정보 등을 파악하여 적정 경로를 안내해준다.

Service Layer는 위험위치 정보를 안내받기 위한 어플리케이션 설치이다.

Technology Layer로는 GPS 시스템을 사용해 어느 지역에 어떤 사람들이 있는지 파악함, 사람들이 밀집되어 있는 지역거리 및 대상 등 인구통계학적 특성 파악 가능하게끔 한다.

스케일은 도시이며. 신도시와 구도시 모두 추진 가능하며, 위험지역 파악 및 개인 스마트폰을 통한 알림 등은 구도시에서도 실현 가능하다.

마. 사업추진 전략

시스템 아키텍트는 스마트시티 내의 노변장치, 모바일 장치 등을 이용하여 정보를 모으고 보내는 역할을 한다.

〈표 4-22〉 Moving Safe Zone 사업추진 전략 구성

구성	설명
1) Smart City Operation room	- 사고 지역 파악 데이터 수집 및 전송
2) 노변 장치, CCTV 센서	- 장애인, 노인, 아동 이동 시 체크 할 수 있는 노변 센서 (정류장, 지하철, 신호등, 공원 등)
3) mobile	- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위험 위치를 전송 이동 동선 등록을 위해 모바일 통해 tag 하여 위치 전송
4) 차량장치	-

자료 : 연구진 작성

바. 사업추진 주체

중앙정부 및 지자체에서 사업을 운영할 수 있도록 정보수집 및 제공을 맡는다.

사. 사업추진 로드맵

2021년부터 그룹별 위험지역 파악에 필요한 데이터를 수집하고, 어플리케이션을 통해 공유하는 시스템을 구축하고, 2022-2023에 실제 생활에 적용하여, 사고 예방효과 파악한 후 2024년부터 본사업에 적용한다.

〈표 4-23〉 Moving Safe Zone 사업추진 로드맵

	2021	2022-2023	2024-2030
사업종류	시범사업 준비	시범사업	본사업 및 확장사업
구체적 실행방안	그룹별 위험지역 파악에 필요한 데이터를 수집하고, 어플리케이션을 통해 공유	정보 전송 시스템 구축 및 실제 적용, 사고 예방 효과 파악	본사업 실시 및 KPI 측정

자료 : 연구진 작성

6. 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델

가. 사업의 배경 및 필요성

현재 휠체어 이용 장애인 및 유아차를 이용하여 영·유아 자녀를 동반하는 부모, 노인 등 이동을 하는데 있어서 어려움이 많은 이동취약계층이 보다 편리하게 대중교통 이동을 할 수 있게 하여, 이동취약계층도 이동의 장벽없이 사회활동에 참여할 수 있도록 사업을 고안하였다.

1) 관련 통계

(가) 아동

아동을 양육하는데 있어, 아동을 동반한 이동의 편의를 고려하고 높일 필요가 있다. 아동과 그 가족이 생활하는 주거 환경의 편의를 도모하는 주요 기반시설의 이용 편의성은 이용자들의 접근성 인식수준과 밀접한 관련이 있는데, 기반시설의 위치와 이용을 위한 물리적 이동 정도에 따라 접근성에 대한 인식수준이 결정되기 때문이다(류정희 외, 2019: 437). 이에 아동의 주양육자를 대상으로 문화, 체육시설을 비롯하여 의료기관, 교육기관, 공공기관 등 주요 기반시설의 접근성에 대한 인식수준을 살펴본 결과, 이용하기 편리한 곳에 위치하고 있다고 응답한 비율 가운데 교육기관과 대중교통의 이용 편이성과 접근성 수준에 동의하는 의견이 각각 87.2%와 86.7%로 가장 높았다(류정희 외, 2019: 437). 반면, 사회복지관련 이용 시설에 대한 이용 편의성과 접근성에 대한 동의 수준이 64.9%에 불과하여 생활편의 시설의 접근 및 이용 편의성에 있어 가장 낮은 응답률을 보였다(류정희 외, 2019: 437).

(나) 장애인

장애인은 15.6% 정도가 혼자서 이동이 어려우며, 외출을 잘 하지 않는 경향이 있어, 교육 및 사회 참여 등에 제약을 받기도 한다. 장애인의 사회생활과 관련하여, '혼자서 외출할 수 있습니까?'에 대한 응답 장애인의 84.4%가 '혼자서 외출할 수 있다고'고 응답하였고, 15.6%의 장애인은 '혼자서 외출할 수 없다'고 하였다(김성희 외, 2017: 346). 지난 1개월 동안 어느 정도 외출을 하였는지에 대해서는 거의 매일이 70.1%, 주 1~3회 외출이 19.5%, 월 1~3회 외출이 5.9%, 그리고 전혀 외출하지 않는 장애인의 응답자는 4.5%로 나타났다(김성희 외, 2017: 347). 대부분의 장애인은 거의 매일 혹은 주 1~3회 이상 외출하고 있음을 알 수 있었다(김성희 외, 2017: 347).

외출하지 않는 주된 이유에 대해서는 응답 장애인의 72.7%가 "장애 때문에 몸이 불편해서"라고 하였고, 12.0%는 "외출 도우미가 없어서"가 외출하지 않는 이유로 나타났다(김성희 외, 2017:

349). 지체, 뇌병변장애인이나, 호흡기, 간장애인과 같은 신체적 장애인은 불편한 몸 때문에, 시·청각장애인이나 자폐성 장애인 등은 외출시 길 안내나 의사소통에 도움을 줄 수 있는 도우미가 부족한 점을 외출이 어려운 이유로 지목하고 있었다(김성희 외, 2017: 349). 집밖 활동시 느끼는 불편정도에 대해서는 매우불편(13.1%), 약간불편(33.5%) 하다고 응답하여 전체장애인의 46.6%가 불편하다고 응답하였다(김성희 외, 2017: 350).

장애인이 가장 많이 이용하는 주된 교통수단은 자가용(33.5%), 일반버스,(26.6%), 지하철·전철(11.3%) 등의 순으로 나타났는데, 장애인들은 교통수단 이용시 어려움을 느끼는 정도에 대해 매우 어렵다(12.1%) 약간 어렵다(24.7%)로 전체 응답자의 36.8%가 어렵다고 응답하였다(김성희 외, 2017: 351).

한편, 우리나라 장애인의 교육수준은 '무학(10.4%)', '초등학교(27.3%)', '중학교(16.7%)', '고등학교(30.4%)', '대학 이상(15.1%)'인 것으로 조사되었다(김성희 외, 2017: 311). 장애인이 다녔거나 현재 다니고 있는 학교형태를 초등학교 기준으로 살펴볼 때 '학교를 다니지 않음'의 비율이 10.4%로 나타났고(김성희 외, 2017: 312), 중학교의 경우 36.9%, 고등학교의 경우 38.9%로 비교적 높게 나타났다(김성희 외, 2017: 313). 장애인이 학교를 다니지 않았거나 중도에 그만둔 이유는 '경제적 어려움'이라는 응답률이 72.5%로 가장 높았고, 그 다음으로는 '집에서 못 다니게 해서(11.9%)', '다니기 싫어서(6.4%)', '심한 장애로 인하여(5.5%)' 순이었다(김성희 외, 2017: 314). 또한 현재 다니고 있는 보육시설 형태를 살펴본 결과 '다니지 않음'이 72.0%로 가장 높았다(김성희 외, 2017: 315).

2017년 기준 장애인 취업인구는 931.4천명으로 연령별로 살펴보면 50~64세가 가장 많은 비중을 차지하고 있어, 장애인 취업인구의 중고령화 현상을 알 수 있다(김성희 외, 2017: 329). 장애인의 인구대비 취업자비율은 36.9%인데 이는 전체인구의 취업자 비율인 61.3%보다 낮으며, 장애인 실업율도 5.1%로 전체인구 실업율 3.4%보다 약 1.5배 높은 수준이다(김성희 외, 2017: 329).

(다) 노인

노인들의 경우도 혼자 이동이 불편한 경우가 많고, 이러한 이동불편으로 인해 모임 참가 등이 어려워 더욱 소외될 수 있다. 노인이 외출할 때 불편을 느낀다고 응답한 노인을 대상으로 가장 불편한 점에 대해서 질문한 결과, 계단이나 경사 오르내리기가 48.3%로 가장 높고, 그 다음 버스(전철)타고 오르내리기 31.0%, 교통수단 부족 9.9% 순으로 응답하였다(정경희 외, 2017: 590). 기타 불편한 점으로는 거리가 멀어서, 눈이 잘 보이지 않아, 몸이 불편해서, 난폭운전 때문에 등인 것으로 조사되었다(정경희 외, 2017: 590). 노인주거의 편리성을 조사한 결과, 노인을 배려한 설

비를 갖추고 있는 경우는 6.1%에 불과하고, 생활하기에 불편하지는 않지만, 노인을 배려한 시설이 없는 경우 84.0%, 생활하기 불편한 구조는 9.9%인 것으로 나타났다(정경희 외, 2017: 585).

노인의 주요 기관·시설과의 도보 이동시간을 살펴보면, 시장, 슈퍼 등 일상용품 구매장소는 걸어서 5분~10분이 38.7%로 가장 높고, 병·의원, 보건소 등 보건의료기관은 5분~10분 미만이 34.0%로 가장 높고, 읍·면·동 사무소(주민센터)는 10분~30분이 36.4%로 가장 높은 것으로 조사되었다(정경희 외, 2017: 587). 노인(종합)복지관은 걸어서 30분 이상이 55.9%로 가장 높고, (종합)사회복지관, 장애인복지관, 여성회관 등도 30분 이상이 62.1%로 가장 높고, 버스정류장·지하철역은 5분~10분이 46.2%로 가장 높은 것으로 나타났다(정경희 외, 2017: 587). 다른 기관·시설은 보편적으로 도보로 30분 이내 근거리에 위치하고 있지만, 노인(종합)복지관, (종합) 사회복지관 등 여가·문화시설은 도보로 30분 이상 원거리에 위치하고 있어 접근성이 상당히 떨어지는 것으로 조사되었다(정경희 외, 2017: 587).

2) 이동 관련 스마트시티 사례

'누구나 평등하게 접근 가능한 거리 조성'은 위즈온 협동조합에서 진행한 프로젝트로 누구나 시설 이용권과 이동권을 보장받아야 한다는 조건에 착안하여 장애인의 접근성을 용이하는 게 목적이었다(황혜란, 2019: 91). 장애인 당사자 중심의 커뮤니티 구성, 설치형 접이식 경사로 개발 및 20~25곳 설치, 이동식 휠체어 경사로 대여소 10곳 설치, 커뮤니티 매핑 플랫폼 개발 및 커뮤니티 매핑 방식의 운영을 목표로 장애인, 상인, 기타 협력자가 함께 리빙랩을 실행한다(황혜란, 2019: 91).

'버추어 싱가포르' 프로젝트는 2014년 싱가포르 총리가 선포한 "스마트 네이션(Smart Nation)" 비전의 일환이며 기술, 데이터 및 네트워크 자원을 활용하여 국민의 질을 향상시키기 위한 목적으로 추진되었다(한국정보화진흥원, 2019: 28). '버추어 싱가포르' 프로젝트 사업을 통해 싱가포르 내 모든 건축물과 지형 정보를 기반하여 3D 가상화 환경인 디지털 트윈을 구축할 수 있으며 다양한 도시계획에 대한 사전 시뮬레이션이 가능함(한국정보화진흥원, 2019: 28). 이처럼 도시에서 수집된 데이터들을 가상화, 시각화하여 보다 가시적인 형태로 공유하게 된다(한국정보화진흥원, 2019: 28). '버추어 싱가포르'는 open-end 프로젝트로 현재 구축된 플랫폼을 기반으로 다양한 서비스 시나리오들이 제시되고 있는데, 대표적인 서비스 중 하나로 노약자 및 장애인들을 위한 길 안내 서비스가 있다(한국정보화진흥원, 2019: 30). 이는 계단과 언덕 등을 포함하는 지형 정보와 교통정보를 모두 제공할 수 있어 보행이 불편한 노약자나 장애인들을 위해 길 안내를 제공해줄 수가 있다(한국정보화진흥원, 2019: 30).

〈그림 4-21〉 노약자 및 장애인들을 위한 길안내 서비스



자료: 한국정보화진흥원(2019). AI·데이터가 만드는 도시 데이터 기반 스마트도시: 해외 사례를 중심으로. p. 30.

나. 계획 방향 및 목표

이동취약계층의 이동편의성 증가모델 구축에서는 아동, 노인, 장애인 등 이동취약 계층이 스마트 시티 내를 이동할 때, 현재 위치 및 목적지 위치를 입력하도록 하여 버스의 경우 휠체어 이동경사를 내리고, 지하철 이용의 경우 휠체어 이동차 이동요구가 센터를 통해 전달되도록 구축할 예정이다. 기존 사회적 약자를 위해 제공되는 인프라와 서비스 자원의 효용성을 판단해 이동의 최적화, 서비스 접근성은 높이고 인적자원과 물리적 자원의 효율성을 고려할 수 있도록 도시의 서비스 재디자인 및 자원연계가 필요하다(또는 재포지셔닝). 에코스마트시티에도 노인, 장애인, 아동 등 사회적 약자를 포함해 다양한 욕구를 지닌 시민이 거주하며, 이를 지원하는 기본 인프라 및 서비스가 제공된다.

다. 사업의 당위성

본 사업을 통해서 스마트 사업의 6S Full 중 Satisfaction을 높이고, 6C Zero 중 Complain을 낮추는 데 그 목적을 가진다. 스마트시티 내 거주하는 사람들의 웰빙과 정신적 안정을 높이고, 이동취약 계층이 이동의 어려움 때문에 사회의 다른 유용한 서비스를 사용하지 못하거나, 정당한 권리를 누리지 못하는 일이 없도록 막고자 한다. 목표달성을 위한 KPI로는 장애인 대중교통 이용률 증가, 노인 사회 참여율 증가이며 KPI 측정방법으로는 통계청 자료를 이용할 것이다.

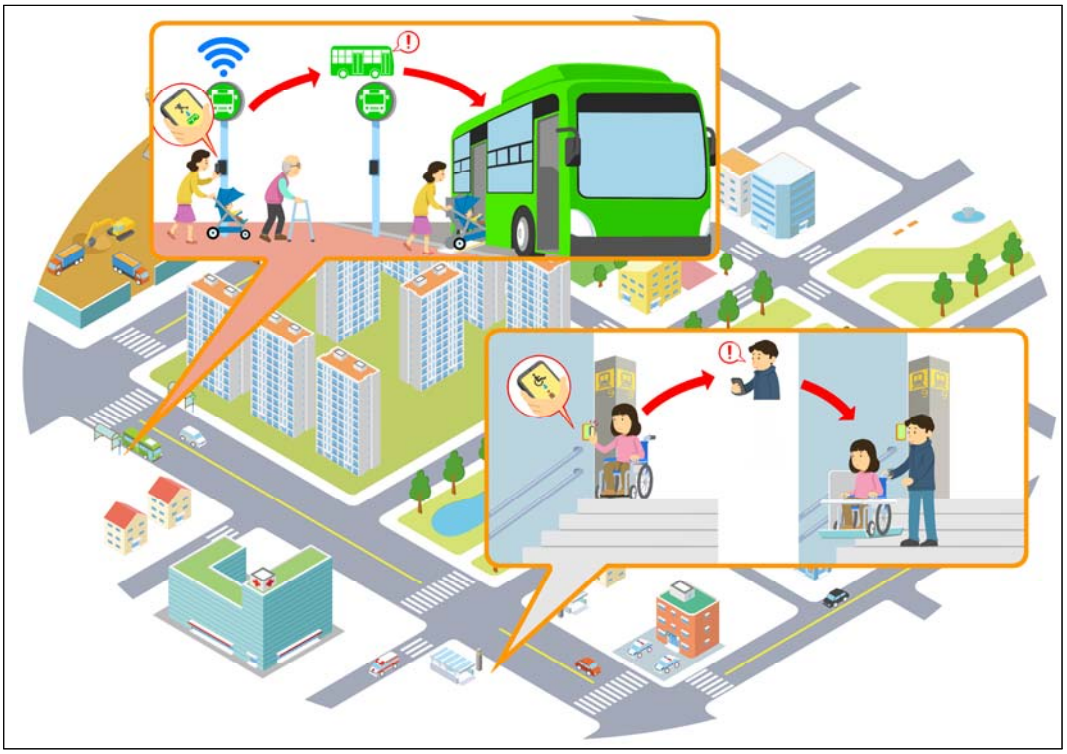
라. 사업 내용

Value Layer는 Satisfaction을 높이고 Complain을 낮추는 것이다.

DATA로는 노인, 아동, 영유아 동반, 장애인 중 대중교통 이동을 많이 하는 지역을 파악하는 것이며, Information Layer는 이동하려는 대상의 위치 정보를 수집하는 것이다.

Service Layer는 장애인 이동 편의를 위해 휠체어 이용 가능 형태의 버스 보급을 요하며(새로운 저상버스 공급시 수소차를 이용할 수 있음), 버스 정류장, 지하철 계단 앞, 신호등 앞, 놀이터, 공원 등 장애인들의 도움이 필요한 곳, 아동 및 노인들의 주 이동동선에 인식 가능한 센서를 설치하여 얻을 수 있도록 한다. 스케일은 City이며, 신도시와 구도시 모두 추진 가능하고, 장애인, 아동, 노인 등의 동선 파악을 위한 센서 설치 등은 신도시 구현 시 하는 것이 비용을 절감할 수 있을 것으로 보인다.

〈그림 4-22〉 Mobility: Convinient Mobility



자료: 연구진 작성

마. 사업추진 전략

시스템 아키텍트는 장애인, 노인 아동이 이동시 노변에 있는 센서 및 개인 스마트 기기로 위치를 표시하면 버스에서 그 위치를 파악하고, 대상이 버스 이용이 가능하도록 장치를 준비하여, 대상에게 갈 수 있도록 하는 것이다. 또한 버스가 오고 있는 위치 및 시간 또한 개인 스마트 기기에서 파악할 수 있다.

〈표 4-24〉 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 사업추진 전략 구성

구성	설명
1) Smart City Operation room	-
2) 노변 장치, CCTV 센서	- 장애인, 노인, 아동 이동 시 체크할 수 있는 노변 센서 (정류장, 지하철, 신호 등, 공원 등)
3) Mobile	- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위치를 전송받음 - 이동 동선 등록을 위해 모바일 통해 tag 하여 위치 전송
4) 차량장치	- 버스 내에 부착된 장치를 통해 버스를 이용하고자 하는 휠체어 이동 가능한 버스 등의 분포와 도착시간 등을 예측하게 함

자료 : 연구진 작성

바. 사업추진 주체

중앙정부 및 지자체에서 담당하여, 이동차 탑승이 가능한 저상버스를 구비하고, 이용자와 제공자가 소통할 수 있는 장비 및 시스템을 구축한다.

사. 사업추진 로드맵

2021년부터 이동취약계층의 동선파악을 위한 데이터를 수집하고 필요시 저상버스 공급하고, 2022-2023에 실제 생활에 적용하여 편의성을 확인하고, 2024년부터 본사업에 적용한다.

〈표 4-25〉 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 사업추진 로드맵

	2021	2022-2023	2024-2030
사업종류	시범사업 준비	시범사업	본사업 및 확장사업
구체적 실행방안	저상버스 공급 및 장애인, 노인 등 이동취약계층 동선 파악하여 정보 수집	정보 전송 시스템 구축 및 실제 적용, 휠체어 이동 장애인 이동률 확인	본사업 실시 및 KPI 측정

자료 : 연구진 작성

7. 자원취약계층의 접근성 제고 모델

가. 사업의 배경 및 필요성

사회적 약자(노인, 아동, 장애인 등)를 위한 생활편의시설의 공급 부족과 해당 정보에 대한 접근성 문제로, 아동, 자녀를 양육하는 부모, 노인, 장애인의 삶의 질 재고를 위해 가정, 학교, 지역사회에서 접근성을 높여주는 사업을 고안하였다.

1) 관련 통계

(가) 생활편의시설 공급 부족으로 인한 접근성 문제

□ 노인

생활SOC 중에서 노인여가복지시설의 지역 간 불평등 수준은 2007년부터 지속적으로 증가하고 있다(구형수, 2018: 3). 노인에게 집에서 가까이 있기를 희망하는 근린시설을 물었을 때, 병원, 종교시설, 공원, 재래시장, 목욕탕, 노인회관, 백화점 순으로 응답이 많았으며 공원과 노인회관은 많은 노인들이 비교적 자주 이용하는 시설이지만 상대적으로 근접성이 낮은 시설로 파악된다(이형숙, 2011: 70).

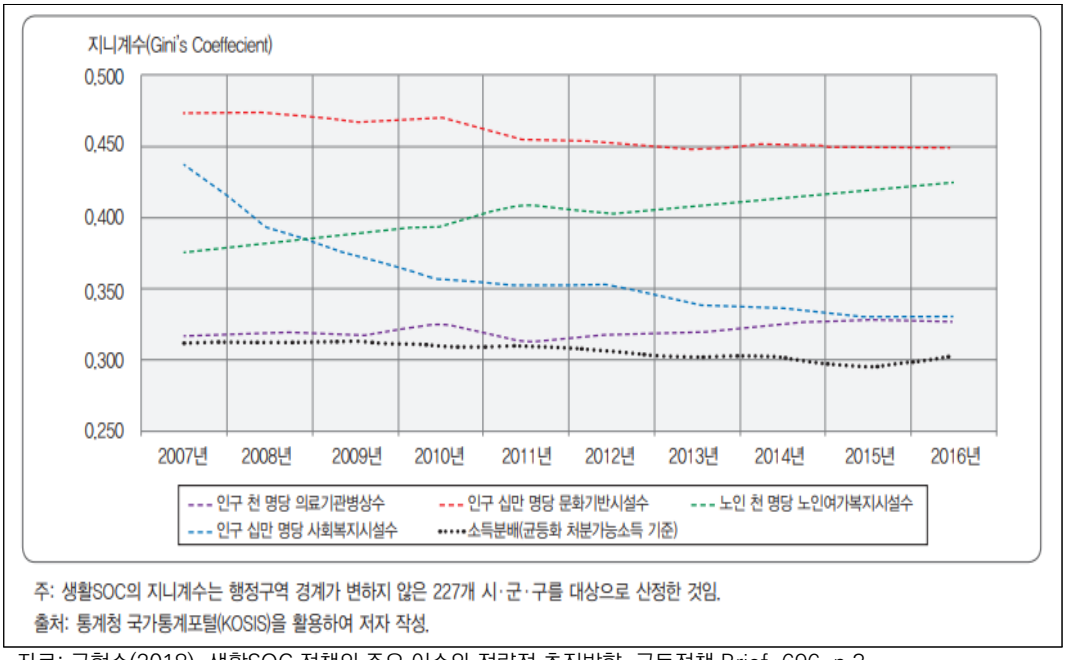
□ 자녀 가구의 교육 및 육아서비스 공급 및 질 제고

초등입학기인 초등1학년 자녀가 가장 많이 이용하는 육아서비스는 '학원(81.0%)'이며, 다음으로 '부모 직접 돌봄(74.4%)', '방과후학교(62.7%)', '초등돌봄교실(16.6%)', '조부모 돌봄(10.6%)' 순으로 나타났다(이정림, 2020). 초등입학기 자녀를 둔 가구의 경우 초등학교 입학 후 초등돌봄교실을 이용하지 못할 시, 대부분 사교육으로 돌봄을 해결하고 있는 실정이었다(이정림, 2020). 부모가 자녀를 초등돌봄교실에 보내는 가장 큰 이유는 '부모가 직접 돌볼 수 없어서'가 78.4%로 가장 많았고, 초등학교 1학년 자녀의 개별 돌봄서비스 이용에 대한 주된 이유를 살펴보면, '돌봄 공백을 메우기 위해서'라는 응답이 61.5%로 가장 많았다(이정림, 2020).

한편 '그린 스마트 미래학교 사업계획'은 미래인재 양성과 미래지향적 친환경 스마트 교육여건 구현을 목표로 추진 중에 있다(교육부 보도자료, 2020.7.17.). 제시된 비전과 목표의 바탕에는 ① 저탄소 제로에너지를 지향하는 그린학교, ② 미래형 교수 학습이 가능한 첨단 ICT기반 스마트교실, ③ 학생 중심의 사용자 참여 설계를 통한 공간혁신, ④ 지역사회를 연결하는 생활SOC 학교시설복합화라는 4가지 기본원칙을 두고 있다(교육부 보도자료, 2020.7.17.). '그린 스마트 미래학

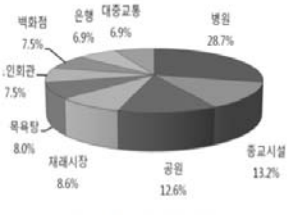
교 1단계 사업'에서는 2021년부터 5년간 총 18.5조원의 사업비를 투입하여 '40년 이상 경과된 노후건물' 중 2,835동을 미래학교로 조성할 계획이다(교육부 보도자료, 2020.7.17.). 그린스마트 미래학교 실무 추진단의 설치 및 운영에 관한 규정[시행 2020. 9. 11.] [교육부훈령 제347호, 2020. 9. 11., 제정.]에 따라 추진계획을 수립한다.

〈그림 4-23〉 생활SOC 공급의 공간적 불평등 수준 변화(2007~2016년)



자료: 구형수(2018). 생활SOC 정책의 주요 이슈와 전략적 추진방향. 국토정책 Brief, 696, p.3.

〈그림 4-24〉 근접희망시설 및 이용률, 이용빈도, 인지거리, 근접희망시설 순위(시설기준)



〈그림 3〉 근접 희망시설

〈표 4〉 이용률, 이용빈도, 인지거리, 근접희망시설 순위

순위	이용자수	이용빈도	인지된 근접성	희망 근접성
1	공원	체육시설	상점	병원
2	노인회관	공원	정류장	종교시설
3	상점	노인회관	미용실	공원
4	종교시설	정류장	우체국	재래시장
5	병원	상점	은행	목욕탕
6	정류장	재래시장	노인회관	노인회관
7	목욕탕	옷가게	음식점	옷가게
8	은행	종교시설	체육시설	은행
9	체육시설	음식점	공원	정류장
10	재래시장	우체국	목욕탕	
11	미용실	은행	백화점	
12	옷가게	목욕탕	병원	
13	음식점	병원	종교시설	
14	우체국	미용실	재래시장	

자료: 이형숙(2011). 노인들의 도보권 근린시설 이용현황 및 인지된 근접성 연구: 성남지역을 중심으로. 한국도시설계학회지 도시설계, 12(4), p.70.

□ 아동, 노인, 장애인의 필수 의료서비스 공급 불충분

응급·외상·심뇌혈관 등 생명과 밀접한 필수 중증의료 분야에서 지역별로 건강수준 격차가 나타나고 이송체계가 미흡한 상황이다(보건복지부, 2018). 10만명 당 심장질환으로 인한 사망률을 살펴보면, 서울은 28.3명인데 반해 경남은 45.3명이다(보건복지부, 2018). 고위험 산모·신생아가 증가하고 있고, 분만 의료기관에 접근이 어려운 분만 취약지 산모는 의료이용이 제한적이다(보건복지부, 2018). 산모가 분만의료기관에 도달하는 평균시간이 서울은 3.1분인데 반해 전남은 42.4분이다(보건복지부, 2018). OECD 대비 모성사망비가 높고(10만명당 8.4명 vs OECD 6.7명), 신생아 사망률의 지역 편차가 존재한다(천명당 대구 4.4명 vs 서울 1.1명)(보건복지부, 2018). 어린이 중증질환자를 위한 전문병원과 어린이 재활치료 전문기관이 수도권에 집중되어 있는 실정이며, 장애인은 적절한 조기 진료 등이 어려워 건강상태가 열악하고, 의료접근성이 낮아 미충족 의료이용률이 17.2%로 전체인구(8.8%)에 비해 높은 상황이다(보건복지부, 2018).

□ 장애인

장애인복지관·직업재활시설 외 장애인 이용기관 확충 수준은 전국 평균 11.43개소로 나타났다(한국장애인단체총연맹, 2020: 67). 2017년 대비 상승하였지만 지역별로 편차가 존재함. 상승하는 지역 중 대전, 경북은 우수 수준으로 장애인 이용기 관 확충 수준을 더 높이 향상하기 위해 노력하는 것으로 나타났지만, 서울, 부산, 충남은 하락한 지역으로 더욱 노력이 필요하다(한국장애인단체총연맹, 2020: 67).

〈그림 4-25〉 근접희망시설 및 이용률, 이용빈도, 인지거리, 근접희망시설 순위(지역기준)

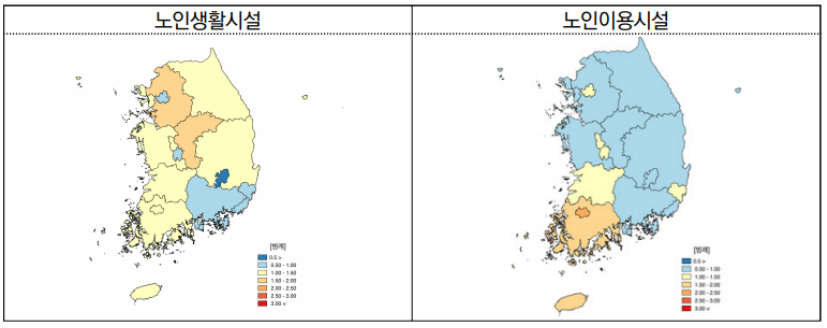
구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	평균
2017	7.02	8.40	12.19	6.00	10.33	14.96	16.93	15.06	5.66	15.64	8.56	7.94	6.70	6.75	16.34	10.19	10.26	10.53
2019	5.67	7.18	12.83	6.99	9.40	22.81	15.49	11.62	5.73	15.47	8.80	7.10	8.54	12.12	23.88	9.04	11.57	11.4
2017대비	하락	하락	상승	상승	하락	상승	하락	하락	상승	하락	상승	하락	상승	상승	상승	하락	상승	상승
향상률	-19.2	-14.5	5.3	16.5	-9.0	52.5	-8.5	-22.8	1.2	-1.1	2.8	-10.6	27.5	79.6	46.1	-11.3	12.8	8.5

자료: 한국장애인단체총연맹(2020). 2020년도 전국 시·도별 장애인 복지·교육 비교, p.67.

시도단위를 기준으로 노인생활시설과 경로당을 제외한 노인이용시설의 입지계수를 분석한 결과, 지역별 편차가 나타났다(김정현·김가희·김보영, 2015: 67). 노인생활시설분포는 서울, 부산, 울산, 경남, 광주, 대전에서 전국 노인생활시설 분포 수준보다 부족한 편이고, 충북, 경기, 인천, 강원은 풍부한 편으로 나타났다(김정현·김가희·김보영, 2015: 67). 경로당을 제외한 노인이용시설분포는 광주, 전남, 제주, 전북 지역에 전국 기준보다 풍부한 양의 노인이용시설이 분포하고, 충북, 경기, 강원, 인천, 대구, 충남은 전국 기준에 비해 부족했다(김정현·김가희·김보영, 2015:

67). 시도단위를 기준으로 아동생활시설과 아동이용시설의 입지계수를 분석한 결과, 지역별 편차가 나타났는데 아동생활시설분포는 전북, 전남, 강원, 충북에서 아동인구대비 전국에 비해 풍부한 편이고, 울산, 인천, 세종은 전국 평균 아동생활시설 수보다 25% 이상 부족한 편이었다(김정현·김가희·김보영, 2015: 79). 아동이용시설분포는 전남, 전북, 광주, 충북 지역이 전국 평균보다 풍부한 반면, 서울, 경기, 울산은 전국 평균 분포에 비해 부족한 편이었다(김정현·김가희·김보영, 2015: 79).

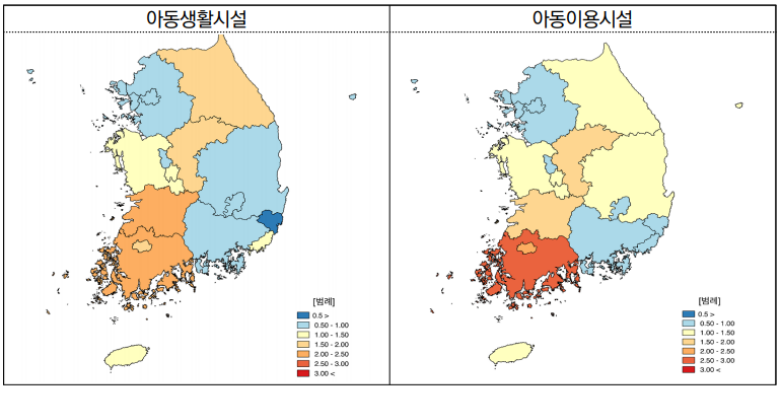
〈그림 4-26〉 노인 사회복지시설 입지계수



주: 1) 노인생활시설 입지계수 = (시도단위 65세 이상 인구 대비 생활시설비율)/(전국 65세 이상 인구 대비 생활시설비율)
2) 노인이용시설 입지계수 = (시도단위 65세 이상 인구 대비 이용시설비율)/(전국 65세 이상 인구 대비 이용시설비율)

자료: 김정현·김가희·김보영(2015). 사회복지시설 접근성의 지역 불균형 해소방안 연구: 지역 분포 분석을 중심으로. 한국보건사회연구원. p.67.

〈그림 4-27〉 아동복지시설 입지계수



주: 1) 아동생활시설 입지계수 = (시도단위 18세 이하 인구 대비 생활시설비율)/(전국 18세 이하 인구 대비 생활시설 비율)
2) 아동이용시설 입지계수 = (시도단위 18세 이하 인구 대비 이용시설비율)/(전국 18세 이하 인구 대비 이용시설 비율)

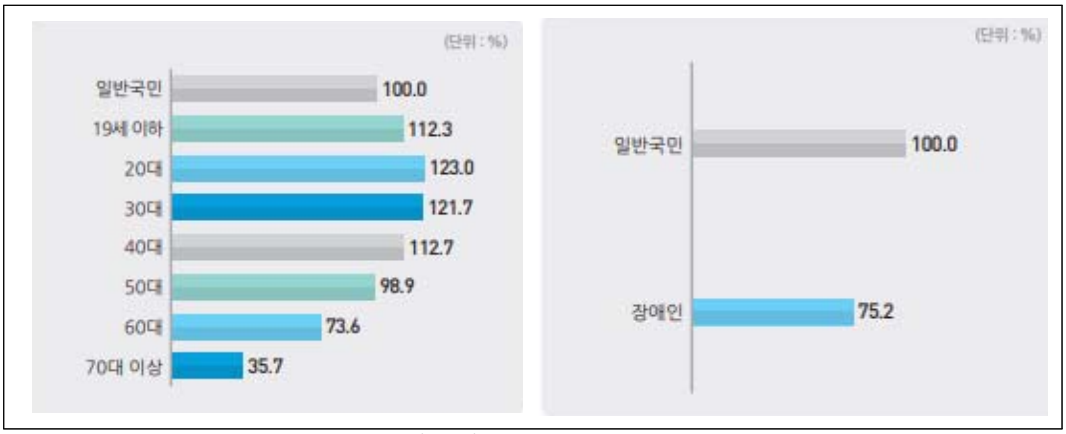
자료: 김정현·김가희·김보영(2015). 사회복지시설 접근성의 지역 불균형 해소방안 연구: 지역 분포 분석을 중심으로. 한국보건사회연구원. p.79.

영역별 육아지원환경 평가 결과, 전체적으로 지역간 편차가 매우 컸으며 낮은 공급수준을 보이는 지역이 많았다(강은진·유해미·윤지연, 2016: 요약4). 국공립유치원과 전체어린이집의 공급 하위지역으로 대도시가 주로 포함되어 있고, 국공립 어린이집 공급 하위지역으로는 군지역이 포함되어 있어 지역 규모와 영유아 비율을 고려한 공급정책이 마련될 필요가 있는 것으로 나타났다(강은진·유해미·윤지연, 2016: 요약4). 맞춤형 돌봄지원 영역의 공급하위 지역은 대체로 대도시와 중소도시로 시간제 보육의 공급수준이 낮았으며, 시간연장보육 등 기타 맞춤형 돌봄지원 서비스의 공급수준에서 대체로 군지역이 상위지역으로 평가되며, 중소도시나 대도시는 공급수준이 낮게 나타났다(강은진·유해미·윤지연, 2016: 요약5). 문화인프라의 공급수준은 전반적으로 낮았으며, 어린이 놀이시설, 어린이 박물관, 어린이 미술관은 군 지역이, 장난감 도서관은 대도시와 중소도시가 공급수준이 상대적으로 높게 나타났다(강은진·유해미·윤지연, 2016: 요약5). 보건소의 공급수준은 대도시와 중소도시가, 소아청소년과(병의원)은 군지역이 공급수준 하위인 것으로 나타났다(강은진·유해미·윤지연, 2016: 요약5).

(나) 정보 접근성 격차

2019년 디지털 정보격차 실태조사 결과(과학기술정보통신부·한국정보화진흥원, 2019), 고령층의 디지털 정보화 수준이 가장 낮았다. 2019년 4대 정보취약계층별로 살펴본 결과, 고령층 디지털정보화 수준이 64.3%로 가장 낮았으며, 저소득층(87.8%)이 가장 높고, 장애인이 75.2%, 농어민 70.6% 순으로 나타났다(과학기술정보통신부·한국정보화진흥원, 2019: 38). 각 수준은 일반국민의 디지털정보화수준을 100으로 할 때 일반 국민 대비 4대 계층의 디지털정보화 수준을 의미한다(과학기술정보통신부·한국정보화진흥원, 2019: 38).

〈그림 4-28〉 연령별, 장애여부별 디지털 정보화 수준



자료: 과학기술정보통신부·한국정보화진흥원(2019). 2019 디지털정보격차 실태조사, p.39.

노인의 정보화는 노인의 생활만족도를 높이는 중요한 요인이며, 노인의 정보화를 위해서는 정보접근성을 향상시키는 것이 매우 필요하다(문진영·정순둘, 2020: 284). 그러나 신체적 건강의 약화, 사회적 자본의 감소로 인해 노인은 새로운 지식과 기술 습득에 취약하며 정보 접근에서 소외되고 있다(최현재, 2019: 27). 정보에 소외된 노인은 사회통합에 어려움과 사회차별을 겪을 수 있고(권중돈, 2005: 18), 젊은 세대와의 문화적 이질감으로 세대 갈등을 겪을 가능성이 크다(문진영·정순둘, 2020: 284). 또한 정보기술이 부족한 노인은 취업시장에서도 불리하여 경제적 어려움도 겪을 수 있다(김혜경·김은정, 2009: 292).

한편 장애인들의 디지털 정보화 수준이 높아지면, 장애인들의 대인관계에서의 만족도 수준도 높아진다. 그러나 디지털 정보화 수준이 낮다면 장애인들의 대인관계 만족도 수준도 낮아진다. 이는 장애인들을 대상으로 한 디지털 정보화 수준을 높일 수 있는 디지털 정보격차해소 정책이 필요함을 의미한다(이향수·이성훈·정용훈, 2020: 47).

2) 자원 접근성 관련 스마트시티 사례

□ 노인의 자원접근성 재고

전남 장성형 안심케어 IoT@엄니어디가? 사업은 2018년 행정안전부 공감e가득 사업의 일환으로 추진하였으며, 장성군 주민으로 구성된 '스스로 해결단'에서 독거노인 및 치매환자 가정에 안심지키미 모듈박스 및 웨어러블 기기를 보급하여, 노인들이 겪을 수 있는 긴급상황에 대한 응급대처 지원한다. 모듈박스는 온습도 점검, 화재감지, 긴급상황 버튼 및 LED 시계가 내장되어 있으며, 웨어러블 기기는 내장된 비콘을 통해 노인의 위치를 파악하고 심박을 체크할 수 있다. 모듈박스와 웨어러블 기기가 상호 연동되어 응급상황이 발생할 시 '마을 스스로 돌봄단', 복지 담당자, 타지 거주 자녀들에게 자동 연락을 취한다. 현재 진원면 영신마을을 시범마을로 하여 적용되고 있다.

아바타 돌봄 거치대 서비스는 아바타 플랫폼을 포함한 시니어 돌봄 전용 어플리케이션과 호환이 가능한 충전 거치대를 활용한 시니어 케어 솔루션이다[22]. 주요기능으로는 위험상황 알람/식사 등 일상 액티비티 알람, 복약 알람 및 복약확인 사진 촬영이 가능한 '시니어 케어 컨텐츠', 감성 아바타 UX로 능동적 대화를 유도하고 말동무가 가능한 '시니어 전용 AI 말벗', 어르신 및 보호자 전용 메신저, 주변 대화 상대로 어르신 친구 맺기가 가능한 '실버 전용 스마트 메신저', 치매상담, 의료서비스, 심리치료 등 다양한 분야의 '서비스 AI 아바타 스토어' 그리고 시니어 움직임을 감지하고 영상인식을 연동한 방향 제어가 가능한 '거치대 연동 컨텐츠'가 있다[23]

---

22) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=3&typeId=TYP003&styCode=H0004&slutnId=SLUTN_00000000000444에서 2020.9.14. 인출

〈그림 4-29〉 아바타 돌봄 거치대



자료: 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=3&typeId=TYP003&styCode=H0004&slutnId=SLUTN_00000000000444에서 2020.9.14. 인출.

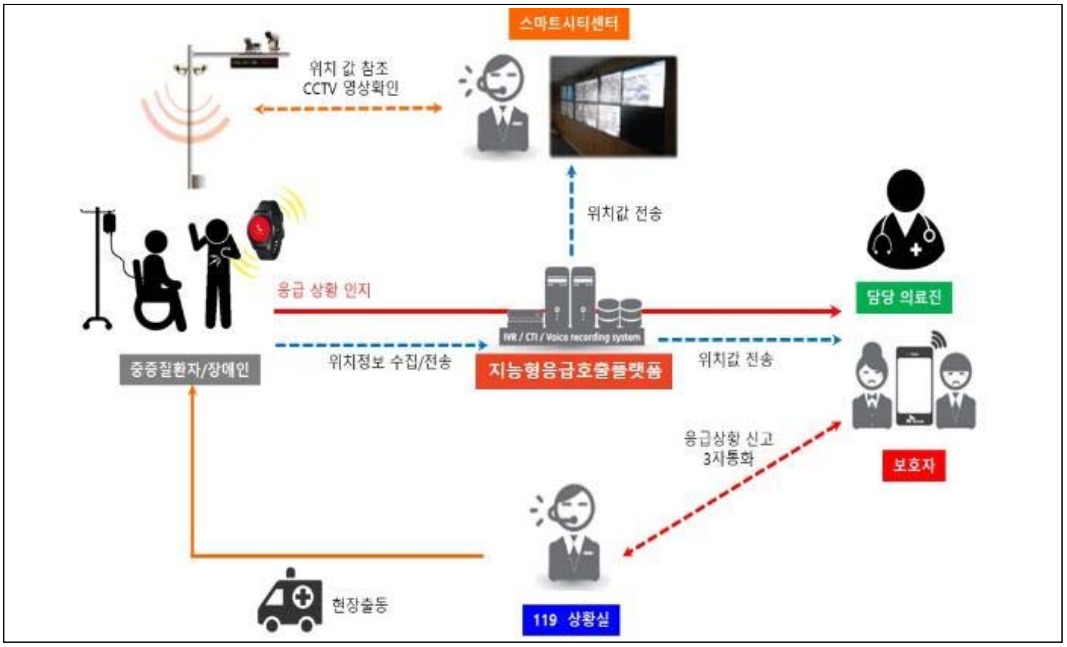
지역사회통합돌봄 사회적 약자 서비스는 '지능형 응급호출' 플랫폼을 기반으로 웨어러블 디바이스를 활용하여 중증질환자 및 장애인의 응급상황 발생 시 지정 보호자와 지정 병원센터로 응급상황을 즉시 전달해주는 안심 서비스이다[24](). 자택에서 케어 중인 장애인의 위급상황 발생 시 즉시 도움 요청이 가능하며, 이후 지정된 보호자 및 지정 병원 센터로 도움신청이 전달되며 보호자는 병원 담당자의 안내를 통해 신고를 할 수가 있고, 스마트시티 센터는 해당위치에서 가장 가까운 CCTV 영상을 보며 필요시 관련 영상정보를 해당 소방방재청으로 송신할 수 있다[25]

영국 치매 치료 지원 및 기술개발 프로젝트 Innovative Dementia는 영국 Liverpool John Moores 대학의 치매 협력 혁신 센터의 주최 하에 북서 유럽의 연구센터, 대학 등 10개 파트너사와 컨소시엄을 구성하여 치매 치료에 대한 혁신적인 접근 방식 개발 모색 프로젝트이다. 혁신적인 치매 치료 모델을 테스트하고 평가하기 위해 리빙랩을 기획하였는데, 치매환자의 영양 및 운동 프로그램 제안(20주 운동프로그램, 웰빙 및 핑거푸드 영양 프로그램)하고, 사회적·미적 생활환경을

23) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=3&typeId=TYP003&styCode=H0004&slutnId=SLUTN_00000000000444에서 2020.9.14. 인출
24) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=1&typeId=TYP001&styCode=A0001&slutnId=SLUTN_00000000000267에서 2020.9.14. 인출
25) 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=1&typeId=TYP001&styCode=A0001&slutnId=SLUTN_00000000000267에서 2020.9.14. 인출).

조성(스마트침대, 지능형 캘린더, 노인용 스마트폰 등)함으로써 치매 환자 및 간병인을 지원하는 모델 개발하였다. 본 프로젝트를 통해 얻은 지식 및 경험을 스타트업 기업과 공유하고 협력을 통한 새로운 혁신 기술개발 및 네트워크를 형성한다.

〈그림 4-30〉 지역사회통합돌봄 사회적 약자 서비스



자료: 스마트시티 솔루션 마켓 홈페이지
http://smartcitysolutionmarket.com/scsm/slutn/slutnView.do?menuNo=1&typeId=TYP001&styCode=A0001&slutnId=SLUTN_00000000000267에서 2020.9.14. 인출.

□ 아동 및 육아가구의 자원접근성 제고

싱가포르 Smart Nation의 핵심 사업 중 하나로 Moments of Life가 추진되고 있는데, 이는 아이를 둔 시민들에게 필요한 서비스 및 정보를 단일 플랫폼을 통해 정보와 장소를 제공해주는 스마트폰 어플리케이션이다(서울특별시·성균관대학교, 2018: 133). 해당 어플리케이션을 통해 아이의 교육을 목적으로 부모들이 원하는 학교 및 학원 등 양육에 필요한 모든 정보를 실시간으로 제공해주며, 별도의 서류제출 없이 간편하게 등록 후 사용이 가능하도록 하고 있다(서울특별시·성균관대학교, 2018: 133). 정보제공을 위하여 싱가포르 내 기업, 업체, 정부 등이 보유하고 있는 모든 데이터를 통합하여 제공하며, 구체적으로는 거주 중인 지역의 모든 교육 프로그램의 정보, 학교나 학원의 비용, 공석 정보, 교육자 정보, 응급상황 시 사용 가능하도록 병원 및 약국의 정보 등을 실시간으로 제공해준다(서울특별시·성균관대학교, 2018: 133-134). 주요 기술 및 서비스 계획 요소로는 위치기반 서비스(GPS) 등이 포함되며 해당 어플리케이션 서비스 도입으로 인하여

어린 자녀를 둔 부모들의 생산활동시간이 증가했고, 별도의 서류 및 정보를 기입할 필요가 없어 부모들의 사용량이 증가했다고 한다(서울특별시·성균관대학교, 2018: 134).

〈그림 4-31〉 싱가포르 Moments of Life 어플리케이션



자료: 서울특별시·성균관대학교(2018). 국내외 스마트시티 관련 도시재생 사례조사 분석용역. p. 133.

헝가리-크로아티아 Eco Smart Cities[26]의 구체적 목적은 혁신적이고 스마트한 낭비 관리 시스템, 제로 낭비 커뮤니티 기초 설립, 공공 섹터와 시민의 생태학적 인식 및 교육에 두고 있다. 초등학교 교사와 학생, Ludbreg와 Zalaegerszeg 의 시민, NGO 등을 대상으로 효과적인 낭비 관리에 대한 공공 견해 연구, 정보와 공공성, 생태학적이며 스마트한 지속가능한 컴퓨터 프로그램과 모바일 어플리케이션 개발 등 프로젝트를 진행한다.

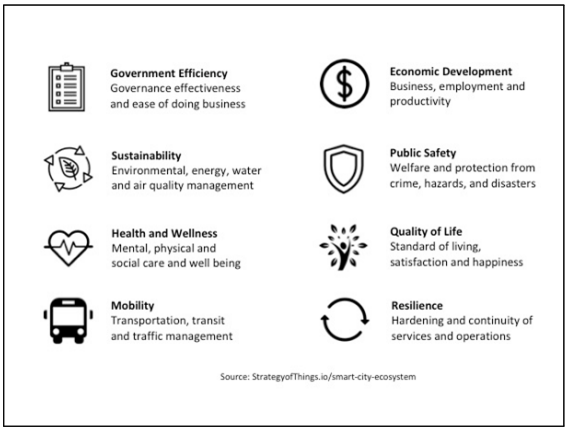
Strategy of Things[27]는 스마트시티는 테크놀러지 기반 위에 건립되지만, 성과(outcome)에 초점을 둔다. 스마트시티의 성과는 크게 8개로 정리되는데, 정부 효율성, 지속가능성, 건강과 웰니스, 이동성, 경제개발, 공공 안전성, 삶의 질, 레질리언스가 이에 해당된다.

부산 에코델타시티는 시민 삶에 가치를 더하는 10대 혁신으로서, 로봇 활용 생활 혁신, 배움-일-놀이 융합사회, 도시행정 도시 관리 지능화, 스마트워터, 제로에너지 도시, 스마트 교육& 리빙, 스마트헬스케어, 스마트 교통, 스마트 안전, 스마트 공원을 제시한다.[28] 스마트 교육과 리빙에서는 새로운 학교 시스템을 통해 스마트 시대에 맞는 역량 배양, 증강교육, 스마트 스쿨 구축, 혁신 교육을 지양함. 그 외에 스마트한 쇼핑과 AR 기반 City App, 스마트 홈을 통해 언제 어디서나 네트워크로 연결되어 편리한 주거생활 제공을 지향한다.

---

26) https://www.ecosmartcities.eu/en/project
27) https://strategyofthings.io/smart-city-ecosystem
28) 부산 에코델라시티 홈페이지.
https://busan.ecodelta-smartcity.kr/sub/PageLink?link=innovation/innovation&mNo=2

〈그림 4-32〉 Strategy of Things의 스마트시티 성과



자료: 서울특별시·성균관대학교(2018). 국내외 스마트시티 관련 도시재생 사례조사 분석용역. p. 133.

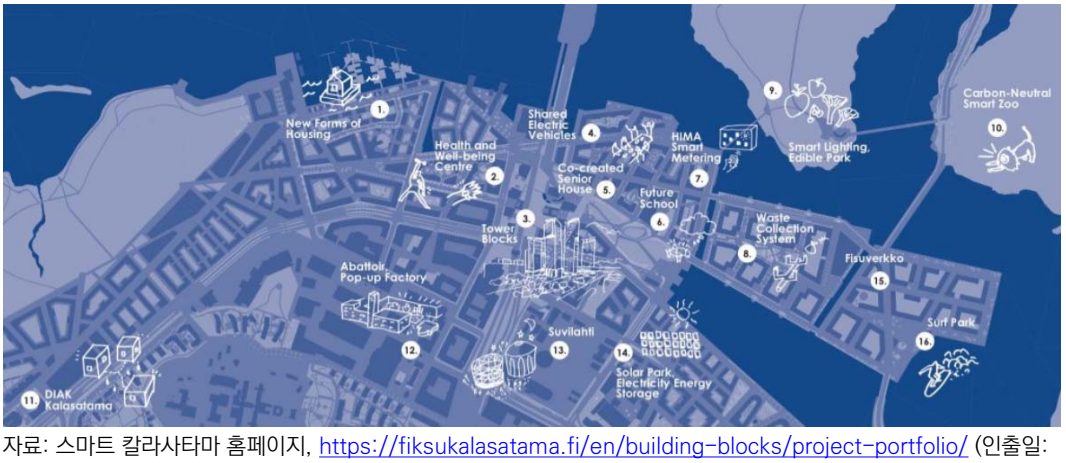
〈그림 4-33〉 부산 에코델타시티의 스마트 교육 & 리빙



자료: 서울특별시·성균관대학교(2018). 국내 외 스마트시티 관련 도시재생 사례조사 분석용역. p. 133

핀란드 헬싱키는 2030년을 목표로 혁신지구인 칼라사타마 지구를 스마트 인프라 서비스 형성을 위한 혁신 플랫폼으로 실험할 예정이다(행정자치부·한국정보화진흥원, 2016: 8). 수상 아파트 및 맞춤형 주택 건축을 통해 새로운 형태의 주택지를 제공하고, 디지털 헬스 서비스 및 새로운 서비스에 대한 파일럿을 진행 중이며 향후 건강·웰빙 센터에서 제공할 계획이며(행정자치부·한국정보화진흥원, 2016: 12), 또한 시니어들이 직접 계획하고 양로원을 공동조성 중에 있다(행정자치부·한국정보화진흥원, 2016: 12). 주간에는 최신 학습 기술을 사용한 새로운 교수 및 학습 허브로, 야간에는 주민들이 사용할 수 있는 만남의 장으로 활용할 수 있는 미래형 학교(Future School)를 구축 중에 있다(행정자치부·한국정보화진흥원, 2016: 12).

〈그림 4-34〉 핀란드의 스마트 칼라사타마



자료: 스마트 칼라사타마 홈페이지, https://fiksukalasatama.fi/en/building-blocks/project-portfolio/ (인출일: 2020.12.8.).

에너지 하베스팅 운동장[29]은 브라질 리우데자네이루의 한 빈민가에 있는 축구장으로 인조 잔디 아래에 200개의 압전 타일을 설치하여, 밤이 되면 어두워진 축구장의 불을 밝혀 동네 구성원들이 운동장을 이용할 수 있도록 하였다. 낮 동안 운동장 위에서 뛰어노는 아이들이 압전 타일을 밟아 만들어낸 에너지가 축구장에 설치된 6개의 LED조명에 불을 들어오게 한 것으로 태양에너지로 보충하기도 한다.

〈그림 4-35〉 리우데자네이루 운동에너지 하베스팅 축구장



자료: 황명화(2020). 육아친화적 에코스마트시티 조성을 위한 리빙랩 활용 방안. p. 38. 돌봄친화적 에코스마트시티 추진 방 안을 위한 정책세미나(2020. 11. 19) 발표자료.
원자료: UCLA Luskin Center(2018). Smart Parks: A Toolkit. p. 117..

나. 계획방향 및 목표

자원취약계층의 정보접근성 증가모델 구축에서는 아동, 노인, 아동양육가구, 장애인 등이 스마트시티 내에 거주하는 시민들의 니즈에 특화된 서비스 정보를 집, 도로, 학교와 생활 SOC에서 제공할 수 있도록 서비스 정보와 니즈를 연계하는 체계를 구축할 예정이다. 기존 사회적 약자를 위해 제공되는 인프라와 서비스 자원에 대한 접근성을 높이도록 할 수 있도록 스마트홈, 스마트도로, 스마트학교 및 생활SOC 곳곳에 정보제공 플랫폼을 연계한다. 수집 및 제공되는 정보는 신체건강, 마음건강을 위한 헬스케어, 아동양육을 위한 정보, 에코스마트교육, 사회적 약자가 수혜받을 수 있는 복지서비스에 대한 정보로 당사자에게 맞춤형 서비스 정보를 어디서나 제공받을 수 있도록 한다.

---

29) 황명화(2020). 육아친화적 에코스마트시티 조성을 위한 리빙랩 활용 방안. p. 38. 돌봄친화적 에코스마트시티 추진 방안을 위한 정책세미나(2020. 11. 19) 발표자료.
원자료: UCLA Luskin Center(2018). Smart Parks: A Toolkit. p. 117.

다. 사업의 당위성

본 사업을 통해서 스마트 사업의 6S Full 중 Satisfaction을 높이고, 6C Zero 중 Complain을 낮추는 데 그 목적을 가진다. 즉, 스마트시티 내 거주하는 사람들의 서비스 이용의 접근성을 높이도록 정보를 제공함으로써, 웰빙과 마음 건강을 통한 삶의 질 개선하는 것이다. 목표달성을 위한 KPI로는 삶의 질 지표 증가이며, KPI 측정방법은 OECD 자료를 이용한다.

라. 사업 내용

Value Layer는 Satisfaction을 높이고 Complain을 낮추는 것이다. DATA는 노인, 아동, 영유아 가구의 니즈에 맞는 서비스 데이터를 확인한다. Information Layer로는 대상별 서비스 정보를 수집하며, Service Layer로는 노인의 마음건강 관리를 위한 가정 내 스마트홈 네트워크를 지역 거점 사회복지사와 연계(우울 및 자살 예방, 치매 예방의 성과를 통해 마음건강백세를 달성함)를 포함한다. 또한 아동양육 가구에 포괄적 육아서비스 정보(거주 중인 지역의 모든 교육 프로그램의 정보, 학교나 학원의 비용, 공석 정보, 교육자 정보, 응급상황 시 사용 가능하도록 병원 및 약국의 정보 등) 제공을 목표로 한다. 한편 그린스마트 미래학교의 학교복합화 사업과 연계하여 학교와 지역사회에서 넷제로 실천을 위한 정보 제공 및 학생과 시민에게 에코스마트교육을 실시하도록 한다. 스케일은 City와 Building이며 신도시와 구도시 모두 추진 가능하고, 장애인, 아동, 노인 등의 요구에 맞는 정보 접근성을 높임으로서 삶의 질을 개선하는데 목적을 둔다.

마. 사업추진 전략

시스템 아키텍트는 아동, 장애인, 노인에게 필요한 정보를 파악하고, 대상이 해당 서비스와 정보를 쉽게 전달해 주는 것이다.

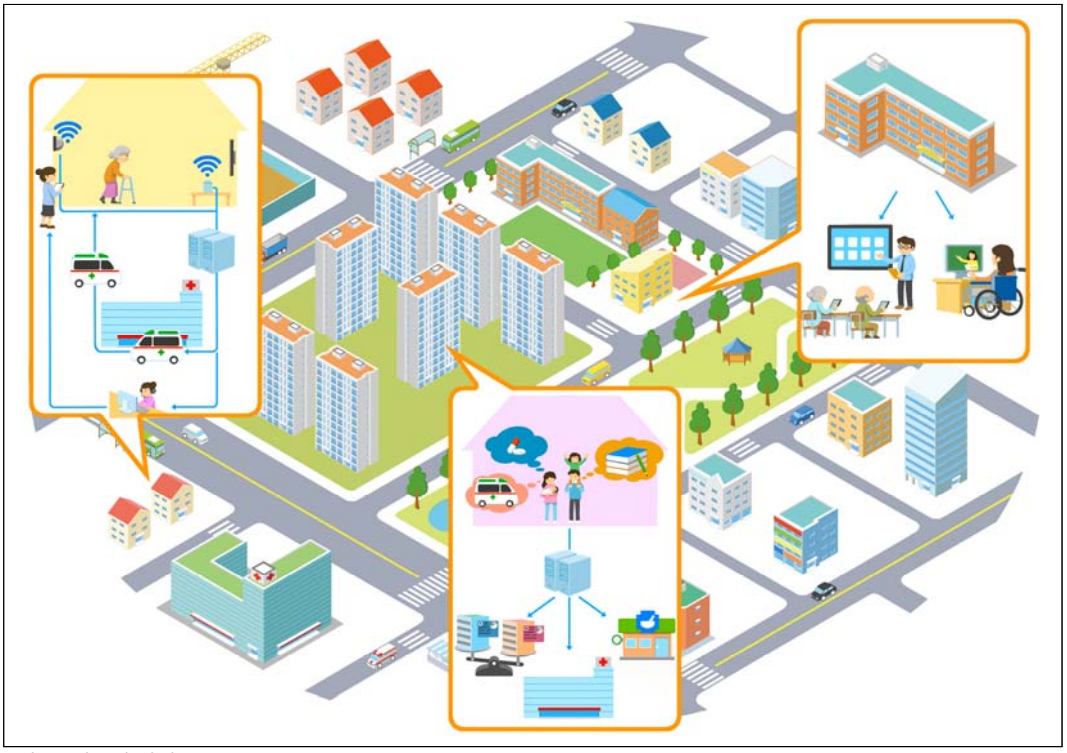
〈표 4-26〉 자원취약계층의 접근성 제고 모델 사업추진 전략 구성

구성	설명
1) Smart City Operation room	-
2) 노변 장치, CCTV 센서	- 장애인, 노인, 아동 이동 시 지역 서비스 정보를 확인할 수 있는 스마트월 설치 (정류장, 지하철, 신호등, 공원 등) - 집에 스마트스피커 설치를 통해 주기적 마음건강 관리 - 그린스마트스쿨 내 학생과 지역사회 에코스마트교육 콘텐츠 제공 및 넷제로 실천 프로젝트 운영

3) Mobile	- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위치를 전송받음 - 건강정보, 육아관련, 스마트교육, 복지서비스를 전송받음
4) 차량장치	-

자료 : 연구진 작성

〈그림 4-36〉 Accessibility at Home, Roadside, School & life SOC



자료: 연구진 작성

바. 사업추진 주체

중앙정부 및 지자체, 교육청, LH 등에서 담당하여, 에코스마트시티 내 가정, 학교 및 생활 SOC, 도로에 정보 이용 장비 및 시스템을 구축한다.

사. 사업추진 로드맵

2021년부터 사회적약자의 니즈에 맞는 정보 데이터를 수집하고, 2022-2023에 실제 생활에 적용하여 편의성을 확인하고, 2024년부터 본 사업에 적용한다.

제3절 도시 분야 : 에코스마트시티 건물-단지-도시 구축

1. 사업의 개요

뉴노멀(new-normal) 사회에 대응할 수 있는 물리적 건조환경(built environment)의 도시적 차원 노력이 에코스마트시티라 할 수 있다. 도시는 도시는 4차 산업혁명기술과 신기후변화체계(post-2020)에 대응할 수 있는 에코스마트시티를 통합적으로 구현할 수 있는 공간적 플랫폼(platform)이다.

스마트시티가 도시문제를 해결하는 방안으로 모색되었듯이, 도시화, 산업화에 따른 교통 혼잡, 환경 오염, 이상기후, 판데믹(감염병)에 대응할 수 있는 도시 차원의 에코스마트시티 구현이 필요하다. 본 연구에서는 도시공간 위계별로 플랫폼-건물-단지-도시의 종적, 횡적 네트워크가 필요하며, 이를 통해 도시적 건조환경(built environment)을 개선을 추구하고자 한다. 세부 사업으로 ① 건물(건축) 단위의 '공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드', ② 단지 단위의 '에코스마트타운', ③ 도시 단위의 '에코스마트 안전도시' 등을 제안한다.

〈표 4-27〉 에코스마트시티 기관별 사업구상 종합

	기관명	사업코드	분야	사업명 KPIs	해당목표
1	한국토지주택연구원(LHI)	CI-01-LHI	도시	에코스마트타운 조성	이산화탄소 배출을 최소화한 도시
2		CI-02-KRI		스마트 기술기반 그린인프라 확대 방향 제시	
3		CI-03-LHI		공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드	
4	국토연구원(KRIHS)	CI-04-KRI		노후건축물 그린리모델링 사업(주거분야)	
5		CI-05-KRI		제로에너지건물 확산사업(신축)	
6	한국토지주택연구원(LHI)	CI-06-LHI		에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병)	범죄가 없는 안전한 도시

자료 : 연구진 작성

가. 그린인프라 확대의 필요성

최근 다양한 환경문제를 해결하기 위한 수단으로 그린인프라(Green Infrastructure)가 주목받고 있다. 그린인프라는 녹색(Green)과 기반시설(Infrastructure)를 결합한 것으로 그 개념과 정의에 대해서는 논의가 지속적으로 추진되고 있다(김원주 외, 2018). 그린인프라는 백두대간에서부터 도시 내 소규모 공원까지 매우 폭넓은 범위를 포함하고 있으며, 기존의 그린과 다른 점은 생태공간인 동시에 사회경제 활동을 기반을 형성하는 기초적 시설의 기능을 내포하고 있다(박종순 외, 2020).

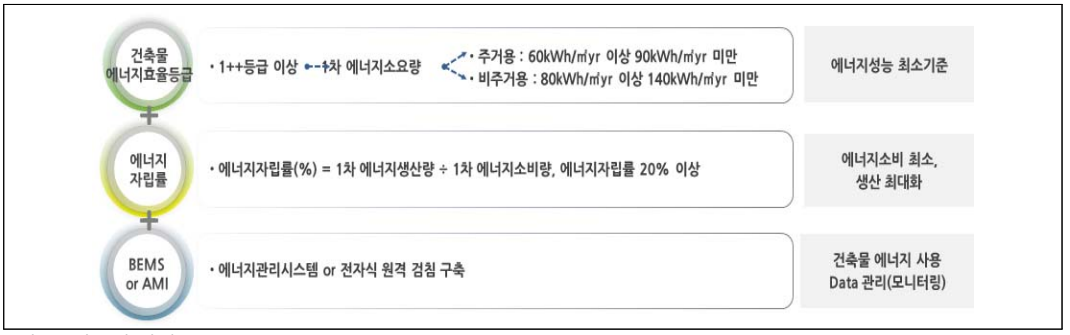
전통적으로 도시 내 그린인프라는 휴게공간으로 이용되었으나, 기후변화에 따른 부정적인 영향이 심각해지면서 도시 내 생물의 서식처, 기후변화에 따른 열섬 저감효과, 투수면적 확대를 통한 도시홍수 조절기능과 같은 환경문제 해결의 주요한 수단으로 재평가되었다. 또한, 최근에는 미세먼지를 흡착·흡수할 수 있는 역할뿐 아니라(성선용, 2020), 코로나19 사태로 인하여 실외 그린인프라의 방문객이 증가하여 사회적 거리두기를 지원하는 등 다른 도시공간에서 수행하기 어려운 다양한 환경적 기능을 하고 있다.

이처럼 그린인프라는 기후변화 대응, 전염병 방지, 삶의 질 개선 등 도시에서 요구하는 다양한 기능을 하나의 공간에서 수행할 수 있는 최적의 수단으로 볼 수 있다(윤은주, 2021). 따라서, 도시 내 제한된 공간을 활용하여 사회·환경문제에 대응하기 위해서는 그린인프라의 질과 양을 확보할 필요성이 있다. 특히 지속가능한 발전을 추구하는 에코스마트시티의 목표를 충실하게 달성하기 위해서는 사물인터넷(IoT)기술, 인공지능 등 스마트시티의 환경모니터링 기술을 응용하여 주요한 환경문제의 종류를 파악하고, 환경문제를 해결할 수 있는 그린인프라의 위치, 기능, 구조를 제안하고 최적의 위치와 규모를 산정하여야 할 것으로 판단된다. 따라서, 본 장에서는 스마트기술을 활용한 그린인프라의 확대를 위한 사업방안에 관해서 기술하고자 한다.

나. 그린빌딩 확대의 필요성

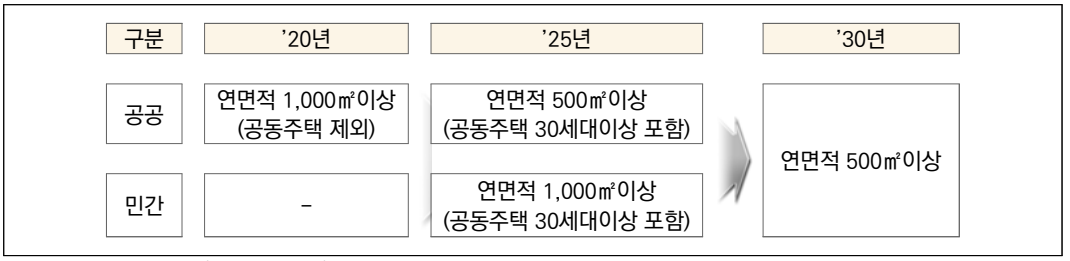
정부는 온실가스, 미세먼지 저감, 폭염·한파 등 기후대응 및 신재생 등 에너지 정책전환 지원을 위해 제로에너지 건축물의 확산을 추진 중이다. 녹색건축물 조성 지원법 등을 통해 제로에너지 건축물 인증 기준을 마련하였다(그림 4-37). 구체적으로는 제로에너지건축인증제를 도입하고(2017년), 2019년 6월에 단계별 확산을 위한 로드맵을 수립·발표하였다(그림 4-28).

〈그림 4-37〉 제로에너지 건축물 인증 기준(녹색건축물 조성 지원법)



자료: 연구진 작성

〈표 4-28〉 제로에너지 건축물 정책 로드맵(한국)



자료: 대한민국 정부(2017, 2019)

EU(독일, 프랑스), 영국, 미국 등 선진국의 제로에너지 정책은 우리나라보다 앞서 시행 중이며, 제로에너지 판정기준도 높은 수준이다. EU는 공공건축물은 2019년부터, 모든 건축물은 2021년부터 Nzeb(Nearly zero energy building)으로 공급해야한다고 EPBD에서 규정하고 있다. 2009년 당시 설정한 각 나라별 2017년 혹은 2025년 제로에너지주택 보급 정책에서 보다 현실적인 정책으로 선회한 것이다. EU의 모든 나라는 Nzeb의 수준을 설정할 때 각국의 기후, 기술 및 경제적 사회적 등의 특성을 고려하여 Cost Optimal 기법에 따라 정하도록 규정하고 있다.

〈표 4-29〉 주요 선진국 제로에너지 정책 흐름

구분		프랑스	독일	영국	미국
절감대상		지역마다 상이	냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명	냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명	냉방, 난방, 급탕, 환기, 조명, 주방
정책 흐름	2010~2014년	제로에너지 의무화 ('12년, 50kWh/㎡·년)	'09년대비 30%절감 ('12년, 50kWh/㎡·년)	'06년대비 44%절감 ('13년, 50kWh/㎡·년)	
	2015~2019년			모든 건물 제로카본 적용 ('19년, 39~46kWh/㎡·년)	
	2020~2024년	플러스에너지 의무화 ('20년)	기후중립건물 ('20년, 42kWh/㎡·년)		일반주택 ZEB 적용 ('20년)
	2025년 이후				공공·상업건물 의무화 ('30년)

자료: 유정현 외, 2020, 공동주택의 에너지 자립수준 향상방안 연구, LH

2. 에코스마트시티 타운 조성

가. 사업의 배경 및 필요성

정책 체감과 가시적 효과가 우수한 단지 단위의 에코스마트시티인 에코스마트타운 구축이 바람직하다. 에코스마트타운은 커뮤니티(공동체) 단위의 에코스마트 서비스 구축 및 운영으로 경제적, 사회적, 환경적 지속가능성(sustainability) 제고가 가능하다. 에코스마트타운의 선도사례로 독일 Kretz Innovation Campus과 영국 BRE Innovation Park, 네델란드 Regen Village 등을 들 수 있다.

〈그림 4-38〉 에코스마트타운 해외사례

Kretz Innovation Campus(독)		BRE Innovation Park(영)	
			
개요	(연면적) 약 60,000㎡, (구성) 홍보관, 컨퍼런스, R&D연구소, 프로토타입 제작소, 교육센터 등	개요	(규모) 12개 녹색건축물(쾌적한 실내환경 유지를 위한 학교, 민간시장을 위한 저비용 친환경건축물 등), 2005년 개관
특이사항	스타트업을 위한 사무공간, 자재·기술 시험실 등을 포함하는 종합 Hub 역할	특이사항	최신기술을 적용한 녹색건축물 시범단지로, 조성 후 8년 간 6만명 방문

자료 :

나. 계획방향 및 목표

4차 산업혁명 신기술과 녹색건축기술을 적용하여 신기후변화체계(post_2020)에 대응하고자 한다. 커뮤니티 단의의 에코스마트 서비스 운영이 필요하다. 2020년 10월 현재, 우리나라에서 제로에너지건축물 본인증 중 단지(타운) 규모는 주거단지 2건(세종 로렌하우스, 송도 힐스테이트)에 불과하다. 커뮤니티 단위의 에코스마트타운 사례로 파리 Fort d'Issy, 후지사와 SST가 대표적이다.

본 사업 목표는 에코스마트타운(주거단지형/산업단지형/복합지구형) 개발과 운영이다(2021~2030년, 9,520억 원). 이를 위해 선도적으로 정책수립 및 EST운영플랫폼 개발이 진행되

어야 한다(2021년~2022년, 20억 원). 후속의 시범사업은 2023년에서 2030년까지 진행된다(매년 5개소 × 200억 원, 2023~2030년, 8,000억 원). 국내의 구체적 실증과 효과분석을 통해 2030년까지 글로벌 협력사업을 계획한다(매년 3개소 × 100억 원, 2026~2030년, 1,500억 원).

다. 사업의 당위성

본 사업은 에코스마트시티 개념모델인 6C-6S상에서 ① 이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능한 도시(CO2, Sustainable), ② 범죄가 없는 안전한 도시(Crime, Safety), ③ 시민 불평이 없는 만족스런 도시(Complain, Satisfaction)에 해당한다. 본 사업을 통해 정책적 체감도가 높은 커뮤니티 단위의 에코스마트 서비스 구축 및 운영이 가능하다.

(1) 목표달성을 위한 KPI

본 사업의 핵심성과목표(KPI)로는 스마트홈 100%, 음식물쓰레기 Zero, 무인택배서비스 50% 확대, 전기차/수소차 30%, 공유 자동차 및 자전거 10%, 타운내 커뮤니티 시설 50% 대외 개방, 주민 80% 건강관리 서비스 등을 제시한다.

(2) KPI 측정방법

핵심성과목표(KPI)는 정책반영 여부 및 시범사업/해외사업 추진사항을 모니터링해야 한다. 기술적인 내용 및 성과는 검증포털 구축 및 운영을 통해서 측정될 수 있다. 에코스마트타운의 전반적인 구축 및 운영의 모니터링은 Living Lab 방식을 통해서 추진하는 것이 바람직하다.

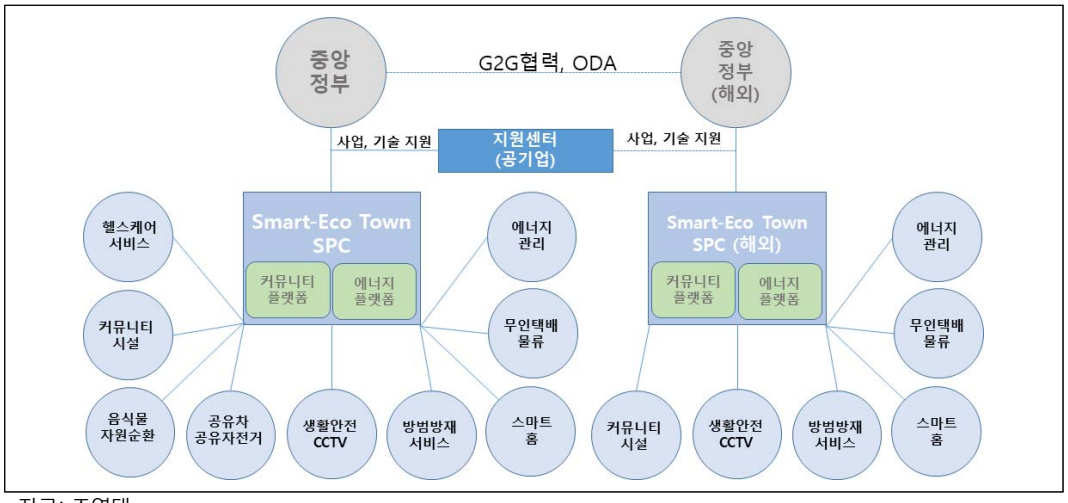
라. 사업내용

사업내용을 구조적으로 살펴보면, Value Layer로는 지속가능한 포용적 커뮤니티 구축 및 운영에 해당한다. Data Layer에서는 에코스마트타운 생활 Data 구축 및 활용이 필요하며, 개인정보 사전동의 등의 절차와 개인정보보호가 수반되어야 한다. 참고로 스마트시티 국가시범도시인 부산 EDC 스마트빌리지는 56세대의 생활 모니터링 자료를 구축하고 활용할 예정이다. Information Layer로는 커뮤니티(공동체) 정보가 공유되고 활용된다. Service Layer로는 생활서비스(Living), 교통(Mobility), Health Care, 에너지(Energy), 생활안전(Safety), 스마트리사이클링(음식물처리) 등의 서비스가 운영된다. Technology Layer로는 커뮤니티 서비스 플랫폼, 에너지 관리 플랫폼, 검증포털 등이 운영된다.

마. 사업추진 전략

본 사업은 한국판 뉴딜의 세부사업으로 추진되는 것이 바람직하며, 민간의 활발한 참여와 활성화를 위해서는 민관SPC 사업도 추진되는 것이 바람직하다. 글로벌 협력사업은 다양한 ODA 사업을 통해서 가능하다. 본 사업의 추진체계(system architecture)는 다음과 같다.

〈그림 4-39〉 사업추진전략 추진체계



자료: 조영태

바. 사업추진 주체

본 사업의 추진 주체는 중앙정부, 지자체, 공기업(LH) 등이며, 민간 SPC의 추진도 바람직하다. 사업의 펀딩(funding)은 정책사업(국토교통부), ODA, 공기업 투자, 민간자금 등이다.

본 사업의 구체적인 추진 대상은 지자체(지방정부), 공기업(LH), 민관 SPC 등이며, 공간적으로는 신도시(Green Field) & 기성도시시(Brown Field) 모두 가능하다. 사업의 규모(스케일)의 검증포털과 정보시스템, 건축물, 단지에 이르는 platform-building-zone이라 할 수 있다.

사. 사업추진 로드맵

본 사업은 2030년을 사업목표로 하여, ① 정책 및 운영플랫폼(EST플랫폼[30])(2021~2022년), ② 국내 시범사업 (2023~2030년), ③ 해외 지원사업 및 해외진출(2026~2030년)이 진행된다.

30) 커뮤니티 단위의 시설관리, 에너지, 스마트서비스 운영플랫폼

3. 스마트 기술기반 그린인프라 확대

가. 사업의 필요성 및 목표

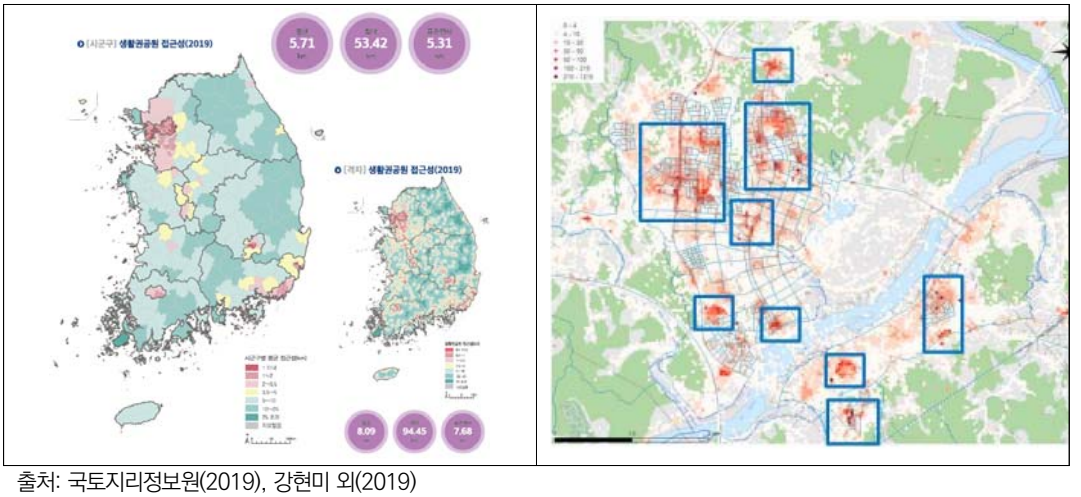
기후변화, 미세먼지, 전염병 등 다양한 사회·환경문제에 대응하기 위해서는 다기능(기후변화 적응 및 완화, 전염병 방지, 삶의 질 개선 등)을 수행할 수 있는 최적의 수단인 그린인프라의 양과 질을 확보할 필요성이 있다. 본 연구에서 제안하는 사업에서는 스마트시티의 환경모니터링 기술을 활용하여 환경문제를 해결할 수 있는 그린인프라의 종류, 위치, 기능 구조를 제안하고 그 효과를 극대화하는 것을 목표로 하고자 한다.

나. 사업내용

1) 그린인프라 확대를 위한 행태 및 환경정보 수집기반 구축

그린인프라의 효과적인 확대를 위해서는 행태정보와 환경정보를 수집하는 것이 필요하다. 행태정보는 인구분포와 도로망 정보 등을 활용하여 그린인프라까지의 접근성, 유동인구 데이터를 활용하여 시간대별, 계절별 그린인프라의 사용패턴 등을 분석할 수 있으며, 교통량 패턴 등을 활용해서 미세먼지와 같은 대기오염물질이 유발되는 지역의 시간과 장소의 정보를 취득할 수 있다. 이를 통해서 도시내 그린인프라 도입이 우선적으로 필요한 지역을 도출함과 동시에 집중적으로 그린인프라 조성을 통해서 필요한 기능을 선정할 수 있다.

〈그림 4-40〉 주제공원 접근성 분석(좌) 및 유동인구 분석(우) 예시

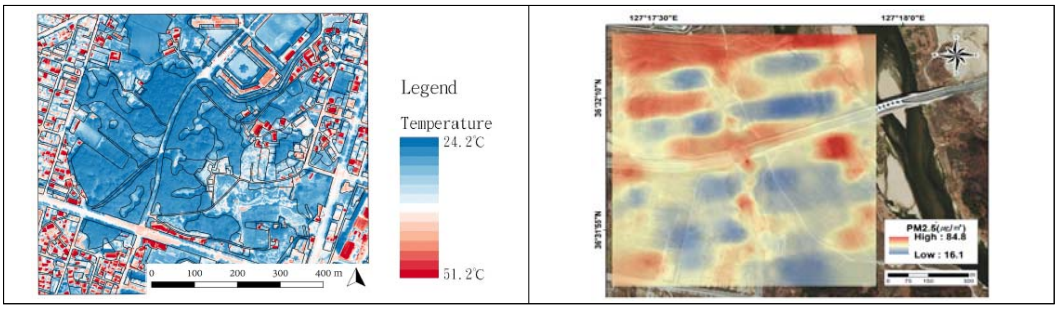


출처: 국토지리정보원(2019), 강현미 외(2019)

행태정보와 더불어서 환경정보에 대한 모니터링도 동시에 이루어질 필요가 있다. 효과적인 그린인프라 확대를 위해서는 더 해상도가 높은 환경정보를 수집할 필요성이 있다. 드론, 스마트센서 등을 활용하여 온도, 습도, 대기오염물질 농도 등을 수집하는 것이 필요하다. 이를 통해 1) 환경적으로 취약한 지역을 선정하고, 2) 그린인프라의 설치에 따른 환경개선 효과를 추적할 수 있다.

이와 관련하여, 드론등을 활용하여 더 상세한 규모에서의 미세먼지 농도분석을 위해서 드론을 활용하여 농도자료를 수집하거나(한국토지주택공사, 2020), 도시공원의 열섬 저감효과를 분석하여 그린인프라의 효과 범위와 규모를 산정(강다인 등, 2018) 할 수 있을 것이다. 즉, 환경정보 수집을 통해서 앞서 언급한 그린인프라가 필요한 지역 혹은 환경변화에 취약한 지역을 선정하고 그린인프라의 효과에 대해서 모니터링 하는데 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

〈그림 4-41〉 드론을 활용한 도시공원의 온도저감 효과분석(좌) 및 미세먼지 농도 모니터링(우) 예시



출처: 강다인 외(2018), 한국토지주택공사(2020)

2) 도시내 기능별, 규모별 그린인프라 확대

그린인프라의 효과적인 확대를 위해서는 다양한 기능을 수행할 수 있는 그린인프라를 발굴하고 이를 확대하는 것이 필요하다. 1) 기후변화에 따른 재난·재해를 경감할 수 있는 재난대응형 그린인프라 구축, 2) 녹지와 녹지를 연결할 수 있는 선형공원 조성을 통한 다기능 그린인프라 확보 등을 예로 들 수 있다(국토연구원, 2020).

첫째, 재난·재해경감 대응형 그린인프라는 과거 기후변화에 따라서 홍수, 폭염 등이 발생했던 지역 중 많은 사람이 안전하게 대피할 수 있는 지역에 설치하도록 해야 한다. 이들 지역의 경우 평소에는 넓은 오픈스페이스로서 탄소를 흡수하고 주변 주민들의 건강 등 사회적 기능을 하고, 재난시 대응을 위한 공간으로 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 녹지와 녹지를 연결하는 선형공원은 도시 내 면적인 그린인프라를 연결하고 가장 시민들과 가장 가까운 거리에 위치하여 접근성을 높일 수 있는 그린인프라의 형태이다. 선형 그린인프라는 생물의 이동통로가 될 수 있으며, 면적인 그린인프라에서 생성된 차고 신선한 바람을 도시 내로 유입시킬 수 있는 통로로 활용될 수 있을 것이다.

〈그림 4-42〉 일본 도시방재공원 사례(좌)와 선형공원의 개념도(우)



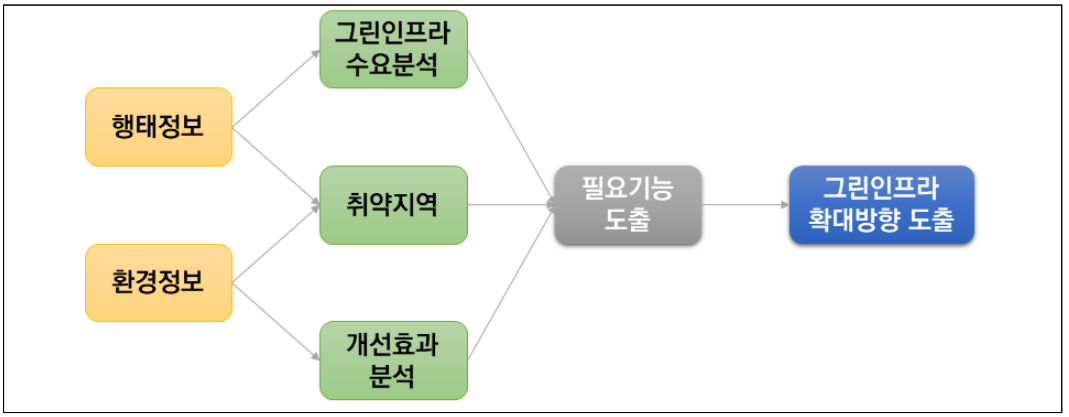
출처: 박창열과 장미홍(2018), 국토연구원(2020)

그린인프라의 확대 과정에서 그린인프라의 다기능을 고려한 입지 최적화를 통해 의사결정을 지원하고, 환경모니터링 정보를 활용하여 시민 대상으로 취약지역을 안내하는 등의 서비스도 함께 추진하여야 한다. 또한, 그린인프라 확충에 따른 열섬, 미세먼지, 탄소흡수원 확보의 성과를 정량적으로 계산하고 공유하여 그린인프라의 확대에 따른 이익에 대해서도 공유하여야 한다.

다. 사업추진 전략

그린인프라의 효과적인 확대를 위해서는 첫째, 행태정보와 환경정보를 수집하며, 둘째, 이를 바탕으로 그린인프라의 수요, 그린인프라 취약지역, 그린인프라 도입에 따른 개선효과를 분석하고 셋째, 에코스마트시티 대상지의 특성별로 필요한 그린인프라의 기능을 도출하고 다양한 그린인프라의 종류 중 가장 적합한 형태를 선정하여 적용하는 과정을 거치게 된다.

〈그림 4-43〉 드론을 활용한 그린인프라의 효과범위 분석 예시



출처: 저자작성

라. 사업추진 주체

스마트 기술기반 그린인프라 확대를 위해서는 크게 정보수집과 그린인프라 구축으로 그 주체를 나누어 볼 수 있다.

초기 정보수집을 위한 인프라 구축 등은 국가 주도 혹은 민간에서 공동부담하되, 향후 운영과 데이터 활용은 지자체와 민간에서 협력하여 추진하는 것이 바람직할 것이다. 이러한 데이터를 바탕으로 그린인프라 확대를 위해서는 중앙정부와 지자체, 민간 및 시민의 거버넌스가 필요하다. 중앙정부는 대형공원 등의 대규모 그린인프라 확충하고 지자체는 근린공원, 선형공원 등의 중·소규모 그린인프라를 확대하며 민간 분야 및 시민들은 1평정원, 옥상녹화 등 소규모 그린인프라를 확대하여 그린인프라를 확충해 나가야할 것이다.

마. 사업추진 로드맵 및 평가지표

2021년에는 모니터링과 그린인프라 확충을 위한 기본계획 수립하고 시범사업을 발굴하여 2022년에 추진하는 것이 필요하다. 2023년에는 본 사업을 시행하고 피드백을 통해서 문제점과 개선점을 파악하여 그린인프라 확대사업의 고도화를 진행하여야 할 것이다.

사업을 추진하는 과정에서 그린인프라 도입성과를 평가할 수 있는 지표로는 크게 3가지를 선정할 수 있을 것이다. 첫째, 그린인프라의 절대적인 양을 산정할 수 있도록 1인당 그린인프라의 면적(m^2)을 지표로 활용할 수 있다. 둘째, 모든 사람이 공정하게 그린인프라에 접근할 수 있는지 평가할 수 있도록 그린인프라의 접근성(도보 혹은 차량)을 계산할 수 있을 것이다. 마지막으로 그린인프라 도입에 따른 정량적 효과를 분석하는 지표로 탄소흡수량, 열섬 저감효과, 미세먼지 저감량 등에 대한 정량적인 분석을 통해서 그린인프라가 기후변화와 환경문제를 완화하는 데 얼마나 기여하고 있는지 평가할 수 있을 것이다.

4. 그린빌딩 건축물

우리나라 온실가스 배출에 있어서 건물 분야가 차지하는 비중은 매우 크다. 2017년에 우리나라 온실가스 순배출량(709.1백만톤 CO2) 중 건물 분야가 차지하는 비중은 21.9%(155 백만톤 CO2)으로 3대 배출원(산업, 건물, 수송) 중 하나이며 산업에 이어 제일 배출량이 많은 두 번째 배출원이다(표 4-30). 특히 도시와 같은 비산업분야에 있어서는 건물 분야가 가장 큰 온실가스 배출원이라 할 수 있다. 비산업분야 배출량의 절반(약 49.0%) 가까이 차지하여, 도시 내 온실가스 감축을 위해서 건물 분야에 가장 먼저 집중할 필요가 있다.

〈표 4-30〉 2030년 국가 온실가스 감축 목표

(단위 : 백만톤 CO_2, %)

부문		배출량 ('17)	배출전망 ('30 BAU)	감축목표		
				목표 배출량	BAU대비 감축량(감축률)	주요 감축수단
국내 부문별 목표		**-**	**850.8**	**574.3**	**△276.4[1](32.5%)**	
배출원 감축	산업	392.5	481.0	382.4	△98.5 (20.5%)	√효율개선 √냉매대체 √연·원료전환 √폐열활용
	건물	155.0	197.2	132.7	△64.5 (32.7%)	√단열강화(신규·기존) √설비개선 √BEMS 확대
	수송	99.7	105.2	74.4	△30.8 (29.3%)	√친환경차 확대 √연비개선 √친환경선박 보급 √바이오디젤
	폐기물	16.8	15.5	11.0	△4.5 (28.9%)	√재활용확대 √메탄가스 회수
	공공(기타)	20.0	21.0	15.7	△5.3 (25.3%)	√LED 조명 √재생에너지 확대
	농축산	20.4	20.7	19.0	△1.6 (7.9%)	√분뇨 에너지화 √논물관리
	탈루 등	4.8	10.3	7.2	△3.1 (30.5%)	
감축 수단 활용	전환	(253.1)	(333.2)[2]	(192.7)	(△140.5)[3] (42.2%)	√전원믹스 개선 √수요관리
	탄소포집CCUS		-	-	△10.3	√탄소포집·활용·저장
국외감축 등			**-**	**-**	**△38.3** (4.5%)	**산림흡수+국제시장활용**
감축 수단 활용	산림흡수원	(-41.6)	-	-	△22.1	√경제림단지 조성 √도시숲 확대
	국외감축 등		-	-	△16.2	√양자협력 √SDM
합계		**709.1[4]**	**850.8**	**536.0**	**△314.8 (37%)**	**국내(32.5%)+국외(4.5%)**

비고 : 1. 목표배출량은 부문별 배출량 합계에서 전환부문 전원믹스 및 CCUS로 인한 감축량 반영
2. 전환부문은 전기·열 사용에 따라 부문별 배출량에 기 포함, 전체 배출량 합계에서 제외
3. 추가감축잠재량 34.1백만톤을 포함한 것으로 '20년 NDC 제출 전까지 감축목표 및 수단 확정
4. 산림부분 흡수량을 제외하지 않은 총 배출량

자료: 제2차 기후변화대응 기본계획(2019: 37)

아울러 건물은 시민 활동의 주요 장소일 뿐만 아니라 시간 대부분을 건물 안에서 보내는 만큼 건강과 삶의 질에 직결되는 중요성을 지니고 있다. 특히 코로나 19(COVID-19) 팬데믹, 미세먼지 문제 등으로 인해서 과거에 비해 실내에 머무는 시간이 급격히 증가하였다. 따라서 에너지 손실을 최소화하면서 깨끗한 공기로 환기를 할 수 있는 고효율 열회수형 환기장치 등을 적용하여 에너지를 절약하고 온실가스를 덜 배출하면서도 쾌적한 실내를 유지해 건강을 증진시킬 필요가 있다.

종합하면 건물 분야는 온실가스 감축, 건강 증진, 삶의 질 제고 측면에서 매우 중요한 분야이며 이러한 측면에서 에코스마트시티와 깊은 연관성을 지닌다(표 1-2).

〈표 4-31〉 건물 분야의 에코스마트시티 연관성(기여)

에코 스마트시티		건물 분야
6 C-Zero	6 C-Full	
CO2 이산화탄소)	**Sustainability (지속가능)**	도시에서 가장 많이 탄소를 배출하는 분야로 이산화탄소 배출을 최소화하여 지속가능한 도시를 만들기 위해 가장 먼저 집중해야 할 분야
Casualty (사고사상자)	Solidity (견고)	-
Contamination (전염병)	**Santé (건강)**	고효율 열회수형 환기장치 등을 통해 에너지 손실을 최소화하여 환기함으로써 미세먼지 및 코로나바이러스 등에 대해 대처하고 쾌적성 증진
Congestion (혼잡)	Smartness (스마트)	-
Crime (범죄)	Safety (안전)	-
Complaint (불평하다)	**Satisfaction (만족)**	에너지효용 및 복지 증가, 쾌적하고 건강한 주거 공간 등으로 인해 삶의 질 및 만족도 증가

자료: 저자 작성

건물은 이미 지어진 기축과 앞으로 새롭게 짓게 될 신축으로 구분할 수 있다. 우리나라는 노후화된 기축건축물의 에너지성능 개선을 위해 그린리모델링 사업을 추진하고 있다. 통상 준공 및 사용승인 후 30년 이상된 기축 건축물을 노후건축물로 분류하는데 지어진 지 오래되어 에너지효율성능이 낮은 노후건축물을 중심으로 그린리모델링 사업을 통해 에너지효율성능을 높여 탄소배출량을 낮추고 실내환경을 개선하고 있다.

신축의 경우 제로에너지건축 의무화 로드맵에 따라 일정 규모 이상의 공공·민간 건축물을 지을 경우에는 제로에너지빌딩 5등급 이상(에너지효율등급 1++ 이상, 에너지자립률 20% 이상) 인증을 받도록 규제를 적용함으로써 기축 건축물에 비해 통상적으로 더 우수한 에너지성능을 달성하도록 하고 있다.

문제는 이러한 사업들이 공공건축물을 중심으로 진행되고 있다는 점이다. 민간건축물이 전체 건축물의 97% 이상을 차지하고 있는 만큼 건물 분야에서 이산화탄소를 획기적으로 줄이고 실내

환경을 개선하기 위해서는 민간 건축물 영역으로 기존 사업들을 대폭 확대할 필요가 있다.

이러한 논조에 따라 기축과 신축에 대해서 각각 다음과 같은 사업을 구상할 수 있다.

가. (기축) 노후건축물 그린리모델링 사업(주거 분야)

국토교통부 보도자료(2020.2.28.)에 따르면 2019년도 우리나라의 총 건축물 수(기축)는 7,243,472개 동이며 이중 주거 용도가 63.8%(그림 4-44)로 대부분을 차지하고 있다. 아울러 30년 이상된 노후건축물 또한 주거용이 47%로 제일 높아 주거 용도의 건축물 노후도가 제일 심각하다(그림 4-45). 따라서 주거 분야의 노후건축물(2022년 기준으로 사용승인 이후 30년 이상 경과)을 대상으로 그린리모델링을 통해서 에너지성능을 개선하는 사업이다.

〈그림 4-44〉 2019년도 건축물 용도별 분포 현황

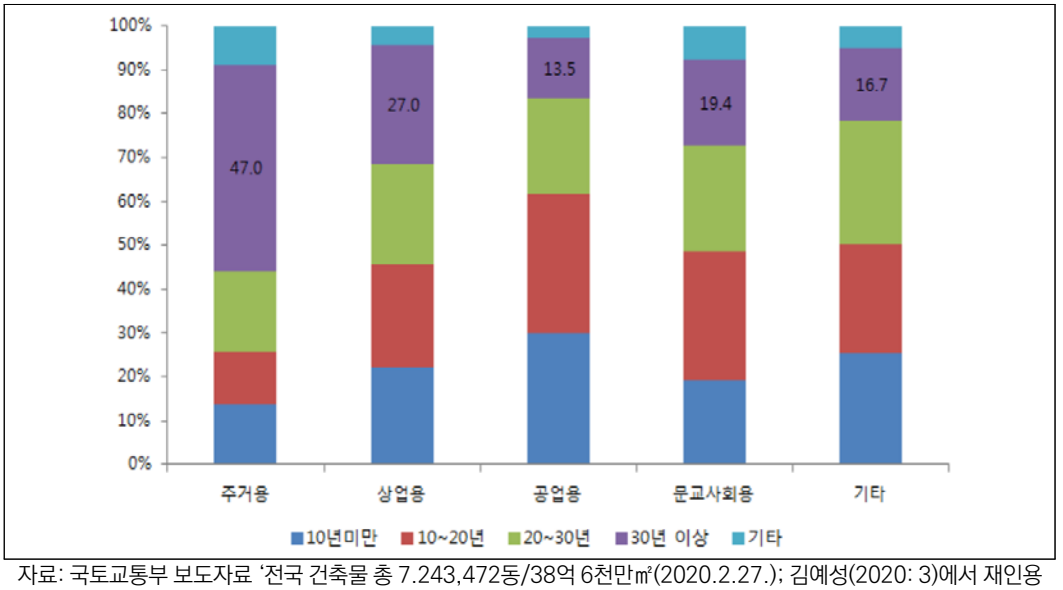


자료: e-나라지표 '건축물 현황'
(https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1226)

사업 내용은 다음과 같다(그림 4-46 참조). 주거 용도의 노후건축물을 대상으로 그린리모델링 사업을 추진 시 지능형원격검침인프라(Advanced Metering Infrastructure, AMI), 홈에너지관리시스템(Home Energy Management System, HEMS), 건물에너지관리시스템(Building Energy Management System) 등의 기술을 적용한다. AMI, HEMS, BEMS를 통해서 건축물 에너지 사용량, 신재생에너지 발전량과 같은 에너지 데이터를 실시간으로 수집하고 동시에 수집된 에너지 데이터에 기반하여 각 에너지원에 따라 발생된 탄소배출량 또한 실시간으로 계산하여 축적한다. 또한 해당 데이터들은 통신망을 통해 지자체의 에코스마트시티 통합플랫폼과 연계되

어 해당 지자체는 도시 내 건물에서 소비되는 에너지량과 생산되는 신재생에너지 발전량의 실시간 현황 정보, 도시 내 건물에서 ㅂ라생하는 온실가스 배출량의 실시간 현황 정보를 파악할 수 있다. 이렇게 각 개별 건물에 설치한 ICT 인프라(AMI, HEMS, BEMS 등)과 지자체의 에코스마트시티 통합플랫폼을 통해서 거주민들은 에너지 정보와 온실가스 정보에 대한 서비스를 제공받는다. 즉 시민들은 도시 내 개별 가정 및 건물 단위 또는 커뮤니티 단위에서 개별 건물 또는 건물 군의 에너지소비량, 신재생에너지 발전량 등 실시간 에너지 수급정보를 온라인(웹/앱) 등을 통해 파악할 수 있도록 서비스를 제공받는다. 아울러 도시 내 개별 가정, 건물, 커뮤니티 단위로 발생 중인 실시간 온실가스 배출량 정보 또한 온라인서비스를 통해 제공받는다.

〈그림 4-45〉 2019년도 건축물 용도별 노후도 현황(단위: %)

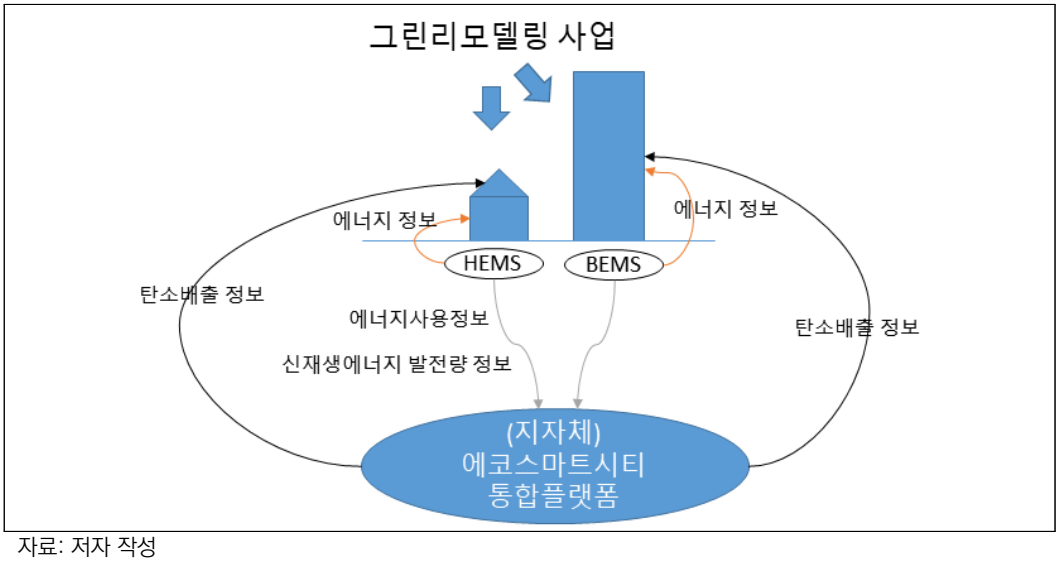


자료: 국토교통부 보도자료 '전국 건축물 총 7.243,472동/38억 6천만㎡(2020.2.27.); 김예성(2020: 3)에서 재인용

이러한 사업을 성공적으로 추진하기 위해서는 지자체 차원에서 민간의 주거용도 건축물을 대상으로 자체적인 제로에너지건축 로드맵을 수립하고 각 목표연도에 맞게 그린리모델링 사업을 착실하게 수행 및 확산해 나아갈 필요가 있다. 〈그림 4-47〉에서 보다시피 신축만을 대상으로 적용하고 있는 국가의 제로에너지건축 로드맵은 2025년부터 민간 건축물에 단계적으로 적용이 되며, 주거의 경우 2025년부터 30세대 이상에 적용이 되고 2030년에 이르러서야 연면적 500㎡ 이상 건축물에 공공과 동일한 수준으로 적용된다. 지자체에서는 신축과 더불어 기축까지 포함하고 주거용도 민간건축물에 집중하여 국가의 로드맵이 여러 가지 장애요소로 민간 및 기축 분야에 추진하고 있지 못하는 부분 더 선도적인 목표를 설정하여 실천해 나갈 필요가 있다. 예를 들면 현재 공공건축물에 더 높게 적용되는 기준을 주거용도 민간건축물에 동일하게 적용할 수 있다. 2022

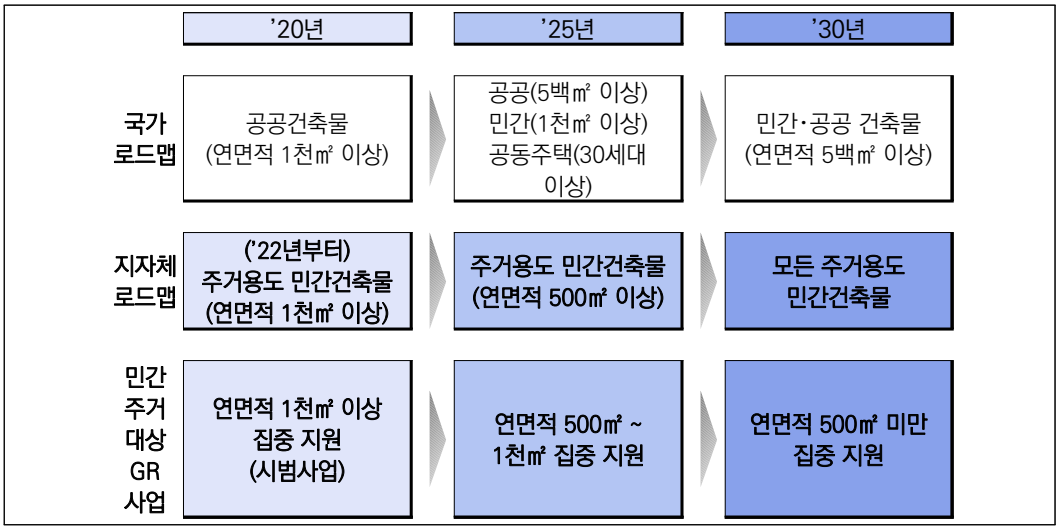
년[31]부터 2024년까지는 연면적 1천㎡ 이상, 2025년부터 2029년까지는 연면적 500㎡ 이상, 2030년부터는 모든 면적의 주거용도 민간건축물에 제로에너지건축을 의무화하는 방안이 가능하여 이에 맞춰서 각 시기별로 민간 주거 대상 그린리모델링 사업을 추진할 필요가 있다.

〈그림 4-46〉 주거분야 노후건축물 그린리모델링 사업 개념도



자료: 저자 작성

〈그림 4-47〉 지자체 차원의 주거용도 민간건축물 대상 제로에너지건축 로드맵 추진(안)



자료: 국가 제로에너지건축 로드맵을 토대로 저자 작성

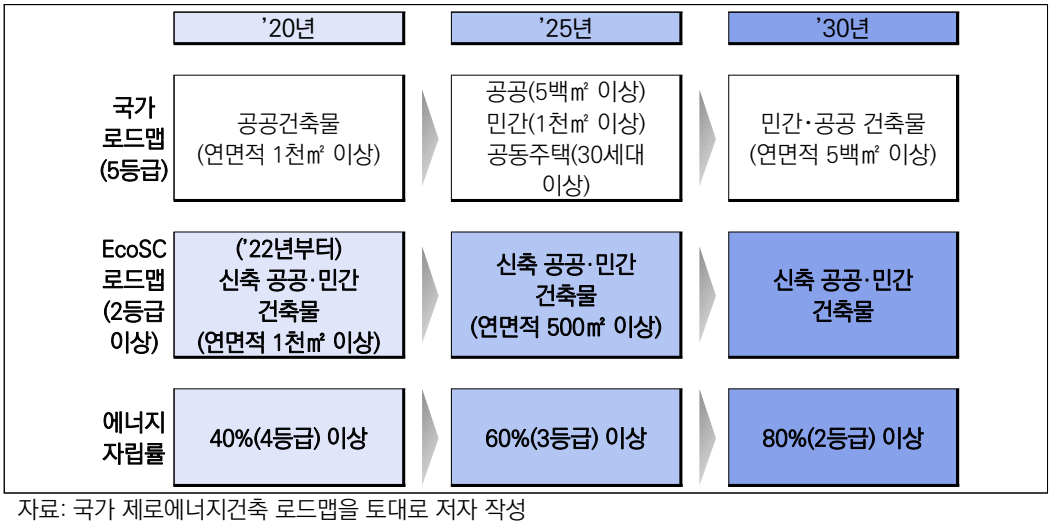
31) 민간 분야에서 대응할 기간을 주기 위해 2년 정도의 유예를 두어 2022년부터 적용하는 것으로 설정함.

본 사업 성공적으로 추진될 경우 주거 용도 노후건축물(2022년 시점 30년 이상 경과) 전체가 에너지자립률[32] 20% 이상 즉 제로에너지건축물 5등급 이상이 달성되기 때문에 이를 핵심성과목표(KPI)로 설정해야 할 필요가 있다.

나. (신축) 제로에너지건물 확산 사업

국가가 추진 중인 제로에너지건축 의무화 로드맵과 같이 신축에 대해서는 에너지성능 규제가 이미 적용이 되고 있다. 하지만 그 기준이 에너지자립률 20% 이상에 해당하는 최하위 등급인 5등급에 맞춰져 있어 에코스마트시티에서는 이보다 더 높은 수준의 기준을 적용할 필요가 있다. 예를 들면 〈그림 4-48〉와 같이 2022년부터 연면적 1천㎡ 이상의 모든 신축 건축물(공공·민간)은 제로에너지 4등급(에너지자립률 40% 이상), 2025년부터는 연면적 500㎡ 이상에 대해 제로에너지 3등급(에너지자립률 60% 이상), 2030년까지는 연면적 기준 없이 모든 건축물이 제로에너지 2등급(에너지자립률 80% 이상)을 달성한다는 높은 목표 설정이 가능하다.

〈그림 4-48〉 지자체 차원의 신축건축물 대상 제로에너지건축 로드맵 추진(안)



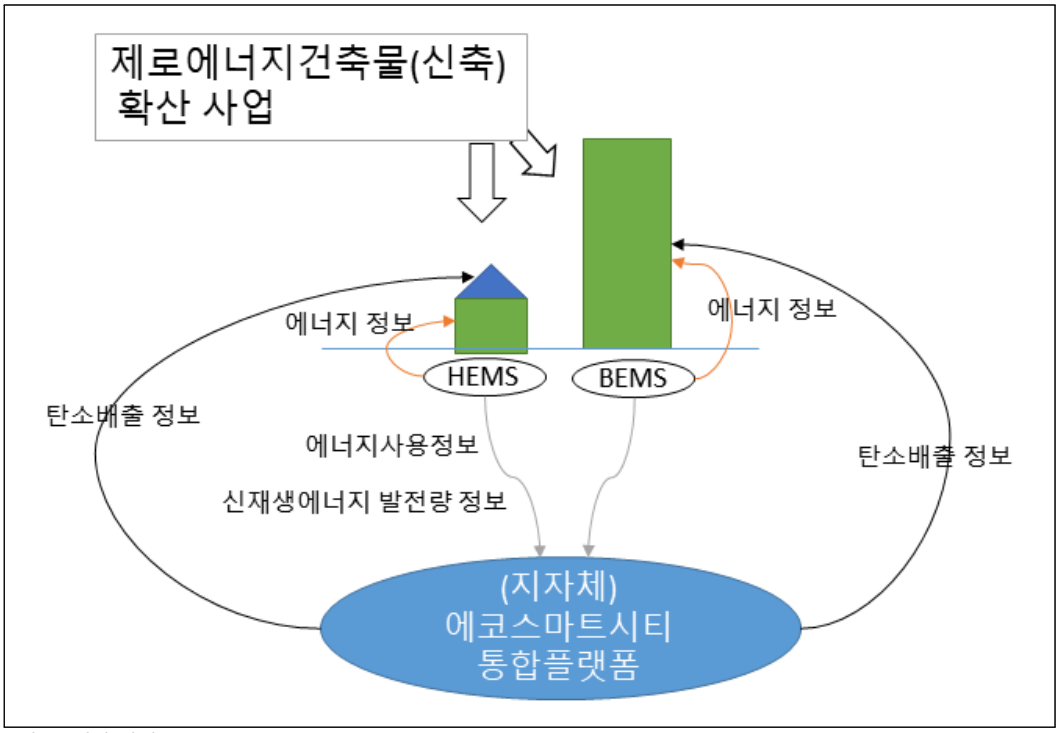
자료: 국가 제로에너지건축 로드맵을 토대로 저자 작성

사업 내용(그림 4-49)의 골격은 기본적으로 기축에 대한 사업(그림 4-46)과 동일하다. 다만 에너지자립률을 단계적으로 높여 최대 2등급 만족까지 설정하였기 때 더 우수한 성능의 자재와 첨단 기술을 적용할 필요가 있다. 본 사업 성공적으로 추진될 경우 에코스마트시티 내 모든 신축건

32) $\frac{\text{신재생에너지 생산량}}{\text{건축물에너지 소비량}} \times 100(\%)$

축물이 2030년 시점부터 에너지자립률 80% 이상인 제로에너지건축물 2등급 이상이 달성되기 때문에 이를 핵심성과목표(KPI)로 설정해야 할 필요가 있다.

〈그림 4-49〉 제로에너지건축물 확산 사업 개념도



자료: 저자 작성

이상 기축 및 신축으로 구분하여 2개의 사업을 도출하였다. 각 사업 모두 신재생에너지설비 등 시설을 중심으로 에너지성능 개선을 위한 대형 투자가 필요하기 때문에 민관협력 체계를 바탕으로 추진할 필요가 있다. 우선 시공 관련해서는 지자체 공사(도시개발공사, 에너지공사 등)가 주축이 되어 총괄함으로써 에너지절약전문기업(Energy Service Company, ESCO)과 신재생에너지 설비업체 등 민간기업들 에너지설비 구축에 대한 적극적인 참여를 높여야 한다. 지자체는 기축/신축, 공공/민간 구분 없이 모두가 에너지성능개선에 적극 참여할 수 있도록 사업 참여에 대한 재정 일부의 직접적 지원과 더불어 인센티브(세제감면 등) 제공과 같은 간접적인 지원을 확대할 피요가 있으며 동시에 에너지·온실가스 정보를 체계적으로 모니터링 및 관리할 필요가 있다. 동시에 민간재원을 통해 사업비와 함께 사업의 지속가능성을 확보할 수 있도록 하기 위해서 민간금융기관이 사업에 적극적으로 투자하고 회수할 수 있는 절차와 최소한의 이익 수준을 보장할 필요가 있다.

가. 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드

1) 계획 방향 및 목표

신기후변화체계(post_2020)에 대응하기 위해 4차 산업혁명 신기술인 스마트시티와 녹색건축기술인 그린리모델링을 적용하여, 공공건축물을 도시 단위에서 에너지 그리드로 네트워킹하고자 한다.

사업목표는 공공건축물 스마트-그린 리모델링 및 AI기반 스마트에너지그리드사업으로 2021년부터 2030년까지 약 9,605억 원이 투입된다. 이를 위해 우선 해당 정책수립 및 가이드라인 마련이 진행되어야 하며(2021년, 5억 원), AI기반 스마트에너지그리드 기술 개발 및 실증 R&D가 진행된다(2021년~2022년, 100억 원). 정책 수립 후 시범사업은 2023년~2030년까지 진행할 예정이다(매년 10개 도시 × 100억 원, 2023년~2030년, 8,000억 원). 국제협력 및 해외수출사업은 국내 시범사업의 성과를 검증한 이후로 2026년부터 2030년까지 계획하였다(매년 3개 도시 × 50억 원, 2026년~2030년, 1,500억 원).

2) 사업의 당위성

본 사업은 에코스마트시티 개념모델인 6C-6S상에서 '이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능한 도시(CO2, Sustainable)'에 해당한다. 녹색건축물조성지원법에 따라 2020년부터 공공건축물(1천㎡ 이상)은 제로에너지건축물 인증 진행하는데, 이에 스마트기술을 추가 적용하고 도시적 차원에서 운영관리하는 에코스마트시티 추진이 필요하다.

(1) 목표 달성을 위한 KPI

본 사업의 핵심성과목표(KPI)는 신재생에너지 이용률의 50% 확대, 에너지 사용 30% 절감, 에너지 비용의 40% 절감, AI기반의 스마트에너지그리드 구축(국내 80% 이상, 해외 50% 이상) 등을 제시한다.

(2) KPI 측정방법

핵심성과목표(KPI)는 에너지그리드플랫폼을 통한 증거기반 검증으로 에너지 이용량을 검증할 예정이며, 검증포털을 구축하여 운영하는 것이 필요하다. 또한 폭넓은 정책 현황 및 시범사업/해외사업의 추진사항을 모니터링해야 한다.

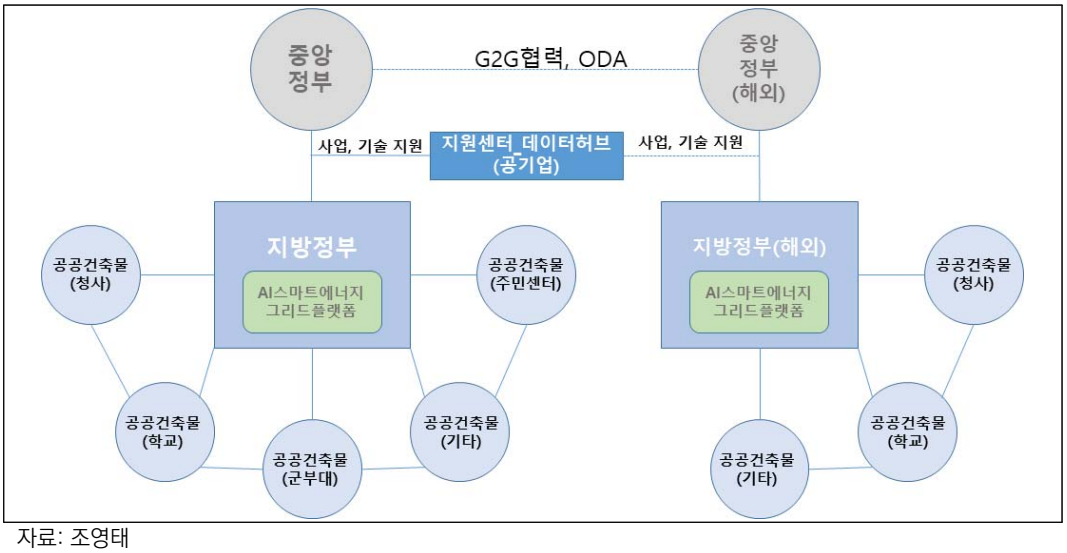
3) 사업 내용

사업내용을 구조적으로 살펴보면, Value Layer로는 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 절감에 해당한다. Data Layer에서는 지자체 공공건축물 스마트-그린 에너지 데이터 확보한다. Information Layer로는 공공건축물 에너지 정보를 시민, 민간에 공개할 수 있는 스마트-그린 Dash Board를 구축한다. Service Layer로는 AI 기반의 자동화된 에너지 관리가 가능하며, Technology Layer로는 AI 기반의 스마트에너지그리드 플랫폼, 사용자 중심 그리고 증거기반(evidence based)이 검증포털이 운영된다.

4) 사업추진 전략

본 사업은 한국판 뉴딜의 세부사업으로 추진되는 것이 바람직하며, 글로벌 협력사업은 ODA 사업 등을 통해 추진하는 것이 바람직하다. 본 사업의 추진체계(system architecture)는 다음과 같다.

〈그림 4-50〉 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드 사업추진전략 추진체계



자료: 조영태

5) 사업추진 주체

본 사업의 추진 주체는 중앙정부, 지자체, 공기업(LH) 등이다. 사업의 펀딩(funding)은 기금(GIF), 정책자금, ODA 등을 통해 추진할 수 있다. 본 사업의 구체적인 추진 대상은 지자체(지방정부)이며, 공간적으로는 기성도시(Brown Field)가 바람직하다. 사업의 규모(스케일)는 검증포털, 건축물, 도시에 이르는 platform-building-city라 할 수 있다.

〈기존 건축물 에너지성능 향상 재원마련 방향〉

- (에너지신사업) 태양광발전, 수요자원관리 등 신사업을 통한 수익을 재투자
- (그린리모델링) 국토교통부 그린리모델링 지원사업
- (ESCO 활용) ESCO 관련 정책자금 활용-ESCO간 사업지원

* ESCO(Energy Service Company)가 에너지 절약시설의 설치에 따른 투자비용을 조달하고 에너지 사용자는 추후에 발생하는 절감으로 투자자금을 상환하는 사업

6) 사업추진 로드맵

본 사업은 2030년을 사업목표로 하여, ① 정책 수립 및 기준(guideline) 설정(2021년), ② AI 기반 스마트에너지그리드 기술 개발 및 실증 R&D (2021년 ~ 2022년), ③ 국내 리모델링 시범사업 (2023년 ~ 2030년), ④ 해외 리모델링 지원사업 및 해외진출 (2026년 ~ 2030년)이 진행된다.

5. 에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병) 조성

1) 사업의 배경 및 필요성

급속한 산업화·도시 확산에 따른 난개발과 도시 규모의 확대로 재난에 대한 방어망이 약해지고 피해 규모도 증대되고 있다. 최근에는 태풍, 지진, 홍수 등과 같은 전통적인 재난 이외에도 감염병, 미세먼지, 폭염 등 새로운 유형의 재난이 빈번하다.

〈표 4-32〉 재난의 유형(재난 및 안전기본법상 분류)

구분	내용
자연재난	태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사, 조류, 조수, 화산활동, 소행성 추락 및 충돌 등
사회재난	감염병, 화재, 붕괴, 폭발, 교통사고(항공 및 해상사고 포함), 화생방, 사고, 환경오염사고, 가축전염병, 미세먼지 등

자료 :

2000년대 초반부터 첨단기술을 접목한 스마트시티가 논의되어 왔으며, 2017년부터 국내 및 해외에서는 대용량 도시정보를 활용한 정보통신 기반의 안전 빅데이터 플랫폼 기술 개발을 지속적으로 확대하고 있다.

지자체의 다양한 도시정보 데이터를 수집하여 Data 기반의 과학적, 예방적, 안전서비스를 개발하는 안전플랫폼의 개발이 무엇보다 중요하다. 세계 주요 지능형 치안 서비스를 분석한 결과, 핫스팟 분석 분야와 범죄 예측 분야, 재범 예측 등 크게 3가지 분야로 분류할 수 있다[33].

코로나-19 발생은 인구밀도 증가, 도시내 이동성 편리, 고령인구 증가 등 감염병에 대해 취약해진 현대도시의 특성에 맞물려 글로벌 경제 및 도시민의 신체적, 정신적 건강에 심각한 충격을 주고 있다. 2020년 글로벌 경제성장률은 -1.2%로 추정되며(KB증권), 2009년 글로벌 금융위기 이후 처음 역성장을 예상하고 있다. 전 세계적으로 인적피해는 확진 환자 총 65,220,974명, 사망 1,512,639명에 이른다(2020.12.06. 09시 기준)[34].

코로나-19는 일상생활 뿐만 아니라 경제, 사회, 사람들의 행동양식 등에 영향을 미쳐 뉴노멀시대로 변화가 예상된다. 사회적 거리두기의 일상화, 원격근무와 온라인 교육 및 학습, 온라인 문화의 일반화 및 언택트 소비 확산, 홈이코노미 확대, 감염병에 취약한 공유경제의 위기, 4차 산업혁명 및 디지털 경제 가속화, 방역 및 건강관리 중요성 인식, IT와 결합한 디지털 헬스케어 분야 주목, 원격진료 확대 등이다.

2) 계획방향 및 목표

본 사업은 4차 산업혁명 신기술을 적용하여 도시문제를 해결하고, 2020년 판데믹에 따른 지구적 안전대책 필요로부터 시작된다.

사업목표는 범죄와 재해, 감염병으로 부터 안전한 에코_스마트 안전도시 구축으로 2030년까지 약 8,700억 원이 투입된다(2021~2030년). 이를 위해 세부적으로는 ① 솔루션(방범방재예측시스템) 개발 및 실증, 정책수립 (2022년, 50억 원), ② 시범사업 (매년 10개 지자체 × 50억원, 2023~2030년, 8,000억 원), ③ 해외사업 (매년 3개 지자체 × 50억원, 2026~2030년, 650억 원) 등으로 구분된다. 도시적 규모의 사업인 만큼 정부차원의 구축 지원 및 운영 과정을 모니터링하는 노력이 필요하다.

3) 사업의 당위성

본 사업은 에코스마트시티 개념모델인 6C-6S상에서 '범죄가 없는 안전한 도시(Crime, Safety), '사상자가 적은 튼튼한 도시(Casualty, Sturdy)', ' 전염병 걱정 없는 건강한 도시

33) · 핫스팟 분석 : 블루크러쉬, 칸링크, 크라임매핑
· 범죄 예측 : 프레드폴, Crime Prediction and Prevention, 지오프로스, 클루, ETRI 지능형 위험 예측 플랫폼, LH 안전서비스2.0 Tool-Kit(SoSS)
· 재범 예측 : 하트, LH 콤파스, 오아시스

34) 질병관리청 COVID-19 http://ncov.mohw.go.kr

(Covid, Santé)' 에 해당한다.

본 사업을 위해서 기존 국가 R&D 사업으로 추진 중인 스마트시티 혁신성장동력프로젝트 R&D 개발 솔루션이 활용될 수 있으며(LH, 국토교통부), 경찰청 치안빅데이트플랫폼 사업(2018~2022)과 연계되고 K-방역 솔루션(역학조사지원시스템)이 활용될 수 있다(국토교통부).

(1) 목표달성을 위한 KPI

본 사업의 핵심성과목표(KPI)는 5대 범죄 발생률 30% 감소, 자연 재해 피해액 30% 감소, 방범/방재 골든타임 출동 80%, 자연 재해 6시간 전 예측, AI분석을 통한 범죄 예측율 70% 정확도 확보 등이다.

(2) KPI 측정방법

본 사업의 핵심성과목표(KPI)는 방범방재예측시스템 및 Use Case 검증포털 등을 활용하여 정책 모니터링 및 검증하는 과정이 필요하다.

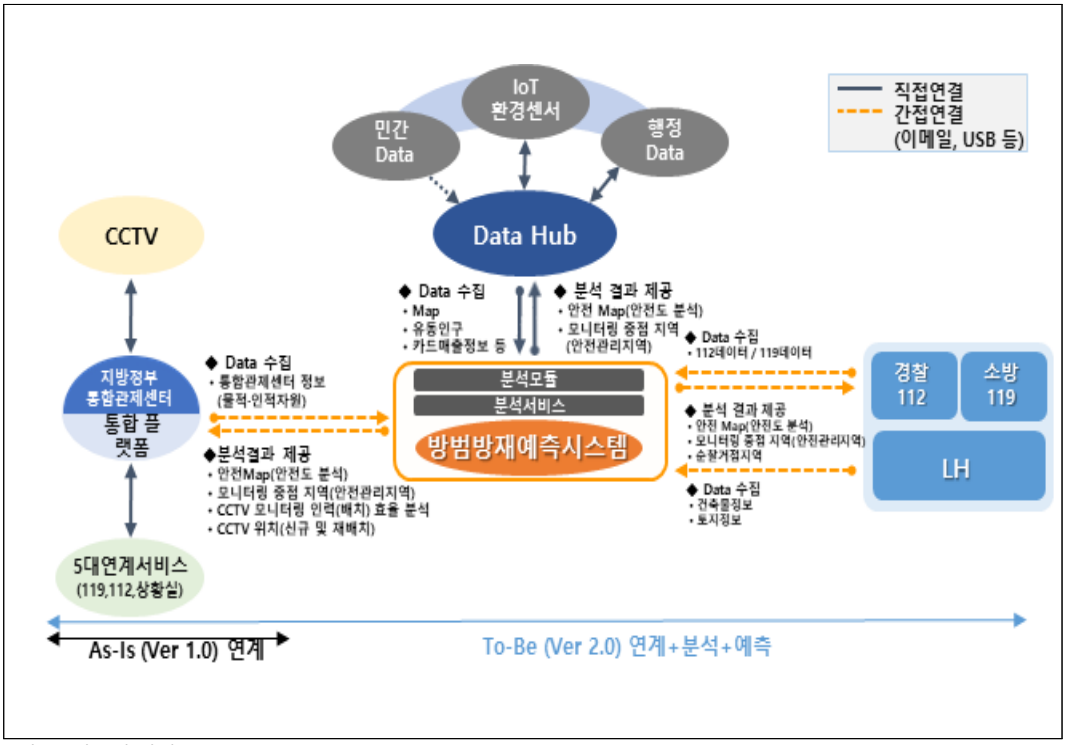
4) 사업내용

사업내용을 구조적으로 살펴보면, Value Layer로는 사회안전(방범), 재해안전(방재)으로 안전도시를 구축하고자 한다. Data Layer에서는 사회안전(112), 재해안전(119), 개인정보(카드,이동,건강), 시설물정보(CCTV, 건축물, 환경센서 등) 등이 활용된다. Information Layer로는 도시안전정보(안전도map), 환경 등의 정보제공이 가능하다. Service Layer로는 방범(112, CCTV), 방재(119), 감염병(covid) 등이 대상이며, Technology Layer로는 안전(방범,방재) 예측시스템(AI, 머신러닝) 등이 활용된다.

5) 사업추진 전략

본 사업은 한국판 뉴딜의 세부사업으로 추진되는 것이 바람직하며, 글로벌 협력사업은 ODA 사업 등을 통해 추진하는 것이 바람직하다. 본 사업의 추진체계(system architecture)는 다음과 같다.

〈그림 4-51〉 방범방재예측시스템 사업추진전략 추진체계



자료: 연구진 작성

6) 사업추진 주체

본 사업의 추진 주체는 중앙정부, 지자체, 공기업(LH) 등이다. 사업의 펀딩(funding)은 기금(GIF), 정책자금(국토교통부), ODA 등을 통해 추진할 수 있다. 본 사업의 구체적인 추진 대상은 지자체(지방정부)이며, 공간적으로는 신도시(Green Field)와 기성도시(Brown Field)가 모두 가능하다. 사업의 규모(스케일)는 플랫폼 등 정보시스템과 도시에 이르는 platform-city다.

7) 사업추진 로드맵

본 사업은 2030년을 사업목표로 하여, ① 정책수립, 솔루션 개발 및 검증[35] (2022년), ② 국내 시범사업 (2023~2030년), ③ 해외 지원사업 및 해외진출 (2026~2030년)

35) AI분석을 통한 안전(범죄,재난,감염병) 예측, 운영

제4절 교통부문 : 친환경 e-모빌리티 기반의 스마트 교통체계 사업

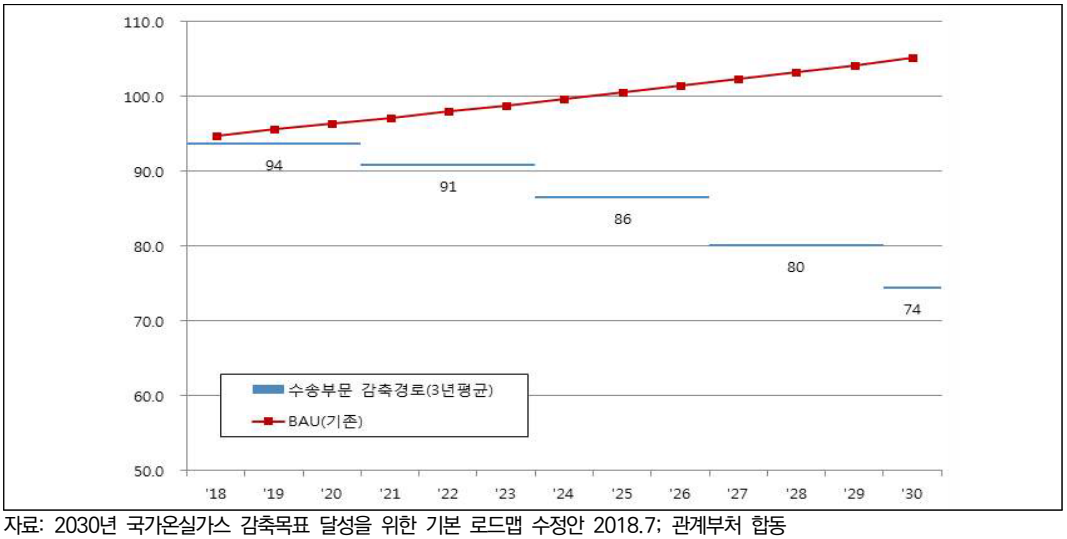
1. 사업 필요성 및 목표

가. 사업 필요성

온실가스 저감, 기후변화 대응, 신재생 에너지 활용 및 융복합 등 격변하는 사회, 경제, 과학적 환경에 따라 교통부문에너지 위기 의식, 친 자동차 중심으로 만들어진 현재 도로와 교통체계의 한계를 극복하기 위한 미래 지향적인 교통정책으로 친환경 개인교통 이용 활성화를 포함한 다양한 친환경 e-모빌리티 기반의 정책과 사업들을 통해 최근 제기된 미세먼지, 온실가스, 교통혼잡, 에너지소비 등 정부 및 지자체 차원의 다양한 대책과 사업이 진행되고 있다.

이에, 미세먼지 및 온실가스에 대한 사회적 이슈가 되고 있는 교통분야의 주요 발생원인 2016년 우리나라 전체 에너지 소비는 2013년 대비 연평균 2.4% 증가한 2억1천541백만9천톤으로 수송부문은 2013~2016년 연평균 3.6% 증가하였으며, 전체 에너지 소비에서 차지하는 비중도 2013년 20.1%에서 2016년 20.8%로 증가하였다.

〈그림 4-52〉 수송부문 감축 방안



자료: 2030년 국가온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안 2018.7; 관계부처 합동

본 사업은 친환경 e-모빌리티 기반의 교통체계 사업을 추진하는 것으로, 저탄소/고효율 연비 추구에 따른 친환경에너지 기반의 교통수단으로 전환 확대 및 디지털/그린 교통인프라 체계로의 변화를 추구한다.

다. 사업목표

정부에서는 우리나라의 2030년 온실가스 목표 배출량을 5억 3,600만톤으로 BAU 대비 32.5% 감축 중 수송부문은 2030년까지 전기차 300만대, 수소차 85만대 저공해차 보급 및 친환경 대중교통 확충으로 3,100만톤 저감 목표를 설정하였다.

이에, 본 사업을 통해 첨단 ICT 등의 혁신 기술을 활용한 친환경 스마트 교통체계 구축을 통해 쾌적하고 편리한 모빌리티 생태계 구현을 실현하고자 한다.

2. 친환경/무탄소 e-교통수단 도입 및 기술 개발

가. 사업의 필요성 및 목표

최근 국내 그린뉴딜 정책 방향으로 신재생에너지를 활용한 에너지 수급 및 온실가스 저감을 기반하여 친환경적이고 무탄소인 새로운 신교통수단 및 교통부문의 에너지 문제를 해결하고자 다양한 기술을 활용하여 차폐형PM(초소형 전기자동차)도입, 친환경 대중교통(자율주행, 전기버스, 수소트램 등) 도입 및 기술개발, 수소연료기반 상용차 등을 개발하고 있다.

나. 사업의 당위성

친환경/무탄소 e-교통수단 기술개발을 통한 친환경 수단 전환을 통해 온실가스 저감 효과와 혼잡요소가 없는 지속가능한 스마트교통 환경 구현

다. 사업내용

1) 친환경 동력기반 PM 도입 및 개발

대기오염에 따른 환경 규제가 강화되고, 코로나19로 인해 개인이동장치를 이용한 통행이 선호

되면서 친환경 동력기반의 퍼스널 모빌리티의 활성화가 이루어지고 있으며, 주로 입식형인 전기자전거, 전동킥보드, 전동휠 등에 이르는 1인승 이동수단 형태로 운영되고 있다. 하지만 비, 눈 등 궂은 날씨에도 이용 가능하고, 사회고령화 현상에 따른 노인 등 교통약자 다수도 이용가능하고, 거대도시화로 인한 중거리 이동 가능 등 PM 이용의 범위적 확장을 위해 차량 형태의 차폐형(3륜, 4륜)의 초소형 모빌리티 도입 및 개발이 필요한 실정이다

〈그림 4-53〉 친환경 동력기반 PM 개발 개념



자료: 전기의 세계, 2017.7; 박찬범

현재 국내 차폐형 PM 개념의 초소형 전기차인 르노삼성 트위지, 대창모터스 딩고 등 개발이 완료되어 양산 중으로 차폐형 PM 도입은 문제없으나 배달 및 소형 택배 목적의 이륜차 및 소형 화물차 전환을 위한 화물 탑재 가능한 차폐형 PM의 개발이 필요한 실정이다.

〈그림 4-54〉 친환경 동력기반 PM 제원 비교

제품명 (제조국)	제조사	사양	특징
TWIZY (프랑스)	 RENAULT	▪ 최고속도 : 80km/h ▪ 리튬이온 배터리 ▪ 주행거리 : 100km	▪ 2인승 ▪ 앞뒤(종) 좌석 배열
COMS (일본)	 TOYOTA 차체	▪ 최고속도 : 60km/h ▪ 납축전지 ▪ 주행거리 : 50km	▪ 1인승
BIRO (중국)	 HTM	▪ 최고속도 : 45km/h ▪ 납축전지 ▪ 주행거리 : 100km	▪ 2인승 ▪ 좌우(횡) 좌석 배열 ▪ 인휠 모터
VVDY (한국)	 DY	▪ 최고속도 : 80km/h ▪ 리튬이온 배터리 ▪ 주행거리 : 100km	▪ 2인승 ▪ 좌,우 좌석배열

자료: 전기의 세계, 2017.7; 박찬범

2) 친환경 대중교통수단 도입 및 개발

□ 자율주행셔틀

친환경대중교통으로서 전기차 기반의 자율주행셔틀을 도입하여 온실가스 저감효과와 더불어 자율주행 인프라 연동 활용을 통한 교통 운영의 효율성이 향상될 것으로 기대되고 있다. 현재 다양한 지역에서 자율주행셔틀의 인프라, 기술력, 시스템, 안전성 등 상용화 이전을 위한 실증사업이 수행 중이다.

〈표 4-33〉 국내 자율주행셔틀 서비스 현황

구분	경기 판교 제로셔틀	서울 상암 모빌리티 실증	대구 수성알파시티 타시오	경기 시흥 마중
수행기관	차세대융합연구원	서울특별시	대구광역시 미래자동차과	LG유플러스 서울대학교
사업목적	경기도 교통문제 해결을 위한 신교통수단 활용	자율주행 모빌리티 상용화 및 시장 발전을 위한 '테스트베드 서울' 사업	첨단 스마트 도시인 수성알파시티의 미래 신교통수단인 자율주행셔틀을 시민이 직접 체험	경기도 시흥에 심야 시간에 자율주행셔틀 기반의 수요대응형 서비스 제공
도입차량	제로셔틀(11인승)	언맨드솔루션(6인승)	나부야 (7인승)	현대 솔라티(11인승) 현대 아이오닉(4인승)
운행코스	판교 제로시티~판교역 (약5.8km)	상암DMC역~MBC~상암DMC역(약5km)	수성알파시티 내(3km)	오이도역~정왕동 주거지역

자료: 본 연구진 작성

□ 친환경 버스

미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법에 의거하여 기존 노후된 디젤(경유) 기반의 노선버스를 전기, 수소 에너지 기반의 친환경 버스로 전환하는 사업을 하고 있으며, 정부는 2030년까지 배터리 교환형 전기버스 시스템 표준 시방 및 비상충전시스템 상용화 안전 인증체계 구축을 통해 확대하는 계획을 가지고 있다.

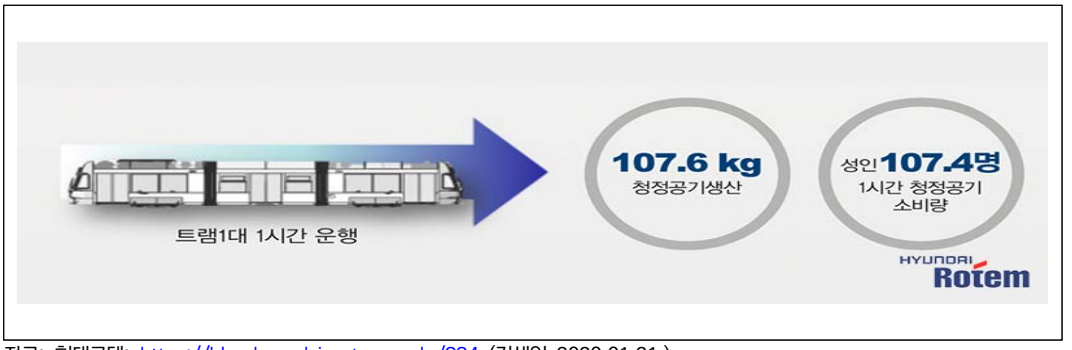
□ 수소전기 트램

최근 국가철도망 기본계획에서 서울, 인천, 대전 충북 등 여러 지자체에서 친환경 수단으로 트램 도입을 확정하고 있으며, 국내 수소경제시대에 맞추어 수소전기를 동력으로 하는 모빌리티에 승용차, 버스 이외 수소전기철도 차량의 기술개발을 진행하고 있다.

트램은 대부분 판토그래프를 이용해 가선으로부터 전력을 공급받아 주행하는 유가선 트램이나 최근 민간기업의 기술투자를 통해 에너지저장시스템(배터리)을 탑재해 주 전력원으로 주행하는 무가선 ESS 트램, 수소연료전지를 주요 동력원으로 사용하며 배터리를 보조동력으로하여 주행하는 무가선 수소전기 트램, 앞의 3가지 장점을 혼용하는 하이브리드 방식의 트램을 기술개발하고 있다.

특히 수소전기트램의 경우 수소연료전지를 주요 동력원으로 사용하는 기술로 연료전지 동작 과정에서 공기정화 기능을 포함하고 있어 공해 배출 제로화와 더불어 도심 공기정화 기능의 장점을 통해 미세먼지 심각성을 대체할 수 있는 수단으로 개발되고 있다.

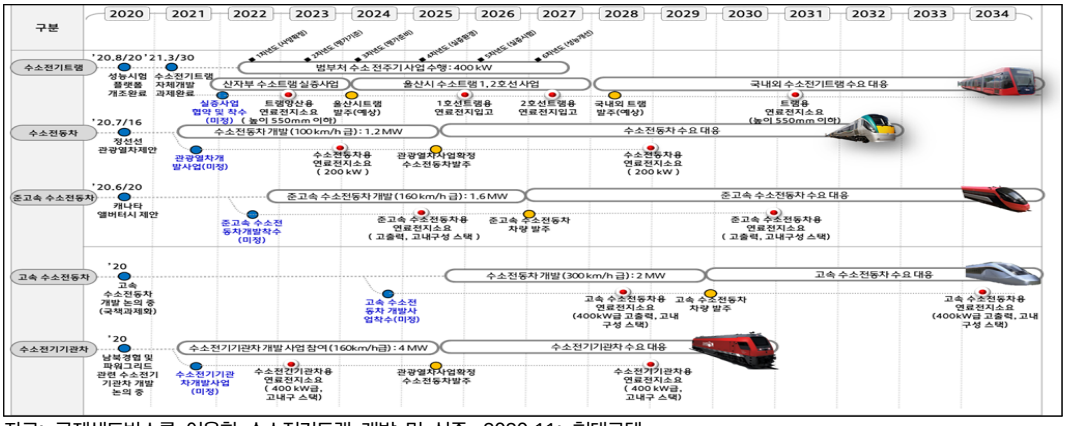
〈그림 4-55〉 수소전기트램의 운행을 통한 예정 청정공기 생산량



자료: 현대로템; https://blog.hyundai-rotem.co.kr/334 (검색일 2020.01.21.).

현재 민간기업에서는 수소 전기트램 도입 및 상용화를 위해 2020년 철도차량용 수소연료전지 구동시스템 개발 및 시제차량 제작 완료, 2021년 각종 법규 정비 등 시장진입을 위한 준비 및 실증노선에서 주행 시험, 2023년 상업화를 목표로 개발하고 있다.

〈그림 4-56〉 수소전기트램의 개발 로드맵



자료: 규제샌드박스를 이용한 수소전기트램 개발 및 실증, 2020.11; 현대로템

3) 수소연료 기반 상용차 기술 개발

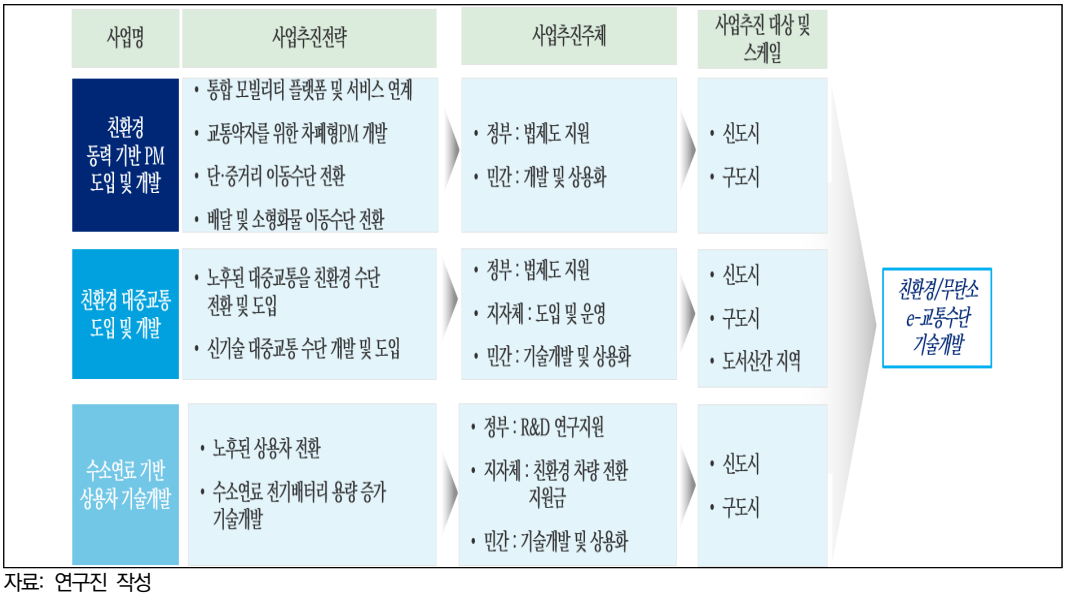
다수의 인원 또는 화물을 수송하거나 특수목적의 작업 등 상업적 목적으로 수행하기 위한 상용차는 대부분 디젤(경유) 연료로 운행되는 방식으로 높은 온실가스 배출의 원인으로 되고 있다. 이에, 국가적 차원의 온실가스 저감을 위해 수소연료 기반의 친환경 상용차 기술개발을 진행하고 있다.

국내 완성차 업체인 현대자동차는 1998년 수소전기차 개발에 착수한 이후 2013년 세계 최초로 양산형 수소전기차를 출시하였고 2018년에 세계 최장 주행거리를 확보한 수소전기차 출시를 통해 상용차를 기술개발하여 현재 버스와 화물차를 완성하여 상용화 단계 수준이다.

라. 사업 추진전략

사업별로 사업추진전략 및 사업추진 주체를 제시하였으며, 각 사업별 사업추진 대상 및 스케일에 대하여 제시하였다.

〈그림 4-57〉 수소연료 기반 상용차 기술 사업추진 전략

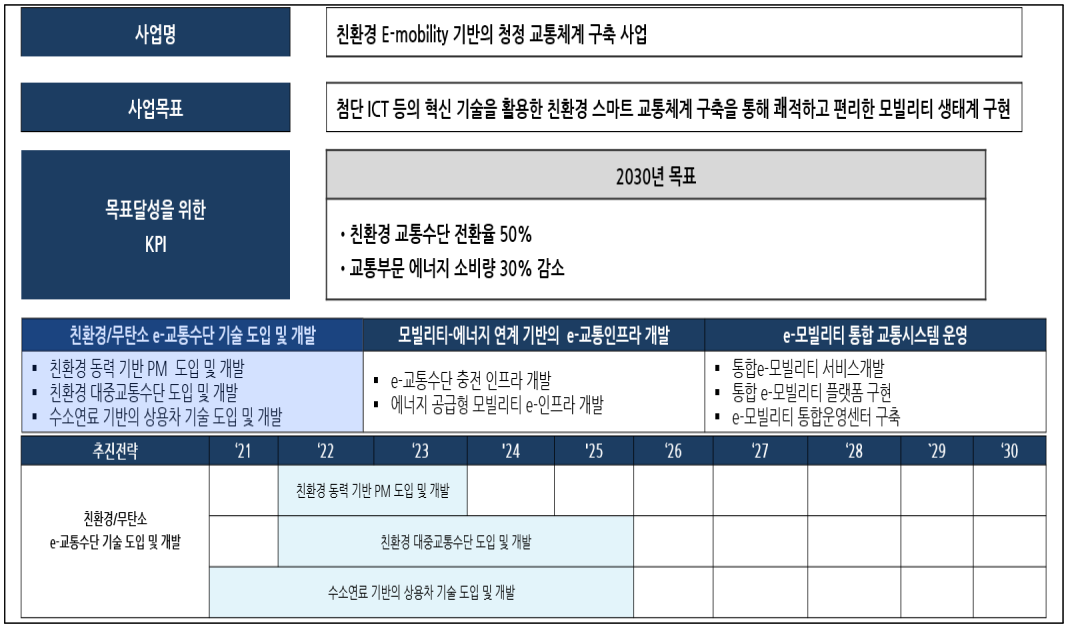


자료: 연구진 작성

마. 사업 로드맵

사업추진 로드맵은 21년~22년까지 수소연료 기반의 상용차 기술 도입 및 개발을 바탕으로 단계적 추진 할 수 있다.

〈그림 4-58〉 수소연료 기반 상용차 기술 사업 추진 로드맵



자료: 연구진 작성

3. 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발

가. 사업의 필요성 및 목표

국내에 전기자동차, 퍼스널모빌리티 등 수송부문의 e-모빌리티 시장이 급격하게 성장하고 있고 e-모빌리티 시장의 성장에 대응하기 위한 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 및 확대가 필요한 실정이다.

나. 사업의 당위성

e-모빌리티-에너지 연계 V2G 사업을 통해 전력망을 활용하여 충전을 했다가 주행 후 남은 전기를 전력망을 통해 다시 송전하는 에너지 그리드 기술개발을 통해 새로운 비즈니스 모델의 창출이 가능하다.

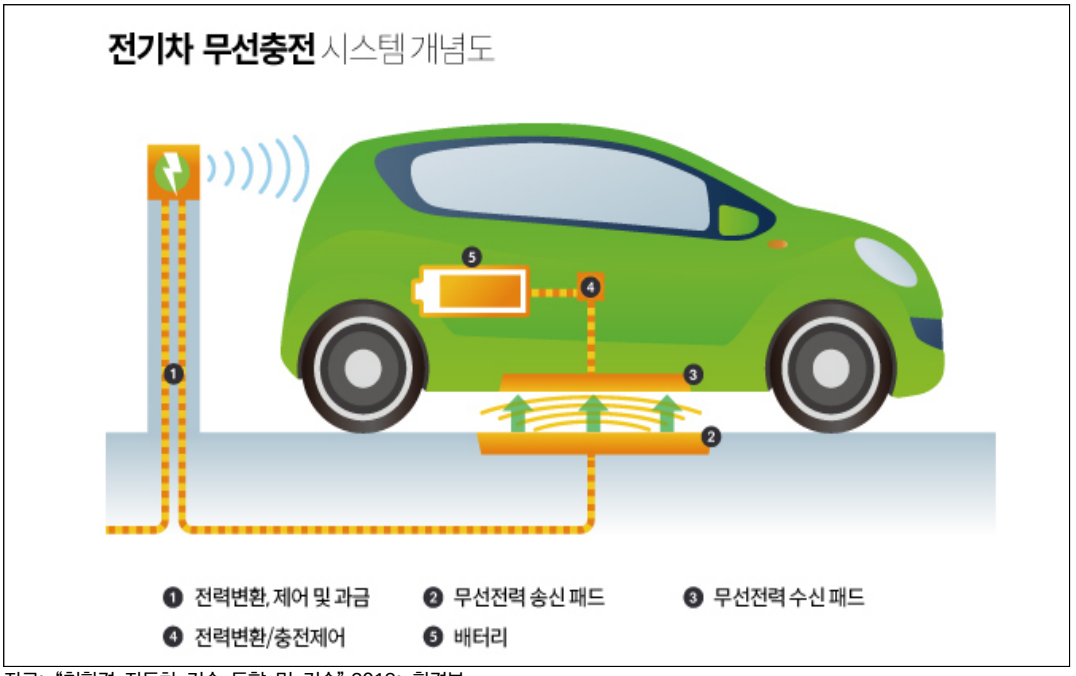
다. 사업내용

1) e-교통수단 충전 인프라 개발

□ 주차장 무선 전기충전시설 개발

2014년 토요타, 닛산, 폭스바겐 등 완성차 중심으로 송신부와 수신부의 공진 주차수를 일치시켜 전기를 전송시키는 자기공명방식의 전기차 무선전력 충전 기술에 대한 연구가 진행되었으며, 국내의 경우 현대차가 2019년 자동주차 시스템과 결합한 무선충전 기술을 공개하였으나 현재 전기차 무선 충전의 규격화가 되어 있지 않고 각 완성차별 다른방식으로 개발하거나 이용중으로 규격화 되지 않는 설비 비용이 증가되어 표준화 기술개발이 되어야 한다.

〈그림 4-59〉 무선 전기충전시설 개념도



자료: "친환경 자동차 기술 동향 및 기술",2019; 환경부

□ 도로 주행중 전기차 무선충전시스템 개발

2019년 국토부에서 '2021~2030년 도로기술 개발전략(안)'에서 버스전용차선처럼 전기차 충전 전용차선을 두어 전기차들이 도로를 달리며 충전이 되는 기술개발을 포함을 하였으며, 주행 중 충전이 가능한 WPT(Wireless Power Transfer)기술 구현으로 전기차의 새로운 혁신적인 기술개발이 되어야 한다.

〈그림 4-60〉 도로 주행중 전기차 무선충전시스템 개념도

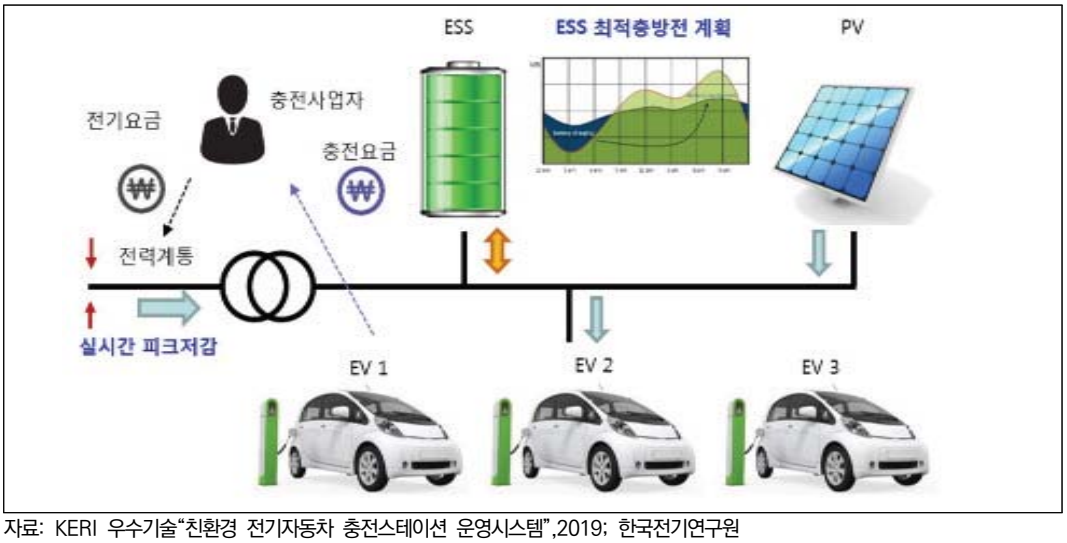


자료: "친환경 자동차 기술 동향 및 기술",2019; 환경부

□ 에너지저장장치를 활용한 신재생에너지 전기차 충전시스템 개발

신재생 에너지원의 출력변동에 따른 잉여전력을 에너지저장장치(ESS)에 저장하여 신재생에너지원의 활용 극대화를 통해 계동의 역조류를 방지하고, 전기차 충전기 용량 증가에 따른 인근 계통 영향을 충전소 자체의 부하관리를 통해 배전계통 안전도를 고려하는 전기차 충전시스템 기술개발이 필요하다.

〈그림 4-61〉 ESS 장치를 활용한 신재생에너지 전기차 충전시스템 개념도



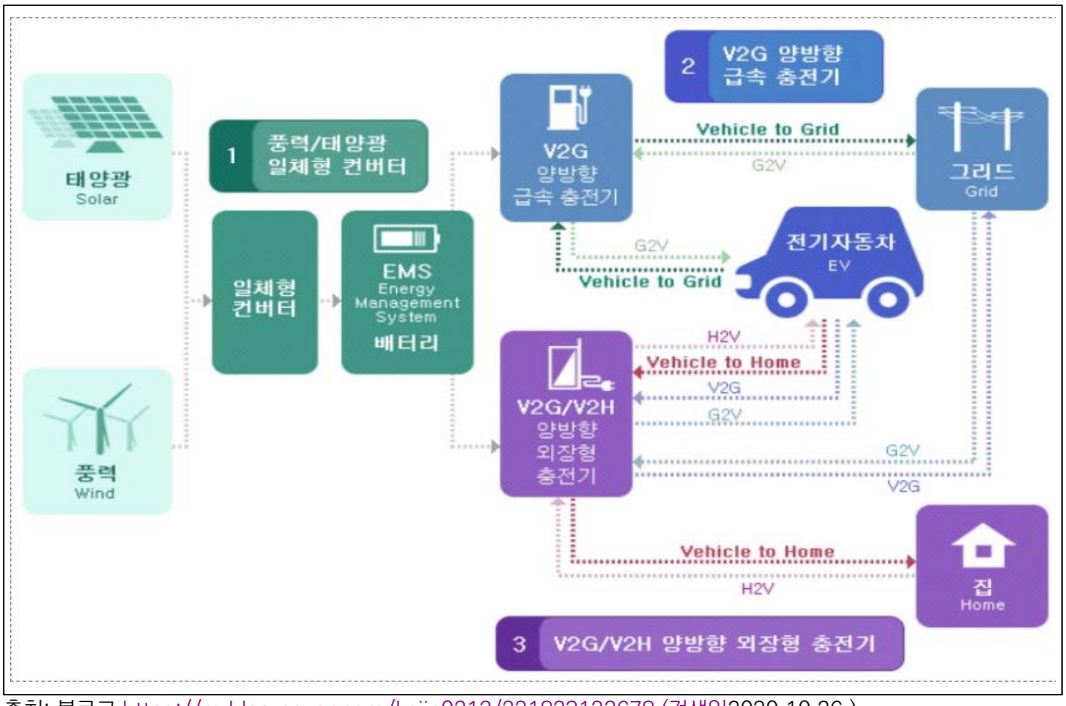
자료: KERI 우수기술"친환경 전기자동차 충전스테이션 운영시스템",2019; 한국전기연구원

□ 스마트그리드 기반의 V2G 인프라 개발

스마트그리드 기반의 V2G(Vehicle to Grid)란 e-모빌리티 수단의 배터리 전력을 전력망으로 재송전하는 기술로 전기요금이 저렴한 시간대를 이용해 충전하였다가 전기 수요가 많은 시간에 모아둔 전기를 재송전함으로 수익을 낼수 있는 기술로 기존의 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하여 에너지 효율을 최적 하는 기술이다.

다만 V2G 기술의 상용화를 위해서 배터리의 수명이 기존보다 증가하는 기술, 양방향 전력변환이 가능한 기술, 전력망과 e-모빌리티의 데이터 교환을 위한 통신 기술, V2G 사업자를 위한 운영 및 관리 시스템 등 다양한 기술과 인프라가 개발되어야 한다.

〈그림 4-62〉 스마트 그리드 기반의 V2G 개념도



출처: 블로그 https://m.blog.naver.com/ksjin0212/221823122678 (검색일2020.10.26.)

2) 에너지 공급형 모빌리티 e-인프라 개발

□ 신재생에너지 융복합 발전 시스템 개발

신재생에너지(태양광, 연료전지 등)를 활용한 자체 발전시스템을 통해 전기차 충전 및 전력계통 송전을 위한 분산 발전 기술 개발 되어야 한다.

〈그림 4-63〉 신재생에너지 융복합 발전 시스템 개념도

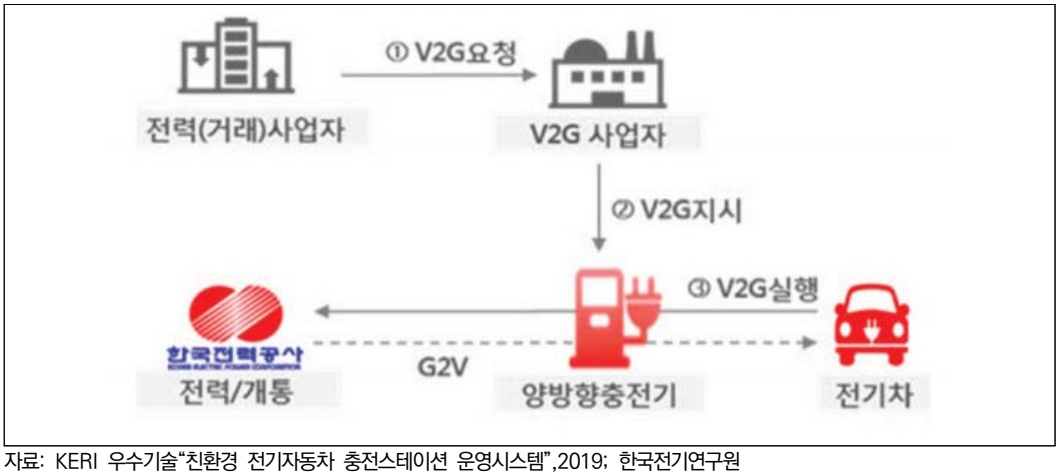


자료: "분산에너지 활성화, 이번에 다를까",2020.01.02.; 이투뉴스

□ V2G 시스템 자동연결 인프라

지능형 알고리즘이 탑재된 에너지관리시스템(Smart EMS)을 통해 전기차와 수소연료전지차가 차량 내부의 전력을 전력망으로 자동연결되어 충전하는 충전시스템이 개발 되어야 한다.

〈그림 4-64〉 V2G 시스템 자동연결 개념

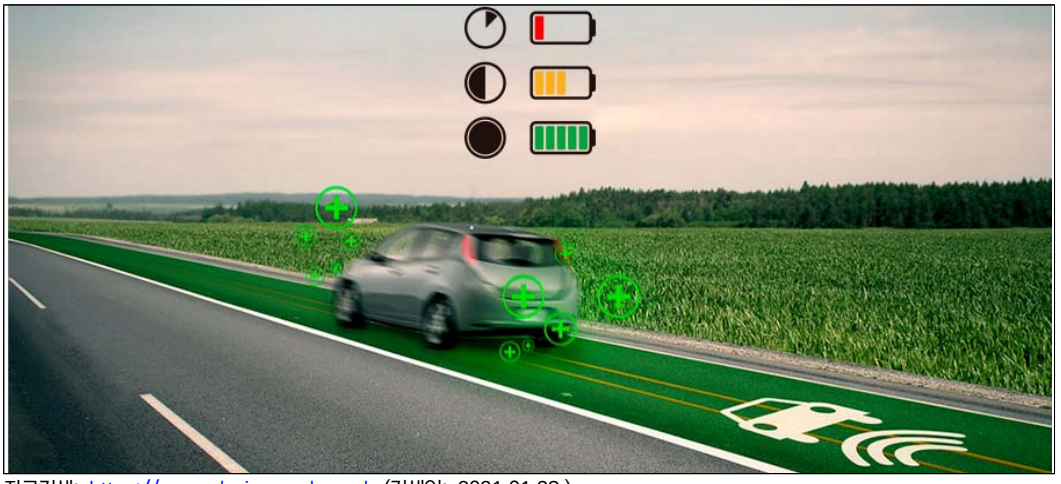


자료: KERI 우수기술"친환경 전기자동차 충전스테이션 운영시스템",2019; 한국전기연구원

□ 압전 발전 도로시스템 기술 개발

도로에서 차량이 달릴 때 많은 압력이 가해지는데 이때 순간적으로 전압과 전기 신호가 발생되어 이렇게 도로에 가해지는 압력을 이용해 전기를 생산하는 압전 발전 기술을 개발함으로써 새로운 에너지를 활용하는 e-모빌리티 인프라 개발을 확대하고자 한다.

〈그림 4-65〉 압전 발전 도로시스템 기술 개념

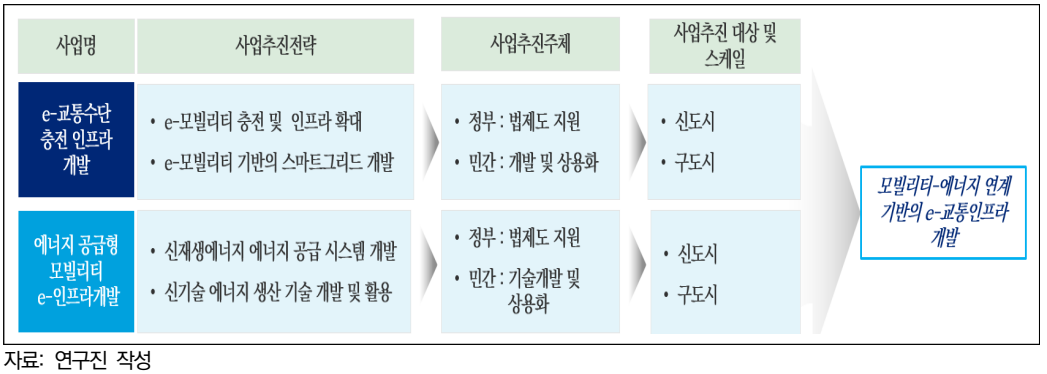


자료검색: https://www.designweek.co.uk (검색일: 2021.01.23.)

바. 사업 추진전략

각 사업별 사업추진 전략 및 사업 추진주체, 추진대상 스케일을 제시하여 모빌리티-에너지 연계기반의 e-교통인프라 개발을 할 수 있도록 한다.

〈그림 4-66〉 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 사업추진 전략

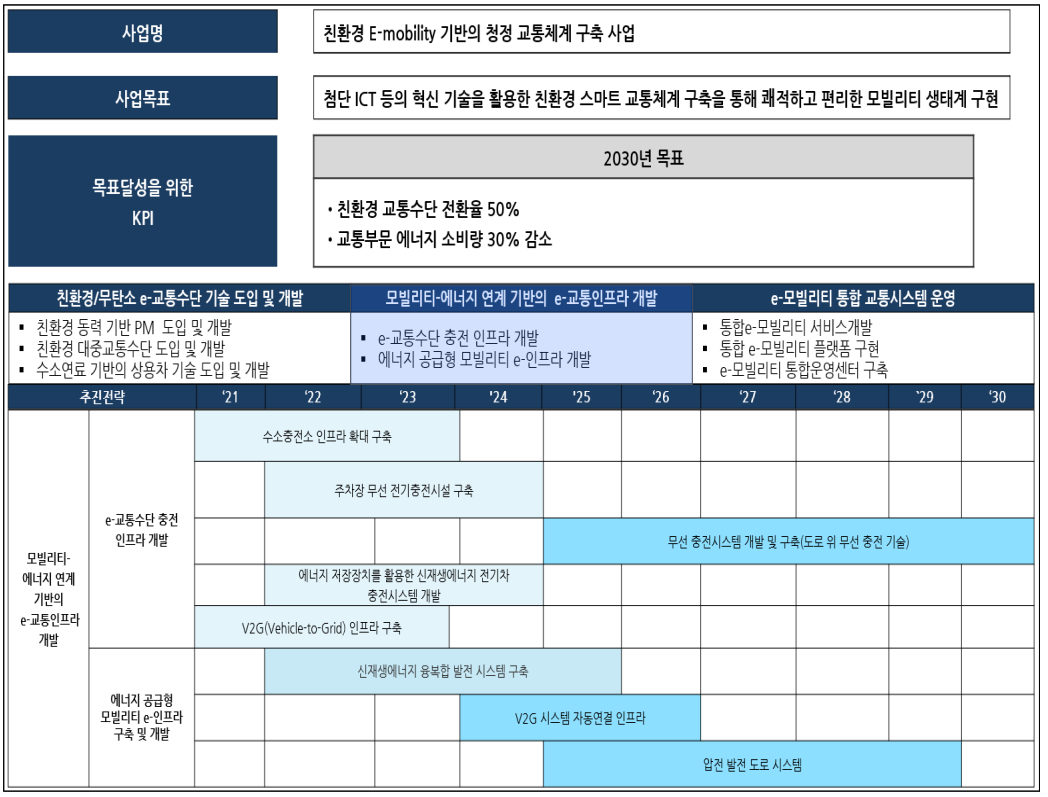


자료: 연구진 작성

사. 사업 로드맵

친환경 e-모빌리티 기반의 청정 교통체계 구축을 위하여 e-교통수단 충전 인프라를 개발하고 에너지 공급형 모빌리티 e-인프라를 개발하는 로드맵을 제시하였다.

〈그림 4-67〉 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 사업추진 로드맵



자료: 연구진 작성

4. e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발

가. 사업의 필요성 및 목표

다양한 e-모빌리티 서비스 솔루션을 도입 및 개발하고 개별 서비스별의 기능적 부문이 통합될 수 있도록 통합플랫폼 기반의 데이터 통합, 연계 공유 및 통합 운영 관리하는 센터 구축이 필요하다.

나. 사업의 당위성

통합플랫폼 기반의 데이터 통합, 연계, 공유 프레임워크를 구축하고 지속가능하고 다양한 모빌리티 서비스를 발굴할 수 있도록 통합된 모빌리티 교통운영시스템 개발이 필요하다.

다. 사업내용

1) 통합 e-모빌리티 서비스 도입 및 개발

□ 퍼스널 모빌리티 서비스

e-모빌리티 서비스의 대표 수단으로 1~2인이 탑승 가능한 소형 개인이동수단을 의미하며 중·저속 전기차, 전동킥보드 및 전기자전거 등을 포함하는 1~2인승 수단이 10~20km/h 속도로 대중교통과 연계하여 First&last mile 목적의 서비스이다.

〈그림 4-68〉 퍼스널 모빌리티 서비스



자료: '2019년 스마트시티 시범도시 스마트교통혁신기술 도입지원 사업 위탁용역', 2019; 한국교통연구원

□ 공유 자동차 서비스

자동차 자체를 공유하여 활용할 수 있는 서비스로 운전이 가능한 개인이 앱 등을 통해 차량의 위치를 확인하고 예약하여 차량을 이요하는 서비스로 현재 국내 공유자동차 업계는 내연기관에서 하이브리드, 전기차 등 친환경 수단으로 전환되고 있다.

〈그림 4-69〉 공유 자동차 서비스



자료: '카셰어링, 주중-주말 요금 최대 67% 차이', 2020.3.24.; 환경일보 기사

□ 자율주행셔틀 서비스

중소형 규모 자율주행 대중교통 서비스로, 자율주행자동차와 디지털인프라 기술을 활용하여 미리 정해진 배차계획과 고정된 노선을 따라 운행하는 자율주행 고정노선운행 서비스와 이용자의 실시간 수요(on-demand)에 기반하여 운행하는 자율주행 수요응답형운행 서비스로 구성되어있으며, 현재 상용화를 위해 다양한 지역에서 실증을 수행하고 있다.

〈그림 4-70〉 자율주행셔틀 서비스

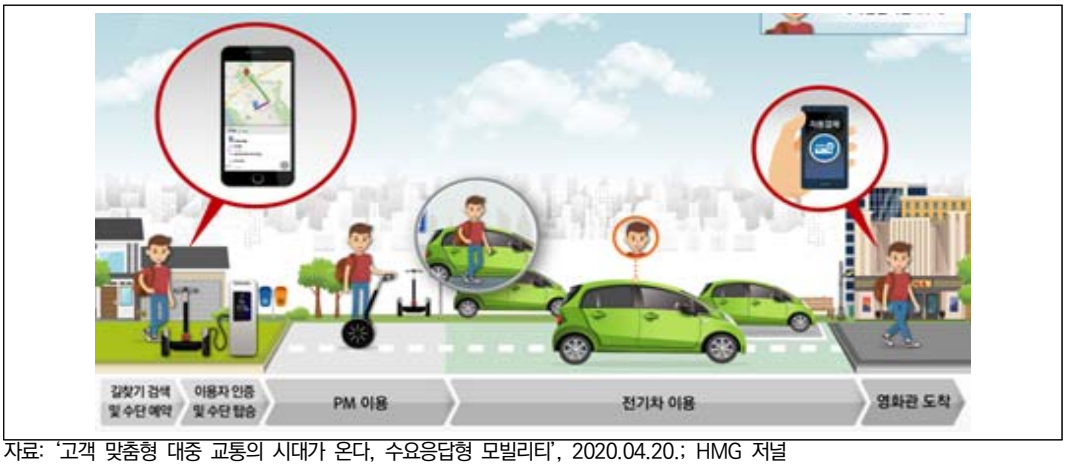


자료: '판교 달리던 자율주행버스 '제로셔틀', 옆 차 끼어들자 끼익', 2018.09.04.; 한국일보 기사

□ 통합 모빌리티 서비스

모든 모빌리티 수단의 운영정보를 통합·관리하여, 이용자의 이동수요(출도착지 등)에 맞춘 최적 경로 안내 및 수단 조합 대안 분석, 통합요금결제까지 이루어지는 통합서비스 이다.

〈그림 4-71〉 통합모빌리티 서비스



자료: '고객 맞춤형 대중 교통의 시대가 온다, 수요응답형 모빌리티', 2020.04.20.; HMG 저널

□ 수요대응형 서비스

사용자 수요에 따라 차량 종류, 운행노선 등을 탄력적으로 운영하는 모빌리티 서비스로 사용자 수요가 일정하지 않거나 특정 이벤트 발생지역 및 불규칙한 대중교통 배차간격의 도서산간지역을 대상으로 기존 대중교통과 연계하는 서비스이다.

〈그림 4-72〉 수요대응형 서비스



자료: '고객 맞춤형 대중 교통의 시대가 온다, 수요응답형 모빌리티', 2020.04.20.; HMG 저널

□ 스마트 주차 서비스

빈 주차공간을 실시간으로 운전자가 모바일과 웹으로 확인하고 이용하도록 하는 서비스로 주차에 대한 효율성과 편의성을 향상시켜 도시의 교통혼잡 감소 및 환경에 기여하는 서비스이다.

〈그림 4-73〉 스마트주차 서비스

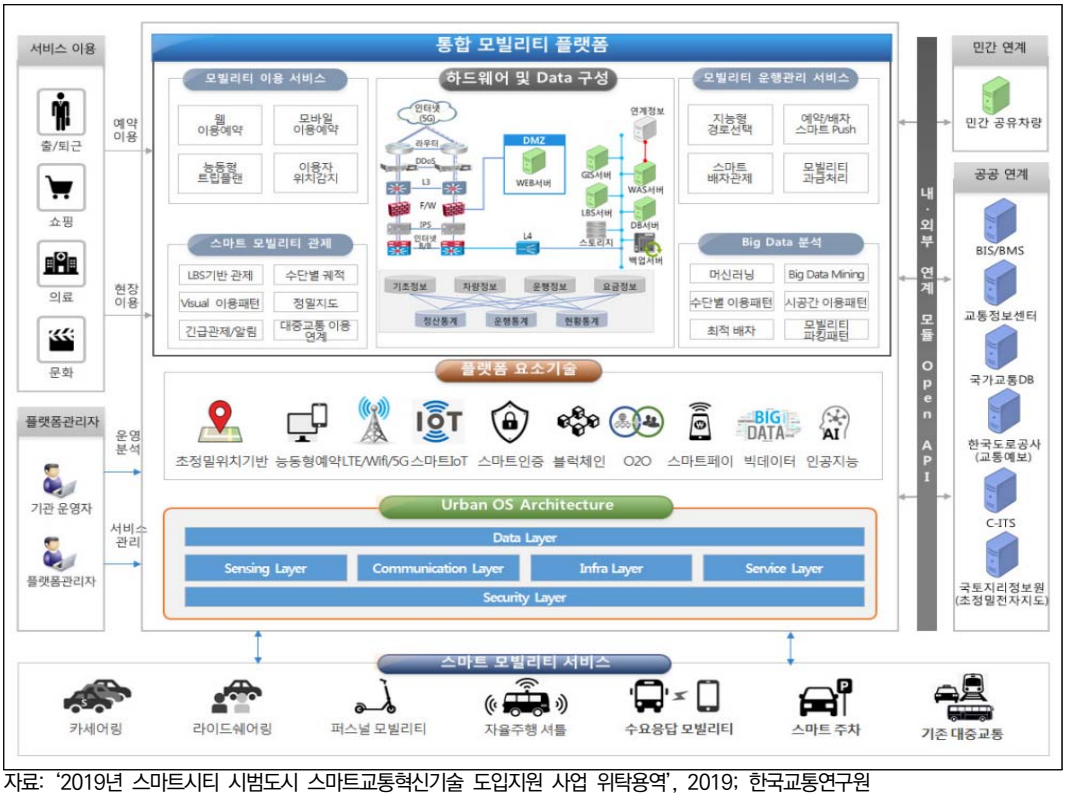


자료: '자율주행차 시대의 완성은 '스마트 주차장'', 2019.03.17.; 한국일보

2) 통합 e-모빌리티 플랫폼 구현

통합 e-모빌리티 플랫폼 구현은 스마트시티 교통서비스 중 국내·외에서 가장 주목 받는 사업으로 초고속 통신망, 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능 등 4차산업혁명기술들의 융·복합체로 다양한 데이터 통합·연계·공유가 필수적이다. 다양한 교통수단별 정보를 통합·연계 및 생성하여 완성된 하나의 맞춤형 정보를 이용자에게 제공하기 위해서 통합 모빌리티 플랫폼 구축을 통해 스마트시티 교통서비스의 원활한 이용과 운영을 지원하기 위한 요소 기술을 포함하고 정보의 관리, 활용 및 데이터 품질을 유지 고려하여 구현되어야 한다.

〈그림 4-74〉 통합 모빌리티 플랫폼 구축(예)



자료: '2019년 스마트시티 시범도시 스마트교통혁신기술 도입지원 사업 위탁용역', 2019; 한국교통연구원

3) e-모빌리티 통합운영센터 구축

스마트시티 내 교통, 비교통 데이터, 민간데이터를 효율적으로 저장, 가공, 분석 처리해 낼 수 있는 변화된 미래교통 상황과 장기적으로 모빌리티 데이터정보와 연계를 위한 e-모빌리티 통합운영센터 하드웨어를 구축하여야 한다.

또한, 데이터 저장·가공·처리, 빅데이터 플랫폼, GIS 시스템, 실시간 교통류 운영관리, 모빌리티정책지원 시스템 등 각 기능별 다양한 소프트웨어 개발 및 효과적으로 구현되고 데이터를 활용한 솔루션 및 서비스가 개발되어야 한다.

〈그림 4-75〉 통합 e-모빌리티 통합운영센터(안)



자료: '교통부문 빅데이터 공유플랫폼 구축 및 공동활용방안', 2017; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

라. 사업 추진 전략

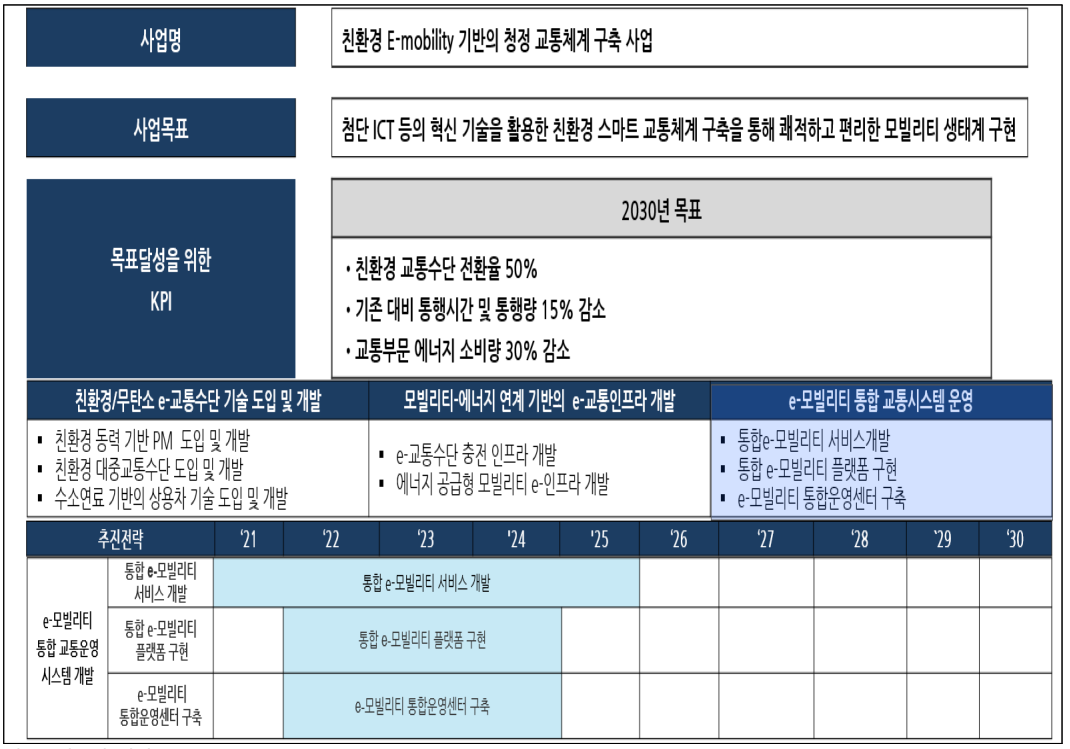
각 사업별 사업추진 전략 및 사업 추진 주체, 추진대상 스케일을 제시하여 친환경 e-모빌리티 기반의 청정 교통체계를 구축하도록 한다.

〈그림 4-76〉 e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발 사업 추진 전략



자료: 연구진 작성

〈그림 4-77〉 e-모빌리티 통합 교통운영 시스템 도입 및 개발 사업 로드맵



자료: 연구진 작성

5. 사업의 KPI 목표 및 측정방안 수립

가. 사업 로드맵

2018년 '2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안'에서 제시한 수송부문의 목표 계획을 기반하여 친환경/무탄소 e-교통수단 도입 및 기술개발을 통해 총 3가지의 KPI를 수립하였으며, 첫째는 우리나라는 의무감축국으로서 온실가스 장기 감축 목표를 수립하는 로드맵을 마련하였으며, 수송부문은 2030년까지 30.8백만톤(약 30%)의 온실가스 감소시키는 KPI를 수립하였다.

둘째는 온실가스 저감 방안으로 2030년까지 전기차 300만대, 수소연료전기차 64만대, 하이브리드 400만대의 친환경 보급계획을 수립하여 노후된 경유차, 친환경 대중교통 도입 등 기존 내연기관 수단을 50% 이상 친환경 교통수단 전환하는 KPI를 수립하였다.

마지막으로 대중교통 확산, 도시·광역철도 및 도시철도 운행, 환승시설 확대, 친환경 인프라 개발 및 확대 등을 통한 대중교통 운영 확대 다양한 사업 및 정책을 통해 기존 대기 통행시간 및 통행량 15% 감소하는 KPI를 수립하였다.

나. 사업의 KPI 목표 및 측정방안 수립

사업의 KPI 달성을 위해 수송부문의 자동차등록대수, 주행거리, 수송량 자료 등 주요 활동자료, 수송 부문별 에너지원 자료, 온실가스 감축 수단별 실적자료를 현행화하여 기술적(정량적), 정책적(정성적)인 모니터링 지표를 개발하였다.

〈표 4-34〉 활동자료와 에너지원 자료를 이용한 감축수단별 실적자료 현황

감축수단			자료		
			주 활동자료	자료 출처	주 에너지원
기술적	① 도로부문 바이오디젤혼합		BD 보급량	신·재생에너지 보급통계 (한국에너지공단)	- 경유
	② 친환경차 보급을 포함한 승용차 평균 연비 개선	친환경차 보급	친환경차 등록대수 (전기차, 하이브리드, 수소차)	자동차 등록정보시스템 (국토교통부)	- 전기 - CNG - 수소
		승용차 평균연비제도	승용차 평균연비	자동차 평균연비 및 등급 분석집 (한국에너지공단)	- 휘발유 - 경유 - LPG
	③ 유무선 충전 전기버스 시스템 도입·운영		전기버스 등록대수	국토교통부 내부자료	- 전기
정책적	① 대중교통 운영 확대	BRT 및 환승시설 구축 확대	BRT 연장	간선급행버스체계 종합계획	- 경유 - CNG - LPG
		지능형 교통시스템(ITS) 구축·운영	ITS 구축 도로 비율	ITS 국가교통정보센터	-
		도시·광역철도 확충	철도망 노선 및 수송인원	한국철도통계 (코레일)	- 전기 - 경유
	② 승용차 운행 억제	비동력·무탄소 교통수단 활성화	자전거 전용도로 연장	자전거 이용현황 (행정안전부)	-

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 기술적 모니터링 1: 도로부문 바이오디젤 혼합

〈표 4-35〉 기술적 모니터링 1: 도로부문 바이오디젤 혼합 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="6">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="6">- 기술적 감축</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="6">- (산업부) 에너지신산업과</td></tr>
<tr><td>관련법</td><td colspan="6">- 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="6">- 자동차 경유에 바이오디젤을 일정비율 혼합하여 공급하도록 의무화하는 제도 시행을 통한 온실가스 감축 유도
- 온실가스 감축량 산정은 바이오디젤 보급량만큼의 경유사용이 절감되었다는 가정에 기반하여야 함</td></tr>
<tr><td rowspan="6">감축수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="6">- 바이오디젤의 의무혼합비율(%)</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="6">- 바이오디젤 의무혼합비율(%)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">당초 계획 대비 실적</td><td colspan="2">구분</td><td>2017년</td><td>2018년</td><td>2020년</td><td>2030년</td></tr>
<tr><td colspan="2">보급 계획</td><td>2.5%</td><td>3.0%</td><td>3.0%</td><td>3.0%</td></tr>
<tr><td rowspan="2">실적</td><td>혼합량</td><td>2.53%</td><td>3.03%</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>달성 여부</td><td>달성</td><td>달성</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6">* 현재 2020년 이후의 보급 계획은 RFS에서 마련되지 않았으며, 2030년의 목표치는 현실을 감안하여 연구진이 제시한 값</td></tr>
<tr><td rowspan="2">근거</td><td>계획</td><td colspan="5">- 『신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행령 (약칭:신재생에너지법 시행령)』제26조2 및 별표 6</td></tr>
<tr><td>실적</td><td colspan="5">- 한국에너지공단의 “KEA 에너지 편람”(신·재생에너지 연료 혼합의무화제도 (RFS)의 추진현황 및 성과) 각 년도</td></tr>
<tr><td>모니터링 장애 요소</td><td colspan="6">- 해당 없음</td></tr>
</table>

자료: ‘수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구’, 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 기술적 모니터링 2: 친환경차 보급

〈표 4-36〉 기술적 모니터링 2: 친환경차 보급 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="9">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="9">- 기술적 감축</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="9">- (국토부) 자동차운영보험과, (산업부) 에너지신산업과, 자동차항공과, (환경부) 대기환경과</td></tr>
<tr><td>관련법</td><td colspan="9">- 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률
- 제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획(관계부처 합동, 2015)
- 미세먼지 관리 종합대책(관계부처 합동, 2017.9)</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="9">- 전기차, 수소차, 하이브리드차 등 친환경차 보급 및 정착을 통하여 온실가스 감축 유도</td></tr>
<tr><td rowspan="6">감축수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="9">- 친환경차 등록대수</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="9">- 전기차, 수소차, 하이브리드차 등록대수</td></tr>
<tr><td rowspan="5">당초 계획 대비 실적</td><td rowspan="2">구분 (대)</td><td colspan="2">2018년</td><td colspan="2">2019년</td><td colspan="2">2020년</td><td colspan="2">2030년</td></tr>
<tr><td>계획</td><td>실적</td><td>계획</td><td>실적</td><td>계획</td><td>실적</td><td>계획</td><td>실적</td></tr>
<tr><td>하이브리드</td><td>416,000</td><td>405,084</td><td>595,000</td><td>506,047</td><td>867,000</td><td>674,461</td><td>4,000,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>전기차</td><td>86,000</td><td>55,756</td><td>136,000</td><td>89,918</td><td>200,000</td><td>134,962</td><td>3,000,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td>수소차</td><td>2,400</td><td>893</td><td>5,000</td><td>5,083</td><td>8,900</td><td>10,906</td><td>640,000</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">출처 (근거)</td><td>계획</td><td colspan="8">- 산업통상자원부 보도자료 (2015.12.07.)</td></tr>
<tr><td>실적</td><td colspan="8">- 국토교통부 국토교통통계누리(연도별 자동차 등록자료 통계 중 ‘연료별 등록 현황’)</td></tr>
<tr><td>모니터링 장애 요소</td><td colspan="9">- 해당 없음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">온실가스 감축효과 산출 방법 예시 (출처: 지자체 온실가스 감축 사례집 (한국환경공단,2014))</td><td>수소연료 전지차</td><td colspan="9">- 온실가스감축량(kgCO2eq/yr)
= 감축량원단위(kg/대·yr)×2020년 전망 승용차 등록대수(대)×수소연료전지차 도입률(%)
* 감축량원단위(1,058kgCO2eq/대·yr)
= CO2배출계수(g/km)×10-3×연간에너지소비량(l/대·yr)×연비(km/l)× 연비개선률
** CO2 배출계수(출처: 2005년 한국자동차공업협회 제작사별 승용차 등록현황 자료 (최대판매률을 기록한 현대자동차 아반떼 선정) 에너지 관리공단 수송에너지 사이트 (bpm.kemco.or.kr/transport, 자동차 CO2 배출량 검색 메뉴(자동변속기, 휘발유 연료 이용의 아반떼 1.6CVVT 기준)),
연간 에너지 소비량(출처: 지식경제부, 2008, 에너지총조사 보고서),
연비 개선률(출처: 환경부, 지경부, IEA(2005), c40cities홈페이지(www.c40cities.org)</td></tr>
<tr><td>하이브리드승용차</td><td colspan="9">- 온실가스감축량(tonCO2eq)
= 감축량원단위(0.636tonCO2eq/대)×하이브리드 승용차 보급대수(대)
* 감축량원단위(0.636tonCO2eq/대)
= [(일 주행거리(27.3km/일)÷승용차 연비(9.5km/l))-(일 주행거리(27.3km/일)÷하이브리드 승용차 연비(13.0km/l))] ×365일×휘발유 석유환산계수(0.740×10-3TOE/l) ×휘발유 배출계수(3.043tonCO2eq/TOE)</td></tr>
</table>

자료: ‘수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구’, 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 기술적 모니터링 3: 승용차 및 소형승합·화물차 평균연비 개선

〈표 4-37〉 기술적 모니터링 3: 승용차 및 소형승합·화물차 평균연비 개선 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="6">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="6">- 기술적 감축</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="6">- (국토부) 자동차정책과
(산업부) 에너지수요관리과, 에너지신산업과, 자동차항공과
(환경부) 대기환경과</td></tr>
<tr><td>관련법</td><td colspan="6">- 에너지이용 합리화법 제17조(평균에너지소비효율제도)
- 저탄소 녹생성장 기본법 제47조 및 같은 법 시행령 제37조</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="6">- 승용차 연비를 향상시키기 위해 타이어 효율등급 제도, 차체 경량화 등을 포함한 승용차 평균연비 관리 제도를 통한 온실가스 감축</td></tr>
<tr><td rowspan="6">감축수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="6">- 승용차 및 소형 승합·화물차 평균연비</td></tr>
<tr><td>정의</td><td colspan="6">- 승용차 및 소형 승합·화물차 평균연비(km/L)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">당초 계획 대비 실적</td><td colspan="2">구분</td><td>2018년</td><td>2019년</td><td>2020년</td><td>2030년</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10인승 이하 승용 및 승합차</td><td>기준</td><td>23.2</td><td>25.3</td><td>28.7</td><td>33.1</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>16.24</td><td>16.09</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">11인승 이상 15인승 이하 승합 및 화물자동차</td><td>기준</td><td>17.9</td><td>18.5</td><td>19.1</td><td>17.3</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>11.83</td><td>11.82</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">근거</td><td colspan="2">계획</td><td colspan="4">- “자동차 평균에너지소비효율기준·온실가스 배출허용기준 및 기준의 적용·관리 등에 관한 고시”
- 2021_2030년 자동차 온실가스·연비 기준 행정예고(8.31)</td></tr>
<tr><td colspan="2">실적</td><td colspan="4">-「에너지 소비효율 분석집(한국에너지공단)」의 에너지소비효율·등급 표시 대상 자동차의 평균연비 중 승용차의 복합연비 값</td></tr>
<tr><td>모니터링 장애 요소</td><td colspan="6">- 승용차 평균연비 제도에서는 연비 산정 시 친환경차량에 대해 크레딧을 일반승용차와 차등을 두게 하고 있음. 그러나 실제 에너지 소비효율 분석집에서 제시하는 복합연비 자료는 친환경차량의 크레딧을 반영하지 않은 값이기 때문에 실적으로 그대로 쓰기에는 한계가 있으므로 추가적으로 크레딧을 고려하는 과정이 필요함</td></tr>
</table>

자료: ‘수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구’, 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 기술적 모니터링 4: 유무선 충전 전기버스 시스템 도입·운영

목표는 별도로 선정되어 있지 않고 2018년도부터 매년 실적만 국토부 보도자료를 통해 공개하고 있는 실정이다.

〈표 4-38〉 기술적 모니터링 4: 유무선 충전 전기버스 시스템 도입·운영 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="4">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축 수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="4">– 기술적 감축</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="4">– 국토교통부 자동차정책과</td></tr>
<tr><td>관련법</td><td colspan="4">– 환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="4">– 경유와 CNG를 연료로 운행 중인 시내버스를 대체하는 유무선 충전 전기버스를 상용화하여 온실가스 감축</td></tr>
<tr><td rowspan="6">감축 수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="4">– 유무선 충전 전기버스 보급 대수</td></tr>
<tr><td rowspan="3">당초 계획 대비 실적</td><td>구분</td><td>2018년</td><td>2019년</td><td>2030년</td></tr>
<tr><td>목표(만대)</td><td>–</td><td>–</td><td>1.23</td></tr>
<tr><td>실적(만대)</td><td>0.0279</td><td>0.0828</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="4">* 2030년 목표는 2025년의 전기버스 목표대수(8200대)를 활용하여 연구진이 잠정 제시</td></tr>
<tr><td rowspan="2">근거</td><td>계획</td><td colspan="3">– 국토부 내부자료 및 지자체 자료(시범사업)</td></tr>
<tr><td>실적</td><td colspan="3">– 국토교통부 내부자료(보도자료에서만 공개)</td></tr>
<tr><td>모니터링 장애요소</td><td colspan="4">– 해당 부처에 직접 자료를 요청해야 하므로, 자료구득이 용이하지 않을 수 있음</td></tr>
<tr><td colspan="2">온실가스 감축효과 산출 방법 예시 (출처: 지자체 온실가스 감축 사례집 (한국환경공단 ,2014))</td><td colspan="4">– 온실가스감축량(tonCO2eq)
= 감축량원단위(39.359tonCO2eq/대)×전기버스 대수(대)

* 감축량원단위(39.359tonCO2eq/대)
= [일 주행거리(178.9㎞/일)÷경유 버스 연비(2.41㎞/ℓ)×365일×경유 석유환산계수(0.845×10-3TOE/ℓ)×경유 배출계수(3.089tonCO2eq/TOE)]-[일 주행거리(178.9㎞/일)÷전기 버스 연비(0.97㎞/kWh)×전력 석유환산계수 (0.215×10-3TOE/kWh)×365일×전력배출계수(2.167tonCO2eq/TOE)]</td></tr>
</table>

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 정책적 모니터링 1: 간선급행버스(BRT) 확대 및 환승시설 구축

〈표 4-39〉 정책적 모니터링1:간선급행버스(BRT) 확대 및 환승시설 구축 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="5">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축
수단
개요</td><td>유형</td><td colspan="5">- 정책적 감축수단</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="5">- 국토교통부 도시광역교통과</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 대중교통 중심의 교통체계 구축 및 연계·환승 기반 마련 및 이용편의성 제고를 통한 온실가스 감축 유도</td></tr>
<tr><td>관련 계획</td><td colspan="5">- 간선급행버스체계 종합계획</td></tr>
<tr><td rowspan="5">감축
수단
모니
터링</td><td>지표</td><td colspan="5">BRT 연장(또는 노선 수) : 전년 대비 신규로 건설 완료되어 운행하는 BRT의 연장(km), 또는 노선 수를 통하여 BRT 확대 정도를 정량화</td></tr>
<tr><td rowspan="4">실적</td><td>구분</td><td>2016년</td><td>2017년</td><td>2030년</td><td>출처</td></tr>
<tr><td>목표</td><td>-</td><td>88.0km</td><td>(928.8km)*</td><td rowspan="2">광역교통기본계획 변경(2013~2020)</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>-</td><td>88.0km</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="5">* 2020년의 BRT 연장 목표치를 제시하였으며, 후속 계획 수립 시 30년의 목표가 제시될 예정</td></tr>
<tr><td>모니터링
장애 요소</td><td colspan="5">- BRT의 접근성, 정시성 등을 포함한 서비스 수준(LOS)을 정량화하는 지표를 이용하면 좋으나 객관적이면서도 정책 활용성이 있는 지표로 개발하는 작업이 쉽지 않음
- 매년 최신 BRT 연장(또는 노선 수 및 운행횟수) 관련 업데이트된 최신 자료 구득에 한계가 있음
- 또한 현실적으로 BRT 연장, 노선 수 등 인프라의 확충은 매년 사업을 할 수 없으므로 향후 해당 감축 수단의 지속적 모니터링을 위한 지표 고민이 필요</td></tr>
</table>

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 정책적 모니터링 2: 도시·광역철도망 확충 및 서비스 확대

〈표 4-40〉 정책적 모니터링 2 :도시·광역철도망 확충 및 서비스 확대 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="5">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축수단
개요</td><td>유형</td><td colspan="5">- 정책적 감축수단</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="5">- 국토교통부 철도정책과</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 수도권 등 대도시권에 광역철도망을 확충하고 고속과 준고속철도 서비스를 전국으로 확대하여 승용차 이용 감소 유도 및 온실가스 감축</td></tr>
<tr><td>관련계획</td><td colspan="5">- 제3차 국가철도망 구축계획</td></tr>
<tr><td rowspan="6">감축수단
모니터링</td><td>지표
후보</td><td colspan="5">도시·광역철도망 연장(또는 노선 수) : 신규로 건설 완료되어 운행하는 광역철도망 연장(km), 또는 노선 수를 통하여 대도시권 도시·광역철도망 확충 정도를 계량화</td></tr>
<tr><td rowspan="4">실적</td><td>구분</td><td>2018년</td><td>2019년</td><td>2030년</td><td>출처</td></tr>
<tr><td>목표</td><td>1,513</td><td>1,515</td><td>1,787</td><td>각 지자체의 도시철도망 구축계획 참고</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>1,513.9</td><td>1,515.9</td><td>-</td><td>한국철도통계연보</td></tr>
<tr><td colspan="5">* 2030년의 목표는 각 지자체(서울시, 대구시, 부산시, 광주시)의 도시철도망 구축계획의 목표를 활용하여 연구진이 설정</td></tr>
<tr><td>모니터링
장애 요소</td><td colspan="5">- 지자체에서 운영 중인 도시철도, 민간사업자가 운영 중인 노선의 실적 등의 집계가 필요하므로, 해당기관과의 협조체계 마련 필요
- 현실적으로 대도시권 광역철도망 확충 및 서비스의 확대 중 철도 연장(km) 확대 등 인프라 확대는 매년 모니터링 할 수 있는 성격이 아니므로 향후 해당 감축수단의 지속적 모니터링을 위한 지표 개발 제고</td></tr>
</table>

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 정책적 모니터링 3: 지능형교통시스템(ITS) 구축·운영

〈표 4-41〉 정책적 모니터링 3: 지능형교통시스템(ITS) 구축·운영 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="5">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축 수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="5">- 정책적 감축수단</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="5">- 국토교통부 도시광역교통과</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 대중교통 중심의 교통체계 구축 및 연계·환승 기반 마련 및 이용편의성 제고를 통한 온실가스 감축 유도</td></tr>
<tr><td>관련 계획</td><td colspan="5">- 간선급행버스체계 종합계획</td></tr>
<tr><td rowspan="3">감축 수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="5">BRT 연장(또는 노선 수) : 전년 대비 신규로 건설 완료되어 운행하는 BRT의 연장(km), 또는 노선 수를 통하여 BRT 확대 정도를 정량화</td></tr>
<tr><td>실적</td><td>구분</td><td>2016년</td><td>2017년</td><td>2030년</td><td>출처</td></tr>
<tr><td></td><td>목표</td><td>-</td><td>88.0km</td><td>(928.8km)*</td><td rowspan="2">광역교통기본계획 변경(2013~2020)</td></tr>
<tr><td></td><td>실적</td><td>-</td><td>88.0km</td><td>-</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">* 2020년의 BRT 연장 목표치를 제시하였으며, 후속 계획 수립 시 30년의 목표가 제시될 예정</td></tr>
<tr><td></td><td>모니터링 장애 요소</td><td colspan="5">- BRT의 접근성, 정시성 등을 포함한 서비스 수준(LOS)을 정량화하는 지표를 이용하면 좋으나 객관적이면서도 정책 활용성이 있는 지표로 개발하는 작업이 쉽지 않음
- 매년 최신 BRT 연장(또는 노선 수 및 운행횟수) 관련 업데이트된 최신 자료 구득에 한계가 있음
- 또한 현실적으로 BRT 연장, 노선 수 등 인프라의 확충은 매년 사업을 할 수 없으므로 향후 해당 감축수단의 지속적 모니터링을 위한 지표 고민이 필요</td></tr>
</table>

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

□ 정책적 모니터링 4: 비동력/무탄소 교통수단 활성화

〈표 4-42〉 감축수단 7-1의 온실가스 감축 모니터링(안)

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="5">내 용</th></tr>
<tr><td rowspan="4">감축 수단 개요</td><td>유형</td><td colspan="5">- 정책적 감축수단</td></tr>
<tr><td>주관부처</td><td colspan="5">- 국토교통부 교통정책조정과
- 국토교통부 교통안전복지과
- 행정자치부 주민생활환경과</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">- 보행수단과 자전거 수단의 연계, 대중교통 수단과 자전거 수단과의 연계 등 자전거 이용기반 구축을 통해 온실가스 감축</td></tr>
<tr><td>관련계획</td><td colspan="5">-『비동력·무탄소 교통수단 활성화 종합계획』</td></tr>
<tr><td rowspan="4">감축 수단 모니터링</td><td>지표</td><td colspan="5">자전거 수단분담률 : 출퇴근 수단분담률 중 자전거가 차지하는 비중</td></tr>
<tr><td rowspan="3">실적</td><td colspan="2">구분</td><td>2016년</td><td>2030년</td><td>출처</td></tr>
<tr><td>자전거 수단 분 담 률 (%)</td><td>목표</td><td>1.6%</td><td>2%</td><td rowspan="2">KTDB 전국 여객기종점 통행량 조사</td></tr>
<tr><td></td><td>실적</td><td>1.4%</td><td>-</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">* 실적자료를 기초로 연구진이 2030년 잠정 목표치 제시</td></tr>
<tr><td></td><td>모니터링 장애요소</td><td colspan="5">- KTDB 데이터는 실적자료를 기반으로 산출되어 2년의 격차가 발생함</td></tr>
<tr><td colspan="2">온실가스 감축효과 산출 방법 예시
(출처: 교통부문 온실가스 감축정책 효과 분석 방법론 및 관리방안 연구,2013))</td><td colspan="5">- 자전거의 온실가스 감축 산정 방법은 단거리 승용차 통행과 자전거 전환율, 자전거 평균 이동거리, 배출원단위 등을 이용하여 산출
-〉 대상 도시 승용차 통행량 × 15km 미만 단거리 승용차 통행 × 자전거 전환률 × 평균자전거 이동거리 × 인구 비례 × 배출 원단위 × 연비개선</td></tr>
</table>

자료: '수송부문 온실가스 감축 이행 모니터링 연구', 2018; 한국교통연구원, 연구진이 재편집

제5절 자원 부문 : Urban Circular Metabolism

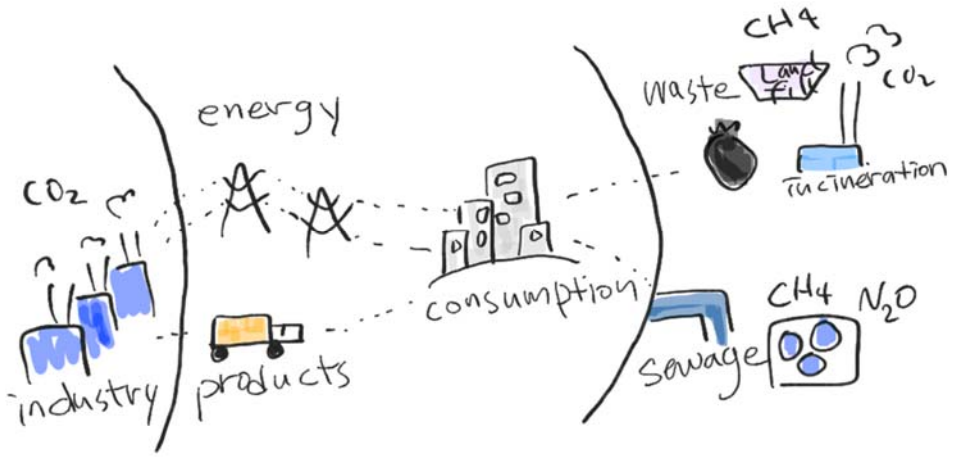
1. 에코스마트시티 자원순환 계획의 방향

에코스마트시티에서는 자원을 가능한 효율적으로 소비하여 손실이 없도록 하고, 발생된 폐자원(물질/에너지)은 지역 내 순환네트워크를 통해 사용가치를 극대화하며, 도시-농업, 혹은 도시-산업 등 지역 간 공생 네트워크를 형성하는 순환-공생 도시를 구축하는 것을 지향점으로 한다.

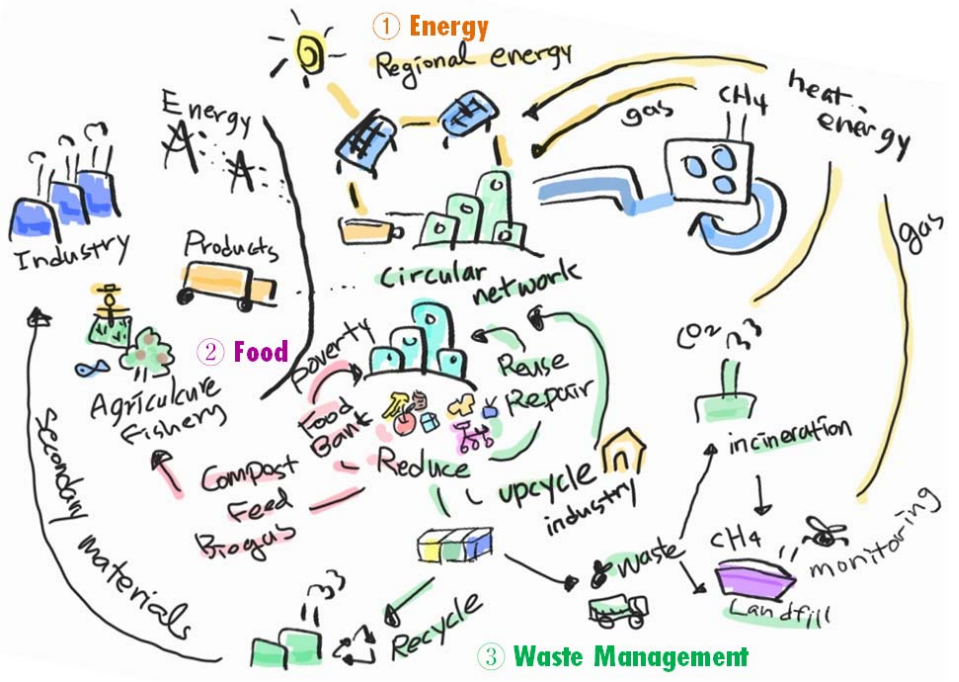
현재 도시는 에너지와 자원을 도시 밖으로부터 공급받고 소비한 후 그대로 폐기하는 선형적인 구조가 주류를 이루고 있으며 이로 인해 발생된 막대한 폐기물은 소각시설과 매립지에서 이산화탄소와 메탄가스 등 온실가스를 발생시킨다. 또한, 생활하수는 하수처리장에서 생물학적 처리를 통해 단순처리 되며 이 과정에서도 메탄가스 등 온실가스가 발생한다.(그림 4-78 (a) 참조)

이와 같이 자원의 대량 소비가 폐기물의 대량 배출로 귀결되는 도시의 선형 신진대사를, 불필요한 자원 소비를 줄임으로써 폐기물을 줄이고, 폐자원을 다시 생산 공정에 원료로 투입하는 순환형 신진대사(Circular Metabolism)로 바꾸어, 최종적으로 환경으로 배출되는 폐기물의 양과 그 영향을 줄여 생태보존뿐 아니라 도시민의 삶의 질을 높이는 것이 최종 목적이다. 도시의 순환형 신진대사 구축을 위해서는 분절적인 사업 진행보다는 소비단계에서 폐기단계까지의 모든 단계를 통합적으로 보고 상호간의 영향을 고려해서 설계해야하고, 모든 자원의 흐름을 파악하여 그 가치를 최대한 활용할 수 있도록 다층적인 구조를 가지는 순환 시스템을 구현할 필요가 있다. 다층적이란, 수요적 관점에서 최상의 자원 가치에서 낮은 가치로의 다층적 수요구조, 가정-커뮤니티-지역-지역 간 등 다원적 공간구조, 그리고 주거-상업-산업-농촌 등 다층적 토지이용 구조 등 다양한 흐름과 공생관계를 구축해나가는 것을 의미한다(그림 4-78 (b) 참조)

〈그림 4-78〉 선형 도시와 순환형 도시 개념도



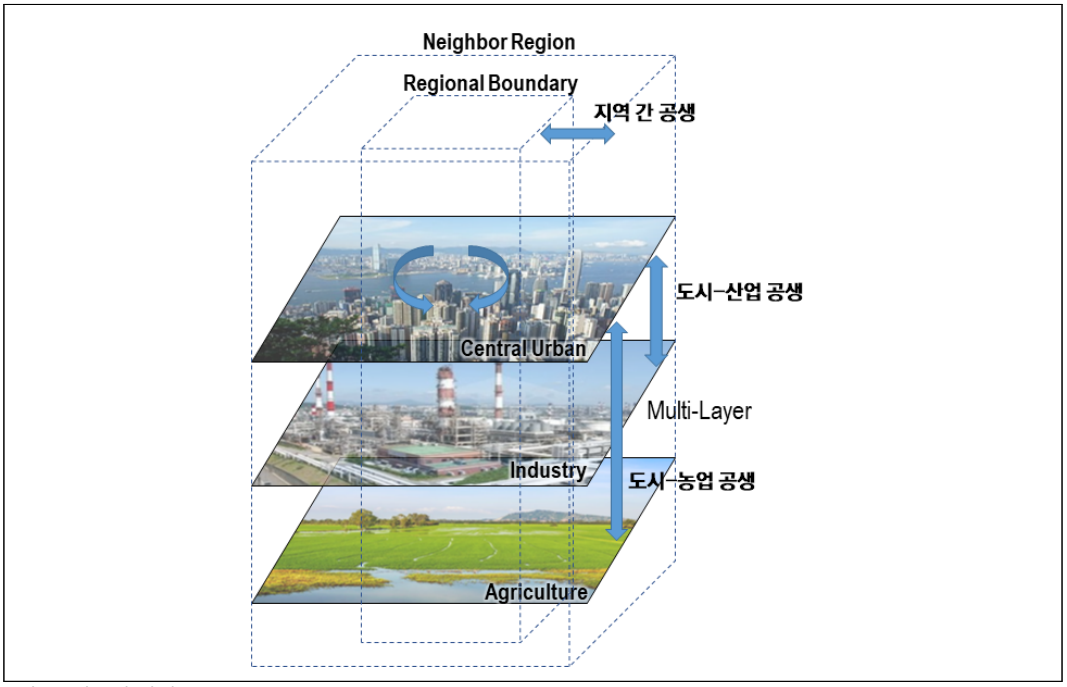
(a) 선형 도시(Linear City)



(b) 순환형 도시(Circular City)

자료: 연구진 작성

〈그림 4-79〉 다층적 순환-공생 구조



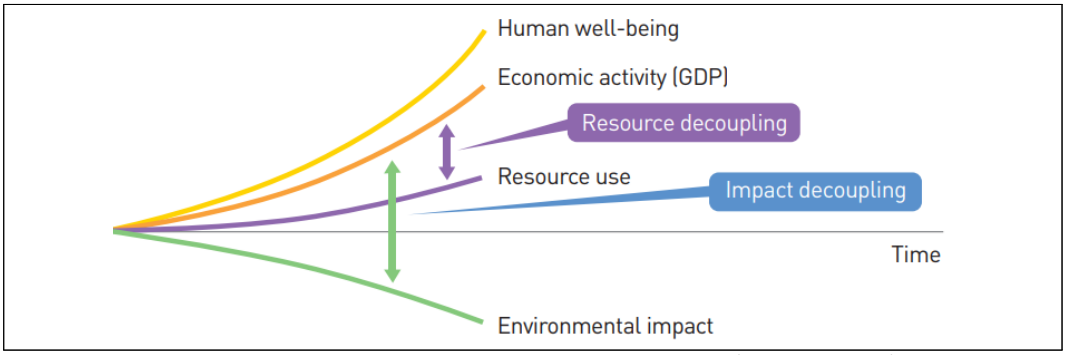
자료: 연구진 작성

UNEP 산하의 자원분야 전문가 그룹인 국제자원패널(International Resource Panel: IRP, 이하 IRP)은 〈City-level Decoupling〉 보고서에서 도시를 지탱하는 대부분의 자원 흐름은 유한하기 때문에 자원의 사용을 줄이면서도 시민의 복지와 서비스의 질을 높이는 자원과 성장의 탈동조화(Decoupling) 전략이 필요하며(그림 4-79 참조), 이러한 탈동조화를 위해서는 자원의 무한한 공급을 전제로 했던 전통적인 방식에서 벗어나 자원 흐름을 효율적으로 관리하는 혁신적인 접근이 필요하다고 기술하고 있다. 도시 내에서 자원 흐름은 결국 시민의 생활양식에 따라 그들이 필요한 자원을 조달하고 사용하고 처분하는 방법을 형성하게 되므로 이러한 생활양식을 변화시킬 수 있는 인프라 구축이 필요하다.[36]

인프라를 구축할 때에는, 첫째, 인프라의 물리적 건설 뿐 아니라 인프라 네트워크를 하나의 사회기술시스템의 한 부분으로 간주하고 인프라 네트워크 구축에도 인력을 투입해야 하고, 둘째, 도시의 신진대사(Urban Metabolism)를 조사하여 자원의 순환흐름을 촉진하도록 하며, 셋째, 생태계 서비스가 주는 이점을 충분히 활용하여 인간의 욕구를 충족시키는 데 필요한 유한한 자원의 소비를 줄이도록 해야 한다.[37]

36) International Resource Panel(2013a), p.7.

〈그림 4-80〉 자원소비와 환경영향의 탈동조화(Decoupling) 개념



주: 탈동조화-삶의 질과 경제의 성장률만큼 자원소비가 증가하지 않고, 환경영향(온실가스 배출 등)은 감소하는 현상
자료: International Resource Panel(2013a), p.9.

Ravetz는 도시를 유기체로 묘사하면서 투입과 산출을 반복하는 신진대사를 가진다고 보았고, Girardet은 도로, 철도 및 수로를 정맥(veins), 식품 시장을 위(stomachs), 폐기물 처리를 소화(digestion) 시스템에 비유하여 보기도 했다.[38] 이처럼 도시 내 지속가능한 자원 관리를 위해 필요한 전략을 도출하기 위해서는 자원과 에너지의 패턴을 연구하는 것이 필요하고 이것이 탈동조화를 위한 기회를 찾을 수 있는 출발점이라고 국제자원패널은 역설하고 있다.[39]

도시 내 에너지와 자원 소비를 통합적으로 봐야하는 또 다른 이유는 리바운드 효과(Rebound effect)를 평가하기 위함이다. 리바운드 효과란 자원을 보다 효율적으로 사용하게 되면 절약한 부분만큼 더 많은 물질 자원을 소비하도록 유도하게 되어 총 자원소비량이 증가하게 되는 것을 의미한다.[40] 스마트시티에 적용되는 각 기술을 평가할 때 동일 서비스 당 온실가스 감축량 등으로 해당 기술의 효율을 평가하게 되지만, 효율을 추구한 결과로 해당 서비스의 수요 자체가 증가할 수 있으므로, 적용되는 기술의 실제 효과를 평가하기 위해서는 기술 도입 전후의 도시에서의 총 에너지소비량, 자원소비량 및 폐기물 배출량 등 총량적인 평가가 필요하다.

국제자원연구소(World Resource Institute: WRI)와 도시 기후 리더십 그룹(C40 Cities Climate Leadership Group), 자치단체 국제환경협의회(International Council for Local Environmental Initiatives: ICLEI)가 공동으로 발간한 「지역사회 규모의 온실가스 배출 인벤토리를 위한 국제 프로토콜(Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories;(이하 GPC)」에서는 도시에서 배출량을 직접 측정하고 효과적인 배출량

37) International Resource Panel(2013a), p.8.
38) Ravetz(2000), Girardet(2004); UNEP(2013b), p.21에서 재인용.
39) International Resource Panel(2013b), p.21.
40) International Resource Panel(2013a), p.18.

감축 전략을 수립하기 위한 지침으로써 온실가스 배출 인벤토리 구축 방법과 보고 기준을 제시하고 있는데,[41] 이를 수행하기 위해서는 기본적으로 도시가 소비하는 물질과 에너지 총량을 파악하는 것이 중요한 요소가 된다. 국제지원패널이 2018년 발간한 〈The Weight of Cites〉 보고서에서도 도시 신진대사의 모니터링을 강조하면서 물질흐름과 온실가스 배출에 대한 관계를 분석하고 목표를 설정할 것을 제안하고 있다.[42]

GPC에서는 중복산정을 피하기 위해 온실가스 배출량 산정 및 보고 범위를 지리적 경계 내에서의 직접배출(Scope 1)을 기본으로 하고, 그리드로 공급되는 전기/열 등 에너지 소비로 인한 간접배출(Scope 2)을 포함하며, Scope 3 중에서는 폐기물처리만 포함하고 있다. (표 4-43, 그림 4-81 참조)

하지만, Scope 3의 기타 간접배출을 모두 포함(그리드에서 공급되는 에너지와 관련된 전송 및 분배과정에서의 손실, 도시 및 국경 간 운송 및 폐기물 처리, 식품소비 및 건축자재 소비 등을 포함)하는 경우, 보다 전체적인 접근이 가능하고, 온실가스 배출에 대한 공동 책임 영역을 파악할 수 있기 때문에 Scope 3을 보고(reporting)의 범위에 포함시키지는 않았지만 인벤토리 구축 시에는 포함시킬 것을 요구하고 있다.[43]

〈표 4-43〉 도시 인벤토리에서 범주(Scope)의 개념

Scope	정의
Scope 1 (직접 배출)	도시 경계 내의 온실가스 배출원(고정연소, 산업공정 및 제품사용, 수송, 농업/임업 및 기타 토지이용, 폐기물처리)
Scope 2 (간접 배출)	그리드로 공급된 전기, 열, 증기 및/또는 냉각을 사용한 결과로 발생하는 온실가스 배출
Scope 3 (기타 간접 배출)	도시 경계 내에서 이루어지는 활동으로 인해 도시 경계 밖에서 발생하는 기타 모든 온실가스 배출 (경계 밖에서의 폐기물 처리, 에너지의 이송과정(송전/배분), 경계 밖에서의 수송, 기타 간접배출)

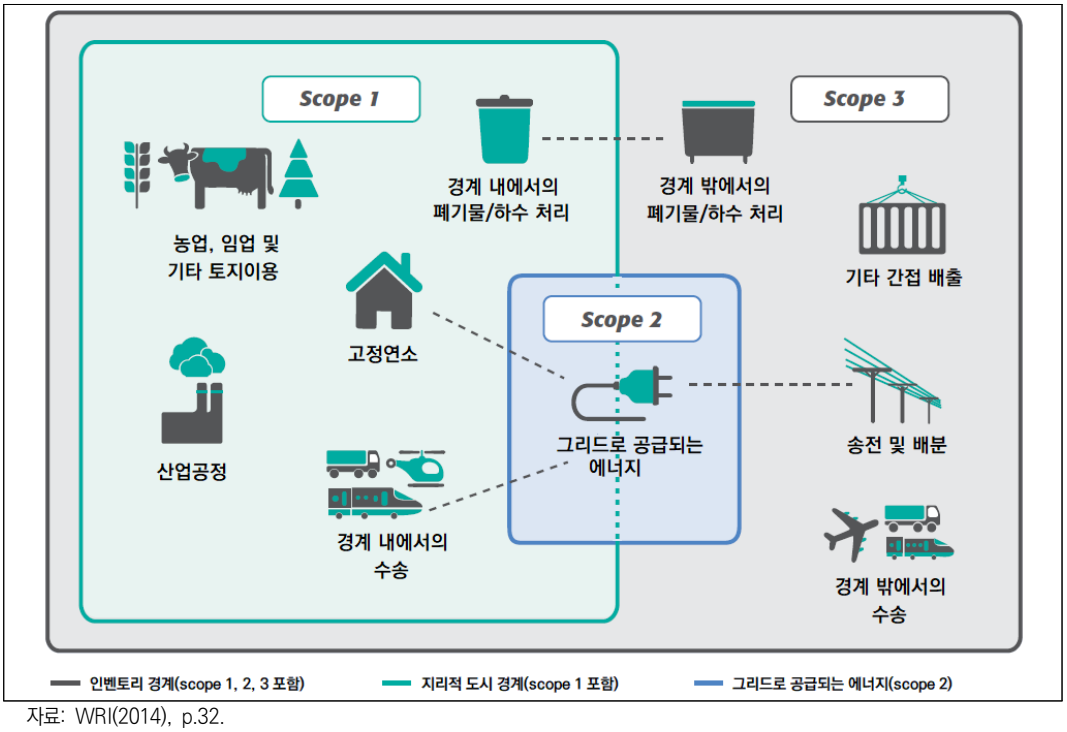
자료: WRI(2014), p.31.

이러한 소비 기반의 산출법(consumption-based accounting)은 현재의 부문 기반의 산출법(sector-based accounting)의 대안적인 방법으로, 온실가스 배출에 대해 생산자(배출자)가 아닌 소비자에게 할당하는 도시민의 소비에 초점을 맞추는 방식이다. 일반적으로 가정에서의 소비 패턴과 무역 흐름을 산업연관모델(input-output model)로 분석하는 방법이 주로 사용된다.[44] 미국의 워싱턴 주에 위치한 킹 카운티(King County)에서는 2012년에 2008년도 자료를 활용하

41) WRI(2014)
42) International Resource Panel(2018)
43) WRI(2014), p.33.
44) WRI(2014), p.33.

여 지역 경계 외까지 포함하는 소비 기반의 온실가스 배출량을 추정해보았는데, 지역 경계 내에서 발생하는 배출량의 2배 이상으로 추정되었다.[45] 이러한 평가과정을 통해서 배출에 대한 책임을 생산자뿐 아니라 소비자 공동으로 부담할 수 있는 체계를 마련할 수 있고 소비의 흐름을 조절함으로써 생산과 폐기의 흐름을 조절할 수 있을 것이다.

〈그림 4-81〉 도시의 지리적 경계와 인벤토리의 경계



자료: WRI(2014), p.32.

스위스 취리히의 2000 Watt Society 전략에서도 2000와트라는 에너지소비량 목표[46]를 달성하고자 할 때, 제품의 제조/수송/폐기에 소요되는 '회색에너지(grey energy)'는 계산상 2000와트에 포함시키진 않지만 별도로 산출할 것을 명시하고 있다.[47]

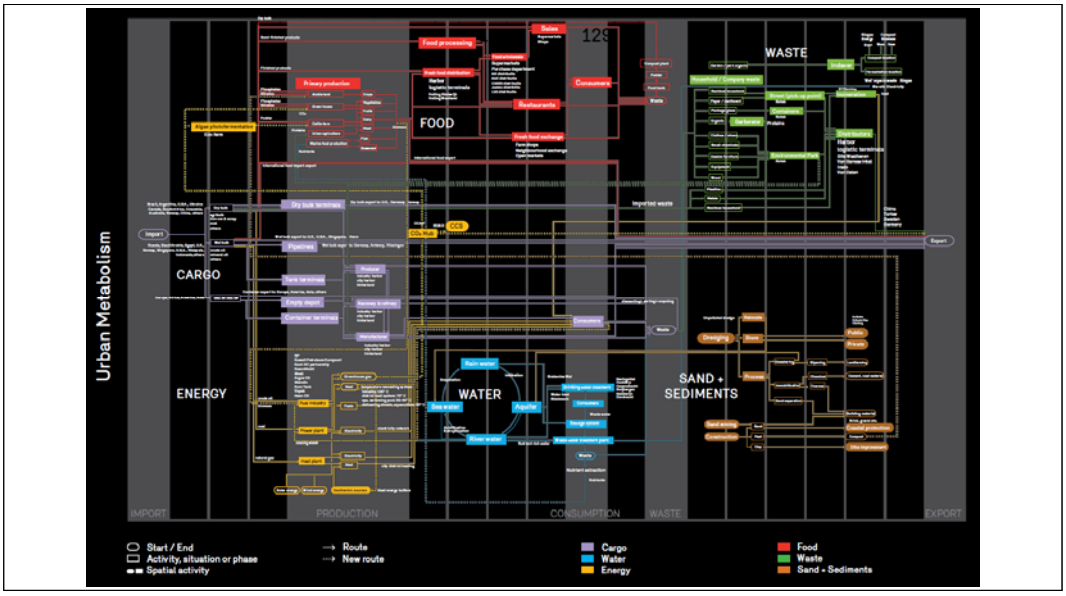
모든 부문의 온실가스 배출은 도시민의 생활양식, 즉 소비와 연계되어 있다는 점에서 소비 기반의 온실가스 배출 산정방식은 도시의 책임성을 명확히 할 수 있고 도시의 온실가스 배출 기여에 대한 전체론적인 관점을 제공한다. 또한, 소비양식은 폐기물 감량과도 연계될 수 있기 때문에 지자체가 책임주체인 폐기물관리를 위해서라도 소비패턴 분석은 중요하다. 국제환경전략연구소

45) WRI(2014), p.33.
46) 취리히의 현재 에너지소비량의 1/3수준인 2000 와트(세계 평균 에너지소비량) 사회를 만들자는 선언
47) City of Zurich(2011), p.11.

(Institute for Global Environmental Strategies: IGES)가 2019년 발간한 〈1.5-Degree Lifestyles〉 보고서에서는 생활방식의 변화가 기후변화 감축에 미치는 잠재적 영향을 보여주고 있고, 기존의 생산 측면에서의 기술적 해법뿐 아니라 소비 측면에서 저탄소 생활양식을 채택하는 것이 중요하다고 역설한다.[48] 그리고 지자체가 주민의 생활양식의 핫스팟(hot-spot)과 감축잠재력에 대해 이해하고 장단기적인 모든 전략에 이를 반영해야한다고 결론짓고 있다.[49]

도시 신진대사 분석을 수행한 사례로는 네덜란드 로테르담이 대표적인데, 〈그림 4-82〉와 같이 에너지, 식품, 폐기물, 수자원, 건축재료 등을 대상으로 소비와 폐기 흐름을 분석하고 있다.

〈그림 4-82〉 네덜란드 로테르담의 신진대사 분석 사례



자료: Tillie et al.(2014), pp.128-129.

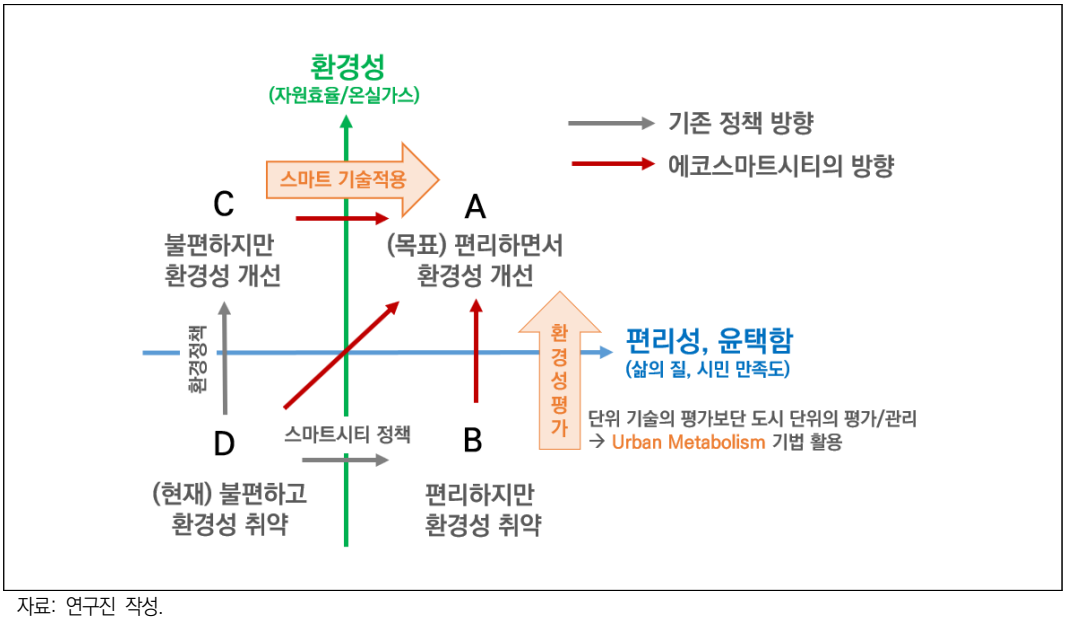
WRI(2014)에서 언급한 대로 IO분석을 통해 도시로 유입되는 자원의 양을 추정하는데,[50] 지역기반의 지역산업연관표가 구축되어 있지 않다면 불가능하다. 하지만, Shahrokni et al.(2015)는 스마트기술을 활용하여 데이터 수집이 용이해짐에 따라 신진대사 분석도 보다 촘촘한 시간간격으로 다양한 부문에서 실행할 수 있다고 판단하고 이를 Smart Urban Metabolism으로 표현하고 있다. 도시 내 다양한 인프라에서 축적된 다양한 형태의 빅데이터, 혹은 시민이 직접 생산한 데이터를 통합하여 에너지/자원 소비 패턴을 분석함으로써 지역 내에서의 흐름을 실시간으로 파악할 수 있다는 것이다.[51] 따라서, 앞으로 구축될 에코스마트시티에는 지역 내의 소비데이터를

48) IGES, Alto University, and D-mat ltd.(2019), p.33
49) IGES, Alto University, and D-mat ltd.(2019), p.33.
50) WRI(2014), p.33.

통합적으로 관리하는 도시 통합자원관리 플랫폼의 설치가 필요하며, 에너지 뿐 아니라 식량자원, 제품 등의 소비데이터 및 폐기물 데이터를 통합적으로 분석하여 도시의 온실가스 배출 기여도를 분석하고 감축전략을 수립하는 것이 필요하다.

물질흐름과 온실가스 배출을 연계하기 위해서 각 제품이나 서비스의 전과정에서의 온실가스 배출량을 파악할 수 있는 Life Cycle Inventory(LCI) 구축이 반드시 선행되어야 한다. 국가 LCI DB가 지속적으로 업데이트되어야만 소비 기반의 온실가스 배출량을 명확히 평가할 수 있고, 지역에서의 감축 전략 수립에 활용할 수 있다. 스마트기술이 가진 장점인 초연결, 빅데이터, 시스템화 및 인간의 인지를 뛰어 넘는 인공지능기술을 통해 자원과 에너지를 보다 효율적으로 사용하면서도 전체 시스템을 통합적으로 관리하고, 자원관리 영역을 보다 고도화시킬 수 있다. 또한, 지금까지 환경정책은 불편함을 동반하기도 하여 이를 극복하기 위해 시민의식의 함양을 강조하지만, 에코스마트시티에서는 자연스럽게 편리하면서도 환경적으로 유익한 생활양식을 추구할 수 있는 시스템을 만들어야 한다. 또한, 스마트시티의 환경적 성과를 평가할 때는 리바운드 효과를 파악하기 위해 단위 기술의 평가보다는 도시 단위의 평가와 관리가 필요하다.(그림 4-83 참조)

〈그림 4-83〉 에코스마트시티의 방향성



자료: 연구진 작성.

본 연구에서는 순환-공생 도시를 구축하기 위해 1) 에너지, 2) 식품, 3) 폐기물 관리 부문별 사업을 구상하였다. 제시된 사업들은 하나의 표준이 아니라, 지역 맞춤형 사업을 추진할 때 참고자

51) Shahrokni et al.(2015), pp.917-929.

료로 활용될 수 있다. 지역 내에서의 에너지/물질의 흐름을 명확히 하여 개선지점을 파악하는 것이 우선이며, 해당 문제를 해결할 수 있는 기술을 선택하는 일련의 과정이 있어야 효과적인 에코스마트시티 사업을 추진할 수 있을 것이다.

〈표 4-44〉 순환-공생 도시 구축을 위한 부문별 주요 사업 목록

부문	주요 사업
에너지 자립도시를 위한 효율적인 에너지 공급·소비 시스템 구축	1) 분산형 전력망 구축을 통한 에너지 자족도시 조성 2) 지능형 전력망 구축을 통한 스마트 도시 구현 3) 지역난방의 확대를 통한 폐열 및 재생가능에너지의 활용
식품의 효율적 소비 및 순환 네트워크 구축	1) 음식물쓰레기 감량 민관협력 이니셔티브 추진 2) 먹거리 나눔 네트워크 구축 3) 음식물쓰레기 발생원 처리 및 순환 네트워크 구축
스마트 폐기물 관리 시스템 구축	1) 재사용·새활용 인프라 구축을 통한 폐기물 원천감량 2) 분리배출/선별 고도화 3) 드론을 활용한 폐기물 처리시설 온실가스 모니터링 및 감축

자료: 연구진 작성(KEI)

가. 물 부문 계획의 방향 : 에코스마트시티로의 전환

기후변화에 대한 대비와 적응, 도시의 친환경 정주 여건 조성 등 도시의 환경질 제고에 대한 필요성은 날로 증대되고 있다. 하지만 이를 위한 도시공간에 무엇을 어떻게 적용해야 하는지에 대한 구체적 사업내용과 추진체계 등에 대한 기준이 없는 상황이다. 그동안 지속가능한 발전을 위한 다양한 환경 및 도시 관련 정책을 시행하였으나 가시적 효과는 미비한 상황이다.

이러한 이유로 지속가능한 발전의 실천적 수단으로 자리매김 중인 스마트시티는 심화되고 있는 기후변화 문제와 코로나 이후의 경기침체에 대응을 위한 에코스마트시티 형태로 진화 중이다.

이에 기후회복력과 도시 환경체질 개선을 위하여 모든 도시가 보편적으로 반영할 수 있는 표준모델과 일관되고 지속가능한 발전을 위한 사업 수행체계를 담은 종합계획 수립이 필요하며 이를 실행하기 위한 실천적 사업 모델이 필요하다.

나. 물 특화 에코스마트시티 원칙

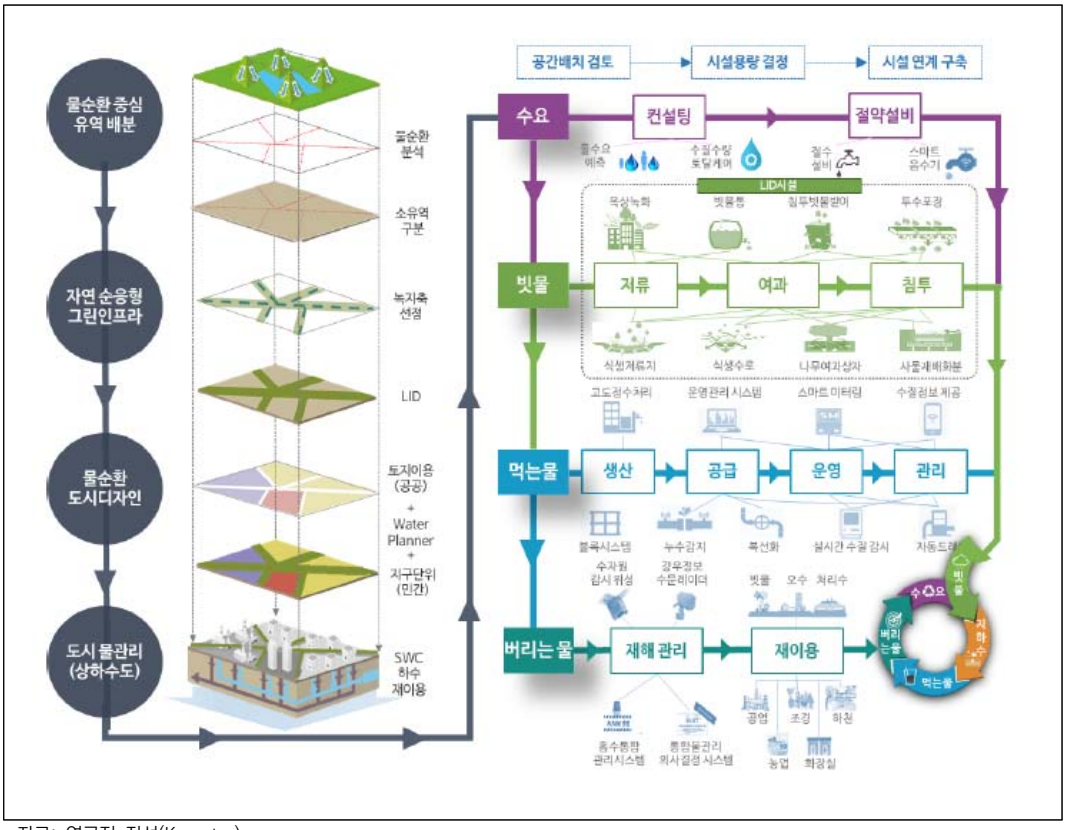
에코스마트시티는 기능적으로나 공간적으로 패러다임을 수용하고 혁신을 일으키는 기반이 조성되어야 하며 기후변화를 극복할 수 있는 회복탄력성을 근본부터 향상시키는 노력이 필요하다. 따라서 3가지 핵심 패러다임(기술, 재해, 성장)의 지향점을 토대로 자생적 생태계 조성을 위한 기

반을 구축하고, 자연과 인간의 공진화하는 도시를 조성해야한다. 다시 말하면, 도시는 포용적이어야 하고, 자연 친화적이어야 하며, 시민에게 혜택을 제공해야 한다는 것이다. 이는 지역 정서와 스마트기술을 고려하여 자연자원 요소·사회경제적 요소·공동체적 요소를 배려한 시민 참여형 친환경 스마트시티가 되어야 함을 의미한다. 궁극적으로 시민을 위한 지속가능성을 실현하고 이를 통해 혁신을 유도하는 선순환적인 관계를 제공해야 한다.

시대적 패러다임을 수용하고 미래지향적 가치를 담은 도시를 조성하기 위해서는 물리적·경제적··사회적··환경적 차원의 에코스마트시티 모델을 제시해야 한다. 이는 포용도시(Inclusive Cities)의 포용적 성장, 회복탄력도시(Resilient Cities)의 재해저감, 대한민국의 강점인 IT기술 기반 혁신기술이 하나로 융합된 모델이 바람직하다.

특히, 물은 생명의 탄생과 인류 문명의 기원이며 생존을 위한 필수 조건이라 할 수 있다. 따라서 새로운 변혁의 시대에 직면하고 있는 현 상황에 효과적으로 대응하기 위해서는 물에 대한 새로운 패러다임을 제시하고 근본적인 부분부터 혁신을 시도하는 것이 바람직하다.

〈그림 4-84〉 물 특화 에코스마트시티 조성 원칙

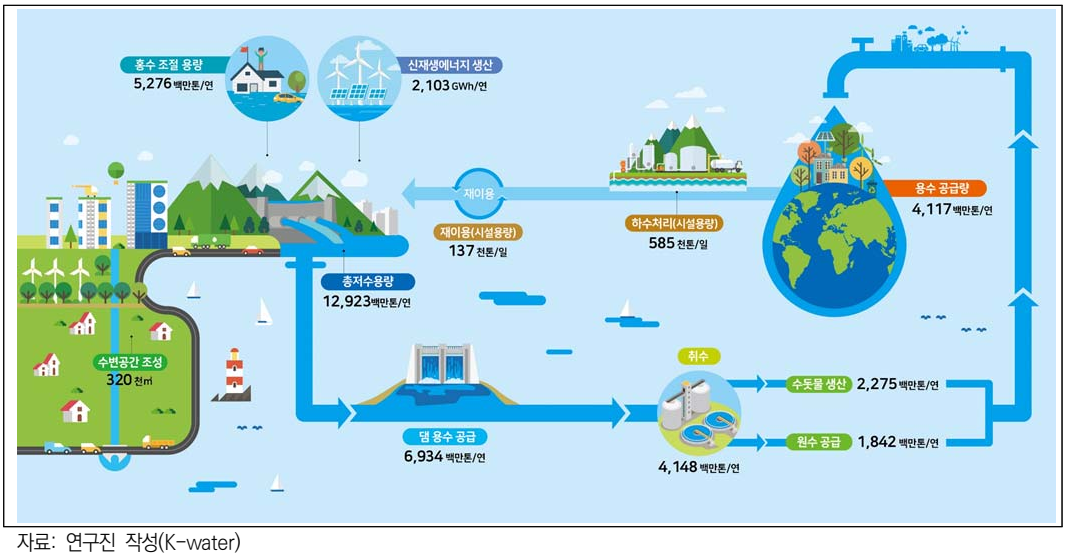


자료: 연구진 작성(K-water)

다. 물 특화 에코스마트시티 모델의 개념 및 실천방안

물은 인간 및 도시의 생존에 필수적인 요소이며, 기후변화의 영향으로 가뭄 및 홍수 등 물 관련 재해의 빈도 및 크기가 큰 폭으로 증가하는 추세이나 도시의 관점에서 이에 대한 대비책은 미비한 실정이다. 이에, 기후변화로 인한 도시문제 해결을 위해 첨단 물관리 기술을 바탕으로, 왜곡된 도시의 물순환(강우-하천-정수-하수-재이용)과 친환경성을 회복하는 물 특화 에코스마트시티를 조성해야 한다. 이 도시는 도시에 떨어지는 빗물, 유입되는 하천수, 지하수 등 도시와 관련되어 있는 모든 물을 체계적으로 관리하여 효율적으로 활용하고 자연에 미치는 영향을 최소화하여 개발 전과 유사한 수준의 물 순환을 유지하는 도시를 말한다.

〈그림 4-85〉 도시 및 유역 차원의 물 순환 전과정에 대한 업무 영역



자료: 연구진 작성(K-water)

이를 위해서는 기존의 단위사업(물순환선도도시, SWM 등)의 한계를 벗어나 도시의 물 관련 사업의 통합하는 플랫폼 구축 및 적용이 필수적이다. 또한 물 특화 에코스마트시티를 성공적으로 조성하기 위해서는 신도시 조성 및 재개발(재생)사업을 추진하면서 계획단계부터 도시의 전체 물순환을 고려해야 하며 모든 물 관련 기술들은 하나의 플랫폼 안에서 작동되어야 한다.

이렇게 하나의 플랫폼을 기반으로 조성하는 물 특화 에코스마트시티는 도시가 가진 물 문제 해결은 물론 도시공간(친수공간) 제공을 통해 시민 삶의 질 향상을 이끌 수 있다.

물 특화 에코스마트시티 모델 개발과 이와 적합한 플랫폼을 빠르게 개발 및 확산하기 위해서는 스마트시티 국가 시범도시(부산, 세종) 조성사업과 연계하여 시범사업의 형태로 추진하고 그 결과를 바탕으로 전 국토로 확산하는 것이 바람직할 것이다.

2. 스마트 워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산

가. 사업의 배경 및 필요성

최근 선진국은 물론 개도국도 스마트시티를 핵심과제로 받아들이기 시작하였다. 이로 인해 세계 스마트시티 시장은 빠른 속도로 성장할 전망이고 새로운 대부분의 도시조성 사업은 거의 모두 스마트시티라는 용어를 사용하고 있다. 이러한 시대적 흐름을 반영하듯이 최근 조사에 따르면, 2025년을 기준으로 전 세계적으로 스마트시티 프로젝트에 투자되는 비용은 약 1,100십억[52] 달러(한화 약 1,210조원)로 예측할 정도로 시장규모는 지속적으로 증가하는 추세이다.

특히 물 분야는 기후변화의 원인과 영향에 가장 밀접하게 관련되어 있는 부분으로 우리나라 뿐만아니라 많은 국가에서도 스마트시티 프로젝트를 핵심 과제로 포함하고 있다. 하지만 스마트 물관리에 대한 목표 및 기준이 명확히 정립되어 있지 않고, 각 국가 및 도시별 레벨에 맞는 맞춤형 토탈솔루션이 부재한 상황이다.

에코스마트시티 물 관련 솔루션은 단순 ICT를 활용한 신기술을 적용하기보다는 각 도시 및 국가별 특성 및 현황에 맞는 해결방안 제시가 필요하다. 이를 통해 4차 산업혁명시대에 부합하는 산업생태계를 구축하고 우리나라 전 국토의 스마트화를 앞당길 수 있을 것이다. 또한, 날로 확장되고 있는 글로벌 스마트시티 시장의 선도가 가능하여 우리나라 미래 100년의 먹거리를 책임질 새로운 성장동력이 될 수 있다.

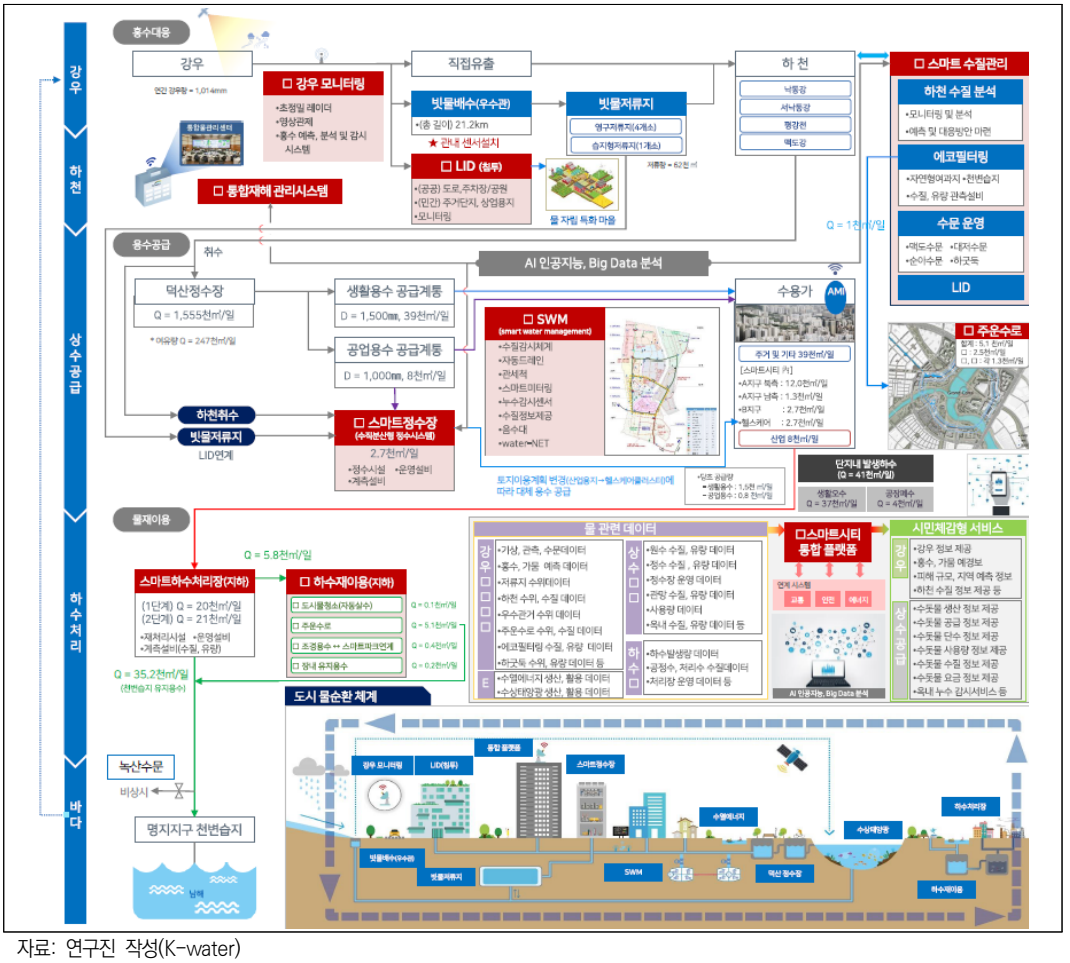
나. 계획방향 및 목표

스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산 사업은 그린 뉴딜 사업과 연계하여 물을 중심으로 물 에너지 등 친환경 부분을 포함한 물로 특화된 에코스마트시티의 기반을 구축하기 위함이다. 이는 도시 물관리 관련 요소의 기술별 표준화, 모듈화를 통해 도시 유형 및 국가별 실정에 맞는 맞춤형 서비스 패키지 및 플랫폼 마련을 목표로 한다.

---

52) Shanhong Liu, Apr 22, 2020, 'Smart city market revenue worldwide 2019-2025', https://www.statista.com/statistics/1111626/worldwide-smart-city-market-revenue/

〈그림 4-86〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 활용방안 예시(부산 EDC)



자료: 연구진 작성(K-water)

다. 사업의 당위성

(1) 목표달성을 위한 KPI

전 세계적으로 진행되고 있는 첨단기술은 모든 국가와 도시에 동일한 영향과 성과를 미치고 있지 못하는 실정이다. 디지털기술과 다양한 핵심기반 기술과의 융합으로 나타난 혁신을 통해 도시의 혁신 생태계가 도시마다 전혀 다른 양상으로 나타나고 있는 것이다. 이는 도시가 급격한 변화에 어떻게 적응하고, 그 적응력이 어떤 수준인가에 따라서 도시의 운명은 전혀 다른 결과로 나타나고 있다고 할 수 있다. 이러한 현실은 스위스 은행인 UBS가 발표한 보고서에서도 나타나고 있다. 특히 우리나라의 경우 4차 산업혁명에 대한 적응력은 139개국 중 25위로 보고되었다. 이러한

변화에 적응력은 도시의 경쟁력을 결정하는 기술수준, 교육, 인프라, 법적 안정성 등과 직·간접적으로 연계되어 있다. 하지만 도시의 경쟁력을 결정하는 인자의 수준과 범위는 도시마다 다르게 나타나고 있으며 동일한 혹은 표준화된 지표를 적용할 때 명확한 도시의 평가가 이루어지지 못하고 도시의 지속적 발전을 위한 핵심목표의 달성은 더욱더 어려워질 것이다. 이에 따라서 급변하는 환경을 대변한 핵심평가지표가 요구되며 도시마다 다르게 나타나는 독창적인 현상을 반영한 KPIs가 필요한 것이다.

4차 산업혁명이 도래하면서 다양한 변화가 진행되고 있다. 이에 따라서 도시민의 니즈(Needs)도 함께 빠르게 다양화되어가고 있다. 이렇게 급진적으로 변화하는 사회에서 단일 평가지표로 도시의 다양한 기준을 만족시키는 것은 상당히 어려운 문제이다. 더불어 도시 데이터의 증가는 성공적인 도시 관리의 기반을 제공한다. 그러나 도시 관리자는 복잡한 도시 데이터의 압도적인 양을 모두 소화할 수 있는 것은 불가능하다. 도시의 데이터는 유용한 형태로 변형되어 사용될 수 있는 경우에만 데이터가 고유의 가치가 발휘된다. 이러한 급변하는 도시와 무궁무진한 데이터 관리의 한계점을 극복할 수 있는 것이 KPIs가 된다. KPIs는 복잡한 현상을 쉽게 이해할 수 있는 수치로 단순화함으로써 이러한 목적에 유용하게 사용될 수 있다. 즉, 도시는 KPIs를 사용하여 측정 가능한 목표를 설정하게 되고 설정된 목표에 대해서 진행 상황의 관측이 가능하게 된다. 또한 스마트시티의 KPIs는 거버넌스의 커뮤니티간의 투명성을 확립하고, 기업에게는 투자에 대한 이익을 실현하게 해주며, 효율적인 도시운영을 가능하게 하고, 도시가 다른 분야에서 얼마나 잘 수행되고 있으며 의사 결정에 효율적인 도움이 되는지 평가를 가능하게 해준다.

이미 EU, ITU 등 다양한 기관에서 스마트시티의 주요 적용 분야별로 성과를 계량하고 적정목표를 설정하기 위한 KPIs를 개발 및 제시하고 있다. 하지만 대부분의 지표들이 기존의 지속가능한 도시 평가지표의 한계를 벗어나지 못하고 있으며, 지역적 특성을 반영하고 있지 못하고 있어 활용성 및 확장성에 한계가 있다.

이러한 문제를 해결하고자 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산 사업의 KPIs를 설정함에 있어 다음 6가지 원칙을 반영했다.

① 포괄성(Comprehensiveness) : 에코스마트시티 모든 측면을 다루어 특정부분에서 전반적인 발전수준을 반영해야 한다.
② 비교가능성(Comparability) : 시간과 공간을 넘어서 비교 가능해야 한다.
③ 가용성(Availability) : 정량적이어야 하며 과거 및 현재 데이터의 수집이 가능해야 한다.
④ 독립성(Independence) : 같은 차원에서 KPIs는 독립적이거나 거의 교차하지 않고 가능한 중복을 피해야 한다.

⑤ 단순성(Simplicity) : 각 지표의 개념은 단순하고 쉽게 이해되어야 한다. 관계된 데이터의 계산은 직관적이고 단순해야 한다.

⑥ 적시성(Timeliness) : 건설 및 개발단계에서 나타나는 이슈에 적기에 대응할 수 있어야 한다.

KPIs 선정 원칙은 시간과 공간 그리고 실행가능성에 대한 개념을 모두 고려한 것으로 더 명확한 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼의 KPIs 도출을 가능하게 한다. 더 나아가 물 특화 에코스마트시티가 지향하는 목표에 명확하게 도달할 수 있는 밑거름이 될 것이다.이러한 원칙을 기반으로 스마트워터시티 플랫폼 구축 및 확산을 위한 6가지 KPIs는 다음과 같다.

① 빗물처리능력 강우강도 80% 이상 : 기후변화에 따른 도시문제 해결을 위한 최적의 대안으로 떠오르고 있는 도시 물 순환성 복원을 위한 KPI 이다. 우리나라는 녹색성장이나 지속가능한 도시가 대두되기 얼마 전까지 성장 위주의 도시개발이 주를 이루었다. 이로 인해 대부분 기존도시는 회색의 콘크리트로 뒤덮여 물 순환 왜곡이 발생하였다. 이는 홍수, 가뭄 등 물 관련 재해의 크기, 빈도를 증가시키는 주요 원인이 되고 있다. 이러한 문제를 인식하고 일부 지자체에서 물 순환 또는 빗물 관리와 관련한 제도를 마련하였지만, 선언적인 의미 혹은 권장 수준에 머물러 실질적 적용에는 한계가 있다. 도시에 떨어지는 빗물을 도시가 자체적으로 처리하여 자연상태와 유사한 물 순화성을 회복하기 위해서는 최소한 강우강도 80%이상을 처리할 수 있는 빗물처리능력을 갖추어야 한다. 이는 도시 물순환 회복에 가장 핵심적인 요소로 이에 대한 체계적인 계획수립-조성-관리를 통해 가능하다.

② 홍수 예보시간 3시간 단축 : 홍수로 인한 인명 및 재산피해를 최소화하기 위해서 설정한 KPI 이다. 최근 기후변화로 인한 국지성 강우의 증가, 태풍의 거대화 등으로 인해 기존 수자원 시설물의 운영 관리 기준의 한계를 벗어나는 기후 현상의 빈도 및 규모가 증가하고 있다. 우리나라 미래 기후변화로 인한 확률강우량 변화는 재현기간 20년 이상 극치강우량에서 온도상승에 따른 변화율이 전반적으로 크게 증가하는 특성을 보이고 있다. 또한, 온도상승에 따른 확률강우량이 지속적으로 커질 것으로 전망됨으로 홍수 예방시스템 구축이 시급한 상황이다.

③ 정수된 물의 누수량 20% 저감 : 정수되어 각 가정으로 공급되는 수돗물의 오염예방 및 자원의 효율적인 활용을 위해 설정한 KPI 이다. 최근 국내외적으로 안전한 물을 생산하고 시민에게 공급할 수 있는 플랫폼에 대한 관심이 증대하고 있으며 WHO에서도 중점사업으로 추진하고 있다.정수장에서 생산되어 공급된 수돗물 중 요금수입으로 발생하는 수량의 비율을 나타내는 유수율에 가장 큰 영향을 미치는 요소 중 가장 큰 것은 누수이다. 우리나라는 비교적 높은 유수율을 보이고

있다. 하지만 아직도 정수장에서 정수되어 공급되는 수돗물의 약 15%가 누수로 인해 손실되고 있는 상황으로 필요 이상의 수돗물을 생산하고 정수된 수돗물을 낭비하고 있는 상황이다.

④ **수돗물 음용률 50%** : 세계 최고 수준으로 공급되는 수돗물의 음용률을 높여 정수된 수돗물이 본래 목적에 맞도록 하기 위해 설정한 KPI 이다. 미국과 일본의 수돗물 음용률이 각각 54%, 52%인 반면 우리나라는 세계 최고 수준의 정수된 수돗물을 공급하고 있지만 음용률은 약 5%에 불과한 상황이다. 서울연구원의 연구결과에 따르면(2015) 수돗몰의 비용(1톤당 약 700원)은 일반 병 생수를 구매하여 음용하는 비용(1톤당 약 300,000원)의 약 1/430 수준으로 수돗물의 음용률을 높이면 국민 경제에 많은 기여를 할 수 있다. 또한, 생수 생산을 위해 소모되는 지하수 자원을 보존할 수 있으며, 이를 담기 위한 플라스틱의 생산량을 감소시키는 부가적인 효과까지 기대할 수 있다.

⑤ **하수 재이용률 100%** : 도시에서 소비되는 물을 보다 효과적으로 사용해 수자원의 낭비를 최소하기 하기 위해 설정한 KPI 이다. 우리나라는 한번 사용한 물을 고도처리하여 원수에 가깝게 정화하여 방출하고 있지만 이에 대한 재새용 시스템 구축 미비로 하수의 재이용률은 약 16%에 불과하다. 하지만 하수 정화수를 조경용수나 도시 청소용수 등으로 사용한다면 원수 정화를 위한 비용 및 에너지 절감 효과를 기대할 수 있다.

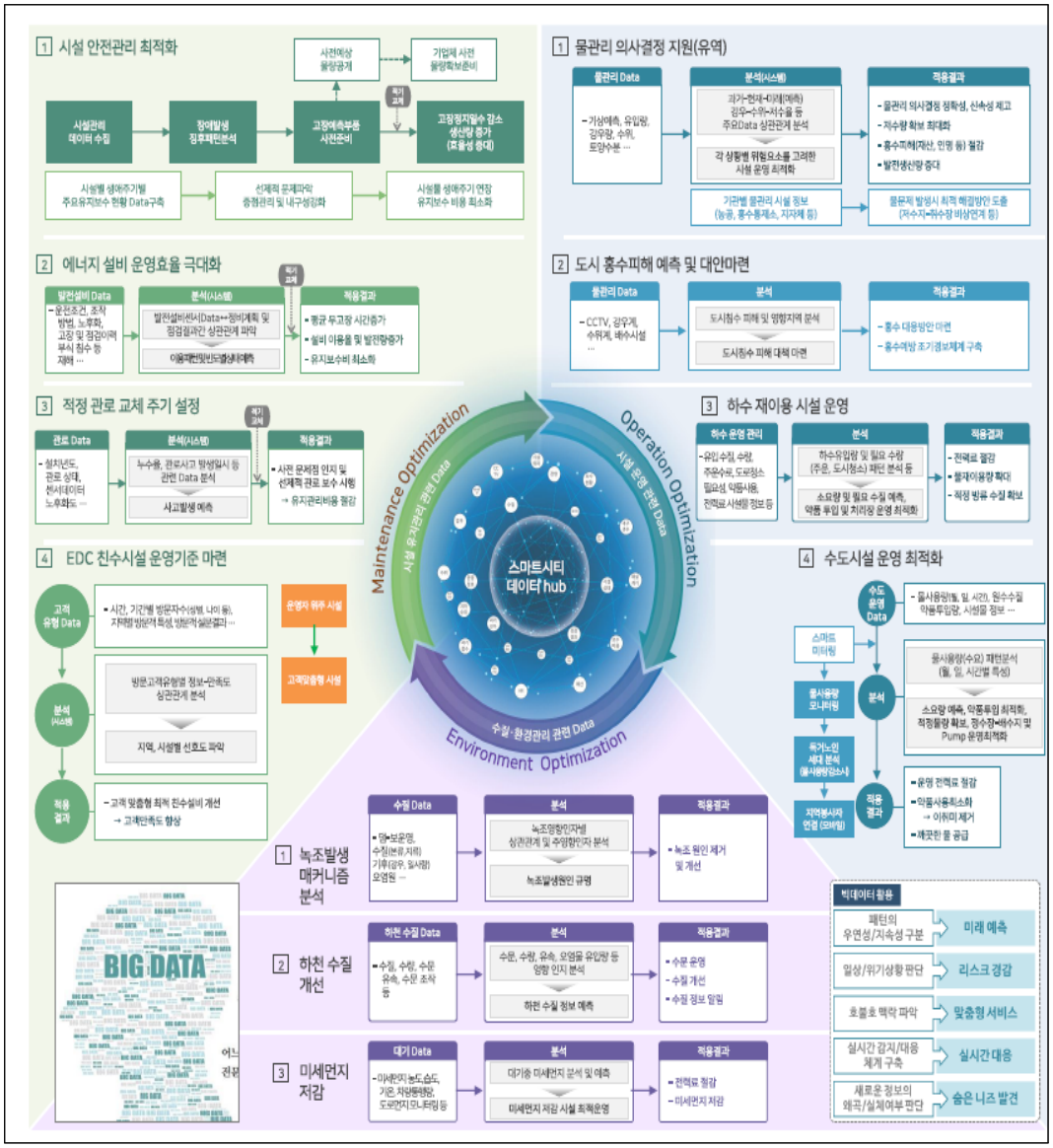
⑥ **도심 하천을 친수활동이 가능한 2급수 이상으로 유지 :** 친수공간의 활용성을 증대시키고 시민들에게 양질의 휴식 및 여가 공간을 제공하는 것을 목적으로 하는 KPI 이다. 급속한 경제성장의 대가로 인한 환경적 피해는 비단 녹지지역의 훼손만이 아니라 우리나라 전역에 산재해 있는 강 및 하천에도 영향을 미쳤다. 이로 인해 경제성장으로 인한 삶의 질 향상에 대한 요구를 수용할 수 있는 여가·문화를 수용할 수 있는 최적의 공간으로 부상하고 있는 친수공간은 부족한 실정이다. 특히, 우리나라는 친수활동을 위한 조건을 2급수 이상의 수질을 법으로 규정하고 있다. 따라서 수변공간을 국민 모두에게 돌려주기 위해서는 도시하천의 수질개선이 필요하다.

(2) KPI 측정방법

앞서 제시한 KPIs은 이미 통계청이나 수질정보 플랫폼 등을 통해서 대부분 확인 가능하다. 하지만 KPI에 대한 IoT 센싱, 통합 AMI 등 설치 등을 통해 보다 정밀하고, 빠르고, 효과적으로 측정해야 할 필요가 있다.

따라서 최초에 사업을 추진하면서 관련 데이터들을 취득할 수 있는 센서를 설치해야 한다. 발생한 데이터는 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼에서 일괄적으로 취합 및 정리·분석한다. 이 결과를 토대로 발생했거나 예상되는 문제점에 대한 대안 수립에 필요한 의사결정을 위한 기초자료로 활용한다.

〈그림 4-87〉 KPIs 측정 및 데이터 활용방안 예시(부산 EDC)



자료: 연구진 작성(K-water)

라. 사업내용

(1) 사업추진 대상

물 특화 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축을 위해서는 기초인프라와 4차 산업혁명 기술을 활용한 시설 및 기술의 고도화가 필요하다. 물 관련 5대 분야 ①물 안전, ②맑은 물 확보, ③물 환경 ④물 순환 ⑤ 물 이용 분야에 대한 각각의 인프라 구축과 시설 및 기술 고도화 방안은 다음 〈표 4-45〉과 같다.

〈표 4-45〉 5대 물 분야 사업개요

구분		분야별 세부 사업내용
물 안전	기초 인프라 구축	• 도시홍수 피해저감을 위한 하천 준설, 제방 및 홍수조절지, 도시배수시설(빗물펌프장, 우수관거 등) 등 인프라 설치
	시설·기술 고도화	• (고정밀 강우레이더) 도시단위의 국지성 호우와 강우를 실시간 분석하고, 신뢰도 높은 강우 선행예측*을 통해 홍수피해 저감 • (홍수 관제시스템) ICT기술 기반 실시간 수문기상 모니터링을 통해 홍수 전 과정을 통합 관리할 수 있는 도시침수 예·경보 시스템 • (스마트저류지) 기후변화에 따른 국지성 집중호우에 대비하여 도시내에 분산형의 소규모 저류지(지하 저류조, 소규모댐, 저수지) 확보 • (쓰나미 모니터링시스템) 지진에 따른 쓰나미 발생시 해안가 인근 도시에 미치는 영향 사전 모델링 및 모니터링 시스템 구축
맑은 물 확보	기초 인프라 구축	• 연중 안정적인 수원확보를 위한 댐 등 물 확보 시설 및 취수장, 정수장, 관로 등 상수도 공급시설 등 인프라 구축
	시설· 기술 고도화	• (스마트정수장) 소비자 인근 도심지내에 정수시설을 분산 설치하여 장거리 이동에 따른 문제 최소화 등 미래형 물공급 시스템 도입 • (스마트관망관리) 기존 관망에 스마트 미터 및 센서 네트워크 설치 등 IT 기술 도입을 통해 실시간 누수 감시 및 수요량 변화 등 관리 • (물 재이용) 빗물, 하수처리수를 처리 후 각종 필요 용수(조경, 청소, 하천유지 등)로 사용하여 수자원 이용 효율화 • (수원 다원화) 해수담수화, 지하댐, 인공강우 등 물 부족 지역에 적용 가능한 물 확보 기술 도입 • (가뭄예경보시스템) 가뭄관련 데이터 모니터링 및 분석을 통해 가뭄을 예측하여 선제적 대응방안 수립체계 구축
물 환경	기초 인프라 구축	• 도시내에서 발생하는 생활하수, 공장폐수 등 하수처리시설 및 오·폐수 오염원 관리를 위한 하천주변 토지이용현황 GIS 데이터 구축

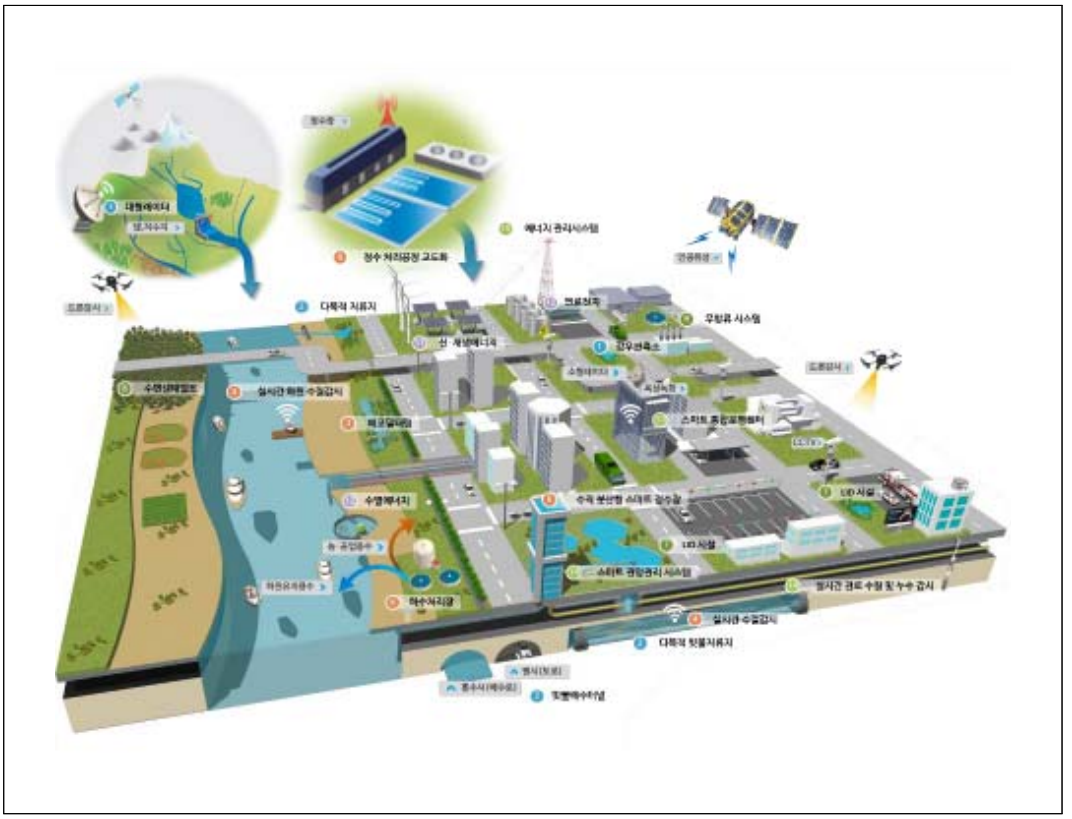
구분		분야별 세부 사업내용
	시설·기술 고도화	• (스마트수질) 도심 하천 수질 개선을 위한 생태친화형 에코필터링*, 녹조제어, 비점오염원 감시기술 등 맞춤형 수질관리 기술 도입 • (수생태 복원) 생태용수 확보, 정화시설 및 생물서식지(산란장, 어도) 조성 등 건강성 회복을 위한 생태하천 조성 솔루션 정립 • (수질정보 예측) 오염원 유입, 녹조발생 등의 수질변화에 선제적 대응을 위한 수질측정망 및 통합수질 예측시스템 구축
물순환	기초 인프라 구축	• 빗물통 및 저류지, 침투통 등 빗물관리를 위한 관련 시설설치 및 건전한 물순환체계 구축을 위해 도심내 건천화된 하천 개선
	시설·기술 고도화	• (LID) 공원·녹지, 하천 등 공공시설 부지 및 주거 등 건축물에 도시 물순환 회복을 위한 맞춤형 그린인프라* 구축 • (물재이용 시설) 도시내 가정 및 학교, 공장 등에서 한번 사용된 물을 고도의 처리공정을 통해 도시유지용수 등 용도별 재활용
물이용	기초인프라 구축	• 하천 등 자연 환경을 활용한 친수활동 공간 구축 및 댐, 보 등을 활용한 조력·수력 발전시설 구축을 통해 청정 에너지생산
	시설·기술 고도화	• (수열에너지) 도시에 인접한 하천수의 온도차를 열원으로 히트펌프를 이용한 냉·난방 공급시스템구축으로 전기 사용량 저감 • (수상태양광) 호수, 하천 등 수면을 이용한 수상태양광설비 구축으로 친환경 신재생 에너지 생산 확대 • (연료전지) 수소 에너지를 활용한 친환경 연료전지 설치를 통해 친환경 제로에너지 도시로 조성 • (도시에너지관리시스템) 도시 내에서 생산 · 소비되는 에너지의 실시간 모니터링 및 분석을 통해 에너지 사용량 최적 운영 • (친환경 문화) 친수레저, 주운수로, 미세먼지 저감 및 차단기술(흡착벽, 미세먼지 저감 블록, 클린쉘터 등) 등 도입

자료: 연구진 작성(K-water)

(2) 스케일

스마트워터시티 스탠다드 플랫폼은 기본적으로 전 국토에 대한 통합적 물관리를 목적으로 추진하는 사업이다. 다만 전 국토에 동시에 사업을 추진하기 위해서는 막대한 재원을 필요로 하고 시설 및 기술의 고도화가 필요하다. 따라서 현재 추진중인 스마트시티 국가시범도시(부산, 세종)에 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼을 우선 적용하여 KPIs을 토대로 실현가능성을 검토하고 각 지역의 특성에 맞도록 플랫폼을 수정하는 작업이 필요하다. 이를 다시 각 수계에서 수행하는 신도시 조성사업에 우선 적용한다. 이후 도시단위 플랫폼이 구축된 각 도시가 속해 있는 유역에 맞춰 인근 지자체로 확산해 나가는 방식이 바람직하다. 즉, 도시 단위 플랫폼에서 유역 단위 플랫폼으로, 다시 국가 단위 플랫폼으로 확대해야 한다.

〈그림 4-88〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 기반 물 관리 기본구상



자료: 연구진 작성(K-water)

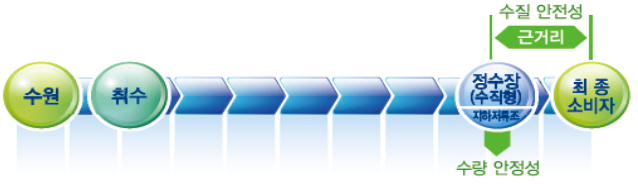
마. 사업추진 전략

스마트워터시티 스탠다드 플랫폼을 효과적으로 구축하고 체계적으로 운영하기 위해서 물 관련 5대분야에 대한 기술에 대한 기술별 솔루션 정립이 선행되어야 한다. 이는 각 지역의 특성에 맞는 솔루션을 적용하고 플랫폼의 확장성을 확보하기 위한 필수 조건으로 반드시 선행되어야 한다.

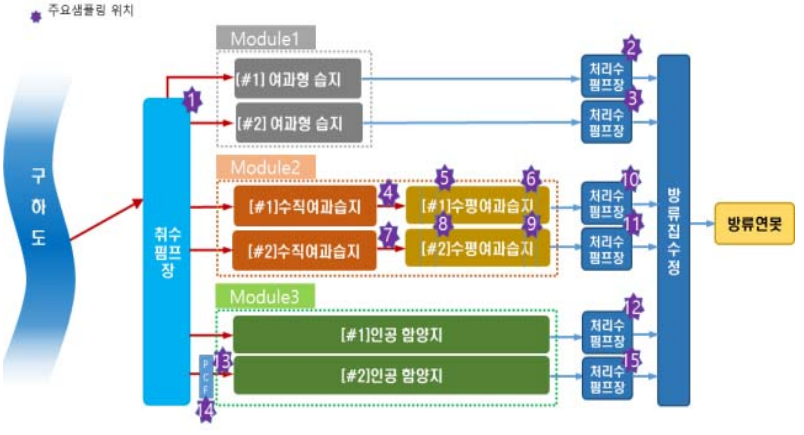
정립된 기술들을 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼을 기반으로 도시의 물 관련 특성 및 현황 문제에 맞춰 적재적소에 적용하여 더 효율적으로 운영 및 관리할 수 있다. 또한, 개별 단위 시설에 의한 효과에 상호 간 연계를 통한 시너지 효과를 기대할 수 있다.

이는 비단 국내 확산뿐 만 아니라 향후 물 특화 에코스마트시티 사업을 기반으로 글로벌 스마트시티 사업에 진출·선도를 위해서도 필요한 과정이다. 각 분야별 물 기술 솔루션에 대한 예시는 다음 〈표 4-46〉와 같다.

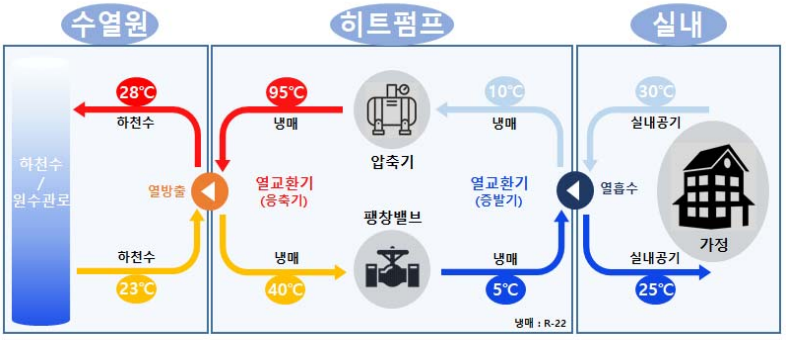
〈표 4-46〉 스마트 물 관련 기술 솔루션 정립 예시

구분		분야별 세부 사업내용
물 안전	기술명	고정밀 소형레이더 활용 강우예측
	핵심내용	• 고정밀 소형레이더를 활용한 도시지역 국지성 호우의 원인이 되는 저층강우의 관측 및 예보 정확도 향상 필요 • 대형 레이더는 고도 1~2.5km 구간의 구름발달에 효과적으로 대유역 단위 홍수예보에 주로 이용이 가능하나, 1km 이하에서 발생되는 국지성 집중호우 관측에는 고정밀 소형 레이더를 통한 보완 필요  〈고정밀 소형레이더 특징〉
	주요기술	• 고정밀 소형레이더 강우 추정 개선 및 대형레이더 융합 강우 추정 데이터를 융합하여 강우예측(3시간) 시간 단축
맑은 물 확보	기술명	스마트정수장
	핵심내용	• 현재의 용수공급 시스템은 취수원 인근 대규모 정수장에서 정수처리 한 물을 최종 소비자에게 공급하고 있어, 정수된 물이 관로를 통해 장거리 이동하는 과정에서 누수, 수질 오염 등 사고 및 과도한 염소 잔류량 발생 등 다양한 문제 발생 • 소비자 인근에 정수처리시설을 설치하여 갓 생산된 신선한 물 공급 가능  〈(현재) 공급자 중심 공급 체계〉  〈(미래) 소비자 중심 공급 체계

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>분야별 세부 사업내용</th></tr>
<tr><td></td><td>주요기술</td><td>• 공업용수, 빗물 재이용수 등을 수원으로 이용하여 수직형 여과 공정을 거쳐 깨끗하고 맛 있는 수돗물 공급
• (처리공정) A계열 : MF/UF-고도산화-GAC
B계열 : MF/UF-NF/RO → Blending</td></tr>
<tr><td rowspan="3">물 환경</td><td>기술명</td><td>친환경수처리기술(에코필터링)</td></tr>
<tr><td>핵심내용</td><td>• 토양, 식물 등 자연의 구성요소를 활용하고 에너지와 인공 물질 사용을 최소화하는 친환경 수처리 시스템
• 국내 · 외 사례 및 전문가 자문을 통해 부산EDC 및 승촌보 구하도 구간 가늠터(T/B) 구축 및 운영하여 기술 검증 中
• 천변여과를 기본으로, N·P 제거율을 보완하기 위한 생태적 처리기술(녹조매트 · 천변습지 등)을 조합하여 구성</td></tr>
<tr><td>주요기술</td><td>• 지표흐름 위주 공법: 저류지/조류매트/천변습지/천변여과지
 

〈지표흐름 위주 공법 처리계통도〉
• 지표하 흐름 위주 공법: 여과형습지/수직-수평여과지/인공함양지
 

〈지표하 흐름 위주 공법 처리계통도〉</td></tr>
</table>

구분		분야별 세부 사업내용
물 순환	기술명	저영향개발기법(LID)
	핵심내용	• 개발로 인한 물 순환 왜곡을 최소화하기 위한 기법으로 도시의 각 시설로 인한 물 순환에 악영향을 주는 요소를 제거 및 최소화하여 개발 전과 유사한 형태로 물 순환을 회복시키는 자연친화적 기법
	주요기술	• 저영향개발 기법의 종류  생태저류시설 생태저류셀 식생사면 식생습지
물 이용	기술명	수열에너지
	핵심내용	• 여름철 수온이 대기보다 낮고, 겨울철에는 높은 특성을 활용하여 물을 열원으로 하는 히트펌프를 통해 냉난방하는 시스템  〈하천수 활용 수열에너지 공급(냉방) 모식도〉
	주요기술	• 히트펌프 : 기계 내부를 순환하는 냉매를 이용하여 저온에서 고온으로 열을 이동시키는 장 • 냉매 : 열에너지를 흡수 및 방출하는 매개체로 오존층파괴·지구온난화 영향을 최소화하는 냉매 개발 • 열교환기 : 고체 벽으로 분리된 온도가 다른 두 유체 사이에 효율적으로 열을 이동시키는 장치

자료: 연구진 작성(K-water)

〈그림 4-89〉 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 기반 물기 술 적용 예시



자료: 연구진 작성(K-water)

바. 사업추진 주체

물 관련 정보와 사업은 국민의 안전과 직결되며 국민의 기본권과 직접적인 관련이 있다. 또한, 이를 실행하기 위해서는 막대한 재원 투자가 필요하다. 따라서 국가 즉, 중앙정부 차원에서 사업을 추진하는 것이 바람직하다. 이를 효과적으로 추진하기 위해서는 물 전문기관과 협업하여 체계적인 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 모델을 개발하고 지자체 특성에 맞는 솔루션을 적용할 수 있도록 해야 한다. 다시 말하면 중앙정부에서 물 전문기관과 협력을 통해 전체적인 큰 방향을 정립하고 재원을 마련하면 물 전문기관은 지자체와 협력하여 사업을 시행하는 것이 바람직하다.

사. 사업추진 로드맵

스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산을 위한 사업추진 로드맵은 다음과 같다.

- 1단계(2021~2023): 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 모델 개발 및 스마트시티 국가 시범도시 적용계획 수립·설치
- 2단계(2022~2023): KPI 측정 및 시설•기술 고도화
- 3단계(2023~2025): 3기 신도시, 스마트그린시티 공모사업, 2기 물순환선도도시 등과 연계하여 거점별 선도사업 추진
- 4단계(2025~ 이후) : 유역•국가 단위 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축을 통한 전 국토로 확산 및 글로벌 시장 진출

3. 에너지 자립도시를 위한 효율적인 에너지 공급·소비 시스템 구축

가. 분산형 전력망 구축을 통한 에너지 자족도시 조성

1) 사업의 배경 및 필요성

국내 도시의 대부분은 현재 중앙집중형 전력 공급 구조에 종속되어져 있으며, 필요한 전력의 대부분을 외부에 의존하는 상황이다. 이러한 중앙집중형 전력 수급 구조는 국가적인 차원에서 대규모 송전망 건설로 인한 사회적·환경적 갈등을 일으키고 있다.[53] 게다가 2011년 9월 15일에는 지속적으로 확대되는 전력 수요를 공급이 감당하지 못함에 따라 사상 초유의 대규모 정전사태마저 발생하고 말았다.[54]

한편으로 도시에서 소비되는 전력은 주로 석탄 화력 발전에 의존하고 있다는 문제도 지니고 있다. 이러한 석탄 발전에 대한 의존은 국내 온실가스 배출 증가의 구조적 원인이 되고 있다. 이에 에코스마트시티에서는 자립적으로 전력을 공급할 수 있는 저탄소의 재생가능 에너지에 기반한 수급 체계로의 전환이 필요한 실정이다.(그림 7 참조)

재생가능에너지는 도시에 적합한 여러 가지 장점을 지니고 있다. 먼저 재생가능에너지에 기반한 분산형 전력은 빠른 속도로 늘어나는 에너지 수요를 충족하기 위한 공급시설의 신속한 확장이 가능하다는 장점도 지니고 있다. 한편으로는 발전소가 공급 대상지 전체에 분산되어 있기 때문에, 자연재해 및 인공재해로 인해 가동 중단의 위험이 상대적으로 낮다는 장점도 있다(진상현, 2016).

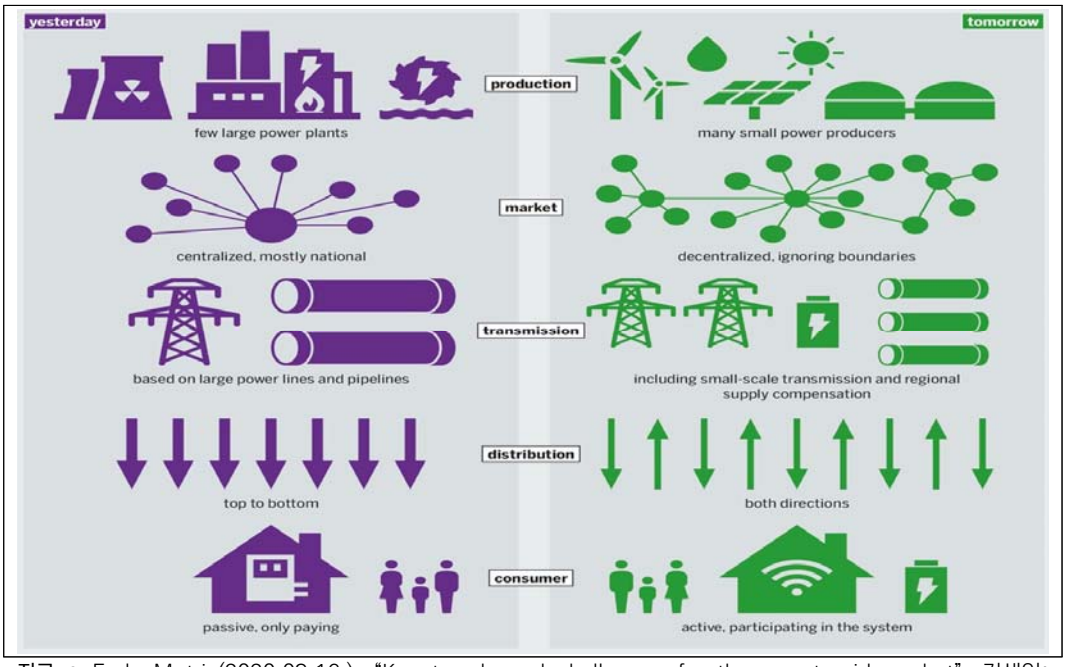
〈표 4-47〉 분산형 전력의 개념 정의 및 분류 기준

분류기준	내용	
	분산형 전력	중앙집중형 전력
발전기술	• 재생가능 에너지(태양광, 풍력 등) • 열병합 발전(가솔린, 디젤 등)	• 석탄 및 천연가스 화력발전 • 원자력 발전
발전용량	• 일반적인 소규모 발전 • DG-GRID: 수력발전(10MW 이하), 열병합 발전(50MW 이하)	• 최대 발전용량에 한도 없음 • DG-GRID: 수력발전(10MW 이상), 열병합 발전(50MW 이상)
공급지역	• 소비지에서의 전력 생산 • 고압 송전망의 배제	• 수요지와 공급지의 분리 • 고압 송전망의 구비
소유형태	• 소비자에 의한 전력 생산 • 지역 이해관계자에 의한 전력 생산	• 중앙정부 소유의 발전업체 • 전문 민간 발전업체

자료: 진상현 2016. 152.

53) 한국일보(2020.12.16.), "제2의 밀양사태 될라… 한전-홍천, 송전탑 추진 두고 갈등", 검색일: 2021.1.19.
54) 전자신문(2011.12.26.), "2011 국내 10대 뉴스, 9.15 대규모 정전사태", 검색일: 2021.1.19.

〈그림 4-90〉 중앙집중형(左)과 분산형(右) 전력망의 개념도



자료 : Early Metric(2020.03.16.), "Key trends and challenges for the smart grid market", 검색일: 2020.10.26.

2) 계획방향 및 목표

'분산형 전력망'은 현행 중앙집중형 구조에서 벗어난 도시 차원의 자립형 에너지 수급 구조를 가리킨다. 즉, 대형 석탄 화력방식이 아닌 재생가능 에너지에 기반한 탈탄소 전력 생산 기반을 구축하여 온실가스 배출 저감을 목표로 한다. 이를 위해 태양광, 풍력, 수열 같은 자연에너지 뿐만 아니라 바이오가스, 폐목재류, 가연성 생활 폐기물 같은 도시 내 미활용 에너지를 다양하게 활용할 수 있다. 이때 통합 관제시스템을 구축함으로써 신재생에너지 발전 관련 실시간 출력 관리 및 전기 품질에 대한 모니터링이 가능하게 된다. 이는 고압 송전이라는 운송 과정을 최소화시킴으로써, 근거리에서의 효율적인 공급을 유도해 저렴한 가격으로 전력을 제공할 수 있다는 장점을 지니게 된다. 개별 가정에게는 생산 · 소비한 만큼 지원하는 제도를 마련함으로써, 재생가능 에너지의 활용을 촉진시킬 수 있다.

3) 사업의 당위성

에코스마트시티에서 분산형 전력망은 에너지 소비형 도시에서 자립형 도시로의 전환이라는 측면에서 의미를 지닐 수 있다. 먼저 현행 도시의 에너지 소비 구조 자체에 문제가 있다. 즉, 중앙집

중형 에너지 수급 구조에서는 소비의 효율이 낮을 뿐만 아니라, 도시에서 전력 부문의 온실가스 감축이 어려운 실정이다. 또한 전력 생산지의 발전 방식에 의해 온실가스 배출이 결정되기 때문에, 도시는 전력 소비에 대한 책임성에도 불구하고 감축의 이행수단을 보유하지 못하게 된다. 한편으로는 생산지와 소비지의 환경적 불평등 관련 문제도 존재한다. 예를 들면, 발전소 소재지의 미세먼지 같은 대기오염뿐만 아니라, 송배전 지역의 대규모 고전압 송전탑에 의한 건강 문제가 발생하게 된다. 이에 책임성 있는 소비자로서 에코스마트시티가 소비하는 에너지는 도시 내에서 자립적으로 생산할 수 있는 기반의 조성이 필요하다(진상현, 2016).

다음으로 에코스마트시티는 저탄소 에너지를 통한 기후대응 친환경 도시의 구현에도 기여할 수 있다. 즉, 미래의 바람직한 에코스마트시티에서는 온실가스 배출이 없는 생태도시로 조성·구현되어져야 한다. 현재 이미 확보된 분산형 전력으로는 화석연료인 천연가스가 가장 많이 도입된 상태이다.[55] 따라서 지역 내 저탄소·신재생에너지를 활용해서 공급할 수 있는 기반이 조성되어져야 한다.

한편으로는 전력의 장거리 이동에 따른 손실의 저감에도 기여할 수 있다. 실제로 중앙집중형 구조에서는 장거리 이동에 따른 전력 손실이 발생하는 반면에, 분산형 전력망은 에너지를 소비하는 지역에 발전소가 같이 위치한다는 특징을 지니고 있다. 따라서 고압의 송전망이라는 중간 과정을 최소화함으로써 전력을 저렴하게 공급할 수 있을 뿐만 아니라, 수요 · 공급 네트워크의 실시간 관리를 통한 효율적인 에너지 소비가 가능하게 된다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 전력 자립률, 재생가능에너지 공급 비중
(2) KPI 측정방법: 에너지 공급업체 및 기관인 한국전력공사, 집단에너지사업자 혹은 지역 전력공급업체를 통한 데이터 수집 및 분석

4) 사업내용

첫 번째 사업으로는 분산형 공급망 및 통합 관제시스템을 구축하는 사업이 필요하다. 이와 관련해서는 신재생에너지 발전기의 실시간 출력 및 전기품질을 모니터링 할 필요가 있다. 또한 태양광, 풍력, 바이오 가스, 수열, 폐기물, 연료전지 등의 재생 가능한 도시 에너지원을 다양하게 활용해야 한다.

두 번째 사업은 재생 가능한 자연 에너지원의 활용이다. 먼저 태양광은 상하수도 및 도시철도 시설 같은 공공부지뿐만 아니라 민간 건물에도 태양광을 설치할 수 있도록 공간 탐색 및 경제성 검토가 필요하다. 이때 시민들이 부지를 발굴하고 사업화할 수 있도록, 협동조합 같은 자발적 결사체를 지원함으로써 도시 내 녹색 일자리 창출에도 기여할 수 있다. 구체적으로는 벽면 태양광,

55) 한국에너지(2013.11.22.), "에너지믹스 유일한 대안은 천연가스 이용한 분산형 전원", 검색일: 2021.1.19.

경량 태양광 및 건물통합 형태의 태양광 발전(BIPV: Building Integrated Photovoltaic)과 같은 태양광의 종류뿐만 아니라 기능·범위에 따른 등급을 부여하고, 차등 지원한다. 이때 유리창 및 천장의 채광을 활용한 패시브(passive) 기술과 태양광 패널을 이용한 액티브(active) 기술을 활용할 수 있으며, 디자인과 심미성을 고려한 BIPV를 적용·시험할 수 있는 건물 및 실증단지를 조성해야 한다. 도시 내에서 전기차 폐배터리와 태양광을 연계하여 운영할 수도 있다. 풍력과 관련해서 도시 차원의 소규모 발전기 설치 및 단지를 조성할 필요가 있다. 도시 내 풍력은 주로 하천변 및 공원 녹지대를 활용해서 발전소가 설치될 수 있다. 수열은 대부분의 도시가 하천을 보유하거나 하천에 인접해 있기 때문에, 미활용 수열에너지를 활용함으로써 냉방 및 난방 에너지의 공급이 가능하다.

세 번째 사업은 폐기물의 에너지 활용 및 회수이다. 구체적으로는 국제사회에서 재생가능에너지로 인정받지 못하는 페플라스틱 및 페비닐 같은 화석연료 기반 재생 불가능한 도시 폐기물이 아닌 재생 가능한 도시 폐기물 중심으로 에너지를 회수하고 활용한다. 매립지 및 하수처리장에서는 혐기소화과정에서 발생하는 바이오가스를 포집하여 에너지원으로 활용이 가능하고, 특히 도시 내에서 발생하는 음식물쓰레기 및 분뇨 등 유기성폐자원도 단독 소화나 하수병합 등을 통해 바이오가스를 생산할 수 있다. 바이오 가스는 가스형태로 도시가스나 차량용 연료로 사용가능하고, 전력 생산 및 폐열 활용이 가능하여 다양한 형태로 활용할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 미이용 바이오매스(폐목재, 커피찌꺼기 등)로 만드는 Bio-SRF(Solid Refuse Fuel) 활용도 고려할 수 있다.

네 번째 사업으로는 연료전지의 보급 확대가 필요할 수 있다. 이때 연료전지는 상시 운전이 가능하다는 장점으로 인해 비상용 전원으로 활용이 가능하며, 도시 내 재생가능에너지의 간헐성 문제를 해소하기 위한 보완적 수단으로도 사용할 수 있다. 이 밖에도 천연가스, 소수력, 지열 등을 이용한 에너지 개발이 가능하며, 단기적으로는 천연가스에 기반한 열병합 발전도 분산형 전력으로 활용될 수 있다.

(1) 사업추진 대상: 신도시는 택지개발 및 도시계획 단계에서의 계획입지제를 활용하며, 구도시는 기존 용도지역을 활용하여 보급을 확대할 수 있다.

(2) 스케일: 도시 차원에서는 신도시 개발 시 택지개발 단계에서부터 계획을 반영하고, 단지 차원에서는 구도시의 블록 단위에서 에코스마트시티를 조성할 수 있다.

5) 사업추진 전략 및 기술

에코스마트시티의 분산형 전력망을 구축하기 위해서는 도시 내 재생가능 에너지의 기술성과 경제성을 먼저 추정하고 확인할 필요가 있다. 그리고 재생가능 에너지의 잠재량 지도를 개발하여 공개해야 한다. 이를 중앙정부의 신재생에너지 보급 지원사업과 연계하여 추진할 수 있다.

〈표 4-48〉 런던 분산형 에너지의 규모별 유형 구분 사례

구분	유형	내용
개별	소규모	에너지는 단일 사업에 의해 공급·배분되지만, 수용가는 단일 대형 건물 또는 최대 3,000명의 고객을 대상으로도 가능함. 발전소는 소비자가 소유할 수도 있지만, 소유하지 않을 수도 있음. 소규모 지역난방과의 결합도 가능함. 또한 사업비용이 1,000만 파운드에 달하는 3MW 규모의 열병합발전이 통합된 형태도 존재함.
집단	중규모	한 개 이상의 지역에 전력을 공급하며, 네트워크가 반드시 필요함. 수요와 고객의 숫자는 다양할 수 있으며, 통상적으로 전체 40MW에 달하는 여러 개의 발전소가 결합된 형태를 지님. 최대 2만 가구에 공공기관, 상업용 건물에 공급이 가능함. 설비는 주로 제3자에 의해 소유·운영되며, 건설비용은 최대 1억 파운드까지 소요됨.
	대규모	장기간에 걸쳐 진행된 대규모 기반시설이 존재함. 일반적으로는 10만명 이상의 고객을 대상으로 하는 수십 킬로미터의 네트워크가 필요하며, 여러 개의 전력 및 열공급 설비가 필요함. 배관망 관련 비용이 1억 파운드 이상이 소요되며, 몇몇 주체들이 전체 시스템을 분할·소유하는 구조임. 공사기간은 5~10년 가까이 소요됨.

자료: The Great London Authority 2011; 진상현 2016. 150에서 재인용.

분산형 연료전지 발전소를 144MW 규모로 설치할 경우에는 672억 원, 태양광 발전소를 7MW 규모로 신설할 경우에는 140억 원이 소요될 것으로 예상된다.[56]

또한, 이러한 에코스마트시티 분산형 전력망 구축사업의 직·간접적 기대효과는 다음과 같다. 먼저 직접적으로는 전력수급체계의 안전성을 강화할 수 있으며, 간접적으로는 재생가능에너지의 보급을 확대할 뿐만 아니라 온실가스를 감축하는 데 기여할 수 있을 것이다. 부가적으로는 지역 내 녹색 일자리를 창출하며 환경갈등을 해소하는 효과도 거둘 수 있을 것으로 기대된다.(표 6 참조)

〈표 4-49〉 파주시의 산업단지 태양광 발전 확대 사례 (총 사업비 910백만 원)

구분	단기(2019~2022년)	중기(2023~2026년)	장기(2027~2030년)
사업내용	사업대상지 검토 및 계획수립	산업단지 4개소 설치	산업단지 10개소 설치
추진목표	설치 지원계획 수립	발전용량 0.12MW 확보	발전용량 0.30MW 확보

자료: 문수호 2019, 6.

〈표 4-50〉 김해 골든루트 산업단지의 태양광발전 사례

▷ 한국산업단지공단은 김해시에 자리잡은 일반 산업단지를 대상으로 입주한 기업의 공장 상부 지붕을 활용한 10MW 규모의 태양광 발전사업 추진

▷ 산업단지 입주기업은 공장 지붕을 발전사업자에 대여해줌으로써 기업은 임대수익을 올릴 수 있으며, 발전사업자는 지붕에 설치된 태양광 발전소 담당 및 관리하는 방식으로 운영되며, 15년이 지난 뒤에 기부채납하는 방식으로 해당 기업에게 소유권이 이전될 예정임

- 전력 생산량 : 연간 1만 3140MW
- 이산화탄소 감축량 : 연간 6100톤 저감 추정

자료: 문수호 2019, 6.

56) 문수호(2019), 3-6.

이러한 에코스마트시티의 분산형 전력망을 구축하기 위해서는 국가 차원의 법률 및 제도 개선이 필요할 수 있다. 즉, 태양광, 풍력, 지열, 바이오에너지를 포함하는 도시 내 신재생에너지 발전시설을 설치할 경우에는, 사업비 지원뿐만 아니라 재산세 감면을 통한 인센티브의 제공이 필요할 것이다.[57] 한편으로는 발전소 소재지와 전력 소비 지역의 불일치, 송전 제약 및 손실, 계절 및 시간에 따른 발전 가격의 변동을 고려해서 소비자의 선택권을 확대할 수 있는 방향으로 제도 개선 필요하다.[58] 한편으로 계통의 안정성 및 발전소의 입지 특성을 고려한 전력 부문의 요금제도 개편도 이루어져야 할 것이다.[59]

6) 사업추진 주체

에코스마트시티의 분산형 전력망 구축과 관련해서 중앙정부는 국가 공기업 및 공공기관을 통한 사업을 시행할 수 있다. 마찬가지로 지방정부는 지자체 개발공사 및 산하기관을 통하여 사업을 추진할 수 있다. 끝으로 민간기업의 차원에서는 에너지 및 네트워크 관련 업체의 참여 독려・지원할 수 있으며, 지역주민들은 영리 및 비영리 협동조합을 통하여 사업에 대한 참여가 가능하다.

7) 사업추진 로드맵

에코스마트시티의 사업추진을 위하여 단계별로 사업을 추진하며 총 3단계로 구성되어 있다.

〈표 4-51〉 사업추진 로드맵 – 분산형 전력망 구축

단계	유형	기간	세부내용
1단계	예비 사업	2021-2025	재생가능에너지 보급사업 추진
2단계	본 사업	2025-2030	분산형 전력 배전망 확충
3단계	확장 사업	2030-2040	도시 차원의 독립 전력망 관리 시스템 구축 및 운영

자료: 연구진 작성.

57) 경기일보(2018.9.6.) “경기도, 분산형 에너지 생산시설 확충 사업비 최대 5억 원 지원”, 검색일: 2020.12.12.
58) 뉴스원(2019.9.22.) “주택용 전기, 계시별 요금제로 수요 관리…실증사업 추진”, 검색일: 2020.12.12.
59) 이데일리(2020.11.27.), “베일 벗은 ‘분산에너지 활성화 로드맵’…지역 중심 분산형 전원 개발”, 검색일: 2020.12.12.

나. 지능형 전력망 구축을 통한 스마트 도시 구현

1) 사업의 배경 및 필요성

국내외를 막론하고 대부분의 도시는 전력 수급 구조의 일방향성 문제를 지니고 있다. 즉, 현대적 도시는 대부분 전력 수요의 상당량을 외부에 의존하고 있다. 특히 가정부문은 전력업체가 공급하는 전기를 일방적으로 소비하며, 그로 인해 주택에서 자체 공급 가능한 소규모 재생가능에너지의 판매도 불가능한 실정이다.

다음으로 현행 도시에서 소비되는 전기요금의 가격 체계도 시장 메커니즘으로 부터 벗어난 경직된 구조의 문제를 보여주고 있다. 그로 인해 전력수급 관련 주간 및 심야 시간의 수요 격차로 인한 피크 부하 시 가격변동을 고려하지 못한 채, 가격 체계가 경직되어져 있다. 결과적으로 도매 전력시장은 실시간 가격 거래가 이루어지는 반면에, 가정용 소매부문은 단일 요금으로 소비가 이루어지는 비정상적 구조라는 비판이 이루어지는 상황이다.[60]

한편 도시 내에서 공급 가능한 재생가능 에너지는 태생적으로 간헐성의 문제도 지니고 있다. 즉, 태양광이나 풍력 같은 친환경 에너지는 자연의 동력을 활용하기 때문에, 전력 생산이 일정하지 못한 간헐성 문제가 발생한다. 이때 지능형 전력망은 기상조건에 따른 발전량 변동의 해법으로서 재생에너지 안정화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

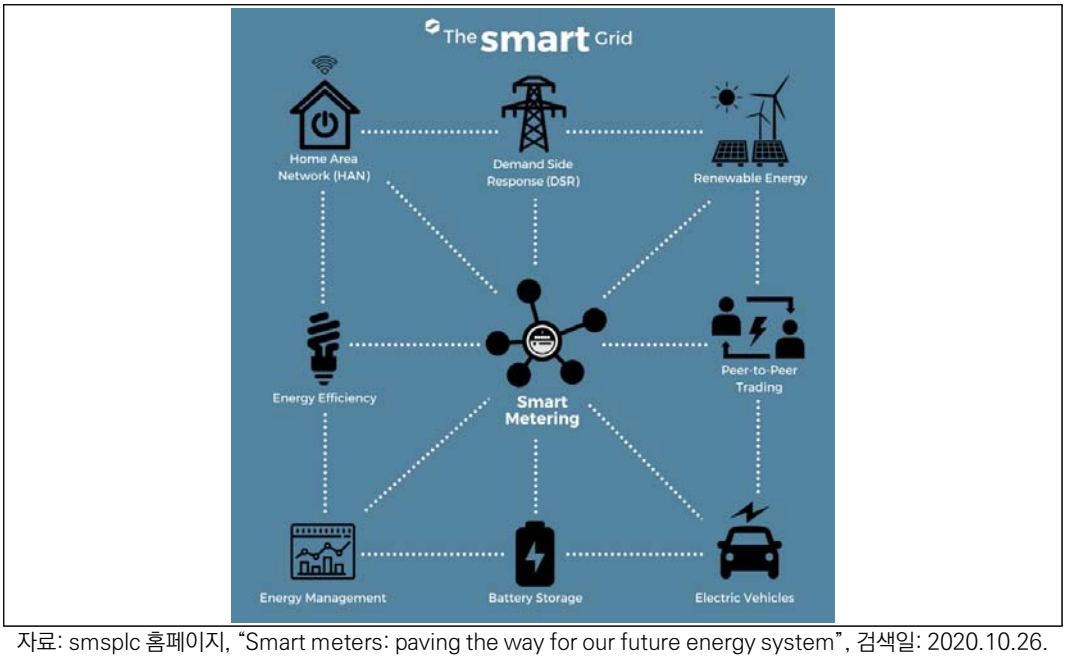
2) 계획방향 및 목표

일방향 수급 구조에서 탈피한 '지능형 전력망의 구축'이 필요하다. 이땐 지능형 전력망은 스마트 미터기 보급을 통해서 에너지 소비패턴 관련 정보를 시민들에게 실시간으로 제공함으로써, 가정에서 불필요한 에너지 사용을 스스로 줄일 뿐만 아니라 비용 효율적인 방식의 전력 소비를 유도할 수 있게 된다. 즉, 수많은 소규모 분산형 전력인 마이크로 그리드를 배전망에 광범위하게 분포시킴으로써 전력과 열을 안정적으로 공급할 뿐만 아니라, 이를 기반으로 발전량 및 소비량을 실시간으로 모니터링해서 예측 관리하는 스마트 에너지 플랫폼이 조성이 가능하게 된다. 이처럼 효율적인 지능형 전력망을 구축하기 위해서는 경직된 가격 체계를 탈피하고 가격변동을 고려한 실시간 전기요금체계의 도입뿐만 아니라, 에코스마트시티의 에너지 수급 체계를 효율적으로 유지하기 위한 네트워크의 유지·관리 및 부하관리 시스템의 개발이 필요하다. 이때 태양광 및 풍력을 활용하는 전력의 경우에는 발전량이 일정하지 못한 단점을 지니기 때문에, 저장기술을 결합한 지능

60) 이투뉴스(2015.3.30.) "전력시장 정상화가 필요하다", 검색일: 2021.1.19.

형 전력망을 이용하면 전기 공급의 안정적 운영이 가능해진다. 또한 시민들이 절약해서 저장한 전력은 추후 재판매할 수 있는 네가와트 시스템을 도입하고, 시장 거래를 담당하는 사업자가 다수의 재생에너지를 모집해서 계통의 수급 조정에 기여하는 가상발전소 구축이 가능해진다. 따라서 에코스마트시티는 실시간 전기요금체계에 기반한 지능형 전력망을 우선적으로 구축한 뒤, 도시 차원의 양방향 전력수급 체계를 마련한다는 목표가 설정되어져야 한다. (그림 8 참조)

〈그림 4-91〉 지능형 전력망 및 스마트 미터링의 개념도



자료: smsplc 홈페이지, “Smart meters: paving the way for our future energy system”, 검색일: 2020.10.26.

3) 사업의 당위성

에코스마트시티의 지능형 전력망 구축을 통해서는 4차 산업혁명시대의 ‘프로슈머(prosumer)’가 구현될 수 있다. 여기서 프로슈머란 생산·소비의 경계가 허물어지는 상황에서, 생산 과정에 직접적으로 참여하는 소비자가 늘어나는 현상을 가리키는 개념이다.[61] 이때 분산형 전력은 에너지 수급이라는 측면에서 전력을 생산하는 과정에 지역의 소비자인 일반 시민들이 참여함으로써, 전력공급이 효과적으로 이루어진다는 장점을 지니게 된다.

다음으로 에코스마트시티는 전력 수급 구조에서 스마트한 관리 체계 구축이 필요할 수 있다.

61) 조선비즈(2020.8.11.) “전력망 사업 넘보는 SK·한화…전력 사고파는 에너지 프로슈머 공략”, 검색일: 2021.1.19.

구체적으로 개별 가정의 측면에서는 효율적인 에너지의 소비가 이루어질 것이다. 마찬가지로 전력 생산자 측면에서는 저렴한 에너지원으로 효율적 공급이 가능하다는 일석이조의 효과도 얻을 수 있게 될 것이다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 스마트 미터기 보급률, 가구당 전력 거래 실적
(2) KPI 측정방법: 한국전력공사, 집단에너지 사업자 및 지역 전력업체의 데이터

4) 사업내용

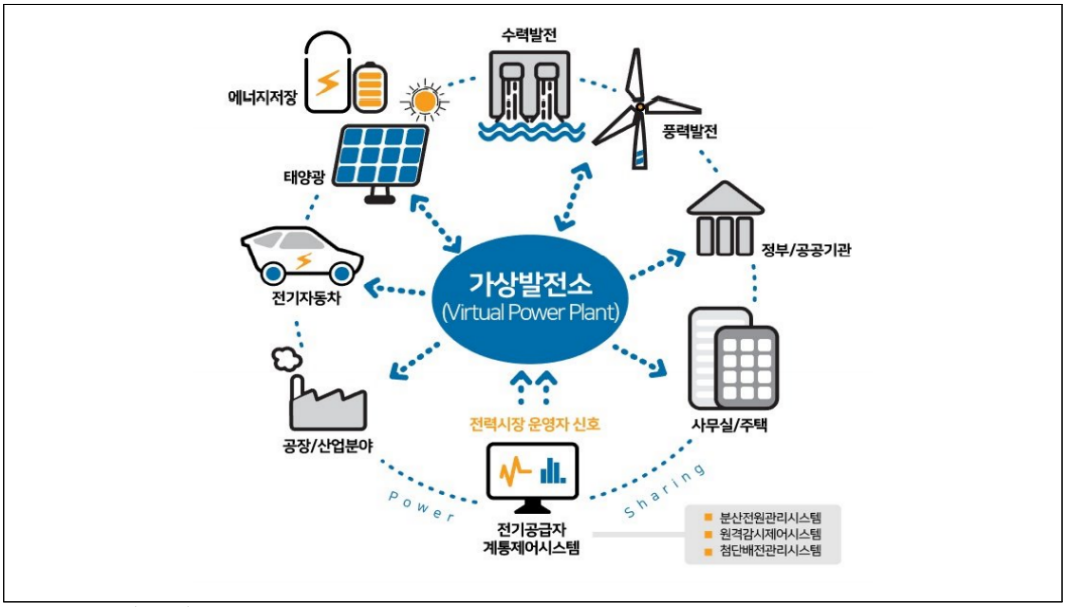
첫 번째 사업으로는 스마트 미터기의 보급이 우선적으로 선행되어져야 한다. 즉, 전력의 수요를 분산시킬 뿐만 아니라 소비되는 에너지 사용량을 줄이기 위한 목적으로 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 측정기에 대한 보급 확대가 필요하다. 이를 이용함으로써 주택 에너지 소비의 라이프 스타일에 맞춘 다양한 요금제의 선택이 가능하게 된다. 또한 양방향 통신망을 이용하여 실시간 전기 사용량 및 요금 정보를 웹 · 모바일로 제공함으로써 수용가의 자발적인 전기 절약과 피크 저감 유도가 가능해진다. 구체적으로는 유사한 규모의 이웃집 에너지 사용량과 비교 가능한 정보가 제공되기 때문에, 소비자의 에너지 절약 행위를 유도할 수 있게 된다.

두 번째 사업으로는 마이크로 그리드의 구축이 필요하다. 이러한 소규모의 자립적 배전망 구축을 통해서 기존 석탄화력 및 가스복합화력 발전소의 온실가스 배출을 줄일 수도 있을 것이다. 여기서 말하는 지역의 마이크로 그리드는 소비자에 대한 신뢰를 높일 뿐만 아니라 전력의 품질을 향상시키기 위한 목적으로 도입된 시스템이며, 단독 운전이 가능한 소규모 배전망으로 정의된다. 따라서 마이크로 그리드는 재생가능에너지를 다양하게 포함하고 있을 뿐만 아니라, 에너지 저장장치를 결합한 분산형 전력 시스템과 소비자로 구성된다. 물론 광역 전력망으로부터 마이크로 그리드는 독립적으로 구축될 수도 있지만, 전체 전력시스템에 접속된 작은 단위의 연계 시스템으로도 구축이 가능하다는 장점이 있다. 특히 수많은 소규모의 분산형 전력이 넓은 지역적 범위의 배전망에 분포되어 지역에 전력과 열을 동시에 공급한다는 특징을 지닌다.

세 번째 사업은 에너지 저장장치의 보급 확대이다. 이로써 가정 및 산업부문에서 소비하고 남은 전력 에너지를 ESS(Energy Storage System)로 저장 가능할 수 있게 된다. 특히 이는 재생가능 에너지의 간헐성 문제를 해소할 뿐만 아니라, 스마트 그리드를 안정적으로 운영하는 데에도 기여할 수 있게 된다. 결과적으로 이렇게 저장된 에너지는 이를 필요로 하는 소비자 사이에서의 거래 시스템을 제공함으로써, 에너지 시장의 활성화에도 기여하게 된다. 한편으로는 시장 거래의 노하우가 없는 재생에너지 사업자를 대신해서, 매매를 대행해주는 서비스 사업자가 다수의 소규

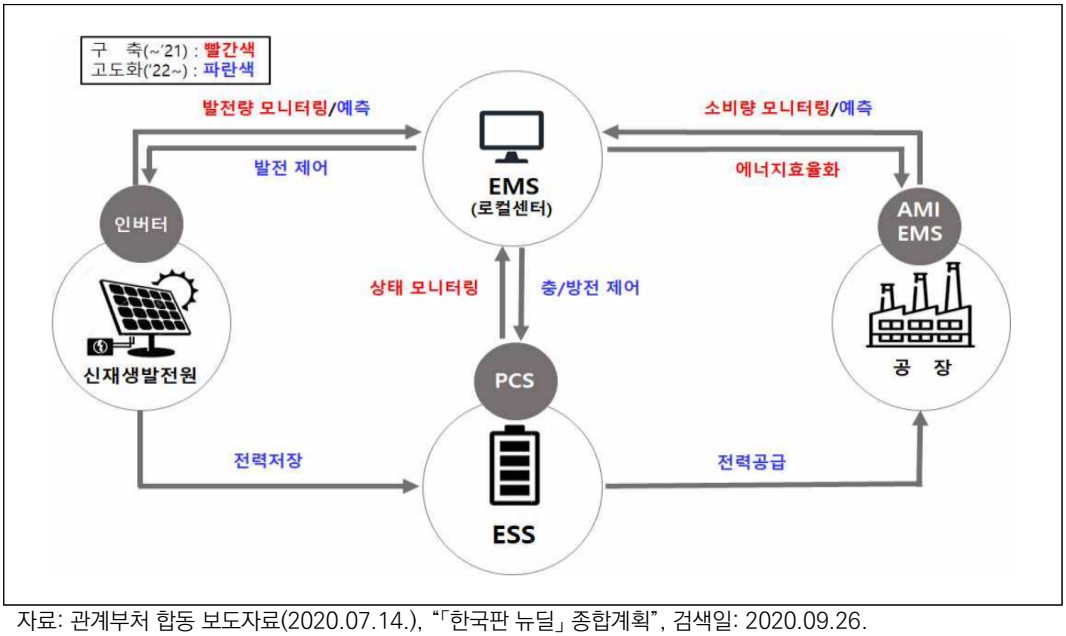
모 재생에너지 사업자를 모집해서 계통 수급을 조정하는 가상 발전소(Virtual Poser Plants: VPP)도 구축할 수 있을 것이다.(그림 4-92 참조)

〈그림 4-92〉 가상발전소(VPP: Virtual Poser Plants)의 개념도



자료: 이상엽(2020), 181.

〈그림 4-93〉 한국판 뉴딜의 스마트에너지 플랫폼 구축 계획



자료: 관계부처 합동 보도자료(2020.07.14.), "「한국판 뉴딜」 종합계획", 검색일: 2020.09.26.

네 번째 사업으로는 도시 에너지관리 시스템의 도입도 필요할 수 있다.(그림 4-93 참조) CEMS(City Energy Management System)라고 불리는 관리 시스템은 도시 전체뿐만 아니라 개별 가정의 수요를 최적화하는 데에 기여할 수 있다. 한편으로는 공장이나 사무실 같은 상업용 시설에 네가와트 시스템(Negawatt System)을 도입할 수도 있을 것이다. 앞서 선행된 마이크로 전력망을 기반으로 에너지 발전량 및 소비량을 실시간으로 모니터링 할 수 있게 된다. 이를 토대로 전력 소비를 미리 예측한 뒤, 이에 맞춰 에너지를 효율적으로 공급하는 것이 가능할 수 있다.

(1) 사업추진 대상: 신도시는 도시계획 단계에서의 스마트 미터링 시스템을 고려할 수 있으며, 구도시의 경우에는 기존 시가지 및 밀집 주거지역을 대상으로 시범 사업을 추진할 수 있다.

(2) 스케일: 도시 차원에서는 신도시 개발 시 택지개발 단계에서부터 지능형 전력망을 반영할 수 있으며, 단지 차원에서는 구도시의 블록 단위에서 지능형 전력망을 조성할 수 있을 것이다.

5) 사업추진 전략

이러한 에코스마트시티의 지능형 전력망을 구축하기 위해서는 한국전력 및 한국에너지공단 같은 공공기관과의 양해각서 체결을 통하여 시범 사업을 추진할 필요가 있다. 한편으로 에너지절약전문회사인 ESCO(Energy Service Company)의 참여를 독려·지원할 수 있다. 끝으로 공유경제 관련 업체들과의 협력을 통해 스마트 이용 시스템을 확대하고, 텔레컴 업체 및 인터넷 통신망 사업자 같은 민간 기업과의 협력도 필요할 것이다.[62]

지능형 전령망 구축과 관련해서 블록 단위 사업에 대한 비용은 약 26억 원으로 추정된다.[63] 구역 단위 사업의 경우는 약 50억 원이 소요될 수 있다.[64] 끝으로 도시 차원의 구축사업은 약 1500억 원의 사업비가 필요할 것으로 추정된다.[65]

〈표 4-52〉 애리조나의 지능형 전력망 구축 관련 Salt River Project 사업 사례

▷ 에너지부로부터 2,184억 원을 지원받아 스마트 그리드 사업 추진 ▷ 구체적으로는 540,000대의 스마트미터 보급, 전력 소비량 포털의 구축, 혁신적인 요금제도의 구축 등을 통해서 소비자에게 에너지 사용 및 가격에 대한 정보를 실시간으로 제공하는 시스템 구축

자료: 박종배 2009, 21P

62) 특히 텔레컴 업체의 경우에는 스마트 미터링 시스템 구축, 네트워크 유지·관리 기술 구축, 부하관리시스템 구축 등에서 장점을 지니고 있음

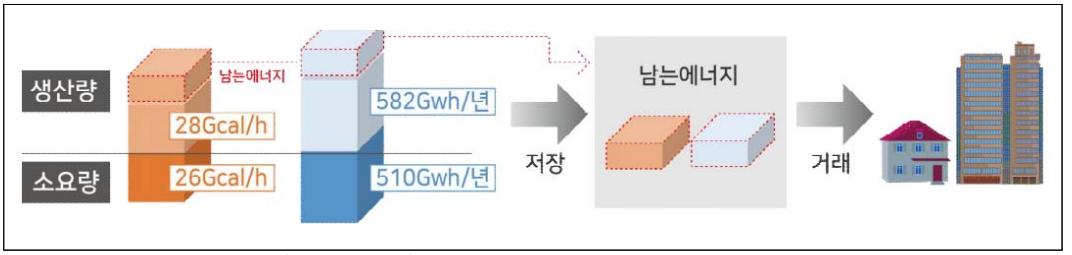
63) 프랑스 Issy Grid 구축 사례를 참고해서 1000개의 주택, 2200여명의 거주자, 1만 여명 유동인구의 상권 지역으로 추정(이상엽 2020, 182)

64) 에너지 다소비 아파트 5500가구 스마트계량기 설치 사례 참고(서울경제(2016.5.9.), “부산시, ‘스마트 그리드 확산사업’ 전국 최다 사업비 유치”, 검색일: 2020.12.12)

65) 산업도시인 기타큐슈시 410,000세대 기준 참고(김현제 2011, 9)

이러한 에코스마트시티 지능형 전력망 구축사업의 직·간접적 기대효과는 다음과 같다. 먼저 직접적으로는 전력 소비 및 공급의 효율이 개선될 수 있을 것이다. 간접적으로는 소비 전력량 절감(그림 11 참조) 및 온실가스 감축이라는 효과도 기대된다. 부가적으로는 지역 내 녹색 일자리를 창출하고, 환경갈등을 해소하는 데에도 기여할 수 있을 것이다.(표 9 참조)

〈그림 4-94〉 에코스마트시티 내 열·전기 에너지의 생산과 소비 예상량



자료: 관계부처 합동 보도자료(2020.07.14.), "「한국판 뉴딜」 종합계획", 검색일: 2020.09.26.

〈표 4-53〉 지능형 전력망의 기대효과 사례

▷ 암스테르담은 지능형 전력망 구축을 통해 2025년까지 온실가스 배출량을 40% 줄일 것으로 예상
▷ 지식경제부는 '그린에너지 전략로드맵'을 통해 온실가스 배출량을 2030년까지 44,284천 톤 감축할 뿐만 아니라, 내수시장을 2015년 20,525억 원에서 2030년 47,029억 원으로 확대하고, 수출액을 2015년 11,366억 원에서 2030년 51,356억 원까지 확대할 수 있을 것으로 기대
▷ 부산시는 '스마트 그리드 확산사업'을 통해 에너지 소비량을 2,472만kWh 절감하고, 온실가스 배출량을 54만 톤 줄이며, 880명의 일자리를 창출할 수 있을 것으로 전망

자료: 박창석(2020), 100.; 지식경제부 보도자료(2011.6.8.), "그린에너지 전략로드맵", 검색일: 2020.12.13.; 서울경제(2016.5.9.) "부산시, '스마트 그리드 확산사업' 전국 최다 사업비 유치", 검색일: 2020.12.12.

에코스마트시티의 지능형 전력망을 구축하기 위해서는 국가 차원의 법률 및 제도 개선이 필요할 수 있다. 구체적으로는 폭염이나 한파가 발생했을 시기처럼 전력 수요가 급등하는 기간에 전력의 수급을 안정화시킬 수 있도록, 소비자가 전기 사용량을 줄이면 전력을 생산한 것과 동등한 수준으로 보상해주는 수요반응(DR: Demand Response) 제도의 도입이 필요하다.[66] 한편으로는 고부가 가치의 에너지 新사업을 활성화시키기 위해, 발전소뿐만 아니라 에너지를 저장하는 장치인 ESS, 에너지를 관리하는 시스템인 EMS, 정보통신기술을 이용한 모니터링 등이 결합된 '신재생에너지 융합시설' 항목을 신설 지원 사업에 포함하는 방안도 필요할 수 있다.[67] 끝으로 가정, 산업, 상업 부문에서 이루어지는 소비 패턴에 대한 빅데이터 분석을 기반으로 '선택형 전기요금

66) 연합뉴스(2019.10.20.), "미래형 전력망, 광주·서울서 4년간 실제 운영", 검색일: 2020.12.12.
67) 경기일보(2018.9.6.), "경기도, 분산형 에너지 생산시설 확충 사업비 최대 5억원 지원", 검색일: 2020.12.12.

제'의 도입도 이루어져야 할 것이다.[68] 한편으로는 지역에서 주도적으로 사업을 추진하는 지자체 차원의 맞춤형 마이크로그리드 구축 및 지역에너지센터의 설립을 지원하기 위한 법률 개선도 필요할 것이다.[69]

6) 사업추진 주체

에코스마트시티의 지능형 전력망 구축과 관련해서 중앙정부는 스마트 미터링 구현을 위한 법률 및 요금 체계를 개편할 필요가 있다. 지방정부는 도시 차원의 스마트 미터링 시범 사업을 실시할 수 있을 것이다. 민간기업 차원에서는 에너지 및 네트워크 관련 업체의 적극적인 참여가 요구되며, 지역주민은 도시의 주인이자 사업의 주체로서 기후변화 관련 교육을 통한 시민의식 고취가 요구된다.

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-54〉 사업추진 로드맵 – 지능형 전력망 구축

단계	유형	기간	세부내용
1단계	예비 사업	2021-2025	가정 · 지구 단위의 스마트 미터기 보급
2단계	본 사업	2025-2030	개인 · 사용자 간 전력거래 시스템 구축
3단계	확장 사업	2030-2040	에너지 소비량과 온실가스 배출량의 연계

자료: 연구진 작성.

68) 국민일보(2019.10.20.), "서울시, '선택형 전기요금제' 첫 도입…'지능형 전력망' 스마트 그리드 실증단지 조성", 검색일: 2020.12.12.

69) 이데일리(2020.11.27.), "베일 벗은 '분산에너지 활성화 로드맵'…지역 중심 분산형 전원 개발", 검색일: 2020.12.12.

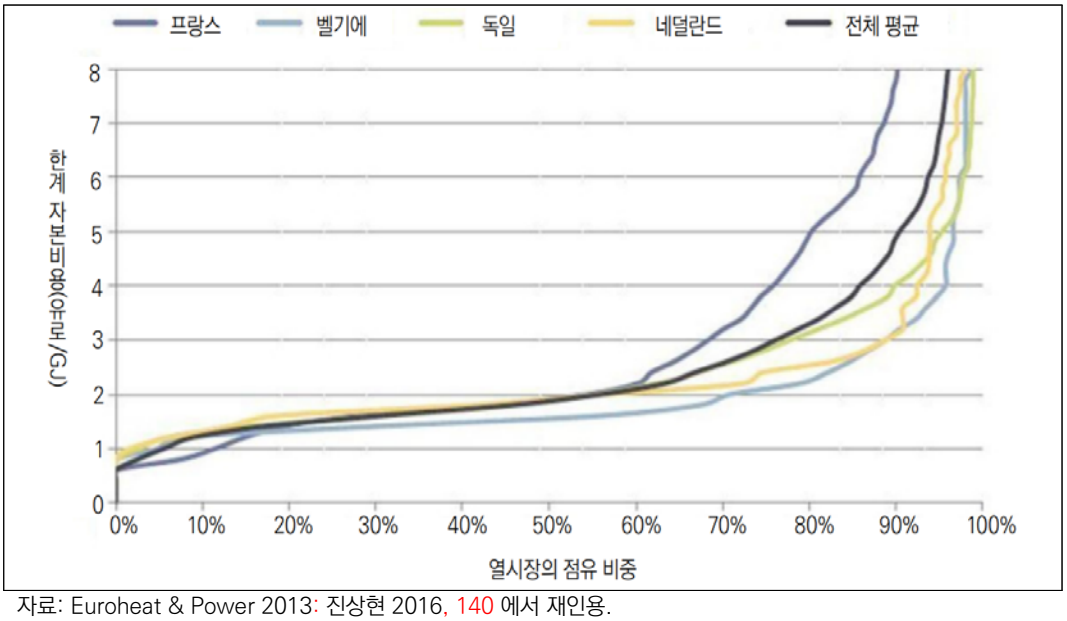
다. 지역난방의 확대를 통한 폐열 및 재생가능에너지의 활용

1) 사업의 배경 및 필요성

지역난방은 열에너지 공급과 전력 생산을 병행하는 열병합 발전인 CHP(Combined Heat and Power)를 채택하기 때문에, 기존 보일러에 비해 경제성이 높은 난방 방식이다. 실제로 지역난방의 가격은 개별 전기 난방이나 천연가스 보일러 보다 저렴한 수준으로 알려져 있다. 이처럼 개별 보일러에 비해 효율이 높을 뿐만 아니라, 대기오염물질과 온실가스의 배출이 적다는 장점도 지닌다.[70]

이와 관련해서 유럽의 지역난방은 전체 시장의 20%를 차지할 정도로 이미 경쟁력을 확보한 상황이다. 특히 프랑스, 독일, 네덜란드, 벨기에의 지역난방은 열에너지 시장에서 유럽연합의 평균 비중인 15%를 상회하는 21%의 점유율을 보여주고 있다. 이에 유럽연합은 지역난방 관련 시장 점유율을 향후에 60%까지 높일 수 있을 것으로 전망하고 있다. 이러한 낙관적 전망은 지역난방 공급의 자본 한계 비용이 보급률 60%까지 체증 없이 유지될 것이라는 연구 보고서에 근거를 두고 있다(진상현, 2016).(그림 12 참조)

〈그림 4-95〉 유럽연합의 지역난방 보급 관련 자본 한계 비용의 근거



자료: Euroheat & Power 2013: 진상현 2016, 140 에서 재인용.

70) 전기신문(2018.1.29.) "열병합발전, 에너지 절약·환경 개선 효과 연간 7500억원", 검색일: 2020.12.12.

2) 계획방향 및 목표

에코스마트시티의 지역난방 확대라는 목표를 달성하는 데 있어서는 재생가능에너지를 활용한 지역난방의 보급 확대가 전제되어야 한다. 왜냐하면 기후변화 시대에 온실가스 감축이 에코스마트시티의 대전제이기 때문이다.

'지역난방의 확대'는 에코스마트시티 내부의 열에너지 수요에 대한 분석뿐만 아니라 공급 가능한 열에너지의 잠재량을 확인하는 작업부터 선행되어져야 한다. 특히 산업단지 같은 공간에서 활용되지 못하고 버려지거나, 지역 내 발전소, 정류시설, 소각장, 데이터센터 등에서 배출되는 폐열 및 기타 미활용 열에너지를 적극적으로 활용함으로써, 열에너지의 이용 효율을 극대화할 수 있다.[71]

3) 사업의 당위성

에코스마트시티의 지역난방 확대를 통한 폐열 및 재생가능에너지의 활용은 유럽연합에서 제시된 「열에너지 로드맵」의 지역난방 목표와도 부합한다.[72] 이 로드맵(Heat Roadmap 2050)에서 제시하는 정책 방향은 기본적으로 도시 지역을 중심의 지역난방을 장려할 뿐만 아니라, 교외에서도 재생 가능한 열에너지를 사용할 수 있도록 지원하는 것이다. 이와 관련해서 「1단계 로드맵 연구」는 유럽에서의 열에너지 수급 현황을 분석한 다음에, 이미 추진하고 있거나 계획이 수립된 정책수단을 포함하는 시나리오에 근거해 지역난방을 확대하는 방향으로 유럽 열에너지 공급계획을 수정해서 제안할 수 있었다. 다음으로 「2단계 로드맵 연구」는 최종 에너지 소비의 절약이라는 관점에서 지역난방의 확대라는 2050년 목표의 장기 시나리오를 제시할 수 있었다. 한편, 개별난방 대비 효율성의 증진을 통해서 도시 경쟁력 강화에도 기여할 수 있을 것이다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 지역난방 보급률, 난방연료 중 재생가능에너지 비율
(2) KPI 측정방법: 한국전력공사, 지역난방 담당업체 데이터 수집 및 분석

4) 사업내용

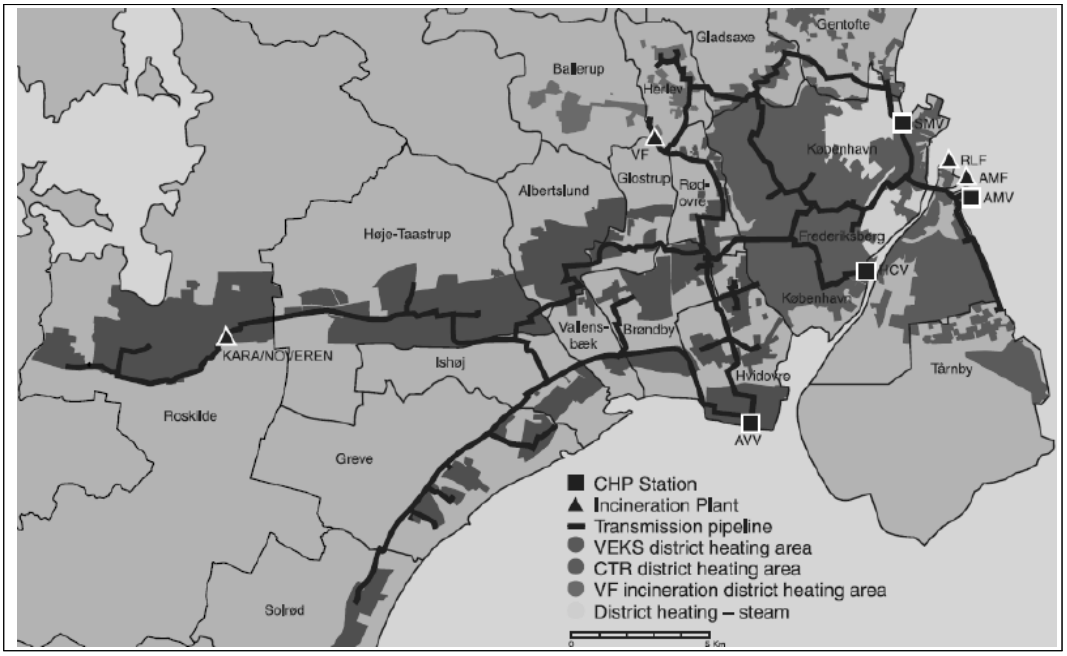
주거 지역 및 단지 전체가 열을 함께 사용하는 방식의 지역난방이 필요할 수 있다. 이 시스템은

71) 지역난방은 열병합발전에 겨울철 전용 보일러를 보충하는 방식으로 공급이 이루어지며, 발전소, 석유화학설비, 소각장에서 발생하는 폐열도 활용이 가능함
72) 진상현 2016, 131-160.

두 개의 파이프로 만들어진 폐쇄 루프로 구성되며, 하나의 루프는 수용가에 뜨거운 물을 공급하는 반면에, 다른 루프는 낮은 온도의 물을 산업용 열원으로 보내서 사용자에게 공급하기 전에 재가열하는 용도로 활용된다. 이처럼 지역난방 시스템을 구축할 경우에는 발전소, 공장, 심지어 컴퓨터 데이터 센터에서 발생하는 폐열을 회수해서 가정 · 사무실 · 기업체에 공급할 수 있다. 이미 덴마크, 핀란드, 런던 등 유럽국가에서는 광역적으로 적용되고 있다.(그림 4-96 ~ 98 참조)

인구 규모가 63만 명인 네덜란드의 로테르담은 주택의 20%가 지역난방을 사용함으로써, 이산화탄소 배출량을 연간 182,000톤 감축하고 있다. 여기서 한 발 더 나아가 로테르담은 2020년까지 전체 가구의 40%에 지역난방을 제공할 예정이며, 2035년까지는 이를 50%로 확대해 나간다는 계획을 가지고 있다.[73]

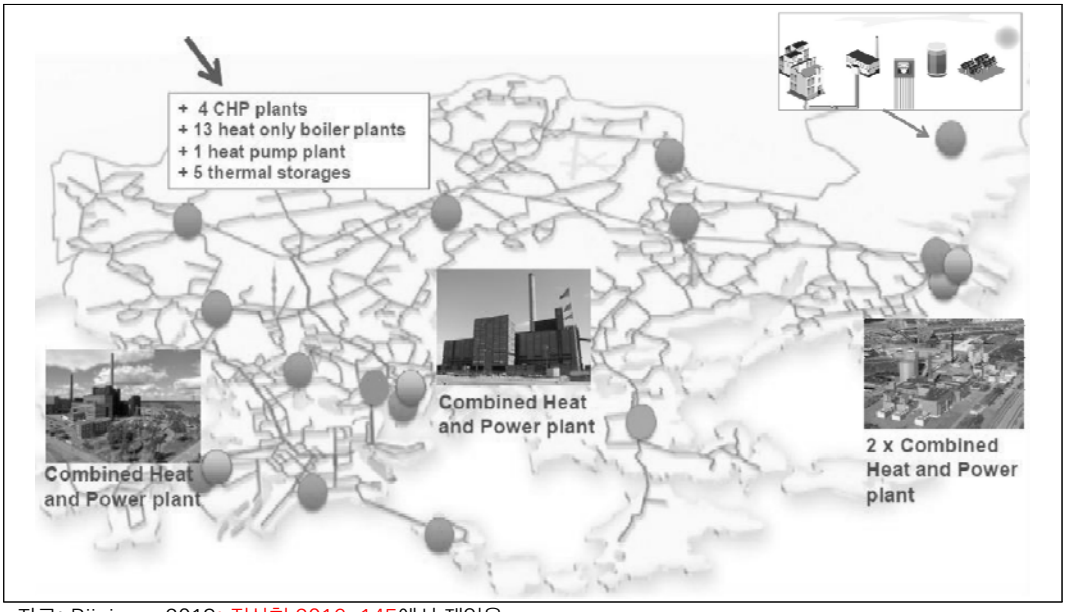
〈그림 4-96〉 덴마크 코펜하겐 광역권의 지역난방 시스템



자료: NYC Global partners, 2011: 진상현 2016, 142에서 재인용.

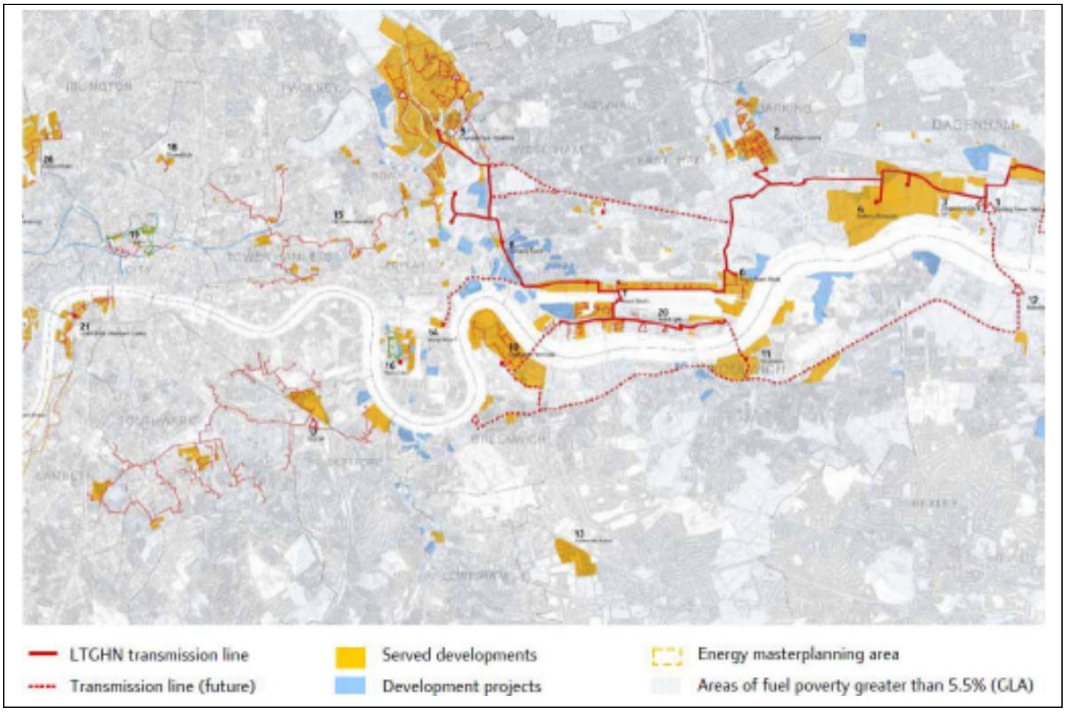
73) ICLEI 한국사무소 홈페이지(2017.7.25.), “에너지전환 선도도시 로테르담”, 검색일: 2020.10.27.

〈그림 4-97〉 핀란드 헬싱키 지역난방 시스템의 개념도



자료: Riipinen, 2013: 진상현 2016, 145에서 재인용.

〈그림 4-98〉 런던의 템스 게이트웨이 열 네트워크 관련 사업 사례



자료: GLA. 2011: 진상현 2016, 146에서 재인용.

(1) 사업추진 대상: 신도시는 지구단위 계획 수립 시 지역난방 도입을 반영하며, 구도시는 도시재생 및 재개발 사업 시 지역난방을 우선적으로 고려하도록 사업을 추진할 수 있다.
(2) 스케일: 도시 차원에서는 신도시 개발 시 택지개발 단계에서부터 지역난방을 포함하며, 단지 차원에서는 구도시의 블록 단위에서 소규모 지역난방을 보급할 수 있을 것이다.

5) 사업추진 전략

이러한 에코스마트시티의 지역난방을 확대하기 위해서는 먼저 도시 내부의 공급 가능한 열에너지 잠재량을 확인할 필요가 있다. 다음으로는 수요 차원에서 잠재적 열 소비의 공간 분포를 확인해야 할 것이다. 한편으로는 기존 열공급 구조와 신규 지역난방에 대한 체계적 다차원 비교도 필요할 수 있다. 끝으로 전력 생산 시스템과의 연계를 통해서 간헐성 문제도 해결해야 할 것이다.

에코스마트시티시티의 지역난방 관련 사업비는 규모에 따라 달라질 수밖에 없지만, 12만 가구를 대상으로 하는 지역난방은 2,191억 원으로 추정된다.[74] 반면에 63만 명 대상으로 하는 대규모 사업은 3조 9,824억 원의 비용이 소요될 것으로 추정된다.[75]

에코스마트시티 지역난방 사업의 직·간접적 기대효과는 다음과 같다. 먼저 직접적으로는 난방용 화석연료 소비를 대체할 수 있을 것이다. 간접적으로는 비용 절감 및 온실가스 감축 효과도 있을 것이다. 부가적으로는 도시의 경쟁력을 강화시키고, 난방 서비스를 증진하며, 도시 대기질을 개선하는 데에도 기여할 수 있을 것이다.

〈표 4-55〉 지역난방 관련 기대효과 사례

▷ 오스트리아 귀씽은 공공건물에 바이오매스를 이용하는 지역난방설비를 설치하여 예산을 40~50% 절감하였을 뿐만 아니라, 50여개의 기업유치 및 창업을 통해 1,000여개의 일자리를 창출함
▷ 국내에서도 지역난방을 통해서 온실가스를 기존 난방 방식 대비 42.1% 저감할 뿐만 아니라, 대기오염물질도 27.4% 감축 가능한 것으로 추정됨

자료: 이상엽(2020), 221; 오종희(2009), 7.

이러한 에코스마트시티의 지역난방 보급을 확대하기 위해서는 국가 차원의 법률 및 제도 개선이 필요할 수 있다. 먼저 전력 수급 관련 불균형을 해소하기 위해서 지역난방 관련 신규 지역지정뿐만 아니라 택지개발, 지역재개발 등의 적극적인 제도 개선이 필요하다.[76] 한편으로는 시간당

74) 열 배관 건설을 위한 재정은 정부 876억, 민간 자금 1,315억 원이 필요할 것으로 예상됨(GLA(2011): 진상현(2016), 147에서 재인용).
75) 지역난방 인프라 구축에 약 30억 유로가 소요되지만, 열 판매를 통해 2배의 수익을 거둬들일 수 있을 것으로 예상됨(ICLEI 한국사무소 홈페이지(2017.7.25.), "에너지전환 선도도시 로테르담", 검색일: 2020.10.27.).

15Gcal 이상의 대규모 열수요가 존재하는 개발 사업이 추진되는 지역의 경우, 1km 이내에 열수송관의 망이 존재한다면, 지역냉난방 대상 지역으로 지정이 가능하도록 기준의 완화가 요구된다.[77] 한편으로 저소득 가구의 에너지 관련 복지 여건을 개선하기 위해서는 서민층이 주로 거주하는 임대주택에 대한 난방요금을 저렴하게 공급할 수 있는 제도적 기반 마련도 필요할 수 있다.[78]

6) 사업추진 주체

에코스마트시티의 지역난방 보급 확대와 관련해서 중앙정부는 지역난방 관련 기술 및 자금을 지원해야 할 것이다. 반면에 지방정부는 에코스마트시티의 지역난방 구역을 고시하는 역할을 맡아주어야 할 것이다. 끝으로 민간기업 차원에서는 도시가스 및 집단에너지 관련 업체의 참여를 독려할 필요가 있다.

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-56〉 사업추진 로드맵 - 지역난방 확대

단계	유형	기간	세부내용
1단계	예비 사업	2021-2023	열 수요 및 공급 공간지도 구축
2단계	본 사업	2023-2030	전기, 수도, 열배관망의 접속
3단계	확장 사업	2030-2035	지역난방의 온실가스 배출 성과 연계

자료: 연구진 작성.

76) 일렉트릭파워(2019.12.30.), “에너지전환 마지막 퍼즐, 분산형 전원”, 검색일: 2020.12.12.
77) 일렉트릭파워(2020.2.20.), “분산형 전원 역할 방점 둔 제5차 집단에너지 기본계획”, 검색일: 2020.12.12.
78) 서울정책아카이브(Seoul Solution)(2015.6.17.), “집단에너지 사업 : 효과적인 에너지 공급수단”, 검색일: 2020.12.12.

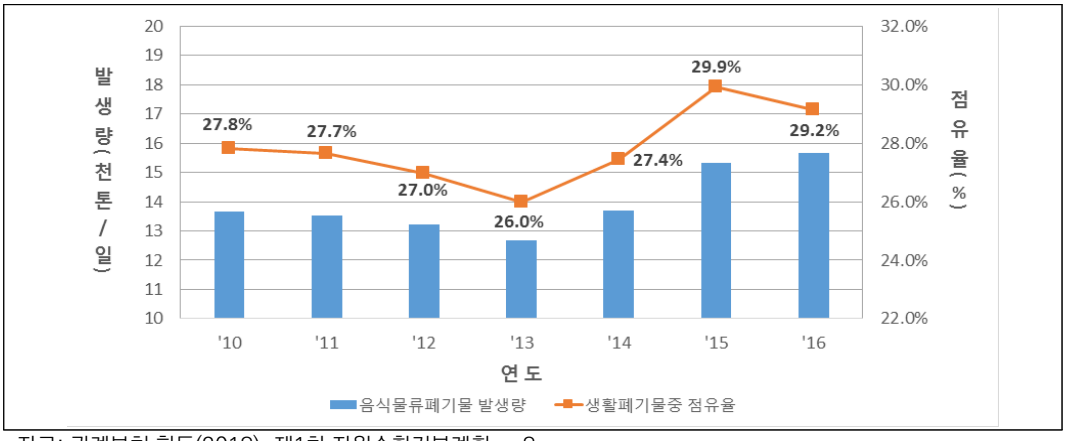
4. 식품의 효율적 소비 및 순환-공생 네트워크 구축

가. 민관협력을 통한 음식물쓰레기 감량 이니셔티브

1) 사업의 배경 및 필요성

현재 음식물쓰레기 발생량은 2010년부터 2013년까지 소폭 감소 추세였다가 2013년 이후 증가하고 있다.(그림 4-99 참조)

〈그림 4-99〉 음식물류폐기물 발생량 추이



자료: 관계부처 합동(2018), 제1차 자원순환기본계획, p.8

음식물쓰레기는 처리단계에서의 문제뿐 아니라 발생 그 자체로도 사회적, 환경적 함의를 가진다. 한쪽에서는 먹을 수 있는 식품 중 1/3이 그대로 버려지고 있는 반면[79], 또 다른 한쪽에는 기아문제가 발생하는 식품소비의 비효율성과 불균형, 비윤리적인 문제가 대두되고 있다. 이러한 불균형은 국제사회나 국가 내에서만 발생하지 않고, 지역이나 커뮤니티 내에서도 존재한다. 최근 코로나 19의 영향으로 급식이나 무료급식소 운영 제한으로 아이들과 독거노인 등 먹거리 취약계층이 증가하고 있다.[80][81]

도시화/산업화된 도시에서는 가식부의 손실이 유통/소비부문에서 많이 발생하며 가정이나 외식업에서의 식자재 정보관리 부재, 업계의 관행, 소매업에서의 유통기한 임박 식품의 네트워크

79) FAO 2011, "Global food loss and waste", p.4.
80) 서울신문(2020.10.26.), "코로나 이후 끼니 거른 적 있는 아동 50% → 64%로 늘었다", 검색일: 2020.12.4.
81) 당진신문(2020.1.22.), "복지 사각지대에 놓인 독거노인, 쥐 드나드는 부엌에서 라면으로 끼니", 검색일: 2020.12.4.

부족 및 책임소재 모호, 외관으로 상품성 결정 등 식품공급과 소비단계 전체에서 발생한다. 음식물쓰레기의 감량은 가정이나 외식업만의 문제는 아니다. 최근 간편식의 소비가 증가함에 따라 즉석편의식품의 소매단계나 제조업에서의 발생도 향후 주목할 필요가 있다. 따라서 에코스마트시티에서는 도시 단위에서 식품손실을 줄일 수 있는 식품공급망 전체에 걸친 민관협력 이니셔티브 발족이 필요하다. 이런 공급망 이해관계자 네트워크를 통해 식품폐기 데이터를 통합적으로 관리하고 식품손실에 대한 전체적인 전략을 수립할 수 있다.

또한, 데이터 기반의 감량전략을 수립해야하지만, 사업장폐기물을 관리하는 올바로 시스템과 같이 음식물쓰레기 발생부터 처리까지 관리할 수 있는 시스템이 부재하다. 가정에서의 RFID 종량제 시행으로 데이터가 수집되지만 발생에 미치는 영향인자에 대한 데이터 분석이 추가적으로 필요하고, 외식업에서도 음식물쓰레기 발생 실태를 모니터링하지 않고 위탁처리로만 해결하기 때문에 발생억제 전략을 수립하기 어려운 상황이다.

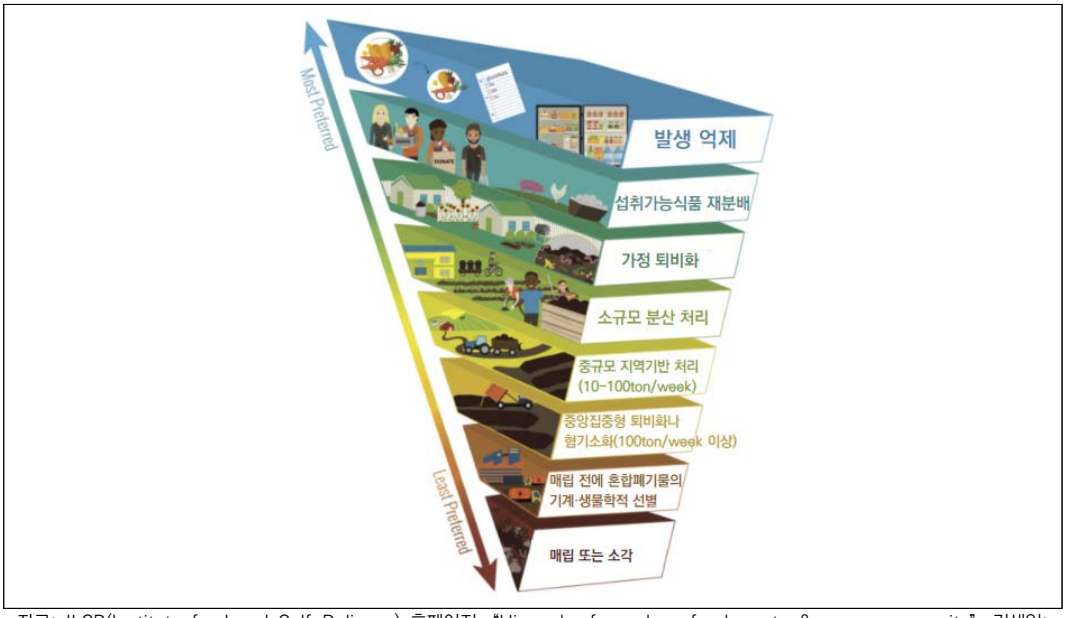
2) 계획방향 및 목표

UN 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals: SDGs)에서 12.3 지표로 Food loss and waste index가 채택되어 있으며, 2030년까지 목표는 현재의 50% 감량이다. 이는 유통/소비단계에서 발생하는 음식물쓰레기(비가식부 포함) 발생에 대한 목표치이다. 국내 유통/소비부문에서 음식물쓰레기 중 가식부(먹을 수 있는 부분)가 대략 절반(43%)을 차지하므로, 음식물쓰레기 50% 감량의 목표는 가식부 손실의 제로화를 통해서 달성 가능하다.

3) 사업의 당위성

UN 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals: SDGs)지표로 음식물쓰레기 감량에 대한 목표가 설정되어 있어 국제 사회에 대응 필요하다. 현재는 음식물쓰레기 감량이 지자체 사무로 매년 감량성과 평가를 실시하고 있으나 감량 수단의 부족으로 감량에 어려움이 있다. 도시의 주요 자원인 식량자원에 대해 보다 효율적인 소비를 할 수 있도록 식량의 공급단계에서부터 유통과정, 소비단계 전 과정에 걸친 폐기원인을 파악하여 감량을 추진할 필요가 있다. 음식물쓰레기 처리 우선순위를 보면 처리 규모나 방식은 지역에 따라 다양할 수 있지만, 발생원에서의 감량(발생 억제), 그리고 섭취가능식품을 구조(Rescue)하여 필요한 사람에게 재분배하는 것의 우선순위는 지역 조건을 막론하고 가장 상위의 우선순위를 가진다.(그림 17 참조)

〈그림 4-100〉 미국 지역자립연구소에서 제안하는 음식물쓰레기 처리 우선순위(Hierarchy)



자료: ILSR(Institute for Local Self-Reliance) 홈페이지, "Hierarchy for reduce food waste & grow community", 검색일: 2021.1.27.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 음식물쓰레기 발생량(소매/소비 단계)

(2) KPI 측정방법: 가정에서 발생한 음식물쓰레기 발생량은 RFID 종량제 데이터(공공데이터 공개)를 활용하고, 소매/외식업의 경우 자가/위탁처리량 데이터(음식물쓰레기 추적관리시스템 도입을 통한 데이터 관리 필요)

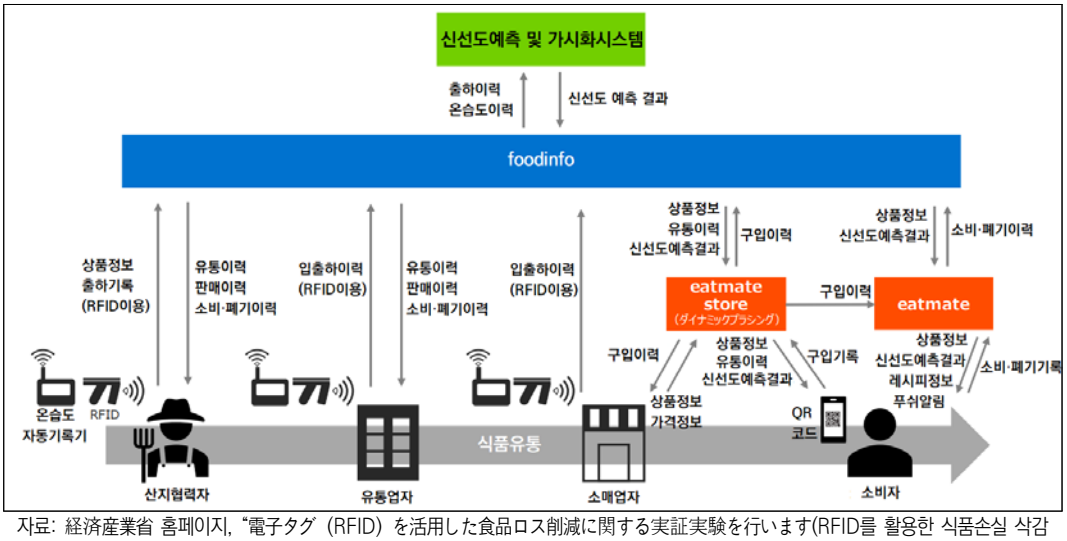
4) 사업내용

첫 번째로, 정보관리기술, AI 기술의 적극적인 도입을 통해 음식물쓰레기 감량을 추진한다. 이는 공공데이터를 활용한 민간기업의 기술개발이 필수적이고, 민관협력 플랫폼을 통해 다양한 어플리케이션이 개발될 수 있다. 가정이나 외식업에서 식자재 정보관리를 지원하는 기술이 필요한데 냉장고 식자재 관리를 통해 폐기 전에 소비를 유도하는 것이다. 예를 들면, 유통기한 정보를 바코드에 추가하여 제품별 유통기한 정보를 어플리케이션이나 식별도구를 활용하여 구매한 식재료의 유통기한 알림 혹은 식별이 가능하다.

일본에서는 전자태그를 통해 소매업이나 가정에서 식자재를 관리할 수 있는 기술을 편의점에 도입하는 실증사업이 2020년 10월에 시작되었고 슈퍼마켓에도 2021년 1월에 시작된다. 이는

신선식품에 대해 산지에서 RFID를 붙여 출하 이후 공급망을 추적(유통 이력을 추적)하고, 온습도 센서를 활용하여 식품의 신선도를 시각화하고 신선도 정보에 따라 가격을 매긴다. 또한 스마트폰 어플리케이션을 통해 소비자들이 제품을 구입한 후 가정에서 식품 재고 관리가 가능하도록 하고 레시피 정보도 제공한다.[82](그림 4-101 참조)

〈그림 4-101〉 전자태그(RFID) 활용 유통망에서의 음식물쓰레기 발생억제 실증사업 개요



자료: 経済産業省 홈페이지, "電子タグ（RFID）を活用した食品ロス削減に関する実証実験を行います(RFID를 활용한 식품손실 삭감에 관한 실증사업을 실시하고 있습니다)", 검색일: 2021.1.27.

그 외에 아랍에미리트 Winnow사에서 개발한 '비전(Vision)'은 주로 낭비되는 식재료를 파악하고 구매 목록과 메뉴를 자동으로 조절하여 식재료 비용 절감에 도움을 주는 인공지능 프로그램이고,[83] 마켓컬리는 이미 AI기반 수요예측을 통해 신선식품 폐기율을 1%까지 낮추는 데 성공하고 있다.[84] FAO에서는 채소, 과일류의 유통단계 폐기율에 대해 유럽은 10%, 산업화된 아시아지역은 8%로 추정하고 있다.[85] 구내식당 수요-공급 정보관리에 대해서도 이용에 대한 사전예약을 실시하고 할인 등 혜택(수요량 예측을 통한 폐기물 발생을 억제 필요)을 주는 기술도입도 필요하다. 최근 LH 구내식당에서 '알밥(알려주세요, 밥 드실건지)' 앱을 개발하여 1개월 간 시범 적용한 결과, 식자재비와 잔반처리비용 150만원을 절약했고, 잔반이 30% 감소한 성과를 도출하였다.[86] (그림 4-99 참조)

82) 経済産業省 홈페이지, "電子タグ（RFID）を活用した食品ロス削減に関する実証実験を行います(RFID를 활용한 식품손실 삭감에 관한 실증사업을 실시하고 있습니다)", 검색일: 2021.1.27.
83) 소믈리에타임즈, 2019.10.04., 음식물쓰레기 AI 기술로 해결하는 UAE, 검색일: 2020.09.06.
84) 한국경제(2019.2.24.), "'멍멍이'가 예측주문...신선식품 폐기율 1% 기적", 검색일: 2020.12.4
85) 국제식량농업기구(FAO)(2011), "Global food losses and food waste", p.26.
86) 연합뉴스(2020.11.19.), "식사 여부 미리 알려 구내식당 잔반 줄인다..LH 앱 개발", 검색일: 2020.12.4.

두 번째는 데이터 구축 및 관리 사업이다. 데이터 분석은 발생원인을 파악하고 감량전략을 수립하는 데 필수적이며, 이력관리를 통해 재활용 산물 품질의 신뢰도를 높일 수 있어 순환 활성화에 기여할 수 있다. 사업장폐기물은 한국환경공단에서 전자인계시스템 '올바로'를 운영하고 있으나 음식물쓰레기는 제외되고 있어 데이터 수집이 어렵고 정확한 흐름파악이 불가하기 때문에 외식업, 소매업 등에서의 발생량 및 자체/위탁처리량 등을 입력하고 관리할 수 있는 데이터 정보망 필요하다. 중앙정부에서 이런 시스템을 구축하고 지방정부는 해당 지역의 음식물쓰레기 발생 데이터를 정밀 분석하여 해당 업계와 함께 발생 원인을 파악하는 협력체계 구축이 필요하다. 특히 외식업에서는 음식물쓰레기 발생 실태를 모니터링하고 데이터 분석을 통해 감량전략 수립 (손님의 음식선호도, 메뉴구성, 자주 남는 잔반종류 등 파악)이 필요하다.

영국에서는 코톨드 협약(Courtauld Commitment)이라는 민관이 함께 자발적협약을 통해 음식물쓰레기를 감량하는 사업을 추진하고 있다. 그 중 외식업을 대상으로 음식물쓰레기를 모니터링하고 감량 컨설팅을 해주는 내용이 있는데, 이러한 중간조직의 역할을 WRAP이라고 하는 연구기관에서 수행하고 있다. 이러한 사업을 통해 음식물쓰레기 발생 데이터를 지속적으로 수집하여 원인 분석을 하고 정책적 수단을 강구할 수도 있을 뿐 아니라, 동시에 업계도 폐기물 감량을 통해 처리비용 절감이라는 편익을 얻을 수 있고, 환경적으로도 과잉소비를 방지하여 생산단계, 처리단계에서의 온실가스 배출량을 삭감하는 효과가 있다.[87]

스마트시티에서는 데이터 기반, 이해관계자 네트워킹, 경계를 넘어서는 융합/통합적 해법을 지향하고 있으므로 문제해결을 위한 다양한 이해관계자 이니셔티브를 추진하면서 함께 문제를 해결하는 도시 내 플랫폼이 구축되어야만 한다. 이러한 이니셔티브 및 플랫폼 구축이 다양한 사업들과 연계하고 확산가능하도록 유도하는 역할을 할 수 있다. 즉, 어플리케이션의 개발 등도 각 스타트업에서 개별적으로 진행하기 보다는 문제가 있는 곳을 같이 공유하고 이를 해결할 수 있는 앱을 개발하고 그 성과는 공유하는 이러한 틀을 마련할 필요가 있다.

(1) 사업추진 대상: 신도시, 구도시 모두 가능

(2) 스케일: 감량 이니셔티브나 데이터 구축 및 관리는 City 레벨 이상에서 가능하다고 판단되지만, 예를 들어, 기업이나 학교 등 작은 규모에서도 식품공급과 관련된 가치사슬을 연계하여 감량 이니셔티브를 추진할 수 있을 것이다.

87) WRAP(2020), "Courtauld Commitment 2025 Milestone Progress Report", 검색일: 2021.1.27.

5) 사업추진 전략

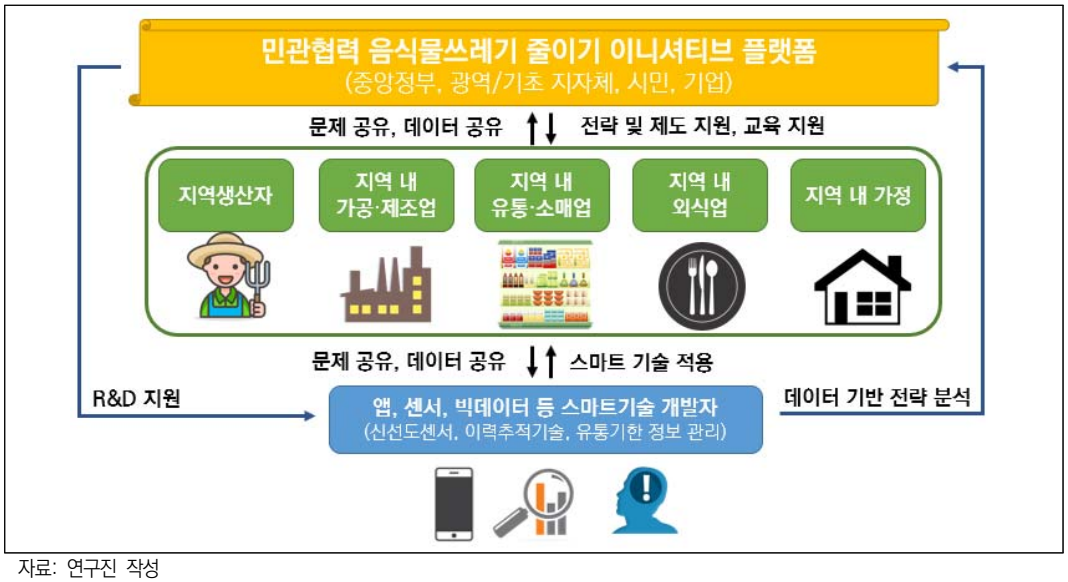
우선, 지자체, 시민단체, 민간기업(소매업/외식업) 등 식품손실 감량 이니셔티브 발족하고 플랫폼을 구축한다. 해당 플랫폼에서는 공공데이터 공개와 앱 개발 스타트업 기업 간의 교류가 가능하도록 하고, 그 결과 개발된 앱의 성과를 축적하고 확산한다. 또한, 규모가 큰 경우 일본과 같이 시범사업 추진을 통해 기술을 검증하고 확산한다. 외식업 감량지원 중간조직 육성을 통해 실제 음식물쓰레기 발생 데이터 수집 및 감량 전략 수립, 소비자 선호도 및 폐기실태 등을 통한 데이터 분석, 스마트기술을 통한 식자재 관리 등을 실시한다.

식품손실 저감을 위한 시민/산업계 교육용 어플리케이션을 개발하여 유통업, 외식업, 시민들이 식품손실에 대한 개념을 확립하고 감량할 수 있는 방법을 배우며 실천할 수 있도록 유도한다.

식품손실을 줄인 식당을 인증하는 인증제 도입이 필요하다. 현재 로컬푸드 이용, 친환경식품이용 등에 대한 식당 인증제가 도입되어 있지만, 폐기감량에 대한 부분은 인센티브가 없는 상황이다. 감량에 대해 '건조감량기' 등 에너지를 소비하여 수분을 제거하여 중량을 감량하는 방식으로 인식되고 있지만, 실제 발생을 억제할 수 있는 인센티브 도입이 필요하다. 이러한 인증제는 지자체 자체적으로 조례를 통해 충분히 도입 가능하다고 판단된다.

데이터 수집 및 관리를 위해서는 음식물쓰레기 전용 전자인계시스템이 개발되어 도입되어야 하고, 지역 기반에서 감량전략을 수립하면서 다양한 조건에서의 발생 특성 데이터를 수집하는 시스템이 마련될 수 있다.

〈그림 4-102〉 음식물쓰레기 줄이기 이니셔티브 플랫폼 구축 사업 개요



자료: 연구진 작성

6) 사업추진 주체

중앙정부는 음식물쓰레기 전용 전자인계시스템을 개발하고 음식물쓰레기 발생과 처리에 대한 데이터를 디지털화하는 것이 필요하다. 지방정부는 소매업, 외식업에서의 음식물쓰레기 발생 실태를 평가하고 개선전략을 지원한다. 민간기업은 폐기 임박 상품 제공, 수요-발주 간 차이를 줄이는 물류혁신, 냉장고 내 식재료 유통기한 정보 제공 등의 다양한 음식물쓰레기 감량 유도 앱을 개발하고 확산한다. 지역주민은 가정에서 음식물쓰레기 줄이기 노력에 동참하고 노하우를 적극적으로 공유할 수 있다. 개발된 앱을 평가하고 의견을 주면서 더 나은 기술개발에 참여할 수 있다. 소비자로서 음식물쓰레기가 나올 수밖에 없는 식당 시스템에 대한 문제를 제기하며 식품폐기를 줄이기 위해 노력한 식당을 이용하도록 한다.

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-57〉 민관협력 음식물쓰레기 감량 이니셔티브 로드맵

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2023	음식물쓰레기 전자인계시스템 개발 및 시범적용 지자체 외식·소매업 감량 이니셔티브 시범사업 다양한 어플리케이션 개발 및 시범적용
2단계	본 사업	2024-2026	도시유형의 기초지자체 확대
3단계	확장사업	2027-2030	전국 및 개도국 확대

자료: 연구진 작성.

나. 마을부엌을 중심으로 한 먹거리 나눔 네트워크 구축

1) 사업의 배경 및 필요성

발생원에서 폐기물 발생을 억제하는 것이 가장 우선순위가 높고 그 다음에 오는 전략이 식품의 재분배이다. 이는 인간이 섭취할 수 있음에도(유통기한 임박 식품) 폐기되는 식품을 구조하여 재분배하는 것인데, 이러한 잉여식품(surplus food, 먹을 수 있기에 안전하고 영양가 있는 소비되지 않은 식품)을 필요한 사람에게 전달할 수 있는 네트워크 구축이 필요하다. 국내에도 푸드뱅크를 통한 식품기부 네트워크가 있지만 선별적 지원 형태로 진행되고 있어 서비스의 확대가 어렵고, 품목이 가공식품 위주여서 영양에 대한 문제도 제기된다. 또한, 업계에서는 책임소재 모호 등의

이유로 식품기부에 소극적인 문제가 있다.[88]

한편, 도시농업 활성화로 텃밭을 일구는 시민이 증가하고 있지만 수확물 거래가 가능한 네트워크가 부재한 상황이다. 도시텃밭을 일구다보면 한 가구에서 소비할 수 있는 량을 넘어서 수확하는 경우가 발생하는데 그 수확물을 나누거나 판매할 수 있는 네트워크가 부재하여 폐기되는 경우가 발생한다. 일부 지자체에서 이벤트성으로 텃밭 수확물 나눔행사가 진행되기도 하지만 보다 상시적으로 접근하기 쉬운 온/오프라인 플랫폼이 필요하다.

2) 계획방향 및 목표

유통기한이 남아있지만 이용하지 않을 식품은 지역 푸드뱅크에 쉽게 기부할 수 있는 시스템 구축이 필요하고, 현재 선별적 지원을 하고 있는 푸드뱅크를 일반 시민들도 보편적으로 접근가능 하도록 서비스 확대가 필요하다. 개인 제공자 네트워크도 확대하고 지원 수혜자의 영역도 확대하면서 복지 사각지대를 해소하는 것이 필요하다.

또한, 가공식품 위주의 기부뿐 아니라 도매시장 등 청과물의 기부 체계 구축도 시급하다. 이는 수혜자에게 보다 영양가 있는 식품공급을 위해서 반드시 필요하다. 도시텃밭을 경작할 때 한 가구가 소비하기에 너무 많은 수확물을 얻을 때가 있다. 이런 도시농업 생산물을 나누거나 판매할 수 있는 네트워크를 구축함으로써, 폐기를 방지하고 도시농업을 활성화할 수 있는 토대를 마련할 수 있다.

3) 사업의 당위성

잉여식품의 재분배를 통해 환경적/사회적 공편익 발생하는데, 재분배, 재이용을 통해 가능한 인간이 소비할 수 있도록 식품의 순환을 활성화하고 과잉 소비된 식품을 소비함으로써 처리해야 하는 폐기물이 줄어들어 처리단계에서의 환경 영향을 줄일 수 있다. 안전하고 영양가 있는 식품의 재분배를 통해 사회적 취약계층에 대한 복지를 실현할 수 있다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 식품기부 참여자, 식품기부량, 나눔 앱 이용자

(2) KPI 측정방법: 푸드뱅크 및 푸드마켓 데이터, 나눔 앱 데이터

88) 강영재, 이미라, 손지현(2012), pp.101-117.

4) 사업내용

식품 나눔 네트워크 구축 사업에서 나눌 수 있는 식품은 유통기한 임박한 가공식품부터 텃밭 수확물까지 다양할 수 있다. 서울시 종로구 도시농업공동체는 수확물을 종로구 푸드뱅크·마켓센터에 기부하는 사업을 현재 진행하고 있고, 신선도 유지를 위해 당일판매를 원칙으로 하고 있다.[89] 서울시 광진구에서도 매주 1회 정해진 시간에 텃밭에서 직접 기부할 수 있도록 하고 있어[90] 이러한 기부사업이 앞으로도 확산될 수 있다고 생각된다.

또 하나는, 최근 지역 내 마을부엌의 형태로 먹거리 공동체 활동이 주목받고 있는데, 먹거리 공동체가 지역 내 오프라인 식품 나눔 거점으로 활용될 수 있다. 서울시의 건강한 농부 사회적 협동조합은 도시농업과 마을공유부엌을 연계하고 있는데, 도시농부가 생산한 농산물로 음식을 만들고 이를 이용해 어린이 식당을 운영한다.[91] 부산에서도 2020년에 어린이 식당 네 곳이 생겼다.[92] 어린이 식당의 개념은 2013년 일본 도쿄도 오타구에서 시작된 것으로 현재 일본 전역에 2,200여 곳이 있을 정도로 활발하게 운영되고 있다. 한부모 가정이 늘고, 일하는 부모가 늦게 귀가하여 저녁을 제대로 챙겨 먹지 못하고 혼자 저녁 시간을 보내는 아이들이 늘어가면서 마을에서 돌봄 복지를 제공하기 위해 시작되었다. 기본적으로 아이들에게 저녁 식사를 제공하는데, 식재료는 동네 빵집이나 소매점, 텃밭을 하는 주민들로부터 기부를 받고 있다.[93]

국내의 먹거리 공동체 사업에서는 텃밭작물 이외에는 식품기부와 연계되어있진 않다고 판단된다. 향후에는 마을에서의 식재료 기부와 연계해서 추진함으로써 재료의 단가를 낮추면서도 영양가가 높은 음식을 제공할 수 있을 것이다. 마을 공유 냉장고 등을 통해서도 개인 나눔을 연계할 수 있는데 수원시는 2018년부터 공유냉장고 사업을 실시하고 있다. 누구나 음식물을 냉장고에 넣을 수 있고 필요한 사람은 가져갈 수 있는 냉장고로 음식물쓰레기를 줄이면서 마을에 먹거리네트워크를 형성하는 마을공동체 사업이다.[94] 냉장고 내의 물품을 공유할 수 있는 온라인 플랫폼을 연계한다면 좀 더 활용성을 높일 수 있을 것이다. 현재 국내 편의점과 음식점을 중심으로 라스트오더 앱을 활용하여 임박상품 판매가 활발히 이루어지고 있다.[95] 해외의 경우, 개인 간에도 식품을 나눌 수 있는 앱이 활용되고 있는데, 스웨덴 Karma 앱, 유럽 Too Go to Go 앱, 영국 OLIO[96]

89) 헤럴드경제(2020.6.29.), “종로구, 도시농업공동체 수확물 나눔”, 검색일: 2021.1.27.
90) 헤럴드경제(2020.6.8.), “광진구, 자투리텃밭 기부의 날 운영”, 검색일: 2021.1.27.
91) 데일리경제(2020.12.18.), “건강한농부 사회적협동조합, 로컬푸드 활용한 사회적 경제모델 선정”, 검색일: 2021.1.27.
92) 리더스경제(2020.9.25.), “동구, 어린이식당 4곳 열어”, 검색일: 2021.1.27.
93) 서울앤(2018.8.16.), “어린이 식당, 일본 시민사회 발명품…5년 새 전국 2,200개”, 검색일: 2021.1.27.
94) 경기도민일보(2020.11.19.), “수원시 공유냉장고 대통령상”, 검색일: 2021.1.27.
95) 이로운넷(2020.12.3.), “마감할인 플랫폼 ‘라스트 오더’ 성북구 소상공인 살리기 동참”, 검색일: 2020.12.4.
96) 과기정통부 블로그(2019.08.20.), 블록체인과 AR이 음식물쓰레기를 줄이는 방법, 검색일: 2020.09.07.

등이 해당된다. 이러한 플랫폼을 마을부엌이나 공유냉장고와 연계할 수 있을 것이다.

(1) 사업추진 대상: 신도시, 구도시 모두 가능

(2) 스케일: 동단위의 작은 마을단위에서 시행할 수 있다. 아파트 단지와 같이 더 작은 규모도 가능하다. 규모가 너무 크다면 기존의 지역푸드뱅크 시스템과 연계할 수 있고, 소규모에서는 마을 부엌과 공유냉장고를 활용할 수 있다.

5) 사업추진 전략

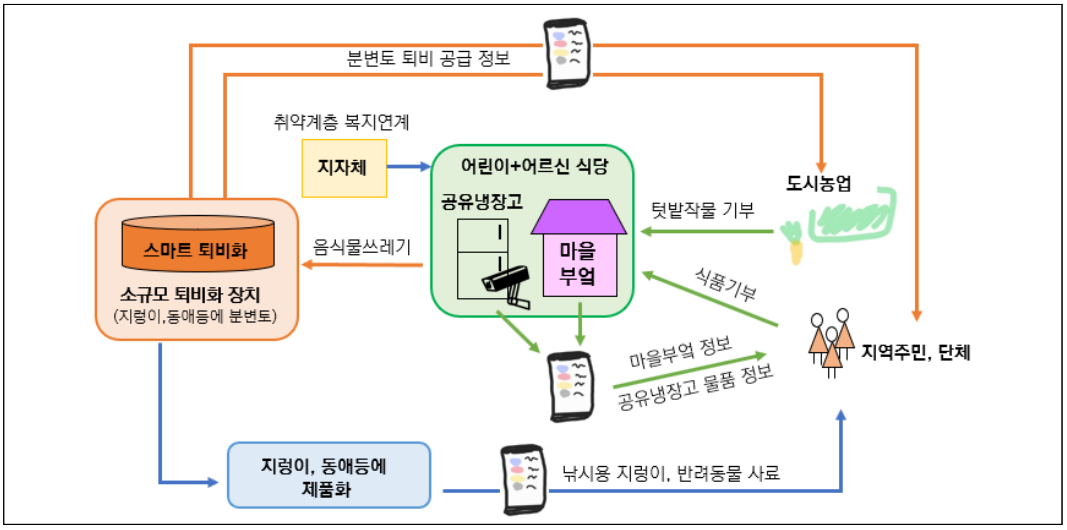
사업에 대한 개요를 〈그림 20〉에 나타내었다. 도시농업 사업, 마을부업 사업, 소규모 음식물쓰레기 퇴비/사료화 장치 개발, 푸드뱅크 사업, 판매기한 임박식품 공유 앱 등 각각의 사업이 현재 활발히 진행되고 있다. 이렇게 분절적으로 진행되고 있는 사업을 하나로 묶어서 지역 내 먹거리 나눔-순환 네트워크를 구축할 수 있다.

지역의 주민이나 음식점, 소매업 혹은 단체 등에서 식품을 마을부엌에 기부하고, 도시농업네트워크에서 수확한 작물을 마을부엌에 기부한다. 보통 기부되는 식품이 가공식품인 점을 고려하면 도시텃밭 작물의 기부는 취약계층에 균형 잡힌 식단을 제공한다는 측면에서 반드시 동시에 진행될 필요가 있다. 신선식품의 경우, 인근 시장과도 연계하여 기부를 받을 수도 있다.

마을부엌에서는 조리과정을 통해 어린이 혹은 어르신 식당 등 취약계층에 먹거리를 제공하는 거점 역할을 할 수 있다. 취약계층 정보는 지자체와 연계하고, 마을부엌에서 복지정보를 제공할 수도 있다. 마을부엌에는 공유냉장고를 설치하고, 기부물품 중 마을부엌에서 다 소비하지 못하는 물품을 넣어놓고 지역주민과 공유한다. 공유냉장고 내부에 카메라를 설치하여 기부물품 상황을 공유할 수 있도록 하거나, 마을부엌의 정보를 공유한다. 공유냉장고의 물품을 사용하는 것은 모든 지역주민이 가능하다. 마을부엌은 가능한 커뮤니티 레벨 즉 소규모에서 진행하는 것이 물품의 순환에 적절하고 식품기부의 규모가 커지는 경우 지역 푸드뱅크와 연계하여 추진하는 것이 바람직하다.

폐기가 발생하여 음식물쓰레기가 발생되면 소규모 퇴비화 장치와 연계할 수 있다. 단순한 퇴비화시설이 아니라 지렁이나 동애등에 등 곤충사육과 연계한 분변토 기술이 도시 내에서 활용하기에 적합할 것으로 생각된다. 퇴비뿐 아니라 반려동물 사료나 낚시용 제품 등을 생산할 수 있기 때문이다. 해당 기술은 다음 주거단지에서의 순환네트워크 사업 부분에서 다시 설명하고자 한다. 생산된 퇴비는 도시농업과 연계하고, 지렁이나 동애등에로 만든 낚시용 제품이나 반려동물 사료 등은 지역주민에게 다시 판매하는 네트워크를 구축한다. 소규모 재활용 시설은 마을부엌에서의 교육프로그램과 연계하여 활용할 수도 있다.

〈그림 4-103〉 마을부엌을 중심으로 한 먹거리 나눔-순환 네트워크



자료: 연구진 작성

6) 사업추진 주체

○ 지방정부: 식품/텃밭작물 등 나눔 네트워크 구축, 소규모 퇴비화/사료화 장치 설치 검토

○ 마을부엌 사회적기업: 지역 내 잉여식품의 소규모 순환 거점, 식당 운영을 통한 취약계층 먹거리 직접 공급 및 복지사업과 연계

○ 스마트 퇴비/사료화 처리기업: 음식물쓰레기 소규모 처리기술 개발 및 제품화, 판로 개척 등

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-58〉 마을부엌을 중심으로 한 먹거리 나눔 네트워크 구축 사업 로드맵

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2023	시범사업을 위한 제도 정비(2021) - 식품기부 활성화를 위한 기준 정비 및 주민 교육 - 소규모 음식물재활용장치 설치 기준 검토 시범사업 추진을 통한 모델 보완(2022-2023)
2단계	본 사업	2024-2026	전국 마을부엌 사업 확대
3단계	확장사업	2027-2030	경험 축적을 통해 해외 사업 추진(선진국형)

자료: 연구진 작성.

다. 주거단지 내 음식물쓰레기 순환-공생 네트워크 구축

1) 사업의 배경 및 필요성

직매립 금지 등으로 재활용률은 2012년에 96%까지 증가했으나 2014년 이후부터 감소하여 2016년에는 90%대로 감소하였고,[97] 이물질 및 염분 등 퇴비의 낮은 품질로 수요처 확보 어렵고, 사료도 아프리카 돼지 열병, 조류인플루엔자 등의 발병 우려로 수요처가 제한적이다.[98] 따라서 앞으로 음식물쓰레기 발생원에 따라 다양한 재활용 방식을 추구하는 것이 필요하다. 가정에서 분산소량 발생되는 음식물을 중앙집중형으로 수거하여 처리하는 방식은 이물질 투입우려나 수거과정에서의 부패진행 등으로 원료의 품질이 낮아지게 된다. 질이 낮은 원료는 질이 낮은 재활용산물을 생산하기 때문에 수요처 확보도 어려워진다.

도시에서 대규모 처리시설의 입지가 어렵기 때문에 발생원에서 혹은 발생원 인근에서 분산 소규모 처리하는 방식의 도입도 필요하다. 소규모로 생산된 재활용산물을 지역 내에서 다양한 루트로 판매할 수 있는 네트워크 구축이 필수적이다. 또한, 음식물쓰레기 배출방식이 집에서 며칠간 저장해두었다가 배출되어 부패가 진행되고 수거과정에서 악취를 유발하고 분해가 진행되거나 삼투압현상에 의해 침출수가 발생하는 등 문제를 수반한다. 따라서 음식물쓰레기를 가정에서 바로 배출할 수 있는 시스템과 소규모 발생원 처리 기술을 연계하는 것이 필요하다.

2) 계획방향 및 목표

음식물이 집 안에서 저장하는 동안 부패하는 것을 방지하고 이물질 투입을 줄이기 위해 바로 배출할 수 있는 시스템 구축이 필요하고, 후단의 처리기술은 퇴비화 뿐 아니라 음식물쓰레기를 활용하여 곤충을 사육하는 등 미래 산업 육성과 연계하는 것도 고려해볼 수 있다. 사육된 곤충은 반려동물 사료나 낚시용품으로 사용가능하다. 처리기술을 퇴비화로 선택하는 경우, 인근 농가와 신뢰를 바탕으로 공생체계(퇴비 공급-농산물 구매) 구축이 필요하다.

3) 사업의 당위성

악취나 침출수 문제 등으로 사회적/환경적 영향을 줄 수 있는 음식물 쓰레기 처리를 타 지역에

97) 관계부처 합동(2018), “자원순환기본계획”, p.11.
98) 기호일보(2020.12.4.), “인천지역 음식물폐기물 에너지원 활용 공감대”, 검색일: 2021.1.27.; ZDNet Korea(2020.1.29.), “아프리카돼지열병 장기화에 음식물쓰레기 대란예고”, 검색일: 2021.1.27.; 경향신문(2019.8.17.), “잔반 사료 재활용, 정말 괜찮습니까”, 검색일: 2021.1.27.

의존하지 않고, 오염자부담원칙에 입각하여 지역 내에서 순환시킬 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 도시의 특성 상 대규모 시설의 입지가 어려울 수 있고 대규모일수록 악취, 침출수 문제를 동반하기 때문에 소규모 분산형 발생원 처리 도입이 필요하다. 소규모 분산형 발생원 처리는 수송과정에서의 온실가스 배출을 줄일 수 있고, 대규모 퇴비화 과정에서의 에너지 사용 및 비의도적으로 발생하는 메탄가스의 영향으로 인한 온실가스 배출을 줄일 수 있다. 에너지 사용 관점에서는 소규모 분산처리 시 에너지 사용이 더 증가할 수 있기 때문에 과도한 에너지 투입이 없는 기술도입이 필요하다. 대규모 사료화의 경우에도 가정에서 발생하는 음식물쓰레기의 수집과정에서의 부패, 이물질 등으로 사료로 이용할 때 위험요소 관리가 어렵다. 따라서 가정에서 배출되는 즉시 소규모로 처리할 수 있는 시스템 개발, 자원화 산물을 지역 내에서 소비할 수 있는 시스템 구축 등이 필요하다. 또한, 음식물쓰레기 내 이물질 제거나 가정 내 저장을 통해 부패하는 것을 방지하기 위해 가정에서 발생하는 즉시 배출하는 시스템을 앞단에 연계하는 것이 필요하다.

음식물쓰레기의 배출단계의 불편함을 해소하기 위한 R&D과제로 2016년~2018년까지 안산시와 LH 토지주택연구원 공동으로 아파트에 디스포저-자원화 시범사업을 추진한 바 있다. 2014-2015년에도 환경부와 서울시가 음식물자원화와 연계한 디스포저시스템 시범사업을 추진하여, 회수된 고형물의 자원화 가능성을 검토하였다.[99] 무엇보다, 2012년에 고형물을 20% 미만 배출하거나 80% 이상 회수할 수 있다고 환경부장관이 인증하는 제품만 부분적으로 판매하고 사용할 수 있도록 허용되었는데, 실제 가정에서 사용 시에는 고형물 회수키트를 제거하여 불법적으로 사용하는 경우가 많고,[100] 합류식 지역에서는 강우 시 그대로 수계로 유출되어 부정적인 영향이 우려된다. 가정 내 불법 사용을 감시할 수 어렵기 때문에 가정에서 단독으로 사용하기 보다는 건물단위에서 사용하도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 가정에서는 음식물쓰레기를 분쇄한 후 100% 배출하고 건물 지하에서 고형물 회수기준에 맞게 회수한 후 하수관거로 배출하는 시스템 도입이 필요하다. 회수된 고형물은 발생원에서 퇴비나 곤충사육 등과 연계할 수 있을 것이다. 주민의 음식물쓰레기 배출에 대한 불편을 경감하고 환경적 영향도 최소화할 수 있는 방안으로 생각된다.

99) 환경부 보도자료(2016.11.22.), “편리하고 자원화도 가능한 주방용 오물분쇄기 시범사업 추진한다”, 검색일: 2021.1.27.
100) 노컷뉴스(2018.3.26.), “단속만이 능사? 디스포저 음성화 해결책 없나”, 검색일: 2021.1.27.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 음식물쓰레기의 실질 순환이용률 90%

*디스포저-고액분리에서 회수된 고형물은 100% 순환이용(품질관리, 수요처 확보), 여액 중 고형물도 침전특성이 크므로 하수처리시설 침전조에서 소화조로 투입되어 에너지화로 이용가능

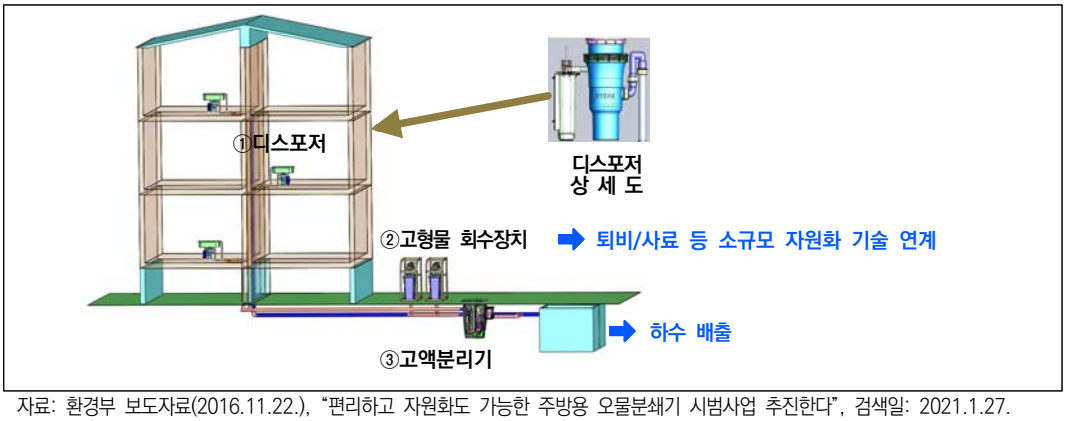
(2) KPI 측정방법: 음식물쓰레기의 실질 순환이용률[%]={(재활용투입량×재활용제품 판매율)/음식물쓰레기 발생량}×100

*재활용투입량 뿐 아니라 수요처 확보를 통한 실질 순환이용에 대한 성과평가 필요

4) 사업내용

크게 배출단계와 소규모 발생원 처리기술 두 부분으로 나눌 수 있다. 먼저 배출단계는 가정에서의 100% 분쇄 배출-옥내배관을 통해 건물 지하로 이송-고액분리-고형물 회수(여액은 하수배출)까지이다.(그림 21 참조) 현재는 디스포저 기기 단독에 대한 인증밖에 없지만 향후 디스포저 시스템에 대한 건물 단위의 인증도 도입이 필요하다.

〈그림 4-104〉 디스포저-고액분리-소규모자원화 시스템 개요



자료: 환경부 보도자료(2016.11.22.), "편리하고 자원화도 가능한 주방용 오물분쇄기 시범사업 추진한다", 검색일: 2021.1.27.

디스포저 사용 시 음식물쓰레기 발생량 측정이 불가능하여 기존의 RFID 종량제에서 얻을 수 있는 감량효과를 기대할 수 없다는 문제가 있다. 따라서 향후 RFID 방식을 접목하여 발생량 계량 후 디스포저를 사용할 수 있는 기술 개발이 필요하겠다. 실시간 관찰할 수 있는 카메라 혹은 유속 측정 센서 등을 통해 옥내배관의 상황을 파악할 수 있고, 고형물 회수를 거쳐 배출되는 여액에 대한 농도감시도 필요하겠다. 고형물 회수기준은 해당 지역의 하수처리시설 처리용량을 고려하여 결정할 수 있도록 개정할 필요가 있다.

분산형 소규모 발생원 처리기술로 제안할 수 있는 사업으로는 동애등에 곤충사육 방식이다. 이

는 주거단지나 지역단위에서 소규모 처리가 가능한 방식이며, 현재 염분이 다소 있는 상태의 음식물쓰레기도 급이 할 수 있는 기술이다. 생산된 동애등에 유충은 사료로 사용가능, 분변토는 퇴비로 활용된다. 최근 농촌진흥청은 음식물쓰레기를 동애등에 먹이로 사용하고 성장한 유충을 이용하여 반려동물 사료개발 기술을 개발하였고,[101][102](그림 22 참조) 도시 내 미래 사업으로 확장이 가능하며, 개도국에서도 활용할 수 있는 적정기술로 판단된다.

〈그림 4-105〉 음식물쓰레기를 이용한 동애등에 사육 기술 개발 사례



자료: 헤럴드경제(2018.4.17.), “농진청, 환경정화곤충 ‘동애등에’로 음식물쓰레기 처리 산업화”, 검색일: 2020.12.4.

(1) 사업추진 대상: 디스포저를 연계하는 소규모 분산형 자원화시스템의 경우, 옥내배관의 검토/수정이 필요할 수 있어 신도시에 적합하지만, 구도시에도 기존 시범사업을 보면 가능하다. 합류식 관거의 경우 강우시 월류수를 수계에 그대로 방출하기 때문에 분류식 관거 지역에 추진이 적합하다. 물론, 합류식 지역에서도 60-80%의 고형물 회수가 가능하겠지만, 기존의 하수에 비해 유기고형물 함량이 높아질 수 있기 때문에 월류수의 수계 영향에 대해서는 검토가 필요하다. 디스포저 연계 없는 소규모 분산형 자원화 기술은 구도시나 신도시 관계없이 적용가능하다.

(2) 스케일: 주거단지 단위로 적용

5) 사업추진 전략

먼저, 소규모 분산형 자원기술에 대한 경제성, 환경성 검토가 필요하다. 시범사업을 통해 기술에 대한 검증을 실시하고, 재활용 산물의 수요처 확보 가능성도 검토가 필요하다. 가능한 도시에서 수요가 충분한 제품을 생산하는 것이 중요하다.

---

101) 환경일보(2018.6.4.), “농진청, 동애등에로 만든 반려동물 간식 ‘인기’”, 검색일: 2020.12.4.
102) 헤럴드경제(2018.4.17.), “농진청, 환경정화곤충 ‘동애등에’로 음식물쓰레기 처리 산업화”, 검색일: 2020.12.4.

시범사업 과정에서 제도개선에 대한 검토도 필요한데, 디스포저 연계의 경우 현행 고형물 회수 기준 80%에 대한 검토가 필요하다. 이 기준의 도입목적은 하수처리시설에 부하를 주지 않기 위함이기 때문에 지역의 하수처리시설 여건에 따라 고형물 회수 기준을 적절하게 조율할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

또한 주거단지에 폐기물처리시설 입지가 제한적인데, 현재 음식물쓰레기 부숙시설은 200kg/d 미만인 경우 처리시설에 해당하지 않아 설치가 가능한 반면, 지렁이분변토나 동애등에 분변토 생산시설은 100kg/d 미만인 경우만 설치할 수 있다.[103] 기술에 대한 검토 후에 생활환경에 영향과 효율성, 경제성 등을 검토하여 주거단지에도 적정규모 수준의 소규모 재활용시설 입지가 가능하도록 조정할 필요가 있다.

6) 사업추진 주체

중앙정부는 주거단지에서 소규모 음식물쓰레기 처리기술을 도입하기 위해 기존의 제도 검토가 필요하다. 주거단지 내의 처리시설 입지 제한 재검토, 디스포저 고형물회수기준 완화(지역의 하수처리시설 여건과 연계), 디스포저의 가구에서의 단독사용에서 건물단위의 사용으로 시스템 확대(가정에서는 100% 분쇄 배출 허용하고 건물단위에서 고액분리로 고형물 회수), 고형물의 분산형 처리기술 시범사업 등이 필요하다.

지방정부는 아파트 단지, 단독주택 지역 등 해당 지역에서 발생원 처리가 가능한 주거형태에 대한 입지검토, 곤충사육을 통한 생산물의 판로 연계(지역주민과 연계, 다른 사업자와 연계 등), 기술의 주변환경에의 영향 관리 등의 역할이 필요하다.

민간기업은 소규모 분산형 처리기술을 다양한 형태로 개발하는 것이 필요하다. 현재는 건조감량기 위주로 시장이 형성되어 있지만 퇴비는 경작시기에 따라 수요변화가 있기 때문에 상시적으로 수요가 발생하는 생산물을 생산할 수 있는 기술도입이 필요하다.

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-59〉 주거단지 내 디스포저-소규모 분산형 자원화 시스템 구축

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2023	시범사업 실시를 통한 기술검증 및 제도보완
2단계	본 사업	2024-2026	도시유형의 기초지자체 확대
3단계	확장사업	2027-2030	전국 및 개도국 확대

자료: 연구진 작성.

103) 폐기물관리법 시행령 제5조 별표3 참조.

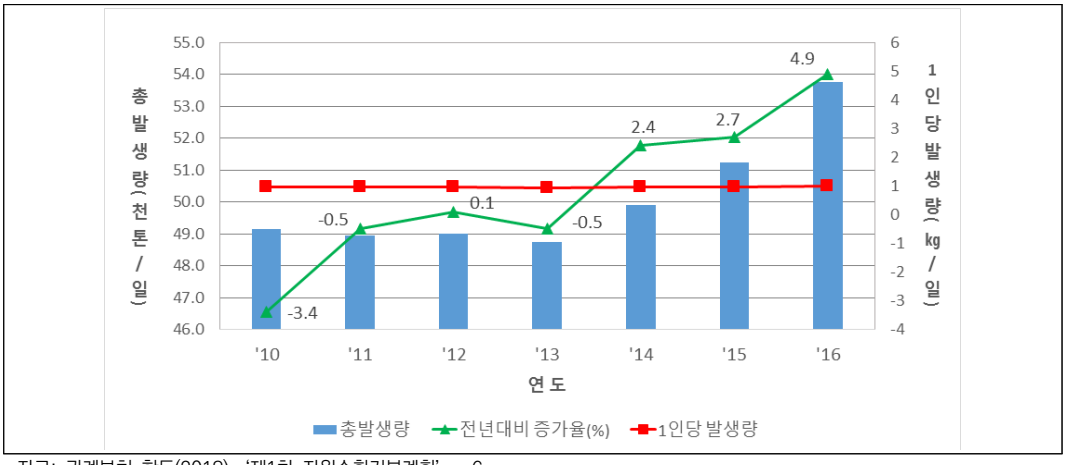
5. 스마트 폐기물 관리 시스템 구축

가. 재사용·새활용 네트워크 구축을 통한 폐기물 감량 확대

1) 사업의 배경 및 필요성

생활폐기물 발생량은 49천톤/년('10) → 51천톤/년('16),으로 연도별로 지속적으로 증가하고 있다.(그림 4-106 참조)

〈그림 4-106〉 생활폐기물 발생량 추이



자료: 관계부처 합동(2018), '제1차 자원순환기본계획', p.6.

도시에서는 개인 한사람이 사용목적을 다하면 사용수명이 남아있어도 폐기물로 처리된다. 온라인 중고거래 앱은 품질이 확보된 물품에 대해 거래 가능하지만 1:1 대면접촉의 불안감이 있고 수리수선이 필요한 제품은 거래할 수 없어 한계가 있다.

도시 내 산업에서 발생한 부산물을 그대로 활용하여 다른 가치를 창출하는 새활용 산업 육성이 필요하다. 대형 제품 생산에는 활용할 수 없는 부산물이나 짜투리 소재를 활용하여 다른 기능으로 새로운 제품을 만드는 수공예 새활용 산업이 대두되고 있으나, 소재 확보나 수요처 연결 등으로 확장에는 어려움이 있다.

2) 계획방향 및 목표

재사용 인프라 구축이 필요하다. 사회적 자본이라는 사회 내에서의 인적 네트워크가 줄어들고 삶이 개인화되면서 예전처럼 자연스럽게 물건을 나눌 수 있는 기회가 감소하였다. 제품의 수명이

다하여 폐기하는 것보다 유행이나 신제품의 출시 등에 따라 폐기되기도 한다. 아직 숨이 붙어 있는 제품들, 혹은 간단한 시술로 생명을 연장할 수 있는 제품들은 쓸모를 얻을 기회를 갖지 못하고 소각이나 매립으로 처리된다. 이들 제품을 필요한 사람과 인위적으로 연결해주는 기술의 도입을 통해 잃어버렸던 사회적 자본을 재구축하고, 나눔의 문화를 확산시켜 나가는 것이 필요하다. 이러한 네트워크 구축에 스마트 기술이 활용될 수 있을 것이다.

순환형 도시에는 기존의 3R로 지칭되는 Reduce(감량), Reuse(재사용), Recycle(재활용) 단계 중 감량과 재사용 단계를 보다 촘촘히 설계할 필요가 있다. 유럽에서는 3R을 확장하여 R0~R9로 나누고 최대한 사회경제계 내에서 제품의 가치를 유지시키는(Value retention) 전략을 가져가고 있다.(그림 24 참조)

〈그림 4-107〉 순환경제 우선순위 원칙

Circular Economy

Smarter product use and manufacture	R0	Refuse
	R1	Rethink
	R2	Reduce
Extend lifespan of product and its parts	R3	Reuse
	R4	Repair
	R5	Refurbish
	R6	Remanufacture
	R7	Repurpose
Useful application of materials	R8	Recycle
	R9	Recovery

Linear Economy

자료: Potting et al.(2017), p.5.

재사용 및 새활용 인프라 확대는 재사용 단계를 확장하는 개념이며, Refurbish는 소프트웨어 업데이트 등 기능개선, Remanufacture는 부품의 재사용을 의미하므로 산업영역에서 진행되는 부분이다. 그 외 Reuse, Repair, Repurpose(업사이클 개념)가 도시에서의 재사용/새활용 인프라에 해당한다.

도시 내에서 소비되는 제품의 가치를 최대한 연장하여 사용함으로써 폐기물 발생량을 최소화하고, 새로운 제품 생산 시 배출되는 온실가스 간접적으로 감축하고 폐기물 처리 시 배출되는 온실가스를 직접 감축할 수 있다.

3) 사업의 당위성

CO_2 감축, Sustainability Full을 목표로 하며 제2의 수요자 네트워크 부족하거나 수리수선 인프라가 확충된다면 제품의 사용수명을 좀 더 연장하고 새로운 상품의 구매를 줄임으로써 폐기물 발생을 줄일 수 있다. 폐기물 감량을 통해 매립, 소각되는 폐기물량을 줄임으로써 온실가스 감축효과를 기대할 수 있다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 내구재 폐기물 발생량 10% 감축(생활폐기물 발생량 2010년 대비 2016년 증가율 약 10%)

(2) KPI 측정방법: 내구재 폐기물 발생량(재사용·새활용 흐름량 제외)

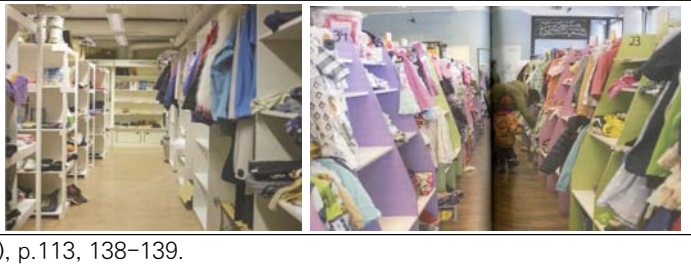
- 품목별 수집운반량 계근을 통한 발생량 데이터 수집
- 포장재 등 일회용 폐기물 발생량은 제외하고 폐의류, 소형가전, 대형가전, 대형폐기물 등의 수집량 및 처리경로 파악. 재사용·새활용 되는 경우 폐기물 발생량에서 제외

4) 사업내용

판매진열장 대여 중고가게(C2B2C), 간단한 수리나 수선이 필요한 물품 (C2B) 및 수선된 물품 판매(B2C), 소재은행을 통해 새활용 산업 연계(B2B) 등 다양한 복합 인프라 구축 등이 필요하다.

첫 번째는 셀프 중고가게(진열대 대여 판매대행 서비스)로 C2B2C형태이다. 핀란드 사례를 보면, 판매진열대를 주민이 일정기간 대여하고, 본인의 중고물품을 진열해놓고 판매는 중고가게에 대행시키는 서비스를 제공하고 있다.(그림 25 참조) 상시 벼룩시장으로 볼 수 있으나 물건만 진열해놓고 판매는 시설에서 진행하는 것으로 주민은 판매 종료 후 매장에 수수료로 납부, 팔리지 않은 제품은 기부한다. 이러한 시스템은 현재 온라인 중고거래 앱의 장점을 채용하고 단점을 보완할 수 있다. 오프라인 매장에서 직접 눈으로 품질 확인 가능하고, 1:1 거래자와 대면하지 않아도 물품 구매 가능하다는 점, 판매자는 제품 공유에 대한 시간 절약이 가능하다는 점에서 그러하다. 스마트폰 앱을 통해 진열대별 사진이나 금액정보를 공유하는 등 스마트기술을 접목할 수 있을 것이다.

〈그림 4-108〉 핀란드의 셀프 중고가게(Itsepalvelu) 사례

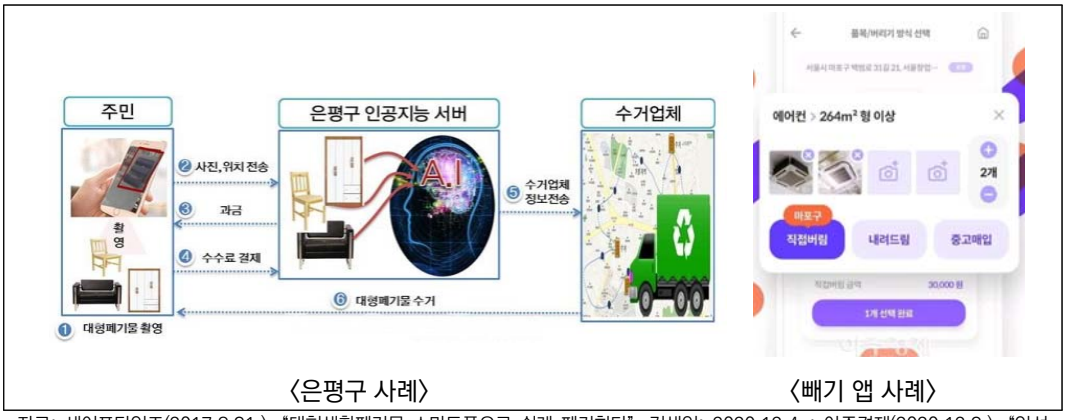


자료: 박현선(2019), p.113, 138-139.

두 번째 사업은, 수리수선, 리폼 기능을 갖춘 중고매장 활성화 및 취약계층 복지와 연계 사업이다. 현재 지역마다 재활용센터가 있지만 가구나 가전 위주의 품목을 다루고 있어, 다양한 품목으로 확대하고 매장 접근성을 높일 수 있도록 디자인 및 배치를 현대화할 필요가 있다. 지역 특성에 맞게 육아용품 전문매장, 캠핑용품 전문매장, 의류 전문 중고매장 등 다양한 형태로 운영 필요하다.

C2B 또는 B2C 형태로 수리수선품목 정보 – 스마트폰 앱 – 수리수선전문가 연결 – 센터 내 수리수선 – 요청자에게 인계 혹은 기부된 물품은 판매 등의 연계가 가능하다. 서울시 강동구에서는 2020년 2월부터 기존의 재활용센터와 함께 중고물품/대형폐기물 방문 수거 지원을 통해 '원스톱 드림 서비스' 시작했는데, 저소득층이 직접 재활용센터에서 가전/가구/생활용품 등 물건을 고를 수 있도록 상품권 지원 방식을 도입하였다.[104] 서울시 은평구에서는 인공지능 객체인식기반 대형생활폐기물처리시스템[105]을 운영하고 있고, 마포구, 안성시, 수원시, 용인시, 영동군 등 다수 지자체에서는 앱[106]을 활용하고 있다.(그림 4-109 참조)

〈그림 4-109〉 대형폐기물 수거 앱 사례



〈은평구 사례〉 〈빼기 앱 사례〉

자료: 세이프타임즈(2017.8.31.), "대형생활폐기물 스마트폰으로 쉽게 폐기한다", 검색일: 2020.12.4..; 아주경제(2020.12.3.), "안성시, 대형폐기물 스마트배출 모바일 앱 '빼기' 시행", 검색일: 2020.12.4.

세 번째 사업은, 생활/사업장 폐기물 중 소재활용하여 새로운 제품을 창조하는 새활용을 통해 도시-산업 간 공생네트워크 구축이다. 색깔이나 소재 정보 구축을 통해 자유롭게 중고 소재를 활용 가능하고, 관련 인력 양성 및 창의교육에 활용 할 수 있다. (B2B) 형태로 산업계 자투리 소재 데이터를 구축하고, 이를 새활용 업계나 작가 등 수요처와 연계하는 플랫폼이 필요하다.(그림 4-110 참조)

104) Press9(2020.2.4.), "강동구, 저소득층 '원스톱 드림 서비스' 시작... 중고물품 및 폐기물 방문 수거지원",검색일: 2020.12.4.
105) 세이프타임즈(2017.8.31.), "대형생활폐기물 스마트폰으로 쉽게 폐기한다", 검색일: 2020.12.4..
106) 아주경제(2020.12.3.), "안성시, 대형폐기물 스마트배출 모바일 앱 '빼기' 시행", 검색일: 2020.12.4.

〈그림 4-110〉 서울시 새활용플라자센터 인프라 구성



자료: 서울 새활용플라자센터 홈페이지, “서울새활용플라자 리플렛”, 검색일: 2021.1.27.

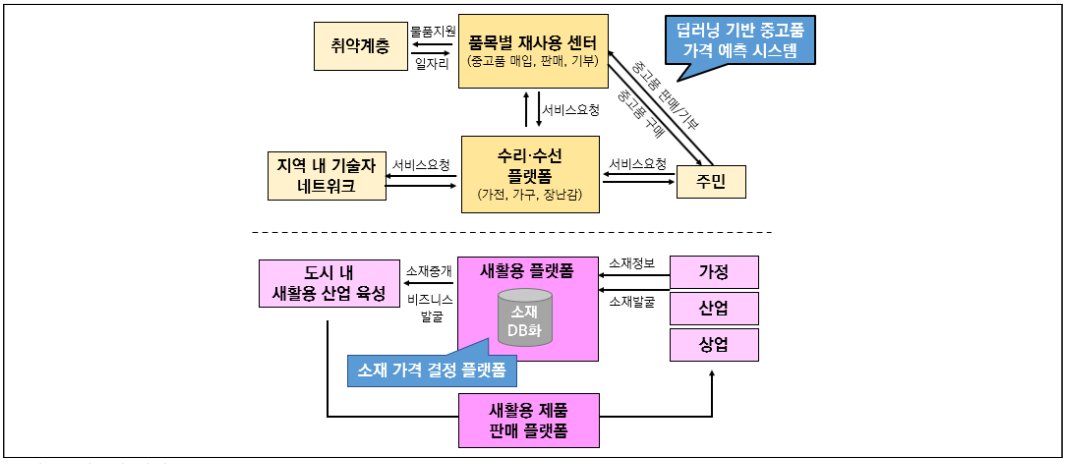
(1) 사업추진 대상: 신도시, 구도시 모두 가능

(2) 스케일: City, Platform

5) 사업추진 전략

재사용·새활용 인프라 구축에 필요한 스마트 기술은 첫째, 물품이나 소재 DB화, 둘째, 딥러닝 기반이 가격예측·결정시스템, 셋째, 공급자와 수요자를 연결해주는 중개 플랫폼이 필요하다. (그림 4-111 참조)

〈그림 4-111〉 재사용·새활용 인프라 구축 개요



자료: 연구진 작성.

현재 온라인 마켓에서는 거래되는 가격을 검색하여 판매자가 가격을 정하는 방식이고, 물건의 가치를 정확히 파악하기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 기계학습을 통한 중고물품, 혹은 소재의 가치를 결정하는 알고리즘 개발이 필요할 수 있다.

6) 사업추진 주체

○ 지방정부: 재사용·새활용 인프라 구축

○ 기업: 중고거래 상품의 상태확인-가격결정-처리방식 결정 등 원스톱 처리 프로그램 개발, 소재 DB화 및 소재 배출자와 수요자 연결 플랫폼 앱 개발(대량 발생 배출자 및 창제작 관계자 간 네트워킹)

○ 지역주민: 불필요한 물품기부, 중고거래 대행요청, 수리수선 재능 공유

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-60〉 재사용·새활용 인프라 구축 사업 로드맵

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2024	도시유형별 인프라 규모 및 형태 검토 소비자 수요를 고려한 경제성 검토 재사용·새활용 인프라의 온실가스 감축효과 산출
2단계	본 사업	2025-2027	기초지자체 확대보급
3단계	확장사업	2028-2030	전국 및 개도국 확대

자료: 연구진 작성.

나. 분리배출/선별 고도화를 위한 스마트 기술 도입

1) 사업의 배경 및 필요성

다양한 소재의 포장용기가 사용되고 있어 선별에 어려움이 증가하고 있다. 코로나19 이후 포장 배달식품 소비의 증가, 1회용 음료용기 증가 등으로 폐기물 재활용시설 투입량 증가하였지만, 소재가 다양하고 음식물이 남아있는 경우 비위생적인 환경으로 사람이 수선별로 작업하기에 점점 더 어려워지고 있다.

먼저 시민들은 지역마다, 혹은 단지마다 분리배출 가능/불가능 품목이 조금씩 다르기 때문에 혼란을 야기하고 있어, 지역, 단지 특성에 맞게 수거/처리업체에서의 수용성을 고려하여 해당 분리배출 정보를 제공할 필요가 있다. 문서로 설명하는 것보다 영상이나 스마트기술을 활용하여 지원할 수 있는 방안 마련 필요하다. 이미지 센서로 재활용품 선별지원의 사례로 캐나다 '웨이스트 넷'이 있는데 재활용품 수거장소에 재활용 방법 안내용으로 사용(지역레벨의 개발 필요)[107]가능하다.(그림 4-112 참조)

〈그림 4-112〉 캐나다 선별지원 기기 '웨이스트 넷'



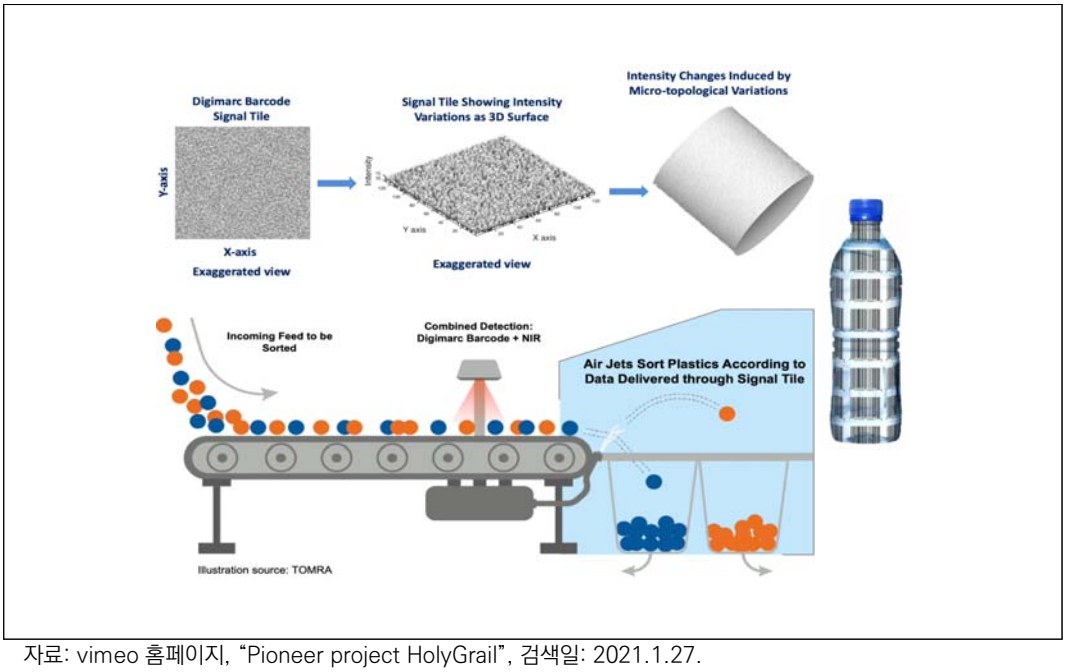
자료: 인공지능신문(2020.02.06.), "인튜이티브 AI, 쓰레기 데이터 세트로 3초만에 재활용품 분류한다", 검색일: 2020.9.6.

선별시설에서도 너무 많은 물량이 들어오면 수익을 고려하여 큰 용기 위주로 선별하게 되고, 눈으로 재질을 구분하기 어려운 경우도 있어 재활용 품질을 떨어뜨리기도 한다.(예: 생분해성 플라스틱과 일반 플라스틱) 제품라벨에는 바코드가 있지만, 폐기되면 그 정보가 사라져 소재구분이 어렵다. 따라서, 재질, 유해물질 함유, 원래 사용목적 등을 알 수 있는 마크가 필요하다. 최근 유럽에서는 추진된 HolyGrail 프로젝트는 2016년부터 2019년까지 3년간 진행된 프로젝트로 플라스틱 식별하고 선별의 개선방안을 조사하는 것이 목적인데, 디지털 워터마크와 화학적 추적 두 가

107) 인공지능신문(2020.2.6.), "인튜이티브 AI, 쓰레기 데이터 세트로 3초만에 재활용품 분류한다", 검색일: 2020.9.6.

지 기술을 조사하였다. 그 후 추진된 Holygrail 2.0 프로젝트는 2019년부터 P&G가 기타 소비재 제조기업, 유통기업 및 재활용 기업과 함께 추진 중인 프로젝트로, 워터마크를 포장재에 새기고, 포장을 정확하게 식별하여 소비 후 폐기물을 더 잘 분류하여 더 효율적이고 고품질의 재활용을 가능하게 하고 있다. 여기에 사용되는 '디지털 워터마크' 기술은 소비자에게는 보이지 않지만 분류 시스템의 특수 스캐너가 인식할 수 있는 코드로 포장재에 대한 정보를 제공하며, 저장된 정보는 생산에서 재활용에 이르는 전체 가치 사슬에 걸쳐 사용될 수 있어 포장재의 전체 수명 주기를 파악할 수 있는 기술이다.[108](그림 4-113 참조) 제조업체, SKU(추적이 가능한 식별관리코드), 사용된 플라스틱 및 다층레이어의 재질, 식품용 vs 비식품용 구분 등과 같은 다양한 속성을 담을 수 있다.

〈그림 4-113〉 디지털 워터마크 기술을 활용한 소재 선별



자료: vimeo 홈페이지, "Pioneer project HolyGrail", 검색일: 2021.1.27.

회수가치가 높은 것은 오염되지 않도록 전용 회수기를 사용하는 것도 선별 고도화를 위한 방안이 될 수 있다.(그림 4-114 참조) 또한, 페트병은 회수가치가 높음에서 해양쓰레기 중 상위에 올라와있다. 수변이나 해변에 회수기를 설치하고 회수 시 일정 금액을 보상한다면 투기량을 줄이는데 기여할 수 있을 것이다. 무엇보다 재료들이 바닷물에 닿기 전에 회수되는 것이 후단의 재활용 가치를 높일 수 있기 때문에 해안환경미화원 등의 활용에 앞서 1차적으로 사용자가 투기하지 않고 쓰레기통에 넣을 수 있는 행동 유도 방안이 필요하다.

108) Kotra 홈페이지(2020.3.6.), "독일, 친환경 옷을 입은 플라스틱 포장재의 다양한 변식", 검색일: 2020.12.4.

〈그림 4-114〉 국내 인공지능 회수로봇 '슈퍼빈'



자료: 슈퍼빈 홈페이지, "메인화면", 검색일: 2021.1.27.

2) 계획방향 및 목표

스마트기술을 활용하여 시민들로 하여금 분리배출을 용이하게 하도록 지원하고, 폐기물 소재 분리를 보다 용이하게 하며, 더럽고 작업이 어려운 선별장을 센싱이나 로봇 등을 활용하여 작업환경 개선하고, 보상금 지급과 연계하여 수변/해안가/길거리 등에 투기되지 않도록 유도(미세플라스틱 방지)한다. 최종적으로 폐기물 실질 재활용율 증가, 잔재물 소각/매립량 감소를 목표로 한다.

3) 사업의 당위성

CO_2 감축, Sustainability Full

플라스틱 분리배출이 제대로 되지 않을 경우 잔재물로 분리되어 소각처리 되면, 이는 온실가스 발생을 증가시키는 요인으로 작용한다. 선별 고도화는 원료를 산업공정에서 재활용할 때 품질을 높이기 때문에 신재 사용을 줄임으로써 신재 생산 시 배출되는 온실가스 배출량을 간접적으로 감축시킬 수 있다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 실질 재활용률 증가, 재생원료 생산량 증가

(2) KPI 측정방법: 순환이용률=(재활용시설 투입량-잔재물발생량)/폐기물 발생량

4) 사업내용

(1) 사업추진 대상: 신도시, 구도시 모두 가능

(2) 스케일: City(선별장에 로봇 도입), Building(단지 내 분리배출 정보), Zone(수변/해안 구역)

5) 사업추진 전략

사업에 대한 개요를 〈그림 4-115〉에 나타내었다. 먼저, 단지 내 분리수거 지원 기기를 개발하고 설치하여 주민들의 분리수거를 지원한다. 현재 제공되고 있는 분리배출 가이드 앱 내용을 좀 더 알기 쉽게 영상화 해서 지원하고 실제 폐기물 센싱을 통해 품목의 분리배출 정보를 표출하는 등 서비스를 다양화 할 수 있다. 분리배출-수거-선별 등 각 단계에서의 효율은 다음 단계로 이어지도록 설계해야 한다. 아무리 분리배출 단계에서 잘 선별해 놓아도 수거단계에서 경제성이 맞지 않아 혼합수거해가면 의미가 없다. 스마트 쓰레기통 기술로 각 재활용 품목별로 적재량이 찼을 때 수거할 수 있게 하는 등의 국내 기술이 이미 존재하고 해외에서 더 잘 활용되고 있다.[109] 국내에서는 수거에 대한 민간위탁 계약 시 '청소서비스'의 개념을 넘어 수거단계의 효율화를 통한 질적 재활용 달성이 가능하도록 재정비할 필요가 있다. 더 나아가 수거와 선별을 통합하는 업무영역 확장이 필요하고, 효율화를 통해 수익이 발생한 경우 그에 대해 인정해주는 계약제도가 필요할 것이다. 다양한 스마트 기술이 개발되고 있는 상황에서 각 요소 기술을 수거-선별-재활용에 통합적으로 적용하는 폐기물 전문 종합관리조직에 대한 검토도 필요하다.

〈그림 4-115〉 분리/선별 고도화를 위한 스마트 기술 도입 개요



자료: 연구진 작성.

109) 이큐브랩 홈페이지, "Solution", 검색일: 2021.1.27.

국내에도 디지털 워터마크 기술 활용사례가 존재하므로 관련 기술을 포장재에 적용 시도할 필요가 있다.[110] 선별시설에는 수선별과 병행하여 수선별에서 걸러지지 않는 작은 크기의 재활용 물질[111]을 자동선별로 회수할 수 있을 것이다. 유럽의 HolyGrail에서 우선적으로 제안한 기술은 ① 비식품용 용기에서 식품용 용기를 따로 분리하는 것, ② 재활용 가능한 것과 생분해성 포장재를 구별하는 것, ③ 수축 슬리브 페트병 식별[112], ④ 신소재 도입, 단일과 복합재질의 구분 등이다.

페트병과 캔을 회수하는 무인 인공지능 회수선별기는 수변/해안가에 설치하여 투기되는 폐기물을 줄이고 궁극적으로 미세플라스틱의 발생을 방지할 수 있다. 용기를 기기에 넣으면 보상금을 받을 수 있기 때문에 투기될 번 했던 쓰레기를 수집함으로써 수계로 유입되는 쓰레기 방지할 수 있다. 현재 투기방지전략이 전무한 상황에서 시민의 행동을 개선할 수 있는 넛지형 쓰레기통 개발이 필요하고, 이러한 보상형 회수기가 하나의 사례로 도입될 수 있다.

6) 사업추진 주체

○ 중앙정부: 디지털 워터마크 기술 개발 지원, 분리배출 가이드맵 영상작업 및 센서 연계 정보 표출
○ 민간업체: 관련 기술 개발
○ 지방정부: 선별장에 회수로봇 설치, 해안/수변가 회수기기 설치

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-61〉 분리배출/선별 고도화를 위한 스마트 기술 적용 로드맵

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2024	- 주민지원 분리배출 앱의 영상화, 센서 기반 소재 구분 - 디지털 워터마크 포장재 적용 및 선별로봇 기술 개발 - 수변/해안 지역에 회수기기 시범설치 및 모니터링
2단계	본 사업	2025-2027	적용 지자체 확대
3단계	확장사업	2028-2030	개도국 확산 사업

자료: 연구진 작성

110) 전자신문(2020.8.30.), “프랙티컬메쇼드, 디지털 워터마크 활용 국산 IoT 솔루션 선보여”, 검색일: 2020.12.4.
111) 한국일보(2021.1.20.), “튜브 용기, 열심히 자르고 씻어도 재활용 안 됩니다”, 검색일: 2021.1.27.
112) 접착제를 사용하지 않아 재활용 공정에서 라벨이 분리되지 않고 라벨이 PET와 함께 가라앉아 혼합 시 페트병의 품질 저하 (The Association of Plastic Recyclers 홈페이지, “Full Wrap Shrink Sleeve Labels: A Recycler’s Dilemma”, 검색일: 2021.1.27)

다. 드론을 활용한 온실가스 모니터링

1) 사업의 배경 및 필요성

폐기물 부문에서는 매립과 하수처리시설, 소각시설 등이 온실가스의 주요 배출원이고 지자체에서도 온실가스 감축 전략에 매립지 및 하수처리시설 관리가 필수적이다. 매립지와 하수처리시설은 다른 온실가스 배출원과 달리 생물학적 반응을 통해 온실가스를 배출하는 환경기초시설은 배출량 예측의 불확실성이 크며 배출량 산정의 표준 방법으로 공인된 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 모형은 국가별, 시설별 특성을 반영하지 못할 우려가 있다. 따라서 잘 관리된 시설의 경우 보수적으로 계산된 기본 배출계수를 적용하는 것이 과대평가될 수 있다. 실제로 수도권매립지에서 2019년 기준으로 실측값(115천 톤CO_2eq) 대비 12배 이상(1,568천 톤 CO_2eq)으로 평가되어 과다 산정되고 있다.[113]

또한, 폐기물매립지와 하수처리장에서는 지구온난화지수가 매우 높은 메탄(28~36배)과 아산화질소(265~298배)를 배출하기 때문에,[114] 실측과 함께 모니터링을 통한 온실가스 관리도 필요하다.

기존의 온실가스 배출량 직접 측정법은 모두 한계가 지적되고 있다.[115] 플럭스 챔버법은 가장 대표적인 직접측정법으로 매질 표면에서 배출되는 가스를 챔버 내에 포집하여 배출량을 산정하는 방식이나 시설 전체 면적을 모두 측정 범위에 포함하기가 매우 힘들고 측정 기간이 오래 걸려서 온실가스 배출의 시공간적 불균일성을 설명하기 어렵다는 단점이 있다.[116] 따라서 메탄가스 등 온실가스를 실측할 수 있는 비용효율적인 기술 도입이 필요하다.

2) 계획방향 및 목표

드론 등 스마트기술을 활용하여 환경기초시설의 온실가스 배출 모니터링을 통해 실측값을 산출하고, 핫스팟을 식별함으로써 감축기술을 효율적으로 적용할 수 있도록 한다.

---

113) 수도권매립지관리공사 담당자 인터뷰(2021.1.21.)
114) US EPA 홈페이지, “Greenhouse Gas Emission – Understanding Global Warming Potential”, 검색일: 2021.1.14.
115) Allen et al.(2019), 883-892.
116) Mønster, Kjeldsen, and Scheutz(2019), p.839.

3) 사업의 당위성

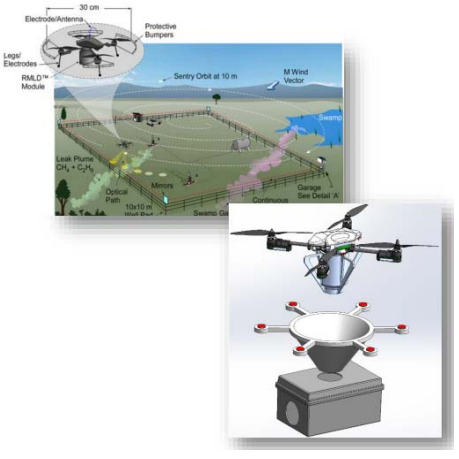
CO_2 감축 - Sustainability Full. 현재 매립지나 하수처리시설에서 사용하는 온실가스 모니터링 방식은 챔버형으로 비용과 시간이 많이 소요되어 드론을 활용한 원격센서 및 3차원 농도모델링 등을 통해 안전하게 측정할 수 있다.

(1) 목표달성을 위한 KPI: 폐기물 부문 온실가스 배출량
(2) KPI 측정방법: 폐기물 부문 온실가스 배출량 산정기준

4) 사업내용

아래 그림과 같이 소형 온실가스 측정 장치를 탑재한 드론이 대상 시설로 불어오는 바람에 대해 수직 방향인 유입면과 유출면을 비행하며 온실가스 농도 프로파일을 구한 이후 비행 중 기록된 농도 자료와 바람 자료를 이용하여 배출량을 산정하는 기술이다.[117] 또한, 모니터링을 통해 온실가스 감축기술을 보다 효율적으로 적용할 수 있는데, 모니터링을 통해 핫스팟을 발견하고(그림 33 참조) 해당 범위에 감축기술(토양산화미생물이 접종된 시트를 복토하여 메탄가스를 이산화탄소로 산화시키는 기술이나 메탄을 연소시키는 간이소각)을 적용할 수 있다.

〈그림 4-116〉 드론을 활용한 온실가스 배출량 측정법 개요



〈드론 활용 메탄가스 측정〉



〈매핑을 통한 핫스팟 파악〉

자료: (좌) EPA 홈페이지, "Methan quantification & ARPA-E's Mnitor Program", 검색일: 2021.1.21.
(우) Burgues and Marco(2020), 13.

117) Kim, Y.M., M. H. Park, and J. Y. Kim(2019), 1-7.

플럭스 챔버법은 한 지점의 온실가스 배출량을 측정하는 데에 30분이 소요되는 반면 해당 기술은 30분~1시간 이내에 전체 시설에서 필요한 측정 업무를 완료할 수 있다.[118]

해외에서는 영국 The University of Manchester의 Grant Allen 교수 연구진이 드론을 이용한 포집을 통한 메탄 측정법 관련 연구를 진행하고 있고,[119][120] 미국 Princeton University의 Mark A. Zondlo 교수 연구진도 드론 탑재 센서를 이용한 온실가스 측정 연구를 진행 중이다.[121] 국내에서는 서울대학교 김재영 교수 연구팀이 관련 연구를 수행하고 있고, 특허 "무인항공기를 이용한 대기 중 메탄가스 배출량 측정방법"을 등록하였다,[122]

Ali, Abichou, and Green(2020)은 드론활용 측정법이 현장을 빠르고 포괄적으로 측정할 수 있는 반면 무인항공시스템 기술 발전에 의해 샘플링 기술 발전이 좌우된다고 보고 있다.[123] 드론 활용 기술은 단순한 농도측정, 스크리닝을 넘어 flux를 정량화하는 기술을 개발하고 있고, 국내와 해외의 기술 수준 격차도 크지 않다고 생각된다. 해당 기술은 폐기물매립지뿐 아니라 하수처리시설, 퇴비화시설 등 환경기초시설 온실가스 배출량 모니터링에 활용가능 할 것이다.

(1) 사업추진 대상: 신도시, 구도시 모두 가능

(2) 스케일: 관리는 City level에서 가능하고, 실제 적용은 매립지나 하수처리시설 등 시설이 입지한 zone level에서 가능하다.

5) 사업추진 전략

가장 먼저, 드론을 활용한 온실가스 모니터링 기술 개발 및 검증작업이 필요하며 국내에서 주도적으로 기술우위를 점할 수 있는 영역으로 판단된다.

국내 연구에서 해당 기술의 온실가스 배출량 정확도를 검증해야하는 과제가 있는데, 해외에서는 검증작업이 진행되고 있다. 영국의 Grant Allen 교수 연구팀은 국립 연구소 National Physical Laboratory에서 정해진 유량의 메탄을 방류한 후 드론으로 분석하여 측정값의 정확도를 검증하였다.[124] 이처럼 국내에서도 유관기관의 협력을 통해 기술 검증이 필요하다. 또한, 고정

118) 서울대학교 김재영 교수님 연구팀 인터뷰(2021.1.6.).
119) Allen et al.(2019); Shah et al.(2019),; Shah et al.(2020)
120) BBC(2015.11.26.), "COP21: Drone to monitor rubbish dump gases", 검색일: 2021.1.27.
121) Yang et al.(2018), Golston et al.(2017); Golston et al(2018)
122) 서울대학교 산학협력단, "무인항공기를 이용한 대기 중 메탄가스 배출량 측정 방법," 특허등록 제 10-2020-0023764호, 등록일 2020. 07. 16.
123) Ali, Abichou and Green(2020), 410-424.
124) Shah et al.(2020).

형 실시간 측정방법인 에디 공분산 기법은 이미 농경지에서 온실가스를 측정하는 기법으로 활용되고 있어 검증된 방식으로 알려져 있는데[125], 최근 매립지에도 적용을 시도하고 있다.[126] 정확도 측면에서 에디 공분산 기법을 대표적인 실측법으로 가져가면서도 드론을 활용한 측정방법을 보조적인 수단으로 활용하고, 서로 값을 비교하면서 검증하는 과정을 거치는 과정이 필요할 것이다.

또한, 환경기초시설에서 드론을 여러 대 운영하려면 고유 주파수 대역 확보를 통한 간섭 방지, 물리적 충돌 방지 등 비행안전을 위한 기술이 확보되어야 하며, 현재 온실가스 배출량 측정과 같은 특수 목적에 필요한 비행 운영 능력을 갖추어야 한다.[127] 향후, 배출량 측정 임무에 필요한 비행계획, 사후 데이터 분석 등 필요한 역량을 교육하고 전문성을 공인할 방법을 마련하여 일자리 창출을 도모할 필요가 있다. 본 기술에 대한 기대효과를 정리하면 다음 〈표 18〉과 같다.

〈그림 4-117〉 드론을 활용한 매립지(좌)/산업시설(우) 모니터링 해외사례



자료: (좌) Wastetoday(2019.5.28.), "Using drones for landfill monitoring", 검색일: 2021.1.27.; (우) ConocoPhilips(2019.8.29.), "Testing Drone Technology to Detect and Quantify Emissions", 검색일: 2021.1.27.

〈표 4-62〉 드론을 활용한 온실가스 배출량 측정기술의 기대효과

구분	기대효과
경제적	• 기존의 모니터링 방식(챔버형)보다 시간이나 비용이 적게 소모됨. • 과다산정 된 온실가스 배출량의 실제 값을 구하고 배출계수로 인정받는다면 배출권 구매 비용을 감축할 수 있음
환경적	• 스크리닝을 통해 핫스팟을 파악하고 해당지역에 효율적으로 감축기술을 적용할 수 있음 • 다양한 환경모니터링 데이터를 축적할 수 있고, 환경 질 감시 • 주기적인 모니터링을 통해 기상 등 외부 요인이 배출량에 미치는 영향을 분석하여 날씨별 필요한 배출량 감축 조치를 강구할 수 있음(예: 기압이 낮은 날 매립지 온실가스 배출량이 증가하는 경향이 있다면 매립가스 포집 압력 증대)

125) 중도일보(2016.3.29.), "정확한 논 메탄가스 배출량 산정 가능", 검색일: 2021.1.27.
126) 강민석 외(2020).
127) 서울대학교 김재영 교수님 연구팀 인터뷰(2021.1.6.)

사회적	• 온실가스 측정 업무를 수행하는 사람이 접근이 어렵거나 위험한 장소에 직접 가지 않고 원격 측정함으로써 위험요소를 줄일 수 있음 • 특히, 최종 복토가 이루어지지 않아 표면이 불균일하고 작업 중 질병 감염이 일어날 수 있는 개발도상국의 비위생매립지[128]에서 안전하게 온실가스 배출량을 측정할 수 있음
산업적	• 드론을 활용한 측정기술은 환경기초시설 이외에도 에너지 산업 시설, 논, 습지 등 다양한 온실가스 배출원에 대해서도 적용 가능 • 온실가스 뿐 아니라 다른 대기오염물질 측정 등 유사 분야와 연계하여 관련 산업의 시장을 확장할 수 있음[129](그림 34 참조) • 드론 조정, 센서 고도화, 3차원 농도 예측 모델링, 데이터 분석 등 고급 인력 양성을 통해 4차 산업 육성 기여

자료: 서울대학교 김재영 교수님 연구팀 인터뷰(2021.1.6.) 기반으로 작성.

6) 사업추진 주체

○ 중앙정부: 드론 활용 농도 측정 및 모델링 기술 개발

○ 지방정부: 지자체 관리 시설에서의 모니터링 및 감축기술 적용을 통한 온실가스 실제 감축

7) 사업추진 로드맵

〈표 4-63〉 드론을 활용한 환경기초시설의 온실가스 모니터링

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2023	드론 활용 온실가스 모니터링 기법 개발 및 검증
2단계	본 사업	2024-2027	시설종류별(매립지, 하수처리시설, 퇴비화시설 등) 온실가스 모니터링 및 배출계수 검토
3단계	확장사업	2028-2030	드론을 활용한 환경기초시설 및 산업시설 대기환경 모니터링

자료: 연구실 작성

128) Cruvinel et al.(2019); Thakur, Ganguly, and Dhulia(2018)
129) Burgues and Marco(2020), 1-20.

6. 건물 부문 신재생에너지 보급 확대 및 다양화

가. 사업의 배경 및 필요성

1) 사업의 배경

전 세계적으로 기후변화 대응을 위해 화석연료에서 재생에너지로의 에너지 패러다임을 전환하는 모습을 보이고 있다. 산업, 수송, 가정·상업 등 각 부문에서 발생하는 온실가스를 감축하기 위해 부문별 재생에너지 보급 정책을 추진하고 있다. 산업부문에는 RPS, FiT, FiP 등 국가 차원의 재생에너지 보급 확대 정책들이 수립·운영되고 있어, 재생에너지 보급 확대를 통한 온실가스 감축 목표 달성이 용이할 것으로 예상된다. 하지만, 건물 부문에서는 재생에너지 정책보다는 에너지효율개선사업, 에너지소비총량제 등 에너지 절약 정책 위주의 정책이 주로 시행되고 있다(〈표 1〉). 하지만, 건물 부문에서의 온실가스 감축 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 에너지 절약 정책과 함께, 건물 내 재생에너지 보급 정책을 수립·운영해하는 것이 필요하다.

〈표 4-64〉 건축물 주요 에너지 절약 정책 현황

	신축건물	기존건물
의무	건축물에너지절약설계기준 에너지절약계획서 건축물에너지 소비총량제 신재생에너지설치의무화	에너지진단의무화제 에너지 사용량신고제 건축물 에너지 소비 증명제 공공기관에너지이용합리화
권장	건축물에너지효율등급인증 녹색건축인증 신재생에너지건축물인증	에너지절약전문기업(ESCO) 건물VA & GERP

자료: 김창훈·이지연(2014), 석주헌·박기연(2017)

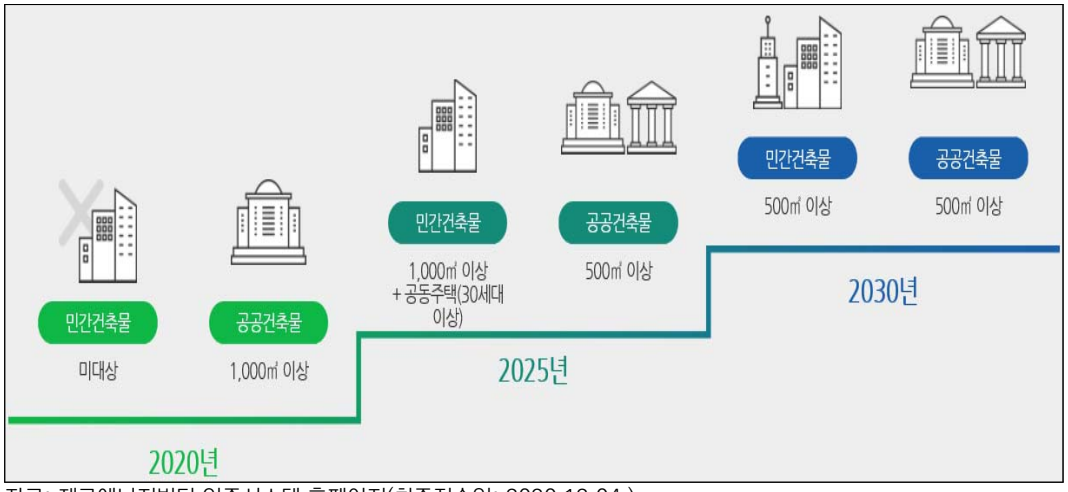
전 세계적으로 건물 부문의 탈탄소화를 위해 에너지 절약 및 효율적 소비와 함께 재생에너지 설비로 건물 내 필요한 에너지를 스스로 공급할 수 있는 제로에너지건물의 보급을 확대시키기 위해 각국 정부가 정책적 노력을 기울이고 있다. 미국의 경우, 2030년까지 모든 신축 상업용 건물, 2040년까지는 기존 상업용 건물의 50%, 2050년까지는 모든 상업용 건물을 제로에너지건물로 전환하는 것을 추진하고 있다.[130] 또한, 일본은 2020년까지 신축 공공 건물을 제로에너지건물로 건설하고, 2030년까지 신축 건물의 평균이 제로에너지건물이 되도록 목표를 정하고 있다.[131] 나

130) Crawley(2009), p.1.
131) 한국에너지공단 홈페이지 – 수요관리 국내이슈

아가 프랑스 정부는 2013년부터 모든 건물에 대해 저에너지 건물 규제(Bâtiments Basse Consommation, BBC)를 의무화하고 있고, 향후 모든 건물에 대해 플러스 에너지 건물(Building with POSitive Eenrgy, BEPOS)에 대한 계획을 가지고 있다.[132]

이러한 세계적 추세에 발맞춰, 대한민국 정부도 건물 부문 탈탄소화를 위해 제로에너지건물 보급 확대 노력을 추진해 나가고 있다. 국토교통부는 2019년 6월 제로에너지건축물 의무화를 위한 세부 로드맵 개편(안)을 발표하였고, 2030년까지 제로에너지건물 인증의무화를 단계적으로 추진하는 계획을 수립하였다([그림 3]). 제로에너지건축물 의무화 제도 하에서, 2020년에는 연면적 1000㎡ 이상의 공공건축물을 대상으로 하고, 2025년에는 연면적 500㎡ 이상의 공공건축물과 연면적 1000㎡ 이상의 민간 건축물, 그리고 2030년에는 연면적 500㎡ 이상의 모든 건축물을 대상으로 제로에너지건축물로 지어지도록 의무화 단계를 확대해 나가고 있다.

〈그림 4-118〉 제로에너지건축물 의무화 세부 로드맵

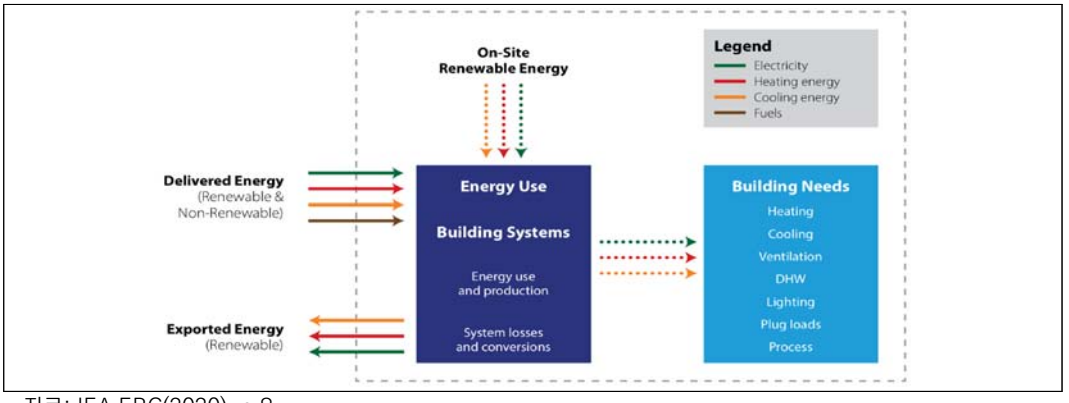


자료: 제로에너지빌딩 인증시스템 홈페이지(최종접속일: 2020.12.04.)

일반적으로 제로에너지건물은 단열이나 기밀 성능 등을 강화하여 건물의 건물에서 소비되는 에너지양을 최소화하고, 동시에 신재생에너지 설비를 이용하여 생산한 전기와 열을 건물에 보급하여, 순에너지 소비량을 최소화하는 건물을 말한다. 녹색건축물 조성 지원법에서는 제로에너지건축물을 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고, 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지소요량을 최소화하는 녹색건축물로 정의하고 있다. [그림 4]는 제로에너지건축물 내에서의 에너지의 흐름을 보여준다.

132) Plan Batiment Durable 홈페이지(최종접속일: 2020.11.15).

〈그림 4-119〉 제로에너지건축물 내 에너지 흐름



자료: IEA EBC(2020), p.8.

2) 사업의 필요성

국내외 제로에너지건물에 대한 관심과 중요성이 높아지면서, 동시에 제로에너지건물에 적용되는 신재생에너지에 대한 관심과 수요도 높아지고 있다. 국가별, 지역별로 다소 차이는 있으나, 일반적으로 태양광 설비가 건물부문에서 가장 널리 활용되고 있다. 하지만, 태양광 발전에 치중되어 있는 건물 부문 신재생에너지 믹스를 냉난방, 온수 등 실제 건물 에너지 수요에 맞는 다양한 신재생에너지원을 활용함으로써, 제로에너지건물의 성능을 최적화 할 수 있고 보다 비용효과적으로 도시 내 온실가스 저감 목표를 달성할 수 있을 것이다. 또한, 실제 건물 부문 신재생에너지 설비 설치에 대해 결정권을 가진 소유주의 적극적인 참여를 이끌어 내는 것이 건물 부문 신재생에너지 보급 확대를 가속화시키는데 중요하다.

나. 계획방향 및 목표

에너지이용 합리화 기본계획(합기본) 목표를 준용하여, 2024년까지 에코스마트시티 내 건물부문 1차에너지 소비 감축을 통한 건물 부문에서의 에너지 소비 감축 7.5% 달성을 목표로 설정하는 것을 제안한다. 대한민국 정부는 2020년 8월 제6차 에너지이용 합리화 기본계획(합기본)을 심의, 확정하였다.[133] 제 6차 합기본에서는 산업분야, 건물분야, 수송분야 모두에서 2024년 전망과 2024년 목표의 차이인 18.2백만TOE만큼(감축율 14.0%)의 최종에너지 수요 감축 목표를 세웠다. 그 중에서, 건물부문은 2024년 전망과 2024년 목표의 차이는 3.7백만TOE로 감축율은 7.5%로 나타난다.

133) 관계부처합동(2020). 제6차 에너지이용 합리화 기본계획

〈표 4-65〉 제6차 에너지이용 합리화 기본계획-부문별 최종에너지 감축목표 (단위 백만TOE)

구 분	'20년 수요	'24년 수요(A)	'24년 목표(B)	감축량(A-B)	감축율
산 업	98.1	100.1(1.8%)	92.0(△0.3%)	8.1	8.1%
건 물	47.3	49.2(1.0%)	45.5(△1.0%)	3.7	7.5%
수 송	43.9	45.4(0.8%)	39.0(△2.9%)	6.4	14.0%
합 계	184.3	194.7(1.4%)	176.5(△1.1%)	18.2	9.3%

자료: 관계부처합동(2020), p.7.

다. 사업의 당위성

2024년까지 에코스마트시티 내 건물과 수송부문에서의 최종에너지 감축목표 달성을 위한 건물 부문 재생에너지원 다양화 사업은 정부의 재생에너지 보급정책, 그린뉴딜 정책 추진 방향과 부합한다.

급변하는 국제 재생에너지 시장에 선제적으로 대응하기 위해, 우리 정부는 2017년에 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 20%까지 늘리는 '재생에너지 3020 이행계획(안)을 발표하였다. 이후, 정부는 적극적인 재생에너지 보급 확대를 추진하였고, 제3차 에너지기본계획, 5차 신재생에너지 기본계획 등 후속 계획 보급 목표 등을 발표하고 있다. 이상의 정부 에너지 계획 내에서 다루는 제로에너지건물 및 열 수요에 대한 계획은 본 연구의 사업과 방향성을 같이 하고 있다.

또한, 2025년까지 약 76조원(2022년까지 31조 3,000억원, 2025년까지 추가 45조원)의 대규모 투자를 통해서, 코로나19 팬데믹(pandemic) 이후 침체된 경제를 재도약시키고, 기후변화에 대응하는 그린뉴딜을 추진하고 있다. 정부가 추진하고 있는 뉴딜사업은 그린뉴딜과 디지털 뉴딜 2개의 큰 축으로 구성되고, 특히, 그린 뉴딜사업은 국가의 지속가능한 녹색성장을 이끌 것으로 기대하고 있다. 그린뉴딜 사업은 크게 3대 분야로 이루어져 있는데, 1)도시, 공간, 생활 인프라 녹색전환, 2)저탄소, 분산형 에너지 확산, 3)녹색산업 혁신 생태계 구축인데, 3개 분야 모두 도시 신재생에너지 전환에 대한 내용을 포함하고 있다.[134]

134) 관계부처합동(2020). 한국판 뉴딜 종합 계획, p.8.

라. 사업내용

제로에너지건물은 에코스마트시티의 성공적인 도입과 운영을 위해 가장 중요한 도구로써 역할을 할 것이라고 기대된다. 건물 부문에 적용가능한 신재생에너지원 시장은 다양화되고 있으나 태양광 외 신규 시장은 여전히 미미한 수준에 머물러있다. 그렇기 때문에, 태양광은 물론, 그 이외에 활용 가능한 신재생에너지원의 활용의 규모와 범위를 넓혀나가는 노력이 필요하다.

먼저, 제로에너지건물을 보다 실질적으로 확대해 나갈 수 있는 방안에 대한 고민이 필요하다. 현재 우리나라는 건물 에너지 소비와 탄소배출 저감을 위해 재생에너지 설치의무화제도, 신재생에너지 보급 지원 사업 등 다양한 정책을 수립·운영하고 있다. 특히, 건축물 에너지 자립 국가로드맵 약하기 위해 시행된 제로에너지건축물 의무화 제도는 제로에너지건물 보급 확대에 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한, 제로에너지건물 보급 확대는 건물 내 전력 및 열 공급을 위한 신재생에너지 설비 투자확대로 이어질 것으로 예상된다.

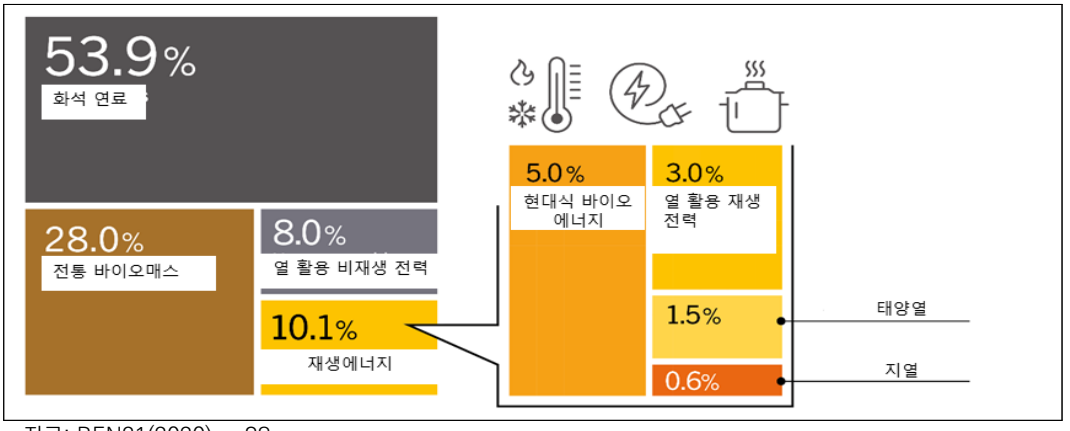
도시 내 건물 부문에서의 신재생에너지 보급 확대를 위해서는 건물 실제 투자자에게 경제적인 인센티브를 제공하는 것이 중요하다. 제로에너지건물은 일반건물보다 상대적으로 적은 에너지가 소비되기 때문에, 운영비용이 낮고 온실가스 배출량도 적은 장점을 가지고 있다. 하지만, 제로에너지건물은 에너지 효율을 높여 건물 내 에너지 소비를 최소화하는 패시브 기능과 태양열, 지열 등의 신재생에너지를 이용하여 에너지를 직접 생산하는 액티브 기능이 접목된 건물로써, 고단열, 고기밀 외장재를 사용해야하고, 신재생에너지 설비를 설치해야하기 때문에, 일반적으로 일반건물보다 설계·시공 단계에서의 초기비용이 높다. 그렇기 때문에, 제로에너지건물화는 건물의 실제 투자자들에게 경제적 부담으로 작용하여 보급 확대를 저해하는 유인이 된다.

그리고, 도시 및 건물 내 수요에 부합하는 신재생에너지원의 다양화를 추진해 나가는 것이 필요하다. 이를 통해서, 도시 건물 부문 신재생에너지 생산 최적화를 추진해 나갈 수 있다. 특히, 건물 내 수요가 높은 열 부문에서의 재생에너지 이용을 확대해 나가는 방안에 대한 고민이 필요하다. 건물 부문에서 냉난방, 온수 공급 등 냉난방 목적으로 사용되는 최종에너지 비중이 전체의 77%로 가장 높고, 2010년부터 연간 0.6%씩 꾸준히 증가하고 있다.[135] 나머지 23%는 조명 및 기기 사용을 위한 전력 소비가 차지하였다. 그리고, 건물 부문 냉난방 에너지 소비 중에서 재생에너지가 차지하는 비중은 10.1%로 나타났다([그림 5]). 이 재생에너지 중에서, 현대식 바이오에너지의 비중이 5.0%로 가장 높았고, 태양열과 지열의 비중은 각각 1.5%와 0.6%로 나타났다. 태양열 및 지열 등은 생산한 열을 열수요가 있는 건물에 직접 공급할 수 있기 때문에, 건물 냉난방 부문에서 재생에너지는 잠재력이 여전히 높다.

---

135) REN21(2020). p.37.

〈그림 4-120〉 2018년 기준 건물 부문 냉난방 재생에너지 소비 비중



자료: REN21(2020), p.38.

전 세계 최종에너지 소비에서 열 부문은 51%로, 전력 부문 17%보다 3배 이상 높아, 건물 부문 재생열에너지 보급 및 운영 확대를 통한 건물 부문 탈탄소화는 국가 온실가스 저감 목표 달성을 위해 매우 중요하다. 전력 부문에서 재생에너지 보급 목표를 수립하고, 이를 위한 규제나 인센티브를 부여하는 국가는 증가하고 있는 추세이다. 하지만, 열 부문의 정책목표를 채택한 국가는 2019년 기준 총 49개국으로 전력 부문에서 재생에너지 보급 목표를 수립한 국가 수 (166개국)보다 상당히 적은 수준이다.

2024년까지 건물 부문 에너지 소비 감축 7.5% 목표 달성을 위한 핵심성과목표(Key Performance Indicator, KPI)는 건물 및 열 부문 도시 신재생보급률 확대이다. 도시 에너지원별 최종에너지 소비 및 신재생에너지 공급 관련 통계자료를 활용하여 KPI 측정이 가능하다. 예를 들면, 2024년까지 세종시 건물 부문에서의 에너지 소비 감축이 7.5% 달성하였는지를 측정하기 위해서는, 사업 시작 기준년도인 2020년부터 2024년까지의 전력, 열, 수송 부문 최종에너지 소비 통계자료를 사용하여 측정할 수 있다.

마. 추진전략

1) 신재생에너지 실투자자에 대한 경제적 유인 제공

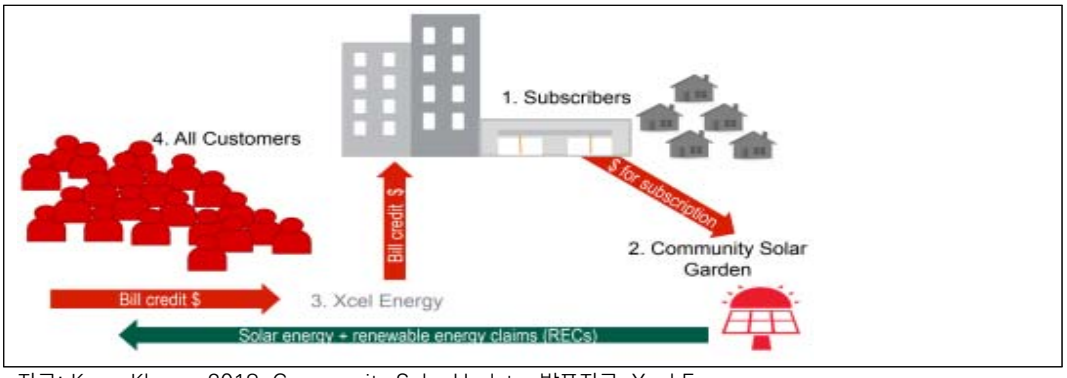
건물 부문 재생에너지 보급 확대를 위해서는 건물 실제 소유주에 대한 인센티브를 제공하는 방안을 고려할 필요가 있다. 건물 에너지 효율을 높이기 위한 고단열, 고기밀 외장재와 재생에너지 설비를 설치하는데 필요한 비용은 건물의 실제 소유주가 부담하지만, 에너지 소비 절감으로 인한

혜택은 건물 소유주가 아닌 건물 거주자가 받는 구조이다. 그렇기 때문에, 실제 건물에 대한 투자 결정권을 가진 건물 소유주는 건물의 넷제로 투자에 대한 경제적 인센티브가 없다. 오히려, 건물 소유주는 신재생에너지 설비 설치로 인해 안전사고 및 건물피해에 대한 위험에 대한 책임이 부과된다. 예를 들면, 옥상에 설치한 태양광이 태풍으로 인해, 건물 아래로 떨어져서 안전사고가 발생할 수도 있고, 기추구조물이 뜯겨지면서 건물 옥상이 훼손될 수 있다. 또한, 건물용 냉난방 재생에너지 기술 비용은 여전히 높은 수준이기 때문에, 건물 소유주 입장에서는 건물에 신재생에너지 설비를 설치하고 운영하는데 회의적이다. 그렇기 때문에, 건물 부문 재생에너지 보급 확대를 위해서는, 건물 실수요자에게 경제적인 혜택을 제공하는 것이 중요하다. 정부 보조금을 지급하는 방법 이외에도 신축건물에 대해서는 건폐율 향상, 기존건물에 대해서는 제로에너지건물 취득세 인하와 같은 건축 제도적 측면에서의 방안들을 고려해 볼 수 있다.

2) 도시 내 공공 임대주택 커뮤니티 솔라 의무화

공공건물에 대해서도 지자체 정부 주도의 공공 임대주택을 대상으로 공공건물 단위 커뮤니티 솔라 프로그램을 활용하는 방안에 대한 고민이 필요하다. 커뮤니티 솔라 프로그램은 커뮤니티 구성원이 자발적으로 참여하여 태양광 전력과 재정적 혜택을 공유하는 주민참여형 태양광 사업을 의미한다. 커뮤니티 솔라 제도 하에서, 지자체 정부가 커뮤니티 솔라에 가입하고, 공공 임대 주택을 대상으로 제로에너지건물화를 추진할 수 있다. 미국의 사례를 참고해 볼 수 있는데, 미국 미네소타주 세인트폴에서는 공공주택청이 커뮤니티 솔라 프로그램에 가입하고, 고층 공공주택에 태양광 전력을 공급하고 있다([그림 6]). 에코스마트시티 내 공공 임대주택을 대상으로 커뮤니티 솔라 제도를 적용함으로써, 도시 내 시민들의 에너지 복지 확대 및 도시 에너지자립 목표 달성에 기여할 것으로 기대한다.

〈그림 4-121〉 미네소타 커뮤니티 솔라 가든 (Community Solar Garden) 운영방식



자료: Kerry Klemn, 2018. Community Solar Update, 발표자료, Xcel Energy

민간 공공주택에도 커뮤니티 솔라 제도 도입을 의무화하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 커뮤니티 솔라 제도를 활용하여, 다가구 주택 건물 소유주가 커뮤니티 솔라 프로그램에 가입하고, 혜택을 임차인들과 공유하는 것이 가능하다. 다가구 주택 커뮤니티 솔라 구조 하에서는, 다가구 주택 건물 소유주는 정부 보조금을 받고 높은 초기비용의 재생에너지 설비 설치 부담을 줄일 수 있다. 임차인은 커뮤니티 솔라에서 생산된 전기로 가상상계를 적용받아 할인된 전기요금 혜택을 받게 된다.

3) 건물 냉난방 재생에너지 보조금 제공

건물 냉난방 재생에너지 시장 조성 및 확대를 위한 보조금 제공을 고려해 볼 필요가 있다. 재생열 에너지 보급 실적이 좋지 않은 것은 재생열에너지 설비비용이 높고, 재생열에너지에 대한 소비자들의 효용이 비용 대비 높지 않기 때문이다. 하지만, 열 부문은 온실가스 감축잠재력이 높기 때문에, 온실가스 저감 목표 달성을 위해서는 건물 부문에서의 재생열에너지 활용이 중요하다. 그렇기 때문에, 해외 주요국들은 재생열에너지 사용에 대한 인센티브를 제공하거나, 넷제로 배출기준 강화, 혹은 건물 냉난방에 대해 화석연료 사용을 금지 하는 등 직간접적인 정책을 시행하고 있다. 재생열에너지 지원에 대한 예로써, 독일은 2020년 노후 석유보일러를 태양광 난방장치 활용한 콘덴싱 보일러로 교체시 비용의 40% 보조금을 정부가 보조하고 있으며, 일본의 이타바시는 태양열 시스템 설치비용의 5%에 해당하는 보조금을 지급하고 있다.[136]

재생열에너지 보급을 주도하고 있는 주요국들의 사례를 바탕으로, 국내 재생열에너지 시장 조성과 활성화를 위한 보조금 지급을 고려해 볼 필요가 있다. 특히, 전력 부문 대비 상대적으로 낮은 보조금 및 열에 대한 소비자들의 낮은 효용을 보완하기 위해서는, 재생열에너지 설비 설치와 운영에 대한 보조금 제공이 중요하다. 보조금을 통해 재생열에너지 시장이 정착되면, 이후 기술향상을 통한 성능개선 및 비용하락으로 시장은 더욱 활성화 될 수 있을 것으로 기대된다. 설비성능 개선과 비용하락을 통한 경쟁력 확보로 이어질 수 있기 때문에, 보조금은 건물 부문 재생열에너지 초기 시장을 조성하는 역할만으로도 충분할 것으로 보인다. 재생열에너지 보급 확대는 건물과 도시 전체 에너지 수요 절감에 주요한 역할을 할 것으로 기대된다.

바. 사업추진 로드맵

성공적인 에코스마트시티 도입과 운영을 위해 도시 부문 재생에너지 보급 확대를 통한 에너지 자립률 확보가 중요하다. 이를 위해서, 도시 내 재생에너지 보급을 확대하는 것이 필요한데, 이를

136) REN21(2020). p.37.

위해서, 건물 부문 신재생에너지 설비 실제 투자자에 대한 경제적 유인 제공, 도시 내 공공 임대주택 커뮤니티 솔라 의무화, 그리고 건물 부문 재생열에너지 시장 조성을 위환 보조금 제공을 제안하였다.

사업을 추진하기 위한 로드맵은 총 5개년으로 구성해 보았다. 먼저 2021년까지 기본계획과 재생에너지 잠재량분석, 이후 2022년부터 신재생에너지 최적모델 개발, 마지막 2023년과 2024년은 앞서 제안한 본 사업을 추진하고 고도화하는 단계로 구성하였다. 2021년 기본계획과 설계단계에서는 도시 단위 신재생에너지 잠재량 조사가 필요하다. 즉, 도시 단위로 전력, 열 부문 각각에 대한 수요와 도시의 신재생에너지 공급 가능 잠재량을 측정하여, 도시의 신재생에너지 지도를 만들어 볼 수 있다. 그리고, 2022년 신재생에너지 최적모델 개발 단계에서는 도시 신재생에너지 잠재량 및 수요를 토대로, 도시 단위 최적 신재생에너지 융합모델을 개발한다. 2023년부터는 시범사업과 함께, 에코스마트시티 설계단계와 최적모델 개발 단계에서의 신재생에너지 잠재량과 최적화 모델을 기반으로 도시 특성에 부합하는 본사업을 추진하게 된다. 특히, 마지막 2023년 사업의 추진과 고도화 단계는 다시 세부적으로 3단계로 나누어서, 건물 실수요자에 대한 경제적 인센티브 제공 및 커뮤니티 솔라 의무화에 대한 시범사업을 추진하고, 사업 추진결과를 바탕으로 사업을 확대해 나가는 것이 필요하다. 이후, 건물 재생열에너지 보조금 제공 시범사업 및 본사업으로 그 범위를 넓혀나가는 방향으로 로드맵을 진행해 나갈 수 있을 것으로 판단된다.

〈표 4-66〉 사업 추진 및 고도화 단계에서의 세부 추진전략

구 분	사업 추진 전략
1	건물 실수요자 인센티브 제공 / 커뮤니티 솔라 의무화 시범사업 추진
2	건물 실수요자 인센티브 제공 / 커뮤니티 솔라 의무화 사업 확대
3	재생열에너지 보조금 제공 시범사업 및 본사업 추진

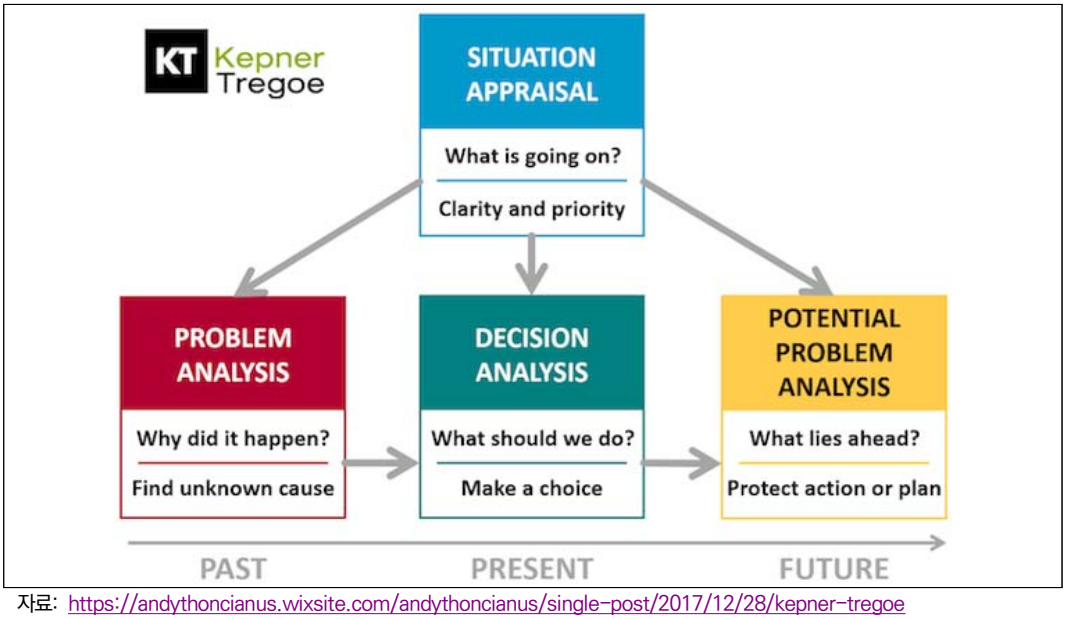
자료: 연구진 작성

제6절 모니터링 및 평가 부문

1. 모니터링 및 평가 계획의 방향

사회 전 분야에 데이터 기반(data-driven) 의사결정이 붐을 일고 있다. 기존의 인간 판단력 기반 의사결정은 인간의 직감에 의존해 의사결정이 이루어져 인지적 편향으로 변모되기 쉬우며 이는 질, 시간, 비용의 관점에서 매우 비효율적이었다. [그림 1-1]의 KT 평가법(Kepenr-Tregoe Method)은 상황을 판단할 때, 문제의 원인을 분석하고 어떤 조치를 취해야 하는 지와 잠재적인 문제를 분석함으로써 문제 탐색에서 대안 실행에 이르는 전 단계를 문제해결 과정으로 보았다. 오늘날 도시에서 수집되는 어마어마한 양의 데이터는 인지적 편향으로부터 의사결정의 질을 향상시켜 주며 다양한 분야의 데이터를 중심으로 도시민의 삶을 보다 혁신적으로 변화하기 위한 체계와 역량을 갖추기 위한 중요한 도구가 되고 있다.

〈그림 4-122〉 Kepner-Tregoe method



자료: https://andythoncianus.wixsite.com/andythoncianus/single-post/2017/12/28/kepner-tregoe

이처럼 스마트시티가 궁극적으로 추구하는 방향은 디지털 혁신(Digital Transformation)이고 핵심 가치는 바로 데이터이다. 데이터 기반 플랫폼에서는 시스템에 의해 24시간 관찰·학습이 가능하며, 정밀 정책은 물리 세계의 변화(객체의 변화, 객체 간 관계의 변화)를 적시에 파악하여 의사결정에 반영하는 과정을 자동화 및 지능화가 가능하기 때문이다. 디지털 혁신은 첨단 ICT 기술의 적용에 그치는 것이 아니라, 궁극적으로 데이터와 지능의 통합(Integration of Data and Intelligence)을 추구한다. 그리고 데이터와 지능을 통합하는 효과적인 방법의 집약체가 '디지털 트윈(Digital Twin)'이다. 즉, 도시마다 직면하고 있는 도시문제들이 다르기 때문에 데이터 및 소프트웨어 중심의 수요자 관점으로 도시문제를 식별하고 융합·분석하는 데이터 플랫폼을 구축하는 것이다. 이 과정에서 에코스마트시티 소셜 디지털트윈은 다분야 데이터의 통합과, 다수준 모델링의 연계, 다차원 시뮬레이션으로 과학적 의사결정을 지원할 것으로 기대한다.

또한, 데이터, 사물인터넷(IoT), 네트워크, 모바일, 인공지능(AI) 등을 대표로 하는 4차 산업혁명 기술의 발전은 인프라 중심의 유비쿼터스 도시에서 데이터 기반의 스마트시티로의 패러다임 전환을 가능하게 하였으나, 이와 동시에 기하급수적으로 증가한 데이터 처리(수집, 저장, 분석, 활용 등)에 따른 에너지 소비 및 탄소 배출 또한 증가하고 있다. 수집되는 데이터 급증에 따라 이의 처리를 위한 전력소비 증가에는 네트워크 및 데이터센터 등 인프라 측면 뿐 아니라 불필요한 데이터 보유에 따른 증가도 있어 데이터 수집 전략 및 주기적인 폐기 등 데이터 관리 측면에서의 전략 필요성도 대두된다.

이에, AI·데이터 효율화를 통한 탄소 절감을 위해 인프라 측면과 데이터 관리 정책 측면으로 구분하여 사업을 구상하였으며, 데이터의 체계적인 관리는 데이터센터 및 네트워크의 효율화에 영향을 주는 순환적 모델로 계획을 제시한다.

2. 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 연구

가. 사업의 배경 및 필요성

복잡하고 다양해지는 사회구조에서 보다 정확하고 신속한 문제 해결 요구가 커짐에 따라 다양한 도시문제, 재난·방역문제, 자원관리 등의 사회문제에 대한 정확한 분석·예측 및 신속한 현실 적용의 필요성 대두되고 있다. 지속가능한 도시개발을 위해서는 동태적 유기체 관점에서 순환형

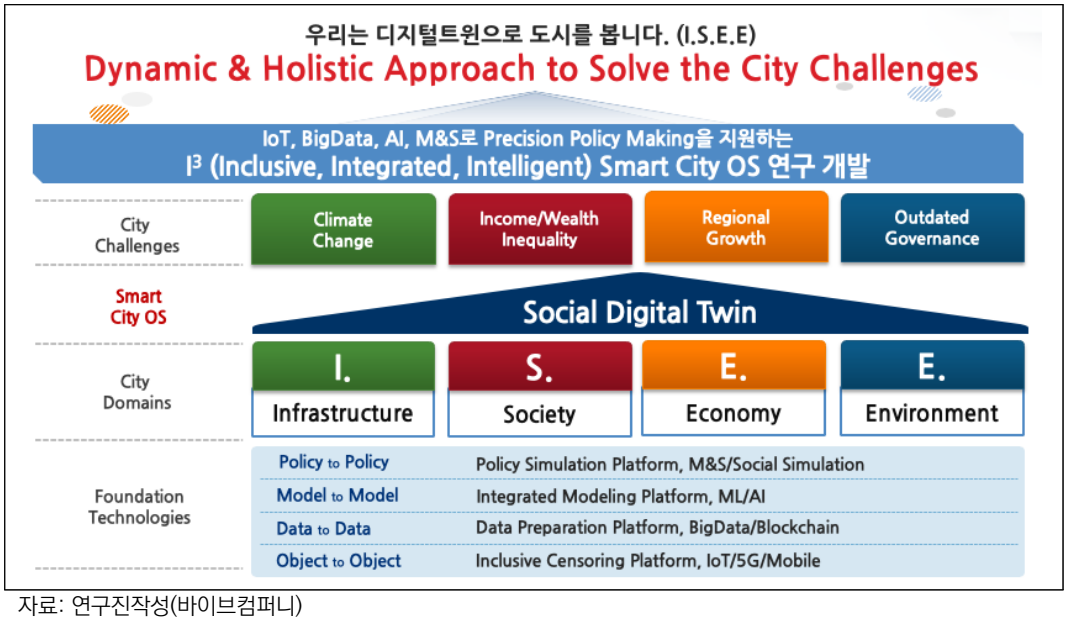
도시메타볼리즘(urban metabolism)에 근거한 도시문제 원인규명 및 해결방안 필요하다. 이에 따라 4차 산업혁명을 이끄는 다양한 기술을 도시공간에 담는 스마트시티의 모델과 자연생태계를 도시 내부와 연결시키는 도시 모델이 에코스마트시티이다. 에코 스마트시티는 도시를 생태계로 이해하고 순환성과 다양성 등의 생태계를 기반으로 도시의 정보통신기술을 활용하여 4차 산업의 융복합 계획을 실현하는 도시계획의 한 모형이다.

또한 에코스마트시티에서는 도시 운영의 효율화, 도시민의 삶의 질 제고 뿐만 아니라 에코스마트시티의 플랫폼 조성을 또 하나의 목표로 설정한다. 따라서 이 연구를 통해 도시계획·설계·개발·관리운영 단계별 다양한 시뮬레이션을 통해 신속하고 합리적인 의사결정을 지원하는 디지털 트윈 플랫폼으로 활용될 수 있을 것이다.

나. 계획방향 및 목표

이 연구의 목적은 다분야 데이터의 통합과 다수준 모델링의 연계, 다차원 시뮬레이션으로 과학적 의사결정을 지원하는 '에코스마트시티 소셜 디지털트윈' 실현하는 것이다. 소셜 디지털트윈은 도시 신진대사(urban metabolism)를 시공간 물리/사회 모델로 구축하고, 도시 지역에서 환경과 인간 시스템의 상호 작용을 분석하고, 정책을 실험·검증하기 위한 프레임워크를 제공한다.

〈그림 4-123〉 소셜디지털 트윈 개념도



자료: 연구진작성(바이브컴퍼니)

다. 사업의 당위성

1) 목표달성을 위한 KPI

에코스마트시티 소셜 디지털트윈 구축 시 요구사항 식별을 위해 고려해야 할 사항은 도시 신진대사(urban metabolism)의 측정 및 추정 대상 범위를 설정하여 데이터 인프라, 서비스 프레임워크 및 도시운영 서비스의 요구사항을 식별하는 것이다.

위 핵심성과지표(KPI)를 달성하기 위해 도시가 추구하는 목표와 공익을 제공하는 핵심 서비스를 중심으로 진행하는 것이 바람직하다. 현실에 존재하는 도시를 실제와 똑같이 디지털 공간에 재현하는 것은 불가능하기 때문에 도시 전체적·전역적 통합 플랫폼을 기준으로 분야별·지역별 통합 플랫폼의 구성과 기능의 역할 분담이 정의되어야 한다. 전체 도시를 세부 지역 단위로 정밀하게 표현하고, 시간에 따라 변화하는 상황을 적시에 파악하기 위해서는 데이터와 AI를 이용한다. 가용한 데이터 수준에 따라 전체 도시를 표현하는 수준이 달라지며, 그에 따른 현황 파악, 문제 분석, 대안 제시, 결과 추정의 정합성이 달라진다.

〈표 4-67〉 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 목표 달성을 위한 KPI

구 분	세부 항목
에코스마트시티 소셜 디지털트윈 요구사항 식별	- “도시 신진대사 (Urban Metabolism)” 측정 및 추정 대상 범위 설정 - “도시 신진대사 (Urban Metabolism)” 측정 및 추정 수준 설정 - 데이터 인프라 / 서비스 프레임워크 / 도시운영 서비스 요구사항 식별
에코스마트시티 소셜 디지털트윈 시스템 구조 설계	- 소셜 디지털트윈 요소 기술 분석 (IoT, 블록체인, 빅데이터, AI, M&S 등) - 소셜 디지털트윈 구축을 위한 IoT/데이터/AI 플랫폼 구조 설계
에코스마트시티 소셜 디지털트윈 기반 서비스 도출	- 소셜 디지털트윈 기반 데이터 인프라 거버넌스 제안 - 소셜 디지털트윈 기반 서비스 프레임워크 제안 - 소셜 디지털트윈 기반 도시 운영 서비스 체계 제안

자료: 제로에너지빌딩 인증시스템 홈페이지(최종접속일: 2020.12.04.)

2) KPI 측정방법

에코스마트시티의 목표달성을 위한 소셜 디지털트윈의 핵심성과지표 측정방법은 디지털 기술을 기반으로 한 포괄성, 실시간성, 적합성을 담아야 한다. 포괄성(Inclusive)은 대상 시스템의 동적인 현상을 데이터와 모형으로 표현하는 범위를 의미한다. 실시간성은 대상 시스템의 동적인 현황을 데이터와 모형으로 동기화하는 시간이며, 적합성은 현황으로부터 문제를 파악하고 대안을 검증하는 시간 대비 정확도이다.

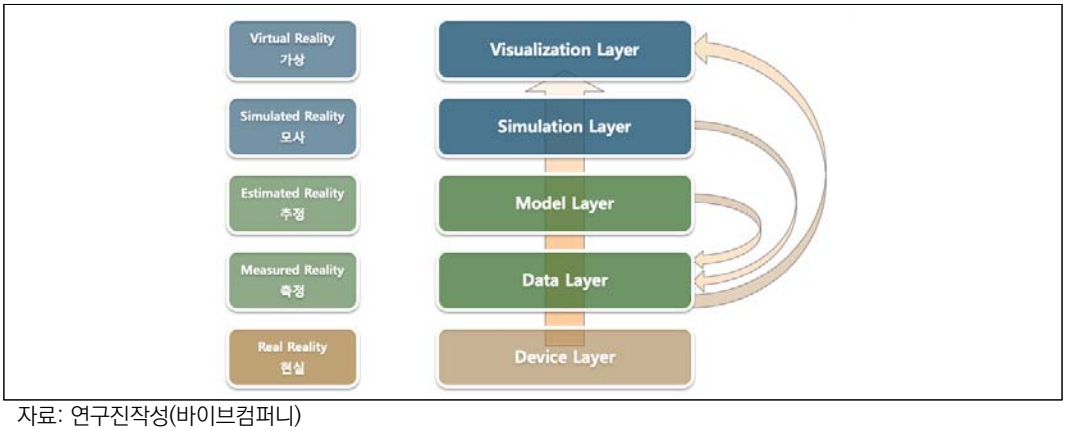
라. 사업내용

에코스마트시티 소셜 디지털트윈 플랫폼 구축

디지털 트윈(Digital Twin)은 현실세계를 가상화하고 실제 현상 및 실시간 데이터를 수집하여 연계·통합·분석함으로써 도시문제를 해결하는 의사결정 지원 솔루션으로 정의한다. 에코스마트시티 소셜 디지털트윈은 다분야의 데이터를 통합, 다수준 모델링의 연계, 다차원 시뮬레이션을 기반으로 근거기반 과학적 의사결정을 지원한다.

디지털 트윈의 다섯 가지 계층을 나타낸 것이 〈그림 1-3〉이다. 먼저, 현실 데이터를 수집하여, 수집된 데이터를 현실과 동일한 3D모델링을 기반으로 가상공간에서 분석한 후, 시뮬레이션 하여 그 결과를 피드백하여 문제를 해결한다. 이를 통해 빅데이터·인공지능 등의 기술을 기반으로 도시 데이터를 축적하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 분석·시뮬레이션 기능을 제공하는 예측 플랫폼으로 역할을 할 것이라 기대한다.

〈그림 4-124〉 디지털 트윈 계층 구성도



자료: 연구진작성(바이브컴퍼니)

소셜 디지털트윈의 사업 내용으로는 신도시 단지 계획 정보 및 3D 공간정보 등을 활용하여 지구계획 시뮬레이션 서비스를 설계하는 것이다. 이는 도시계획 관련 법령 및 조례에 기반한 3차원 시뮬레이션 규칙과 다양한 지점에서 도시 경관을 판단하는 3D 경관 정보를 제공할 수 있다. 더 나아가 가로수, 가로등, 방음벽 등의 가로시설물을 시뮬레이션으로 설계하여 단지 주변 시가지까지도 3D로 구현이 가능하다.

또한 실내외 시민 측위 기반 시민 행태 측정·추정 기반 조성, 지역 단위 자원 흐름 현황 측정·추정 기반 조성, 지역 단위 경제 현황 측정·추정 기반 조성함으로써 도시현황을 포괄적으로 적시에 파악하는 IoT 플랫폼의 개발을 지원한다.

〈표 4-68〉 디지털 트윈 사업 내용

구 분	세부 항목
도시현황을 포괄적으로 적시에 파악하는 IoT 플랫폼 개발	- (People Flow) 실내외 시민 측위 기반 시민 행태 측정·추정 기반 조성 - (Resource Flow) 지역 단위 자원 흐름 현황 측정/추정 기반 조성 - (Money Flow) 지역 단위 경제 현황 측정/추정 기반 조성
도시 문제를 식별하고 융합 분석하는 데이터 플랫폼 구축	- 국가시범도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 - 3기 신도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 - 분야별 디지털트윈 (스마트산단, 스마트항만 등) 설계 컨설팅 및 PoC 진행
도시 문제 해결을 위한 시뮬레이션 검증 플랫폼 구축	- (지식 체계 구축) 도시 모형 및 시뮬레이션 데이터 지식 체계 구축 - (시뮬레이션 엔진) 도시 문제 해결책 비교 분석 환경 구축 - (시뮬레이션 게임화) 시뮬레이션 게임화를 통한 시민 참여/주도 정책 개발

자료: 연구진작성(바이브컴퍼니)

1) 사업추진 대상

국토교통부는 세계적 수준의 국가 시범단지를 조성하기 위한 '스마트시티 국가 시범도시'로 세종 5-1생활권과 부산 에코델타시티를 선정하였다. 스마트시티 시범도시(세종, 부산) 디지털트윈 마스터플랜 수립 및 시범 시스템 구축 용역을 통해 다양한 정보와의 연계성을 고려하여 본 플랫폼의 구축 방안을 제시하도록 한다. 또한 3기 신도시 대상으로 도시계획 프로세스 혁신을 위한 디지털 트윈 기술을 적용시킬 수 있다. 실제로, 한국토지주택공사(LH)는 3기 신도시에 'IoT 연계 디지털트윈 플랫폼' 기술을 시범적용 하여 차원 실내외 도시모델과 실시간 IoT 센서를 통합 개발하였다. 이처럼 3기 신도시 도시계획에 디지털트윈 플랫폼을 도입하게 되면 향후 신도시 개발 과정에서 발생할 수 있는 각종 안전사고 방지와 효율적인 공사 관리도 가능할 것으로 예상된다.

2) 스케일

소셜 디지털트윈 플랫폼은 지역별, 분야별로 특화하여 플랫폼 간의 상호 연계가 가능하도록 추진한다.

마. 사업추진 전략

1) 에코스마트시티 디지털트윈 구축

디지털트윈 플랫폼 아키텍처 설계할 때는 다양한 서비스의 융합이 가능한 개방형 아키텍처로 설계할 필요가 있으며, 이에 디지털 플랫폼 기능의 확장성, 개별 서비스와의 연계성 및 유지관리의 지속가능성을 고려하여 오픈소스 기반 통합 플랫폼을 설계한다. 또한 국제표준화기구(OGC: Open Geo-Spatial Consortium)[137], ITU, ISO, IFU 등 국제 컨소시엄과 협업 뿐만 아니라 국내 공간정보 데이터 표준 모델을 디지털 트윈에 적용함으로써 국내·외 표준 기반 디지털 트윈 플랫폼을 구축한다. 소셜 디지털트윈 플랫폼은 데이터의 취득, 변환, 관리, 분석, 구성, 표출 등의 단계를 분석하여 최적화된 디지털트윈 핵심기반 6대 모듈을 설계 및 연계한다.

2) CityOS 기반 오픈 거버넌스 플랫폼

디지털트윈은 도시계획 단계에 활용하는 3차원 가시화 기반 도구/서비스로 국한하는 것이 아니라, 도시 전체의 현황을 분석하고 정책/서비스를 실험하는 포괄적인 환경으로 재정의가 필요하다. 이에 따라 데이터·AI 기반의 도시 전주기 대상 운영시스템인 'City OS'의 근간으로 디지털트윈을 공공과 민간이 함께 협력하여 도시 정책 의사결정 과정에 참여하는 오픈 거버넌스 플랫폼으로 활용하는 방안을 모색하고 있다. 프로세스 개방은 오픈 거버넌스 프레임워크의 중요한 구성요소로 모든 합법적인 주체가 정책 의사결정 및 공공부문 계획에 참여할 수 있는 환경을 제공함으로써 정부, 민간, 시민이 도시 현황을 공유하고, 서비스와 정책을 건전하게 경쟁하기 위한 데이터·지식 공유 환경으로 디지털트윈이 활용되어야 할 것이다.

바. 사업추진 주체

대상 도시의 규모와 범위, 그리고 목적에 따라 정부·지자체·민간·SPC 등 사업의 추진 주체가 달라질 것이다. 정부는 국가 재난안전 디지털트윈, 국가 기후변화대응디지털트윈 등과 같은 분야별 국가 범위 디지털트윈 적용 방안을 마련할 수 있다. 지자체는 국가시범도시 및 3기 신도시 등 지자체 단위 스마트시티 디지털트윈, 스마트 산단, 스마트 항만 등의 분야별 디지털트윈 사업을 지원하며, 공공

137) OGC는 공간정보를 개방적으로 상호 운용할 수 있도록 컴포넌트를 개발하는 등 공간정보의 표준을 선도하는 국제 표준화 기관이다.

기관의 경우, 한국토지주택공사(LH)는 도시계획 건설 특화 디지털트윈 사업을, 한국국토정보공사(LX)는 도시 행정 특화 디지털트윈 사업에 대한 추진 전략이 모색되고 있다.

사. 사업추진 로드맵

사업추진 로드맵에서는 시점사업, 본사업, 확장사업으로 구분하였다. 먼저 시범사업 단계(2019~2021년)에서는 국가시범도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행, 3기 신도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행과 분야별 디지털트윈 (스마트산단, 스마트항만 등) 설계 컨설팅 및 PoC 진행하고자 한다. 시범사업을 실시한 뒤, 시범사업의 효과성 분석을 거쳐 본사업(2021 ~ 2025) 단계에서는 10만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스, 분야별 (스마트산단, 스마트항만 등) 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스가 진행될 예정이다. 이후 확장사업(2025 ~ 2030) 단계에서는 100만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 서비스 구현, 분야별 국가 범위 소셜 디지털트윈 (재난안전, 기후변화대응 등) 서비스 구현 사업을 진행하여 도시의 스케일을 확장시켜나갈 계획이다.

〈표 4-69〉 디지털 트윈 사업추진 로드맵

시기	내용
시점사업(2019~2021)	- 국가시범도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 - 3기 신도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 - 분야별 디지털트윈 (스마트산단, 스마트항만 등) 설계 컨설팅 및 PoC 진행
본사업 (2021~2025)	- 10만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스 - 분야별 (스마트산단, 스마트항만 등) 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스
확장사업 (2025~2030)	- 100만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 서비스 구현 - 분야별 국가 범위 소셜 디지털트윈 (재난안전, 기후변화대응 등) 서비스 구현

자료: 연구진작성(바이브컴퍼니)

3. AI·데이터 운영 효율화

1) 사업의 배경 및 필요성

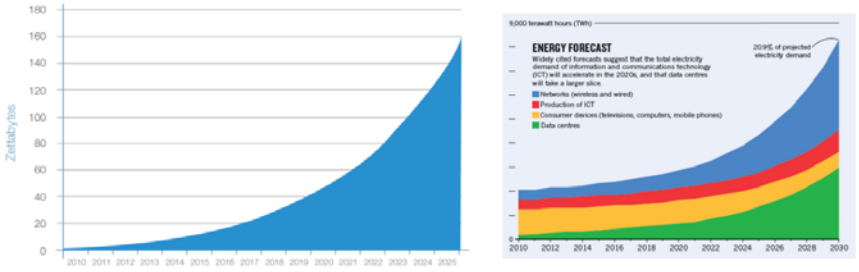
데이터, 사물인터넷(IoT), 네트워크, 모바일, 인공지능(AI) 등을 대표로 하는 4차 산업혁명 기술의 발전은 인프라 중심의 유비쿼터스 도시에서 데이터 기반의 스마트시티로의 패러다임 전환을 가능하게 하였으나, 이와 동시에 기하급수적으로 증가한 수집, 저장, 분석, 활용 등의 데이터 처리에 따른 에너지 소비 및 탄소 배출 또한 증가할 것으로 예상된다.

2025년까지 전 세계 데이터의 양은 2016년 기준보다 약 10배 증가한 163ZB이며, 그중 25% 이상이 실시간으로 생성되는 데이터로 전망하고 있다.[138]

또한, 2030년 전 세계 전력 소비의 20% 이상을 정보통신(ICT) 산업이 담당하며, 이 가운데 30% 이상이 데이터센터에 의해 발생할 것으로 분석하였다. 구체적인 수치에 따르면 2030년 세계 전력 소비는 약 4만 TWh 이며, 데이터센터의 전력 소비는 약 3천 TWh 수준으로 세계 전력 소비 내 비중이 약 8%까지 확대될 것이며, 개인이 소비하는 스마트 폰, TV 등 ICT 장비의 전력 소비는 오히려 감소하나, 데이터 통신에 따른 네트워크 전력 소비 또한 급격히 증가하여 데이터센터 비중 수준으로 차지할 것으로 예상했다.[139]

일반적으로 데이터센터에서 소비되는 에너지의 비중을 살펴보면 IT 장비 이외에 냉방전력이 50%, 열손실 15% 등 65% 이상이 데이터 처리와 직접적으로 무관한 소비로써[140] 효율적인 냉방기술 도입과 최신 ICT 기술 등의 도입만으로도 탄소배출 절감이 가능하며 데이터 처리와 관련된 서버, 스토리지 등의 인프라는 가상화 도입을 통한 효율적 운영이 필요하다.

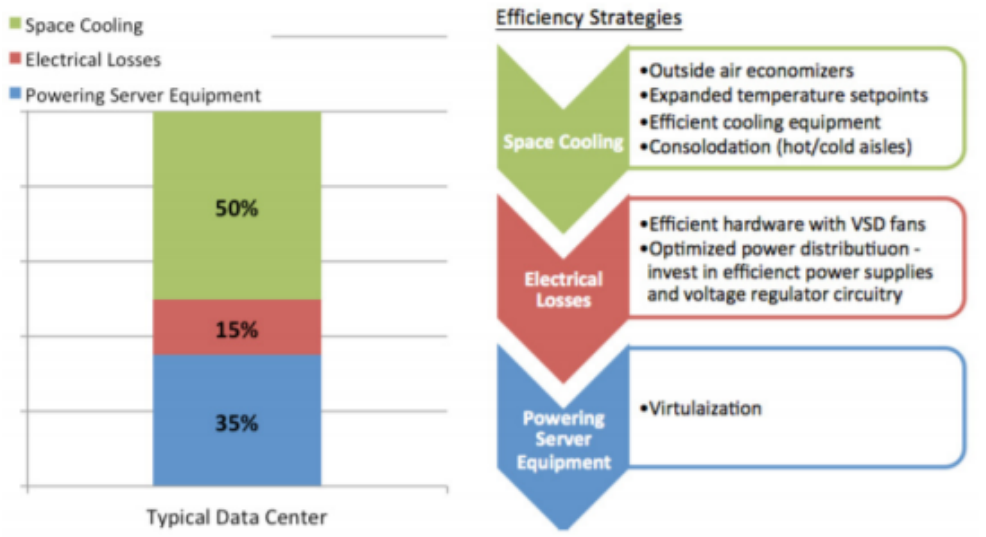
〈그림 4-125〉 연도별 데이터 증가 (좌)및 ICT 부분 전력 소비(우) 증가 예측



자료 : (좌) Data Age 2025 (우) On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030

138) IDC, 2017, Data Age 2025 P5
139) Andrae and T. Edler, 2015, On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030 P117-157
140) Zhuolun Chen, 2017, Global Trend and Challenges to Internet Data Centre: High Energy Efficiency Strategies P12

〈그림 4-126〉 데이터센터의 기능별 에너지소비 비중과 에너지 효율 전략



자료 : Zhuolun Chen, 2017, Global Trend and Challenges to Internet Data Centre: High Energy Efficiency Strategies P12

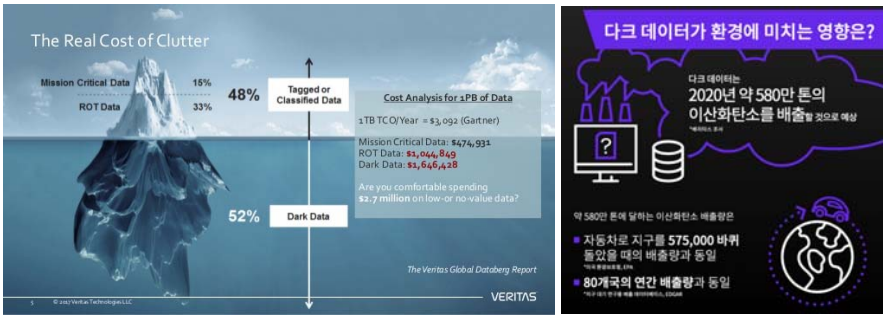
데이터 급증에 따라 처리를 위한 전력 소비 증가에는 네트워크 및 데이터센터 등 인프라 구축·운영 측면 뿐 아니라 불필요한 데이터 보유에 따른 증가도 있어 데이터 수집 전략 및 주기적인 삭제 등 데이터 관리 측면에서의 전략 필요성 대두된다.

기업이 저장하고 처리하는 데이터의 52%가 가치가 확인되지 않은 '다크데이터(dark data)'이며, 중복되거나 오래되었거나 불필요한(redundant, obsolete, trivial - (ROT) 데이터가 33%로 전 세계 기업들이 다크 데이터 및 ROT 데이터를 관리하는 데 지출하는 비용이 2020년까지 총 최대 3조3천억 달러(한화 3천8백조원)로 예측했다. 이러한, 다크 데이터 확산으로 인한 데이터센터의 에너지 소비로 올해 이산화탄소 580만t이 불필요하게 발생할 것으로 전망했으며, 이는 연간 80개국 이산화탄소 배출량 수준이다.[141]

또한, 인공지능(AI) 도입을 통해 교통혼잡도 10% 감소, 건강 수명 3세 증가, 제고 생산성 10% 향상, 범죄 검거율 90% 수준 증가 및 농업, 에너지, 교통, 물 등 분야별 GDP 발전, 분야별 온실가스(Greenhouse Gas, GHG) 절감 등에 인류의 혜택 예상된다.

141) Veritas, 2016, THE DATABERG REPORT: SEE WHAT OTHERS DON'T P4

〈그림 4-127〉 기업 데이터 내 다크데이터 비중(좌) 및 불필요한 이산화탄소 배출 예측(우)



자료 : Veritas, 2016, THE DATABERG REPORT: SEE WHAT OTHERS DON'T P4

〈그림 4-128〉 분야별 인공지능(AI) 효과



자료 : 관계부처 합동, 2019, 인공지능 국가전략, P6

〈표 4-70〉 AI 적용에 따른 GDP, GHG 효과 예측치

구분	글로벌 GDP 2030	글로벌 GHG 2030
농업	0.2% ~ 0.3%	-0.1% ~ -0.3%
에너지	1.6% ~ 2.2%	-1.6% ~ -2.2%
교통	1.2% ~ 1.8%	0.3% ~ -1.7%
물	0.04% ~ 0.2%	0.0% ~ 0.2%
모든 산업의 합	3.1% ~ 4.4%	-1.5% ~ -4.0%

자료 : PWC, 2019, Artificial intelligence and the fate of planet Earth

다만, 최근 인공지능 학습에 따른 탄소배출 또한 이슈로 부상하고 있으며, 다수의 대규모 AI 모델을 훈련시키는 과정에서 발생하는 탄소배출량이 미국 자동차가 평균적으로 폐차할 때까지 배출하는 것보다 5배 이상 많으며, 특히 자연어 분야에서 신경망 아키텍처(NAS)로 하나의 인공지능 모델을 훈련시키는 데는 약 284톤의 이산화탄소가 발생한다고 분석하였다.[142]

〈표 4-71〉 인공지능 모델 학습과정 및 기타 행동에 따른 탄소 배출량

종류	탄소배출량(kg)	종류	탄소배출량(kg)
인천-뉴욕 왕복 비행	979	자연어 처리 모델 BERT 학습	652
1인당 연간 평균 탄소 배출량	5,000	자연어 처리 모델 NAS 학습	284,019
자동차 1대당 생애주기 동안 탄소 배출양	57,152		

자료 : University of Massachusetts Amherst, 2019, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP 및 기사[143] 참조

2) 계획방향 및 목표

AI·데이터 효율화를 통한 탄소절감을 위해 인프라 측면과 데이터 관리 정책 측면으로 구분하여 사업을 구상하였으며, 데이터의 체계적인 관리는 데이터센터 및 네트워크의 효율화 등에 영향을 주는 순환적 모델로 제시하였다. 인프라 측면에서는 Public Cloud 전면 도입 및 가상화 등을 통한 센터 운영 효율화, 모바일 엣지 컴퓨팅(MEC) 및 지능형 IoT(AIoT) 도입 등을 통한 네트워크 트래픽 절감, 효율적인 인공지능 학습 및 사용 등을 제시할 예정이며, 데이터 관리 측면에서는 생애주기 관리 체계 수립을 통해 데이터 스토리지 용량의 효율적 관리를 통한 탄소절감 방안을 제시하였다. 다만, 신재생에너지 사용 등 전력공급체계, 이산화탄소 포집·저장·활용 기술 등 탄소절감을 위한 공통사항은 별도 추가적인 기술은 논의에서 제외한다.

(목표) AI·데이터 운영 효율화를 통해 2030년을 목표로 탄소배출 50% 절감

142) University of Massachusetts Amherst, 2019, Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP

143) 주간경향(https://weekly.khan.co.kr/khnm.html?mode=view&artid=201912271605331&code=114, 2021. 1.21 검색)

3) 사업의 당위성

□ 현행 스마트시티의 한계

현행 스마트시티 사업은 데이터를 활용한 도시문제 해결, 신사업 창출 등에 중점을 두고 도시 운영 효율 및 신기술 테스트 베드 등 혁신성에 초점이 맞춰져 추진되고 있어 지속가능성에 대한 접근이 다소 부족하였다.

스마트시티 1.0(유비쿼터스도시)이 인프라 중심이었고, 2.0이 AI·데이터 중심이었다면 에코스마트시티는 스마트시티 3.0으로써 도시 운영을 위한 AI·데이터 등 정보자원 활용 측면의 효율성을 위한 클라우드 전면도입 등으로 현행 스마트시티와 차별화되었으며, 클라우드 도입은 스마트시티 2.0 주요 기술로 적용을 목표로 하고 있으나 그 활용이 미비하여 클라우드의 전면도입을 통한 정보자원 활용효율성을 새로운 핵심요소로 도출하였다.

〈표 4-72〉 스마트시티 개념별 핵심 요소(안)

단계	스마트시티 1.0	스마트시티 2.0	스마트시티 3.0
도시	유비쿼터스도시	스마트시티	에코스마트시티
핵심요소	인프라	데이터, 인공지능	데이터, 인공지능, 클라우드

자료 : 저자 작성

□ 컴퓨팅 기술의 발전과 클라우드 전환 추세

앞서 살펴본 데이터 처리에 따른 네트워크, 서버 등 인프라의 전력소비 폭증 예상에도 지난 10년 동안 전 세계 데이터센터의 전력 소비는 증가했지만, 같은 기간 동안 워크로드와 하드웨어의 증가와 비교하면 그 수준은 미미하며, 4가지 정도의 사유 제시하였으며, 그 이유로는 크게 기술의 발달로 인한 전력 소비 효율 향상과 클라우드 확대 도입을 통한 효율적인 전력소비로 나타났다.[144]

〈표 4-73〉 Recalibrating Global data center energy-use estimates에서 제시한 전력 소비현황

구분	내용
1	하드웨어 전력 소비 효율 향상 (2000년 이후 출력효율은 2.6년마다 2배 증가)
2	서버 가상화로 컴퓨트 인스턴스 6배 상승에도 전력 사용량은 25% 증가에 그침
3	효율적인 네트워킹 기술로 IP 트래픽 10배 증가함에도 장비의 전력 사용량은 적정 유지
4	하이퍼스케일 데이터센터의 등장과 클라우드 마이그레이션으로 인한 효율적인 전력소비

자료 : Recalibrating Global data center energy-use estimates 재구성

144) Science, 2020, Recalibrating global data center energy-use estimates

또한 따르면 기업과 기관 등이 데이터센터를 직접 소유하지 않고 정보자원 등을 퍼블릭 클라우드로 이전 할 경우 이산화탄소 배출량을 연간 5천900만톤(자체 데이터센터 대비 80% 이상) 감축할 것으로 분석했으며, 이는 약 2천200만대 수준의 차량을 도로에서 없애는 수준으로 분석된다.[145] 이와 더불어 정부 또한 디지털정부혁신 발전계획('20,6) 등을 통해 행정, 공공기관 정보시스템 클라우드센터 이전·통합계획 등을 발표하고, 자원 효율화 등을 위해 소규모 전산실 위주의 정보시스템을 공공 혹은 민간클라우드 단계적으로 전환하고 통합 운영 예정이다. 또한, 데이터 관리 전략 측면에서는 불필요한 데이터 보유 삭제 필요성에 대한 인식이 점차 확산되고 있으며, 전 세계 약 23억 명의 이메일 사용자가 매일 50개씩을 이메일을 삭제하면 연간 총 8,625,000GB의 공간을 절약하고 1GB당 데이터센터 전력 약 32kWh로 계산하였을 때 276,000,000kWh 절약 가능하다.[146]

□ 한국판 뉴딜 연계 스마트시티의 부상

2020년 7월 정부는 코로나19에 따른 경제위기 극복과 미래투자를 위해 디지털 뉴딜과 그린뉴딜을 양축으로 하는 한국판 뉴딜전략을 발표하고 사업을 추진하고 있으며, 이러한 와중에 지난 11월 한국판 뉴딜 연계 스마트시티 추진전략대회 개최하고 한국판 뉴딜과 스마트시티 사업의 연계 추진에 대한 중요성을 강조하였다. 특히, 기존 SOC 디지털화, 통합플랫폼 확대 등 디지털뉴딜을 통한 스마트시티 이외에도 그린뉴딜 연계가 추가 요구가 되었으며, 이를 위해 각종 혁신 서비스를 통한 에너지 절감 뿐 아니라 데이터 처리를 위한 인프라 및 데이터 관리 정책 등에 대한 부분도 탄소중립을 위한 전략수립에 반영될 필요하다.

〈표 4-74〉 한국판 뉴딜 연계 스마트시티 추진전략



"우리는 더 잘 살기 위해 도시를 끊임없이 발전시켜왔고, 이제는 미래도시의 수요에 맞춰 '스마트시티'를 건설하고 있습니다. 디지털 기술로 도시를 하나로 연결하면 방역, 안전, 교통, 돌봄, 의료와 같은 생활환경과 공공서비스의 질이 높아집니다.

집중호우와 태풍 같은 자연재해도 도시 인프라를 고도화함으로써 더 안전하게 대응할 수 있습니다. **에너지를 절약하고, 기후변화에 대응하는 친환경도시를 만들기 위해서도** '스마트시티'는 피할 수 없는 도시의 미래가 되었습니다.

자료 : 청와대

145) accenture, 2020, The green behind the cloud P3
146) 한국전력 블로그(https://blog.kepco.co.kr/1923, 2021.1.21 검색)

□ 목표달성을 위한 KPI와 측정방법

① 목표달성을 위한 KPI

· 에코스마트시티 데이터센터 에너지효율 개선을 통해 탄소배출 50% 절감

· 에코스마트시티 데이터 활용률 70% 개선

② KPI 측정 방법

· AI 기반 데이터센터 에너지효율 개선을 통한 탄소배출 절감

- 절감률 = 2030년 탄소 배출량 / 2021년 탄소 배출량 * 100%

· 데이터센터 데이터 활용률

- 활용률 = 2030년 데이터 활용률 / 2021년 데이터 활용률 * 100%

4) 사업내용

□ 인프라 구축·운영 측면

○ 도시별 정보자원 통합 및 클라우드 전환

2019년 현재, 245개 광역, 기초 자치단체 중 220 곳이 개별적인 CCTV 통합관제 센터를 구축 운영 중이며, 그 중 216개 기초자치단체는 시군구 단위의 통합관제센터를 운영하고 광역은 대전, 광주, 세종, 제주 등 4곳만 운영 중으로 자원의 효율성 낮을 것으로 예상된다.[147] 행정기관 및 공공기관 정보자원 통합기준, 디지털정부혁신 추진계획 등 정부의 클라우드 전환계획 등을 준용하여 도시별(기초 자치단체) 운영 중인 CCTV 통합관제를 포함한 도시통합운영센터 등을 단계적으로 클라우드로 전환하여 운영 효율화 강화될 것으로 예상된다. 데이터센터의 에너지효율을 나타내는 가장 기본적인 지표는 PUE(Power Usage Effectiveness)로써 2016년 기준으로 국내 정부·공공기관에서 운영하는 데이터센터의 PUE는 민간보다 2배 이상으로 정부 운영 데이터센터의 개선 여지가 크며, 민간 데이터센터로 전환할 경우 에너지 효율적인 측면에서도 큰 효과가 있는 것 예상된다.

또한. 데이터센터의 효율적인 전력사용과 더불어 미국, 중국 등 세계 각국에서는 폐열을 활용한 지역난방 사례가 많아 클라우드 데이터센터 탄소절감 전략 등에 활용하는 추세이다.

147) 국회입법조사처, 2019, CCTV 통합관제센터 운영실태 및 개선방안 입법정책보고서, P10

〈표 4-75〉 국내 데이터센터 PUE 추이 (2016년 기준)

구분	2014	2015	2016
산업계	1.75	1.80	1.73
정부·공공	3.40	3.96	3.89
전체	2.35	2.61	2.54

자료 : 에너지경제연구원, 2019, 데이터센터폐열의 지역냉난방 활용 사례와 정책적 시사점, P13

〈표 4-76〉 해외 데이터센터 폐열 활용 사례

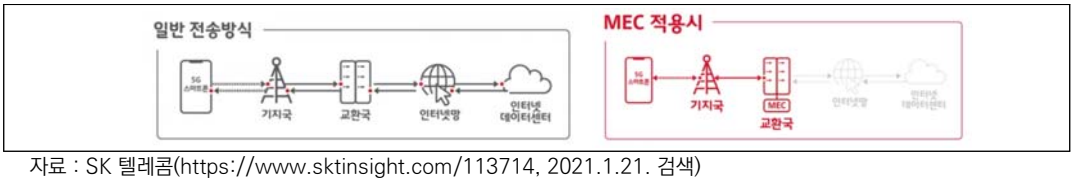
국가	사례
미국	국립재생에너지연구소 에너지 시스템 통합시설 내 데이터센터 폐열을 35℃로 회수하여 건물 내 난방 온수 시스템으로 활용
중국	후허하오터(Hohhot) 시에 위치한 데이터센터는 폐열을 활용해 지역난방 공급하여 2016년 기준 연간 10% 수준의 전력소비 감축
덴마크	페이스북은 오덴세(Odense) 시에서 2020년에 가동할 예정으로 데이터센터 건설을 추진 중으로 연간 10만 MWh 폐열을 지역난방으로 활용하여 6,900가구에 공급할 것으로 예상

자료 : 에너지경제연구원, 2019, 데이터센터폐열의 지역냉난방 활용 사례와 정책적 시사점, P16, P18, P23

○ 모바일 엣지 컴퓨팅(MEC) 및 지능형·자율형 IoT을 통한 네트워킹 효율화

2019년 기준 380억개 였던 IoT 기기가 2025년 560억개로 증가할 것으로 전망하였으며, 앞서 살펴본 IDC의 Data Age 2025는 2025년까지 전 세계 데이터의 25% 이상이 실시간으로 생성되는 데이터라 전망하여[148], IoT 등 단말기기와 데이터센터 간의 급증하는 데이터의 통신 부분에 대한 전략적 접근 필요하다. 모바일, IoT 등의 단말기기로부터 발생하는 데이터 규모의 급속한 증가 및 자율주행 등 저지연, 실시간 데이터 처리가 요구되는 혁신적인 서비스가 증가하고 있어, 중앙 데이터센터에서 모든 데이터를 처리하기에는 역부족이다. 이러한 이유로 데이터가 수집되는 기기 자체 또는 주변에서 데이터를 분산 처리하는 모바일 엣지 컴퓨팅(Mobile Edge Computing) 도입 확산으로 네트워크 운영효율화를 통한 탄소절감이 예상된다. MEC 구현을 통해 트래픽 59% 감소 효과를 보이고 있으며, MEC는 트래픽 분산 처리를 통해 데이터 병목 현상을 줄이고, 관련 운영비용 및 보안 위협 감소 등의 효과 기대되는 것으로 예상된다.[149]

〈그림 4-129〉 MEC 전송방식

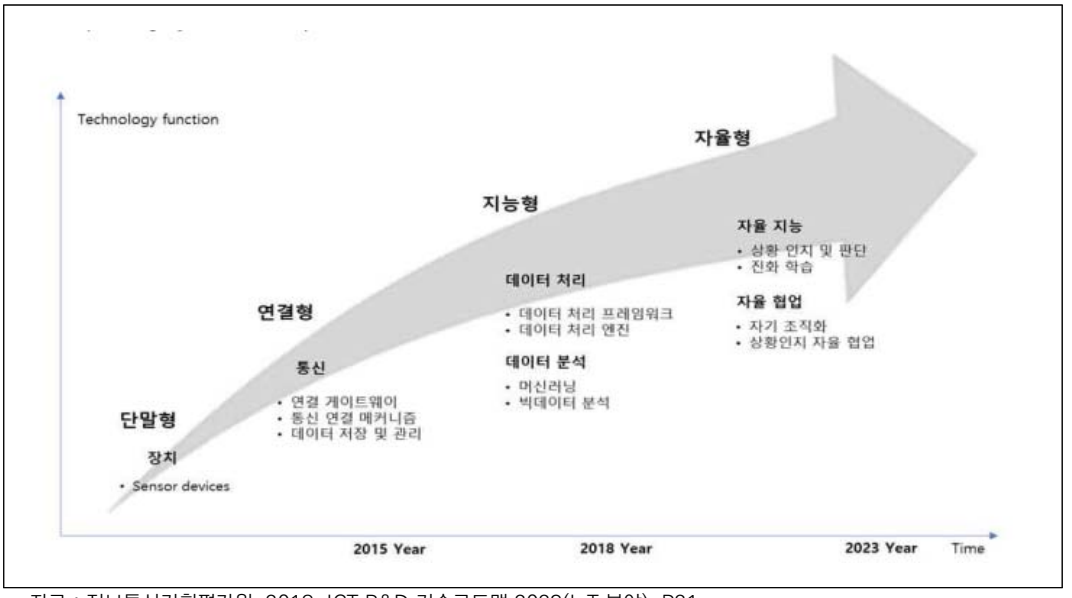


자료 : SK 텔레콤(https://www.sktinsight.com/113714, 2021.1.21. 검색)

148) Intel, 2020, Innovation through intelligence, P5
149) iGillottResearch, 2018, 소매 부문의 MEC 관련 비즈니스 사례, P23

또한, 연결형 사물인터넷에서 다른 사물들과 상호 소통하며 주변 상황 인지와 자율적 대응까지 수행하는 지능형, 자율형 IoT를 도입함으로써 기기단에서 사물이 주변의 다 른 IoT 기기들과 상호 소통하면서 주변의 상황인지와 자율적 대응까지 수행하여 빠른 처리속도와 네트워크 트래픽 절감이 가능하다.

〈그림 4-130〉 사물인터넷 기술 발전 전망



자료 : 정보통신기획평가원, 2018, ICT R&D 기술로드맵 2023(IoT 분야), P21

○ 인공지능 학습 센터 운영을 통한 자원효율화 및 모델 확산

AI 모델 개발을 위한 학습을 위해서는 대량의 컴퓨팅 자원 및 전력 소모가 발생함으로 모든 도시에서 개별적으로 학습을 위한 컴퓨팅 자원 구매 등을 시행하지 않고, 정부 혹은 공공주도의 인공지능 학습 센터를 도입하여 도시 운영에 필요한 공통적인 인공지능을 학습시키고 해당 모델을 도시에 보급함으로써 인공지능 학습에 필요한 컴퓨팅 자원을 절감하여 탄소배출을 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

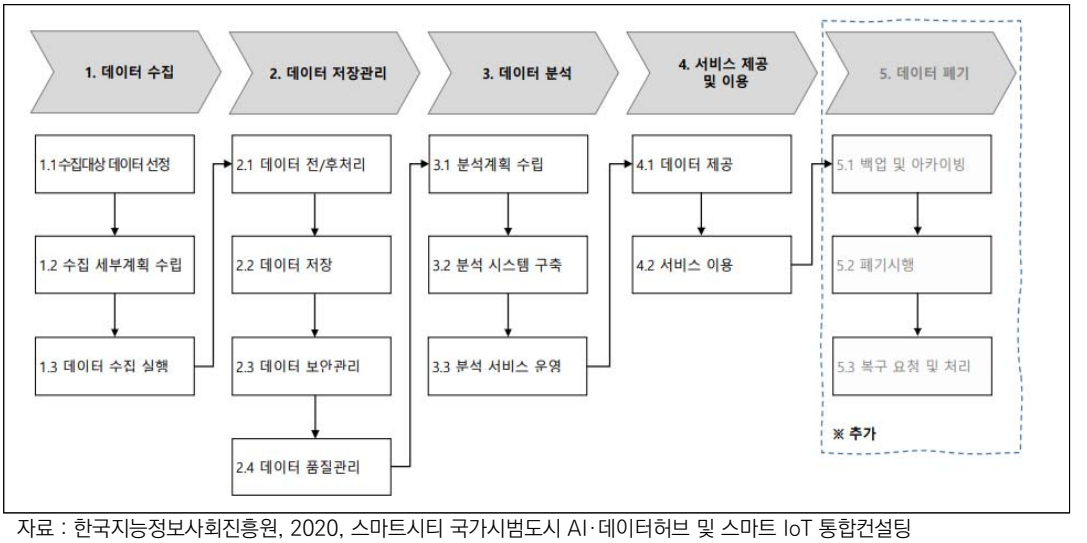
또한, 정확도 높은 인공지능 모델 개발을 위해서는 대량의 데이터도 필요하여 분산된 데이터를 통합하여 제공함으로써 학습의 효과를 높일 수 있으며, 관련하여 과학기술정보통신부 및 한국지능정보사회진흥원은 AI허브(Aihub.or.kr) 운영을 통해 AI 기술 및 서비스 개발에 필요한 AI 인프라(AI 학습용 데이터, SW API, 컴퓨팅 자원 등)를 제공하는 통합플랫폼을 구축·운영하고 있으며 확대 확산 적용 검토 필요하다.

□ 데이터 관리 정책 측면

앞서 제시한 바와 같이 주기적인 데이터 폐기를 통한 데이터 스토리지의 효율적인 활용을 통해 불필요한 데이터 저장에 따른 소비전력 절감 가능할 것으로 예상되나 데이터 생애주기 기반 빅데이터 도입 및 활용 지침(TTAK.KO-10.0900) 등에는 데이터 폐기에 대한 명확한 표준 등이 제시되어 있지 않고 있으며 실무자들은 관습적으로 데이터를 폐기 없이 백업하고 있어 데이터 규모가 확장되고 있다.

지금까지는 데이터 수집·저장·활용 위주로 데이터센터를 운영하였으며 활용도가 떨어지거나 불필요한 데이터를 삭제 또는 스토리지를 별도 관리하여 효율성을 높이려는 시도는 부족하였다. 이에, 에코스마트시티 운영을 위한 데이터 생애주기 체계 수립하고 이에 따른 데이터를 주기적으로 폐기함으로써 효율적인 데이터 관리를 하여야 한다. 이를 통해 표준화된 데이터를 수집하고 이후 저장, 보안 및 품질관리, 분석 등 전처리 과정에 불필요한 에너지소비를 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

〈그림 4-131〉 데이터 생애주기 체계(안)



자료 : 한국지능정보사회진흥원, 2020, 스마트시티 국가시범도시 AI·데이터허브 및 스마트 IoT 통합컨설팅

5) 사업추진 전략

데이터 관리 정책 분야와 데이터 처리 관련 기술·인프라로 2개 과제를 선순환 모델로 추진전략을 제안한다.

〈그림 4-132〉 제안 사업간 추진 전략(안)

데이터 관리 정책 제시		데이터 처리 인프라 효율화
• 데이터 표준화를 통한 처리 효율화 • 주기적인 데이터 폐기를 통한 데이터 규모 관리		• 클라우드를 통한 정보자원 효율화 • MEC, AIoT를 통한 트래픽 절감 • (정부/공공 주도) 인공지능 학습 및 제공 • 데이터센터 폐열 등 활용

자료 : 연구진 작성

6) 사업추진 주체

지방정부(도시단위) 중심으로 추진하며, 데이터/통신 기술 및 인공지능 학습 등은 중앙정부 차원에서 선도 후 지방정부로 확산 적용하는 것으로 추진한다.

7) 사업추진 로드맵

□ 애자일(Agile) 방식으로 시범 적용 후 확산

〈표 4-77〉 에코스마트시티 모니터링 사업추진 로드맵

구분	2021년	2025년	2027년	2030년
데이터정책	폐기원칙을 포함한 데이터 정책 수립	-	운영/개선	
기술·인프라	운영 전략 및 아키텍쳐 수립	클라우드 전환 5G 도입 및 MEC 적용 등	운영/개선	

자료 : 연구진 작성

제7절 거버넌스 부문 : 시민 거버넌스 구축

1. 에코스마트시티 거버넌스 계획 방향

우리가 직면하고 있는 다양한 도시문제들을 '스마트하게', 즉 '똑똑하게' 풀어내기 위해서는, 특히 지속가능한 도시발전을 이루기 위해서는 제4차 산업혁명에 따른 첨단기술이 결합되는 초연결사회(hyper-connected society) 기반의 에코스마트시티로 나아가야할 필요가 있다. 에코스마트시티 서비스로 인해 도시공간과 도시 활동의 긍정적인 변화를 유도함에 있어서 단순히 정보통신기술(情報通信技術, ICT, Information and Communications Technology), 의 도입으로는 한계가 있으며, 시민들과 민간영역에서의 참여와 협력이 매우 중요하다. 전 세계적으로 스마트시티 서비스의 최종 사용자인 시민들의 요구사항을 반영한 서비스 개발·구축을 위해 노력하고 있으며, 시민의 니즈를 반영하기 위해 지역의 문제를 피부로 느끼고 이해하는 이해당사자가 커뮤니티의 주요 축으로 구성되어 사업에 참여할 수 있도록 프로그램을 운영하는 것이 기본이다. 기존에는 공공이 주도하거나 기술 혁신이 중심이었다면, 이제는 사회혁신과 시민주도로 문제를 해결하는 방향으로 패러다임이 변화하고 있다.

에코스마트시티의 지속적인 발전이 가능하려면 공공과 민간이 수평적인 협력관계를 형성하여 자유롭고 적극적인 상향식(Bottom-Up) 방식의 시민참여 체계를 적용한 '스마트시티 거버넌스' 모델이 요구된다. 지속가능한 환경과 에너지, 교통, 수자원, 건강 등 에코스마트시티 관련 분야별로 다양한 주체가 참여하도록 다양한 통로를 만들고, 현장 중심의 이해당사자 의견 수렴으로 서비스의 지속가능성과 실행가능성을 높일 수 있다.

최근 지역의 문제해결을 위해 ICT기술을 현장에 적용하는 과정에서 개발자와 사용자 사이의 의사소통방법으로 '리빙랩(Living Lab)'이 활용되고 있다. 리빙랩은 기술적으로 문제해결 방안을 도출한 개발자, 또는 생산자가 실제 사용하게 될 사용자, 즉 시민이 함께 지역의 문제를 해결하기 위해 새로운 사회·과학기술 시스템에 대해 새롭게 적용하기 위해 공동으로 만들어가는 창의적 사고의 틀을 제공한다.

리빙랩은 단순히 의사소통에 의해 성공적으로 이루어지는 것은 아니다. 세계적으로 활발한 리빙랩을 진행하고 있는 유럽지역 리빙랩 네트워크(ENOLL : European Network of Living Lab)는 크게 5가지 조건을 제시하고 있다. 첫 번째 조건은 사람들이 기꺼이 시간을 낼 수 있는 수준의 서비스 또는 제품이어야 한다. 이는 거버넌스가 공공의 가치를 추구하는 측면과 같은 맥락이다. 두 번째 조건은 사람들이 의견을 제시하면 피드백 되는 과정을 통해 반영이 되고 있다는 믿음을 주어야 한다. 세 번째 조건은 일시적, 일회적 서비스가 아니라 지속적인 도시서비스가 되어야 한다. 네 번째 조건은 누구나 참여할 수 있다는 확신을 주어야하며, 마지막으로는 현실에서 적용될 수 있는 것이어야 한다. 실험이라고 해서 현실과 다른 환경은 정확한 의견을 모으기가 어렵다.

2. 민간주도 에코스마트시티 리빙랩 플랫폼 구축

가. 사업의 배경 및 필요성

최근 미세먼지, 인구고령화, 자살률, 영유아복지의 불균형과 같이 에코스마트시티를 통해 문제해결이 필요한 지역적인 사회문제가 크게 대두되고 있다. 이러한 다양한 사회문제를 해결하기 위해서는 시민이 '체감하고 참여하여 해결하는' 리빙랩의 도입과 더불어 공공의 정책적 지원과 대학, 연구소의 연구능력, 기업의 서비스 제공 경험을 포괄하는 거버넌스 구성이 필요하다.(인천테크노파크, 2019)

그동안 기술개발 과정에서 중앙정부를 비롯해 지역, 대학, 연구소의 과학기술 개발은 중복적인 요인으로 효율적이지 못했다. 한국과학기술평가원(2017)의 R&D 연계 활용전략을 살펴보면 오픈이노베이션을 통한 연구개발 방법론의 적용을 통해 (플랫폼)개방형 기업 및 사업 플랫폼화, (연계강화)협업 및 서비스화 연계강화, (융합화)핵심기술과 산업의 융합, (개방화)정부의 기술, 인력 등의 개방화 모색이 필요한 것으로 나타났다. 중앙-지자체-글로벌의 효과적 연계방안과, R&D 추진주체인 연구소와 대학, 기업 간의 원활한 교류를 통해 지역인력의 육성과 테스트를 통한 실증, 연구결과의 상용화 안정성 확보를 위한 발전 방안 모색 및 모델 제시가 필요한 것이다.

나. 계획방향 및 목표

리빙랩 거버넌스의 구성과 혁신주체의 정의를 통해 플랫폼 비즈니스 기반을 조성하는 것이 무엇보다 중요하다. 시민이 참여하고 주도하는 리빙랩 프로젝트를 추진함으로서 지역사회문제를

효과적으로 해결할 수 있다. 혁신주체가 공동의 발전방향과 목표를 제시하고, 지속적인 성과 모니터링의 장을 마련함으로서 플랫폼 비즈니스 기반을 조성할 수 있다.

다. 사업의 당위성

공공이 주도하는 하향식(Top-Down)의 사회혁신 정책은 지속가능한 비즈니스 모델로 발전하는데 한계가 명확하다. 또한 공공의 협력 부족, 중복투자와 같은 예산 낭비 등으로 한계를 보이고 있다. 민간의 주도로 사회문제를 해결하는 리빙랩의 수요가 급증하고 있는 것이 글로벌 추세이며, 시민들의 참여를 효과적으로 높이기 위해 공공의 역할이 변화하고 있다. 리빙랩은 공공주도의 혁신 모델이 가지고 있는 문제점을 최소화하고, 민간주도의 개방형 혁신으로 다양한 가능성을 열어주는 지원정책을 통해 효율적인 발전방안을 도모할 수 있다.

공공의 역할은 주도하는 것이 아니라 지원하는 것이다. 행정, 예산 등의 다양한 지원정책과 지원의 조직화를 통해 도시문제를 해결하기 위한 데이터 공유, 리빙랩을 진행하는 과정에서의 맞춤형 지원 등을 통해 하나의 플랫폼 역할을 담당하는 것이 필요하다. 이를 통해 민간부분의 자발적 참여를 유도하고 문제해결을 통한 비즈니스 모델 개발로 이어지는 선순환 구조를 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 개방형 혁신플랫폼의 사용자 확대, 활동과정에 대한 보상, 유연한 기술기업과의 연계, 정책적 반영, 제도개선지원, 성과물의 사업화 지원, 실현가능한 로드맵 제시와 같이 민간과 공공이 하나의 플랫폼에서 상생할 수 있는 기반을 제공하는 것이다.

리빙랩의 실현은 '시민'이 중심이 되는 도시·사회문제의 발견과 이를 해결하고자 하는 의지에서 비롯되며, 아이디어에서 시작한 해결 솔루션을 과학기술과 연계하여 사업화모델로 발전시킬 수 있는 기회를 마련할 수 있다. 참여자들 간의 숙의와 합의 과정을 통해 제도개선과 서비스개선, 수요시장에 대한 효율적인 접근을 위한 테스트베드를 제공하고 전체 과정과 결과물의 지속적인 확산이 가능한 도시공유플랫폼으로 발전하는 것을 추구한다.

① 목표달성을 위한 KPI
- 리빙랩협의회(민관협력기구) 설립

② KPI 측정방법
- 리빙랩협의회(민관협력기구) 참여기관 수

라. 사업내용

1) 에코스마트시티 리빙랩 협의회(거버넌스) 구성

공공의 정책적 지원, 대학 및 연구소의 연구 능력, 기업의 서비스 제공 및 기술 컨설팅 등 각각의 참여자가 함께 지역의 다양한 도시문제 해결을 위해 '체감하고 참여하며 해결하는' 리빙랩을 실현하도록 한다.

2) 에코스마트시티 리빙랩 플랫폼 구축

다양한 이해관계자를 대상으로 한 ICT, SW교육과 퍼실리테이터 양성을 통한 기반 조성, 시민의 수요에서 비롯한 리빙랩 프로젝트를 '예측', '대응', '해결' 모델에 적용할 수 있도록 지원한다. 오픈이노베이션 방식의 리빙랩 프로젝트의 전방위적 지원을 통해, 참여자에 대한 적절한 보상과 공동의 발전 방안을 모색하는 전반적인 과정을 프로세스化 하는 것이 중요하다. 과학기술·적정기술기반 창업 기회제공, 안정적 기술·서비스 제공을 위한 지원정책의 제공, 지속 확산 기반의 문화 확산까지 전주기적인 플랫폼비즈니스화를 유도해야 한다.

3) 에코스마트시티 민간주도 비즈니스 기반 조성

각 혁신주체를 통합하는 실행거버넌스인 '리빙랩 협의회'는 중장기적 관점에서 민간주도 운영조직화(CRC) 설립을 목표로 하는 방향성이 필요하다. 공공 주도의 하향식 도시문제 해결방식이 아닌 민간주도의 상향식 사회문제 해결을 위한 플랫폼을 구축하여 도시공유플랫폼으로서의 발전을 통한 지속 확산의 혁신 기반을 만드는데 효과적이다. 민간주도 관리운영 주체를 설립하는 방법으로 비영리법인, SPC(특수목적법인) 설립과 민간주도 CRC설립 방식이 존재하며, 리빙랩 프로젝트 결과물의 운영과 지속발전 기반을 만들어 가는 데 적합한 방법을 논의하는 과정이 필요하다. 각각의 리빙랩 과정에서 적합한 관리주체의 성립과 발전 방안에 기반한 비영리 조직의 설립을 통해 지속가능성 확보를 추진해야 한다.

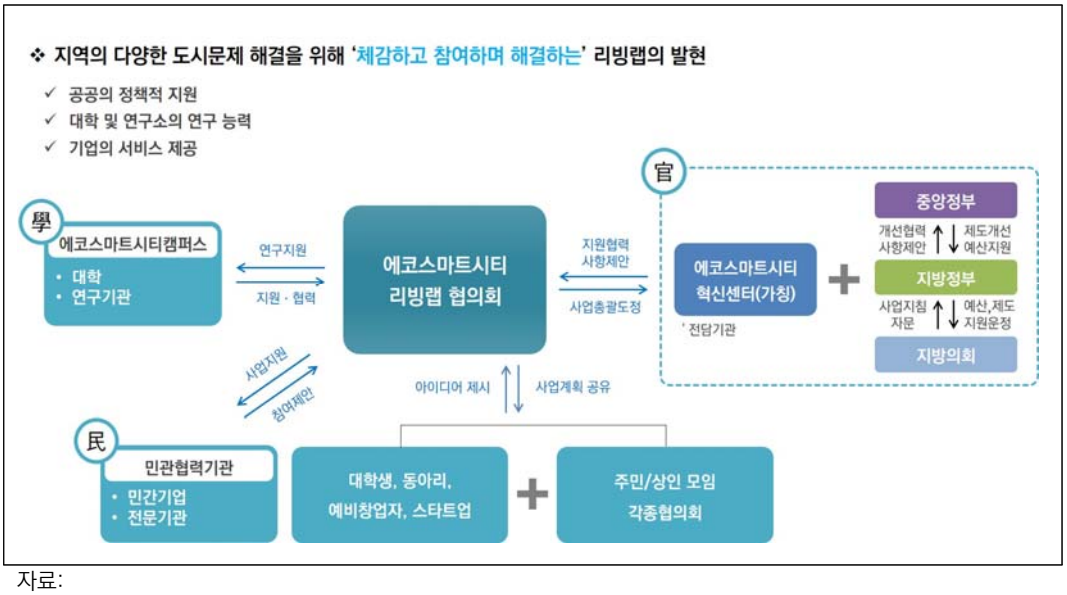
① 사업추진 대상 : 도시 차원
② 스케일 : 도시 차원

마. 사업추진 전략

1) 1단계 : 에코스마트시티 리빙랩 협의회 구성

리빙랩의 발현은 '시민' 중심의 사회문제 발견과 해결의지에서 비롯된다고 볼 때, 아이디어에서 시작한 해결방안을 과학기술과 연계한 해결방법론을 연계하여, 사업화 모델로 발전시킬 수 있는 기회를 마련한다. 각 구성원간의 숙의와 합의 과정을 통해 제도개선과 서비스 개선, 즉 정책적 지원과 수요시장에 대한 효율적 접근(테스트베드)을 제공하고, 전체 과정과 결과물의 지속 및 확산이 가능하도록 '리빙랩 협의회' 구성을 통해 지원한다.

〈그림 4-133〉 에코스마트시티 리빙랩 협의회 구성



자료:

2) 2단계 : 민간주도 에코스마트시티 리빙랩 혁신플랫폼 구축

누구나 아이디어를 제시하고 함께 디자인하고 제작하며, 테스트베드 적용을 통해 실증 및 사업화, 확산·홍보로 이어질 수 있는 On/Off 라인의 혁신플랫폼을 구축하는 것이다. 일반시민, 대학생, 예비창업자는 도시문제 해결을 위한 아이디어, 기술 등을 자유롭게 On-Off 라인 플랫폼을 통해 제안할 수 있으며, 제안된 내용을 바탕으로 대학, 기업, 전문가 등 함께 디자인하고 서비스 개발 및 제품 개발하는 과정에 동참하게 될 참여자 그룹을 형성하게 된다. 제안된 아이디어를 바탕으로 실제 적용 및 비즈니스 창출을 위한 사전 기획·설계가 이루어지며, 민간 및 공공펀딩, 자체

개발을 통해 서비스개발 및 제품제작을 진행할 수 있다. 지자체에서는 실제 실증할 수 있도록 테스트베드 장소 제공 및 제도적 지원을 도모해야 한다. 실증을 통해 서비스 및 제품 보완, 구체적인 비즈니스 모델 개발이 이루어진다. 우수 솔루션인 경우 지자체와 중앙정부가 협력하여 국내 확산 및 해외 수출 지원을 모색할 수 있다.

□ 개방형 공동 생산 플랫폼의 필요성과 참여자 보상

개방형 혁신플랫폼을 구성할 시 '리드'의 역할을 하는 참여자에게 있어, 추가적인 인센티브보다는 참여와 문제해결의 즐거움으로 우선적 보상을 제공받는 것이며, 이를 위해 공공의 역할은 프로세스 전반에 걸친 적절한 지원체계를 수립할 필요가 있다. 동기부여로서의 즐거움으로 개인(참여자)이 찾아낸 문제에 대한 해결방법을 찾는 기쁨과 학습에 의해 혁신에 크게 기여한다는 동기를 부여하는 것이 중요하다.[150] 리빙랩 참여자 보상 개념에 있어 Eric A. Von Hippel의 'Free Innovation[151]'의 이론을 참고하면, 개방형(자유) 혁신(Free Invation)은 소비자(사용자)가 'Free Good(무료로 좋은 의도)'으로 개발하고 제공한 혁신이 사회복지 개선으로 이어지고, 실제로 참가자의 관점에서 혁신은 근본적으로 돈에 관한 것이 아니라 인간의 번영, 즉 포용적 관점에서 비롯된다는 점과 유사하다. 즉, 동기부여-참여-연구개발-결과물-사회확산 모델을 통해 리빙랩 참여자에게 최상의 보상은 과정의 즐거움, 결과의 실현과 사회확산에서 오는 만족감이므로 이를 활용하는 구조를 설정하여야 한다.

□ 개방성 기반 참여와 과정에 대한 보상, 성과물의 사회적·산업적 확산 지원

개방형 혁신(Open Innovation)과 사용자주도혁신(Free Innovation)의 관점에서의 '만족도' 관점의 보상 외에도 공공의 입장에서 '촉발'과 '촉진'을 위한 지원체계를 통한 '보상'의 개념을 고려하는 것이 필요하다. 개방형 혁신을 활성화하려면 서로 신뢰하는 문화를 조성해야 함. 또한 개방형 혁신인 리빙랩에 참여하는 시민과 기업, 기관에 대한 정당한 보상 시스템이 필요. 즉, 아이디어, 기술, 정보나 지식을 제공한 전문가, 기술 기업 등 외부 참여자에게 참여과정과 결과물에 대한 사업화지원 등 실질적인 확산 방안이 제공되어야 지속적인 리빙랩 프로젝트가 발현될 수 있다. 이를 위해 정보(데이터)의 개방을 확대하고, 산학연 전문가들이 상시적으로 정보를 공유할 수 있는 혁신 플랫폼을 통한 협력 네트워크 조성이 필요하다.

유럽리빙랩 네트워크(ENoLL European Network of Living Lab)에는 400여개 이상의 리빙

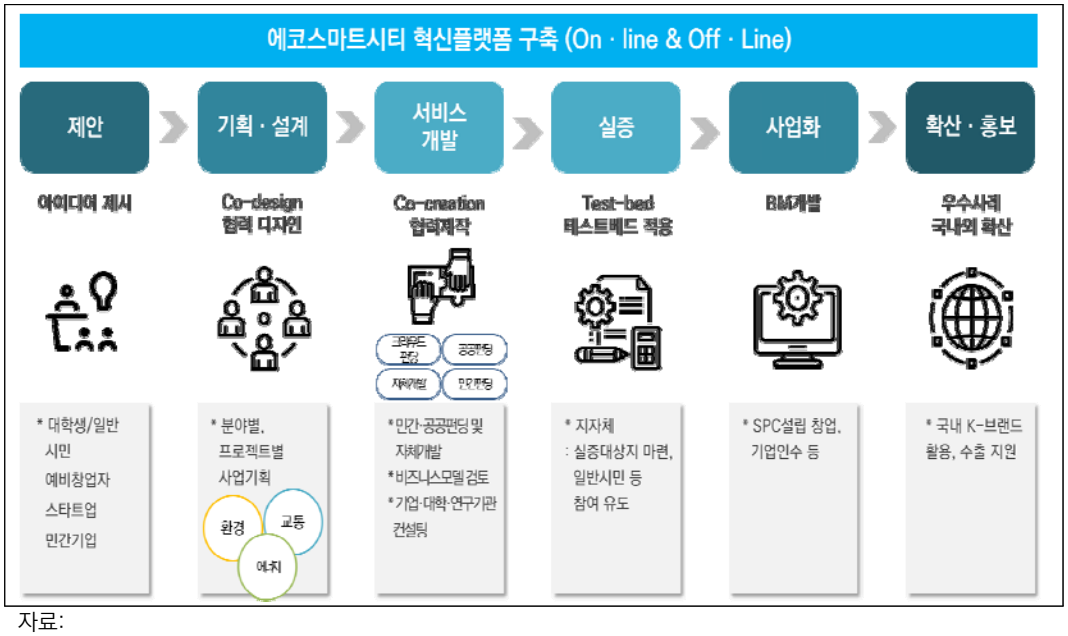
150) Hippel, Eric von and Katz, Ralph (2002): Shifting Innovation to Users via Toolkits. In Management Science, 48 (7) pp. 821–833

151) Free Innovation E von Hippel, 2017. Free Innovation. Cambridge MA: MIT Press

랩이 등록되어 있으며, 미국 MIT에서는 주거환경용 사물인터넷을 개발하는 리빙랩을 운영 중이다. 대부분의 참여자는 금전적 보상보다는 사회적 확산과 사업화(상용화) 부분에서 높은 만족도를 보이고 이러한 사례를 중심으로 자발적인 참여가 지속된다. 오픈이노베이션에서의 참여자=사용자 구조에서 각각의 아이디어를 실현함에 있어 적절한 보상은 '만족도'로 표현 가능하다. 이는 개인에 따라 다르게 나타나지만, 대표적인 만족도는 프로젝트 결과물의 사회문제 해결에 따른 보상으로 직결된다. 이는 지역의 '삶의 질'과 연관되어, 각 프로젝트의 결과물의 지역적 반영과 전국적 확대, 글로벌 연계 확산 등이 이루어질 수 있고, 이를 위해 지자체의 보상책 마련을 다양한 시각에서 접근할 필요가 있다.

시민사회적 관점에서 사회문제 해결을 주도한 대부분의 참여자는 '명예'와 '포상'을 크게 인식하괴 되며, 이는 지자체의 각종 시상식과 연계하여 사회적 가치를 부여하는 방안이 존재한다. 참여기회의 제공 관점에서는 아이디어 모집 단계부터 실행, 결과물의 완성을 위한 적절한 포상정책을 통해 참가자의 의지와 결과물의 완성도를 고양시키는 교육과 ICT·SW기업과의 연계 등 시의적절한 개선방안을 수립·실행한다. 공유와 포용의 문화적 관점에서 참가자에 대한 사회적 지위 향상을 위한 성과물의 확산과 성과물에서 발생하는 이익의 환원을 위한 창업 및 기업지원 정책과 연계가 중요하다. 아이디어에서 시작한 사회문제해결형 리빙랩 참여자가 사업화 등을 통해 지속운영 및 발전을 추구할 수 있도록 자금 지원, 창업 지원, 글로벌 확산을 위한 제도개선, 정책개발, 지원방안 등 보상체계 수립 및 실행 필요하다.

〈그림 4-134〉 에코스마트시티 혁신플랫폼 구축 예시



자료:

□ 리빙랩 지원프로세스

'아이디어'를 구체화하여 '사회문제 해결'로 연결하는 과정에서 '참여자=사용자' 관계부터 시작할 수 있지만, '참여자=전문가'의 등식이 항상 성립하는 것은 아니다. 공공 본연의 역할을 통해 리빙랩 프로젝트 참여자에 대한 자양한 지원기반을 마련. 프로젝트의 발현부터, 과정, 결과에 이르는 동안 '자발적 참여'와 추진과정에 있어 '예측', '대응', '해결'의 프레임을 적용해야 한다. 각양각색의 리빙랩 프로젝트의 결과물을 중심으로 예장적 성격의 '예측형 리빙랩', 긴급한 사회문제에 대한 '대응형 리빙랩'과 이를 통한 사용화 모델의 검증을 통한 '해결의 리빙랩'의 구분을 통해 각각의 프로젝트 단위의 지원 프로세스를 정립하여 실행하여야 한다. 데이터 개방을 통한 사회문제 발굴의 접근성과 연계성을 강화하고, 프로젝트의 발현과 진행과정에서의 참여주체의 역량 강화를 유도, 기존 지원프로세스의 연계를 통한 데이터 기반 창업 및 글로벌 확산을 위한 연결고리를 구축하는 방향으로 추진해야 한다.

□ 데이터 기반 사회문제 해결형 리빙랩 구현을 위한 과제

데이터 기반 R&D 영역을 시민수요와 연계하고, 이를 통한 리빙랩의 자발적 참여가 이루어질 수 있는 혁신 플랫폼을 운영해야 한다. 리빙랩의 다양성에 기술활용 멘토링을 통한 '과학기술 연계형 창업' 모델을 접목하여, 대학/민간연구소의 연구기능을 극대화하고, '대학밖의 대학(에코스마트시티 캠퍼스)'으로 이어지는 기술이전, 기술연계 공동 창업 기반의 조성이 가능하다. 공공데이터를 활용한 사회문제의 정의부터 리빙랩과 연계한 과학기술기업 창업을 통한 연구결과의 사업화 과정 지원, 라이프로그기반의 기술기반 서비스 창출로 적정기술과 포용정책으로 이어지는 지역형 사회문제 해결형 리빙랩의 완성을 추구해야 한다.

□ 리빙랩 성과기반 창업 연계 및 비즈니스 모델의 정립

공모전 등을 통한 사회문제해결형 리빙랩프로젝트의 발굴은 그 과정과 결과에 따라 산업화가 가능한 구체적인 서비스나 제품으로 구현되는 경우가 존재한다. 정부의 창업과 일자리 연계지원 정책에 따라 스타트업의 창업 아이템 자체가 지역문제 해결형 비즈니스로부터 시작될 수 있다. 이를 위해 리빙랩 도입안에 따라 지역별 사회문제 발굴, 해결방안을 도출하는 리빙랩 프로젝트를 실행하고, 과정 및 결과에 따른 비즈니스 지원방안을 적용, 시행하는 전략이 필요하다.

혁신플랫폼의 개방성을 기반으로 참여자간 네트워크 및 정보의 제공, 대학의 연구결과물 기반 공동창업 연계 등을 활용해 정부 및 창업지원기관의 지원사업과의 연계를 시도해야 한다. 리빙랩 프로젝트 중 지속적인 유지보수 및 관리 서비스화가 가능한 프로젝트를 선별, 지역과 연결하는 수

요시장의 접근을 지원함으로서 성과물의 수요시장 연계를 지원한다. 시민과 기술기업과의 공동연구 지원을 통한 지속가능성을 확보, 성과물에 대한 보상보다는 전체적인 프로세스를 지원하는 체계로 발전하는 것이 중요하다. 즉, 시민+전문가+연구기관+공공의 PPPP 모델의 거버넌스를 통한 성공모델을 발굴하고, 국내의 리빙랩 네트워크와의 성과 공유 및 지역적 확산을 통한 플랫폼 구축 및 비즈니스 모델 확립으로 공동연구 기반의 확산을 주도하는 추진체계를 제안한다.

3) 3단계 : 에코스마트시티 혁신센터 조성

□ 리빙랩 전문 인력 육성

참여자를 대상으로 교육을 지원하여, 리빙랩 참여자의 경험과 노하우가 축적되는 Learning Lab, 공공서비스 및 정책결정에도 활용할 수 있는 Policy Lab으로 발전할 수 있도록 지원한다. 디자인씽킹 전문가, 퍼실리테이터 등 리빙랩 운영의 각 과정에 참여할 수 있는 전문 인력 확보 및 지속성 육성이 필요하다.

□ 스타트업 생태계 육성 및 일자리 창출

창업 및 사업화 연계를 목표로 리빙랩 운영, 창업지원 전문인력 육성이 필요하다. 리빙랩을 통해 만들어진 제품 및 서비스 사업화 지원, 리빙랩 기반 사내 벤처, 스타트업 등 신규 창업을 위한 인프라 및 행정서비스 지원, 리빙랩을 통한 상용화 서비스 및 스타트업에 대한 수익 분배 체계 구축 및 지원, 산-학-연 연계 사업화 과정에서 우수 지역 인재의 기업 및 연구소 채용 촉진 등을 모색해야 한다.

□ 지역혁신을 위한 거버넌스 체계 주도

지역의 기업, 대학교, 연구소, 기업, 혁신기관, 시민에 이르기 까지 4P(Public Private People Partnership) 네트워크를 주도하여 혁신역량을 적극적으로 연계하고 활용할 수 있도록 지원해야 한다. 지역문제 해결을 위해서는 4P네트워크에 장소성(Place)을 더한 5P 네트워크를 형성하고 활용하여야 함. 지역 문제의 공간적 분포와 공간적 맥락을 고려하여 사회혁신을 주도하는 통합적 거버넌스 체계 구축을 주도하여야 한다. 리빙랩 플랫폼을 활용하여 지역 내 혁신역량의 데이터베이스를 구축하고, 활용가능한 데이터와 매칭 서비스 제공한다. 리빙랩 활성화를 위해 시민, 기업, 연구원 등 참여 주체의 접근성 개선에 주력하고, 이들의 흥미를 유발할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

□ 통합형 플랫폼 운영 및 지원

리빙랩은 정해진 형태가 존재하지 않으며, 리빙랩의 목적 즉, 해결하려는 문제의 성격에 따라 리빙랩의 구성 및 운영방안을 구축할 수 있는 시스템을 지원해야 한다. 지역 자원과 지역 특성, 기업 특성을 반영한 리빙랩의 목표, 추진체계 설정 및 리빙랩 운영을 위한 매뉴얼 제공, 퍼실리테이터 등 전문 인력 육성 및 활용해야 한다. 기술(테스트베드), 시민(사회문제 해결), 지속가능성(수익성, 산업생태계)에 대한 고려를 바탕으로 연계, 문제 발굴 및 서비스 사업화를 위한 플랫폼 제시, 기술개발 R&D, 비즈니스 모델, 마케팅의 전 과정을 지원하는 선순환 구조를 형성해야 한다.

바. 사업추진 주체

1) 官(중앙정부 및 지방정부 등)

지방정부는 전담기관 마련을 통해 지역의 다양한 도시문제 해결을 위한 온/오프라인 플랫폼을 구축하여 대학 및 연구기관, 민간협력기관 등과의 협의구조를 구성한다. 중앙정부에 에코스마트시티 리빙랩 개선협력사항을 제안하고, 중앙정부는 지방정부에 제도개선 및 예산지원을 통해 지원하는 체계를 갖춰야 한다. 지방정부는 지방의회에 예산 및 제도지원을 요청하고 지방의회는 지방정부에 사업에 대한 자문과 감사 역할을 담당한다.

2) 學(대학 및 연구소 등)

그린+디지털 뉴딜과 관련하여 지속가능한 도시 솔루션을 통한 도시 및 사회문제 해결을 위한 솔루션 개발, 아이디어 제공 및 기술, 연구, 모니터링을 진행한다. 지역대학, 연구소, 기업들과 지자체가 함께 연계하여 그린+디지털 뉴딜 관련 교육, 컨설팅, 비즈니스 창출을 위한 혁신생태계 기반을 구축하는 '에코스마트시티 캠퍼스'를 운영한다.

3) 産(기업 등)

지속가능한 도시 솔루션을 통한 도시 및 사회문제 해결을 위한 아이디어 제공, 공동 기획 및 컨설팅, 솔루션 개발 사업 지원 등 기술적 지원 및 공동으로 참여한다.

4) 民(시민 등)

일반시민의 경우 지역, 마을의 문제 제기 및 지속가능한 도시문제 해결 아이디어 제시, 대학 및 기업 등 에코스마트시티 솔루션 개발 시 리빙랩에 참여한다. 예비창업자, 대학생 등의 경우 에코스마트시티 솔루션 제안 및 사업화 방안 모색을 통해 적극적으로 참여한다.

사. 사업추진 로드맵

1) 1단계

1단계에서는 기술테스트베드를 중심으로 리빙랩 구성. 기술을 활용한 공공서비스 제공 및 실증이 그 예시가 된다. 기술을 확보한 기업 및 연구소를 중심으로 참여 주체 모집 및 데이터베이스 구축. 시민은 혁신플랫폼1기 등 적극적 참여자 중심으로 구성한다.

2) 2단계

2단계에서는 사회 문제 해결을 위한 리빙랩으로 구성. 라이프로그 등 시민을 대상으로 데이터를 수집하고 이를 활용하여 개인 맞춤형 서비스를 제공하는 형태로 확장한다. 데이터의 양과 질 개선. 시민에 대한 접근성 향상 및 홍보 활성화. 시민의 공감대나 흥미를 유발할 수 있는 지역 현안을 중심으로 운영한다.

3) 3단계

3단계에서는 산업생태계 구축을 위한 리빙랩을 구성한다. 플랫폼 사업화를 통해 기업과 개인이 데이터의 축적부터 문제의 해결에 이르는 전 과정에 함께 참여하고 협력하는 혁신 생태계 구축. 에코스마트시티 리빙랩 성과 기반 스타트업 육성 등을 도모한다.

3. 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발

가. 사업의 배경 및 필요성

에코스마트시티는 현세대는 물론 미래세대를 위해 개발과 환경을 동시에 고려하는 그린시티, 에코시티, 녹색도시의 개념을 ICT기술 등을 활용해 실현해 나가는 개념이다. 이러한 과정에서 자연스럽게 시민들의 참여와 협력이 요구된다. 이에 따라 에코스마트시티는 시민 구성원들의 참여와 협력을 통해 수립되는 도시계획, 도시정책으로 추진될 필요가 있다. 시민들이 주체적으로 지속가능한 에코스마트시티의 미래 비전과 계획, 그리고 실제 집행과정에서 참여하여 주민요구를 다양하게 수용할 수 있는 방안이 될 수 있다. 시민참여를 통한 에코스마트시티 추진은 참여하는 과정에서 시민스스로 도시에 대한 관심과 향토애 및 공동체 의식을 고취시키고, 동시에 에코스마트시티에 대한 책임감과 주민역량을 증대하는 기제가 되기 때문에 지속가능한 도시 만들기를 효과적으로 추구할 수 있는 가장 바람직한 방안이다.

시민참여는 참여과정을 통해 다양한 효과를 지닌다. 먼저 시민참여가 활성화되고 효율적인 기능을 한다면, 대의정치의 결함을 보완할 수 있다. 또한 시민의 자발적인 참여의 기회가 많아질수록 계획 및 정책 사업에 대한 동의와 정책적인 성과에 대한 이해가 커져 정책순응의 효과를 지닌다. 아울러 주민참여가 구체적인 프로그램 내용, 계획 시행 및 사업추진방법 등에 대한 대안을 가지고 진행될 경우 주민상호간의 합의를 형성하는 시스템을 창출하게 된다. 이에 따라 소수자의 권리보호 및 이해기반을 증진할 수 있고, 상호 학습을 통한 바람직한 행정운영이 가능해진다.

최근 원탁토론, 시민계획단과 같이 다수의 시민이 한 장소에 모여 주요 정책에 대해 논의하고 대안을 제시하는 시스템을 마련하여 적용하고 있으나, 시민의 대표성의 한계와 코로나19로 인한 오프라인 참여 시스템의 붕괴 등의 문제가 노출되고 있다. 또한 대의민주주의의 한계를 극복하기 위해 '루미오(Loomio)'를 비롯해 블록체인 기술 등을 활용한 온라인 참여 플랫폼이 구축되어 운영되고 있다.

나. 계획방향 및 목표

에코스마트시티의 성공을 위해서는 시민들의 적극적인 참여를 유도하여 지역이 가지고 있는 공통의 과제를 해결하기 위한 노력을 기울여야 한다. 이에 따라 유럽 혁신 파트너십(EIP)는 시민들의 참여를 확대하기 위해 ① 간결성, ② 상호 호혜성, ③ 균형적인 참여성, ④ 포괄성, ⑤ 적극성, ⑥ 온-오프라인의 균형성, ⑦ 개인정보 및 권리에 대한 자각, ⑧ 시민 감정에 대한 이해, ⑨ 도시 이해

관계자들과 변화를 이끄는 관련 조직들, ⑩ 투자 유도 등의 10가지 기본 원리를 제시하고 있다.(Europe Parliament, 2014)

시민참여를 이끌어내기 위해서는 앞서 제시한 다양한 요건들을 활용할 필요가 있는데 최근의 코로나19로 인한 팬데믹(pandemic) 상황에서는 온라인을 통해 누구나 참여하는 의사결정 시스템을 구축하는 것이 중요해지고 있다. 따라서 온라인 플랫폼에서의 의견 제시 및 의사결정을 위한 방안을 어떻게 마련할 것인가가 주요 목표가 될 수 있다.

① 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발

② 시민커뮤니티 대상 오픈 API 공개를 통한 플랫폼化

③ 시민제안 및 주요 정책투표가 일상화된 디지털 민주주의 도입

다. 사업의 당위성

블록체인은 탈중앙화된 실시간 P2P 공유 네트워크 플랫폼을 통해 4차 산업혁명의 초연결 사회를 위한 보안기술로 주목받고 있다. 금융거래, 정보공인, 스마트 계약, 지능정보산업 등에서 활용범위가 확대되고 있다. 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼은 Democracy.Earth, CICADA 등에서 개발되어 플랫폼 선점을 위한 전 세계적 노력은 시작되었다. Democracy Earth는 P2P기능, 직접투표, 위임민주주의 성격에 특화되었고, CICADA는 전자화폐 기반의 기본소득과 연계한 모델로 주목받고 있다. 두바이 글로벌 블록체인 의회 설립(2016), 스웨덴 크로마웨이 토지대장(2016), 스위스 가상화폐 생태계인 Crypto Valley 조성(2017) 등 블록체인의 공공분야 도입을 위한 노력이 점차 확대되고 있다. 보안성이 강화된 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발을 통해 한단계 나아간 직접민주주의 실험의 장을 설계할 필요가 있다.

블록체인 기반의 의사결정은 시민이 정책에 직접 참여하고 의사결정을 유도하는 방식으로 시민참여형 거버넌스 체계이다. 블록체인 기반의 의사결정 플랫폼을 이용하면 거래비용과 순응비용이 시간이 지남에 따라 감소하는 형태로 전환된다. 즉, 다양한 이해관계자들이 참여함으로서 집단지성을 활용한 다양한 의사결정을 내릴 수 있는 환경이 제공된다.

기존에는 서로의 이해관계를 조율하고 정리하는데 시간이나 비용이 증가하는 단점이 있었으나, 블록체인 등의 기술의 발달로 의견을 조율하는 시간과 비용이 줄어들 수 있게 되었다. 이에 따라 거버넌스의 딜레마를 극복할 수 있도록 한 기술이 서로간의 신뢰를 제공해주는 블록체인 기술기반 거버넌스가 신뢰적 의사결정 대안으로 등장했다. '통치'의 시대가 아닌 '협치'의 시대에서 일방적 주장 대신 서로의 의견을 교환하여 합의를 도출해내는 과정을 발전시키기 위해 블록체인 기술이 적용될 수 있다.

① 목표달성을 위한 KPI
- 디지털 민주주의 플랫폼 구축

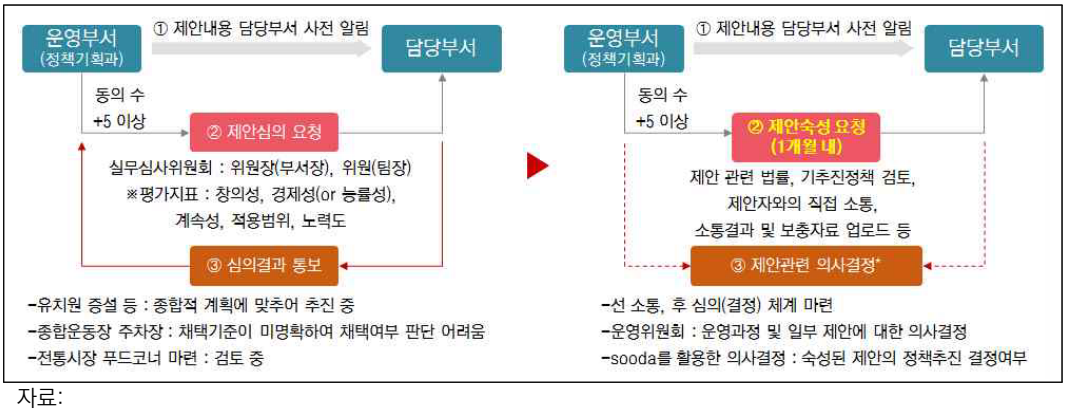
② KPI 측정방법
- 디지털 민주주의 플랫폼 이용자 수

라. 사업내용

1) 시민제안 발전체계 마련

일상생활에서 시민이 느끼는 불편함과 개선 아이디어를 손쉽게 제안하고, 이를 제안자와 담당부서가 함께 논의하여 정책화시켜 나가는 과정을 수용하는 공간으로서 플랫폼을 구축하는 것이다. 이를 위해서 토론창에 최초 제안자의 발전과정을 축적시킬 수 있는 구조로 설계하는 것이 필요하다.(김도영, 2017b)

〈그림 4-135〉 수원시 수다(Sooda) 플랫폼 운영 과정 개선 사례

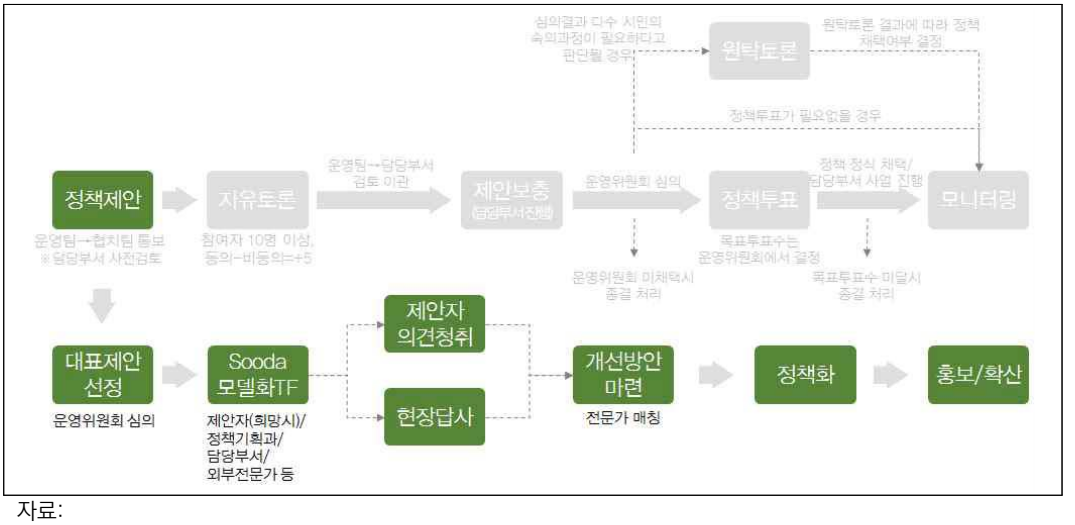


자료:

2) 정책화 프로세스 마련

제안 정책 중 일반화, 현실화 시킬 수 있는 제안을 발굴하여 정책을 모델화 할 수 있도록 과정에 대한 지원이 필요하다. 자엔된 정책에 대한 운영 프로세스와 구분된 정책화 프로세스 구축이 필요하다. 기존 운영방식 이외에 별도의 정책화 프로세스를 구축할 필요가 있다. 이를 위해 시의 운영담당부서와 제안자, 제안 담당 부서, 외부전문가 등 실질적인 정책화 수립을 위한 협력팀이 구축되어야 한다. 정책이 수립되고 시행될 경우 결과가 시민참여를 위한 홍보 및 확산 수단으로 이용될 수 있다.

〈그림 4-136〉 수원시 수다플랫폼 정책 모델 개발(예시)



자료:

① 사업추진 대상 : 도시 차원

② 스케일 : 도시 차원

마. 사업추진 전략

1) 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발 및 상용화

수원시의 경우 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼인 수다(SooDa)플랫폼 개발을 통해 시범운영한 경험이 있다. 플랫폼 개발과 제도정비를 통해 상용화시기를 앞당길 수 있다.

2) 플랫폼의 오픈소스 공개를 통한 소규모 시민커뮤니티 활성화 유도

플랫폼 확장을 통해 시민참여 활성화 유도 및 디지털민주주의 체계를 마련한다.

3) 블록체인 기반의 시민증 부여 및 시민증을 통한 연계정책 모델 구축

정부의 공인인증서 폐지에 따른 블록체인 기반 시민증 부여를 통해 다양한 연계정책 모델을 구축할 수 있다.

바. 사업추진 주체

사업추진은 지방정부가 주도해야 한다. 지자체 상황에 맞게 참여정책에 대한 적용방안 및 시스템 개발이 필요하며, 지역특성에 맞는 연계정책 개발이 이루어져야 한다. 지자체는 플랫폼 개발과 더불어 시민들이 이용 활성화를 위한 홍보 및 정책 연계, 인센티브 방안에 대해 지속적으로 적용방안을 모색해야 한다. 시민들은 온라인 플랫폼을 통해 보다 손쉽게 도시의 정책 추진과정을 모니터링 할 수 있으며, 의견제시 및 정책제안, 정책결정 등 단계별 과정에서 보다 적극적으로 참여할 수 있다.

사. 사업추진 로드맵

〈표 4-78〉 블록체인 기반의 디지털 민주주의 플랫폼 개발 사업추진 로드맵

세부과제	단기과제	장기과제
볼록체인 기반의 플랫폼 개발 및 상용화	개발/제도 정비 상용화	
플랫폼의 오픈소스 공개를 통한 확산	플랫폼 확산	지자체 전 행정 영역 플랫폼화
블록체인 기반의 시민증 부여 및 시민증 연계정책 개발	시민증 보급 지자체 협의체(블록체인) 구축	시민증과 연계정책 지속개발

자료: 연구진 작성

4. 시민친화적 지역환경 데이터 제공

가. 사업의 배경 및 필요성

에코스마트시티 시민들의 지역환경에 대한 높은 관심에 비해 지역 환경질, 지역 오염원, 생태자원 현황, 재활용 및 분리배출 정책정보 등 지역환경에 관한 주요 정보에 접근성이 부족하다.

나. 계획방향 및 목표

에코스마트시티 시민들이 원하는 지역환경 데이터를 알기 쉽게 가공·표출하여 제공함으로써 도시환경 문제에 대한 알권리 충족, 시민참여 기반 강화, 친환경인식 및 행동의 증진을 도모한다.

다. 사업의 당위성

본 사업은 시민들이 원하는 환경정보의 제공과 시민참여 강화를 통해 에코스마트시티에 대한 시민만족도를 높이며, 본 연구에서 제시하는 에코스마트시티의 “6C-6S”(From 6 C-Free to 6 S-Full) 비전에 따르면 본 사업은 “시민불평이 없는 만족스런 도시”(Complain ⇒ Satisfaction)를 지향한다.

기존에 각 지역별로 미세먼지 오염도 등 주요 환경지표에 대한 데이터를 제공하는 사례는 있으나, 대부분 가독성과 접근성이 떨어지거나 시민수요에 미치지 못하는 한계가 있다.

(1) 목표달성을 위한 KPI

사업을 통해 구축한 지역환경 데이터 구축 건수, 그리고 제공 혹은 활용건수를 사업목표 달성에 관한 KPI로 활용할 수 있다. 또한 사업내용 및 결과에 대한 시민만족도를 조사하여 활용할 수 있다.

(2) KPI 측정방법

데이터 구축 및 제공·활용 건수의 경우 사업 추진기관의 실적 통계를 바탕으로 측정하며, 시민만족도는 별도의 조사를 실시한다.

라. 사업내용

(1) 사업추진 대상

- Value Layer : 시민들이 원하는 환경데이터를 제공하여 정보공개와 투명성을 제고하며, 이를 통해 에코스마트시티 환경관리에 대한 시민참여와 거버넌스의 기반을 강화한다.
- Data/Information Layer : 시민들이 원하는 환경데이터로, 지역 환경질, 지역 오염원, 생태자원 현황, 재활용/분리배출 정책정보 등 지역환경에 대한 주요 정보 데이터이다.
- Service Layer : 에코스마트시티 시민들에게 원하는 환경정보를 알기쉽고 접근성 높은 방식으로 제공한다.
- Technology Layer : 사업대상으로 선정된 환경데이터를 알기쉬운 방식으로 가공하여 표출할 시스템을 구축한다.

(2) 스케일

사업의 스케일은 도시 단위로 시민 수요에 맞는 프로그램을 운영할 수 있으며, 국가 단위에서 표준화된 데이터를 제공하는 것이 더 적합한 경우도 있다. 지역 유형은 신도시와 구도시 관계없이 가능하다.

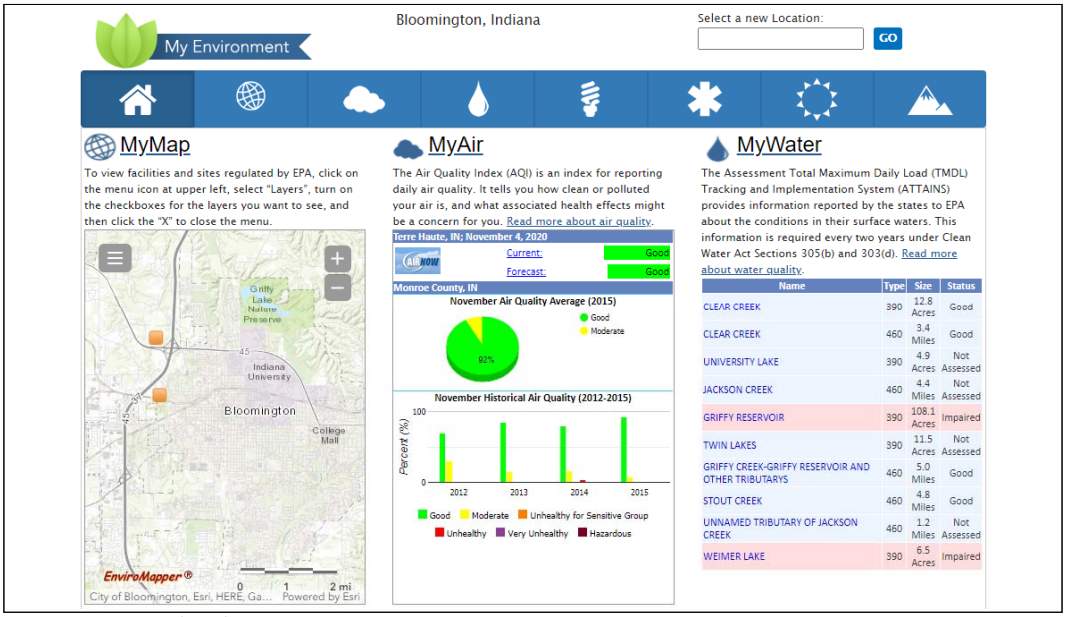
마. 사업추진 전략

사업추진 전략은 에코스마트시티 시민들이 원하는 지역환경 데이터를 알기 쉽고 접근성 높은 방식으로 가공·표출하여 제공하는 것이다. 즉 각 환경데이터 DB로부터 주요 지표를 추출 및 가공하여 웹사이트나 앱 등에 표출함으로써 시민들이 쉽게 활용하도록 하는 것이다. 제공할 수 있는 환경데이터는 지역 환경질(대기질, 수질, 실내공기질, 관련 예·경보), 지역 오염원(오염배출업소, 화학물질 유통량, 화학사고·위반업소), 재활용 및 분리배출 정보, 지역 생태자원, 지역 에너지수급 현황 등 다양하다. 일례로 미국 환경청(EPA)이 제공하는 MyEnvironment 웹사이트의 경우 대기질, 수질, 에너지, 보건, 기후, 토양 등의 주요 환경정보를 지역단위로 제공하고 있다.(그림 4-137 참조)

특히 각 지자체 혹은 지역별로 시민수요에 맞는 지표를 선정 및 표출할 수 있다. 이는 지역 특성에 따라 해당 지역의 관심사인 주요 오염원, 관심 오염매체 혹은 물질, 주요 지표종 등을 선정할 수 있다. 예를 들어 지하철 역사와 이용인구가 많은 서울지역의 경우 지하철 역사 실내공기질이 주요 관심사일 수 있으며, 대체수원이 부족하여 지하수 의존도가 높은 지역의 경우 지하수 수질이 중요할 수 있다. 그 외 지역 상수원 수질, 공단지역의 대기오염 배출량 및 대기질, 지역 매립지의

잔존수명 등 등 지역 여건과 특성에 따라 중요한 지표를 선정할 수 있다.

〈그림 4-137〉 미국 환경청 MyEnvironment 사례



자료: 미국 환경청(EPA) MyEnvironment 웹사이트에서 추출·발췌

바. 사업추진 주체 및 재원

사업의 추진주체는 각 지자체 주도로 추진하며, 중앙정부는 이에 대한 육성·지원 역할을 수행할 필요가 있다. 즉 지자체 주도로 해당 지역 수요에 맞춘 지자체 스케일의 주요 환경지표 데이터를 제공하는 사업을 추진하며, 중앙정부는 이를 육성·지원하는 역할로 시범지자체 선정 및 확대, 예산보조, 평가·인증 등을 운영하여 사업이 전국적으로 활발히 이루어지도록 한다. 재원의 경우에도 지자체 예산 및 중앙정부의 지원으로 추진한다.

사. 사업추진 로드맵

〈표 4-79〉 사업추진 로드맵 – 시민친화적 환경데이터 제공

단계	유형	기간	세부내용
0단계	예비사업	2021-2022	환경데이터 시민수요 및 구축현황 조사, 주요지표 선정 및 가공·표출체계 개발
1단계	시범사업	2023-2024	시범대상 지자체 적용 및 평가
2단계	본 사업	2025-2028	대상 지자체 확대 및 평가 (1,2차 각 2년씩)
3단계	확장사업	2029-2030	대상 지자체 지속 확대 및 개도국 적용

자료: 연구진 작성

5. 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축

가. 사업의 배경 및 필요성

개인형 스마트기기의 보급이 확대되어 시민이 직접 환경데이터를 수집하는 것이 가능해졌다. 이에 따라 시민들의 관심이 높은 환경감시, 생태자원 등의 모니터링에 개인형 스마트기기를 활용하여 직접 참여함으로써 참여욕구를 해소하고 환경모니터링의 정보축적을 효율화할 필요가 있다. 또한 수집된 빅데이터를 분석하여 취약지역 추출 등 정책에 활용할 수 있으며, 모니터링 활동에 연계한 환경교육을 운영하여 시민들의 환경인식도 증진할 수 있다.

나. 계획방향 및 목표

ICT 기반 시민참여형 환경데이터 수집 체계를 구축함으로써 환경모니터링 빅데이터를 구축 및 정책에 활용하고, 시민참여 강화 및 인식 증진을 도모한다.

다. 사업의 당위성

본 사업은 시민 관심이 높은 환경데이터 수집 참여, 환경모니터링 및 시민참여 강화로 에코스마트도시에 대한 시민만족도를 높이며, 에코스마트시티의 "6C-6S" (From 6 C-Free to 6 S-Full) 비전에 따르면 본 사업은 "시민불평이 없는 만족스런 도시"(Complain ⇒ Satisfaction)를 지향한다. 기존에 바이오블리츠(BioBlitz)[152]를 비롯한 생태데이터의 수집사례가 있고, 행정안전부의 안전신문고 앱을 통한 시민 신고체계가 있으나, 수변 생물종, 비산먼지 공사장 등 시민들이 관심 높은 환경데이터에 대한 특화된 수집체계의 구축 및 활용이 필요하다.

(1) 목표달성을 위한 KPI

사업을 통해 구축한 시민참여 데이터수집 체계의 구축 건수, 그리고 시민참여 데이터수집 활동 건수 등을 사업목표 달성에 관한 KPI로 활용할 수 있다. 그리고 사업내용과 결과에 관한 시민만

152) 바이오블리츠(BioBlitz)는 일반 시민들이 생물전문가들의 도움을 받아 일정 시간과 지역에서 지역 생물종을 탐사 및 기록하는 활동으로, 1996년 미국에서 시작되었고 한국에서도 2010년 이래 매년 여러 도시에서 열리고 있다(바이오블리츠 코리아 웹사이트). 더 자세한 내용 및 사례는 바이오블리츠 코리아 웹사이트, 화성시지속가능발전협의회(2018) 참고.

족도를 조사하여 KPI로 활용할 수 있다.

(2) KPI 측정방법

수집체계의 구축 건수 및 시민활동 건수의 경우 사업 추진기관의 실적 통계를 바탕으로 측정하며, 시민만족도는 별도의 조사를 실시한다.

라. 사업내용

(1) 사업추진 대상

Value Layer의 경우 환경모니터링 등의 데이터를 시민참여를 통해 효율적으로 수집할 수 있으며, 시민들도 데이터 수집과 그 활용에 참여함으로써 시민거버넌스의 강화를 기대할 수 있고, 그 과정에서 학습과 환경인식 증진 또한 기대할 수 있다. Data/Information Layer 측면에서는 시민들이 참여하여 수집할 수 있는 환경데이터로, 불법배출 등 환경감시 모니터링, 오염도 모니터링, 생태환경 모니터링(생물종 및 생태 관찰, 위치정보) 등이다. Service Layer 측면에서는 환경데이터 수집에 시민들이 참여할 수 있는 수집체계를 제공하며, 이와 연계하여 시민참여 이벤트, 시민 대상의 교육프로그램 등을 함께 제공한다. Technology Layer 측면에서는 시민들이 직접 환경데이터를 측정하고 입력할 수 있는 체계를 구축한다. 여기에는 개인형 스마트기기를 활용한 데이터 측정, 데이터 측정·입력 방법의 표준화, 데이터 입력과 입력결과를 표출할 앱, 입력된 데이터에 대해 시민들이 토론할 수 있는 플랫폼 등이 포함될 수 있다.

(2) 스케일

사업의 스케일은 도시 단위로 시민 수요에 맞는 프로그램을 운영할 수 있으며, 국가 수준에서 수집하는 것이 적합한 데이터의 경우 국가 단위에서 운영할 수 있다. 지역 유형은 신도시와 구도시 관계없이 가능하다.

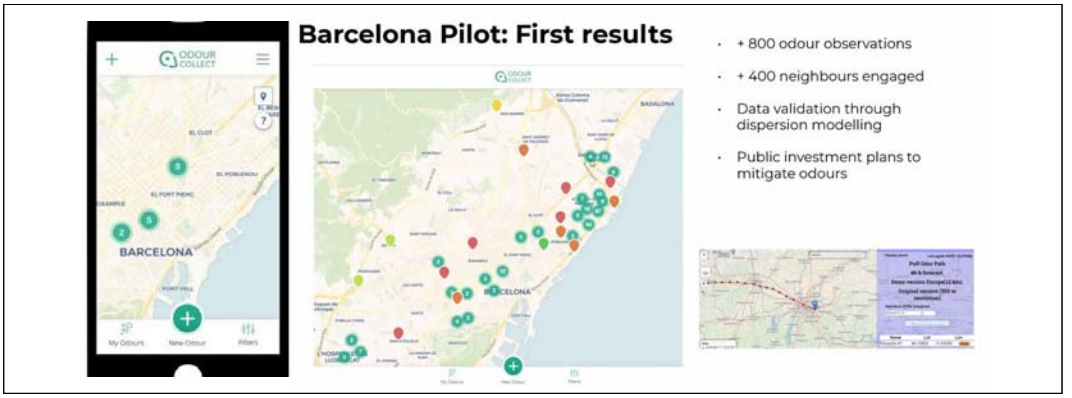
마. 사업추진 전략

사업추진 전략은 모바일 앱, 센서 등을 포함하는 다양한 수단을 활용하여 환경오염 감시, 생태자원 모니터링 등에 관한 시민참여형 환경데이터 수집체계를 구축하는 것이다. 개인들이 측정한 데이터를 입력·수집·취합하는 체계를 만들고, 취합결과를 주기적으로 공표 및 활용한다. 또한 시

민참여 이벤트와 연계하여 운영함으로써 시민들의 인식과 참여를 더욱 제고할 수 있다.

일례로, 유럽의 D-NOSES 프로젝트[153]에서는 OdourCollect라는 스마트폰 앱을 개발하여 시민들이 앱을 통해 악취 사례를 보고함으로써 악취모니터링 데이터를 생성하고, 그 결과를 바탕으로 악취관리 개선 논의가 이루어지기도 했다.(그림 2 참조)

〈그림 4-138〉 유럽 D-NOSES 프로젝트 사례



주: (좌) 앱 화면, (우) 악취모니터링 데이터수집 결과
그림출처 : OdourCollect 트위터에서 발췌·편집

사업은 환경오염 감시, 오염도 모니터링, 생태환경자원 모니터링 등 시민들의 관심과 접근성이 높은 다양한 분야에 활용될 수 있다. 먼저, 환경오염 감시의 경우 불법배출 신고 등에 활용될 수 있다. 일례로 미세먼지 비상저감조치가 발령될 때 비산먼지 발생 공사장의 경우 가동시간 조정 등의 조치의무가 있는데, 공사장별 조치계획에 대한 정보를 공개하고 그 준수여부에 대해 이웃 주민들이 감시·신고할 수 있는 플랫폼을 구축하여 활용할 수 있다. 비상저감조치의 경우 수많은 대상 시설에 대해 며칠에 불과한 짧은 기간 동안 효과적인 단속을 실시하기 어려운 문제가 있으며, 한편 미세먼지에 대한 시민들의 우려가 커 환경감시에 참여할 의지도 높을 것으로 예상되어, 적절한 시민참여형 데이터수집 플랫폼이 만들어진다면 시민감시가 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.

둘째, 개인형 스마트기기 등으로 측정가능한 오염도 정보의 수집체계를 구축하여 오염도 모니터링에 활용할 수 있다. 앞서 소개한 유럽의 D-NOSES 악취모니터링 프로젝트의 경우 개인이 악취를 유형별로 구분하여 스마트폰 앱을 통해 보고할 수 있도록 간단한 구분법을 포함한 수집체계를 구축하였다[154]. 특히 악취의 경우 원인물질 및 발생형태가 다양하고 시·공간에 따른 변이가 심하며 악취에 대한 민감도에 개인차가 크다는 점 등이 있어 표준화된 측정과 자료축적에 어려움이 있다. 이에 따라 D-NOSES와 같이 개인이 느끼는 악취의 정도를 데이터로 축적하는 방식에

153) European Commission (2020), pp.55-57.
154) European Commission (2020), pp.55-57 및 OdourCollect 트위터

장점이 있다.

셋째, 주요 지표종이나 외래침입종(생태계교란종) 등의 쉬운 구별법을 제공하고 수집체계를 구축하여 생태환경자원 모니터링에 활용할 수 있다. 시민들이 주변지역의 생태와 생물종에 갖는 관심을 활용하여 생태학습 및 탐사활동을 활성화하고 또 그 결과물인 생태자원 모니터링 데이터를 입력하도록 하는 것이다. 이는 시민 입장에서 자신들이 원하는 학습과 탐사활동을 즐기는 동시에 환경생태 데이터를 생산·제공함으로써 사회에 기여하고, 공공의 입장에서도 시민들의 생태환경 인식 증진과 동시에 구축된 데이터를 활용할 수 있다. 데이터 수집체계 구축과 연계하여 시민 대상의 생태모니터링 방법 및 의의 등 교육프로그램을 운영하고, 모니터링 결과를 언론 등에 공표하고 시민참여 이벤트를 개최하는 등 여러 방법으로 시민소통을 강화할 수 있다.

바. 사업추진 주체

사업의 추진주체는 정부 및 지자체가 주도하되, 민간기업, 단체 등 여러 주체의 역할이 필요하다. 정부와 지자체는 시민들의 관심이 높고 모니터링 가치가 높은 적절한 환경데이터를 선정하여 데이터 수집체계를 구축·운영하는 역할이며, 그리고 민간기업은 데이터 수집기술 및 통합체계, 앱 개발 등을 담당한다. 또한 민간 및 공공의 환경교육 단체들이 시민참여 이벤트, 환경교육 프로그램 등을 운영한다. 재원의 경우에도 정부와 지자체 예산을 중심으로 추진한다.

사. 사업추진 로드맵

〈표 4-80〉 사업추진 로드맵 – 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축

단계	유형	기간	세부내용
0단계	예비사업	2021-2023	시범분야 기술 및 운영체계 개발: 데이터 수집·통합 기술, 법제도 및 교육·소통 체계
1단계	시범사업	2024-2025	시범분야 적용 및 평가
2단계	본 사업	2026-2028	대상분야 확대
3단계	확장사업	2029-2030	개도국 적용

자료: 연구진 작성

05

에코스마트시티 해외진출

제1절 에코스마트시티 해외진출 방안

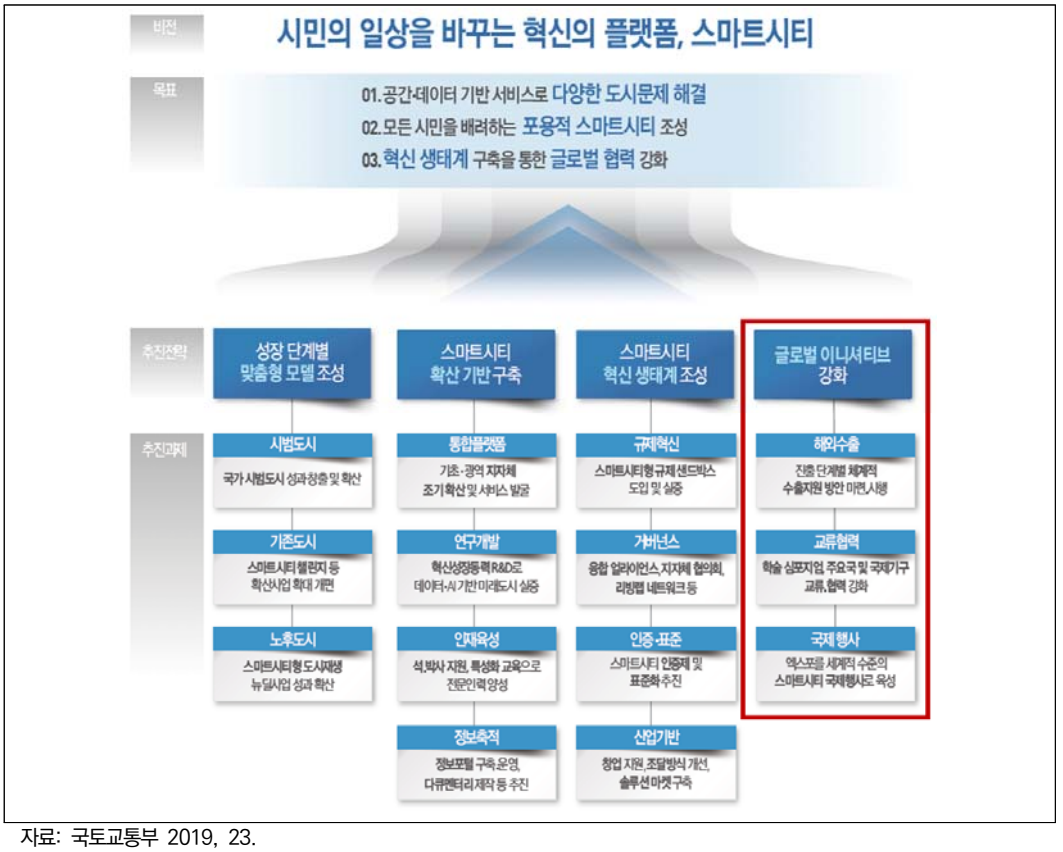
1. 한국의 스마트시티 해외진출정책 동향

가. 한국 스마트시티 국제 협력 정책 흐름

국내 스마트시티 정책은 2009년 제1차 유비쿼터스도시 종합계획부터, 2013년 제2차 유비쿼터스도시 종합계획, 그리고 최근 2019년 제3차 스마트도시 종합계획의 목표, 추진전략, 추진과제 등을 살펴봄으로써 정책 흐름을 살펴볼 수 있다. 제1차 유비쿼터스도시 종합계획에서의 해외정책은 U-City 산업육성 지원의 하나로서 해외 수출기반 마련을 실천과제로 제시하고 있다(국토해양부 2009). 제2차 유비쿼터스 종합계획에서는 "국제협력을 통한 해외시장 진출 지원 강화"를 하나의 추진전략으로 제시하여 스마트시티의 해외 확산을 도모하게 된다(국토교통부 2013). 이는 제1차 유비쿼터스도시 종합계획에서 실천과제였던 국제협력 부분이 제2차 유비쿼터스도시 종합계획에서 추진전략 중 하나로 제시되면서 국내 모델의 해외 확산을 본격적으로 도모한 시기라고 이해할 수 있다.

특히 최근 제3차 스마트도시 종합계획은 기존 유비쿼터스도시라는 명칭 대신 스마트도시로 변경했을 뿐 아니라 내용적 측면에서도 스마트시티와 관련된 글로벌 경향을 반영하여 다변화를 추진하고 있으며, 국제 협력을 구체화하고 적극적 추진 계획을 수립하고 있다(김익회 외 2020). 제3차 스마트도시 종합계획에서 국제 협력과 관련하여 "글로벌 이니셔티브 강화"를 제시하고, 추진과제로서 "해외수출," "교류협력," "국제행사"를 제시하고 있다(국토교통부 2019). 즉 제3차 스마트시티 종합계획에서의 해외진출정책은 스마트도시 산업의 국내 확산 뿐 아니라 해외 확산을 위한 본격적인 노력을 추진하고자 함을 보여주고 있다. 더욱이 월드 스마트시티 엑스포 행사와 같은 국제 행사의 육성은 국내 스마트시티의 성과를 정리하고 홍보의 중요성을 깨닫고 추진함으로써 이는 기존 정책에서 한 단계 발전되었음을 의미한다.

〈그림 5-1〉 제3차 스마트도시 종합계획



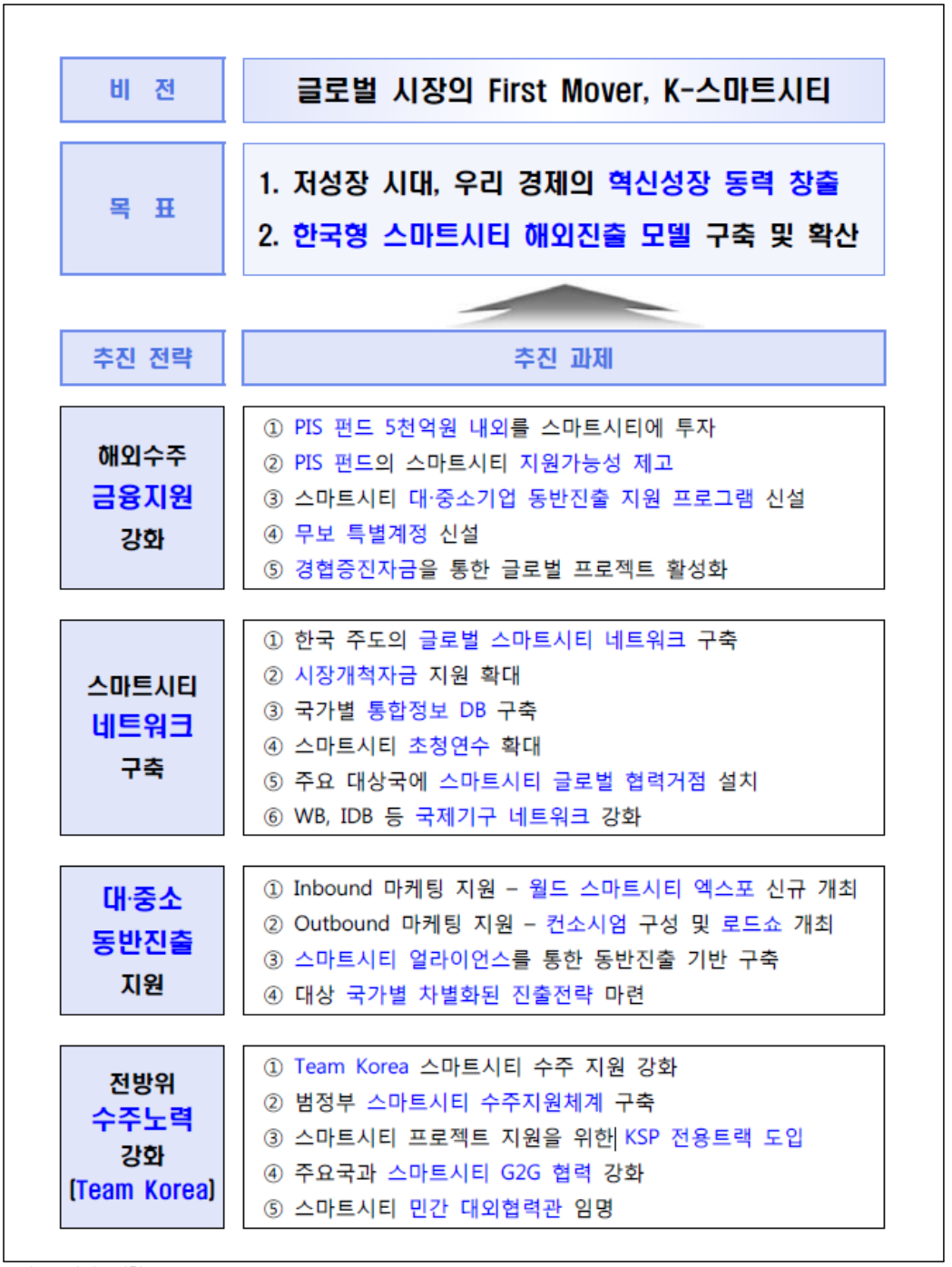
자료: 국토교통부 2019, 23.

나. 한국형 스마트시티의 해외 진출 최근 동향

한국형 스마트시티 모델의 해외 진출과 관련하여, 국토교통부는 2016년 한국형 스마트시티 해외 진출 확대 방안을 발표하며(국토교통부 2016), 2019년 정부는 스마트시티 해외 수출 확대를 위한 "스마트시티 해외진출 활성화 방안"을 발표한다(관계부처합동 2019). 해당 방안은 한국형 스마트시티 해외진출 모델을 구축하고 확산하기 위해 금융지원, 스마트시티 네트워크 구축, 동반진출, 전방위 수주 노력 강화와 같은 추진 전략을 제시하고 있다(관계부처합동 2019).

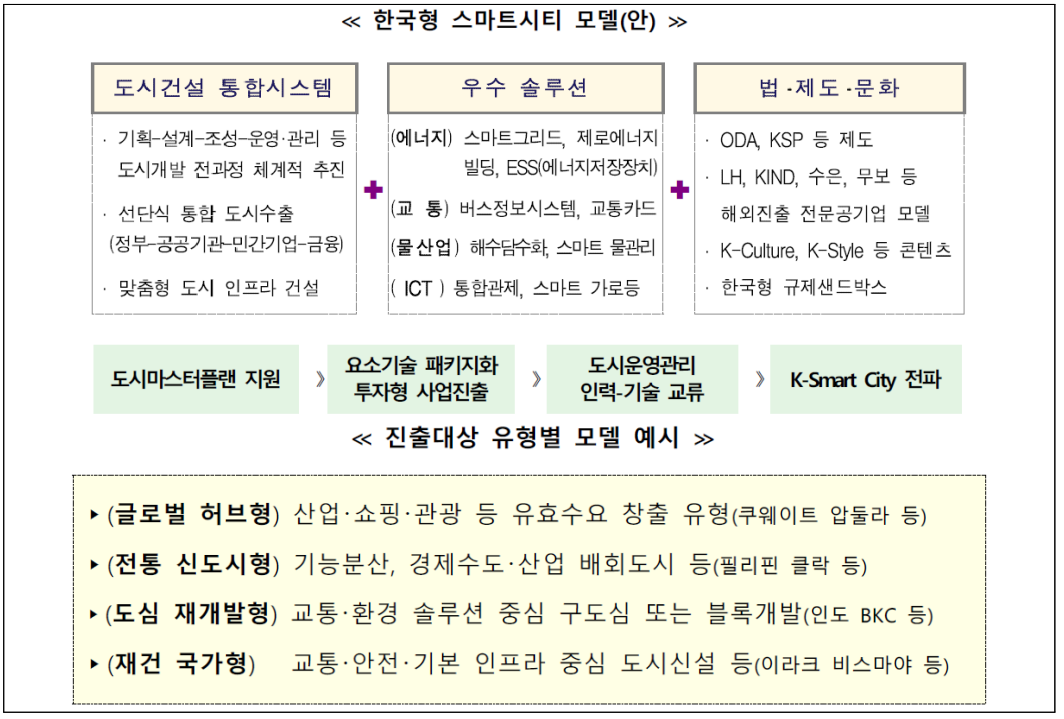
2019년의 해외진출 활성화 방안의 주요 내용은 법·제도·솔루션 등 패키지형으로 기업들의 해외 진출을 지원하며, 유형을 글로벌 허브형, 신도시형, 도심 재개발형, 재건 국가형으로 구분하고 지원하게 된다(관계부처합동 2019). 그리고 7대 핵심서비스로서 스마트 에너지, 스마트 행정, 스마트 안전, 스마트 교통, 스마트 헬스케어, 스마트 에코, 스마트 데이터를 제시한다(관계부처합동 2019).

〈그림 5-2〉 스마트시티 해외진출 활성화 전략 및 과제



자료: 관계부처합동 2019. 7.

〈그림 5-3〉 스마트시티 해외진출 활성화 방안 한국형 스마트시티 모델(안)



자료: 관계부처합동 2019, 5.

〈표 5-1〉 한국형 스마트시티 모델 7대 핵심서비스(안)

구분	기본 목표
스마트 에너지	• 연료전지, 제로에너지 건축물 등 첨단 에너지 절감 기술 도입 • 태양광·폐기물 등 신재생 에너지 적극 활용
스마트 행정	• 시민소통채널, 리빙랩, 사회공헌 플랫폼, M-Voting, 디지털 트윈 도입 • 증강도시 활용 도시행정 가능한 점을 강조
스마트 안전	• 스마트 응급 호출, 대피 유도 시스템, 지능형 CCTV 등 안전한 도시 기능 • 스마트시티 통합플랫폼 포함
스마트 교통	• 공유모빌리티, 자율주행, 스마트 공공교통 등을 통합 패키지화하여 반영 • 드론·로봇 택배, 모바일 추적 등 스마트 물류 구축
스마트 헬스케어	• AI 스마트 문진, 개인 건강정보 축적, 병원 간편예약 서비스 등 기능 • 원격의료 시스템 포함
스마트 에코	• Smart Water Management, 하수 재이용 등이 적용된 모델 구축 • 미세먼지·오존 등 대기환경 관리시스템 반영
스마트 데이터	• 슈퍼컴퓨터, 5G, 공공Wifi 등 우수한 통신 기술을 적극 반영한 모델 구축 • 블록체인 기반의 도시 보안시스템 마련·구축

자료: 관계부처합동 2019, 6.

2. 국토교통부 해외 스마트시티 관련 사업

가. 개요

국토교통부는 ODA를 통해서 개발 컨설팅 및 도시 마스터플랜 수립뿐 아니라 도로망, 토지정보, 교통 등 다양한 분야에서 한국형 인프라의 해외 진출을 지원해 왔다(표 2-9 참조). 국토교통부의 ODA 사업 동향은 2013년 이후 신도시 및 산업단지 관련 마스터플랜 수립 및 국가토지정보시스템의 구축이라는 측면에서 유비쿼터스도시 기술의 해외 진출로 해석할 수 있다(김익회 2020). 한편 2018년 이후에는 본격적으로 스마트시티와 관련된 마스터플랜 수립, 공간정보체계 구축, 지능형 교통체계 수립 등 지원 사업을 추진하고 있다(김익회 2020).

그리고 가장 최근인 2020년에 국토교통부는 한국형 스마트시티 국제 협력 체계인 'Korea Smart City Open Network(K-SCON)'를 2020년 1월 출범시켰다(국토교통부 2020a). K-City Network는 한국의 스마트시티 개발 경험을 해외도시들과 공유하고 지원하기 위한 프로그램으로서 마스터플랜 수립, 타당성 조사, 초청연수, 기술 컨설팅을 패키지로 지원하는 것들을 주요 내용으로 하고 있다(국토교통부 2020a).

〈표 5-2〉 국토교통부 인프라 ODA 사업목록(2013-2019)

구분	사업명
2013-2015	• 인도 뭄바이 도시재생 마스터플랜(MP) ('13~'14) • 나이지리아 라고스 광역교통 MP('13~'14) • 미얀마 에야와디강 수자원 MP('13~'14) • 르완다 키갈리 공항부지 개발 MP('14~'15) • 모잠비크 간선도로망 MP('14~'15) • 인도네시아 페칸바루 상수도 MP('14) • 니카라과 국가도로망 MP('14~'15) • 베트남 후에 도시교통 MP('14) • 칠레 종합토지정보 MP('14) • 페루 리막강 복원 MP('14~'15) • 스리랑카 트린코말리 산단 MP('15) • 라오스 메콩강유역 치수종합 MP('15) • 방글라데시 다카 신도시 MP('15) • 인니 술라웨시 수자원 MP('15) • 인니 비퉁 특별경제구역 MP('15) • 페루 리마·까야오 대중교통 MP('15) • 코트디부아르 국가도로망 MP('15)

구분	사업명
2016-2017	• 베트남 탱화 연구개발 산단 MP('16) • 튀니지 국가토지관리 인프라 MP('16) • 콜롬비아 메데진시 지능형교통시스템 MP('16) • 몽골 간선 도로망 MP('16) • 베트남 내륙주운 정보화('16~'17) • 태국 짜오프라야 유역 수자원 MP('16~'17) • 베트남 남부고속도로 교통센터 통합MP('17) • 베트남 하노이 도로교통안전 MP('17) • 베트남 하노이 Tolich강 수질개선MP('17) • 인도네시아 동부섬 수자원 개발 MP('17) • 캄보디아 시엠립 녹색도시교통 MP('17) • 스리랑카 콜롬보 과학기술도시 MP('17) • 파라과이 아순시온 도시교통 MP('17) • 콜롬비아 보고타 신공항도시 MP('17) • 보츠와나 국가수자원 개발 MP('17)
2018-2019	• 베트남 도로 중온 아스팔트 기술 최적화 사업('18~'20) - 프로젝트 • 콜롬비아 메데진 도심교통 인프라 개선사업('18~'20) - 프로젝트 • 페루 아레키파 도로교통관리 시스템 개선사업('18) • 우즈베키스탄 상수도 인프라 개선사업('18) • 인도네시아 덴파사르 스마트 물관리 사업('18) • 요르단 북부지역 스마트 물관리 사업('18) • 에티오피아 국토표준 통합 토지인프라 구축사업('18) • 캄보디아 국가공간정보체계 시행전략 수립사업('18) • 라오스 국토정보 인프라 개선사업('18) • 아시아 중점협력 13국 사업기획 컨설팅('18) • 중남미 중점협력 4국 사업기획 컨설팅('18) • 아프리카 중점협력 7국 사업기획 컨설팅('18) • 인도네시아 지적정보 인프라 통합활용 MP('19) • 볼리비아 주요 도시 스마트시티 구축 MP('19) • 콜롬비아 국가 지능형교통체계(ITS) MP('19) • 인도네시아 국가교량 건전성 모니터링 시스템 구축('19~'22) - 프로젝트 • 아시아, 중남미 등 중점협력 12국 사업기획 컨설팅('19)

자료: 국토교통부 해외건설지원과 2019, 5-6; 김익회 외(2020, 23-24)에서 재인용

〈표 5-3〉 K-City Network 글로벌 협력 프로그램 지원사업 개요

구분	내용	
지원 대상사업	도시 개발형	• 대규모 "도시개발형" 사업은 해외도시 전체를 대상으로 종합적인 스마트시티 계획을 수립하고, 이에 기초하여 신도시·산업단지 등을 개발, 건설, 유지 및 운영하는 사업
	스마트 솔루션형	• 중·소규모 "스마트 솔루션형" 사업은 행정, 교통, 보건, 의료, 복지, 환경, 에너지, 수자원, 방범, 교육, 문화, 고용 등 다양한 분야에서 도시문제를 해결하기 위한 스마트 솔루션을 구축·운영하는 사업
신청대상	• 정부 차원의 사업 추진 동력 확보를 통해 본 사업으로 연계 가능성을 높이기 위해 협력사업 신청 주체는 해외 중앙정부, 지방 정부 및 공공기관으로 한정하고 민간기업이 단독으로 신청하는 것은 제한	
지원내용	• 글로벌 협력사업으로 선정될 경우 한국 정부가 해당국의 스마트시티 사업계획을 수립하고 초청 연수를 패키지로 지원 - 국가별 스마트시티 수요와 대상사업 진행상황 등을 고려하여 기본구상, 마스터플랜, 예비타당성 조사, 본 타당성조사 등으로 나뉘어 지원 - 사업당 지원금액은 사업유형 및 난이도, 초청연수 규모 등에 따라 달라지나 최대 10억원 이내에서 결정	

자료: 국토교통부 2020a, 2.

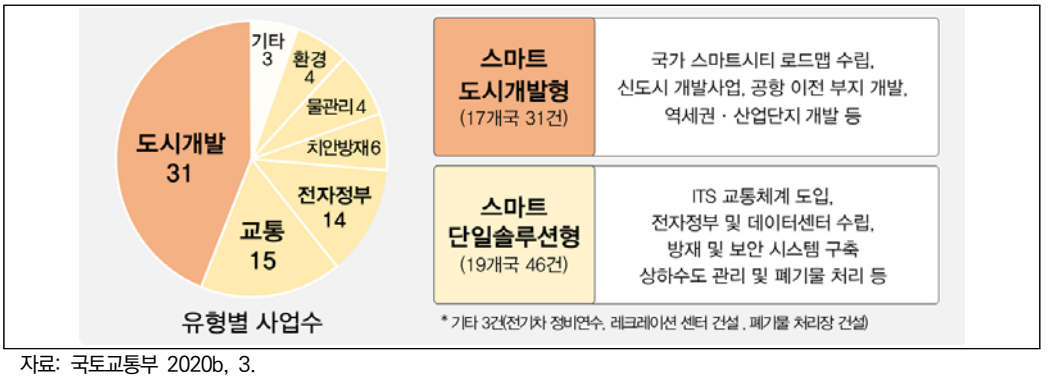
K-City Network 출범 이후 신남방 국가로부터 39건, 신북방 국가로부터 27건, 중남미로부터 9건, 기타 국가들로부터 5건, 총 80건의 공모를 받게 된다. 공모 결과 11개국 12건의 사업들을 선정하게 된다. 도시개발형으로는 말레이시아, 코타키나발루, 미얀마 달라, 러시아 볼쇼이카멘, 인도네시아 신수도, 페루 쿠스코 사업들이 선정되었으며, 솔루션형으로 터키 앙카라와 가지안텝, 태국 콘캔, 라오스 베엔티안, 몽골 울란바토르, 콜롬비아 교통이 선정된다. 솔루션형의 경우 교통이 3건, 전자정부, 방재 및 배수가 선정됨으로써 교통과 환경 분야에 솔루션이 집중되어 있음을 알 수 있다. 따라서 해외 스마트시티 분야의 수요는 직간접적으로 환경과 연관된 솔루션들에 대한 수요가 높으며, 이러한 해외 수요를 반영하여 국내 스마트시티 해외 정책을 추진할 필요가 있다.

〈그림 5-4〉 K-City Network 국제공모 접수 결과(지역별)



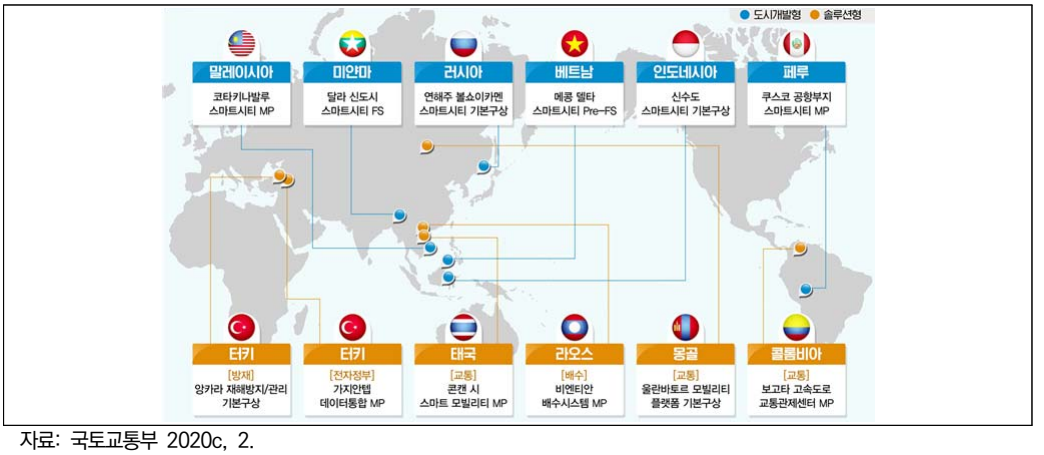
자료: 국토교통부 2020b, 3.

〈그림 5-5〉 K-City Network 국제공모 접수 결과(유형별)



자료: 국토교통부 2020b, 3.

〈그림 5-6〉 2020년 K-City Network 국제공모 선정 국가 및 사업



자료: 국토교통부 2020c, 2.

〈표 5-4〉 K-City Network 국제공모 스마트 솔루션형 선정사업 개요

스마트 솔루션형 사업	
라오스 비엔티안 배수시스템 개선 MP	• 신청기관 : 비엔티안 시 관리 및 서비스국(VCOMS) • 위치 : 라오스 수도 비엔티안 시 (200km2) • 내용 : 비엔티안시 배수시스템 개선 외 막히아오 강 하수도 개선사업 등 5개 물관리 마스터플랜
콜롬비아 보고타 고속도로 교통통합 관제센터 MP	• 신청기관 : 콜롬비아 교통부 • 위치 : 쿤디나마르카 부, 보고타시 (119km 구간) • 내용 : 보고타-구아두아스 119km 고속도로 구간의 통합관제센터 및 보고타시 교통센터 구축 마스터플랜 수립
터키 가지안텝시 스마트 시티 데이터 통합 MP	• 신청기관 : 터키 가지안텝 시정부 • 위치 : 가지안텝 시 세히트카밀 지구 (3,000m2) • 내용 : 다양한 기관으로부터 수집되는 데이터를 정리·분석할 수 있는 환경친화적 스마트 시티 센터 구축 마스터플랜
몽골 울란바토르 스마트 모빌리티 플랫폼 기본구상	• 신청기관 : 울란바토르 개발공사 • 사업위치 : 울란바토르 (4,700km2) • 내용 : 몽골 교통시스템 개선사업과 연계하여 대중교통 최적화를 위한 교통통합 데이터 관리 시스템 구상
태국 콘 캔 시 스마트 모빌리티 MP	• 신청기관 : 태국 디지털경제진흥원 (DEPA) • 위치 : 콘 캔 시 (48km2) • 내용 : 플랫폼 기반 모빌리티 서비스 체계(MaaS) 구축계획 수립, 교통정보 수집·운영계획 수립
터키 앙카라 스마트 재해방지/관리 기본구상	• 신청기관 : 터키 앙카라 시정부 • 위치 : 앙카라시(미정) • 내용 : 재난대응을 위한 데이터 플랫폼 개발, IoT 시스템 도입 등 스마트 서비스 구상

자료: 국토교통부 2020c, 7-10; 김익회 외(2020, 27)에서 재인용

〈표 5-5〉 K-City Network 국제공모 스마트 도시개발형 선정사업 개요

스마트 도시개발형 사업	
러시아 연해주 볼쇼이카멘 스마트시티 기본구상	• 신청기관 : 연해주 정보통신개발부 • 위치: 연해주 볼쇼이카멘 (119.8km2) • 내용: 러 정부의 볼쇼이카멘 조선해양 클러스터 조성사업과 연계한 스마트시티 개발 전략
미얀마 달라 신도시 시범사업지구 스마트시티 FS	• 신청기관 : 미얀마 건설부 • 위치: 양곤시 달라 (3.23km2) • 내용: 달라신도시 시범 사업지구에 스마트 교통, 방재, 에너지 등 스마트 솔루션을 포함한 도시개발 타당성조사
인도네시아 신수도 스마트시티 기본구상	• 신청기관 : 인도네시아 공공사업주택부 • 위치: 동 칼리만탄(5,600ha 이상) • 내용: 신수도 행정구역에 스마트 교통, 폐기물, 물관리 등 부문별 기본구상 수립
말레이시아 코타키나발루 스마트시티 MP	• 신청기관: 말레이시아 사바 주정부 • 위치: 사바주 코타키나발루시 (682ha)

	• 내용: 스마트 교통, 인프라 (물·전기공급, 폐기물 관리), 서민주택 및 전자 거버넌스 마스터플랜 수립
베트남 메콩 델타 지역 파일럿 스마트시티 Pre-FS	• 신청기관 : 베트남 건설부 • 위치 : 베트남 메콩 델타 지역 • 내용 : 메콩강 삼각주의 시범도시를 대상으로 기후변화 적응을 위한 인프라 개선, 데이터베이스 구축을 대한 사전타당성조사
페루 쿠스코 공항부지 스마트시티 MP	• 신청기관 : 페루 쿠스코시 시의회 • 위치 : 쿠스코시 에스테테 공항 (125ha) • 내용 : 공항 이전 (쿠스코→ 친체로)에 따라 기존 공항 부지에 대한 도시계획 및 스마트시티 서비스 컨설팅 (건설, 환경, 치안, 빌딩, 교통 등)

자료: 국토교통부 2020c, 7-10 ; 김익회 외 2020, 페이지에서 재인용

나. KIND 지원 사업

KIND는 국토교통부를 주축으로 2018년 출범한 해외투자개발사업 전문 지원기관으로서, 교통인프라, 도시개발, 전력/에너지 및 플랜트, 수자원 및 환경 등의 사업분야를 지원하며,[155] 출자사로는 LH, 건설공제조합, 한국수출입은행, 한국도로공사, 한국수자원공사 등이 있다.[156]

〈표 5-6〉 KIND 프로젝트 정보

구분	사업명	진행단계
도시개발	• 인도네시아 국영 산업설비(자동차 관련) 프로젝트	F/S 단계
	• 미얀마 신도시개발 프로젝트	F/S 단계
	• 베트남 도시인프라(농수산물 도매시장) 프로젝트	F/S 단계
교통	• 코스타리카 광역철도 프로젝트	F/S 단계
	• 인도네시아 도시교통(LRT 및 BRT) 프로젝트	F/S 단계
전력	• 조지아 수력발전 프로젝트	F/S 단계
	• 이라크 태양광 발전 프로젝트	F/S 단계
	• 모잠비크 복합화력발전 프로젝트	F/S 단계
	• 칠레 Talca 태양광 발전소 건설 및 운영 프로젝트	운영 단계
	• 칠레 La Acacia 태양광 발전 프로젝트	운영 단계
	• 호주 바네톤 태양광 발전 프로젝트	건설 단계
	• 호주 바칼딘 태양광 발전 프로젝트	운영 단계
	• 포르투갈 리스본 태양광 발전 프로젝트	운영 단계
	• 터키 키리칼레 복합화력발전 프로젝트	건설 단계
도로	• 카자흐스탄 알마티 순환도로 건설 및 운영 프로젝트	건설 단계
	• 방글라데시 고속도로 프로젝트	F/S 단계
병원	• 터키 가지안텝 병원 프로젝트	건설 단계

자료: KIND 프로젝트 정보 http://www.kindkorea.or.kr/?p=55 (2020년 9월 20일 검색); 김익회 외(2020, 29)에서 재인용

155) KIND 공사소개 공사개요. http://www.kindkorea.or.kr/?p=7 (2020년 12월 30일 검색).
156) KIND 공사소개 공사개요. http://www.kindkorea.or.kr/?p=7 (2020년 9월 20일 검색).

다. 한국토지주택공사(LH) 추진 사업

국토교통부 산하 공공기업인 LH는 해외 신규시장을 개척하고, 국내기업의 동반 해외진출을 지원하는 공적역할을 수행한다.[157] LH는 정부의 해외진출 장려책에 부응하여 기존 개발컨설팅 사업에서 투자형사업으로 방향을 전환하고, 해외스마트도시, 해외산업단지를 중점 추진분야로 지정하고 사업 추진하는 중이다.[158]

〈표 5-7〉 LH 검토중인 해외사업

사업명	주요 내용
쿠웨이트 압둘라 스마트시티	• 사업내용: G2G 협력기반 스마트시티 조성사업 • 규모: 6,440ha(1,950만평), 2.5만~4만호 • 사업비: 약216억불(26조원) • 사업주체: LH 및 쿠웨이트 주거복지청 (공동투자) • 추진현황: MP 및 실시설계용역 수행 중
베트남 흥옌성 산업도시	• 사업내용: 산업, 물류, 주거가 혼합된 복합 산업도시 개발 • 규모: 전체 900만평 중 240만평 참여(한국 베트남 경협산단 43만평, 산업1구역 90만평, 도시구역 105만평) • 사업비: 약 3,200억원 • 사업주체: LH컨소시엄과 TDH ECHOLAND
인도 KDMC 스마트시티	• 사업내용: TPS(Town Planning Scheme) 방식 스마트시티 조성 • 규모: 265ha(약 80만평) • 사업비: 약 4,500억원 • 사업주체: LH와 KDMC 공동
말레이시아 코타키나발루 스마트시티	• 사업내용: 스마트시티 조성(ICT기반 Smart Mobility, 스마트주거 및 산업, 리조트 등 휴양시설) • 규모: 693ha • 사업비: 약 2,542억원 • 사업주체: LH 및 사바주 공동설립 JVC(추진 중)

자료: 한국토지주택공사 LH 검토중인 해외사업 http://www.lh.or.kr:80/contents/cont.do?sCode=user&mPid=213&mId=215&menuYear= (2020년 9월 20일 검색); 김익회 외(2020, 30)에서 재인용

157) 한국토지주택공사 해외사업현황 http://www.lh.or.kr:80/contents/cont.do?sCode=user&mPid=213&mId=214&menuYear= (2020년 9월 20일 검색).

158) 한국토지주택공사 해외사업현황 http://www.lh.or.kr:80/contents/cont.do?sCode=user&mPid=213&mId=214&menuYear= (2020년 9월 20일 검색).

3. 외교부 한국국제협력단(KOICA)

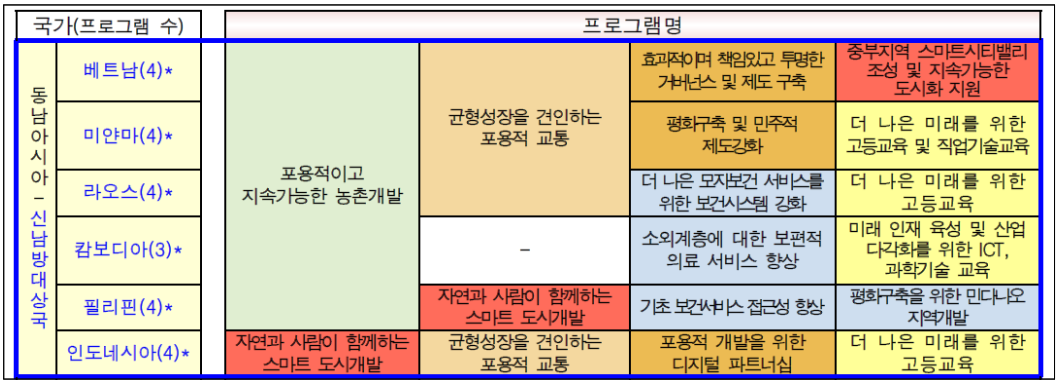
한국국제협력단은 개발도상국의 빈곤감소 및 삶의 질 향상 등 협력대상국과의 경제협력 및 우호협력관계 증진 등을 위해 설립된 개발협력 기관으로서, 2020년부터 '한-아세안 미래공동체 ODA 이행계획' 및 'KOICA 국가지원계획' 수립을 통해 신남방국가 중심으로 스마트시티 지원 사업을 추진 중이다(김익회 2020). KOICA는 2019년 '한-아세안 미래공동체 ODA 이행계획'을 수립하고, 스마트 도시 개발을 5개 중점 분야 중 하나로 추진하였으며(한국국제협력단 2020a), KOICA는 국가지원계획을 통해 KOICA 신남방 프로그램을 우선적으로 고려한다. 2020년 국가지원계획이 수립되기 전까지 KOICA 내에 스마트시티 관련 별도의 사업은 없었으며, 일부 관련 사업이 '도시개발 사업지원' 유형으로 분류하여 진행한다(김익회 2020).

〈그림 5-7〉 한-아세안 미래공동체 ODA 전략 이행계획 상의 5대 프로그램

프로그램			연관 전략	
포용적 개발을 위한 디지털 파트너십			(4P) People, Peace, Prosperity (ASEAN 커넥티비티) Digital Innovation	
공공정보화	디지털 인프라 구축	디지털 기술 활용역량 강화	중점 국가	(6개국) 캄보디아, 라오스, 미얀마, 베트남, 인도네시아, 필리핀
더 나은 미래를 위한 고등교육			(4P) People, Prosperity (ASEAN 커넥티비티) People Mobility	
고등교육 정책역량 강화	인적·물적 인프라 개선	성과확산 및 가치사슬연계	중점 국가	(4개국) 미얀마, 라오스, 베트남, 인도네시아
포용적이고 지속가능한 농촌개발			(4P) People, Planet (ASEAN 커넥티비티) Sustainable Infrastructure	
농업생산성 증대	농촌 공동체 구축	기후변화 적응력 향상	중점 국가	(6개국) 캄보디아, 라오스, 미얀마, 베트남, 인도네시아, 필리핀
자연과 사람이 함께하는 스마트 도시 개발			(4P) Prosperity, Planet (ASEAN 커넥티비티) Sustainable Infrastructure	
도시계획 역량강화	도시 공공시설 공급 지원	도시개발 전략수립	중점 국가	(3개국) 베트남, 인도네시아, 필리핀
균형성장을 견인하는 포용적 교통			(4P) Prosperity (ASEAN 커넥티비티) Sustainable Infrastructure	
제도적 역량강화	마스터플랜 및 F/S	교통시설 구축지원	중점 국가	(3개국) 미얀마, 베트남, 인도네시아

자료: 한국국제협력단 2020a, 2-3. 김익회 외(2020, 32)에서 재인용

〈그림 5-8〉 KOICA CP 국별 프로그램 현황(신남방국가)



<프로그램 지표에 따른 '유사 카테고리' 구분 : ■ 농림수산, ■ 거버넌스, ■ 교육, ■ 젠더, ■ 보건·위생/영양, ■ 기후/도시, ■ 산업/에너지, ■ 교통, ■ 물>

자료: 한국국제협력단 2020b, 4.

〈표 5-8〉 도시개발 분야 KOICA 추진사업(1990~2010년대)

사업유형		사업명
개발컨설팅	1990년대	• 공단조성 개발조사, 도시 마스터플랜 수립 등 - 필리핀 동부 비사야스 공단조성개발조사(1993-1994/28만 달러) - 베트남 하노이 신도시개발 타당성 조사(1999-2001/100만 달러)
	2000년대	• 서민주택 개발조사, 도시 마스터플랜 수립, 토지정책 컨설팅 사업 등 - 베트남 하노이 주거단지 타당성조사(2001-2002/100만 달러) - 인도네시아 서민주택 개발조사(2001-2003/25만 달러) - 가나 아한타웨스트 지역 신도시개발계획 수립사업(2009-2010/150만 달러) - 이집트 토지개발정책 평가·감시능력 강화사업(2004-2006/100만 달러)
	2010년대	• 도시 및 주택단지 마스터플랜 수립 등 - 베트남 후에시 마스터플랜 개선사업(2011-2013/350만 달러) - 베트남 향강 연안 개발 상세계획 및 시범사업 상세설계(2014-2017/600 만 달러) - 베트남 그린시티 도시계획 의사결정지원시스템 구축사업('15-'17/650만 달러)
프로젝트	2000년대	• 측량기준점 설치, 지형도제작 등 - 캄보디아 국토관리 기반조성을 위한 국가측량기준점 설치사업 (2007-2009/250만 달러) - 몽골 울란바타르시 1:1,000 지형도 제작사업(2010-2011/230만 달러)
	2010년대	• 지도제작, 공간정보시스템 구축 사업 등 - 몽골 울란바타르시 토지정보통합시스템 구축사업(2011-2013/270만 달러) - 베트남 토지정보 종합관리 시스템 개발지원사업(2013-2015/350만 달러) - 베트남 지가산정 역량 강화 및 지가정보시스템 개선사업 (2016-2019/900만 달러)
연수	2000년대	• 주택정책, 도시 및 지역개발 정책 - 이라크 중앙 주택정책, 아프리카 도시 및 지역개발 정책 등
	2010년대	• 토지주택정책, 도시화 정책 - 에콰도르 공공주택 및 도시개발계획, 지속가능한 도시화 접근전략 등

자료: 한국국제협력단 2018, 14. 김익회 외(2020, 35) 재인용

4. 기획재정부 KSP(Knowledge Sharing Program)

경제발전경험공유사업(Knowledge Sharing Program)은 한국의 경제발전 경험과 지식을 바탕으로 협력국에 맞춤화된 정책제언을 제공하는 지식기반 개발협력사업으로서[159], 주관부처로 기획재정부, 총괄수행기관으로 KDI, 한국수출입은행, KOTRA로 구성되어 있다.[160] 협력방식으로 정책자문, 역량강화연수, 정책자문관파견, 정책자문, 사례연구 등[161]이 있으며, 스마트시티 관련 분야로 경제정책(국토개발)에 해당된다(김익회 외 2020).

〈표 5-9〉 KSP 스마트시티 관련 추진사업(2015-2020)

사업명	사업내용	비고
콜롬비아 스마트시티 수립계획 지원 (바예두파르 및 비야비센시오) (2015)	• 콜롬비아 2개 도시의 도시문제 및 ICT 인프라 현황 분석 • 한국의 스마트시티 구축 사례 분석 • 콜롬비아 2개 신흥도시와 한국 사례 비교 연구 • IOCC 설립을 위한 기술적 해결방안 제안 • 역량강화 연수, 전파세미나 개최	국제기구 공동컨설팅사업 KSP-IDB
아르헨티나 스마트시티 구축을 위한 세부 실행계획 수립 (2017-2018)	• 한국 사례 분석 • ESC(Emergig and sustainable cities) 프로그램 검토 • 그란 라 플라타를 위한 스마트시티 제안 • 그란 멘도사를 위한 스마트시티 제안	국제기구 공동컨설팅사업 KSP-IDB
몽골 울란바타르 신공항 주변지역 스마트항공시티 개발 방안(2018-2019)	• 개발여건 분석 • 마스터플랜 재검토 • 사업추진방식 검토	정책자문사업
온두라스 라세이바市 스마트시티 구축 전략 수립(2020-2021)	• 라세이바市의 도시문제 및 스마트시티 관련 현황 분석 • 한국의 스마트시티 개발 경험 사례연구 • 라세이바市의 스마스시티 전략 구축을 위한 정책자문 • 국내 중간보고회 및 정책실무자 연수	국제기구 공동컨설팅사업 KSP-IDB
브라질 니테로이시 지속가능한 스마트시티 구축을 위한 전략수립 (2020-2021)	• 브라질 니테로이市 스마트시티 정책, 환경, 제도 등 현황 분석 및 시사점 도출 • 브라질 니테로이市 통합관제센터 설치·운영을 위한 마스터플랜 수립 • 브라질 니테로이市의 통합관제센터 및 지속가능한 스마트시티 운영을 위한 법/정책 수립 지원 • 협력국의 후속사업 PCP 수립 지원 방안 • 지속가능한 스마트시티 구축 지원을 위한 방한연수 실시 • 브라질 니테로이시 스마트 시티 구축 지원 관련 연계사업 제안 및 수행	정책자문사업

자료: KSP http://www.ksp.go.kr/ (2020년 9월 20일 검색); 김익회 외(2020, 37)에서 재인용

159) KSP http://www.ksp.go.kr/pageView/ksp-intro (2020년 9월 24일 검색)
160) KSP 사업구성 http://www.ksp.go.kr/pageView/organization (2020년 9월 24일 검색)
161) KSP 사업구성, http://www.ksp.go.kr/pageView/organization (2020년 9월 24일 검색)

제2절 에코스마트시티 관련 해외진출 방향

1. 협력 기본 방향

가. 수요국 중심의 협력 추진 필요성

기존 한국의 스마트시티 해외 진출 방식은 정보통신과 건설산업을 융합한 기술을 바탕으로 신도시를 건설 중심으로 이루어져 왔다(김익회 외 2020). 이는 신도시에 기반한 한국형 스마트시티 모델의 강점을 살릴 수 있다는 장점이 있으나, 협력국의 수요를 반영하지 못한다는 문제점이 존재했다. 이에 대한 비판과 함께 기존 정책에 대한 비판적 평가와 협력국의 수요를 파악하고 대응하는 전략을 수립해야 한다는 의견이 존재한다(김익회 외 2020).

나. 성과지표 및 표준화 협력 추진

협력국의 수요와 관련해서 스마트시티 마스터플랜 수립, 법·제도 가이드라인 구축 협력, 스마트시티 기술·인프라·투자 협력, 교류협력 프로그램 추진 등 다양한 분야들이 존재할 수 있으나, 해당 국각의 스마트시티 수준을 파악하고 모니터링할 수 있는 체계의 수립이 우선시 될 수 있다. 현재 SDG 11를 기반으로 스마트시티 성능평가지표 관련, ISO, ITU-T, ISO/IEC JTC 1 등 국제표준화 기구에서 표준화가 진행되고 있으며, 국내에서 KPIs의 구축, 지표 개발 및 표준화를 위한 다양한 정책적 노력들이 시도되고 있다. 대표적으로 국내 스마트시티 국가시범도시 중 하나인 부산에코델타시티의 경우, 자체적으로 성과지표를 개발하였으며, 이와 관련된 운영 프로세스를 제시하고 있다.

부산에코델타 시티 성과지표에서 제시하는 핵심지표들로는 ① 5년 더 건강하게, ② Work & Life Balance, ③ 신재생 에너지 Plus 20퍼센트, ④ Recycle 100 퍼센트, ⑤ 1년에 125시간 절약, ⑥ 새로운 일자리 28,000개가 있다. 이러한 성과지표들은 대체로 환경 문제와 연관되어 있으며, 본 연구에서 추진하고 있는 성과지표들과 맞닿아 있다고 할 수 있다.

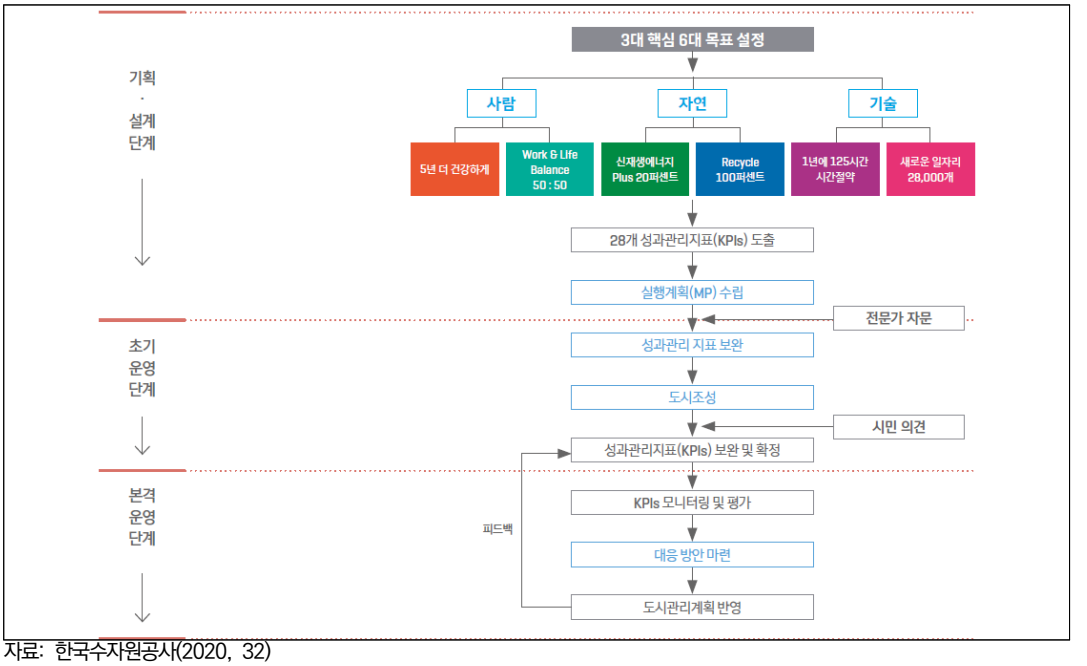
성과지표의 보완 및 협력국과의 KPIs 본격 연동이 이루어지게 된다면, 협력국의 스마트시티 정책 및 기술적 측면에서 부족한 점들을 파악하고 이와 관련된 맞춤형 협력이 가능하게 될 것이다. 따라서 전세계적으로 통용될 수 있는 단순하지만 보편적인 KPIs의 구축이 요구되며, 이와 관련된 국제 표준화 노력이 요구된다.

〈그림 5-9〉 부산 에코델타시티 핵심지표 및 성과관리지표



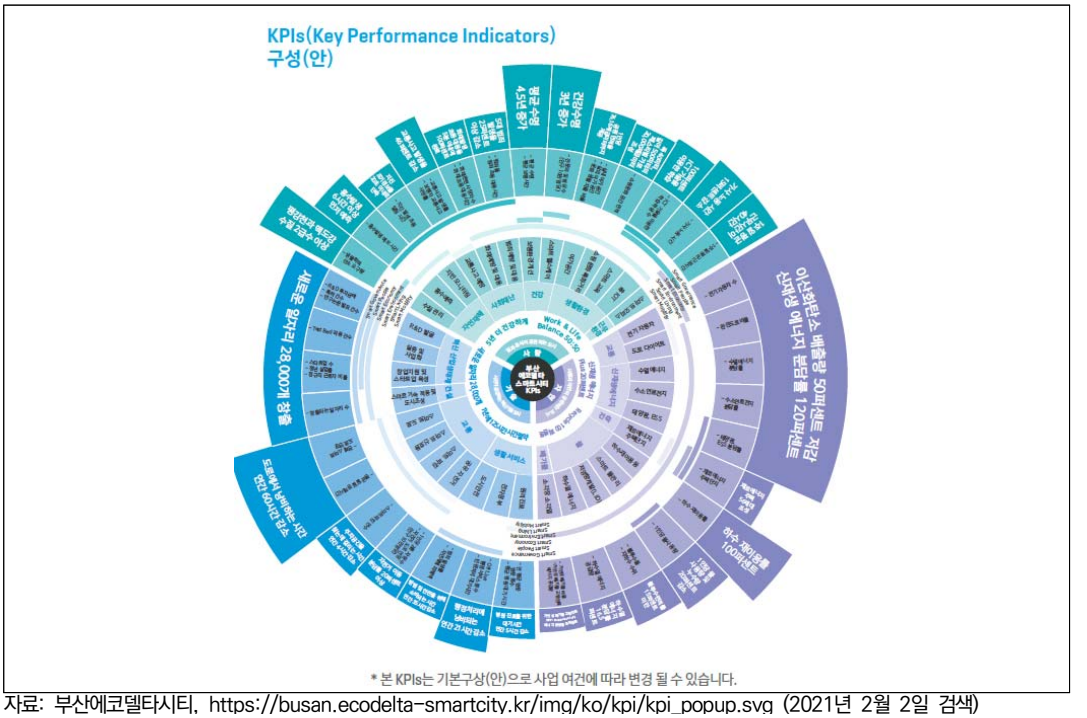
자료: 부산에코델타시티, https://busan.ecodelta-smartcity.kr/sub/PageLink?link=kpis/composition (2021년 2월 2일 검색)

〈그림 5-10〉 부산 에코델타시티 KPIs 운영 프로세스



자료: 한국수자원공사(2020, 32)

〈그림 5-11〉 부산 에코델타시티 KPIs



자료: 부산에코델타시티, https://busan.ecodelta-smartcity.kr/img/ko/kpi/kpi_popup.svg (2021년 2월 2일 검색)

〈표 5-10〉 국내외 스마트시티 평가지표 인덱스 현황 분석

구분	대분류	중분류 및 지표	지표수	특징
ITU-T (ITU-T 2014)	정보 기술	• 네트워크 접근성, 정보서비스 플랫폼 구축, 개인정보보호 등	6분류 37개 지표	• 스마트시티 현황에 대해 전반적 파악할 수 있는 지표 • 물리적 인프라 부문 분리하여 평가
	환경 지속성	• 대기질, CO2배출량, 에너지, 실내오염, 기타 오염도		
	생산성	• 자본투자비율, 고용률, 인플레이션, 저축률, 수출입 가구소득, 지식경제비율 등		
	삶의 질	• 교육율, 건강, 안전도 등		
	사회	• 소득불평등, 사회서비스접근도, 공공참여비율, 거버넌스		
	물리적 인프라	• 상하수도, 전기, 쓰레기처리, 건강, 대중교통, 도로, 건물, 지식인프라서비스 등		
Morgenstadt City Index (Morgenstadt 2016)	살아있는 도시	• 빈곤, 실업률, 의사비율, 자동차, 대중교통비율, 대기질, 녹지 및 수공간	4분류 28개 지표	• 현재 도시 현황과 상태를 평가하는 지표 • 기술서비스 평가지표 활용이 어려움
	회복탄력 도시	• 채무상환비율, 재해예산, 기후적응전략, 독립형 수익비율 등		
	녹색도시	• 온실가스 배출량, 재생가능한 에너지비중, 폐기물생산, 물소비 등		
	혁신도시	• 신규특허건수, 학생비율, 스마트시티 혁신전략 등		
국토연구원 (이재용 외 2016)	기술 및 인프라	• 지능화된 시설, 정보통신망, 데이터통합, 친환경 기술/인프라	3분류 150개 지표	• 도시의 스마트 시티 발전정도와 잠재력을 파악할 수 있는 지표 • 지표항목이 많음 • 도시간 비교하기 어려움
	제도	• 부문별참여, 네트워킹, 지원체계		
	인적 자원	• 공무원 역량강화, 시민 역량강화, 민간기업 역량		
한국건설기술 연구원 (김성식 외 2018)	디지털 기반시설	• 인터넷 접속가능비율, 무료 WIFI 공급비율	4분류 27개 지표	• 기존 국내외 지표 사례를 기반으로 주요 지표 총괄 • 평가 개수가 상대 적으로 적으며 평가가능성 검토 필요
	지속 가능성	• 환경 지속가능성과 경제 지속 가능성 구분		
	삶의 질	• 교통, 안전, 헬스케어, 교육으로 구분		
	거버넌스	• 정부정보공개비율, 도시재정 자립도, 관련 법률구축유무 등		

자료: ITU-T(2014), Morgenstadt(2016), 이재용 외(2016), 김성식 외(2018); 김익회 외(2020, 110)에서 재인용

다. 협력국 여건에 따른 차별적 협력 전략

스마트시티의 구체적인 해외협력과 관련하여 각 국가가 처한 상황이 다르며 추진하고자 하는 사업들도 다양하다. 이러한 상황을 반영하여 조영태(2020)는 국가별 사업여건에 따라서 인프라투자형, 서비스활성화형, 지식수출유도형, 통합적 진출형으로 구분하였으며, 사업유형에 따라서 신도시형, 단지형, 산업형으로 구분하였다. 그리고 비즈니스 모델 측면에서는 스마트서비스 도입경쟁력모델과 관리운영모델로 구분하였다(조영태 2020).

이러한 접근은 한국형 스마트시티 모델을 확립하고 해외에 적용하기 보다는, 해외 수요에 맞춰 한국형 스마트시티 모델을 유연하게 구축할 필요성을 보여준다. 우선 수요국의 현황 파악 및 요구사항을 취득 및 분석하고 이에 맞는 해외 협력 방안을 차별적으로 추진하는 것이 앞으로 스마트시티 관련 해외 협력의 주요 방향이라고 할 수 있다.

〈그림 5-12〉 스마트시티 글로벌 사업 모델(안)

국가유형/사업여건	사업유형	비즈니스 모델	LH참여방식
•LH 스마트시티 해외사업을 적용하기 위한 기본 조건 – 스마트시티는 국가별 경제여건에 지배적 영향	•LH 스마트시티 적용이 가능한 해외 사업 유형 – 해외사업 중 적용 가능한 사업규모와 기능	•LH 해외 스마트시티 사업의 수익창출 모델 – 수익회수 가능성 검토	• LH가 사업의 가능성을 제고하기 위한 사업유형별 참여 방식
•인프라투자형 •서비스활성화 •지식수출유도 •통합적 진출	•신도시 •단지(주택) •산 업	•해외사업+ 스마트서비스 도입경쟁력모델 •스마트서비스 관리운영모델	•기존사업(주택, 산업, 신도시)에 요소기술을 정착형 •요소유형별 관리운영형 •기업진출을 위한 플랫폼형

자료: 조영태(2020)

2. 해외협력을 위한 표준화 전략

가. 스마트시티 표준화 동향

스마트시티 구축과 관련하여 ITU-T는 2013년부터 스마트시티 표준화 추진하고 있으며, 스마트시티는 교육, 의료, 에너지, 교통, 안전 등 모든 인류 문명이 집결되는 곳이며, 각 영역들에 대한 세부 기술 표준화 활동이 ISO, IEC, JTC 1, ITU-T, ITU-R, 포럼 등에서 진행하고 있다(이정구 2019). 스마트시티 공통기술에1) 대한 표준화는 국제표준을 개발 중이나 아직은 표준화 초기 단계이고, 스마트홈, 스마트헬스, 스마트교통 등 세부 요소기술 분야는 기존 TC/SC2) 및 사실표준화기구에서 활발하게 국제표준화 작업을 추진 중이다(이정구 2020).

〈표 5-11〉 스마트시티 관련 국제 표준화 기구 현황

표준화 기구	현황
ISO	• 기술관리이사회(Technical Management Board: TMB) 산하에 Strategic Advisory Group on Smart Cities (SAG_SCities)를 구성, 표준화 추진 전략 연구 • TMB 산하 Standing Smart Cities Task Force(SSCTF) 구성 • (TC 268) 도시와 공동체에 대해 지속 가능 개발을 촉진할 수 있도록 요구사항, 지침, 프레임워크 및 관련 기술 표준 개발
IEC	• System Evaluation Group on Smart Cities(SEG1)를 구성, 시스템 통합 성격을 갖는 스마트시티 분야의 표준화 추진 방안 연구 • (SyC Smart Cities) (WG2) 스마트시티 관련 요구사항 분석을 위한 설문 설계, (WG3) 스마트시티 참조 구조를 정의하는 신규표준에 대한 NMIP 제안 예정
ITU-T	• ITU-T의 멤버가 아닌 전문가들도 참여할 수 있는 Focus Group on Smart Sustainable Cities(FGSSC)를 구성, 스마트시티 관련 21개의 문서 개발 • (SG20) ICT 활용, 친환경 지속가능성 등의 평가를 위한 성능평가지표(KPIs), 스마트시티 구축과 운영을 위한 표준화 진행 ※ (2018.2.) 스마트시티 플랫폼 요구사항
ISO/IEC JTC 1	• Study Group on Smart Cities(SG1)를 구성, 스마트시티 표준화 추진을 위한 사전 연구 • (WG11) IEC SyC Smart Cities 및 ISO TC 268과의 표준화 • 중복 방지 및 상호협력, 스마트시티 참조 구조, 성능평가 • 지표, 성능지표를 위한 온톨로지 정의 표준 개발

자료: 이정구 2020, 140

〈표 5-12〉 스마트시티 표준화 작업 주요 내용

표준	주요 내용
ISO 37100:2016, Sustainable cities and communities - Vocabulary	▸지속가능 도시 및 공동체 표준화 분야에 대한 용어 정의
ISO 37101:2016, Sustainable development in communities - Management system for sustainable development - Requirements with guidance for use	▸스마트시티의 구성 요소들에 대해 지속가능성을 개발하고, 유지·관리하기 위한 체계를 수립하고 운영하기 위해 수행해야 할 사항과 지침을 제공
ISO 37104:2019, Sustainable cities and communities - Transforming our cities - Guidance for practical local implementation of ISO 37101	▸ISO 37101 표준을 시(cities), 읍(towns), 마을(villages) 등 여러 유형의 도시들이 활용할 수 있도록 지침을 제공
ISO 37105:2019, Sustainable development in communities - Descriptive framework for cities and communities	▸스마트시티의 구성 요소들을 표준적 방법으로 서술하기 위한 표준
ISO 37106:2018, Sustainable cities and communities - Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities	▸스마트시티 정책 결정 및 운영자들에게 스마트시티 운영을 위해 개방-협력-시민중심-디지털화 기반의 추진 모델을 구축할 수 있도록 지침을 제공. BSI PAS 181을 바탕으로 개발됨
ISO/TS 37107:2019, Sustainable cities and communities - Maturity framework for sustainable and smart-enabled communities	▸스마트시티의 다양한 대상의 운영 절차 및 수행 기능들에 대한 성숙도 모델들을 아우르는 프레임워크
ISO 37120:2018, Sustainable development of communities - Indicators for city services and quality of life	▸스마트시티에서 제공하는 서비스와 삶의 질에 대한 평가지표이며, 경제, 교육, 에너지, 환경, 금융, 의료, 교통 등 17개 분야에 대해 수준을 평가하는 지표를 정의
ISO/TR 37121:2017, Sustainable development in communities - Inventory of existing guidelines and approaches on sustainable development and resilience in cities	▸스마트시티에서 지속가능 개발과 탄력적 대응을 위한 기존 지침 및 대응 방안들에 대한 모음
ISO 37122:2019, Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities	▸ISO 37120에서 정의한 17개 분야에 대해 사회, 경제, 환경적 지속가능성 성과를 확대할 수 있는 세부 평가지표를 정의

표준	주요 내용
ISO 37123:2019, Sustainable Development in Communities - Indicators for Resilient Cities	▸ISO 37120에서 정의한 17개 분야에 대해 재난, 재해, 위험, 충격 등 불안전 요소에 대비, 적응, 관리하는 수준을 평가하는 지표를 정의
ISO/TR 37150:2014, Smart community infrastructures - Review of existing activities relevant to metrics	▸스마트시티 평가지표에 대한 기존 활동 사례 분석
ISO/TS 37151:2015, Smart community infrastructures - Principles and requirements for performance metrics	▸스마트시티 성능평가 지표에 대한 기본 원칙과 요구사항
ISO/TR 37152:2016, Smart community infrastructures - Common framework for development and operation	▸ISO 37155 표준 개발의 배경과 필요성을 파악하기 위해 스마트시티 구축 및 운영을 위한 공통 프레임워크 연구 내용을 담은 기술보고서
ISO 37153:2017, Smart community infrastructures - Maturity model for assessment and improvement	▸스마트시티 인프라에 대해 평가 및 개선을 위한 5단계 성숙도 모델을 개발하는 데 적용할 수행 지침(즉, 성숙도 모델을 개발하는 방법 지침)
ISO 37154:2017, Smart community infrastructures - Best practice guidelines for transportation	▸스마트시티 교통시스템에 대한 기획, 설계, 개발, 조직, 감시, 유지관리 및 개선에 대한 권고 지침을 제공
ISO 37155-1:2020, Framework for integration and operation of smart community infrastructures - Part 1: Recommendations for considering opportunities and challenges from interactions in smart community infrastructures from relevant aspects through the life cycle	▸스마트시티 통합 및 운영 프레임워크 - 제1부 : 각각의 스마트시티 인프라를 구성하는 기술적 요소들이 상이하기 때문에 공통적으로 쓰일 수 있는 기술 규격을 발굴하여 규정하기 위한 목적으로 인프라 구축 및 운영을 위한 전체 과정에 대한 수행 지침 정의
ISO 37156:2020, Smart community infrastructures - Guidelines on Data Exchange and Sharing for Smart Community Infrastructures	▸교통, 통신, 상수도 등 도시 인프라를 구축 및 운영하는 주체들의 데이터 교환 요소들 간에 교환 할 데이터들의 유형과 기본 구성 모델, 보안 등에 대한 지침 정의
ISO 37157:2018, Smart community infrastructures - Smart transportation for compact cities	▸반경 1km 내에 과반수(majority)의 생활 시설물이 존재하는 콤팩트 도시에 대해 스마트 교통 환경을 구성하기 위한 지침을 제공

표준	주요 내용
ISO 37158:2019, Smart community infrastructures - Smart transportation using battery-powered buses for passenger services	▸도시 환경 및 안전 문제를 해결하기 위한 배터리 전기버스 교통 시스템을 도입하기 위해 필요한 요구사항, 성능평가관리를 위한 수행 사항을 제공
ISO 37159:2019, Smart community infrastructures - Smart transportation for rapid transit in and between large city zones and their surrounding areas	▸약 1,000km 운영 범위를 갖는 대도시와 주변 도시 간의 빠른 이동을 위한 스마트 교통을 위해 안전, 고객만족, 운영효율, 검토기준 등을 제공
ISO 37161:2020, Smart community infrastructures - Guidance on smart transportation to save energy consumption in transportation services in cities	▸스마트 교통체계에서 에너지를 소비에 영향을 주는 요소, 에너지 소비를 절감하는 방안, 판단 기준, 성과 평가 등에 대한 지침 제공
ISO 37162:2020, Smart community infrastructures - Smart transportation for new towns	▸새로 건설하는 스마트 도시를 대상으로 스마트 교통 체계를 구성하고자 할 때 채택할 수 있는 교통수단 종류, 교통수단 선정 기준, 서비스 품질 관리에 대한 지침을 제공
ISO/IEC TS 17021-8:2019, Conformity assessment - Requirements for bodies providing audit and certification of management systems - Part 8: Competence requirements for auditing and certification of management systems for sustainable development in communities	▸ISO 17021 표준은 어떤 관리 대상에 대해 평가, 심사, 인증을 하는 주체들이 수행해야 할 사항들을 규정하고 있으며, 그 가운데 Part 8은 스마트시티 분야에 대한 심사/인증 주체들의 지속적 경쟁력 유지를 위한 요구사항을 담고 있음

자료: 이정구(2020, 150-152)

나. 표준화 추진 방향

현재 스마트시티 관련 국제표준화 논의는 공통기술과 세부요소기술로 나뉘어 논의되고 있으며, `20년 3월 기준으로 22건의 표준이 발간되었고, 17건의 개발이 진행 중으로서 대표적으로 스마트시티 구축 및 지침과 관련된 ISO 37101, 성숙도 평가와 관련된 ISO 37153 및 ISO 37107, 평가지표와 관련된 ISO 37120 등이 진행 중에 있다(이정구 2020). 국내의 경우 ISO/TC 268, IEC SyC Smart Cities 등 전반적인 국제 표준화 활동에 대응 중에 있으나, 대체로 한국정보통신기술협회 및 스마트도시협회를 중심으로 실질적인 국내 표준이 진행 중인 상황이며, 범부처 표준화 노력은 미흡한 편이다(이정구 2020).

따라서 스마트시티 표준화와 관련된 국내 거버넌스를 수립하고 국제 표준화 동향에 맞추어 표준화 정책들을 추진할 필요가 있으며, 실질적은 국제 표준화 활동에 참여를 함으로써 국제 스마트시티 표준화에 국내 모델을 반영하기 위한 노력들을 진행할 필요가 있다. 한편 이를 위한 국제적 협력이 필요한 상황이며, 한국형 스마트시티 모델이 진출한 국가들과 함께 국제 스마트시티 표준화를 위한 공동의 노력을 추진할 필요가 있다.

3. ASCN 중심의 해외스마트시티 진출 방안

가. 아세안 스마트시티 네트워크

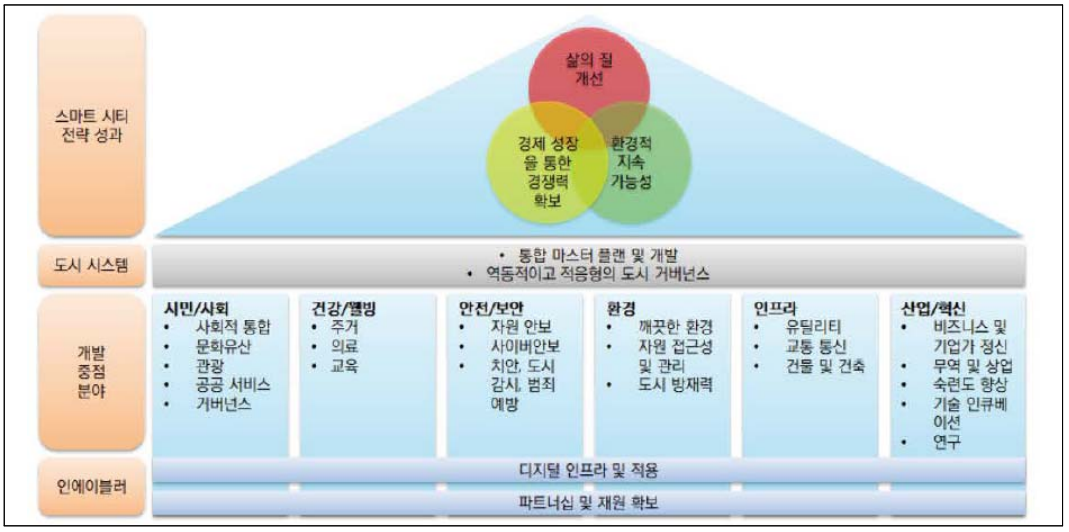
2018년 싱가포르는 아세안 의장국으로서 “아세안 스마트시티 네트워크(ASEAN Smart City Network, ASCN)를 제안하게 된다. ASCN은 아세안 공동의 스마트시티 협력플랫폼으로서, 회원국 간의 협력, 민간기업과 공동으로 투자가능성이 높은 프로젝트 개발, 외부파트너 지원확보를 중심으로 추진하게 된다(주한나 2018).

〈표 5-13〉 ASCN 출범 과정

일시	추진내용
2018.02	• 국가별 시범도시, 국가별 ASCN 국가대표, 도시단위 최고책임자의 선정결과 제출
2018.04	• 제32차 아세안정상회의 중 ASCN의 Concept Note 채택
2018.05	• 아세안 스마트시티 거버넌스 1차 워크숍(싱가포르)
2018.07	• ASCN 실무회의 개최(07.08) - 싱가포르가 작성한 ASCN 프레임워크 초안의 검토 및 승인 - ASCN 26개 시범도시 실행계획(action plan) 수립 - ASCN 장기적 제도화 논의
2018.08	• 아세안 외무장관회의를 통해 외부 협력국 및 협력기업과의 파트너십결과 발표
2018.10	• 26개 시범도시 시행계획 검토 및 승인
2018.11	• 제33차 아세안정상회의에서 ASCN 공식 출범

자료: ASEAN 홈페이지 https://asean.org (2020년 9월 20일 검색) 및 Martinus(2020); 김익회 외(2020, 43)에서 재인용

〈그림 5-13〉 아세안 스마트시티 프레임워크



자료: ASEAN 2018, 1; 이병국 외 2019, 5

나. ASCN의 아세안 스마트시티 프레임워크

ASCN의 내용을 살펴보면, 전략 목표, 스마트시티 관리시스템, 세부 개발 영역, 추진 기반의 4개 수준으로 구성된다(CLC 2018, 10; 김익회 외 2020에서 재인용). 전략목표는 아세안 스마트시티 구축을 통한 높은 삶의 질, 경쟁력 있는 경제성장, 지속가능한 환경의 구현이다. ASCN프레임워크는 하단에 인에블러로서 파트너십 및 재원확보, 그리고 디지털 인프라 및 적용과 같은 기반 조성의 중요성을 제시하고 있다. 개발 중점 분야로는 시민과 사회, 건강과 웰빙, 안전과 보안, 환경, 인프라, 산업과 혁신 6개 분야를 제시하고 있다. 그리고 이들을 통합적으로 계획하고 개발할 수 있도록 거버넌스를 운영할 수 있는 시스템의 필요성을 제시하고 있다.

다. ASCN 시범도시 현황

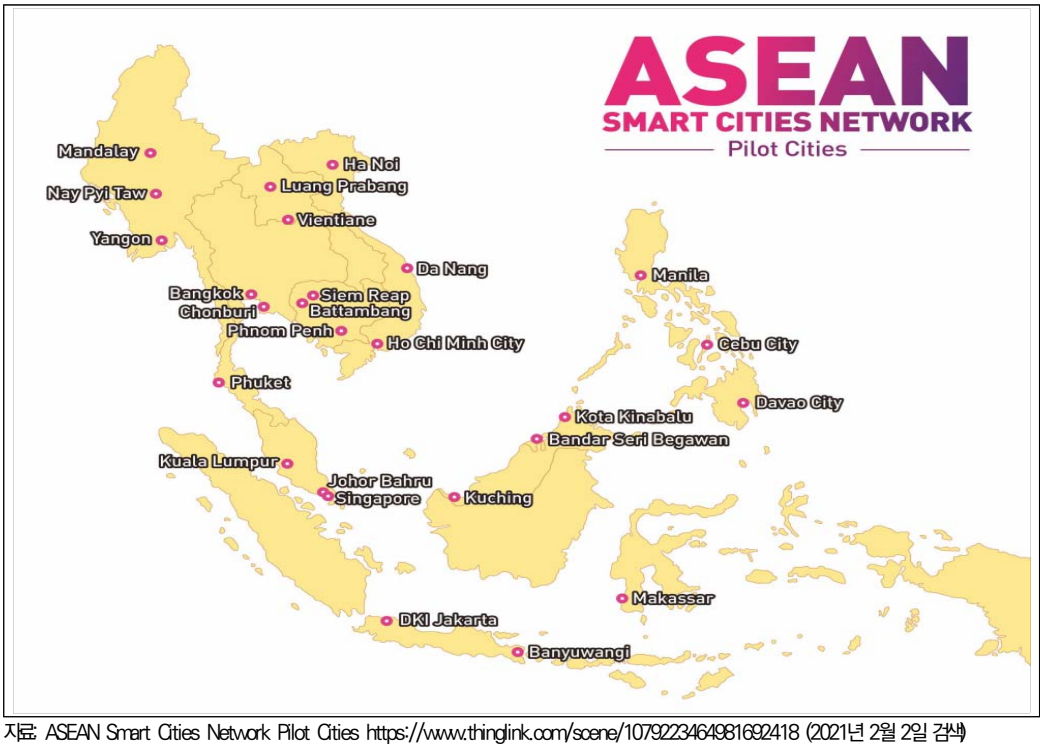
ASCN의 출범과 더불어 싱가포르는 ASCN 참여 도시들의 신청을 받게 된다. 아세안 10개국의 26개 도시들이 신청을 하게 된다. 이들 중에는 회원국의 수도들 뿐 아니라, 대중소 규모의 다양한 도시들이 포함된다. 이들 도시가 원하는 스마트시티 솔루션들은 전자정부 및 관제센터와 같이 정보통신이 포함된 솔루션들도 있지만, 대체로 폐기물 관리, 하수시설 처리, 홍수와 같은 재해 대비 시스템과 같이 환경과 관련된 솔루션들에 대한 수요가 많은 것을 알 수 있다.

〈표 5-14〉 ASCN 시범도시와 주요 사업 분야

국가	시범도시(*수도)	시범사업 분야
브루나이	반다르 세리 브바완*	• 관광, 수자원관리
캄보디아	바탐방	• 도시 공간관리, 폐기물, 폐수관리
	프놈펜	• 인도(보행로) 개선, 대중교통 효율 개선
	씨엠립*	• 관광객 관리, 폐기물, 폐수 관리
인도네시아	마카사르	• 보건 개선, 온라인 통합 세금 서비스
	방유왕이	• 전자상거래 창업교육, 관광기반 개발
	자카르타*	• ICT 창업, 대중교통 결제 시스템
라오스	루앙프라방	• 자연우산 보전, 도로포장
	비엔티엔	• 하수시설 건설, 지속가능한 교통
말레이시아	조흐바루	• 도시관제센터, 수자원 관리
	쿠알라룸푸르*	• 도시관제센터, 인도 및 자전거도로
	코타키나바루	• 통합대중교통시스템, 폐기물 관리
	쿠칭	• 스마트신호체계 시스템, 홍수 관제 대응 시스템
미얀마	네피도*	• 저비용 주택, 국제대학 건설
	만달레이	• 교통혼잡 관리시스템, 폐기물, 폐수 관리
	양곤	• 도심지역 보전,염가 임대주택 및 교통체계중심개발
필리핀	세부시티	• 자동화 교통관리 시스템, 버스환승 시스템
	다바오시티	• 통합관제, 지능형수송 및 교통시스템
	마닐라*	• 관제센터 개선, 온라인 교육
싱가포르	싱가포르*	• 전자결제, 국가디지털 ID
태국	방콕*	• 교통허브 개발, 스마트시티 계획
	촌부리	• 스마트그리드, 폐기물 에너지처리 시설
	푸켓	• 도시 데이터플랫폼, CCTV 빅데이터, 데이터 애널리스틱 치안시스템
베트남	다낭	• 지능형 교통관제 시스템, 스마트 수자원 관리
	하노이*	• 지능형 통제소, 지능형 교통 시스템
	호치민	• 통합 관제소, 통합 긴급센터

자료: 주한나 2018, 4; 김익회 외 2020에서 재인용

〈그림 5-14〉 ASCN 시범사업 도시 분포도



자료: ASEAN Smart Cities Network Pilot Cities https://www.thinglink.com/scene/1079223464981692418 (2021년 2월 2일 검색)

라. ASCN의 특징

ASCN은 아세안 주요도시들이 스마트시티 기술 수용을 통하여 지속가능한 도시 구현이라는 공동의 목표로 하나의 플랫폼을 추진하며 주요 목적은 다음과 같다[162](김익회 외 2020). 첫째, 아세안 도시들 간의 스마트시티 발전을 위한 협력한다. 둘째, 민간영역의 솔루션 제공자들과 함께 상업적으로 가용한 프로젝트 제시한다. 셋째, 아세안의 외부 파트너들의 금융 및 기타의 지원을 받도록 협업을 촉진한다. 이와 더불어 ASCN은 국가가 아닌 도시 네트워크이지만 역외국가의 정부 및 글로벌 기업과의 연계 및 지식 교류도 기대하고 있다.

162) ASEAN Smart Cities Network Concept Note https://asean.org/storage/2019/02/ASCN-Concept-Note.pdf (accessed September 24, 2020)

마. 한국의 아세안 스마트시티 진출 전략

우리 정부는 KOICA의 2019년 '한-아세안 미래공동체 ODA 이행계획에서 알 수 있듯이, 신남방정책과 관련하여 스마트시티를 중점 분야로 추진하고 있다. 이와 더불어 신남방특별위원회를 통해 잠재적 협력가능성이 높은 국가로 인도네시아 및 베트남을 선정하고 2019년 관련 연구용역들을 수행하였다(김정곤 외 2019b, 87). 아세안 국가는 싱가포르와 같이 선진국 반열에 오른 나라부터, 브루나이, 말레이시아, 태국 등 개발도상국들까지 다양한 범주의 국가들이 포함되어 있다. 따라서 아세안 국가들과의 스마트시티 협력은 국내 스마트시티 모델의 다양성과 유연성을 확보하면서 발전시켜 나갈 수 있다는 측면에서 우리에게도 유리하다고 할 수 있다. 특히 베트남과 같은 국가는 국내 스마트시티 모델을 적극적으로 도입하고 협력하려고 하고 있으며, 이와 관련된 한국 베트남 스마트시티 협력센터 구축도 추진 중이다(김익회 외 2020).

아세안 국가들과의 스마트시티 협력은 국내의 스마트시티 해외 진출을 위한 교두보로서의 역할을 할 수 있다. 따라서 ASCN의 추진 현황을 면밀히 검토하고 역외국가 파트너로서 역할을 충실히 수행한다면 아세안 국가들과 스마트시티 동반자적 협력 관계를 발전시켜 나갈 수 있을 것이다. 이를 위해서 다양한 아세안 국가의 도시들의 실정에 맞도록 수요국의 입장에서 다양한 스마트시티 모델들을 발굴할 필요가 있으며, 국내 스마트시티 모델의 강점이라고 할 수 있는 마스터플랜 수립, 인프라 구축, 정보통신 솔루션 진출, 스마트시티 계획 및 가이드라인 등 법·제도 컨설팅, 교류협력 프로그램 등을 추진할 필요가 있다(김익회 외 2020). 이러한 과정 속에서 아세안 국가들과의 협력은 국제 스마트시티 표준화에도 함께 영향력을 행사할 수 있을 것으로 기대되며, 국제적으로 인정받는 스마트시티 성과 지표 및 표준화 구축을 위한 공동의 노력을 기울일 필요가 있다.

06

결론

제1절 결론

1. 결론

날로 심각해져가고 있는 기후위기상황에서 우리는 파국으로 치닫는 '열국열차'에 이미 올라섰다. 이제부터라도 그 심각성을 인지하고 우리의 환경을 최대한 선순환구조로 바꾸지 않는 한 우리에게 미래는 불투명하다. 특히 우리나라는 90% 이상의 인구가 도시지역에 몰려 살며, 한편으로는 발달된 IT 기술을 활용하여 스마트한 삶을 살고 있지만, 한편으로는 세계 평균의 4배에 달하는 탄소를 배출하며 살고 있다. 이젠 에코부문에서도 'K-Pop', 'K-방역'처럼 모범적인 국가 혹은 도시가 되는 것을 더 이상 미룰 수 없다.

이러한 인식하에 궁극적으로 우리의 환경과 커뮤니티를 지속가능하게 하기 위한 협동연구를 수행하였다.즉, 건강한 환경속에서 행복한 도시민의 커뮤니티를 구현하기 위한 기반을 마련하기 위해서 우선 우리의 삶을 불행하게 하는 6개의 C (CO2, Causalty, Crime, Congestion, Contagion(COVID), and Complain)를 없애기 위한 사업을 구상하였다. 그리고 우리의 삶을 풍요롭게하며 행복의 전제조건을 제공할 수 있는 6개의 S (Sustainable, Safe, Sante, Solidity, Smart and Satisfactory)를 추구하는 사업도 함께 구상하였다. 이를 위해 인간, 도시, 자원, 모빌리티, 데이터 그리고 거버넌스 분야의 경제인문사회 연구회 산하 연구기관과 공사 그리고 지역 연구원들이 참여하여 총 25개의 기초 사업을 구상하게 되었다.

본 연구에서 제시한 에코스마트시티 사업은 최근 정부가 선언한 2050 탄소중립사회 구현에도 크게 기여할 것으로 기대된다. 이를 위해서는 무엇보다도 그동안 활발하게 추진해 오던 각 부처의 관련사업들의 통합적 추진과 효율적인 예산활용을 위한 범부처적 사업추진 거버넌스의 형성이 시급하다. 보다 거시적 차원에서 현재 추진되고 있는 사업들 간의 정합성을 이젠 면밀하게 검토해서 중복성을 해결하고 사각지대를 채워 나가는 지혜가 절실하다.

또한 막연한 목표체계를 보다 구체화하고 우선순위를 명확히 할 필요가 있다. 모든 사업의 최종 목표를 온실가스절감과 건강백세에 초점을 맞출 필요가 있으며 이를 위한 세부 핵심성과지표(KPI)체계를 설정해야 한다. 즉, 목표달성여부를 수시로 상시로 모니터링하지 않는 사업은 방향성을 잃기 쉽다. 이를 위한 디지털트윈, AI, 빅데이터 등의 우리가 잘하는 기술의 활용을 아끼지 말아야 한다. 또한 본 사업의 최종목표년도인 2050년까지의 매년 목표달성여부를 점검하고 롤링플랜으로서의 선순환 과정을 지속할 수 있는 전문관리기관도 있어야 한다.

그동안의 관련 사업들이 공공부문주도의 Top-Down 식 사업추진형태였다면 이 사업은 공공부문과 민간부문의 파트너쉽 형성을 통한 자생적 생태계를 조성하지 않고는 생명력이 오래 갈 수 없다. 일방적인 공급자 중심의 기술개발과 서비스 제공으로는 궁극적인 목표달성은 요원하기 때문이다. 초기단계부터 스타트업 기업의 육성과 비즈니스 모델의 개발, 그리고 자발적 시민참여 장려 등을 위한 다각적인 정부의 지원과 리더쉽이 사업의 지속가능성을 위해 필수적이다.

아울러 급속한 도시화가 이루어 지고 있는 개발도상국의 심각한 도시문제를 해결하기 위한 방안으로 본 사업의 해외진출을 위한 노력도 게을리해서는 안된다. 이를 위해서는 무엇보다도 개별적으로 진행되고 있는 국제협력사업을 재통합하여 최고의 Team-Korea를 구성해서 각 대륙마다 벤치마킹 Made in Korea 에코스마트시티를 구축하는 것이 선결과제이다.

참고문헌

ISSUE MONITOR. 2019. TaaS 투자로 본 모빌리티 비즈니스의 미래. 삼정KPMG 경제연구원

ISSUE MONITOR. 2019. 에너지 산업의 디지털화(Digitalization)가 가져올 미래. 삼정KPMG 경제연구원

Kerry Klenn, 2018, “Community Solar Update”

LH 지능형도시연구단, 2019, 스마트시티 글로벌 정책 및 혁신사례.

Samjong INSIGHT. 2018. 인프라산업, 4차 산업혁명과 만나다. 삼정KPMG 경제연구원

Youngtae Cho, 2019, New Town Smart City Living Lab Promotion Strategy, WSCE 2019_Smart City Living Lab Network Forum International Conference.

강다인,문호경,성선용,차재규,2018,“도시 내 열환경 분석에서 무인항공기의 활용가능성”,한국조경학회지, 제46권2호,한국조경학회,p.52-61

강민석, 손승원, 조성식, 김종호, 박주한, 최성원(2020), “온실가스 배출량 측정시스템 구축 및 운영”, 수도권매립지관리공사 용역보고서.

강연수, 문영준, 김영호 외. 2010. 미래교통을 주도하는 3대 구상. 한국교통연구원

강영재, 이미라, 손지현, 2012, 푸드뱅크·마켓 운영실태와 개선방안, 부산복지개발원, pp.101-117

강은진·유해미·윤지연 2016, 출산수준 제고와 일·가정 양립을 위한 육아지원 내실화 방안(VI): 지역맞춤형 육아지원 방안 연구. 육아정책연구소.

강철구, 전소영. 2020. 미세먼지 저감, 전기차·수소차 어디까지 왔나. 경기연구원 (ISSUE&ANALYSIS)

강현미,이은석,지석환,2019,“거주자 행태를 고려한 생활밀착형 미세먼지 대응방안 연구”, 건축공간연구원

강현수 외, 2020, "국토 특집 : 지속가능한 에코스마트도시 조성 방안", 국토 Vol.462, 국토연구원

경기도. 2018. 2030 경기도 온실가스 감축 로드맵.

경제사회발전노사정위원회, 사회적 대화의 경험과 시사점: 아일랜드, 네덜란드, 핀란드, 프랑스, 스웨덴, 2008년 9월.

고용노동부. 2019. 온실가스 감축 로드맵의 고용효과.
과학기술정보통신부·한국정보화진흥원. 2019. 2019 디지털정보격차 실태조사.
곽노성, 글로벌경쟁시대의 국제협상론, 경문사, 1999년
관계부처 합동. 2018, 제1차 자원순환기본계획, p.8.
관계부처 합동. 2018. 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵 수정안.
관계부처 합동, 2019, 바이오헬스 산업 혁신전략
관계부처 합동, 2019, 제2차 기후변화대응 기본계획(2019년 10월.).
관계부처 합동, 2020, “제6차 에너지이용 합리화 기본계획(2020-2024)”
관계부처 합동, 2020, 2020년 하반기 경제정책방향
교육부 보도자료. 2020.7.17. 교육부, 그린 스마트 미래학교 사업계획 발표.
구형수. 2018. 생활SOC 정책의 주요 이슈와 전략적 추진방향. 국토정책 Brief, 696, 1-8.
국중호, 2014, “일본의 사회협약 창출능력: 사례 연구,” 사회대타협 국제세미나 발표자료, 보건사회연구원
국토교통과학기술진흥원, 2016, "해외 스마트시티 기술개발 동향", 국토교통 과학기술 정책 및 기술동향 No.7, p.5-12.
국토교통부. 2014. 제3차 국가교통기술개발계획.
국토연구원, 2020, “COVID-19의 충격과 국토연구원의 대응”, 국토연구원
국토지리정보원, 2019, “2019 국토모니터링 보고서”, 국토지리정보원
권중돈. 2005. 노인에 의한 교육프로그램의 세대통합 효과에 관한 연구. 한국노년학, 25(2), 15-33.
글로벌 산업기술 주간브리프(2020). 독일연방정부의 전기차 충전인프라 확대 마스터플랜 주요내용.
김도영, 2017a, 시민의 정부 온라인 플랫폼 개발, 수원시정연구원.
김도영, 2017a, 시민의 정부 온라인 플랫폼 개발, 수원시정연구원.
김도영, 2017b, 수다플랫폼 운영 매뉴얼 개발, 수원시정연구원.
김도영, 2017b, 수다플랫폼 운영 매뉴얼 개발, 수원시정연구원.
김도영, 2017c, 4차 산업혁명시대 수원시 혁신방향과 과제 도출, 수원시정연구원.
김도영, 2017c, 4차 산업혁명시대 수원시 혁신방향과 과제 도출, 수원시정연구원.
김미곤, 2013, “시대적 요구로서의 국민대통합: 여건과 필요성,” 공청회 발표자료집, 국민대통합위원회
김병운, 2017.6.27, "스마트시티 서비스 활성화 정책방안", 한국전자통신연구원 40주년 기념세미나 발표자료
김성희 외, 2017. 2017년 장애인실태조사. 보건복지부·한국보건사회연구원, pp.346-347, 349,

350-352.
김예성 외, 2016, "스마트시티(Smart City) 현황과 발전방향", 이슈와 논점 Vol.1236, 국회입법조사처, p.1-4.
김예성, 2020, 노후건축물 현황과 향후과제. NARS 현안분석, 제133호, 서울: 국회입법조사처
김원주, 우수영, 윤초롱, 곽명자, 2018, “그린인프라의 미세먼지 저감효과 분석과 확대 방안,”서울연구원
김정현·김가희·김보영(2015). 사회복지시설 접근성의 지역 불균형 해소방안 연구: 지역 분포 분석을 중심으로. 한국보건사회연구원.
김창훈, 이지연, 2014, 건물에너지 효율 시장요소 분석 및 개선방안 연구. 에너지경제연구원
김태유, 은퇴가 없는 나라: 국가경제를 이모작하라, 삼성경제연구소, 2013년
김항집 외, 2017, "광주/전남의 스마트시티 구축 전략", 광주전남 정책연구 Vol.4, 광주전남연구원, p.54-80.
김현, 안영환, 유태종, 유승직(2020). 국가 온실가스 감축 정책과 기술의 효과 연구: 도로 교통부문 CO_2 배출량 및 감축 잠재량 산정 방법론. (KOTIS)
김현제, 2011, 스마트 그리드 국내외 사례비교 및 정책방향, 「제1회 전력시장 / 스마트 그리드 컨퍼런스」, 에너지경제연구원, 2011.7.5.
김혜경·김은정. 2009. 노인층의 정보이용에 관한 연구. 사회복지정책, 36(2), 289-305.
남경우 외, 2014, "유럽의 스마트시티 추진현황과 시사점 - 보다 나은 미래를 위한 도전", KIAT 산업기술정책 브리프 Vol.50, 한국산업기술진흥원
남광우, 2017, 스마트시티 거버넌스 활성화 방안 연구, 부산발전연구원.
류정희 외. 2019. 2018년도 아동종합실태조사. 한국보건사회연구원, pp.447, 448-449.
류현숙. 2019. 한국의 사회동향 2019: 안전취약계층의 안전사고 동향. 통계청 통계개발원, pp.306-312.
문수호, 2019, 파주시 에너지자립 실행계획 수립 연구용역 보고서.
문진영·정순둘(2020). 노인의 정보접근성 강화 방안 연구: 서울노인의 연령집단별, 정보종류별 정보매체 네트워크 분석을 중심으로. 보건사회연구, 40(2), 283-320.
박건철 외, 2018, 서울형 스마트시티 모델 수립 연구 : 서울시 스마트시티 성공을 위한 정책제언, 서울디지털재단.
박정혁 외, 2019, "Smart Waterfront City 조성 기술 및 Kwaternology 개발", 연구보고서, 한국수자원공사
박정혁 외, 2020, "Pre-CPS 기반 도시 수자원 계획관리 플랫폼 개발 및 실증 2차년도", 연구보고서,

한국수자원공사
박정혁 외, 2021, "K-water형 스마트시티 플랫폼 및 시민체감형 리빙랩 모델 개발 2차년도", 연구보고서, 한국수자원공사
박종배, 2009, 스마트 그리드의 해외동향, 「세상을 이어주는 통신연합」, 2009년 겨울호.
박종순,윤은주,성선용,이동근,2020,“포스트 코로나 시대의 생태백신: 그린인프라와 그린뉴딜”. 월간 국토 2020년 6월호, 국토연구원
박준, 갈등비용, 삼성경제연구원
박창석, 2020, 친환경 스마트도시로의 전환을 위한 중장기 연구개발 전략 로드맵, 한국환경정책·평가연구원.
박창열,장미홍,2018,“도시공원의 방재기능 도입을 위한 연구: 제주특별자치도를 사례로 ”,한국방재학회지,제18월6호,한국방재학회,p.35-47
박현선, 2019, “핀란드 사람들은 왜 중고가게에 갈까?, pp.113-139, 헤이북스.
반영운, 백종인, & 김유미. (2018). 지속가능한 도시 메타볼리즘을 활용한 도시의 안전성 평가프레임워크개발. Crisisonomy, 14(5), 119-135.
배충식. 2020. 미래자동차 기술 개발의 상생 전략: 자동차기술 및 정책개발 Roadmap 연구. 한국자동차공학회
배충식. 2020. 친환경차 경쟁력 확보를 위한 기술정책 로드맵: 2050 장기 저탄소 발전전략 수립을 위한 전문가 토론회
보건복지부, 2019, 비의료 건강관리서비스 가이드라인 및 사례집(1차)
보건복지부. 2018. 필수의료의 지역 격차 없는 포용국가 실현을 위한 공공보건의료 발전 종합대책.
산업통상자원부 보도자료. 2020. 코로나 이후를 개척한다…수소트럭 시대 개막: 수소트럭 및 수소택시 실증 업무협약 체결: 승요차 중심의 수소차 보급을 상용차·대중교통으로 확대.
서상언, 최병호, 이철기(2019). 교통분야 미세먼지 및 온실가스 저감을 위한 지표 도출 및 측정 방법론 정립 연구. 한국교통안전공단
서울대학교 산학협력단, “무인항공기를 이용한 대기 중 메탄가스 배출량 측정 방법,” 특허등록 제 10-2020-0023764호, 등록일 2020. 07. 16. (발명인: 김재영, 김영민, 박만호, 정상재, 출원번호 제10-2019-0046284호 출원일 2019. 4. 19.)
서익진, 2005, “사회적 대타협, 모델과 실행방안,” 산업경영 제37집, 경남대학교 산업경영연구소, pp. 31~55.
석주헌, 박기연, 2017, 주거용 건물에너지 소비 요인 분석을 통한 건물에너지 정책 방안 연구, 에너지경제연구원

성선용,2020,“미세먼지 농도의 공간적 현황 및 잠재영향인자를 고려한 환경계획적 대응 방향”, 환경복원기술학회지 제23권1호, 한국환경복원기술학회, p. 89-96.

성지은 외, 2016, "국내 리빙랩의 현황과 과제", STEPI Insight Vol.184, 과학기술정책연구원, p.1-35.

성지은·이유나, 2018, 스마트시티 리빙랩 사례 분석과 과제, 과학기술정책연구원.

소재현, 안현주. 2020. 스마트모빌리티 기반 도시교통 솔루션 개발: 스마트모빌리티 R&D 추진현황 및 실증계획. pp.28-33

수도권매립지관리공사 이영민 대리 인터뷰(2021.1.21.)

수원시, 2021, 수원시 스마트도시계획 수립 용역, 최종보고 자료.

신동훈, 2017, "스마트시티 개요와 정책 추진 동향", 광주전남 정책연구 Vol.4, 광주전남연구원, p. 2-23.

신희철, 이재용, 김사리. 2016. 개인용 교통수단(Personal Mobility)의 보급에 따른 제도개선 방향. 한국교통연구원

심혜인, 2014, “시장집중도가 노동소득분배율에 미치는 영향분석: 제조업 패널자료를 중심으로,” 경제분석 제20권3호, 한국은행 경제연구원, p. 111-150.

안상욱, 2018.11.23., [코펜하겐 도시재생] 위기의 도시, 친환경 미래도시로 거듭나다, NAKED DENMARK 블로그.

안용준 외, 2018, 시민참여기반의 스마트시티 모델 정립, 대전세종연구원.

오명택·조영태, 2020, 스마트시티 리빙랩 운영기준 및 네트워크 구축방안 수립, LH

오종희, 2009, 집단에너지사업의 향후 정책방향, 지식경제부, 「녹색성장을 위한 열병합발전 설명회 발표자료」(2009.10.16)

옥진아 외, 2016, "경기도 스마트도시 구축을 위한 기초연구, 연구보고서, 경기연구원

온실가스종합정보센터. 2016. 국가 온실가스 증감요인 분해분석 연구.

위성복 외, 2019, 지능형 도시관리시스템 개발 연구(2013~2019) 최종보고서, 국토교통과학기술진흥원

유근춘, 2014, “사회대타협을 위한 사회협약 창출능력 국제사례와 시사점,” 보건·복지 Issue & Focus 제253호, 한국보건사회연구원

유성민, 2016, "ICBM 현황과 스마트시티 구축방안", 지역정보화 이슈 리포트 Vol.6, 한국지역정보개발원, p.1-22.

유정현 외, 2020, 공동주택의 에너지 자립수준 향상방안, LH

윤은주,2021,“2021 제1차 미래국토리더스포럼 겸 그린인프라연구센터 출범기념 포럼” 발표자료집

이국환. 2018. e-모빌리티 산업의 현황과 발전전략. 한국기후변화연구원(대한민국탄소포럼2018)
이금노. 2019. 모빌리티 분야 공유서비스의 소비자문제에 관한 연구. 한국소비자원(정책연구)
이동민. 2020. E-Mobility 기반의 Smart Mobility 활성화 방안: 한국판 뉴딜정책 추진방안 정책토론회 1차 세미나: 그린뉴딜-그린모빌리티 확대방안. 한국교통연구원&대한교통학회
이동주, 2015, "주요국 및 글로벌 기업들의 해외도시개발 진출 사례", World & Cities Vol.3, 한국무역협회 국제무역연구원, p.46-52
이문희, 2017, "경북지역 스마트시티 구축 방향", 연구보고서, 대구경북연구원
이병국 외, 2019, "아세안 스마트시티 네트워크(ASCN) 시범사업 연구3 : 환경/수자원 사업", 한국환경정책/평가연구원, 경제/인문사회연구회
이상건, 2016.10.26, "국내외 스마트시티 현황 및 교훈", 국토연구원 개원 38주년 기념세미나 발표자료
이상엽, 2020, 국가 지속가능 발전을 위한 2050 저탄소사회 이행방안 연구, 경제·인문사회연구회.
이상훈, 안진우. 2017. E-모빌리티 현황 및 주요 이슈. (The Korean Institute of Electrical Engineers) pp.6-11
이승문. 2016. 북서 유럽의 E-Mobility를 통한 전기자동차 보급 전략. (세계 에너지시장 인사이트). pp. 3-20
이승문·조상민. 2019. E-Mobility 성장에 따른 신재생에너지 산업 대응 전략 연구(1/4), 에너지경제연구원
이승하, 2019, 민관협력 활성화를 위한 스마트서울 협치 플랫폼 기획 연구, 서울디지털재단.
이재용 외, 2012, "기존 도시형 U-City 건설을 위한 U-City 유형 분류 및 적용방안", 한국도시지리학회지 15권 3호, 한국도시지리학회, p.117-132.
이재용 외, 2016, "Smart City 경쟁력 강화를 위한 정책방안 연구", 연구보고서, 국가건축정책위원회
이재용 외, 2016, "한국형 스마트시티 해외진출 전략수립 및 네트워크 구축", 연구보고서, 국토연구원
이재용, 2017, "스마트시티 정책 추진방향과 전략", 월간교통 Vol.228, 한국교통연구원, p.6-12.
이재일, 방민진, 한병화(2019). 수소차 시대의 개막: 전기차 시장 초기의 데자뷰. 유진투자증권. pp.12-28
이재일. 2020. 불붙은 전기/수소차 시장 빨라진 내연기관차 퇴출 시계. 유진투자증권(Issue Report: 자동차(Neutral). pp.28-31
이재준 외, 2020, 포스트 코로나(Covid-19)시대의 정부정책 변화와 SH공사의 역할에 관한 연구,
이재준, 2011, 녹색도시의 꿈, 상상출판사.

이정림. 2020. 초등입학기 자녀 가구의 육아서비스 수요 및 대응방안. 이슈페이퍼, 9, 3-21.
이정우, 2014년 가을, “피케티 현상, 어떻게 해석해야하나?,” 한국경제포럼 제7권 제3호, 한국경제학회
이찬근, 2002, “유럽 소국의 기업지배권 방어기제,” 사회경제평론 제21호.
이태경, 2015, "스마트시티", 현대증권 현대 리서치, p.1-34.
이향수·이성훈·정용훈. 2020. 장애인의 디지털정보화 수준과 대인관계 만족도와의 관계에 대한 연구. 디지털융복합연구, 18(3), 43-48.
이현숙, 2017, "스마트시티의 개념과 정책동향". 융합 Weekly TIP Vol.84, 융합연구정책센터, p.1-9.
이형숙. 2011. 노인들의 도보권 근린시설 이용현황 및 인지된 근접성 연구: 성남지역을 중심으로. 한국도시설계학회지 도시설계, 12(4), 63-74.
인천테크노파크, 2019, SW융합클러스터 2.0 리빙랩 구축 및 운영방안 도출을 위한 연구.
임재규. 2018. 우리나라 에너지전환정책의 현황과 향후 과제: 제3차 에너지기본계획 워킹그룹에서 논의중인 내용을 중심으로. 에너지경제연구원(에너지경제연구원 개원 32주년 기념 세미나)
정경옥, 우승국, 이동윤. 2019. 친환경 개인교통 정책지원사업. 한국교통연구원
정경희 외. 2017. 2017년도 노인실태조사. 보건복지부·한국보건사회연구원, pp.585, 587, 590 611, 614, 617, 619.
정부 24 홈페이지
제로에너지빌딩 인증시스템 홈페이지, 제로에너지건축 의무화 세부로드맵 개편(안)
제주특별자치도. 2018. 2030 제주특별자치도 온실가스 감축 로드맵 수립.
조상민, 이승문. 2019. E-Mobility 성장에 따른 석유·전력·신재생에너지 산업 대응 전략 연구(신재생에너지)(1/4). 에너지경제연구원
조상민·조일현. 2020. E-Mobility 성장에 따른 신재생에너지 산업 대응 전략 연구(2/4), 에너지경제연구원
조영빈. 2019. 스마트 모빌리티 서비스의 현황과 미래. 한국정보화진흥원(DNA플러스)
조영태 외, 2017, LH 스마트시티 미래비전 및 추진전략, LH
조영태 외, 2018, 글로벌 신도시 사례분석 및 정책 가이드라인, LH
조영태 외, 2019, 스마트시티 리빙랩 추진전략, LH
조영태 외, 2020, 스마트시티 혁신성장동력프로젝트_Use Case 실현 및 검증연구(2-3-3) 성과보고서, 국토교통과학기술진흥원
조영태 외, 2020, 안전서비스 2.0 예측 모델 설계, 국토교통과학기술진흥원
조영태, 2020, 세종 5-1 스마트시티 국가시범도시 추진현황, 2020 Address-Based Innovation

Growth Industry Conference_The Future of Smart City
조철. 2018. 친환경자동차 정책의 평가와 개편방향. 산업연구원(산업경제) pp.21-32
지식경제부 발표자료. 2009.「녹색성장을 위한 열병합발전 설명회 발표자료」, (2009.10.16.)
진상현, 2016, 분산형 열에너지의 개념 정의 및 적용: 수도권 그린히트 사업을 중심으로,「환경정책」, 24(3): 131-160.
최석환, 2016, 수원시 스마트시티 구현 방안에 관한 연구, 수원시정연구원.
최석환, 2017, 수원시 스마트시티 적용방안 연구, 수원시정연구원.
최성훈, 장현호, 윤병조. 2020. 온실가스 감축목표에 따른 고속도로 구간 배출량 변화 연구. (KOSDI)
최유준. 2016. 미래형 이동수단(Smart Mobility) 개발 추진 현황. 한국자동차부품연구원 pp.2-4, 18-24
최재성. 2019. 친환경차 보급 확대에 따른 교통 투자재원 파급영향 및 대응방안 연구. 국토인프라연구본부 국토연구원. pp.13-27
최정은, 김정곤, & 오덕성. (2011). 도시 신진대사 관점에서 본 저탄소 녹색도시 계획특성 및 사례분석. 한국생태환경건축학회 논문집, 11(5), 3-12.
최현재. 2019. 노인의 정보 활용 행태로 본 지자체의 정보화 정책의 현주소. 지역정보화, 116, 26-29.
최회명. 2018. 2030 도로부문 온실가스 감축 로드맵과 실제 배출 현황. 한국자동차공학회(오토저널). pp.23-26
최회명. 2019. 우리나라의 자동차 온실가스 배출은 감소하고 있는가? pp.75-77
한국과학기술평가원, 2017,
한국교통연구원. 2014. 교통기술 진흥을 위한 중장기 국가교통기술개발계획
한국보건산업진흥원, 2019, 건강관리서비스 산업화 기반 구축 및 정책지원
한국산업기술진흥원. 2013. EU의 e-모빌리티 R&D 및 실증연구 현황. (산업기술정책브리프)
한국수자원공사, 2018, "부산 에코델타 스마트시티 시행계획(안), 한국수자원공사"
한국장애인단체총연맹. 2020. 2020년도 전국 시·도별 장애인 복지·교육 비교.
한국정보화진흥원, 2017, SMART CITY by SMART CITIZEN 제1편_시민 주도 스마트시티의 도전과제.
한국정보화진흥원, 2017, SMART CITY by SMART CITIZEN 제2편_시민과 함께하는 스마트시티 (해외 사례를 중심으로).
한국정보화진흥원. 2019. AI·데이터가 만드는 도시 데이터 기반 스마트도시: 해외 사례를 중심으로.
한국지역정보개발원, 2017, "2017 스마트시티 서비스 카탈로그", 한국지역정보개발원
한국토지주택공사, 2020, “미세먼지 저감형 행복도시 조성 가이드라인 수립

연구용역"한국토지주택공사
한상진, 박경욱, 송태진. 2017. 교통부문 빅데이터 공유플랫폼 구축 및 공동 활용 방안. 한국교통연구원
현재영. 2019. 공유모빌리티서비스 동향 및 발전 방향. 한컴모빌리티
홍승표 외, 2013, "국내외 스마트시티 구축 동향 및 시사점 : 국내외 사례 분석과 설문조사를 중심으로", ICT Insight 2013-6, 정보통신산업진흥원
화성시지속가능발전협의회, 2018, 생물다양성으로 이루는 아름다운 변화, 화성시 도시숲 바이오블리츠", 2018년 제20회 지속가능발전대상 공모전 우수사례집. pp.72-79. 환경부/전국지속가능발전협의회.
환경부 보도자료. 2019. 제2차 기후변화대응 기본계획 확정…저탄소 녹색사회 구현.
환경부 보도자료. 2020. 환경부, 친환경 미래 모빌리티 보급에 박차.
환경부, 한국환경산업기술원. 친환경 자동차 기술 동향 및 전망. (국내IP 환경동향보고)
환경부. 2018. 수송부문 온실가스 감축이행 모니터링 연구. 한국교통연구원
황종성, 2016, "스마트시티 발전전망과 한국의 경쟁력", IT&Future Strategy Vol.6, 한국정보화진흥원, p.1-42.
황혜란. 2019. 대전의 사회문제해결형 혁신 활성화를 위한 정책방향과 과제. 대전세종연구원.

Ali, N. B. H., T. Abichou, and R. Green, 2020, Comparing estimates of fugitive landfill methane emissions using inverse plume modeling obtained with surface emission monitoring(SEM), Drone Emission Monitoring(DEM), and Downwind Plume Emission Monitoring(DWPEM), Journal of the Air & Waste Management Association, 70(4), 410-424.
Alied Market Research, 2018, Global Smart Hospital Market Opportunities and Forecasts 2017-2025
Allen, G., P. Hollingsworth, K. Kabbabe, J. R. Pitt, M. I. Mead, S. Illingworth, G. Roberts, M. Bourn, D. E. Shallcross, C. J. Percival, C.J., 2019, "The development and trial of an unmanned aerial system for the measurement of methane flux from landfill and greenhouse gas emission hotspots", Waste Management, 87, pp. 883-892.
Avent, Ryan, 2014, "The Third Great Wave," Special Report: The World Economy, The Economist.
BuddeComm, 2018, Global Smart Cities Towards 2019 Analysis and Statistics

Burgues, J. and S. Marco, 2020, “Environmental chemical sensing using small drones: A review”, Science of the Total Environment, 748, 141172, 1-20.

Cho, Dooyeon, Bo Min Kim, and Dong-Eun Rhee, 2014, “Inequality and Growth: Nonlinear Evidence from Heterogeneous Panel Data,” KIEP W/P 14-1.

Copenhagen Solutions Lab, 2016, Copenhagen Smart City.

Copenhagen Solutions Lab, 2017, Copenhagen Solutions Lab Handlingsplan 2017-2018.

Crawley, 2009, “Getting to Net Zero”

Cruvinel, V. R. N., Zolnikov, T. R., Bashash, M., Marques, C. P., Scott, J. A. (2019) Waterborne diseases in waste pickers of Estrutural, Brazil, the second largest open-air dumpsite in world. Waste Management, 99, 71-78.

Cruvinel, V. R. N., Zolnikov, T. R., Obara, M. T., de Oliveira, V. T. L., Vianna, E. N., do Santos, F. S. G., de Olivera, K. C., Scott, J. A., 2020, Vector-borne diseases in waste pickers in Brasilia, Brazil. Waste Management, 105, 223-232.

Dos Santos, F. S. G., Zolnikov, T. R., Ribas, I. B., Casabona, J., Monteiro, E., Martins, E., Franca, D., de Araujo, W. N., Cruvinel, V. R. N., 2020, Syphilis and other sexually transmitted infections among waste pickers in Brasilia, Brazil. Waste Management, 118, 122-130.

Euroheat & Power, 2013, “Heat roadmap EUROPE 2050: Second pre-study for the EU27.

Europe Parliament, 2014, Mapping Smart Cities in the EU.

Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO, 2011, “Global food loss and waste”, p.4.

Free Innovation E von Hippel, 2017, Free Innovation. Cambridge MA: MIT Press

Golston, L.M., Aubut, N.F., Frish, M.B., Yang, S., Talbot, R.W., Gretencord, C., McSpiritt J., Zondlo, M.A.,, 2018, Natural Gas Fugitive Leak Detection Using an Unmanned Aerial Vehicle: Localization and Quantification of Emission Rate, Atmosphere, 9(333), pp.1-17.

Golston, L.M., Tao, L., Brosy, C., Schäfer, K., Wolf, B., McSpiritt, J., Buchholz, B., Caulton, D.R., Pan, D., Zondlo, M.A., Yoel, D., Kunstmann, H., McGregor, M., 2017, Lightweight mid-infrared methane sensor for unmanned aerial systems, Applied Physics B, 123(170), pp.1-9.

Gunwon Lee, Yunnam Jeong, & Seiyong Kim. (2015). Impact of Individual and Urban Traits and Urban Form on Vehicle Hours Traveled. Journal of Asian Architecture and

Building engineering, 14(3). pp.601-608.

Gunwon Lee, Yunnam Jeong, & Seiyong Kim. (2016). Impact of Individual Traits, Urban Form, and Urban Character on Selecting Cars as Transportation Mode using the Hierarchical Generalized Linear Model. Journal of Asian Architecture and Building engineering, 15(2). pp.223-230.

Gunwon Lee, Yunnam Jeong, & Seiyong Kim., 2015, Impact of Individual and Urban Traits and Urban Form on Vehicle Hours Traveled. Journal of Asian Architecture and Building engineering, 14(3). pp.601-608.

Gunwon Lee, Yunnam Jeong, & Seiyong Kim., 2016, Impact of Individual Traits, Urban Form, and Urban Character on Selecting Cars as Transportation Mode using the Hierarchical Generalized Linear Model. Journal of Asian Architecture and Building engineering, 15(2). pp.223-230.

Hippel, Eric von and Katz, Ralph, 2002, Shifting Innovation to Users via Toolkits. In Management Science, 48(7). pp.821-833

IEA, 2019, "World Energy Outlook 2019"

IEA, 2020a, "World Energy Outlook 2020"

IEA, 2020b, "Statistics Report Renewables Information Overview"

IEA. 2020c. "Global Electric Vehicle Outlook 2020"

IEA-EBC, 2020, "Zero Energy Buildings"

ILO, "The Role and Impact of Economic and Social Councils and Similar Institutions(ESC-SIs) in the Response to the Global, Financial, Economic and Jobs Crisis," Final Working Document, ILO-AICESIS Conference, December 3-4, 2013.

Innovate UK. 2018a. "V2G Global Roadtrip: Around the World in 50 Projects"

Innovate UK. 2018b. "V2G Developments in the UK"

Institute for Global Environmental Strategies: IGES, Alto University, and D-mat ltd., 2019, "1.5 Degree Lifestyles", pp.1-49.

International Resource Panel: IRP, 2013a, "City-level Decoupling-Summary version", pp.7-18.

International Resource Panel: IRP, 2013b, "City-level Decoupling-Full report version", p.21.

International Resource Panel: IRP, 2018, "The weight of cities".

IPCC, 2018, Global Warming of 1.5°C – Summary for Policymakers.

IRENA. 2019. “Innovation Outlook Smart Charging for Electric Vehicles”

Kim, Y.M., M. H. Park, and J. Y. Kim (2019). “Correction of error-inducing factors in an UAV-based measurement system for fugitive methane emission,” Proceedings of the 17th International Waste Management and Landfill Symposium, International Waste Working Group, Cagliari, Italy, 2019. 09. 30-10. 4: 297, 1-7

Labor Foundation of Netherlands, April 2013, Prospects for a Socially Responsible and Enterprising Country: Emerging from the Crisis and Getting Back to Work on the Way to 2020.

MacMahon, Fred, Chapter 3 The Dutch Miracle in Road to Growth: How Lagging Economies Become Prosperous, Atlantic Institute for Market Studies, Halifax, Nova Scotia, 2000.

Mani James. 2020. Global Smart City Market: A $1.5 Trillion Growth Oppertunity in 2020. Frost & Sullivan

Marta Peris-Oritz et al., 2017, Sustainable Smart Cities, Springer.

McKinsey&Company, 2013, The ‘big data’ revolution US in healthcare: Accelerating value and innovation

McKinsey&Company, 2018, Smart Cities: Digital Solutions for a more Livale Future

Mønster, J., P. Kjeldsen, C. Scheutz, 2019, “Methodologies for measuring fugitive methane emissions from landfills – A review”, Waste Management, 87, 835-859.

Mordor Intelligence, 2020, GLOBAL SMART CITY PLATFORM MARKET(2020-2025)

NYC Global Partners, 2011, “Best practice: District heating system”.

OECD, A Framework for Growth and Social Cohesion in Korea, June2011

Piketti, Thomas, Capital in the Twenty-First Century, The Belknap Press of Harvard University Press, 2014

REN21, 2009~2020, “Global Status Report”

REN21, 2020, “Renewables 2020 Global Status Report”

Renata Paola Dameri, 2016, Smart City Implementation, Springer.

Riipinen, M., 2013, “Modern district heating and cooling systems”, Helsingin Energia.

Shah, A., Allen, G., Pitt, J. R., Ricketts, H., Williams, P. I., Helmore, J., Bourn, M., 2019, “A near-field gaussian plume inversion flux quantification method, applied to unmanned aerial vehicle sampling”. Atmosphere, 10(7), 396. pp,1-25

Shah, A., Pitt, J. R., Ricketts, H., Leen, J. B., Williams, P. I., Kabbabe, K., Allen, G., 2020.

"Testing the near-field Gaussian plume inversion flux quantification technique using unmanned aerial vehicle sampling". Atmospheric Measurement Techniques, 13(3). pp. 1467-1484

Shahrokni, H., L, A˚ rman, D. Lazarevic, A. Nilsson, and N. Brandt, 2015, "Implementing Smart Urban Metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart City SRS", Journal of Industrial Ecology, 19(5), pp.917-929.

Shwetha Surender. 2016. Urban Mobility redefined: The mobility landscape today and a view towards the horizon. Frost & Sullivan

Sinko, Pekka, "The Economic Council of Finland," 13 October 2014.

Stiglitz, Joseph E., The Price of Inequality: How today's divided society endangers our future, Norton & Company, 2012.

Thakur, P., Ganguly, R., Dhulia, A., 2018, "Occupational Health Hazard exposure among municipal solid waste workers in Himachal Pradesh, India", Waste Management, 78, pp.483-489.

The Greater London Authority: GLA, 2011, "Delivering London's energy Future: The mayor's climate change mitigation and energy strategy".

Tillie, N., E. Frijters, O. Klijn, D. Sijmons, M. Francke, J. Borsboom, S. Klaassen, A. Fontein and H. Scheepmaker., 2014, "Urban Metabolism-Sustainale development of Rottedam", Municipality of Rotterdam, IABR, FABRIC, JCFO, TNO. pp.128-129, https://iabr.nl/en/publicatie/stedelijk-metabolisme

World Resources Institute: WRI, 2014, "Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories", pp.31-33.

WRAP, 2020, "Courtauld Commitment 2025 Milestone Progress Report", pp.1-38., https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Courtauld_Commitment_2025_Milestone_Progress_Report.pdf.

Yang, S., R.W. Talbot ,M.B. Frish, L.M. Golston, N.F. Aubut, M.A. Zondlo, C. Gretencord, J. McSpiritt, 2018, "Natural Gas Fugitive Leak Detection Using an Unmanned Aerial Vehicle: Measurement System Description and Mass Balance Approach", Atmosphere, 9:383, pp.1-22

森徹·鎌田繁則 編著, 格差社會와 公共政策, 剄草書房, 2013.

日本 勞動大臣官房政策調査部. 2000.

일본 정노사회의 자료. 2013
일본은행 단기관측. 2014
中馬宏之, 勞動經濟學, 新制社, 1995.

2050LEDS 수립배경 및 근거 https://www.gihoo.or.kr/2050LEDS/intro.do
BBC. 2015.11.26., "COP21: Drone to monitor rubbish dump gases", https://www.bbc.com/news/science-environment-34938893, 검색일: 2021.1.27.
Early Metric. 2020.03.16., "Key trends and challenges for the smart grid market", https://earlymetrics.com/key-trends-and-challenges-for-the-smart-grid-market, 검색일: 2020.10.26.
EPA 홈페이지, "Methan quantification & ARPA-E's Mnitor Program", https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-04/documents/21willson.pdf, 검색일: 2021.1.21.
esri 홈페이지 https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/real-time/overview?rmedium=www_esri_com_EtoF&rsource=/en-us/arcgis/real-time
European Commission, 2020, "Best Practices in Citizen Science for Environmental Monitoring" Commission Staff Working Document (2020, 149 final), Brussels. (https://ec.europa.eu/environment/legal/reporting/pdf/best_practices_citizen_science_environmental_monitoring.pdf 검색일: 2021.1.22.)
excite 뉴스(2016.11.28.), 「食品ロス」を減らす<冷蔵庫・食材管理アプリ>~日本の廃棄量で世界の飢餓が2回救える?(〈냉장고·식재료관리앱〉~일본 폐기량으로 세계 기아를 두 번 살릴 수 있다?)", https://www.excite.co.jp/news/article/HealthPress_201611_300/, 2021.01.27.
e-나라지표 '건축물 현황' https://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1226
ICLEI 한국사무소 홈페이지(2017.7.25.), "에너지전환 선도도시 로테르담", http://www.icleikorea.org/_04/notice/view?seq=1729, 검색일: 2020.10.27.
Kotra 홈페이지(2020.3.6.), "독일, 친환경 옷을 입은 플라스틱 포장재의 다양한 변식", https://news.kotra.or.kr/user/globalBbs/kotranews/782/globalBbsDataView.do?set

Idx=243&dataIdx=180318, 검색일: 2020.12.4.

Le bâtiment à énergie positive :Une réalité dès aujourd'hui qui deviendra la norme d'ici 2018/20 http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/140612_dossier_de_presse_bepos_2020_colloque_vfd.pdf

OdourCollect 트위터 https://twitter.com/Odourcollect/status/1311318872100872197/photo/1 (2020.9.30. 트윗) & https://twitter.com/Odourcollect/header_photo 검색일: 2020.12.4.

Plan Bâtiment Durable 홈페이지

Press9(2020.2.4.), "강동구, 저소득층 '원스톱 드림 서비스' 시작... 중고물품 및 폐기물 방문 수거지원", http://www.press9.kr/news/articleView.html?idxno=41662, 검색일: 2020.12.4.

smsplc 홈페이지, "Smart meters: paving the way for our future energy system" www.sms-plc.com/insights/blogs-news/smart-meters-making-the-smart-grid-possible, 검색일: 2020.10.26.

The Association of Plastic Recyclers 홈페이지, "Full Wrap Shrink Sleeve Labels: A Recycler's Dilemma", https://plasticsrecycling.org/images/pdf/market_development/web_seminars/APR_Sleeve_Label_Web_Seminar_08_2013.pdf, 검색일: 2021.1.27.

United States Environmental Protection Agency 홈페이지, "Greenhouse Gas Emission – Understanding Global Warming Potential", https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials, 검색일: 2021. 1. 14.

vimeo 홈페이지, "Pioneer project HolyGrail", https://vimeo.com/332020546/39583c93e0, 검색일: 2021.1.27.

ZDNet Korea(2020.1.29.), "아프리카돼지열병 장기화에 음식물쓰레기 대란예고", https://zdnet.co.kr/view/?no=20200129180016, 검색일: 2021.1.27.

경기도민일보(2020.11.19.), "수원시 공유냉장고 대통령상", http://www.kgdm.co.kr/news/articleView.html?idxno=725748, 검색일: 2021.1.27.

경기연구원 보도자료(2020). 전기차·수소차 보급률 0.4%… "충전기반시설 확충하고 차량 경제성 확보해야".

경기일보(2018.9.6.) “경기도, 분산형 에너지 생산시설 확충 사업비 최대 5억 원 지원”, http://www.kyeonggi.com/news/articleView.html?idxno=1516883, 검색일: 2020.12.12.

経済産業省 홈페이지, “電子タグ（RFID）を活用した食品ロス削減に関する実証実験を行います(RFID를 활용한 식품손실 삭감에 관한 실증사업을 실시하고 있습니다)”, https://www.meti.go.jp/press/2020/01/20210120003/20210120003.html, 검색일: 2021.1.27.

경향신문(2019.8.17.), “잔반 사료 재활용, 정말 괜찮습니까”, http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201908171211001&code=940100, 검색일: 2021.1.27.

과기정통부 블로그(2019.08.20.), 블록체인과 AR이 음식물쓰레기를 줄이는 방법, https://blog.naver.com/with_msip/221622163659, 검색일: 2020.09.07.

관계부처 합동 보도자료(2020.07.14.), “「한국판 뉴딜」 종합계획”, https://www.moef.go.kr/nw/nes/detailNesDtaView.do?searchBbsId=MOSFBBS_000000000028&searchNttId=MOSF_000000000040637&menuNo=4010100, 검색일: 2020.09.26.

국민일보(2019.10.20.), “서울시, ‘선택형 전기요금제’ 첫 도입…‘지능형 전력망’ 스마트 그리드 실증단지 조성”, http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0013836959&code=61111311&cp=nv, 검색일: 2020.12.12.

국토교통부 보도자료(2020.2.28.) - 전국 건축물 총 7.243,472동/38억 6천만㎡ http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95083620

그리스 경제사회위원회(OKE) 홈페이지 www.oke.gr

노컷뉴스(2018.3.26.), “단속만이 능사? 디스포저 음성화 해결책 없나”, https://www.nocutnews.co.kr/news/4943765, 검색일: 2021.1.27.

뉴스원(2019.9.22.) “주택용 전기, 계시별 요금제로 수요 관리…실증사업 추진”, https://www.news1.kr/articles/?3725205, 검색일: 2020.12.12.

당진신문(2020.1.22.), “복지 사각지대에 놓인 독거노인, 쥐 드나드는 부엌에서 라면으로 끼니”, http://www.idjnews.kr/news/articleView.html?idxno=118966, 검색일: 2020.12.4.

데일리경제(2020.12.18.), “건강한농부 사회적협동조합, 로컬푸드 활용한 사회적 경제모델 선정”,

http://www.kdpress.co.kr/news/articleView.html?idxno=99524, 검색일: 2021.1.27.

독일 스태티스타(STATISTA) 홈페이지 www.statista.com

디지털 트윈 https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin

리더스경제(2020.9.25.), “동구, 어린이식당 4곳 열어”,
http://www.leaders.kr/news/articleView.html?idxno=214351, 검색일: 2021.1.27.

미국 환경청(EPA), MyEnvironment, https://www3.epa.gov/myem/envmap/
find.html 검색일: 2020.12.4.

바이오블리츠 코리아, https://www.bioblitz.or.kr/ 검색일: 2021.1.23.

보안뉴스, "국토교통부가 그려나가는 스마트시티의 미래", 2017.9.22.

서울 새활용플라자센터 홈페이지, http://www.seoulup.or.kr/introduce.do?type=Business,
검색일: 2021.1.27.

서울경제(2016.5.9.) “부산시, ‘스마트 그리드 확산사업’ 전국 최다 사업비 유치”,
https://www.sedaily.com/Event/Election2017/NewsView/1KW8W0C5A7, 검색일:
2020.12.12.

서울경제(2016.5.9.), “부산시, ‘스마트 그리드 확산사업’ 전국 최다 사업비 유치”,
https://www.sedaily.com/NewsView/1KW8W0C5A7/GK0101, 검색일: 2020.12.12.

서울대학교 김재영 교수님 연구팀 인터뷰 (2021.1.6.)

서울신문(2020.10.26.), “코로나 이후 끼니 거른 적 있는 아동 50% → 64%로 늘었다”,
https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20201027005015&wlog_tag3=nav
er, 검색일: 2020.12.4.

서울앤. 2018.8.16. “어린이 식당, 일본 시민사회 발명품...5년 새 전국 2,200개”,
http://www.seouland.com/arti/society/society_general/3799.html, 검색일:
2021.1.27.

서울정책아카이브(Seoul Solution. 2015.6.17, “집단에너지 사업 : 효과적인 에너지 공급수단”,
https://www.seoulsolution.kr/ko/content/3347, 검색일: 2020.12.12.

세이프타임즈. 2017.08.31., 대형생활폐기물 스마트폰으로 쉽게 폐기한다.,
www.safetimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=45043, 검색일: 2020.12.4..

소믈리에타임즈(2019.10.04.), “음식물쓰레기 AI 기술로 해결하는 UAE”,
http://www.sommeliertimes.com/news/articleView.html?idxno=14660, 검색일:
2020.09.06.

슈퍼빈 홈페이지, “메인화면”, http://www.superbin.co.kr/new/contents/product.php, 검색일:

2021.1.27.

아주경제(2020.12.3.), “안성시, 대형폐기물 스마트배출 모바일 앱 ‘빼기’ 시행”, https://www.ajunews.com/view/20201203143207088, 검색일: 2020.12.4.

안상욱, 2018.11.23., [코펜하겐 도시재생] 위기의 도시, 친환경 미래도시로 거듭나다, NAKED DENMARK 블로그.

안상욱, 2018.11.23., [코펜하겐 도시재생] 위기의 도시, 친환경 미래도시로 거듭나다, NAKED DENMARK 블로그.

연합뉴스(2019.10.20.), “미래형 전력망, 광주·서울서 4년간 실제 운영”, https://www.yna.co.kr/view/AKR20191019026000003?input=1195m, 검색일: 2020.12.12.

연합뉴스(2020.11.19.), “식사 여부 미리 알려 구내식당 잔반 줄인다..LH 앱 개발”, https://www.yna.co.kr/view/AKR20201119138700063?input=1195m, 검색일: 2020.12.4.

이데일리(2020.11.27.), “베일 벗은 ‘분산에너지 활성화 로드맵’…지역 중심 분산형 전원 개발”, https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02512486625969984&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y, 검색일: 2020.12.12.

이로운넷(2020.12.3.), “마감할인 플랫폼 ‘라스트 오더’ 성북구 소상공인 살리기 동참”, https://www.eroun.net/news/articleView.html?idxno=21439, 검색일: 2020.12.4..

이큐브랩 홈페이지, “Solution”, https://www.ecubelabs.com/solution/, 검색일: 2021.1.27.

이투뉴스(2015.3.30.) “전력시장 정상화가 필요하다”, https://www.e2news.com/news/articleView.html?idxno=80950, 검색일: 2021.1.19.

인공지능신문, 2020.02.06., 인튜이티브 AI, 쓰레기 데이터 세트로 3초만에 재활용품 분류한다, http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=15289, 검색일: 2020.09.06.

일렉트릭파워(2019.12.30.), “에너지전환 마지막 퍼즐, 분산형 전원”, http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=23951, 검색일: 2020.12.12.

일렉트릭파워(2020.2.20.), “분산형 전원 역할 방점 둔 제5차 집단에너지 기본계획”, http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=24312, 검색일: 2020.12.12.

전기신문(2018.1.29.) “열병합발전, 에너지 절약·환경 개선 효과 연간 7500억원”, https://http://www.electimes.com/article.php?aid=1517213395152937002, 검색일: 2020.12.12.

전자신문. 2011.12.26. “2011 국내 10대 뉴스, 9.15 대규모 정전사태”,

https://www.etnews.com/201112220049, 검색일: 2021.1.19.

전자신문. 2020.8.30. “프랙티컬메쏘드, 디지털 워터마크 활용 국산 IoT 솔루션 선보여”, https://www.etnews.com/20200828000057, 검색일: 2020.12.4.

정부 24 기관소식, 환경부. 5년 내 전기차 113만대 수소차 20만대 보급한다. https://www.gov.kr/portal/ntnadmNews/2213426

제로에너지건축물 정책동향 https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_02_001.do

제로에너지건축물(ZEB) 인증제도 시행 http://www.energy.or.kr/web/kem_home_new/energy_issue/mail_vol55/pdf/issue_158_01_02.pdf

조선비즈. 2020.8.11. “전력망 사업 넘보는 SK·한화…전력 사고파는 에너지 프로슈머 공략”, https://https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/08/10/2020081003097.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz, 검색일: 2021.1.19.

중도일보. 2016.3.29. “정확한 논 메탄가스 배출량 산정 가능”, http://www.joongdo.co.kr/web/view.php?key=20160329000004019, 검색일: 2021.1.27.

지식경제부 보도자료. 2011.6.8. “그린에너지 전략로드맵”, https://www.motie.go.kr/motie/ne/rt/press/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=67938&bbs_cd_n=16, 검색일: 2020.12.13.,

폐기물관리법 시행령 제5조 별표3, https://www.law.go.kr/법령/폐기물관리법시행령, 검색일: 2021.1.27.

한국경제. 2019.2.24. “‘멍멍이’가 예측주문…신선식품 폐기율 1% 기적”, https://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=001&oid=015&aid=0004098050, 검색일: 2020.12.4.

한국에너지. 2013.11.22. “에너지믹스 유일한 대안은 천연가스 이용한 분산형전원”, https://www.koenergy.co.kr/news/articleView.html?idxno=71406, 검색일: 2021.1.19.

한국에너지공단 홈페이지. 수요관리 국재이슈-제로에너지건축물(ZEB) 인증제도 시행

한국에너지정보문화재단. 5.에너지소비구조혁신 https://m.blog.naver.com/energyinfoplaza/221694809303

한국일보. 2020.12.16. “제2의 밀양사태 될라… 한전-홍천, 송전탑 추진 두고 갈등”,

https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020121614240001566?did=NA, 검색일: 2021.1.19.

한국일보. 2021.1.20, “튜브 용기, 열심히 자르고 씻어도 재활용 안 됩니다”, https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2021011515070005073?did=NA, 검색일: 2021.1.27.

한국환경공단 홈페이지 – 2050 LEDS

행정자치부·한국정보화진흥원. 2016. 월간 디지털 정부 최신 해외 정책·기술 동향, 16권. 스마트 칼라사타마 홈페이지, https://fiksukalasatama.fi/en/building-blocks/project-portfolio/ (인출일: 2020.12.8.).

행정자치부·한국정보화진흥원(2016). 월간 디지털 정부 최신 해외 정책·기술 동향, 16권. 스마트 칼라사타마 홈페이지, https://fiksukalasatama.fi/en/building-blocks/project-portfolio/ (인출일: 2020.12.8.).

헤럴드 경제. 2020.6.8. “광진구, 자투리텃밭 기부의 날 운영”, http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20200608000241, 검색일: 2021.1.27.

헤럴드경제. 2018.4.17, “농진청, 환경정화곤충 ‘동애등에’로 음식물쓰레기 처리 산업화”, http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20180417000004&md=20180420003529_BL, 검색일: 2020.12.4.

헤럴드경제. 2020.6.29, “종로구, 도시농업공동체 수확물 나눔”, http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20200629000122, 검색일: 2021.1.27.

환경일보. 2018.6.4. “농진청, 동애등에로 만든 반려동물 간식 ‘인기’”, http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=470517, 검색일: 2020.12.4.

부록 1.

1. CO_2 KPIs 및 세부사업



2. Casualty KPIs 및 세부사업



3. Contagion KPIs 및 세부사업



4. Congestion KPIs 및 세부사업



5. Crime KPIs 및 세부사업



6. Complaint KPIs 및 세부사업



부록 2

1. 인간·사회 부문 : 헬스케어 서비스(질병 예방 및 건강관리 서비스모델 개발)

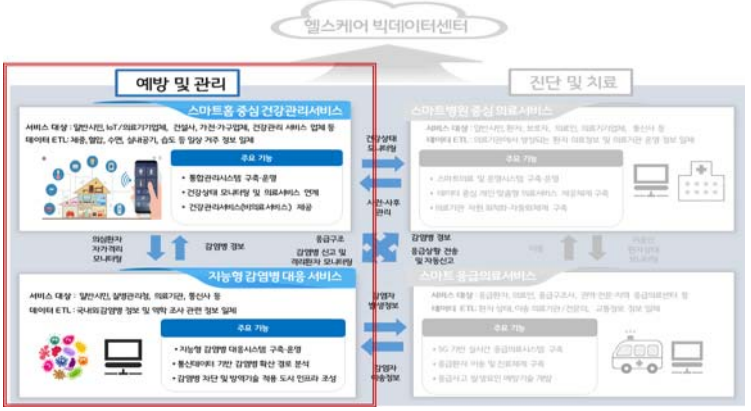
<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>사업명</td><td>에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 건강관리를 위한 서비스모델 개발</td></tr>
<tr><td>사업 필요성
및 목표</td><td>• (사업 필요성) 저출산·고령사회로의 진입 등 인구구조 변화와 함께 만성질환자의 증가로 인한 국가의료비의 사회적 부담이 가중되고 있어 국민건강증진 및 의료재정 안정화를 위해 국가차원의 적극적인 사전예방적 건강관리가 필요함.
- 또한 중증급성호흡기증후군(SARS), 중동호흡기증후군(MERS), 코로나바이러스감염증(COVID-19)에 따른 팬데믹을 겪으면서, 감염병 발생 및 전파가 국민건강과 일상생활에 심각한 영향을 미치고 있어, 이에 감염병 유입 차단 및 전파를 막기위한 방안 모색이 중요재고 있는 시점임
• (목표) 에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 관리를 목표
- 스마트홈 중심 건강관리서비스를 통해, 에코스마트시티 시민의 일상건강관리 요구에 부합하는 서비스 제공을 통해, 주거공간에서 건강상태를 유지하며, 지속적인 삶을 영위하도록 함
- 지능형 감염병 대응 서비스를 통해, 에코스마트시티 시민의 감염병 정보에 대한 접근성을 제고하고, 감염병 대응 역량 강화를 통해 감염예방 및 확산 차단 도시 인프라를 조성하고자 함</td></tr>
<tr><td>사업의 당위성</td><td>• (에코스마트시티 개념도와의 연계) Sante-Contagion
• (기존 사업과의 차별성) 분절되어 있는 건강 관련 정보가 아니라, 에코스마트시티 내 시민의 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용의 과정을 통해 의료서비스·건강관리서비스(비의료서비스) 등 개인 맞춤형 전주기를 관리한다는 측면에서 기존 사업과 차별성이 있음</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표</td><td>• 핵심성과지표(KPI) 해당 서비스모델을 통해 직접적인 영향으로 달성되는 핵심성과지표
<table>
<tr><th>지표명</th><th>정의</th><th>성과목표치</th><th>산출근거</th></tr>
<tr><td>가계
직접부담
의료비 비중</td><td>보건서비스를 위한
정부지출과 의무보험제도 및
여러 민간재원들 중 환자가
직접 부담한 비용</td><td>OECD 평균
(20.5%) 도달
(17년 기준 33.7%)</td><td>에코스마트시
티 시민의 가계
직접부담
의료비 비중</td></tr>
<tr><td>예방
가능한
입원율</td><td>시기적절하고 효과적인
일차의료서비스 이용으로
예방할 수 있는 입원환자의
비율</td><td>고혈압, 당뇨의 OECD
평균(10만명당 82.2명,
143.1명) 도달
(15년 기준 129.8명,
281.0명)</td><td>에코스마트시
티 내 고혈압,
당뇨 질환자의
입원률</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

	예방 가능한 외상 사망률	외상으로 인해 사망한 환자 중 적절한 시간 내에, 적절한 병원으로 이송돼, 적절한 치료를 받았다면 생존할 수 있었을 것으로 생각되는 사망자의 비율	선진국 수준(15%) 도달 (17년 기준 19.9%)	에코스마트시티 내 예방가능 외상사망률
	감염재생산 지수	감염자 1명이 바리러스를 옮기는 환자의 수 (1 이하면 시간이 지나면서 바이러스 감염 건수가 줄어들고, 1 이상이면 유행이 확산할 수 있음을 의미함)	1.5 이하 (인플루엔자, 사스, Covid-19 등의 감염재생상지수는 2 이상)	에코스마트시티 내 감염재생산지수
	인플루엔자 표본감시수 행률	1~53주 신고기관수/지정기관수×100	100% (18년 기준 90%)	에코스마트시티 내 인플루엔자 신고율

사업내용

- (Value) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축
  - 에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 건강관리(Data, Information) 개인의 건강에 영향을 미치는 정보 일체

구분		개요	주요 정보
개인	의료정보 (Medical Data)	보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보	진료정보, 임상정보, 검사 및 처치정보, 접종정보, 복약정보 등
개인	일상정보 (Life log Data)	IoT, 웨어러블 기기 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보	심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면패턴, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등
환경	기상정보 (Weather Data)	보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보	온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
환경	재난정보 (Disaster Data)	재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보	감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
기타 정보 (Other Data)		개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보	교통정보, 통신정보, 위치정보 등

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
• (Service) 개인 전주기 건강관리 중심의 핵심 서비스 제공
<table>
<tr><th>구분</th><th>정의</th></tr>
<tr><td>스마트홈 중심 건강관리 서비스</td><td>주거공간에서 건강상태를 유지하며 지속적인 삶을 영위하기 위해 가정 내 위치한 측정기기로 건강상태를 측정하고, 그 결과가 네트워크를 통해 서비스제공자에게 전달되어 건강상태를 모니터링하고 적정한 조치를 취할 수 있게 하는 서비스</td></tr>
<tr><td>지능형 감염병 대응 서비스</td><td>인공지능·빅데이터 등 신기술 활용을 통해 감염병 오염국가 및 지역 방문자 조회, 감염원 및 전파 네트워크 분석, 감염위험 지역 및 감염경로 산출 자동화 등 스마트 감염병관리 시스템 구축 운영하여 감염병 원천 차단 도시 인프라 조성</td></tr>
</table>
• (Technology) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 위한 서비스모델별 활용기술
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 활용기술</th></tr>
<tr><td>스마트홈 중심 건강관리서비스</td><td>인공지능(AI), 빅데이터(BigData), 사물인터넷(IoT), 바이오센서(Biosensor), 모바일(Mobile), 웨어러블(Wearable), 클라우드(Cloud), 블록체인(Blockchain), 5G 등</td></tr>
<tr><td>지능형 감염병 대응 서비스</td><td>인공지능(AI), 빅데이터(BigData), 사물인터넷(IoT), 바이오센서(Biocensors), 클라우드(Cloud), 진료보조 및 방역용 로봇, 방역용 드론 등</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>사업추진전략</td>
<td>
• (추진전략) 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보, 기타정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 에코스마트시티 내 헬스케어 서비스모델 발굴 및 실현
– 스마트홈 중심 건강관리서비스, 지능형 감염병 대응 서비스를 통해 에코스마트시티 시민의 질병 예방 및 건강관리 생태계 구축
• (Service Diagram)


</td>
</tr>
</table>

추진주체

- (서비스 재원) 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지·고도화는 민간에서 담당

- 서비스 참여자별 역할

구분	주요 내용
정부	ㅇ 관련 법 제·개정, 실증사업(시범·본사업 포함) 기획 및 추진, 규제 완화 등 지원방안 마련
헬스케어 빅데이터센터	ㅇ 에코스마트시티 내 건강 관련 통합시스템 구축·운영 (건강 관련 정보 수집·저장·분석·모니터링 포함) ㅇ 서비스연계 및 산업 생태계 육성 지원
보건의료기관	ㅇ 보건의료데이터 전송 ㅇ 보건의료서비스(건강 상태 모니터링, 보건의료서비스(상담·교육 포함) 제공
의료 및 건강기기 개발기업	ㅇ 개인 건강정보 측정을 위한 디바이스(웨어러블, 홈 IoT 기기 등) 공급 및 연동 ㅇ 의사, 간호사, 응급구조사 등 의료활동 지원용 기기 및 시스템 개발
건강관리서비스 기업	ㅇ 수집·분석된 정보 기반의 건강관리서비스(관리 프로세스 개발 포함) 제공 ㅇ 수집된 건강 관련 정보의 분석 및 모니터링·예측 솔루션 연동
통신사/플랫폼 기업	ㅇ 네트워크 인프라 구축 및 운영 ㅇ 정보 수집·제공·분석·활용을 위한 플랫폼 연계 및 관리 기능 개발
보험사	ㅇ 보건의료 및 일상정보 활용을 통해 의료보험 서비스 개발 ㅇ 교통 및 재난정보 활용을 통해 자동차, 화재, 산재 등 보험 서비스 개발

사업추진 대상 및 스케일

- (사업대상) 현재 통합모델로 구현할 수 있는 모든 인프라가 구축된 도시는 없기 때문에, 사업지 선정에 있어 신도시/구도시의 의미는 크지 않을 것으로 판단됨
  - (신도시 선정) 도시 계획 단계에서 통합된 모델로 설계·구현 가능함
  - (구도시 선정) 기존 인프라(의료기관, 통신망, 주거공간 등)를 우선적으로 활용하고, 필요시 기존 인프라 개선 및 고도화를 통해 가능함

- (사업범위) 건강관리 생태계 구축을 목표로 하기 때문에 에코스마트시티 전체를 사업범위로 하며, 관련 기반시설 및 플랫폼 구축 등을 포함함

사업추진 로드맵

- 사업추진을 위한 로드맵

<table>
<tr><th>구분</th><th>'21</th><th>'22</th><th>'23</th><th>'24</th><th>'25</th></tr>
<tr><td>스마트홈 중심 건강관리서비스</td><td rowspan="2">기본계획 수립 및 시스템개발</td><td rowspan="2">시범 사업</td><td colspan="3" rowspan="2">본사업 및 고도화</td></tr>
<tr><td>지능형 감염병 대응 서비스</td></tr>
</table>

* 지역 및 관련 시설 입지선정을 전제로 함

2. 인간·사회 부문 : 헬스케어 서비스(진단 및 치료 분야)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>사업명</td><td>에코스마트시티 시민의 질병 진단 및 치료를 위한 서비스모델 개발</td></tr>
<tr><td>사업 필요성
및 목표</td><td>• (사업 필요성)
– 국민의료비 증가에 대한 대응방안으로 보다 지속 가능하며, 비용효율적인 의료시스템으로의 정비가 요구되고 있음. 개별 단위의 의료기관에서 벗어나 보다 큰 생태계에서의 디지털화된 정보와 기술의 연결이 필요한 상황임
– 이에 의료기관의 기존 역할과 기능에 대한 변화를 유도하여, Hospital to Home까지 가능한 의료서비스를 제공해야 함. 또한 응급의료란 응급환자 발생시 현장에서 이송까지 적절한 처치와 신속하고 안전하게 의료기관으로 이송하여 치료하는 것을 목적으로 하며, 이를 위해서는 구급대와 의료기관, 의료진 간 유기적인 연계와 협력이 필수적으로 요구됨

• (목표) 에코스마트시티 시민의 질병 진단 및 치료를 목표로,
– 스마트병원 중심 의료서비스를 통해 데이터 활용 중심의 맞춤형 의료서비스 제공을 통해 진단의 정확도 및 치료의 안전성·효과성을 높이고, 병원 의료자원 관리의 효율화를 바탕으로 의료비를 절감하여 시민들이 건강한 삶을 영위하도록 함
– 스마트 응급의료서비스를 통해 신속한 환자 이송경로 확보를 통해 치료 골든타임을 확보하고, 환자상태·질환·중증도에 따라 맞춤형으로 진단·처치하여 시민의 생명과 건강을 지키는 사회안전망을 구축하고자 함</td></tr>
<tr><td>사업의 당위성</td><td>• (에코스마트시티 개념도와의 연계) Sante-Contagion

• (기존 사업과의 차별성) 분절되어 있는 건강 관련 정보가 아니라, 에코스마트시티 내 시민의 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용의 과정을 통해 의료서비스·건강관리서비스(비의료서비스) 등 개인 맞춤형 전주기를 관리한다는 측면에서 기존 사업과 차별성이 있음</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표</td><td>• 핵심성과지표(KPI) 해당 서비스모델을 통해 직접적인 영향으로 달성되는 핵심성과지표
<table>
<tr><th>지표명</th><th>정의</th><th>성과목표치</th><th>산출근거</th></tr>
<tr><td>예방 가능한 입원율</td><td>시기적절하고 효과적인 일차의료서비스 이용으로 예방할 수 있는 입원환자의 비율</td><td>고혈압, 당뇨의 OECD 평균(10만명당 82.2명, 143.1명) 도달
(15년 기준 129.8명, 281.0명)</td><td>에코스마트시티 내 고혈압,
당뇨 질환자의 입원률</td></tr>
<tr><td>예방 가능한 외상 사망률</td><td>외상으로 인해 사망한 환자 중 적절한 시간 내에, 적절한 병원으로 이송돼, 적절한 치료를 받았다면 생존할 수 있었을 것으로 생각되는 사망자의 비율</td><td>선진국 수준(15%) 도달
(17년 기준 19.9%)</td><td>에코스마트시티 내 예방가능 외상 사망률</td></tr>
<tr><td>인플루엔자 표본감시 수행률</td><td>1~53주 신고기관수/지정기관수×100</td><td>100%
(18년 기준 90%)</td><td>에코스마트시티 내 인플루엔자 신고율</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

사업내용

- (Value) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축
  – 에코스마트시티 시민의 질병 진단 및 치료

- (Data, Information) 개인의 건강에 영향을 미치는 정보 일체

구분		개요	주요 정보
개인	의료정보 (Medical Data)	보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보	진료정보, 임상정보, 검사 및 처치 정보, 접종정보, 복약정보 등
	일상정보 (Life log Data)	IoT, 웨어러블 기기 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보	심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면패턴, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등
환경	기상정보 (Weather Data)	보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보	온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등
	재난정보 (Disaster Data)	재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정안전부에서 제공하는 정보	감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
기타 정보 (Other Data)		개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보	교통정보, 통신정보, 위치정보 등

- (Service) 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용의 일련 과정

구분	정의
스마트병원 중심 의료서비스	의료기관이 보유하고 있는 의료인력, 시설, 정보, 장비 등의 다양한 자원 활용을 정보통신기술(ICT)과 접목하여 환자의 안전한 돌봄 및 효율적인 의료기관 관리의 목표를 달성함과 동시에 시민에게 고품질의 의료를 적시에 제공할 수 있는 서비스 인프라 구축
스마트 응급의료 서비스	개별 의료기관/권역/전문/지역응급의료센터 및 교통통제센터가 5G 네트워크로 연계되어 응급환자 후송시간 단축 등 골든타임 확보와 부상·질환정도에 적합한 의료기관·전문의를 분석 및 배정할 수 있도록 응급구조차내 실시간 환자 데이터 전송·모니터링 시스템 구축

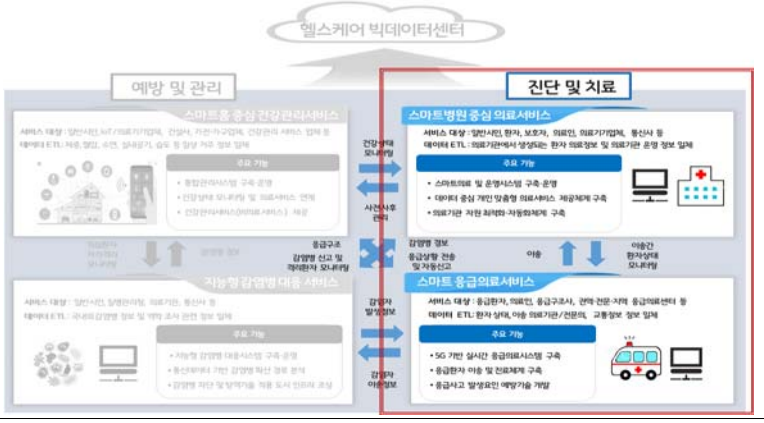
- (Technology) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 위한 서비스모델별 활용기술

구분	주요 활용기술
스마트병원 중심 의료서비스	인공지능(AI), 빅데이터(BigData), 사물인터넷(IoT), 클라우드(Cloud), 로봇(Robot), 3D프린팅(3D Printing), 모바일(Mobile), 웨어러블(Wearable), 블록체인(Blockchain), 5G 등
스마트 응급의료 서비스	5G, 인공지능(AI), 빅데이터(BigData), 사물인터넷(IoT), 클라우드(Cloud) 등

사업추진전략

- (추진전략) 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보, 기타정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 에코스마트시티 내 헬스케어 서비스모델 발굴 및 실현
- (Service Diagram)

<table>
<tr><td>추진주체</td><td>



• (서비스 재원) 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지·고도화는 민간에서 담당

서비스 참여자별 역할

구분	주요 내용
정부	○ 관련 법 제·개정, 실증사업(시범·본사업 포함) 기획 및 추진, 규제 완화 등 지원 방안 마련
헬스케어 빅데이터센터	○ 에코스마트시티 내 건강 관련 통합시스템 구축·운영 (건강 관련 정보 수집·저장·분석·모니터링 포함) ○ 서비스연계 및 산업 생태계 육성 지원
보건의료기관	○ 보건의료데이터 전송 ○ 보건의료서비스(건강 상태 모니터링, 보건의료서비스(상담·교육 포함) 제공
의료 및 건강기기 개발기업	○ 개인 건강정보 측정을 위한 디바이스(웨어러블, 홈 IoT 기기 등) 공급 및 연동 ○ 의사, 간호사, 응급구조사 등 의료활동 지원용 기기 및 시스템 개발
건강관리서비스 기업	○ 수집·분석된 정보 기반의 건강관리서비스(관리 프로세스 개발 포함) 제공 ○ 수집된 건강 관련 정보의 분석 및 모니터링·예측 솔루션 연동
통신사/플랫폼 기업	○ 네트워크 인프라 구축 및 운영 ○ 정보 수집·제공·분석·활용을 위한 플랫폼 연계 및 관리 기능 개발
보험사	○ 보건의료 및 일상정보 활용을 통해 의료보험 서비스 개발 ○ 교통 및 재난정보 활용을 통해 자동차, 화재, 산재 등 보험 서비스 개발

</td></tr>
<tr><td>사업추진 대상 및 스케일</td><td>

• (사업대상) 현재 통합모델로 구현할 수 있는 모든 인프라가 구축된 도시는 없기 때문에, 사업지 선정에 있어 신도시/구도시의 의미는 크지 않을 것으로 판단됨
  - (신도시 선정) 도시 계획 단계에서 통합된 모델로 설계·구현 가능함
  - (구도시 선정) 기존 인프라(의료기관, 통신망, 주거공간 등)를 우선적으로 활용하고, 필요시 기존 인프라 개선 및 고도화를 통해 가능함
• (사업범위) 건강관리 생태계 구축을 목표로 하기 때문에 에코스마트시티 전체를 사업범위로 하며, 관련 기반시설 및 플랫폼 구축 등을 포함함

</td></tr>
<tr><td>사업추진 로드맵</td><td>

사업추진을 위한 로드맵

구분	'21	'22	'23	'24	'25
스마트병원 중심 의료서비스	기본 계획 수립	시범 사업	본사업 및 고도화		
스마트 응급의료 서비스	시스템 구축 및 설치	시범 사업	본사업 및 고도화		

* 지역 및 관련 시설 입지선정을 전제로 함

</td></tr>
</table>

3. 인간·사회 부문 : 헬스케어 서비스(빅데이터센터 운영 및 개발)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>사업명</td><td>에코스마트시티 시민의 건강을 위한 통합 관리 및 운영 서비스모델 개발</td></tr>
<tr><td>사업 필요성 및 목표</td><td>• (사업 필요성) 건강 관련 정보에 대한 수요에 대응하고, 건강 관련 정보의 가치·활용성을 극대화하기 위한 통합관리 및 운영을 담당하는 헬스케어 빅데이터센터의 구축이 필요함

• (목표) 에코스마트시티 시민의 건강증진을 위한 통합관리 및 운영서비스 제공을 목표로, 헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영을 통해 공공과 민간이 협업하여 에코스마트시티에서 생성되는 건강 관련 정보를 수집·분석하고, 혁신 서비스를 발굴·확산하는 등 정보 기반의 가치창출 생태계를 조성하고자 함</td></tr>
<tr><td>사업의 당위성</td><td>• (에코스마트시티 개념도와의 연계) Sante-Contagion

• (기존 사업과의 차별성) 분절되어 있는 건강 관련 정보가 아니라, 에코스마트시티 내 시민의 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용의 과정을 통해 의료서비스·건강관리서비스(비의료서비스) 등 개인 맞춤형 전주기를 관리한다는 측면에서 기존 사업과 차별성이 있음</td></tr>
<tr><td>핵심성과지표</td><td>• 핵심성과지표(KPI) 해당 서비스모델을 통해 복합적인 영향으로 달성되는 핵심성과지표
<table>
<tr><th>지표명</th><th>정의</th><th>성과목표치</th><th>산출근거</th></tr>
<tr><td>건강수명</td><td>평균수명에서 질병이나 부상으로 활동하지 못한 기간을 뺀 기간</td><td>3년 증가 (18년 기준 평균 64.4세)</td><td>에코스마트시티 조성 전·후의 평균 건강수명 비교</td></tr>
<tr><td>기대수명</td><td>0세의 출생아가 앞으로 생존할 것으로 기대되는 평균생존연수 (0세의 기대여명)</td><td>4.5년 증가 (18년 기준 평균 82.7세)</td><td>에코스마트시티 조성 전·후의 평균 기대수명 비교</td></tr>
<tr><td>가계 직접부담 의료비 비중</td><td>보건서비스를 위한 정부지출과 의무보험제도 및 여러 민간재원들 중 환자가 직접 부담한 비용</td><td>OECD 평균(20.5%) 도달 (17년 기준 33.7%)</td><td>에코스마트시티 시민들의 가계 직접부담 의료비 비중</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>사업내용</td><td>• (Value) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축
– 에코스마트시티 시민의 건강증진을 위한 통합관리 및 운영

• (Data, Information) 개인의 건강에 영향을 미치는 정보 일체
<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>개요</th><th>주요 정보</th></tr>
<tr><td rowspan="2">개인</td><td>의료정보 (Medical Data)</td><td>보건소, 의료기관 등에서 생성되는 정보</td><td>진료정보, 임상정보, 검사 및 처치 정보, 접종정보, 복약정보 등</td></tr>
<tr><td>일상정보 (Life log Data)</td><td>IoT, 웨어러블 기기 등 다양한 기기를 통해 축적되는 정보</td><td>심박수, 혈압, 산소포화도, BMI, 수면패턴, 이동경로, 구매패턴, 소비기호, 일일운동량 등</td></tr>
<tr><td>환경</td><td>기상정보 (Weather Data)</td><td>보건생활정보, 기상생활정보 등 기상청에서 제공하는 정보</td><td>온도, 습도, 자외선지수, 식중독지수 등</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

	재난정보 (Disaster Data)	재난 발생알림, 국민행동요령, 안전시설정보 등 행정 안전부에서 제공하는 정보	감염병, 환경오염(대기·수질 등), 지진, 해일 등
기타 정보 (Other Data)		개인 맞춤형 건강관리가 가능하도록 서비스 제공에 필요한 기타 정보	교통정보, 통신정보, 위치정보 등

- (Service) 건강 관련 정보의 수집·저장·분석·활용의 일련 과정

구분	정의
헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영	의료정보, 일상정보, 기상정보, 재난정보 등을 기반으로 예방, 진단, 치료, 돌봄의 전주기 개인 맞춤형 건강관리 생태계 구축이 가능하도록 건강 관련 정보의 수집·저장·분석이 가능한 헬스케어 빅데이터 센터 구축·운영

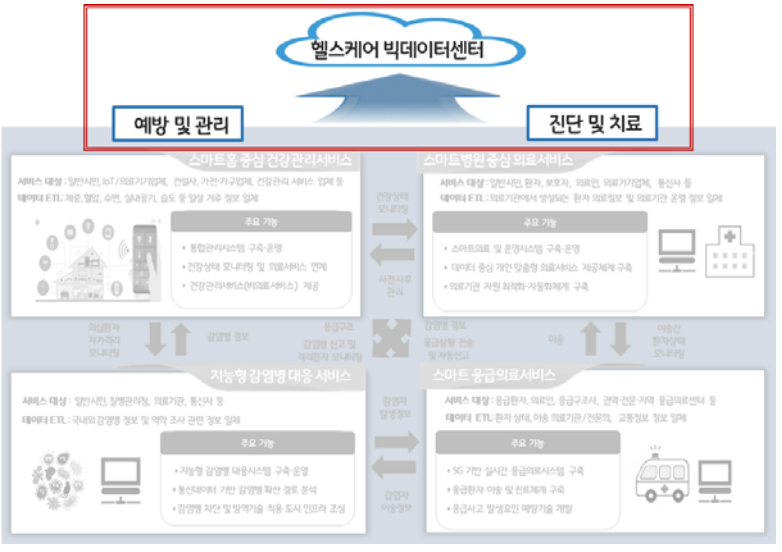
- (Technology) 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 위한 서비스모델별 활용기술

구분	주요 활용기술
헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영	인공지능(AI), 빅데이터(BigData), 사물인터넷(IoT), 클라우드(Cloud), 블록체인(Blockchain), 5G 등

사업추진전략

- (추진전략) 보건의료기관에서 생성되는 의료정보, 다양한 기기의 연동을 통해 축적되는 일상정보, 기상정보, 재난정보, 기타정보 등을 기반으로 개인 맞춤형 전주기 스마트 건강관리 생태계 구축을 목표로 하는 에코스마트시티 내 헬스케어 서비스모델 발굴 및 실현
  - 헬스케어 빅데이터센터의 구축 및 운영을 통해 에코스마트시티 시민의 건강증진을 위한 통합관리 및 운영 생태계 구축

- (Service Diagram)

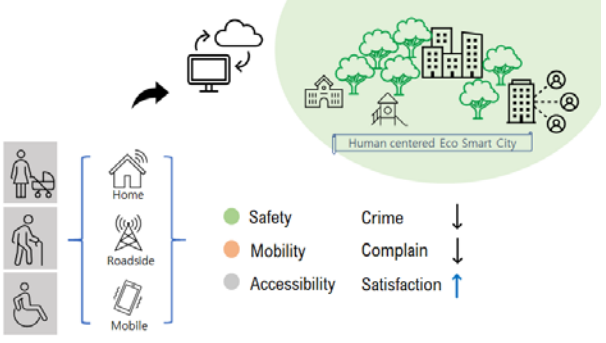


<table>
<tr><td>추진주체</td><td>
• (서비스 재원) 초기 인프라 구축 등을 위한 투자는 정부(또는 경우에 따라 민간과 공동부담)가 담당하되, 추후 유지·고도화는 민간에서 담당

• 서비스 참여자별 역할
<table>
<tr><th>구분</th><th>주요 내용</th></tr>
<tr><td>정부</td><td>○ 관련 법 제·개정, 실증사업(시범·본사업 포함) 기획 및 추진, 규제 완화 등 지원방안 마련</td></tr>
<tr><td>헬스케어 빅데이터센터</td><td>○ 에코스마트시티 내 건강 관련 통합시스템 구축·운영 (건강 관련 정보 수집·저장·분석·모니터링 포함)
○ 서비스연계 및 산업 생태계 육성 지원</td></tr>
<tr><td>보건의료기관</td><td>○ 보건의료데이터 전송
○ 보건의료서비스(건강 상태 모니터링, 보건의료서비스(상담·교육 포함) 제공</td></tr>
<tr><td>의료 및 건강기기 개발기업</td><td>○ 개인 건강정보 측정을 위한 디바이스(웨어러블, 홈 IoT 기기 등) 공급 및 연동
○ 의사, 간호사, 응급구조사 등 의료활동 지원용 기기 및 시스템 개발</td></tr>
<tr><td>건강관리서비스 기업</td><td>○ 수집·분석된 정보 기반의 건강관리서비스(관리 프로세스 개발 포함) 제공
○ 수집된 건강 관련 정보의 분석 및 모니터링·예측 솔루션 연동</td></tr>
<tr><td>통신사/플랫폼 기업</td><td>○ 네트워크 인프라 구축 및 운영
○ 정보 수집·제공·분석·활용을 위한 플랫폼 연계 및 관리 기능 개발</td></tr>
<tr><td>보험사</td><td>○ 보건의료 및 일상정보 활용을 통해 의료보험 서비스 개발
○ 교통 및 재난정보 활용을 통해 자동차, 화재, 산재 등 보험 서비스 개발</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>사업추진 대상 및 스케일</td><td>
• (사업대상) 현재 통합모델로 구현할 수 있는 모든 인프라가 구축된 도시는 없기 때문에, 사업지 선정에 있어 신도시/구도시의 의미는 크지 않을 것으로 판단됨
– (신도시 선정) 도시 계획 단계에서 통합된 모델로 설계·구현 가능함
– (구도시 선정) 기존 인프라(의료기관, 통신망, 주거공간 등)를 우선적으로 활용하고, 필요시 기존 인프라 개선 및 고도화를 통해 가능함

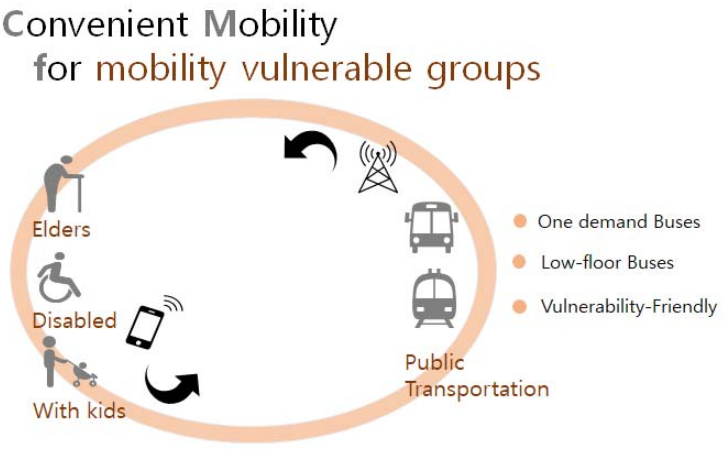
• (사업범위) 건강관리 생태계 구축을 목표로 하기 때문에 에코스마트시티 전체를 사업범위로 하며, 관련 기반시설 및 플랫폼 구축 등을 포함함
</td></tr>
<tr><td>사업추진 로드맵</td><td>
• 사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>구분</th><th>’21</th><th>’22</th><th>’23</th><th>’24</th><th>’25</th></tr>
<tr><td>헬스케어 빅데이터센터 구축 및 운영</td><td>기본 계획 수립</td><td>시범 사업</td><td colspan="3">본사업 및 고도화</td></tr>
</table>
* 지역 및 관련 시설 입지선정을 전제로 함
</td></tr>
</table>

4. 인간·사회 부문 : 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축
5. 인간·사회 부문 : 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델
6. 인간·사회 부문 : 자원취약계층의 접근성 제고 모델

구 분	내 용
사업명	안전취약계층의 위험감소와 편의 증가 모델
사업 필요성 및 목표	• (필요성) - 에코스마트시티는 AI 등 첨단기술을 적용해 도시가 지닌 다양한 문제를 해결함으로써 지속가능한 도시를 만들어 시민의 삶의 질을 개선하기 위한 사업임. - 에코스마트시티에도 노인, 장애인, 아동 등 사회적 약자를 포함해 다양한 욕구를 지닌 시민이 거주하며, 이를 지원하는 기본 인프라 및 서비스가 제공됨. 에코스마트시티에서는 시민을 위해 지원되는 (인적·물적) 자원을 최적화함으로써 탄소배출량을 감소시킴과 동시에 인프라와 서비스를 효율적으로 관리할 필요가 있음. • (목표) - 다양한 요구를 지닌 시민이 도시에 거주하면서 직면하는 물리적, 심리적 위협 문제를 해소하고, 예측 가능한 위험을 예방하기 위해 스마트기술을 이용하여 커뮤니티 내의 위험요소의 선제적 파악 및 예방할 구체적 방안이 필요함 - 이를 위해, 도시 거주민의 연령대별 대상별 생활 (시공간) 데이터를 구축하고, 축적된 데이터를 활용하여 대상별 주요 이용공간 및 이용 시간대, 대상별 위험도를 예측해 위험요소를 미리 파악하고 예방할 수 있도록 정보를 공유·활용할 수 있도록 시스템을 구축함. - 기존 사회적 약자를 위해 제공되는 인프라와 서비스 자원의 효용성을 판단해 이동의 최적화, 서비스 접근성은 높이고 인적자원과 물리적 자원의 효율성을 고려할 수 있도록 도시의 서비스 재디자인 및 자원연계 필요(또는 재포지셔닝)
사업의 당위성 (Why?)	• 6S 중 SAFE를 증진시키고 CRIME을 감소, Mobiliy의 편의성 도모를 통해 COMPLAIN 감소, Accessibility를 도모함으로써 Satisfaction을 증가시키고자 함. • [인간중심의 돌봄친화적 에코스마트시티의 가치] 
목표달성을 위한 KPI	- 아동 안전사고 사망률 감소 - 아동 및 노인 실종률 감소 - 장애인 대중교통 이용률 증가 - 노인 사회 참여율 증가 - 노인 우울감 경험률 5%이하 (2018년 기준 전국평균 5.8%) - 독거노인 고독사 정도 감소 및 노인자살률 감소 - 삶의 질 지표

	KPI 측정 방법	OECD 통계자료, 통계청 삶의 질조사, 노인실태조사 등 활용
사업내용 (What)		① Safety: 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축 ■ 다양한 요구를 지닌 시민이 도시에 거주하면서 직면하는 물리적, 심리적 위협 문제를 해소하고, 예측 가능한 위험을 예방하기 위해 스마트기술을 이용하여 커뮤니티 내의 위험요소의 선제적 파악 및 예방할 구체적 방안이 필요함 - 도시 거주민의 연령대별 대상별 생활 (시공간) 데이터를 구축하고, 축적된 데이터를 활용하여 대상별 주요 이용 공간 및 이용 시간대, 대상별 위험도를 예측해 위험요소를 미리 파악하고 예방할 수 있도록 정보를 공유·활용할 수 있도록 시스템을 구축  (Information Layer) 서울시 KT LTE 가입자 대상 데이터인 “생활인구” 데이터처럼, 행정구역별, 시간대별, 인구이동 정보 이용 가능하게끔 하고자 하며, 현재 위치 정보 및 가려고 하는 목적지 정보 등을 파악하여 적정 경로를 안내 (Service Layer) 위험위치 정보를 안내받기 위한 어플리케이션 설치 (Technology Layer) GPS 시스템을 사용해 어느 지역에 어떤 사람들이 있는지 파악, 사람들이 밀집되어 있는 지역거리 및 대상 등 인구통계학적 특성 파악 가능. ② Mobility: 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델 ■ **이동**취약계층의 이동편의성 증가모델 구축에서는 아동, 노인, 장애인 등 이동취약 계층이 스마트 시티 내를 이동할 때, 현재 위치 및 목적지 위치를 입력하도록 하여 버스의 경우 휠체어 이동경사를 내리고, 지하철 이용의 경우 휠체어 이동차 이동요구가 센터를 통해 전달되도록 구축할 예정임.

- 기존 사회적 약자를 위해 제공되는 인프라와 서비스 자원의 효용성을 판단해 이동의 최적화, 서비스 접근성은 높이고 인적자원과 물리적 자원의 효율성을 고려할 수 있도록 도시의 서비스 재디자인 및 자원연계 필요(또는 재포지셔닝)
- 에코스마트시티에도 노인, 장애인, 아동 등 사회적 약자를 포함해 다양한 욕구를 지닌 시민이 거주하며, 이를 지원하는 기본 인프라 및 서비스가 제공됨.

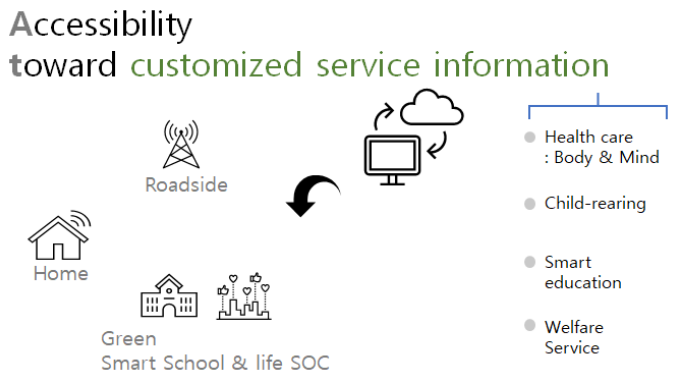


(Value Laye)r는 Satisfaction을 높이고 Complain을 낮춤.
(DATA) 노인, 아동, 영유아 동반, 장애인 중 대중교통 이동을 많이 하는 지역을 파악
(Information Layer) 이동하려는 대상의 위치 정보를 수집
(Service Layer) 장애인 이동 편의를 위해 휠체어 이용 가능 형태의 버스 보급을 요하며(새로운 저상버스 공급시 수소차를 이용할 수 있음), 버스 정류장, 지하철 계단 앞, 신호등 앞, 놀이터, 공원 등 장애인들의 도움이 필요한 곳, 아동 및 노인들의 주 이동 동선에 인식 가능한 센서 설치

③ Assecibility: 자원취약계층의 접근성 제고 모델

■ 자원취약계층의 정보접근성 증가모델 구축에서는 아동, 노인, 아동양육가구, 장애인 등이 스마트시티 내에 거주하는 시민들의 니즈에 특화된 서비스 정보를 집, 도로, 학교와 생활 SOC에서 제공할 수 있도록 서비스 정보와 니즈를 연계하는 체계를 구축할 예정임.

- 기존 사회적 약자를 위해 제공되는 인프라와 서비스 자원에 대한 접근성을 높이도록 할 수 있도록 스마트홈, 스마트도로, 스마트학교 및 생활SOC 곳곳에 정보제공 플랫폼을 연계
- 수집 및 제공되는 정보는 신체건강, 마음건강을 위한 헬스케어, 아동양육을 위한 정보, 에코스마트 교육, 사회적 약자가 수혜받을 수 있는 복지서비스에 대한 정보로 당사자에게 맞춤형 서비스 정보를 어디서나 제공받을 수 있도록 함.



(Value Layer) Satisfaction을 높이고 Complain을 낮춤.

(DATA) 노인, 아동, 영유아 가구의 니즈에 맞는 서비스 데이터 확인

(Information Layer) 대상별 서비스 정보 수집

(Service Layer) 노인의 마음건강 관리를 위한 가정 내 스마트홈 네트워크를 지역 거점 사회복지사와 연계(우울 및 자살 예방, 치매 예방의 성과를 통해 마음건강백세를 달성함)를 포함. 아동양육 가구에 포괄적 육아서비스 정보(거주 중인 지역의 모든 교육 프로그램의 정보, 학교나 학원의 비용, 공석 정보, 교육자 정보, 응급상황 시 사용 가능하도록 병원 및 약국의 정보 등) 제공을 목표로 함. 그린스마트 미래학교의 학교복합화 사업과 연계하여 학교와 지역사회에서 넷제로 실천을 위한 정보 제공 및 학생과 시민에게 에코스마트교육을 실시.

사업추진전략 (How)

① Safety: 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축

1) Smart City Operation room	- 사고 지역 파악 데이터 수집 및 전송
2) 노변 장치, CCTV 센서	- 장애인, 노인, 아동 이동 시 체크 할 수 있는 노변 센서 (정류장, 지하철, 신호등, 공원 등)
3) mobile	- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위험 위치를 전송 이동 동선 등록을 위해 모바일 통해 tag 하여 위치 전송
4) 차량장치	-

② Mobility: 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델

1) Smart City Operation room	-
2) 노변 장치, CCTV 센서	- 장애인, 노인, 아동 이동 시 체크할 수 있는 노변 센서 (정류장, 지하철, 신호등, 공원 등)
3) Mobile	- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위치를 전송받음 - 이동 동선 등록을 위해 모바일 통해 tag 하여 위치 전송
4) 차량장치	- 버스 내에 부착된 장치를 통해 버스를 이용하고자 하는 휠체어 이동 가능한 버스 등의 분포와 도착시간 등을 예측하게 함

<table>
<tr><td></td><td>

③ Assecibility: 자원취약계층의 접근성 제고 모델

<table>
<tr><td>1) Smart City
Operation room</td><td>-</td></tr>
<tr><td>2) 노변 장치,
CCTV 센서</td><td>- 장애인, 노인, 아동 이동 시 지역 서비스 정보를 확인할 수 있는 스마트월 설치(정류장, 지하철, 신호등, 공원 등)
-집에 스마트스피커 설치를 통해 주기적 마음건강 관리
- 그린스마트스쿨 내 학생과 지역사회 에코스마트교육 콘텐츠 제공 및 넷제로 실천 프로젝트 운영</td></tr>
<tr><td>3) Mobile</td><td>- 개개인이 이동 시 모바일 앱을 통해 위치를 전송받음
- 건강정보, 육아관련, 스마트교육, 복지서비스를 전송받음</td></tr>
<tr><td>4) 차량장치</td><td>-</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>

① Safety: 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축

중앙정부 및 지자체

② Mobility: 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델

중앙정부 및 지자체

③ Assecibility: 자원취약계층의 접근성 제고 모델

중앙정부 및 지자체, 교육청, LH

</td></tr>
<tr><td>사업추진대상
및 스케일
(Where)</td><td>

① Safety: 안전취약계층의 Moving Safe Zone 구축

도시(신도시와 구도시)

② Mobility: 이동취약계층의 이동 편의성 증가 모델

도시(신도시와 구도시)

③ Assecibility: 자원취약계층의 접근성 제고 모델

도시, 빌딩

</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>

로드맵

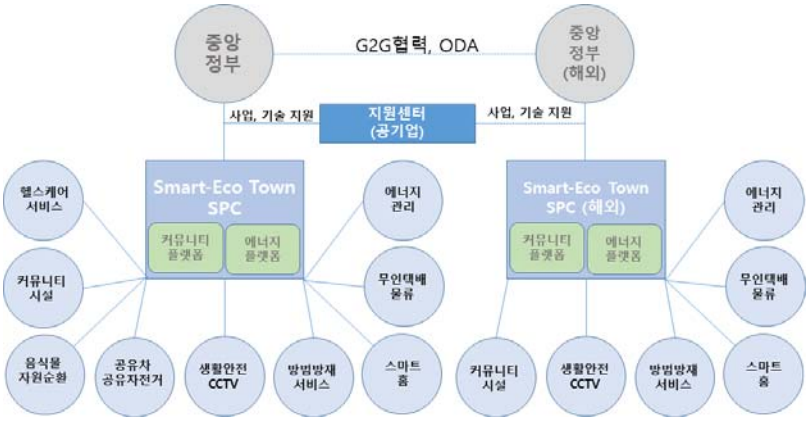
* '21년까지 데이터 수집 및 플랫폼 구안 → '22-'23년 에코스마트 도시 시범적용 → '24-25년 본 사업 진행 및 KPT 측정

<table>
<tr><th>구 분</th><th>'21</th><th>'22</th><th>'23</th><th>'24</th><th>'25</th></tr>
<tr><td>① Moving Safe Zone 구축</td><td rowspan="3">데이터 수집 및 플랫폼 개발</td><td colspan="2" rowspan="3">시스템 구축/설치 및 시범 스마트도시 적용</td><td colspan="2" rowspan="3">본사업 및 KPI 측정</td></tr>
<tr><td>② 장애인, 노인, 임산부 등 이동취약계층의 이동편의 제공 시스템 개발 및 구축</td></tr>
<tr><td>③ 사회적 취약계층의 자원 접근성 제고</td></tr>
</table>

</td></tr>
</table>

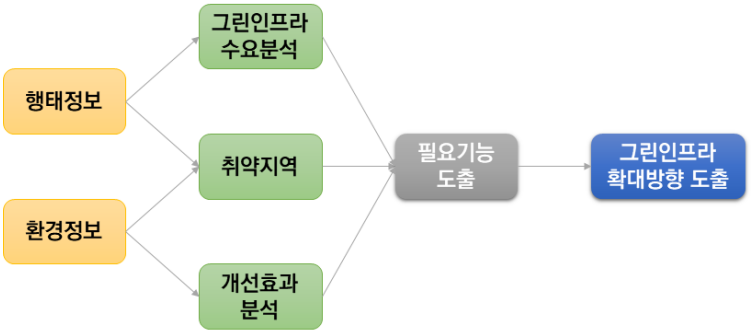
7. 도시분야 : 에코스마트타운 조성

구 분	내 용
사업명	**Smart-Eco Town**
사업 필요성 및 목표	• 사업 필요성 : 4차 산업혁명 신기술과 녹색건축기술을 적용하여 신기후변화체계에 대응, 커뮤니티 단위의 스마트_에코 서비스 운영 ※ 2020년 10월 현재, 제로에너지건축물 본인증 중 단지(타운) 규모는 주거단지 2건(세종 로렌하우스, 송도 힐스테이트) ※ 커뮤니티 단위의 Smart-Eco Town 사례 ; 파리 Fort d'Issy, 후지사와 SST • 목표 : Smart-Eco Town 개발과 운영(주거단지형/산업단지형/복합지구형) -정책수립 및 SET플랫폼 개발 (2022, 20억원) -시범사업 (매년 5개소 × 200억원, 2023~2030, 8,000억원) -해외사업 (매년 3개소 × 100억원, 2026~2030, 1,500억원) ※ 서비스 구축 및 운영비 지원
사업의 당위성 (Why?)	• 6C-6S : 이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능한 도시(CO2, Sustainable) 범죄가 없는 안전한 도시(Crime, Safety) 시민 불평이 없는 만족스런 도시(Complain, Satisfaction) • 정책적 체감도가 높은 커뮤니티 단위의 서비스 구축 및 운영 추진
목표달성을 위한 KPI	• 스마트홈 100%, 음식물쓰레기 Zero, 무인택배서비스 50% 확대, • 전기차/수소차 30%, 공유 자동차 및 자전거 10%, • 타운 내 커뮤니티 시설 50% 대외 개방, 주민 80% 건강관리 서비스
KPI 측정방법	• 정책반영 및 시범사업/해외사업 추진사항 모니터링 • 구축~운영 모니터링 및 Living Lab
사업내용 (What)	• (Value Layer) 지속가능한 포용적 커뮤니티 구축 및 운영 • (Data Layer) 스마트_에코타운 생활 Data 구축 및 활용(개인정보 동의) • (Information Layer) 커뮤니티 정보 공유 및 활용 • (Service Layer) 생활서비스(Living), 교통(Mobility), Health Care, 에너지(Energy), 생활안전(Safety) • (Technology Layer) 커뮤니티 서비스 플랫폼, 에너지 관리 플랫폼

사업추진전략 (How)	• 사업추진전략 : 한국판 뉴딜, 민관SPC 사업추진, ODA 사업 등 • system architecture • 
추진주체 (Who)	• 추진주체 : 정부/지자체/공공+민간 SPC • funding(펀딩) : 정책사업(국토교통부), ODA
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• 추진대상 : 민관 SPC • 신도시(Green Field) & 구도시(Brown Field) • 사업스케일 : platform-building-zone
사업추진로드맵 (When)	• 사업추진 로드맵 : 정책 및 운영플랫폼(SET플랫폼)*(2021) ⇒ 국내 시범사업(2022~2025) ⇒ 해외 지원사업 및 해외진출(2026~2030) • * 시설관리, 에너지, 커뮤니티(스마트서비스) 운영플랫폼 • 목표연도 2030

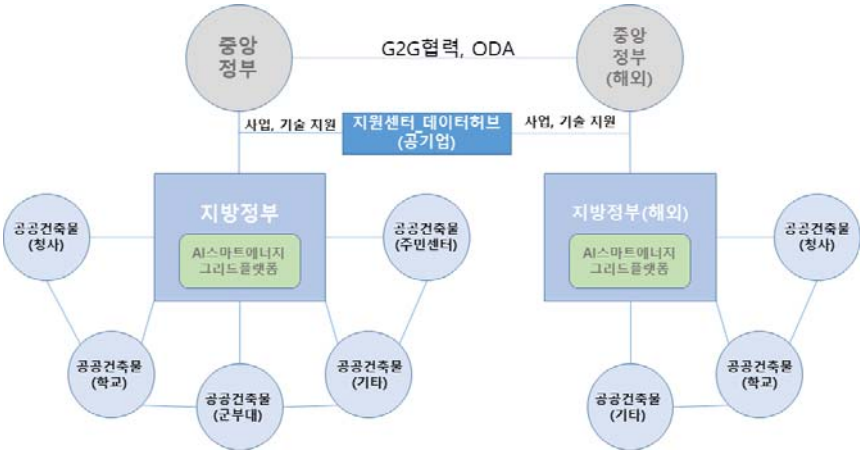
8. 도시분야 : 스마트 기술기반 그린인프라 확대 방향 제시

구 분	내 용
사업명	에코스마트시티 구축을 위한 스마트-그린인프라 구축방안 마련
사업 필요성 및 목표	• (사업 필요성) 기후변화, 미세먼지, 전염병 등 다양한 사회·환경문제 대응을 위해서는 가장 효과적인 실천 수단인 그린인프라의 질과 양을 확보할 필요성이 있음 • (목표) 스마트시티의 환경모니터링 기술을 활용하여 환경문제를 해결할 수 있는 그린인프라의 위치, 기능, 구조를 제안하고 그린인프라를 활용하여 지속가능한 발전을 추구
사업의 당위성 (Why?)	• 그린인프라는 다기능(기후변화 대응, 전염병 방지, 삶의질 개선 등)을 수행할 수 있는 최적의 수단임 • 도시내 한정된 공간을 효과적으로 활용하기 위해서는 하나의 공간에 다양한 기능을 수행하는 것이 필요함 • 다양한 기능을 수행하는 그린인프라를 설치함에 있어서 공간특성에 적합한 그린인프라를 설치하여 효과를 극대화하는 것이 필요함
목표달성을 위한 KPI	• 1인당 그린인프라 면적(m2) • 그린인프라 접근성(도보 혹은 차량)(분) • 그린인프라를 활용한 탄소흡수량 (tCO2)
KPI 측정방법	• 인구 1인당 그린인프라 면적 계산 • 네트워크 분석을 활용한 그린인프라와의 접근성 측정 • 탄소흡수원 산정식을 활용한 탄소흡수량 계산
사업내용 (What)	• (Value) 에코스마트시티를 위한 그린인프라 확대방안 구축 • (Data, Information) ○ 행태정보 - 인구정보(유동인구, 인구분포 등) : 시민들의 그린인프라 사용패턴 분석, 도보접근 가능성 검토 - 교통정보(교통량 등): 대기오염물질 유발지역 분석 ○ 환경정보 - 대기오염물질 농도(미세먼지 등): 취약지역 선정 및 미세먼지 저감효과분석 - 온도 및 습도 특정: 그린인프라의 열섬 저감효과 산정 등 • (Service Layer) ○ 환경모니터링 정보를 활용한 시민대상 도시내 취약지역 안내 ○ 행태정보와 환경모니터링 정보를 활용한 그린인프라 우선도입지역 도출(열섬 및 미세먼지 저감 측면) ○ 그린인프라 도입에 따른 온실가스 감축량 산정 • (Technology Layer) ○ 모니터링 센서, 인공지능을 활용한 최적화 등

사업추진 전략 (How)	• (추진전략) 다양한 환경모니터링정보(온도, 습도, 대기오염물질)등을 활용하여 도시내 알맞은 그린인프라의 형태, 기능, 위치를 제안하고 실제 조성하여 환경문제 개선효과를 분석 • (개념도) 
추진주체 (Who)	• (모니터링체계) 초기 인프라 구축 등은 국가 주도 혹은 민간에서 공동부담하되, 향후 운영과 데이터 활용은 지자체와 민간에서 협력하여 추진 • (그린인프라 확보주체) (중앙정부) 대규모 그린인프라 확충(대형공원 등), (지자체) 중·소규모 그린인프라(근린공원, 선형공원 등) (민간 및 시민) 소규모 그린인프라(1평 정원 등) 확대
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• (사업추진대상) 신도시 및 구도시 모두 적용가능 • (사업추진규모) 블록 혹은 생활권에서 시작하여 도시전체 확장 가능
사업추진로드맵 (When)	• 2025년을 목표로 사업 추진 (2021) 기본계획 수립 → (2022) 시범사업 추진 → (2023) 본사업 및 고도화 실시

9. 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 그리드

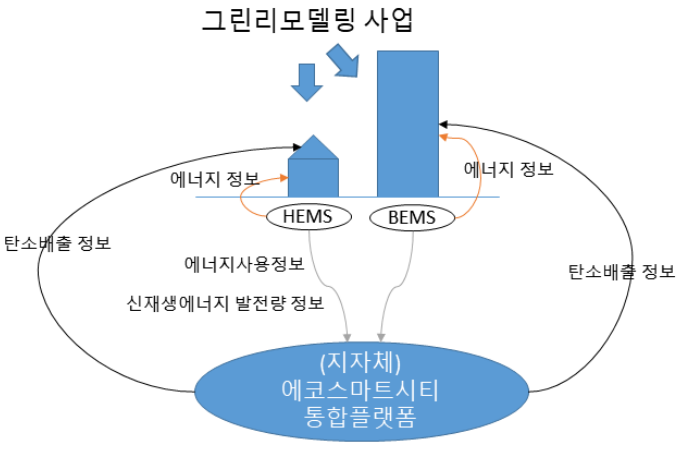
구 분		내 용
사업명		공공건축물 스마트-그린 리모델링 및 에너지그리드 [LH_①]
사업 필요성 및 목표		• 사업 필요성 ; 4차 산업혁명 신기술과 녹색건축기술을 적용하여 신기후변화체계(post 2020)에 대응, 공공건축물을 도시에너지 네트워킹 • 목표 ; 공공건축물 스마트-녹색 리모델링 및 AI기반 스마트에너지그리드 -정책수립 및 가이드라인(2021, 5억), AI기반 스마트에너지그리드 기술 개발 및 실증 R&D(2021~2022, 100억) -시범사업(매년 10개 도시 × 100억원, 2023~2030, 8,000억원) -해외사업(매년 3개 도시 × 50억원, 2026~2030, 1,500억원)
사업의 당위성 (Why?)		• 6C-6S : 이산화탄소 배출을 최소화한 지속가능한 도시(CO2, Sustainable) • 녹색건축물조성지원법에 따라 2020년부터 공공건축물(1천㎡ 이상)은 제로에너지건축물 인증 진행 ⇒ 스마트기술 추가 적용 필요, 도시적 차원에서 운영관리
	목표달성을 위한 KPI	• 신재생에너지 이용률 50% 확대, 에너지 사용 절감 30% • AI기반의 스마트에너지그리드 구축(국내 80% 이상, 해외 50% 이상)
	KPI 측정방법	• 에너지 이용량 검증(에너지그리드플랫폼을 통한 증거기반 검증) • 정책반영 및 시범사업/해외사업 추진사항
사업내용 (What)		• (Value Layer) 공공건축물 스마트그린 리모델링 및 에너지 절감 • (Data Layer) 지자체 공공건축물 스마트-그린 에너지 데이터 확보 • (Information Layer) 공공건축물 에너지 정보 시민 공개 • (Service Layer) AI 기반의 자동화된 에너지 관리 • (Technology Layer) AI 기반의 스마트에너지그리드 플랫폼

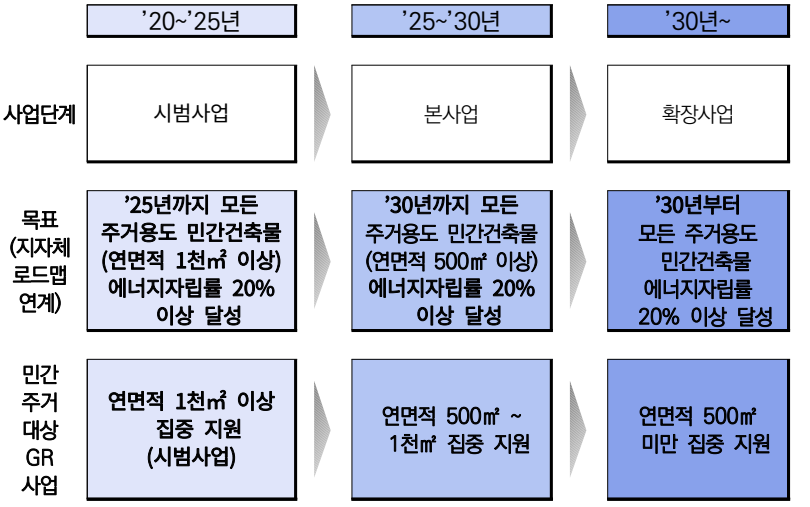
사업추진전략 (How)	• 사업추진전략 : 한국판 뉴딜의 세부사업으로 추진, ODA 사업 등 • system architecture 
추진주체 (Who)	• 추진 주체 : 정부/지자체/공기업(LH) • funding(펀딩) : 기금(GIF), 정책자금, ODA
사업추진 대상 및 스케일 (Where)	• 추진 대상 : 지방정부(지자체) • 기존 도시 (brownfield) • 사업스케일 : platform-building-city
사업추진 로드맵 (When)	• 사업추진을 위한 로드맵 ; 정책 수립 및 기준(guideline)설정(2021) ⇒ AI기반 스마트에너지그리드 기술 개발 및 실증 R&D(2021~2022) ⇒ 국내 리모델링 시범사업(2023~2030) ⇒ 해외 리모델링 지원사업 및 해외진출(2026~2030) • 목표연도 2030

10. 도시분야 : 그린리모델링(기축)

구 분		내 용
사업명		노후건축물 그린리모델링 사업(주거 분야)
사업 필요성 및 목표		• (필요성) 건물 분야는 국가 온실가스 다배출분야(21.9%, 2017년) – 산업(55.4%)에 이어 2위이며 비(非)산업분야에서는 1위로 절반 가량을 차지하며 도시 온실가스의 최대 배출원 – 건물은 시민의 활동의 주요 장소이자 건강 및 삶의 질과 직결 • (목표) 그린리모델링을 통해 제로에너지건축물로 전환
사업의 당위성 (Why?)		• (Sustainable-Full/CO2-Zero) 건물 분야는 도시에서 가장 많이 탄소를 배출하는 분야로 이산화탄소 배출을 최소화하여 지속가능한 도시를 만들기 위해 가장 먼저 집중해야 할 분야 • (Santé-Full/Covid-Zero) 고효율 열회수형 환기장치 등을 통해 에너지 손실을 최소화하여 환기를 함으로써 미세먼지 및 코로나 바이러스 등에 대해 대처하고 쾌적성 증진 • (Satisfaction-Full/Complain-Zero) 에너지효용 및 복지 증가, 쾌적하고 건강한 주거 공간 등으로 인해 삶의 질 및 만족도 증가 • (차별성) 기존 공공건축물 중심으로 추진되어온 사업을 민간건축물 영역으로 확대
	목표달성을 위한 KPI	주거 용도 노후건축물(30년 이상; 2022년 기준) 전체가 제로에너지건축물 5등급(에너지자립률 20%) 만족
	KPI 측정방법	$\frac{\text{신재생에너지생산량}}{\text{건축물에너지소비량}} \times 100(\%)$
사업내용 (What)		• (Value Layer) 건물 분야 탄소감축을 통해 건강하고 친환경적인 도시 구축 • (Deta Layer) – (에너지) 건축물 에너지 사용량, 신재생에너지 발전량 – (온실가스) 각 에너지 원에 따라 발생된 탄소배출량 • (Information Layer) – (에너지 정보) 도시 내 건물에서 소비되는 에너지량과 생산되는 신재생에너지 발전량의 실시간 현황 정보 – (온실가스 정보) 도시 내 건물에서 발생하는 온실가스 배출량의 실시간 현황 정보 • (Service Layer) – (에너지 정보 서비스) 도시 내 개별 건물 단위 또는 커뮤니티 단위로 개별 건물 또는 건물군의 에너지소비량 및 신재생에너지 발전량 등 실시간 에너지 수급정보를 온라인(웹/앱 등)으로 제공

<table>
<tr><td></td><td>– (온실가스 정보 서비스) 도시 내 개별 건물 단위 또는 커뮤니티 단위로 발생 중인 실시간 온실가스 배출량 정보를 온라인으로 제공
• (Technology Layer)
– 지능형원격검침인프라(Advanced Metering Infrastructure, AMI), 홈에너지관리시스템(Home Energy Management System, HEMS), 건물에너지관리시스템(Building Energy Management System) 등</td></tr>
<tr><td>사업추진전략
(How)</td><td>• (추진전략) 지자체 차원에서 민간/주거 건축물 대상으로 자체적인 제로에너지건축물을 수립하고 이에 맞춰 그린리모델링(GR) 사업 확산
 

(system architecture) 그린리모델링 사업을 추진하는 동시에 에코스마트시티 통합플랫폼과 정보 연결
 
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• (추진주체) 민관협력 체계로 추진
– (시공) 지자체 공사(도시개발공사, 에너지공사 등)가 주축이 되어 민간 에너지절약전문기업(Energy Service Company, ESCO)과 함께 그린리모델링사업 시행
– (지자체) 재정 일부 지원 및 인센티브(세제감면 등) 제공하고, 에너지·온실가스 정보 관리
– (민간금융) 사업비 투자 및 회수</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• (추진지역) 노후건축물이 밀집된 구도시 대상으로 중점적 추진
• (추진규모) 민간건축물을 대상으로 하되 에너지·온실가스 데이터를 통해 커뮤니티/도시 단위로 플랫폼(통합플랫폼)에 연결 및 관리</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>• 지자체로드맵 수립과 관련하여 연면적 기준으로 단계별 그린리모델링 사업 추진
 
</td></tr>
</table>

11. 도시분야 : 그린리모델링(신축)

구 분		내 용
사업명		제로에너지건물 확산 사업
사업 필요성 및 목표		• (필요성) 건물 분야는 국가 온실가스 다배출분야(21.9%, 2017년) - 산업(55.4%)에 이어 2위이며 비(非)산업분야에서는 1위로 절반 가량을 차지하며 도시 온실가스의 최대 배출원 - 건물은 시민의 활동의 주요 장소이자 건강 및 삶의 질과 직결 • (목표) 모든 신축건축물(민간 포함)을 제로에너지건물 2등급 이상(에너지자립률 80%) 실현
사업의 당위성 (Why?)		• (Sustainable-Full/CO2-Zero) 건물 분야는 도시에서 가장 많이 탄소를 배출하는 분야로 이산화탄소 배출을 최소화하여 지속가능한 도시를 만들기 위해 가장 먼저 집중해야 할 분야 • (Santé-Full/Covid-Zero) 고효율 열회수형 환기장치 등을 통해 에너지 손실을 최소화하여 환기를 함으로써 미세먼지 및 코로나 바이러스 등에 대해 대처하고 쾌적성 증진 • (Satisfaction-Full/Complain-Zero) 에너지효용 및 복지 증가, 쾌적하고 건강한 주거공간 등으로 인해 삶의 질 및 만족도 증가 • (차별성) 기존 공공건축물 중심으로 추진되어온 사업을 민간건축물 영역으로 확대
	목표달성을 위한 KPI	모든 신축건축물 전체가 제로에너지건축물 2등급(에너지자립률 80%) 이상 만족
	KPI 측정방법	$\frac{\text{신재생에너지생산량}}{\text{건축물에너지소비량}} \times 100(\%)$
사업내용 (What)		• (Value Layer) 건물 분야 에너지성능 강화 및 탄소감축을 통해 건강하고 친환경적인 도시 구축 • (Deta Layer) - (에너지) 건축물 에너지 사용량, 신재생에너지 발전량 - (온실가스) 각 에너지 원에 따라 발생된 탄소배출량 • (Information Layer) - (에너지 정보) 도시 내 건물에서 소비되는 에너지량과 생산되는 신재생에너지 발전량의 실시간 현황 정보 - (온실가스 정보) 도시 내 건물에서 발생하는 온실가스 배출량의 실시간 현황 정보 • (Service Layer) - (에너지 정보 서비스) 도시 내 개별 건물 단위 또는 커뮤니티 단위로 개별 건물 또는 건물군의 에너지소비량 및 신재생에너지 발전량 등 실시간 에너지 수급정보를 온라인(웹/앱 등)으로 제공 - (온실가스 정보 서비스) 도시 내 개별 건물 단위 또는 커뮤니티 단위로 발생 중인 실시간 온실가스 배출량 정보를 온라인으로 제공 • (Technology Layer) - 지능형원격검침인프라(Advanced Metering Infrastructure, AMI), 홈에너지관리시스템(Home Energy Management System, HEMS), 건물에너지관리시스템(Building Energy Management System) 등

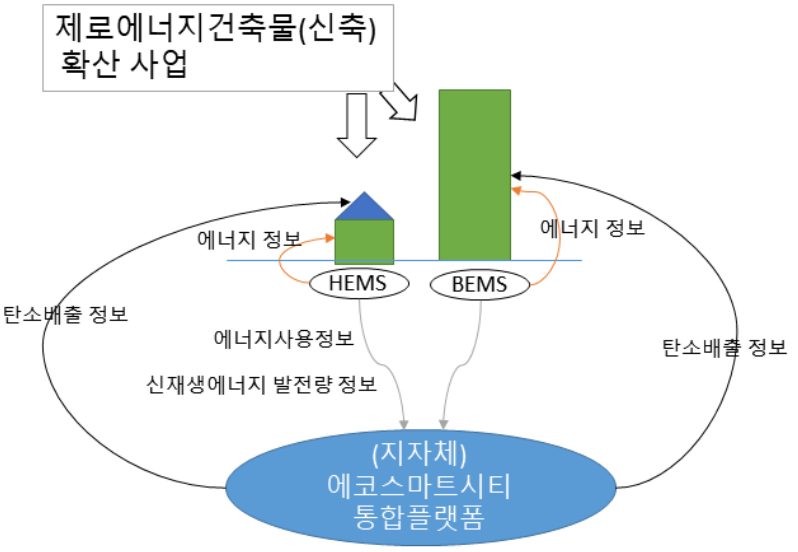
사업추진전략
(How)

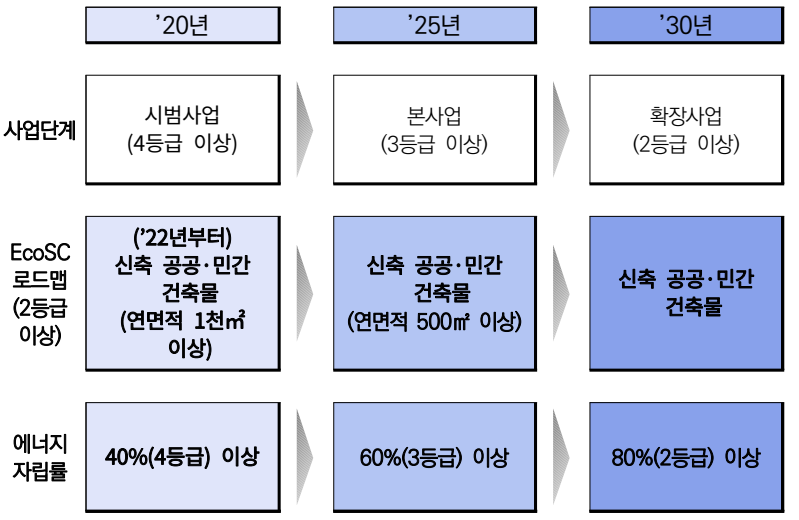
- (추진전략) 지자체 차원에서 신축건축물 대상으로 국가보다 더 강화된 제로에너지건축물을 수립하여 탄소중립 실현

– 국가의 제로에너지건축물 로드맵은 5등급(에너지자립률 20%) 실현을 목표로 하고 있으나 탄소중립에는 역부족이기 때문에 에코스마트시티에서는 2등급(에너지자립률 80%) 이상을 목표로 설정하여 추진

	'20년	'25년	'30년
국가 로드맵 (5등급)	공공건축물 (연면적 1천㎡ 이상)	공공(5백㎡ 이상) 민간(1천㎡ 이상) 공동주택(30세대 이상)	민간·공공 건축물 (연면적 5백㎡ 이상)
EcoSC 로드맵 (2등급 이상)	**('22년부터) 신축 공공·민간 건축물 (연면적 1천㎡ 이상)**	**신축 공공·민간 건축물 (연면적 500㎡ 이상)**	**신축 공공·민간 건축물**
에너지 자립률	**40%(4등급) 이상**	**60%(3등급) 이상**	**80%(2등급) 이상**

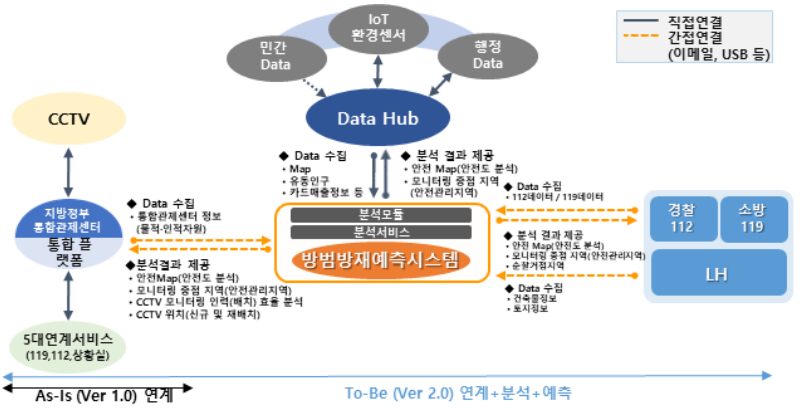
- (system architecture) 건축물 신축시 에코스마트시티 통합플랫폼과 정보 연결



<table>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• (추진주체) 민관협력 체계로 추진
– (시공) 지자체 공사(도시개발공사, 에너지공사 등)가 주축이 되어 시공하며 에너지절약 전문기업(Energy Service Company, ESCO)과 신재생에너지설비업체 등 민간기업이 에너지설비 구축에 참여
– (지자체) 재정 일부 지원 및 인센티브(세제감면 등) 제공하고, 에너지·온실가스 정보 관리
– (민간금융) 사업비 투자 및 회수</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• (추진지역) 신축건축물 수요가 많은 신도시(3기 신도시 등)를 대상으로 하되 구도시에도 선택적 적용
• (추진규모) 모든 건축물을 대상으로 하되 에너지·온실가스 데이터를 통해 커뮤니티/도시단위로 플랫폼(통합플랫폼)에 연결 및 관리</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>• 국가보다 강화된 지자체 제로에너지건축물로드맵과 연계하여 제로에너지등급 기준을 단계별로 강화하여 사업 추진
 
</td></tr>
</table>

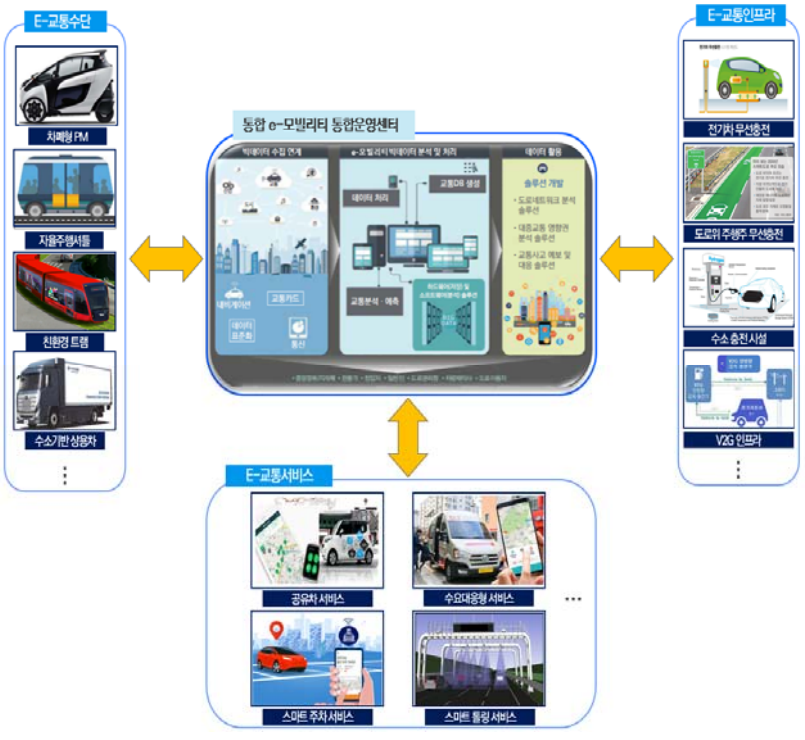
12. 에코스마트 안전도시(재난, 범죄, 감염병)

구 분	내 용
사업명	**Smart-Eco 안전도시(방범,방재) [LH_③]**
사업 필요성 및 목표	• 사업 필요성 : 4차 산업혁명 신기술을 적용하여 도시문제 해결, 신기후변화체계(post 2020)에 대응, 2020년 판데믹에 따른 지구적 안전대책 필요 • 목표 : 범죄와 재해, 감염병으로부터 안전한 Smart-Eco 안전도시 구축 -솔루션(방범방재예측시스템) 개발 및 실증, 정책수립 (2022, 50억원), -시범사업 (매년 10개 지자체 × 50억원, 2023~2030, 8,000억원) -해외사업 (매년 3개 지자체 × 50억원, 2026~2030, 650억원) ※ 구축 및 운영 과정 전반을 모니터링 및 지원
사업의 당위성 (Why?)	• 6C-6S : 범죄가 없는 안전한 도시(Crime, Safety) 사상자가 적은 특튼한 도시(Casualty, Sturdy) 전염병 걱정 없는 건강한 도시(Covid, Santé) • 스마트시티 혁신성장동력프로젝트 R&D 개발 솔루션 활용(LH, 국토교통부) 경찰청 치안빅데이트플랫폼 사업(2018~2022)과 연계 K-방역 솔루션(역학조사지원시스템) 활용(국토교통부)
목표달성을 위한 KPI	• 5대 범죄 발생률 30% 감소, 자연 재해 피해액 30% 감소 - 방범/방재 골든타임 출동 80%, 자연 재해 6시간 전 예측 - AI분석을 통한 범죄 예측율 70% 정확도 확보
KPI 측정방법	• 정책 모니터링 및 검증 (방범방재예측시스템 활용) • 정책반영 및 시범사업/해외사업 추진사항
사업내용 (What)	• (Value Layer) 사회안전(방범), 재해안전(방재)으로 안전도시 구축 • (Data Layer) 사회안전(112), 재해안전(119), 개인정보(카드,이동,건강), 시설물정보(CCTV, 건축물, 환경센서 등) • (Information Layer) 도시안전정보(안전도map), 환경 • (Service Layer) 방범(112, CCTV), 방재(119) • (Technology Layer) 방범방재예측시스템 (AI, 머신러닝)

사업추진전략 (How)	• 사업추진전략 : 한국판 뉴딜, ODA 사업 • system architecture 
추진주체 (Who)	• 추진주체 : 정부/지자체/공공 • funding(펀딩) : 정책사업(국토교통부), ODA
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• 추진대상 : 지방정부(지자체) • 신도시(Green Field) & 구도시(Brown Field) • 사업스케일 : platform, city
사업추진로드맵 (When)	• 사업추진 로드맵 : 정책수립, 솔루션 개발 및 검증*(2022) ⇒ 국내 시범사업 (2023~2030) ⇒ 해외 지원사업 및 해외진출(2026~2030) * AI분석을 통한 안전(범죄,자연재해) 예측, 운영 • 목표연도 2030

13. 교통분야 : 친환경 E-Mability 기반의 스마트교통체계 구축 사업

구 분		내 용
사업명		친환경 e-mobility 기반의 스마트교통체계 구축 사업
사업 필요성 및 목표		• 사업 필요성 – (대외여건 변화) 우리나라의 2030년 온실가스 목표 배출량 5억3,600만톤으로 BAU 대비 32.5% 감축. 수송부문은 2030년까지 전기차 300만 대, 수소차 85만 대 저공해차 보급 및 친환경 대중교통 확충으로 3,100만 톤 저감 목표 ('2030 국가 온실가스 감축 기본 로드맵', 2018) – (국내 교통부문 에너지 소비 증가) 2016년 우리나라 전체 에너지 소비는 2013년 대비 연평균 2.4% 증가한 2억1천541만9천톤, 수송부문은 2013~2016년 연평균 3.6% 증가했으며, 전체 에너지 소비에서 차지하는 비중도 2013년 20.1%에서 2016년 20.8%로 증가 – (교통체계의 변화) 저탄소/고효율 연비 추구에 따른 친환경에너지 기반의 교통수단으로의 전환 확대. 더불어, 디지털/그린 교통인프라 체계로의 변화 요구 • 사업 목표 – 첨단 ICT 등의 혁신 기술을 활용한 친환경 스마트 교통체계 구축을 통해 쾌적하고 편리한 모빌리티 생태계 구현
사업의 당위성 (Why?)		이산화탄소 배출을 최소화하고 혼잡요소가 없는 지속가능한 스마트 교통 환경 구현 필요
	목표달성을 위한 KPI	• 친환경 교통수단 전환율 50% • 기존 대비 통행시간 및 통행량 15% 감소 • 교통부문 에너지 소비량 30% 감소
	KPI 측정방법	• 관련 통계데이터 수집 및 분석 • 온실가스 배출량 지표로 전환 및 효과 추정
사업내용 (What)		○ 친환경/무탄소 e-교통수단 기술개발 · 친환경동력기반 PM 개발: 날씨, 교통약자 등을 고려한 차폐형 PM(3륜, 4륜) 기술개발 · 친환경 대중교통수단 개발: 자율주행셔틀, 배터리 전력공급 방식 트램 등 친환경 대중교통수단 기술개발 · 수소연료 기반의 상용차 기술개발: 수소연료를 활용하여 항속거리 증대 및 연료 절감이 가능한 상용차 기술개발 ○ 모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발 – e-교통수단 충전 인프라 개발 · 주차장 무선 전기충전시설 개발 · 도로 주행중 전기차 무선충전시스템 개발 · 에너지저장장치를 활용한 신재생에너지 전기차 충전시스템 개발 · 스마트그리드 기반의 V2G(Vehicle-to-Grid) 인프라 개발

	- 에너지 공급형 모빌리티 e-인프라 개발 · 신재생에너지 융복합 발전 시스템 개발: 신재생에너지(태양광, 연료전지 등)를 활용한 자체 발전시스템을 통해 전기차 충전 및 전력계통 송전을 위한 분산 발전 기술개발 · V2G 시스템 자동연결 인프라 기술 개발: 지능형 알고리즘이 탑재된 에너지관리시스템(smart EMS)을 통해 전기차와 수소연료전지차가 차량내부의 전력을 전력망으로 전송(V2G) · 압전 발전 도로 시스템 기술 개발: 압전 에너지 생산 효율성 향상 기술을 통해 차량이 도로를 통행하면서 도로에 전기에너지를 생산 및 저장 기술개발 ○ e-모빌리티 통합 교통운영시스템 개발 - 통합 e-모빌리티 서비스 개발 · 공유 모빌리티, 수요대응형 교통약자 이동편의, 통합모빌리티, 스마트주차, 스마트톨링 등 서비스 개발 - 통합 e-모빌리티 플랫폼 구현 · e-모빌리티 수단, e-교통인프라, 공유 모빌리티 서비스, 예 · 결제서비스 등 통합 e-모빌리티 플랫폼 구축 - e-모빌리티 통합운영센터 구축 · 빅데이터 기반의 e-모빌리티 데이터 수집 연계 · e-모빌리티 빅데이터 분석, 처리, 가공 · e-모빌리티 데이터 활용 솔루션 및 서비스 개발
사업추진전략 (How)	

추진주체 (Who)	정부/지자체/민간 협력체계 (PPP)
사업추진대상 및 스케일 (Where)	신도시 및 구도시 대상 사업스케일 : city
사업추진로드맵 (When)	시범사업 / 본사업 / 확장사업 (목표연도 2030)

사업명	친환경 E-mobility 기반의 청정 교통체계 구축 사업
사업목표	첨단 ICT 등의 혁신 기술을 활용한 친환경 스마트 교통체계 구축을 통해 쾌적하고 편리한 모빌리티 생태계 구현
목표달성을 위한 KPI	2030년 목표 • 친환경 교통수단 전환율 50% • 기존 대비 통행시간 및 통행량 15% 감소 • 교통부문 에너지 소비량 30% 감소

친환경/무탄소 e-교통수단 기술 개발	모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발	e-모빌리티 통합 교통시스템 운영
• 친환경/무탄소 e-교통수단 기술 개발	• e-교통수단 충전 인프라 개발 • 에너지 공급형 모빌리티 e-인프라 개발	• 통합e-모빌리티 서비스개발 • 통합 e-모빌리티 플랫폼 구현 • e-모빌리티 통합운영센터 구축

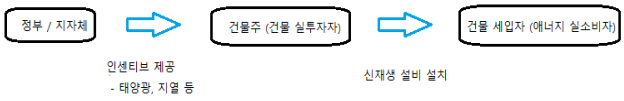
추진전략		'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30
비동력/무탄소 e-교통수단 기술개발			친환경 동력 기반 PM 개발								
			친환경 대중교통수단 개발								
			수소연료 기반의 상용차 기술개발								
			친환경 항공 e-모빌리티 UAM 기술 개발								
모빌리티-에너지 연계 기반의 e-교통인프라 개발	e-교통수단 충전 인프라 개발		수소충전소 인프라 확대 구축								
			주차장 무선 전기충전시설 구축								
						무선 충전시스템 개발 및 구축(도로 위 무선 충전 기술)					
			에너지 저장장치를 활용한 신재생에너지 전기차 충전시스템 개발								
			V2G(Vehicle-to-Grid) 인프라 구축								
	에너지 공급형 모빌리티 e-인프라 구축 및 개발		신재생에너지 융복합 발전 시스템 구축								
					V2G 시스템 자동연결 인프라						
						업전 발전 도로 시스템					
e-모빌리티 통합 교통시스템 개발	통합 e-모빌리티 서비스 개발		통합 e-모빌리티 서비스 개발								
	통합 e-모빌리티 플랫폼 구현		통합 e-모빌리티 플랫폼 구현								
	e-모빌리티 통합운영센터 구축		e-모빌리티 통합운영센터 구축								

14. 자원분야 : 물 특화 에코스마트시티

구 분		내 용
사업명		스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 확산
사업 필요성 및 목표		• (사업 필요성) 기후변화의 영향으로 가뭄과 홍수가 빈번하게 발생하나 도시의 관점에서 이에 대한 대비책은 부족 • (목표) 기후변화로 인한 도시문제 해결을 위해 첨단 물관리 기술을 융합한 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼을 기반으로 도시 물 문제를 해결, 물 순환 및 친환경성을 회복하는 물 특화 에코스마트시티 조성
사업의 당위성 (Why?)		• 기존의 단위사업은 도시의 여건 및 특성을 반영하지 못한다는 한계가 존재하고 개별 시설간 유기적인 연계가 부족하여 상호 시너지 효과가 미비한 상황 • 따라서 물 관련 사업의 통합하는 플랫폼 구축 및 적용을 통해 기존의 도시가 갖고 있는 물 문제 해결 및 자연 친화적 도시공간(친수공간) 제공을 통해 시민 삶의 질 향상 도모
	목표달성을 위한 KPI	• 물 순환 회복: 빗물처리능력 강우강도 80% 이상 • 홍수 예보시간 단축: 홍수 예보시간 3시간 단축 • 누수율 저감: 정수된 물의 누수량 20% 저감 • 음용률 증대: 수돗물 음용률 50% 달성 • 물 재이용 : 하수 재이용률 100% 달성 • 친수활동 : 도심 하천을 친수활동이 가능한 2급수 이상으로 유지
	KPI 측정방법	각각의 KPI에 대한 IoT 센싱, 통합 AMI, 고정밀레이더 설치 등을 통해 도시 내 물 사용량 모니터링 및 효과 검증
사업내용 (What)		• 홍수, 가뭄, 수질오염 등 도시에서 발생하는 물 문제별 솔루션을 Tech Tree(인프라; H/W) 및 시스템(S/W) 형태로 패키지 및 고도화 • 이를 하나의 플랫폼(Smart Water City Standard Platform)에 탑재하여 도시가 보유한 인프라 수준에 맞춰 물과 관련된 5개 분야를 쇠퇴도시형 신도시 형 등으로 맞춤형 기술 정립 및 적용 – (물 안전) 기후변화에 대비하여 물 재해 없는 안전한 도시 실현 – (맑은 물 확보) 수원 다원화, 시설 고도화 등을 통해 맑은 물을을 안정적으로 공급하는 도시 실현 – (물 환경) 수질, 수량, 수생태 등 수환경 복원 – (물 순환) 저영향개발(LID), 도시하전개선 등을 통한 물순환 체계 회복 – (물 이용 및 친수) 물 에너지, 친수문화 등 물의 가치 활용 극대화
사업추진전략 (How)		• 물 관련 5대 분야별 적용 기술의 솔루션 정립 • 〈맑은 물 확보 서비스– 1스마트 정수장 솔루션〉 예시 • 핵심내용 – 현재의 용수공급 시스템은 취수원 인근 대규모 정수장에서 정수처리 한 물을 최종 소비자에게 공급하고 있어, – 정수된 물이 관로를 통해 장거리 이동하는 과정에서 누수, 수질 오염 등 사고 및 과도한 염소 잔류량 발생 등 다양한 문제 발생 – 소비자 인근에 정수처리시설을 설치하여 갓 생산된 신선한 물 공급

구 분	내 용
	 〈(현재) 공급자 중심 공급 체계〉  〈(미래) 소비자 중심 공급 체계. • 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 기반 물기 술 적용 예시 
추진주체 (Who)	• 중앙정부이 주도로 물 전문 기관과 협력하여 전체적인 방향을 설정 • 물 전문 기관은 지방정부와 협력하여 사업 시행
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• 도시단위 → 유역단위 → 국가단위 순서로 확산
사업추진 로드맵 (When)	• 사업추진을 위한 로드맵 - 1단계(2021~2023): 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 모델 개발 및 스마트시티 국가 시범도시 적용계획 수립•설치 - 2단계(2022~2023): KPI 측정 및 시설•기술 고도화 - 3단계(2023~2025): 3기 신도시, 스마트그린시티 공모사업, 2기 물순환선도도시 등과 연계하여 거점별 선도사업 추진 - 4단계(2025~ 이후): 유역 및 국가단위 스마트워터시티 스탠다드 플랫폼 구축 및 전국토로 확산

15. 자원분야 : 건물 부문 신재생에너지원 다양화

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td>건물 부문 신재생에너지원 다양화</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업 필요성
및 목표</td><td>• 1차 에너지 소비의 온실가스 배출량 수준 높은 건물 부문에서의 신재생에너지 보급 확대 필요
• 건물분야 에너지 소비 감축 7.5% (2020~2024)</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업의 당위성
(Why?)</td><td>• CO2-Sustainable
• 정부 추진 그린 뉴딜은 도시 에너지전환과 직접적 연관 가짐</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>목표달성을 위한 KPI</td><td>전력 및 열부문 도시 신재생에너지 보급률 확대</td></tr>
<tr><td>KPI 측정방법</td><td>도시 에너지 통계자료 활용</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업내용
(What)</td><td>• (Value Layer) : 도시 에너지자립률 상승 및 환경질 개선 가치
• (Deta Layer) : 도시 에너지원별 공급 및 소비 자료
• (Information Layer) : 도시 에너지자립률 정보 제공
• (Service Layer) : 깨끗하고 지속가능한 에너지 제공
• (Technology Layer) : 신재생에너지 (BIPV, 지열 등) 설치 및 운영·관리 기술</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업추진전략
(How)</td><td>• 건물 실투자자에 대한 인센티브 제공
• 건물 냉난방 재생에너지 보조금 제공
 

다양한 신재생에너지원에 대해 실제 투자자 (건물주)에게 인센티브 / 보조금 제공</td></tr>
<tr><td colspan="2">추진주체
(Who)</td><td>• 정부 추진
• (funding) 정부 보조금 제공</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• 전국 도시
• 사업스케일 : building & city</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업추진로드맵
(When)</td><td>• 목표연도 2024
• 본사업
• 로드맵(지역 및 관련 시설 입지선정 전제)
* '21년까지 기초연구 및 설계 → '22년 기본서비스 제공 → '23년 이후 고도화 추진)
<table>
<tr><th>구 분</th><th>'21</th><th>'22</th><th>'23</th><th>'24</th></tr>
<tr><td>① 도시부문 신재생에너지 잠재량 조사</td><td>기본계획</td><td>분석연구</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>② 신재생에너지원 최적 융합모델 개발</td><td>기본계획</td><td>모델개발</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>③ 건물 부문 신재생에너지 보급</td><td></td><td>시범사업</td><td colspan="2">본사업 및 고도화</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

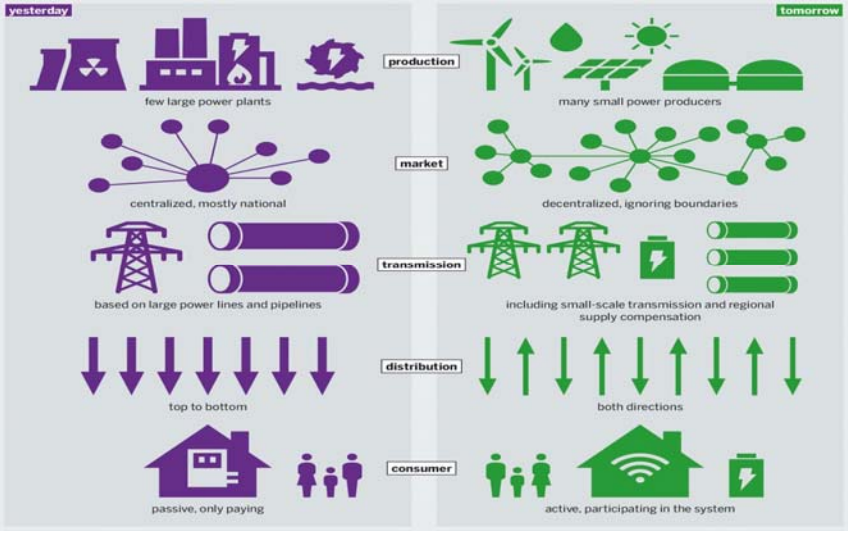
16. 자원분야 : 스마트 충전 시스템 구축

구 분		내 용
사업명		수송부문 E-mobility 확대와 스마트 충전 시스템 구축
사업 필요성 및 목표		• (사업 필요성) 수송부문의 탈탄소화를 위해 전치차로 전환 및 신재생 확대와 전기자동차 확대는 스마트 충전을 통해 관리필요 • (목표) 전기차차 보급 확대와 스마트 충전 시스템 구축을(V2G) 통한 재생에너지 발전과 전기차 상호 연계
사업의 당위성 (Why?)		전기자동차 보급 및 충전인프라 구축사업은 정부가 추진하는 방향과 동일함. 하지만, 신재생에너지 발전과 연계하여 스마트 시스템 구축이 필요하지만 이에 대한 논의는 부족
	목표달성을 위한 KPI	수송 부문 전기차차 비율 확대 및 스마트 충전 시스템 구축
	KPI 측정방법	전기차 차량 비율과 차량당 스마트 충전기 비율
사업내용 (What)		• (Value Layer) : 수송부문의 탈탄소화와 신재생에너지 계통 수용성을 증가시킴. • (Deta Layer) : 실시간 신재생 발전량, 전력수요, 전기자동차의 충방전 수요 등 종합적인 정보가 필요함 • (Information Layer) : 발전사의 전반적인 전력수요와 재생에너지 발전, 계통의 종합적인 정보를 생성함 • (Service Layer) : 재생에너지 사용 증대와(출력제한 감소)와 수송부분 전기차 차량 증가로 깨끗한 도시환경 제공 • (Technology Layer) : 양방향 스마트 충전 시스템 V2G(Vehicle to Grid) 기술 개발 및 시범사업 필요함
사업추진전략 (How)		• 화석연료 차량에 대한 등록 규제 및 구매 보조금 지급 • V2G 기술의 실증 사업 확대와 에코스마트 시티에 적용 • 시범적으로 진행되는 V2G 사업의 실제 적용이 핵심으로 변동적인 재생에너지 발전에 대응하여 발전사의 배터리를 유연성 자원으로 활용하는 것으로 재생에너지 확대와 발전사 확대에 대비한 주요 기술임.

<table>
<tr><td></td><td>
V2G 기술의 개요

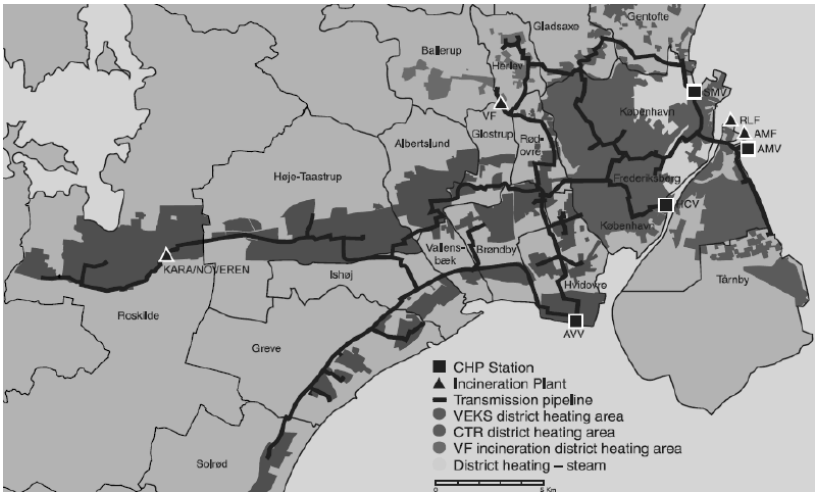
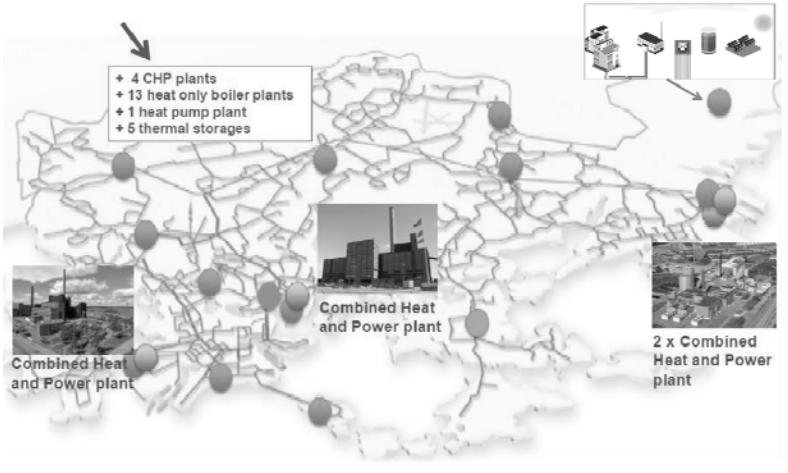

출처: 한국에너지정보문화재단 (https://m.blog.naver.com/energyinfoplaza/221694809303)
</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• 정부 추진으로 기술 개발과 시범사업 적용이 동시에 이루어져야 하기에 관련 기술을 확보한 업체, 연구 기관 등 참여
• 본 사업은 기술 개발과 동시에 진행되어야 하므로 정부 보조금 필수적임.</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• 일반적인 수송부문 전기차 차량 확대를 위한 사업은 특정지역에 국한될 필요 없음.
• 하지만, V2G 적용 사업은 아직 V2G 기술이 실증단계이며 대량 보급 전 단계로 에코스마트 시티로 선정된 도시에 한정하여 시범 사업이 필요함.</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>• 목표연도 2024
• 시범사업
* ’22년까지 기술개발 → ’23년까지 도시내 소규모 실증 → ’24년 이후 본사업 및 고도화 추진)
<table>
<tr><th>구 분</th><th>’21</th><th>’22</th><th>’23</th><th>’24</th></tr>
<tr><td>① V2G 기술 적용을 위한 사전 준비</td><td colspan="2">기술개발</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>② V2G 기술의 시범 사업</td><td colspan="2"></td><td>시범 사업</td><td></td></tr>
<tr><td>③ V2G 기술의 확대 및 고도화</td><td colspan="2"></td><td></td><td>본사업 및 고도화</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

17. 자원분야 : 에너지 자족도시 조성

구 분	내 용
사업명	분산형 전력망 구축을 통한 에너지 자족도시 조성
사업 필요성 및 목표	• (사업 필요성) 중앙집중형 전력 공급 구조 - 현재 국내 도시의 대부분은 필요한 전력을 외부로부터 의존하고 있음 - 이러한 중앙집중형 전력 공급 구조는 대규모 송전망으로 인한 사회적·환경적 갈등을 일으키고 있음. 고탄소 화석연료에 기반한 전력 생산 구조 - 도시에서 소비되는 전력은 주로 대형 석탄 화력 발전에 의존함으로써 온실가스 배출 증가의 구조적 원인이 되고 있음 - 이에 도시 내에서 자립적으로 공급할 수 있는 재생가능에너지에 기반한 수급 체계로의 전환이 필요함 • (목표) 중앙집중형이 아닌 분산형 전력망 구축 - 재생가능에너지에 기반한 에너지 자족도시 조성  자료: https://earlymetrics.com/key-trends-and-challenges-for-the-smart-grid-market 〈그림 301〉 중앙집중형(左)과 분산형(右) 전력망의 개념도
사업의 당위성 (Why?)	에너지 소비형 도시에서 자립형 도시로의 전환 저탄소 에너지를 통한 친환경 도시 구현

	목표달성을 위한 KPI	• 전력 자립률 • 재생가능에너지 공급 비중
	KPI 측정 방법	• 한국전력공사 • 집단에너지사업자 혹은 지역 전력공급업체
사업내용 (What)		• 태양광: 건물통합형 BIPV, 유휴부지를 활용한 보급 확대, 이후 민간시설에도 태양광 추가 설치, 태양광의 종류, 기능, 범위에 따라 등급 부여 및 차등 지원. 구체적으로는 유리 창 및 천자채광을 활용한 패시브(Passive) 기술뿐만 아니라 태양광 패널을 이용한 액티브(Active) 기술 활용 가능 • 풍력: 소규모 발전단지 조성. 주로 하천변 및 공원 녹지대를 활용한 소규모 풍력발전 추진 • 바이오 가스: 매립지 및 하수처리장 바이오 가스를 활용한 열 및 전력 생산 • 수열: 대용량 히트펌프 등 기술개발 • 폐기물: 재생가능한 도시 폐기물 활용 • 통합관제시스템 구축: 신재생에너지 발전기의 실시간 출력 및 전기품질 모니터링
사업추진전략 (How)		• 도시 내 가용 에너지 기술적 및 경제적 잠재량 추정 및 확인 • 재생가능에너지 잠재량 지도 공개 • 중앙정부의 신재생에너지 보급 지원사업과의 연계 • 탄소중립 도시 목표 달성 수단의 일환으로 추진
추진주체 (Who)		• 중앙정부: 국가 공기업 및 공공기관을 통한 사업 시행 • 지방정부: 지자체 개발공사 및 산하기관을 통한 사업 추진 • 민간기업: 에너지 및 네트워크 관련 민간업체의 참여 독려 및 지원 • 지역주민: 영리 및 비영리 협동조합을 통한 시민참여
사업추진대상 및 스케일 (Where)		• 신도시: 택지개발 및 도시계획 단계에서의 계획입지제 활용 • 구도시: 기존 용도지역을 활용한 보급 확대
사업추진로드맵 (When)		• 단기: 재생가능에너지 보급사업 추진 • 중기: 분산형 전력 배전망 확충 • 장기: 도시 차원의 지자체 독립 전력망 관리 시스템 구축 및 운영

18. 자원분야 : 지역난방 확대를 통한 에너지 공급 효율화

구 분	내 용
사업명	지역난방의 확대를 통한 도시 에너지 공급의 효율화
사업 필요성 및 목표	• 지역난방은 열병합발전(CHP, Combined Heat and Power) 방식으로 열에너지 공급과 전력 생산을 병행하기 때문에, 기존 보일러에 비해 경제성이 높은 난방 방식임 – 실제로 지역난방가격은 개별 전기 난방보다 연간 19%, 개별 천연가스 보일러보다 22% 저렴함 • 또한 개별 보일러 보다 연료 효율이 높고, 배출되는 대기오염물질과 온실가스 배출이 적다는 장점을 지님 〈덴마크 코펜하겐 광역권의 지역난방 시스템〉  자료: NYC Global partners. 2011. 〈 핀란드 헬싱키 지역난방 시스템의 개념도〉  자료: Riipinen, 2013.

사업의 당위성 (Why?)		유럽연합의 「열에너지 로드맵(Heat Roadmap EUROPE)」 2050년 지역난방 보급 목표와 부합 에코 스마트 시티의 난방 부문 목표 달성
	목표달성을 위한 KPI	• 지역난방 보급률 • 난방연료 가운데 재생가능에너지 비율
	KPI 측정방법	• 한국지역난방 공사 자료 • 지역난방 담당업체를 통한 자료 획득 및 공유
사업내용 (What)		• 지역난방은 주거 지역 및 단지 전체가 열을 공유하는 방식 • 이 시스템은 두 개의 기본 파이프가 있는 폐쇄 루프. 하나의 루프는 뜨거운 물을 공급하고, 다른 루프는 낮은 온도의 물을 산업용 열원으로 돌려보내고 사용자에게 배관하기 전에 재가열함 • 지역난방을 사용하면 발전소 및 산업, 심지어 컴퓨터 데이터 센터에서도 발생하는 폐열을 포착하여 파이프를 통해 가정, 사무실 및 산업으로 끌어올 수 있음 • 지역난방을 활용함으로써 온실가스 감축 • 로테르담 주택의 20%가 현재 지역난방을 사용하여 연간 182,000톤의 이산화탄소를 감축함 • 이에 로테르담은 2020년까지 총 가구수의 40%에 지역난방을 제공할 예정이며 2035년까지 50%로 확대해 나갈 계획임
사업추진전략 (How)		• 도시 내부의 공급 가능한 열에너지 잠재량 확인 • 수요 차원에서 잠재적 열 소비의 공간분포 확인 • 기존 열공급 구조와 신규 지역난방 체계의 비교 • 전력 생산과의 연계를 통한 간헐성 문제 해결
추진주체 (Who)		• 중앙정부: 지역난방 관련 기술 및 사업 자금 지원 • 지방정부: 에코 스마트 시티의 지역난방 구역 고시 • 민간기업: 도시가스 및 집단에너지 업체의 참여
사업추진대상 및 스케일 (Where)		• 신도시: 지구단위 계획 수립시 지역난방 도입 반영 • 구도시: 도시재생 및 재개발 사업시 지역난방의 우선적 고려
사업추진로드맵 (When)		• 단기: 에코 스마트 시티 내부의 열 수요 및 공급 공간지도 구축 • 중기: 전기 및 수도관과 열배관망의 연계 • 장기: 지역난방의 온실가스 배출 성과 반영

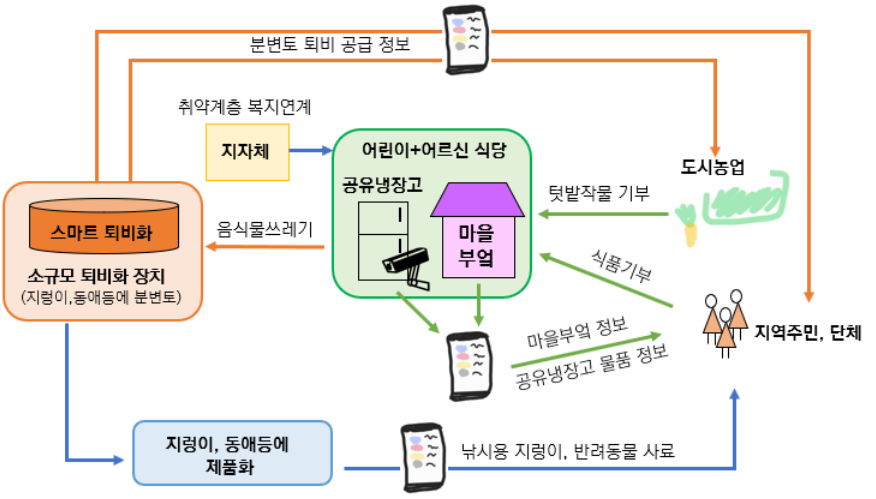
19. 자원분야 : 음식물쓰레기 감량 민관협력 이니셔티브 추진

구 분		내 용
사업명		음식물쓰레기 감량 민관협력 이니셔티브 추진
사업 필요성 및 목표		• (사업 필요성) 현재 음식물쓰레기 발생량은 2010년부터 2013년까지 소폭 감소 추세였다가 2013년 이후 증가하고 있음 – 한쪽에서는 먹을 수 있는 식품 중 1/3이 그대로 버려지고 있는 반면[163], 또 다른 한쪽에는 끼니를 거르고 있는 아이들과 독거노인 등 취약계층도 존재[164][165]하여 식품소비의 비효율성과 불균형, 비윤리적인 문제가 대두됨 – 도시화/산업화된 도시에서는 가식부의 손실이 소매/소비부문에서 많이 발생하여 UN SDGs 12.3 식품 손실과 폐기 지표에서는 소매/소비부문에서 발생하는 음식물쓰레기를 절반으로 줄이는 것을 목표로 정하고 있음 – 국내에서 발생하는 음식물쓰레기 성상을 보면 먹을 수 있는 부분인 가식부가 43%을 차지하므로, 음식물쓰레기 50% 감량 목표는 가식부 손실의 제로화를 통해서 달성 가능 – 유통기한 임박식품 거래 어플리케이션 등 스마트기술이 일부 활용되고 있지만 산발적인 기술적용을 하나로 모아 도시 내에서의 음식물쓰레기 감량 전략을 마련하고 성과를 평가하는 것이 필요 • (목표) 2030년까지 도시 음식물쓰레기(소매/외식/가정) 발생량 50% 감량(SDGs 2030 목표와 동일)
사업의 당위성 (Why?)		• CO2 감축, Sustainability Full • UN SDGs 12.3 Food loss and waste index 지표로 음식물쓰레기 감량에 대한 목표가 설정되어 있어 국제 사회에 대응 필요 • 음식물쓰레기의 퇴비나 사료로의 자원화과정에서 악취 등 문제를 발생시키고 생산된 재활용 제품의 수요처 확보가 어려워 음식물쓰레기 감량이 우선적으로 필요 • 다양한 이해관계자 협력을 통해 식량의 생산–제조–유통–소비단계 전 과정에 걸친 폐기원인을 파악하여 감량을 추진할 필요가 있음
	목표달성을 위한 KPI	소매/소비단계의 음식물쓰레기 발생량
	KPI 측정 방법	• 가정: RFID 종량제 데이터(공공데이터 공개), 종량제봉투 수집량 • 소매/외식업: 음식물쓰레기 자가/위탁처리량 데이터(음식물쓰레기 추적관리시스템 도입으로 데이터 관리 필요) *해당 데이터는 현재도 지자체에서 수집하고 관리하고 있으나 웹기반 데이터 수집 시스템 필요
사업내용 (What)		• (Value Layer) 음식물쓰레기 감량 • (Deta Layer) 식품정보 이미지, 유통기한 바코드 • (Information Layer) 유통기한 임박 식품정보, 유통기한 정보, 냉장고 내 식자재 정보 • (Service Layer) 유통기한 임박 식품을 수요처와 신속히 연결, 가정 내에서의 식자재 관리 효율화를 통한 폐기량 감소 및 폐기비용 절감, 식자재 비용 절감 • (Technology Layer) 스마트폰, 전자태그기술, 부패감지센서, 빅데이터 분석, 블록체인
사업추진전략 (How)		• 정보관리기술, AI 기술을 통한 음식물쓰레기 감량목표 달성 – 가정이나 외식업 정보관리: 냉장고 식자재 관리를 통한 폐기 방지(폐기 전 소비유도) – 제품별 유통기한 정보 자동 저장, 구매한 식재료의 유통기한 알림기능

<table>
<tr><td></td><td>- AI 기술 이용한 음식물쓰레기 절감
- 소매업 정보관리: 발주-수요량 예측기술을 통한 유통관리
- 구내식당 수요-공급 정보관리: 이용에 대한 사용예약 실시, 할인 등 혜택(수요량 예측을 통한 폐기물 발생을 억제 필요
• 음식물쓰레기 데이터 관리
- 중앙정부: 음식물쓰레기 전용 전자인계시스템 도입 필요
- 사업장폐기물은 한국환경공단에서 전자인계시스템 '올바로'를 운영하고 있으나 음식물쓰레기는 제외되고 있어 데이터 수집이 어렵고 정확한 흐름파악이 불가
- 외식업, 소매업 등에서의 발생량 및 자체/위탁처리량 등을 입력하고 관리할 수 있는 데이터 정보망 필요(현재는 지자체에 보고방식으로 이루어짐)
- 지방정부: 해당 지역의 가정/외식업 음식물쓰레기 발생 정밀 데이터 분석 및 원인 파악
• 가정에서의 RFID 종량제 시행으로 일단위의 발생량 정보는 있지만 이를 활용하여 발생에 미치는 영향인자에 대한 데이터 분석이 필요
- 외식업에서는 음식물쓰레기 발생 실태를 모니터링하고 데이터 분석을 통해 감량전략 수립 필요(손님의 음식선호도, 메뉴구성, 자주 남는 잔반종류 등 파악)</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• 추진주체: 정부 및 지자체지자체
• 사업비: 정부 및 지자체</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• 사업추진대상: 신도시, 구도시 관계없음
• 사업스케일 : City, Zone, Building</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2021-2023</td><td>전자인계시스템 개발 및 시범적용
지자체 외식소매업 감량 이니셔티브 시범사업
다양한 어플리케이션 개발 및 시범적용</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2024-2026</td><td>도시유형의 기초지자체 확대</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2027-2030</td><td>전국 및 개도국 확대</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

163) 국제식량농업기구(FAO) (2011), "Global food loss and waste".
164) 서울신문(2020.10.26.), "코로나 이후 끼니 거른 적 있는 아동 50% → 64%로 늘었다", https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20201027005015&wlog_tag3=naver, 검색일: 2020.12.4.
165) 당진신문(2020.1.22.), "복지 사각지대에 놓인 독거노인, 쥐 드나드는 부엌에서 라면으로 끼니", http://www.idjnews.kr/news/articleView.html?idxno=118966, 검색일: 2020.12.4.

20. 자원분야 : 먹거리 나눔 네트워크 구축

구 분		내 용
사업명		먹거리 나눔 네트워크 구축
사업 필요성 및 목표		• (사업필요성) 미이용식품(하지만 먹을 수 있기에 안전하고 영양가 있는)의 재분배 추진 필요 UN SDGs 식품손실과 폐기 감축전략 중 가장 최우선 전략이 식품의 재분배임 - 국내에도 푸드뱅크를 통한 식품기부 네트워크가 있고, 이를 활성화할 필요가 있음 - 프랑스에서는 소매업에서의 식품폐기를 법적으로 금지하면서 식품기부를 유도 • 도시농업 활성화로 경작물 증가하지만 거래 네트워크 부재 - 도시텃밭에서 한 가구에서 소비되는 량을 넘어 수확하는 경우가 발생 - 수확물을 나눔/판매할 수 있는 네트워크가 부재하여 폐기물로 발생 • (목표) 미이용식품을 필요한 사람에게 제공하여 음식물쓰레기 발생을 최소화
사업의 당위성 (Why?)		• CO2 감축, Sustainability Full • 미이용 식품의 재분배를 통해 환경적/사회적 공편익 발생
	목표달성을 위한 KPI	공유부엌 및 냉장고를 통한 기부 참여자 및 이용자, 기부량
	KPI 측정 방법	마을부엌 및 공유냉장고 반입 식품 데이터, 도시텃밭 기부 데이터
사업내용 (What)		• (Value Layer) 미이용식품 나눔 극대화를 통해 효율적 소비+취약계층 안정적 영양공급 • (Data Layer) 식품기부데이터(푸드뱅크 등), 식품나눔앱 거래데이터, 공유냉장고 내 식자재 이미지, 마을부엌 이용 데이터 • (Information Layer) 식품기부량, 식품나눔량, 공유냉장고 내 식자재 정보 • (Service Layer) 기후대응, 음식물쓰레기 처리량 감소로 생활환경 개선, 취약계층 필요한 식품 제공 • (Technology Layer) 빅데이터, 스마트폰 어플리케이션, 공유냉장고 카메라 및 센서
사업추진전략 (How)		

<table>
<tr><td></td><td>
• 미이용식품 거래 앱 개발 및 확산
- 소매점/음식점 판매기한 임박 식품 정보제공
- 개인별 식품 나눔 가능한 시스템 개발
(예, 스웨덴 Karma 앱, 유럽 Too Go to Go 앱, 영국 OLIO[166])

• 도시텃밭 수확물 나눔/거래 네트워크 구축을 통한 폐기감소-복지향상-신산업창출

• 마을부엌을 중심으로 마을단위 식품기부 활성화
- 공유냉장고를 통한 개인단위 기부활성화
- 기부된 식품이용 조리를 통해 어린이 및 어르신 식사제공
- 취약계층 복지 및 로컬푸드 전략과 연계 추진
</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>
• 추진주체: 지자체
• 사업비: 정부 및 지자체
</td></tr>
<tr><td>사업추진대상
및 스케일
(Where)</td><td>
• 사업추진대상: 신도시, 구도시 관계없음
• 사업스케일 : City, Zone, Building
</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>
• 사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2021-2023</td><td>• 시범사업을 위한 제도 정비(2021)
- 식품기부 활성화를 위한 기준 정비 및 주민 교육
- 소규모 음식물재활용장치 설치 기준 검토
• 시범사업 추진을 통한 모델 보완(2022-2023)</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2024-2026</td><td>전국 마을부엌 사업 확대</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2027-2030</td><td>경험 축적을 통해 해외 사업 추진(선진국형)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

166) 과기정통부 블로그, 2019.08.20., 블록체인과 AR이 음식물쓰레기를 줄이는 방법, https://blog.naver.com/with_msip/221622163659, 검색일: 2020.09.07.

21. 자원분야 : 음식물쓰레기 발생원 처리 및 순환 네트워크 구축

구 분		내 용
사업명		음식물쓰레기 발생원 처리 및 순환 네트워크 구축
사업 필요성 및 목표		• (사업의 필요성) 음식물쓰레기 배출에 대한 불편함에 대한 해소 필요. 음식물쓰레기 대규모 사료/퇴비 재활용 시 품질관리가 어려워 수요처 확보 어려움, 음식물쓰레기 수집운반 및 대규모 처리 시 침출수 및 악취 등으로 생활환경 질 저해 - 음식물쓰레기의 수분이 70-80%임을 감안하면 발생원에서 수분을 제거하고 고형물만 자원화에 활용하도록 이동시키는 것이 필요 - 그렇지 않다면 대규모 처리시설은 에너지화 시설로 추진하여 지역 에너지원으로 활용. - 에너지화 기술은 스마트기술보다는 환경기술임을 감안하여 본 사업에서는 소규모 발생원 처리와 스마트팜 기술을 연계하는 사업을 제안함 • (목표) 발생된 음식물쓰레기를 편리하게 배출하고 주거단지 내에서 고형물을 회수하여 소규모로 재활용 추진
사업의 당위성 (Why?)		• CO2 감축, Sustainability Full • 퇴비/사료의 획일적이고 타 지역에 의존하는 방식에서 벗어나 발생지 처리/순환 필요
	목표달성을 위한 KPI	음식물쓰레기의 실질 순환이용률 90%
	KPI 측정방법	음식물쓰레기의 실질 순환이용률[%]={(재활용투입량×재활용제품 판매율)/음식물쓰레기 발생량}×100 *재활용투입량 뿐 아니라 수요처 확보를 통한 실질 순환이용에 대한 성과평가 필요
사업내용 (What)		• (Value Layer) 지역 내 소규모 재활용을 통한 실질 순환률 증가 • (Data Layer) 소규모 재활용 기기 운전데이터, 재활용 제품 판매데이터, 음식물쓰레기 발생 및 처리데이터 • (Information Layer) 음식물쓰레기 발생량, 소규모 재활용 기기 투입량, 재활용 제품 생산량 및 판매량, 음식물쓰레기 발생량 및 이동량 • (Service Layer) 음식물쓰레기의 지역 내 안전한 처리, 대규모 음식물쓰레기 처리시설로 인한 악취 등 생활환경 저해요인 제거 • (Technology Layer) 소규모 재활용 기기 운전 자동화에 필요한 센서, 원격제어

<table>
<tr><td>사업추진전략
(How)</td><td>• 디스포저-고액분리 기술을 활용한 편리한 음식물쓰레기 배출시스템 도입
• 분산형 소규모 발생원 처리 시스템 도입
- 가정이나 커뮤니티 단위의 소규모 처리기술 개발과 보급 추진
- 음식물쓰레기-곤충사육 연계: 음식물쓰레기로 동애등에 사육 가능하며 동애등에 유충은 사료로 사용가능, 분변토는 퇴비로 활용, 최근 농촌진흥청은 음식물쓰레기를 동애등에 먹이로 사용하고 성장한 유충을 이용하여 반려동물 사료개발 기술을 개발함[167)168)]
- 도시 내 미래산업으로 구축가능, 개도국에서도 활용가능(적정기술)</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• 추진주체: 지자체
• 사업비: 정부 및 지자체</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• 사업추진대상: 신도시, 구도시 관계없음
• 사업스케일 : City, Zone, Building</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>사업추진을 위한 로드맵
<table><tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr><tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2021-2023</td><td>시범사업 실시를 통한 기술검증 및 제도보완</td></tr><tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2024-2026</td><td>도시유형의 기초지자체 확대</td></tr><tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2027-2030</td><td>전국 및 개도국 확대</td></tr></table></td></tr>
</table>

167) 환경일보(2018.6.4.), “농진청, 동애등에로 만든 반려동물 간식 ‘인기’”, http://www.hkbs.co.kr/news/articleView.html?idxno=470517, 검색일: 2020.12.4.

168) 헤럴드경제(2018.4.17.), “농진청, 환경정화곤충 ‘동애등에’로 음식물쓰레기 처리 산업화”, http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20180417000004&md=20180420003529_BL, 검색일: 2020.12.4.

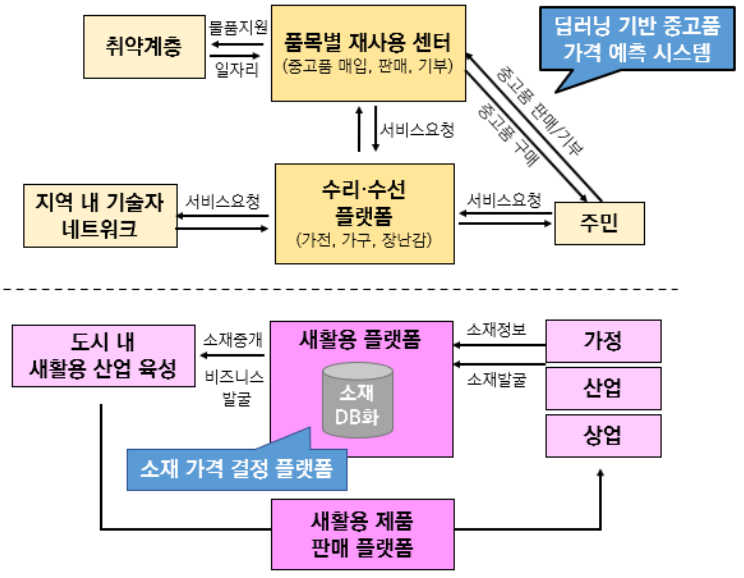
22. 자원부문 : 재사용·새활용 네트워크 구축을 통한 폐기물 원천감량

구 분		내 용
사업명		재사용 · 새활용 인프라 구축을 통한 폐기물 원천감량
사업 필요성 및 목표		• (사업필요성) 버려졌지만 사용가치가 남아있는 물건을 다시 활용할 수 있게 함으로써 폐기물 발생 억제 유도 – 중고거래와 같이 그대로 활용하거나 간단한 수리수선 후 사용하는 재사용 인프라 확충이 필요함. 혹은 해체하여 완전히 다른 활용을 제안하고 새로운 가치를 부여하는 새활용 영역도 확장될 필요가 있음 • (목표) 재사용 및 새활용 인프라 확대를 통해 도시 내에서 소비되는 제품의 가치를 최대한 연장하여 사용함으로써 폐기물 발생량을 최소화하고, 새로운 상품을 생산할 때 배출되는 온실가스를 감축
사업의 당위성 (Why?)		• CO2 감축, Sustainability Full • 일회용을 제외한 내구재가 폐기물로 발생되는 주된 원인은 제2의 수요자 네트워크 부족하거나 수리수선 인프라, 재생원료 소재정보가 부족하기 때문임 • 스마트기술을 활용하여 수요자 연결을 통해 자원의 사용 수명 연장
	목표달성을 위한 KPI	내구재 폐기물 발생량 10% 감축(생활폐기물 발생량 2010년 대비 2016년 증가율 약 10%)
	KPI 측정방법	• 내구재 폐기물 발생량(재사용·새활용 흐름량 제외) – 품목별 수집운반량 계근을 통한 발생량 데이터 수집 – 포장재 등 일회용 폐기물 발생량은 제외하고 폐의류, 소형가전, 대형가전, 대형폐기물 등의 수집량 및 처리경로 파악. 재사용·새활용 되는 경우 폐기물 발생량에서 제외
사업내용 (What)		• (Value Layer) 폐기물 원천감량 • (Deta Layer) 재사용 인프라 내 품목정보 이미지 및 텍스트, 가격 데이터, 수리수선 요청품목 및 내용데이터, 지역 내 수리수선 전문가 데이터, 내구재 폐기물의 품목별 발생량 데이터(수집운반량 계근데이터 수집), 짜투리 소재 품목 및 가격 데이터 • (Information Layer) 재사용 인프라 내 품목 정보, 수리수선 수요자 및 기능제공자 연결, 내구재 폐기물 발생량 데이터 수집, 새활용 가능한 품목 정보 • (Service Layer) 필요한 제품을 저렴한 가격에 구매(불필요한 제품 생산에 필요한 자원절감),수리수선을 통해 제품 수명 연장으로 새 제품 구매비용 절감, 새활용을 통한 자원의 새로운 가치 창출 • (Technology Layer) 빅데이터, 머신러닝을 통한 중고제품 및 소재 가격 결정시스템, 스마트폰 어플리케이션, 이미지 센싱
사업추진전략 (How)		• 인프라: 재사용이나 새활용 거점 센터 구축 및 활성화 • 판매진열장 대여 중고가게(C2C), 간단한 수리나 수선이 필요한 물품 (C2B) 및 수선된 물품 판매(B2C), 소재은행을 통해 새활용 산업 연계(B2B) 등 다양한 복합 인프라 구축 • 네트워킹: 중고물품 제공자와 수요자 연결 네트워크 구축, 재능네트워크(수리수선전문가) • 빅데이터: 대형 제품제조에는 불필요하지만 소형제품 제조에는 효용가치가 있는 자투리 소재정보구축, 새로운 상품으로 조합, 거래되는 품목 데이터 관리 등 정보 관리 필요



(핀란드 중고가게의 예(좌)[169], 장난감 등 육아물품 예(우)[170])

- 창의적인 리폼/새활용 디자인 신산업 구축: 색깔이나 소재 정보 구축을 통해 자유롭게 중고 소재를 활용 가능하고, 관련 인력 양성 및 창의교육에 활용 가능



추진주체 (Who)	• 추진주체: 지자체 • 사업비: 정부 및 지자체
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• 사업추진대상: 신도시, 구도시 관계없음 • 사업스케일 : city, platform
사업추진로드맵 (When)	• 사업추진을 위한 로드맵

단계	유형	기간	세부내용
1단계	시범사업	2021-2024	도시유형별 인프라 규모 및 형태 검토 소비자 수요를 고려한 경제성 검토 재사용·새활용의 온실가스 감축효과 산출
2단계	본 사업	2025-2027	기초지자체 확대보급
3단계	확장사업	2028-2030	전국 및 개도국 확대

23. 자원부문 : 분리배출/선별 고도화

구 분		내 용
사업명		분리배출/선별 고도화
사업 필요성 및 목표		(사업 필요성) • 다양한 소재의 포장용기 사용확대, 폐기물 선별 어려움 – 코로나19 이후 포장배달식품 소비의 증가, 1회용 음료용기 증가 등으로 폐기물 재활용시설 투입량 증가 – 소재가 다양하고 음식물이 남아있는 경우 비위생적인 환경으로 사람이 수선별로 작업하기에 점점 더 어려워지고 있음 • 폐기 후 용기에도 바코드 정보 필요 – 제품라벨에는 바코드가 있지만, 폐기되면 그 정보가 사라짐. 재질, 유해물질 함유, 원래 사용목적 등을 알 수 있는 마크필요 • 주민들 분리배출 시 어려움 – 지역마다, 혹은 단지마다 분리배출 가능/불가능 품목이 조금씩 다르기 때문에 혼란을 야기 – 지역, 단지 특성에 맞게 수거/처리업체에서의 수용성을 고려하여 해당 분리배출 정보를 제공할 필요가 있음 (목표) • 분리배출된 폐기물이 소각/매립되지 않고 재활용 가능한 자원을 최대한 활용되도록 하고, 투기되는 폐기물을 수거함으로 배출토록 유도함으로써 수계로 유출되는 플라스틱을 방지 (미세플라스틱화 방지)
사업의 당위성 (Why?)		CO2 감축 – Sustainability Full
	목표달성을 위한 KPI	플라스틱 순환이용률(실질 재활용률)(%) 70%(현재 54%)
	KPI 측정방법	순환이용률=(재활용시설 투입량–잔재물발생량)/폐기물 발생량
사업내용 (What)		• (Value Layer) 깨끗하게 배출하고 소재별로 잘 선별되어 잔재물비율을 낮추고 실질 재활용률 향상 • (Data Layer) 폐기물 이미지 데이터, 소재 데이터, 품목별 배출방식 정보데이터 • (Information Layer) 폐기물 정보, 소재별 가격 정보, 소재별 정보 • (Service Layer) 폐기물 품목별 배출방법 지원으로 올바른 배출유도, 깨끗하게 배출할수록 인센티브 부여가능한 회수시스템 구축, 투기 폐기물을 수거함으로 배출하도록 유도(미세플라스틱 발생 저감을 통한 안전한 생활환경 구축), 선별장 작업환경 개선 • (Technology Layer) 이미지 센서, 광학 센서, 워터마크, 스마트

169) https://www.bbc.com/news/science-environment-46099418
170) http://newtonordic.com/secondhand-kids-and-baby-stores-in-helsinki/

<table>
<tr><td>사업추진전략
(How)</td><td>(사업추진전략)
• 포장용기 디지털 워터마크 기술 개발
- 해외 사례를 참조로 국내 용기에 맞는 소재정보 입력기술 개발
- 국내에도 디지털 워터마크 기술 활용사례 존재하므로 관련 기술을 포장재에 적용 시도[171]

• 선별장에 자동선별로봇 도입을 통해 작업환경 개선 및 선별률 증가
- 단지 내 분리수거 지원 기기 설치: 현재 데이터기반 분리배출가이드앱 내용을 좀더 알기 쉽게 영상화 해서 지원, 실제 폐기물 센싱을 통해 품목 분리배출 정보 표출

• 수변/해안가에 인공지능 용기회수 기기 설치
- 용기를 기기에 넣으면 보상금을 받을 수 있기 때문에 투기될 뻔한 쓰레기를 수집함으로써 수계로 유입되는 쓰레기 방지</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• 사업추진주체: 정부/지자체/민간업체
• 사업비: 정부, 지자체</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>• 사업추진대상: 신도시, 구도시
• 사업스케일 : city, zone, building</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>• 사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>1단계</td><td>시범 사업</td><td>2021-2024</td><td>- 주민지원 분리배출 앱의 영상화, 센서 기반 소재 구분
- 디지털 워터마크 포장재 적용 및 선별로봇 기술 개발
- 수변/해안 지역에 회수기기 시범설치 및 모니터링</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2025-2027</td><td>적용 지자체 확대</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>확장 사업</td><td>2028-2030</td><td>개도국 확산 사업</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

171) 전자신문(2020.8.30.), “프랙티컬메쏘드, 디지털 워터마크 활용 국산 IoT 솔루션 선보여”, https://www.etnews.com/20200828000057, 검색일: 2020.12.4.

24. 자원부문 : 드론을 활용한 폐기물 처리시설 온실가스 모니터링 및 감축

구 분	내 용
사업명	드론을 활용한 폐기물 처리시설 온실가스 모니터링 및 감축
사업 필요성 및 목표	(사업 필요성) • 연소공정에서의 배출계수는 시설별 변동이 크지 않지만(원료 종류에 따라 결정), 환경기초시설인 매립지, 소각시설, 하수처리시설, 퇴비화시설 등에서 발생되는 온실가스는 반입성상, 공정특성에 따라 상이할 수 있음 • 잘 관리된 시설의 경우 보수적으로 계산된 기본 배출계수를 적용하는 것이 과대평가될 수 있음 • 최근 드론을 활용한 모니터링 기술이 개발되고 있으므로 주기적인 모니터링을 통해 실측값을 적용함으로써 배출권거래제 비용 절감 가능 • 모니터링을 통해 온실가스 배출 핫스팟 파악 및 맞춤형 감축기술 전략 개발 가능 (목표) • 드론 등 스마트기술을 활용하여 환경기초시설의 온실가스 배출 모니터링 확대하여 실측값을 적용하고, 핫스팟을 식별함으로써 감축기술을 효율적으로 적용할 수 있도록 함
사업의 당위성 (Why?)	CO2 감축 – Sustainability Full 환경기초시설에서의 온실가스모니터링 일부 적용(챔버형으로 비용, 시간 소요)
목표달성을 위한 KPI	폐기물부문 온실가스배출량 감축
KPI 측정방법	폐기물부문 온실가스배출량 산정기준(소각, 매립)
사업내용 (What)	• (Value Layer) 폐기물 처리시설 온실가스 모니터링 및 감축기술 도입 • (Data Layer) 온실가스 농도 데이터, 풍속/풍향 등 기상 데이터, 처리시설 지형 데이터 • (Information Layer) 드론비행지점에서의 온실가스 농도, 기상정보, 지형정보 • (Service Layer) 처리시설에서의 온실가스 발생 핫스팟 파악, 감축기술의 효율적 적용 • (Technology Layer) 드론, 센서, GIS
사업추진전략 (How)	(사업추진전략) • 드론을 활용한 온실가스 모니터링 기술 개발 및 상용화 • 지자체별 시설 특성을 고려하여 모니터링 기술 적용(관리나 규모에 따른 경제성 검토 필요) • 모니터링 결과를 활용하여 환경기초시설의 감축전략 수립

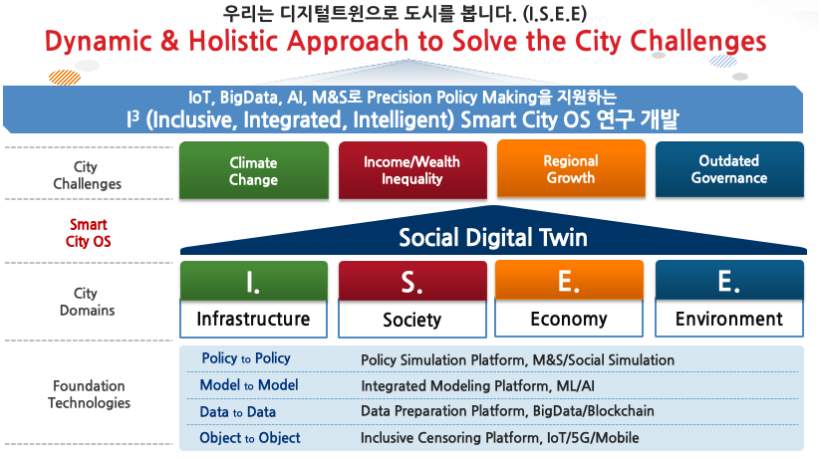
<table>
<tr><td></td><td>
• 드론 조정, 센서 고도화, 모델링, 데이터 분석 등 고급 인력 양성
• 기타 산업공정에서의 가스누출 모니터링으로 확산 가능

〈드론을 활용한 매립지 모니터링(좌)[172], 산업시설 모니터링(우)[173]〉
• 대기 중 가스감지센서(드론) – 3차원 농도예측모델(데이터 분석기법)
</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>
• 사업추진주체: 정부/지자체
• 사업비: 정부(센서 및 데이터 분석기술개발), 지자체(실제 모니터링)
</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>
• 사업추진대상: 신도시, 구도시
• 사업스케일 : city
</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>
사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2021-2023</td><td>드론 활용 온실가스 모니터링 기법 개발 및 검증</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2024-2027</td><td>시설종류별(매립지, 하수처리시설,
퇴비화시설 등) 온실가스 모니터링 및
배출계수 검토</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2028-2030</td><td>드론을 활용한 환경기초시설 및 산업시설
대기환경 모니터링</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

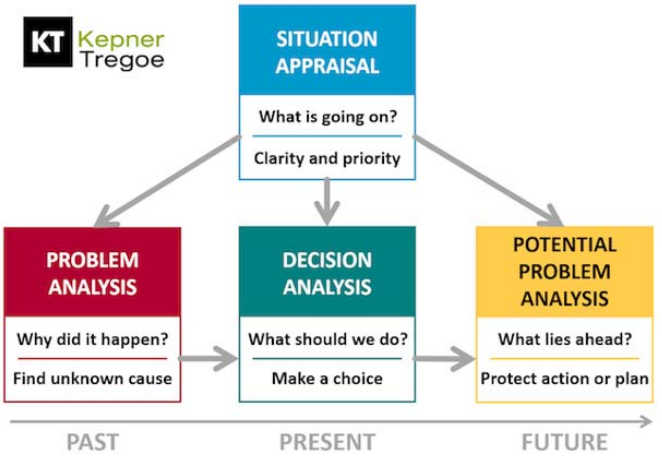
172) https://www.wastetodaymagazine.com/article/landfill-monitoring-drones/

173) https://www.conocophillips.com/sustainability/sustainability-news/story/testing-drone-technology-to-detect-and-quantify-emissions/

25. 데이터 정보 통합 솔루션 부문 : 소셜 디지털트윈

구 분	내 용
사업명	에코스마트시티 소셜 디지털트윈 연구
사업 필요성 및 목표	(사업 필요성) • 스마트시티가 궁극적으로 추구하는 방향은 “디지털 혁신 (Digital Transformation)”임 • 디지털 혁신은 첨단 ICT 기술의 적용에 그치는 것이 아니라, 궁극적으로 데이터와 지능의 통합(Integration of Data and Intelligence)이며, 데이터와 지능을 통합하는 효과적인 방법의 집약체가 “디지털트윈 (Digital Twin)”임 • 현재 정책의사결정은 거의 모든 과정을 사람에게 의존하고 있으며, “Quality, Cost, Time” 관점에서 매우 비효율적임 • 데이터 기반 세계는 시스템에 의해 24시간 관찰/학습이 가능하며, 정밀정책은 물리 세계의 변화(객체의 변화, 객체 간 관계의 변화)를 적시에 파악하여 의사결정에 반영하는 과정을 자동화, 지능화 하지 않고서는 불가능함 (목표) • 다분야 데이터의 통합과 다수준 모델링의 연계, 다차원 시뮬레이션으로 과학적 의사결정을 지원하는 “에코스마트시티 소셜 디지털트윈“ 실현 • “도시 신진대사”를 시공간 물리/사회 모델로 구축하고, 도시 지역에서 환경과 인간 시스템의 상호 작용을 분석하고, 정책을 실험/검증하기 위한 프레임워크를 제공  [소셜 디지털 트윈 개념도]
사업의 당위성 (Why?)	• 디지털 혁신 기반 스마트시티는 디지털 기술을 기반으로 포괄성(Inclusive), 통합성(Integreated), 혁신성(Innovative)을 담아야 함 • 전체 도시를 세부 지역 단위로 정밀하게 표현하고, 시간에 따라 변화하는 상황을 적시에 파악하기 위해서는 데이터와 AI를 이용하여야 함 • 이를 달성하기 위해 도시 전체적/전역적 통합 플랫폼을 기준으로 분야별/지역별 통합 플랫폼의 구성과 기능의 역할 분담이 정의되어야 함 • 가용한 데이터 수준에 따라 전체 도시를 표현하는 수준이 달라지며, 그에 따른 현황 파악, 문제 분석, 대안 제시, 결과 추정의 정합성이 다름 • 현실에 존재하는 도시를 실제와 똑같이 디지털 공간에 재현하는 것은 불가능하며, 도시가 추구하는 목표와 공익을 제공하는 핵심 서비스를 중심으로 진행하는 것이 바람직함

<table>
<tr><td></td><td>목표달성을 위한 KPI</td><td>• “에코스마트시티 소셜 디지털트윈”은 다분야 데이터의 통합과, 다수준 모델링의 연계, 다차원 시뮬레이션을 기반으로 근거기반 과학적 의사결정을 지원해야 함
• “도시 신진대사 (Urban Metabolism)”는 도시의 물질 흐름 분석에서 수행되는 것과 같이 도시 내의 물질 및 에너지 흐름의 설명 및 분석을 용이하게 하는 모델임

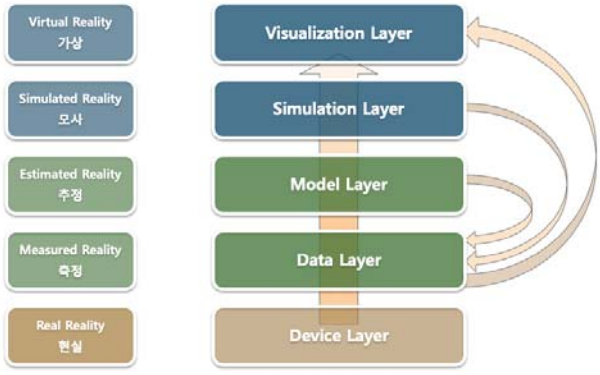
• 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 요구사항 식별
– “도시 신진대사 (Urban Metabolism)” 측정 및 추정 대상 범위 설정
– “도시 신진대사 (Urban Metabolism)” 측정 및 추정 수준 설정
• 데이터 인프라 / 서비스 프레임워크 / 도시운영 서비스 요구사항 식별
 

• 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 시스템 구조 설계
– 소셜 디지털트윈 요소 기술 분석 (IoT, 블록체인, 빅데이터, AI, M&S 등)
– 소셜 디지털트윈 구축을 위한 IoT/데이터/AI 플랫폼 구조 설계

• 에코스마트시티 소셜 디지털트윈 기반 서비스 도출
– 소셜 디지털트윈 기반 데이터 인프라 거버넌스 제안
– 소셜 디지털트윈 기반 서비스 프레임워크 제안
– 소셜 디지털트윈 기반 도시 운영 서비스 체계 제안</td></tr>
<tr><td></td><td>KPI 측정방법</td><td>• 포괄성 : 대상 시스템의 동적인 현상을 데이터와 모형으로 표현하는 범위
• 실시간성 : 대상 시스템의 동적인 현황을 데이터와 모형으로 동기화하는 시간
• 적합성 : 현황으로부터 문제를 파악하고 대안을 검증하는 시간 대비 정확도</td></tr>
<tr><td></td><td>사업내용 (What)</td><td>• 도시현황을 포괄적으로 적시에 파악하는 IoT 플랫폼 개발
– (People Flow) 실내외 시민 측위 기반 시민 행태 측정/추정 기반 조성
– (Resource Flow) 지역 단위 자원 흐름 현황 측정/추정 기반 조성
– (Money Flow) 지역 단위 경제 현황 측정/추정 기반 조성

• 도시 문제를 식별하고 융합 분석하는 데이터 플랫폼 구축
– (데이터 정제) 측정 데이터의 현실적인 제약사항을 보정
– (데이터 공유/공개) 경계 없는 데이터 공유와 공개를 통한 개방혁신 추구
– (데이터 분석) PPPP(Public-Private-People Partnership) 분석 환경 제공

• 도시 문제 해결을 위한 시뮬레이션 검증 플랫폼 구축
– (지식 체계 구축) 도시 모형 및 시뮬레이션 데이터 지식 체계 구축</td></tr>
</table>

	– (시뮬레이션 엔진) 도시 문제 해결책 비교 분석 환경 구축 – (시뮬레이션 게임화) 시뮬레이션 게임화를 통한 시민 참여/주도 정책 개발  [디지털 트윈 계층 구성도]
사업추진전략 (How)	• 데이터/AI 기반의 도시 전주기 대상 운영시스템인 "City OS"의 근간으로 디지털트윈을 공공과 민간이 함께 협력하여 도시 정책 의사결정 과정에 참여하는 오픈 거버넌스 플랫폼으로 활용 필요 • 디지털트윈은 "도시계획" 단계에 활용하는 3차원 가시화 기반 도구/서비스로 국한하는 것이 아니라, 도시 전체의 현황을 분석하고 정책/서비스를 실험하는 포괄적인 환경으로 재정의 필요 • 프로세스 개방은 오픈 거버넌스 프레임워크의 중요한 구성요소로 모든 합법적인 주체가 정책 의사결정 및 공공부문 계획에 참여할 수 있는 환경 제공 필요 • 정부, 민간, 시민이 도시 현황을 공유하고, 서비스와 정책을 건전하게 경쟁하기 위한 데이터/지식 공유 환경으로 디지털트윈 활용
추진주체 (Who)	• 추진주체: 정부/지자체/민간/SPC 등 대상 도시의 규모와 범위, 그리고 목적에 따라 추진 주체가 달라짐 • 정부 : 분야별 국가 범위 디지털트윈 (국가 재난안전 디지털트윈, 국가 기후변화대응디지털트윈 등) • 지자체 : 지자체 단위 스마티시티 디지털트윈 (국가시범도시 및 3기 신도시 등), 분야별 디지털트윈 (스마트산단, 스마트항만 등) • 공공기관 : 도시계획 건설 특화 디지털트윈 (LH), 도시 행정 특화 디지털트윈 (LX)
사업추진대상 및 스케일 (Where)	• 사업추진대상 : 국가시범도시(세종/부산), 3기신도시 대상 추진 • 사업스케일 : 지역별, 분야별로 특화하고 상호 연계가 가능하도록 추진
사업추진로드맵 (When)	• 시점사업 (2019 ~ 2021) – 국가시범도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 – 3기 신도시 대상 디지털트윈 설계 컨설팅 및 PoC 사업 수행 – 분야별 디지털트윈 (스마트산단, 스마트항만 등) 설계 컨설팅 및 PoC 진행 • 본사업 (2021 ~ 2025) – 10만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스 – 분야별 (스마트산단, 스마트항만 등) 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 시범 서비스 • 확장사업 (2025 ~ 2030) – 100만 도시 규모 소셜 디지털트윈 기술 개발 및 서비스 구현 – 분야별 국가 범위 소셜 디지털트윈 (재난안전, 기후변화대응 등) 서비스 구현

26. 데이터 정보 통합 솔루션 부문 : 에코스마트시티 AI·데이터 운영 효율화

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>사업명</td><td>에코스마트시티 AI·데이터 운영 효율화</td></tr>
<tr><td>사업 필요성
및 목표</td><td>
(필요성)
• 사물인터넷(IoT), 네트워크, 모바일, 인공지능(AI) 등 정보통신의 발전은 기존 인프라 중심의 유비쿼터스도시에서 데이터 기반의 스마트시티로의 패러다임 전환을 가능하게 하였으나,
• 이와 동시에 기하급수적으로 증가한 데이터 처리(수집, 저장, 분석 등) 과정에 있어 탄소배출 또한 급증하고 있어, 이에 대한 방안 연구 필요
• IDC에 따르면 세계에서 저장되는 데이터양은 2018년 33ZB에서 2025년 175ZB로 5배 넘게 증가할 전망으로 이의 처리를 위한 탄소배출 또한 증가할 예정임에 따라
• 데이터 운영 기술·인프라 및 정책 수립·적용을 통한 글로벌 에코스마트시티 선도

〈 정보통신 발전 관련 탄소배출에 대한 긍정적, 부정적 평가〉
<table>
<tr><td>긍정적</td><td>1. 세계이동통신사업자연합회(GSMA)는 5G, 사물인터넷 등의 모바일 기술이 이산화탄소 배출을 획기적으로 저감할 수 있다는 내용의 보고서(The Enablement Effect) 발간을 통해 '18년 전 세계적으로 21억톤의 온실가스 배출 저감(러시아 연간 총 배출량과 유사) 성과 공개
2. 데이터 센터 운영 과정에서 고장을 식별하거나, 이미지 및 사운드 확인 등을 인공지능(AI) 기술로 대체해 관리 비용을 30%까지 절감</td></tr>
<tr><td>부정적</td><td>• (모든 디지털 활동에 있어서의 탄소 배출) 모바일 사용을 통한 유튜브 시청, 인터넷 검색, 이메일 송수신 등 모든 디지털 활동은 탄소 배출(환경부)
※ 활동(탄소배출량) : 유튜브 시청 10분(1g), 인터넷 검색(0.2g), 이메일 한 통(4g), 데이터 1MB 사용(11g) 등
• (데이터 통합 등을 통한 다크 데이터 증가) 불필요한 다크 데이터 증가로 이산화탄소 580만톤 발생 전망되며, 이는 80개국의 연간 이산화탄소 배출량과 같은 수준으로 이의 흡수를 위해서는 서울 면적 약 50배에 달하는 산림 필요
• (데이터센터 전력소비 폭증) 2030년에는 전 세계 전력소비 중 8%까지 확대 될 것으로 전망('17년 현재 비중 1%)
• (인공지능 학습에 따른 탄소배출 이슈) 신경망 아키텍처(NAS)로 하나의 인공지능 모델을 훈련 시키는데 약 284톤 이산화탄소 배출
※ 인천-뉴욕 왕복비행(0.9톤), 1인당 연간 평균 탄소 배출(5톤), 자동차 1대의 생애주기 동안 탄소배출(57톤)</td></tr>
</table>
(목표) 2030년까지 스마트시티 데이터 처리에 따른 탄소배출 50% 절감
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">사업의 당위성
(Why?)</td><td>
• (6C-6S Full과의 연계) 이산화탄소 절감을 통한 지속가능한 스마트도시 구현을 위해 CO2, Sustainable 분야를 담당하며 교통, 에너지 등 섹터별 서비스 운영을 위한 상위 전략 제시 및 사업 지원

• (기존사업과의 차별성) 기존 스마트시티 사업에서는 데이터를 활용한 도시문제 해결, 신사업 창출 등에 중점을 두고 효율 및 혁신성에 초점이 맞춰져 추진되고 있어 지속가능한 발전 관점에서의 접근 부족

- 스마트시티 1.0(유비쿼터스도시)이 인프라 중심이었고, 2.0이 데이터 중심이었다면 에코스마트시티는 스마트시티 3.0으로 도시 운영을 위한 데이터 활용에 측면에 탄소중립 노력을 가미하여 기존과 차별화

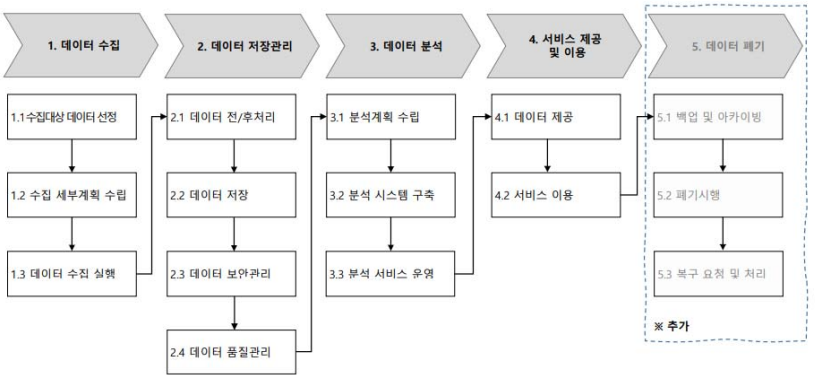
〈 스마트시티 개념별 핵심 요소(안) 〉
<table>
<tr><td>단계</td><td>스마트시티 1.0</td><td>스마트시티 2.0</td><td>스마트시티 3.0</td></tr>
<tr><td>도시</td><td>유비쿼터스도시</td><td>스마트시티</td><td>에코스마트시티</td></tr>
<tr><td>핵심 요소</td><td>인프라</td><td>데이터, 인공지능</td><td>데이터, 인공지능, 클라우드</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>목표달성을 위한 KPI</td><td>
• 에코스마트시티 데이터센터 에너지효율 개선을 통해 탄소배출 50% 절감
• 에코스마트시티 데이터 활용율 70% 개선
</td></tr>
<tr><td>KPI 측정방법</td><td>
• AI 기반 데이터센터 에너지효율 개선을 통한 탄소배출 절감
- 절감율 = 2030년 탄소배출량 / 2021년 탄소배출량 * 100%

• 데이터 활용률
- 활용율 = 2030년 데이터 활용률 / 2021년 데이터 활용률 * 100%
</td></tr>
<tr><td colspan="2">사업내용
(What)</td><td>
• 데이터 센터 운영 및 데이터 처리 정책 수립 등을 통해 인공지능 및 데이터 처리 등에 따른 탄소배출 절감

- (인프라 운영 효율화) Public Cloud 및 가상화를 통한 센터 운영 효율화, MEC 및 지능형 IoT(AIoT) 도입을 통한 트래픽 절감, 에너지 효율적인 인공지능 학습, AI 기반 모니터링, 데이터 센터 폐열 활용 등

- (데이터 처리 효율화) 에코스마트시티 운영을 위한 모든 분야의 데이터에 대해 에코 데이터 생애주기 관리 체계 수립으로 데이터 수집, 저장관리, 분석, 서비스 제공·이용 및 폐기 까지 일련의 원칙 제공 및 운영
※ 현재, 데이터 생애주기 빅데이터 도입 및 활용 지침(TTA)에는 불필요한 데이터에 대한 삭제·폐기 등이 표준으로 제시되어 있지 않아, 이를 제시함으로써 전략적인 데이터 처리 규모 효율화
</td></tr>
</table>

〈 에코 데이터 생애주기(안) 〉



사업추진전략 (How)

- 데이터 처리 관련 기술/인프라와 정책 2 Track으로 데이터 통신 및 처리 인프라 개선을 통한 에너지 절감 및 불필요한 데이터의 주기적인 삭제를 통한 데이터 센터의 탄소배출 절감으로의 순환적 모델 구현

추진주체 (Who)

- 지방정부 중심으로 추진하며, 데이터/통신 기술 및 인공지능 학습 등은 중앙정부 차원에서 선도 후 지방정부로 확산 적용

사업추진대상 및 스케일 (Where)

- 클라우드 데이터센터 등은 국가 혹은 인근 지방 정부 간 공동 사용 등으로 에너지 소비 및 탄소 배출 최소화 공동 노력
- 에코스마트시티 서비스 지역 및 인근 광역 등을 중심으로 우선 추진

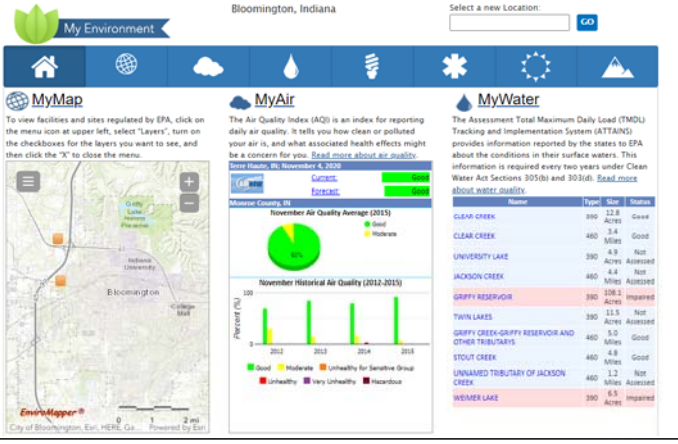
사업추진로드맵 (When)

- 사업추진을 위한 로드맵 : Agile 방식으로 시범적용 후 확산

구분	2021년	2024년	2027년	2030년
데이터정책	폐기원칙을 포함한 데이터 정책 수립	운영/개선		
기술·인프라	운영 전략 및 아키텍쳐 수립	구축·운영·신기술적용		

27. 거버넌스 부문 : 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축

구 분		내 용
사업명		에코스마트시티 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축 : 시민친화적 지역환경 데이터 제공
사업 필요성 및 목표		• 사업 필요성 – 에코스마트시티 시민들의 지역환경에 대한 높은 관심에 비해 정보 접근성 부족 – 환경질, 지역 오염원, 생태자원 현황, 재활용/분리배출 정보 등 • 목표 – 에코스마트시티 시민들이 원하는 지역환경 데이터를 알기 쉽게 가공·표출하여 제공 ⇒ 도시환경 문제에 대한 시민참여 기반 강화, 알권리 충족, 친환경인식·행동 증진
사업의 당위성 (Why?)		• Complain ⇒ Satisfaction – 시민들이 원하는 환경정보의 제공 및 시민참여 강화로 시민만족도 제고 • 기존사업과의 차별성(기존 추진 중인 사업) – 각 지역별로 미세먼지 오염도 등 주요 지표 제공사례 있으나, 대부분 가독성·접근성 떨어지거나 시민수요에 미치지 못함
	목표달성을 위한 KPI	• 지역 환경 데이터 구축건수, 제공/활용건수 • 시민만족도
	KPI 측정방법	• 추진기관의 실적 통계 • 시민만족도 조사
사업내용 (What)		• Value Layer: 시민수요에 따른 환경데이터 제공으로 정보공개 및 투명성 제고. 도시 환경관리에 대한 시민참여 및 거버넌스 기반 강화 • Data/Information Layer: 시민수요에 맞는 환경데이터 – 지역 환경질, 오염원, 생태자원, 재활용/분리배출 정보 등 • Service Layer: 시민들이 원하는 환경정보를 알기쉽고 접근성 높은 방식으로 제공 • Technology Layer: 선정된 환경데이터를 가공·표출할 시스템 구축
사업추진전략 (How)		• 시민들이 원하는 지역환경 데이터를 알기 쉽게 가공·표출하여 제공 • 지역 환경질(대기질, 수질, 실내공기질, 관련 예/경보), 지역 오염원(오염배출업소, 화학물질 유통량, 화학사고/위반업소), 재활용/분리배출 정보, 지역 생태자원, 지역 에너지수급 현황 등 • 각 환경데이터DB ⇒ 주요지표 가공 ⇒ 웹사이트/앱 표출 ⇒ 시민 활용 • 각 지자체별 시민수요에 맞는 지표 선정 및 표출 – 지역 주요 오염원, 관심 오염매체/물질, 주요 지표종 등 지역 특성에 맞게 선정 ex) 서울지역 – 지하철 역사 실내공기질, 지하수 의존도 높은 지역 – 지하수 수질, 지역 상수원 수질, 공단지역 대기질, 지역 매립지 잔존수명 등

<table>
<tr><td></td><td>※ 사례) 미국 환경청 MyEnvironment
– 대기질, 수질, 에너지, 보건, 기후, 토양 환경정보를 지역단위로 제공
 
</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>• 추진주체: 각 지자체 주도로 추진 및 중앙정부의 육성·지원 역할
– 지자체 주도로 지역수요에 맞춘 지자체 스케일의 주요 환경지표 데이터 제공
– 중앙정부는 시범지자체 선정 및 확대, 예산보조, 평가·인증 등 운영
• Funding: 지자체 예산 및 정부보조</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및
스케일 (Where)</td><td>• 사업스케일 : city (혹은 zone 단위 가능)
– 신도시/구도시 – 모두 가능</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>• 사업추진을 위한 로드맵
<table><tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr><tr><td>0단계</td><td>예비사업</td><td>2021–2022</td><td>환경데이터 시민수요 및 구축현황 조사,
주요지표 선정 및 가공·표출체계 개발</td></tr><tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2023–2024</td><td>시범대상 지자체 적용 및 평가</td></tr><tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2025–2028</td><td>대상 지자체 확대 및 평가 (1,2차 각 2년씩)</td></tr><tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2029–2030</td><td>대상 지자체 지속 확대 및 개도국 적용</td></tr></table></td></tr>
</table>

28. 거버넌스 부문 : 환경데이터 수집체계 구축

구 분		내 용
사업명		에코스마트시티 시민친화적 환경데이터 활용체계 구축 : 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축
사업 필요성 및 목표		• 사업 필요성 – 개인형 스마트기기 보급으로 시민이 직접 환경데이터 수집 가능 – 시민관심 높은 환경감시, 생태자원 등의 모니터링에 개인형 스마트기기를 활용하여 직접 참여함으로써 참여욕구 해소 및 환경모니터링 정보축적 효율화 – 수집된 빅데이터 분석으로 취약지역 추출 등 정책 활용 가능 – 모니터링 활동에 연계한 환경교육 운영으로 환경인식 증진 가능 • 목표 – ICT 기반 시민참여형 환경데이터 수집 체계 구축 ⇒ 환경모니터링 빅데이터 구축 및 정책활용, 참여 강화 및 인식 증진
사업의 당위성 (Why?)		• Complain ⇒ Satisfaction – 시민관심 높은 환경데이터 수집 참여, 환경모니터링 및 시민참여 강화로 시민만족도 제고 • 기존사업과의 차별성(기존 추진 중인 사업) – 바이오블리츠(BioBlitz, 일반시민과 생물전문가들의 지역 생물종 탐사·기록) 등 생태데이터 수집사례 및 안전신문고를 통한 신고체계 있으나, – 수변 생물종, 비산먼지 공사장 등 특화된 수집체계 구축 및 활용 필요
	목표달성을 위한 KPI	– 시민참여 데이터수집 체계구축 건수, 활동건수 – 시민만족도
	KPI 측정방법	– 추진기관의 실적 통계 – 시민만족도 조사
사업내용 (What)		• Value Layer: 시민참여를 통한 데이터 수집의 효율화, 데이터 수집·활용 참여에 따른 시민거버넌스의 강화, 이와 연계한 학습 및 환경인식 증진 • Data/Information Layer: 시민참여로 수집할 수 있는 환경데이터 – 불법배출 등 환경감시 모니터링, 오염도 모니터링, 생태환경 모니터링 등 • Service Layer: 환경데이터 수집에 시민이 참여할 수 있는 수집체계의 제공, 이와 연계한 시민참여 이벤트 및 시민 대상의 교육 프로그램 등 • Technology Layer: 시민 대상의 환경데이터 측정·입력 체계 구축 – 개인형 스마트기기를 활용한 데이터 측정, 측정·입력 방법의 표준화, 데이터 입력 및 표출을 위한 앱, 입력된 데이터에 대해 시민들이 토론할 플랫폼 등
사업추진전략 (How)		• 사업추진전략 – 모바일 앱, 센서 등을 활용한 시민참여형 환경데이터 수집체계 구축 · 환경오염 감시, 생태자원 모니터링 등 – 환경오염 감시 (불법배출 신고 등) · ex) 미세먼지 비상저감조치 시 가동시간 조정 등 의무가 있는 비산먼지 발생 공사장의 조치계획 정보공개 및 주민 감시·신고 플랫폼 구축

<table>
<tr><td></td><td>
- 오염도 모니터링
· 개인형 스마트기기 등으로 측정가능한 오염도 정보의 수집체계 구축
· ex) EU D-NOSES 악취모니터링 사례: 개인이 악취를 구분하여 보고할 수 있도록 간단한 구분법을 포함한 수집체계 구축
- 생태환경자원 모니터링
· 주요 지표종, 외래침입종(생태계교란종) 등 구별법 제공 및 수집체계 구축. 생태모니터링 방법 및 의의 등 교육프로그램 운영, 모니터링 결과의 언론공표와 시민참여 이벤트 등으로 시민소통 강화
- 개인 측정 ⇒ 입력·수집·취합 ⇒ 취합결과의 주기적 활용·공표 및 시민참여 이벤트
※ EU D-NOSES 프로젝트 OdourCollect 앱:
- 시민들이 앱을 통해 악취 사례를 보고하여 악취모니터링 데이터 생성


</td></tr>
<tr><td>추진주체
(Who)</td><td>
• 정부/지자체, 민간기업/단체 등
- 정부/지자체: 시민관심 높고 모니터링 가치 높은 환경데이터 선정 및 운영
- 민간기업: 데이터 수집기술 및 통합체계, 앱 개발 등
- 환경교육단체(민간/공공): 시민참여 이벤트, 환경교육 프로그램 등 운영
• funding: 정부/지자체
</td></tr>
<tr><td>사업추진대상 및 스케일
(Where)</td><td>
• 사업스케일 : city (혹은 국가단위, zone 단위 등 가능)
- 신도시/구도시 - 모두 가능
- platform: 데이터 수집·통합 체계, 관련 앱 개발 등
</td></tr>
<tr><td>사업추진로드맵
(When)</td><td>
• 사업추진을 위한 로드맵
<table>
<tr><th>단계</th><th>유형</th><th>기간</th><th>세부내용</th></tr>
<tr><td>0단계</td><td>예비사업</td><td>2021-2023</td><td>시범분야 기술 및 운영체계 개발:
데이터 수집·통합 기술, 법제도 및 교육·소통 체계</td></tr>
<tr><td>1단계</td><td>시범사업</td><td>2024-2025</td><td>시범분야 적용 및 평가</td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>본 사업</td><td>2026-2028</td><td>대상분야 확대</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>확장사업</td><td>2029-2030</td><td>개도국 적용</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

연구보고서 21-16-01

글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외진출 방안 보고서

발 행 2021년 2월
발 행 처 경제·인문사회연구회
주 소 세종특별자치시 시청대로 370 세종국책연구단지 연구지원동 909호
전 화 044) 211-1000
홈 페 이 지 www.nrc.re.kr
I S B N 979-11-5567-435-2

* 연구회의 허락 없이 보고서 내용의 일부 또는 전체를 복사하거나 전재하는 행위를 금합니다.