

지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라 정책사업 모델 개발방안 연구

Development of Smart Green Infrastructure Policy Business Models
for Sustainable Urban Implementation

김용국 Kim, Yong-gook

권오규 Kwon, O-kyu

남성우 Nam, Seong-woo

최영운 Choi, Young-woon

현지환 Hyeon, Jihwan

(a u r i . j

지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라 정책사업 모델 개발방안 연구

Development of Smart Green Infrastructure Policy Business Models for
Sustainable Urban Implementation

지은이 김용국, 권오규, 남성우, 최영운, 현지환
펴낸곳 건축공간연구원
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2025년 12월 26일, 발행: 2025년 12월 31일
주소 세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 10,000원, ISBN: 979-11-5659-528-1

연구진

연구책임	김용국 연구위원
연구진	권오규 부연구위원 남성우 부연구위원 최영운 연구원 현지환 연구원
연구조사원	이다원 서울대학교 환경대학원 석사과정

연구심의위원	오성훈 부원장 이여경 건축혁신본부장 유광흠 선임연구위원 김성아 성균관대학교 건축학과 교수 임운택 한밭대학교 도시공학과 교수
연구자문위원	문승운 (주)지역연구 대표 심주영 퍼블릭어라운드 소장 전진현 경희대학교 조경디자인학과 교수 김도훈 조경하다 열음 연구소장

서론

■ 연구 배경 및 목적

전 세계적인 기후변화와 도시화로 인해 도시 환경의 지속가능성이 위협받고 있다. 폭염, 홍수, 미세먼지 등 기후재난의 빈도와 강도가 증가함에 따라, 도시 회복력(Resilience)을 강화하기 위한 새로운 접근이 요구된다. 전통적인 그린인프라(Green Infrastructure)는 생태적 기능을 수행하지만, 데이터 기반의 효율적 관리와 복합적 도시문제 해결에는 한계를 보인다. 이에 따라, 4차 산업혁명 기술(IoT, AI, Big Data 등)과 자연기반해법(NbS)을 융합한 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, SGI)가 대안으로 부상하고 있다.

본 연구의 목적은 지속가능한 도시 구현을 위한 전략적 수단으로서, 스마트 기술과 그린인프라를 융합한 실효성 있는 '스마트 그린인프라(SGI) 정책사업모델'을 개발하는 데 있다. 이를 위해 SGI의 개념을 정립하고, 현행 정책의 한계를 진단하며, 우선적으로 도입해야 할 핵심 솔루션을 도출하여 구체적인 사업모델과 경제적 타당성을 제시하였다.

■ 연구 범위 및 방법

연구의 시간적 범위는 국가 온실가스 감축목표(NDC) 달성 시점인 2030년을 고려하여 2025~2030년으로 설정하였으며, 공간적 범위는 3기 신도시 등 도시 전역을 포괄하되 실증 모델 설계를 위해 도시공원을 핵심 공간으로 선정하였다. 연구는 ① 개념 및 이론적 정립 → ② 정책 추진 현황 진단 → ③ 핵심 솔루션 도출 및 우선순위 분석 → ④ 정책사업모델 설계 및 타당성 검증의 4단계 체계에 따라 수행되었다. 문헌 연구, 사례 분석, 전문가 델파이 조사 및 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석, 비용편익(B/C) 분석 등 정성적·정량적 방법론을 종합적으로 활용하였다.

주요 연구결과

■ 스마트 그린인프라(SGI) 개념 및 특성 정립

SGI는 기후위기 대응, 탄소중립 실현, 주민 삶의 질 향상, 도시 경제적 효율성을 달성하기 위해 자연적 요소와 데이터 기반 스마트 운영체계를 융합한 사회기반시설로 정의된다. SGI는 기존 그린인프라의 공간적 제약과 관리 비효율성을 극복하고, 공간 효율성 및 성능 증강, 적응형 관리 및 회복탄력성 강화, 데이터 기반 성과 가시화라는 차별적 특성을 가진다.

■ 정책 추진 현황 및 한계 진단

지자체 스마트도시계획(63건)과 정부 공모사업(149건)을 분석한 결과, 그린인프라 관련 서비스가 점차 확대되고 있으나 여전히 단순 편의·관광 중심의 서비스에 치중되어 있음이 확인되었다. 특히 기후위기 대응이나 초고령사회 대비와 같은 구조적 문제 해결을 위한 솔루션은 상대적으로 미흡하며, 기술 간 융합보다는 개별 기술 도입에 머무르는 한계가 나타났다.

■ 핵심 솔루션 도출 및 우선순위 분석

스마트도시 서비스 8대 분야를 기준으로 SGI 솔루션 인벤토리를 구축하고, 전문가 IPA 분석을 통해 정책 우선순위를 도출하였다. 분석 결과, 스마트 도시홍수 모니터링, 스마트 폭염 관리, 지능형 CCTV 등은 즉시 도입 가능한 '고성능-고수요' 영역(1사분면)으로, AI 기반 탄소저감 시뮬레이션, 스마트 응급대응 인프라 등은 국가 차원의 집중 육성이 필요한 '전략적 투자' 영역(4사분면)으로 분류되었다.

■ 스마트 공원 정책사업모델 설계 및 경제성 분석

3기 신도시 근린공원(1만㎡)을 대상으로 ① 기후위기 대응(스마트 빗물관리, 쿨링포그 등), ② 초고령사회 대응(디지털 헬스케어, 스마트 텃밭), ③ 첨단 모빌리티 수용(자율주행 트레일, 스마트 쉼터) 전략을 통합한 스마트 공원 모델을 설계하였다. 비용편익 분석(B/C) 결과, 스마트 공원 모델은 B/C 1.067, 순현재가치(NPV) 400백만 원으로 경제적 타당성을 확보하였다. 일반 공원 대비 초기 투자비용은 높으나, 운영 효율화와 다차원적 사회적 편익(환경, 건강, 안전 등) 창출 효과가 커 총편익 규모 면에서 우위를 보였다.

결론 및 정책적 시사점

■ 연구 요약

본 연구는 SGI가 단순한 기술 적용을 넘어 도시의 지속가능성을 견인하는 핵심 인프라임을 이론적·실증적으로 규명하였다. 특히 도시공원을 대상으로 한 구체적인 정책사업모델과 경제성 분석 결과는 SGI 사업의 타당성을 입증하는 중요한 근거를 제공한다.

■ 정책적 시사점

SGI의 성공적인 확산을 위해서는 1) 도시문제 해결형 다기능 인프라로서의 정책 확대, 2) 도시 계획 초기 단계부터의 통합적 반영, 3) 데이터 기반의 과학적 의사결정 체계 구축, 4) 부처 간 칸막이 해소를 위한 법·제도 정비가 필수적이다. 또한, 지자체의 재정 여건과 정책 목표에 따라 비용 효율성을 증시할지, 서비스 고도화를 추구할지에 대한 맞춤형 투자 전략 수립이 요구된다.

주제어

스마트 그린인프라, 스마트 공원, 정책사업 모델, 기후위기 대응, 도시 회복력

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	2
2. 연구의 범위와 방법	8
3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성	11
제2장 스마트 그린인프라 개념 및 특성	15
1. 스마트도시 정책의 변화 과정	16
2. 스마트 그린인프라의 개념 및 특성	21
3. 소결	35
제3장 스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황 분석	37
1. 분석 개요	38
2. 분석 결과	45
3. 소결	64
제4장 스마트 그린인프라 솔루션 도출 및 우선순위 분석	67
1. 분석 개요	68
2. 스마트 그린인프라 솔루션 종합	72
3. 소결	110
제5장 스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 효과 분석	111
1. 도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계	112
2. 스마트 공원 정책사업 경제성 분석	148
3. 소결	170

제6장 결론	173
1. 연구의 주요 내용 및 결과	174
2. 정책적 시사점	176
3. 연구의 한계 및 향후 연구과제	178
참고문헌	181
SUMMARY	187
부록	190
1. 전문가 인식조사 설문지	190
2. 지자체 스마트도시계획 내 그린인프라 관련 스마트도시 서비스	194
3. 스마트도시 공모사업 내 그린인프라 관련 사업 및 서비스	210

[표 1-1]	스마트 그린인프라 관련 법정계획 및 정책 현황	5
[표 1-2]	선행연구 검토 및 본 연구의 차별성	12
[표 2-1]	스마트도시 단계별 발전방향	19
[표 2-2]	자연기반해법(NbS)의 주요 특징	24
[표 2-3]	그린인프라 물리적 공간 구성 요소	25
[표 2-4]	그린인프라 공간 유형별 주요 대상 및 관리 주체	26
[표 2-5]	스마트 그린인프라 개념 관련 선행연구	29
[표 2-6]	기존 그린인프라의 한계와 스마트 그린인프라의 보완 기능	30
[표 2-7]	공간 조성 및 서비스 전달과정에서의 그린인프라와 스마트 그린인프라 비교	31
[표 2-8]	스마트 그린인프라의 핵심 기능 및 정책적 필요성	32
[표 2-9]	스마트 그린인프라 구성요소	34
[표 3-1]	분석 요소①: 그린인프라 유형	39
[표 3-2]	분석요소②: 그린인프라 기반 스마트도시서비스	40
[표 3-3]	분석요소③: 활용 기술 요소	41
[표 3-4]	분석의 틀	42
[표 3-5]	지자체 스마트도시계획 분석 대상	43
[표 3-6]	스마트도시 정책 공모사업 분석 대상	44
[표 3-7]	그린인프라 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)	48
[표 3-8]	스마트도시서비스 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)	52
[표 3-9]	활용 기술 요소별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)	58
[표 3-10]	그린인프라 유형별 분석 결과(스마트도시 정책 공모사업)	60
[표 3-11]	스마트도시서비스 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)	61
[표 3-12]	활용 기술요소별 분석 결과(스마트도시 정책 공모사업)	63
[표 4-1]	전문가 설문지 구성	70
[표 4-2]	스마트 그린인프라 솔루션 풀	70
[표 4-3]	응답자 일반 현황	102
[표 4-4]	스마트 그린인프라 솔루션에 대한 전반적 인식 수준	103
[표 4-5]	스마트 그린인프라 솔루션별 기술적 성숙도 및 정책적 필요도 인식 비교 (5 점 척도)	104
[표 4-6]	IPA 분석 결과	108
[표 5-1]	도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계 배경	113

[표 5-2]	Rhino 기반 설계 프로세스	115
[표 5-3]	스마트 공원 적용 SGI 솔루션 선정 근거	117
[표 5-4]	도시문제 유형별 스마트 공원 솔루션 인벤토리 및 기능 분류 체계	118
[표 5-5]	기후위기 대응 관련 솔루션 개요	120
[표 5-6]	초고령사회 대응 관련 솔루션 개요	132
[표 5-7]	첨단 모빌리티 수용 관련 솔루션 개요	139
[표 5-8]	편익 항목 체계	149
[표 5-9]	편익 정량화 방법	149
[표 5-10]	편익 유형별 일반식	150
[표 5-11]	SGI 솔루션 · 기술요소별 스마트 공원 편익 체계	151
[표 5-12]	스마트 공원 초기 조성 비용	159
[표 5-13]	도입시설에 따른 효과 정의	160
[표 5-14]	환경가치 및 지불의사액 선정	161
[표 5-15]	경기도 · 2025년 기준 물가 보정 지수	162
[표 5-16]	경기도 기준 소득 보정 지수	162
[표 5-17]	일반 공원 편익 산정	163
[표 5-18]	일반 공원 경제성 분석 결과	164
[표 5-19]	일반 공원 연도별 비용 및 편익	165
[표 5-20]	스마트 공원 편익 산정	166
[표 5-21]	스마트 공원 경제성 분석 결과	167
[표 5-22]	스마트 공원 연도별 비용 및 편익	168
[표 5-23]	경제성 분석 결과	169
[표 5-24]	스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 경제성 분석 결과 요약	171

[그림 1-1]	스마트 그린인프라의 도입 필요성	3
[그림 1-2]	연구 흐름도	10
[그림 2-1]	옴스테드의 최초 그린인프라 네트워크 계획 '에메랄드 네크리스 (Emerald Necklace)'	22
[그림 2-2]	미국 20 개 도시계획의 그린인프라 적용 현황과 연계성	23
[그림 3-1]	도시공원 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	45
[그림 3-2]	농지 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	46
[그림 3-3]	전 지역 대상 마트 그린인프라 서비스 계획 사례	46
[그림 3-4]	하천 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	47
[그림 3-5]	공공시설 내 녹지 및 보행자길 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	47
[그림 3-6]	수목원 정원 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	48
[그림 3-7]	대지의 조경 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	48
[그림 3-8]	문화·관광·스포츠 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	49
[그림 3-9]	근로·고용 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	50
[그림 3-10]	환경·에너지·수자원 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	50
[그림 3-11]	방범·방재 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	51
[그림 3-12]	시설물 관리 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	51
[그림 3-13]	행정 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	51
[그림 3-14]	보건복지 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	52
[그림 3-15]	교통 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	52
[그림 3-16]	IoT 센서 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	53
[그림 3-17]	모니터링 및 관제 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	53
[그림 3-18]	AI 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	54
[그림 3-19]	플랫폼 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	54
[그림 3-20]	시민참여 서비스 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	55
[그림 3-21]	체감형 인터페이스 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	55
[그림 3-22]	에너지 및 자원순환 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	55
[그림 3-23]	기후 및 대기환경 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	56
[그림 3-24]	LID 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	56
[그림 3-25]	드론 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	57
[그림 3-26]	자율주행 및 로봇 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례	57

[그림 4-1]	스마트 그린인프라 솔루션 IPA 분석 결과	106
[그림 5-1]	3기 신도시 내 도시공원 위치도	113
[그림 5-2]	스마트 공원 정책사업 모델의 프로토타입	114
[그림 5-3]	스마트 공원 정책사업 모델 공간 구성도(안)	119
[그림 5-4]	스마트 공원 정책사업 모델(안) 종합 구상도	147
[그림 5-5]	경제성 분석 대상 기준공원 설정	154
[그림 5-6]	경제성 분석을 위한 수요 추정 방식	156

제1장

서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위와 방법
3. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

① 스마트 기술을 통한 그린인프라 기능 향상의 필요성

지속가능한 도시를 구현하기 위해서는 도시 내 그린인프라(Green Infrastructure)가 지난 다원적 기능을 최대한 발휘하도록 체계적으로 관리·고도화할 필요가 있다. 그린인프라는 공원 녹지, 하천, 정원, 도시숲 등 자연·녹지 공간의 네트워크로서, 여가 제공, 건강 증진, 휴식 및 심리적 안정 등 도시민의 삶의 질을 향상시키는 핵심 기반시설이다. 동시에 도시열섬 완화, 탄소흡수 및 미기후 조절, 홍수 저감, 생태계서비스 제공 등 환경적·경제적 가치가 높은 도시 회복력 향상 인프라로서 주목받고 있다.

그러나 기존의 그린인프라 조성 및 관리 방식은 양적 확충과 단편적 기술 도입에 머무르며, 복합적 도시문제 및 과제(기후변화, 초고령사회, AI, 첨단 모빌리티 등)에 대응하는 데 한계를 보이고 있다. 특히 데이터 기반 관리체계 부재, 공간·환경정보의 단절, 주민 참여의 미흡 등으로 인해 그린인프라의 잠재적 기능을 충분히 실현하지 못하고 있다. 이에 따라 과학적 관리체계 구축과 첨단기술의 융합을 통한 기능 고도화의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다.

이러한 문제의식 속에서 최근 도시·환경계획 분야에서는 스마트 기술을 접목한 새로운 도시 녹지 관리 패러다임으로서 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI) 개념이 부상하고 있다. SGI는 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 빅데이터, 센서 네트워크 등 정보통신 기술(ICT)을 활용하여 그린인프라의 계획-설계-시공-운영-관리 전 과정에서 실시간 모니터링, 예측적 관리, 시민 참여형 플랫폼 구축을 구현함으로써 지속가능한 도시 생태계의 효율성과 회복력을 제고하는 것을 목표로 한다.

해외 선행연구 또한 스마트 기술의 도입이 도시녹지의 생태적·사회적 기능을 강화함을 실증적으로 제시하고 있다. Li et al.(2024)은 고층 주거단지를 대상으로 한 연구에서, IoT 센서와 자동화 기술이 적용된 도시녹지가 주민의 환경 의식을 높이고 사회적 유대감을 촉진하는 효과를 분석하며, 단순한 미관 개선을 넘어 생활환경의 질적 향상을 견인한다고 평가하였다.

Kaluarachchi(2021)는 스마트 기술과 그린인프라의 통합적 도입이 개별 기술이나 녹지의 분절적 운영보다 도시 기후탄력성 및 주민 웰빙 향상 측면에서 훨씬 효과적임을 강조하면서, 도시계획에서 스마트와 그린의 통합적 접근 필요성을 제기하였다.

요약하면, 첨단기술을 전략적으로 활용하여 그린인프라의 본질적 기능을 강화하고, 기후위기 대응·초고령사회 적응·시민체감형 서비스 등 신규 기능을 수용함으로써 지속가능하고 회복력 있는 도시 구현에 기여한다는 인식이 확산되고 있다. 이러한 인식이 본 연구의 출발점이자, 스마트 기술을 통한 그린인프라 기능 향상의 필요성을 뒷받침하는 핵심 배경이다.



[그림 1-1] 스마트 그린인프라의 도입 필요성

출처: 연구진 작성

② 정부 법정계획 및 정책에서의 스마트 그린인프라 도입 요구

SGI의 도입 필요성은 중앙정부의 주요 법정계획과 정책에서도 명확히 제시되고 있다. 최근 수립된 국가 단위의 공간·환경·기후 정책들은 스마트 기술을 활용한 탄소중립 달성 및 녹색성장 촉진 전략의 핵심 수단으로 SGI 개념을 적극 반영하고 있으며, 이에 따라 관련 기술·제도·정보 체계의 구축이 국가 차원의 중점과제로 부상하고 있다.

먼저, 국토교통부의 ‘제5차 국토종합계획(2020 -2040)’은 “스마트 기술을 활용한 녹색인프라의 입지·관리 최적화”와 “IoT·AI 등 첨단기술을 접목한 스마트 녹색인프라 보급 및 기존 인프라의 친환경 성능 향상”을 국가 차원의 전략과제로 제시하였다. 이를 뒷받침하기 위해 SGI 정보체계 구축, 조성·관리 기준 및 사업모델 개발을 추진과제로 명시함으로써, 국토계획 차원에서 SGI의 제도적 정착을 위한 기반을 제시하고 있다.

또한 '2030 국가온실가스 감축목표(NDC)' 및 '정주지 부문 2030 온실가스 감축 로드맵(안)'에서는 도시 정주지 내 탄소흡수원 확충을 구체적 목표로 설정하였다. 국토교통부는 2024년 처음으로 정주지 탄소흡수량을 공식 산정·보고하였으며, 2030년까지 도시 내 3,783ha의 녹지공간을 추가 조성하여 4만 톤의 탄소를 추가 흡수한다는 목표를 제시하였다. 이 과정에서 그린인프라 관련 정보 수집·분석체계의 고도화와 탄소흡수 기능 강화를 위한 기술적 방안 마련이 핵심 과제로 지목되었다. 이는 SGI가 단순한 도시미화사업이 아니라, 국가 온실가스 감축 정책의 실질적 실행수단으로 자리매김하고 있음을 보여준다.

한편, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(2023)에 근거해 수립된 '국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(2023-2042)'은 탄소중립 실현을 위한 공간 기반 관리체계의 구축을 중점과제로 제시하였다. 동 계획은 “탄소배출 공간지도 구축”, “온실가스 흡수·배출량 통계 산정체계 구축”을 주요 추진과제로 설정하고, 국토 공간 유형별 탄소흡수 및 관리 기술을 ‘한국형 탄소중립 100대 핵심기술’에 포함시켰다. 이는 1km 격자 기반의 탄소배출 공간지도를 정밀화하고, 그린인프라 중심의 탄소흡수 증진 전략을 수립할 필요성을 시사한다.

이와 함께 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」(이하 스마트도시법)에 근거한 법정계획인 '제4차 스마트도시 종합계획(2024-2028)' 역시 기후위기 및 지역소멸 대응을 위한 전략의 일환으로 SGI 개념을 반영하였다. 특히 스마트도시 사업 예산의 35% 이상을 기후위기 대응 및 디지털 포용 분야에 배정하도록 하고, 탄소배출원 중심의 관리에서 공간 단위 탄소중립 관리체제로의 전환, 도시 탄소흡수원의 공간 단위 시각화 등을 신규 과제로 명시하였다. 이는 도시 차원에서 탄소흡수 정보체계의 정교화, 스마트 기술 기반의 기후적응형 도시모델 개발, 그리고 지역균형형 SGI 솔루션 패키지 구축을 요구하고 있음을 보여준다.

또한, 「조경진흥법」에 따라 수립된 국토교통부의 법정계획인 '제2차 조경진흥 기본계획(2022-2026)'에서도 “탄소흡수량 데이터를 반영한 그린인프라 통합 정보체계 구축”, “기존 공간정보플랫폼과의 연계”, “스마트 공원녹지 시범사업 추진 및 스마트 공원 가이드라인 개발” 등을 정책 방향으로 제시하였다. 이는 SGI 정보체계의 통합과 스마트 공원 정책 모델 개발의 필요성을 명시한 것으로, 향후 도시녹지 정책의 스마트 전환을 뒷받침한다.

요약하면, 다수의 국가 법정계획과 정책에서 SGI의 도입과 활용이 명시적으로 요구되고 있으며, 이는 도시·환경 정책의 패러다임이 '스마트 기반의 통합적 녹색전환'으로 전환되고 있음을 보여주는 구조적 변화라 할 수 있다. 따라서 이러한 정부 정책 방향에 부합하는 SGI 추진 전략과 이행체계 마련을 위한 종합적 연구가 필요하며, 본 연구는 이를 뒷받침하기 위한 정책적 근거를 제시하고자 한다.

[표 1-1] 스마트 그린인프라 관련 법정계획 및 정책 현황

관련 부처	관련 정책 및 계획	관련 내용	목적	시사점
	제5차 국토종합계획 (2020-2040)	<ul style="list-style-type: none"> •[정책과제 4-1-2] 첨단기술을 활용한 친환경적 국토공간 구현 -스마트 기술을 활용한 녹색인프라의 입지·관리 최적화 -IoT, AI 등 첨단기술을 접목한 스마트 녹색인프라 보급 및 기존 보급된 인프라의 친환경 성능 향상 	<ul style="list-style-type: none"> 경관개선, 생태보전, 재해저감 친환경성 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • SGI 정보 체계 구축, 분석 및 정책의사결정 지원 플랫폼 개발 필요 • SGI 기술 요소 개발, SGI 조성·관리 기준 및 사업 모델 개발 필요
국토교통부 국토정책과	2030 국가온실가스감축 목표(NDC) 정주지 부문 2030 온실가스 감축 로드맵(안)	<ul style="list-style-type: none"> •2024년부터 정주지 부문 온실가스 인벤토리 산정·보고(격년 단위 보고) •2030년까지 정주지 내 3,783ha의 탄소 흡수 공간 확충을 통해 4만 톤의 이산화탄소 흡수 계획 제시 -개발제한구역, 재개발·재건축, 택지 개발사업, 장기미집행공원 조성을 통해 확충할 계획 	탄소중립 기후위기 대응	탄소중립 관점에서의 정주지 부문 SGI 정보 체계 구축 및 고도화 필요
	국가 탄소중립 녹색성장 기본계획(안) (2023-2042)	<ul style="list-style-type: none"> •[1-3-4] 계획수립-공간조성 탄소중립화 -도시단위 탄소중립 지원을 위한 탄소 배출 공간지도 구축 -정주지 온실가스 배출·흡수량 통계산정 체계 구축 *한국형 탄소중립 100대 핵심기술'의 중장기형(30년 이후 상용화)·신격차 부문에 '국토공간 유형별 탄소 흡수 증진·관리' 포함 	탄소중립	탄소중립 관점에서의 정주지 부문 SGI 정보 체계 구축 및 도시계획 등에 SGI 관련 요소 반영 필요
국토교통부 도시경제과	제4차 스마트도시종합계획 (2024-2028)	<ul style="list-style-type: none"> •기후위기 대응 스마트도시계획 의무화 및 지원사업 추진 확대 -지업사업 총사업비의 35% 이상 편성 -탄소공간지도 기반의 공간 단위 탄소 중립 계획·관리로 전환 •지역소멸 대응 스마트서비스 보급 -지역경제 활성화, 정주여건 향상을 위한 스마트솔루션 패키지 도입 •국가시범도시 서비스로드맵 리뉴얼 -기술 최첨단화 및 신서비스 반영을 위해 '19년 수립한 서비스로드맵 1.0 리뉴얼 추진 *공원녹지 대상 서비스 다수 포함 •국가시범도시 스마트 공원녹지사업 추진 -(세종) 스마트공원 실증사업('24), 스마트조경 기본 및 실시설계 공모('21) -(부산) 10대 혁신서비스 내 스마트 공원 포함 	<ul style="list-style-type: none"> 기후위기 대응 지역소멸 대응 안전 생활 도시농업 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 탄소흡수원 계획 관리를 위한 SGI 정보 체계 구축 필요 • 폭염, 홍수 등 기후위기 적응을 위한 SGI 정책사업 모델 개발 필요 • SGI 솔루션 패키지 개발 필요 • 최신기술을 반영한 SGI 서비스 리뉴얼 방안 제시 필요

관련 부처	관련 정책 및 계획	관련 내용	목적	시사점
국도교통부 녹색도시과	제2차 조경진흥기본계획 (2022-2026)	<ul style="list-style-type: none"> •[세부사업 1-1-2] 그린인프라 정보체계 통합 및 데이터 수집 -다부처 소관 그린인프라 정보체계 통합 및 기존 공간정보포털과 연계 -탄소흡수량 데이터 반영 	기후위기 대응	·SGI 정보체계 구축 및 분석 플랫폼 연계 개발
		<ul style="list-style-type: none"> •[세부사업 2-1-1] 스마트 공원녹지 사업 모델 발굴 및 시범사업 추진 -도시공원 유형별 사업 모델 개발 -스마트도시 정책사업과 연계한 시범사업 추진 -스마트 공원녹지 계획·설계·시공·관리·운영 가이드라인 개발 	혁신기술 수용	·SGI 조성·관리 기술 요소 도출 및 정책사업 모델 개발 필요
		<ul style="list-style-type: none"> •[세부사업 4-1-2] 조경 BIM 연구 지원 -조경 BIM 상용화를 위한 라이브러리 구축 및 시범사업 추진 	설계·시공 유지관리 효율화	·SGI BIM 자칫 개발 및 적용을 위한 정책 개발 필요

출처: 연구진 작성

③ 공간·환경·기술 영역을 포함한 스마트 솔루션의 통합 전략 요구

그린인프라의 가치는 특정 부문에 한정되지 않고, 도시계획, 생태환경, 교통, 안전, 에너지 등 다양한 도시 기능과 밀접하게 교차한다. 이러한 다차원적 특성으로 인해 SGI를 효과적으로 구현하기 위해서는 개별 기술이나 부문 중심의 단편적 접근을 넘어, 공간 기반의 통합적 전략이 필수적이다(Kaluarachchi, 2021).

기존의 선행연구들은 스마트도시 기술과 녹지공간의 융합 가능성을 다각도로 탐색해왔으나, 대체로 특정 분야나 기술영역에 국한된 분석에 머무르는 한계를 보였다. 예를 들어, 스마트도시 관리체계와 도시녹지의 상관성 분석, 스마트 공원의 설계·관리 기법 모색, 물순환 및 에너지 관리 기술의 녹지공간 적용 등이 주된 연구 주제였다. 그러나 이러한 접근은 대부분 개별 기술의 성능 평가나 단일 도시서비스 차원에 국한되어, 도시 전체 공간망 차원에서의 통합적 스마트 그린인프라 전략 수립에는 미치지 못하였다.

이에 본 연구는 스마트도시법상에서 제시한 8대 스마트도시서비스 분야(행정, 교통, 보건·의료·복지, 환경·에너지·수자원, 방범·방재, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠)를 포괄적으로 고려하여, 각 분야의 스마트 기술이 그린인프라의 공간 구조 속에서 어떻게 통합될 수 있는가를 체계적으로 분석하고자 한다. 이를 통해 분야별로 분산된 스마트 솔루션들을 도시공간 기반으로 연계·통합함으로써, 도시 지속가능성을 극대화할 수 있는 종합적 SGI 추진 전략을 도출하는 것이 본 연구의 차별적 의의이다.

특히 본 연구는 그린인프라의 대표적 공간 유형인 도시공원을 실증적 분석 대상지로 설정하여, 탄소중립, 초고령사회, 첨단 모빌리티 등 미래 도시문제 해결을 위한 스마트 공원 모델을 구체적으로 제시한다. 이를 통해 단일 기술의 나열이 아닌, 공간 단위의 통합 솔루션 전략을 정립하고, 향후 지자체의 스마트도시계획, 공원녹지기본계획, 기후위기 적응대책 세부시행 계획 등 법정계획 수립 시 적용 가능한 실증적 모델을 제시하고자 한다.

이와 같은 통합적 접근은 ‘스마트’와 ‘그린’의 복합적 시너지를 극대화함으로써, 도시의 지속가능성·회복력·포용성을 동시에 강화하는 새로운 도시정책으로 기능할 것으로 기대한다.

2) 연구의 목적

본 연구의 목적은 지속가능한 도시 구현을 위한 전략적 수단으로서, 스마트 기술과 그린인프라를 융합한 실효성 있는 ‘스마트 그린인프라(SGI) 정책사업 모델’을 개발하는 데 있다. 이를 위해 연구는 다음과 같은 네 가지 세부 목적을 설정하였다.

첫째, 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, SGI)의 이론적 기반 및 정책적 프레임워크 정립이다. 기후위기, 초고령사회 등 복합적 도시문제에 대응하기 위한 SGI의 개념과 특성을 정의하고, 기존 그린인프라의 한계를 보완하는 정책사업모델의 이론적 토대를 구축한다.

둘째, 현행 스마트도시 정책 및 사업 내 SGI 반영 실태 진단이다. 지자체 스마트도시계획과 정부 정책 공모사업을 분석하여, 현재 그린인프라 관련 서비스의 구현 수준과 한계를 파악하고, 이를 통해 신규 정책사업모델이 지향해야 할 개선 방향을 도출한다.

셋째, SGI 핵심 솔루션 도출 및 적용 우선순위 분석이다. 스마트도시 서비스 분야별 적용 가능한 SGI 솔루션을 유형화하고, 전문가 분석(IPA)을 통해 기술적 성숙도와 정책적 시급성을 고려한 핵심 도입 과제를 선정하여 사업모델 구성을 위한 기초 자료를 마련한다.

넷째, 도시공원 대상 SGI 정책사업모델 설계 및 경제성 분석이다. 도출된 핵심 솔루션을 기반으로 도시공원에 적용 가능한 통합 정책사업모델(프로토타입)을 구체적으로 설계하고, 비용편익(B/C) 분석을 통해 사업의 경제적 타당성과 실현 가능성을 검증한다.

2. 연구의 범위와 방법

1) 연구의 범위

① 시간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 2025~2030년으로 설정하였다. 이는 '2030 국가온실가스 감축목표(NDC)'의 달성 시점과 지자체 기반 스마트 공원 시범사업 추진 일정을 고려한 것이다. 따라서 향후 5년 내 실천 가능한 정책 대안을 도출하는 데 중점을 두었다.

② 공간적 범위

연구의 공간적 범위는 전체 도시지역을 포괄하되 정책 적용 가능성과 실증적 검토를 위해 도시공원을 대표 공간 유형으로 설정하였다. 도시공원은 공공성이 높고, 주민 체감도가 크며, 스마트 기술 적용이 용이하다는 점에서 SGI 정책사업 모델을 설계하기에 적합하다. 특히 본 연구에서는 3기 신도시 생활권 도시공원을 기준으로 정책모형을 구상하고, 향후 기존 도시 및 타 지역으로의 확장 가능성을 고려하였다.

③ 내용적 범위

- 스마트 그린인프라의 개념 및 특성 정립
 - 개념, 범위, 특성, 기존 인프라의 한계 보완 기능 제시
- 스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황 분석
 - 지자체 스마트도시계획에 포함된 SGI 서비스 현황 분석
 - 국토교통부 스마트도시 정책 공모사업에 포함된 SGI 서비스 현황 분석
- 스마트 그린인프라 솔루션 도출 및 정책 우선순위 분석
 - 스마트도시법 기반 8개 서비스 분야 중심으로 솔루션 정리
 - 전문가 설문 기반 IPA 분석 수행
- 스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 경제성 분석
 - 도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계
 - 스마트 공원 정책사업의 경제성 분석

2) 연구의 방법

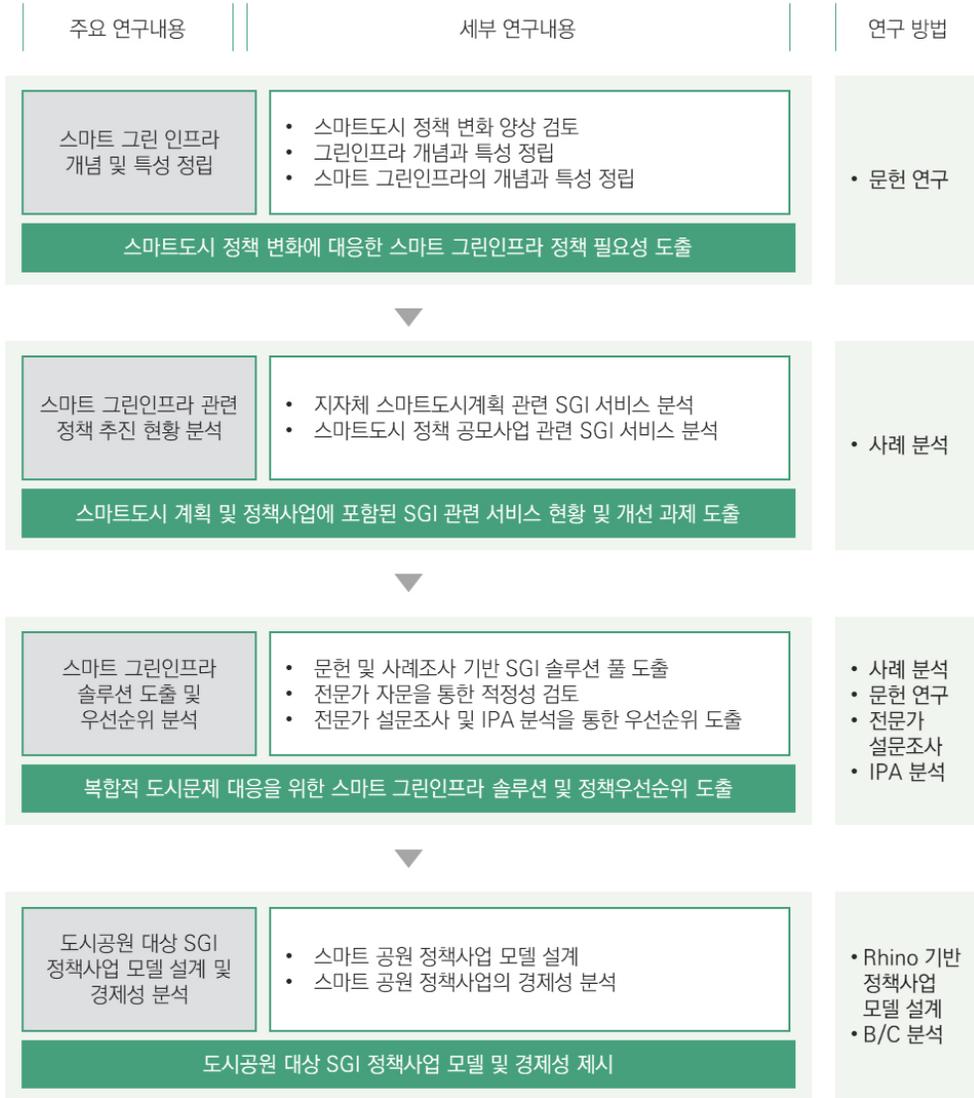
본 연구는 ① 개념 및 이론적 정립 → ② 정책 추진 현황 진단 → ③ 핵심 솔루션 도출 및 우선순위 분석 → ④ 정책사업모델 설계 및 타당성 검증의 4단계 체계에 따라 수행하였다.

첫째, 스마트 그린인프라(SGI)의 이론적 토대와 정책적 프레임워크를 정립하였다. 국내외 문헌 및 선행연구 고찰을 통해 스마트도시 기술과 자연기반해법(Nbs)의 융합 개념으로서 SGI를 정의하고, 기존 그린인프라의 관리적·공간적 한계를 극복하기 위한 핵심 구성요소와 기능적 필요성을 규명하였다.

둘째, SGI 관련 정책 및 사업의 현주소를 진단하였다. 지자체 스마트도시계획과 중앙정부의 스마트도시 공모사업을 전수 조사하여, 현재 적용되고 있는 SGI 관련 서비스 유형과 기술 요소의 반영 실태를 분석하고, 향후 사업모델 개발을 위한 시사점을 도출하였다.

셋째, SGI 핵심 솔루션 인벤토리를 구축하고 정책적 우선순위를 도출하였다. 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률 시행령」 제2조에서 규정한 스마트도시서비스 가운데 8대 서비스 분야를 기준으로 적용 가능한 솔루션과 기술요소를 유형화하였다. 이후 전문가 델파이 조사 및 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석을 실시하여, 기술적 성숙도와 정책적 시급성을 종합적으로 평가하고 우선 도입이 필요한 핵심 솔루션군을 선정하였다.

넷째, 도시공원 대상 SGI 정책사업모델을 설계하고 경제적 타당성을 검증하였다. 3기 신도시 내 근린공원(1만㎡ 규모)을 실증 대상(Test-bed) 프로토타입으로 설정하여, 도출된 핵심 솔루션을 공간적으로 구현한 통합 모델을 설계하였다. 이와 함께 비용편익(B/C) 분석을 통해 해당 사업 모델의 경제성과 정책적 실효성을 객관적으로 검증하였다.



[그림 1-2] 연구 흐름도

출처: 연구진 작성

3. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

기존 연구는 대체로 개별 요소기술이나 단일 공간유형에 집중되었다는 한계가 있다. 이에 비해 본 연구는 종합적 관점에서 스마트 그린인프라의 정책 프레임워크를 구축한다는 점에서 차별성을 가진다.

첫째, 범분야 융합 접근이다. 앞서 언급한 대로 SGI에는 도시계획·조경·환경·ICT 등 여러 영역이 교차하나, 선행연구는 학문 분야별로 단편화되어 있었다. 본 연구는 스마트도시법의 서비스 유형 체계를 활용하여 환경, 안전, 교통, 에너지 등 8대 도시서비스 분야별 SGI 솔루션을 식별하고, 이들을 공간 통합적 전략으로 묶어냈다. 이를 통해 스마트 기술의 도시 적용을 자연기반 해법(NbS) 관점에서 통합하는 새로운 틀을 제시한다는 점에서 차별성을 갖는다.

둘째, 정책 실행 지향 연구라는 점이다. 많은 선행연구가 개념 제안이나 효과 분석에 그친 반면, 본 연구는 중앙·지방정부가 실제 활용할 수 있는 정책사업 모델과 추진 로드맵을 제안한다. 특히 도시공원 분야의 스마트 정책사업 모델을 개발하고, 이를 현실에 적용하기 위한 제도 개선 방안까지 제시함으로써, 연구 성과의 실효성을 높이고 있다.

셋째, 과학적 근거 기반의 우선순위 도출이다. 본 연구에서는 전문가 설문과 IPA 분석을 통해 다수의 SGI 기술·사업 중 효과성과 시급성이 높은 과제를 선별하였다. 이러한 근거기반 의사 결정 방식은 선행연구에서는 찾아보기 어려웠던 것으로, 한정된 자원 하에서 무엇을 먼저 추진해야 할지에 대한 명확한 답을 제시한다.

마지막으로, 국가 정책과의 정합성 측면에서 차별성이 있다. 본 연구는 탄소중립, 디지털 전환, 초고령화 등 국가 어젠다와 연계된 SGI 추진전략을 모색하여 정책적 타이밍과 수요에 부응하고 있다. 요컨대, 본 연구는 기존 지식을 통합하고 발전시켜 스마트 그린인프라의 거시적 전략 틀과 실행 로드맵을 제시함으로써, 선행연구 대비 학술적·실천적 기여도를 확보하고 있다.

[표1-2] 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
선행 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: Smart Urban Management of Green Space • 연구자(년도): Alaa Ababneh (2023) • 연구목적 -스마트 도시 관리와 녹지 공간 간의 관계에 대한 통찰력 제공 -도시 계획자와 관리자가 도시 지역의 삶의 질과 환경 지속가능성을 향상 시키기 위한 실질적 권장 사항 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 기술 서비스가 접목된 도시 녹지 공간 문헌 검토 • ISO 37120 표준(스마트 도시 관리 표준)에 따라 스마트 도시 관리 및 녹지 결정요인 도출 • 스마트 도시 관리 도입으로 개선된 도시 녹지 공간 사례 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 녹지공간에서 스마트도시 관리를 통한 도시 지속가능성 논의 • 에너지 효율성, 물 보존, 생물다양성 등 녹지의 스마트도시 관리를 위한 주요 지표 제시 • 도시 녹지 공간의 품질을 모니터링, 유지 관리 및 개선하는 데 사용되는 기술 및 전략 제시 • 녹지공간의 스마트 도시 관리를 위한 이론적 프레임 워크 발굴 • 스마트 도시 녹지 관리를 위한 통제요소 및 녹지관리 결정 요인 도출
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: Greening Smart Cities: An Investigation of the Integration of Urban Natural Resources and Smart City Technologies for Promoting Environmental Sustainability • 연구자(년도): Hui et al.(2023) • 연구목적: 스마트도시 기술과 도시녹지 공간을 통합하여 환경 지속가능성을 향상시키는 방법을 탐색 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트시티, 지속가능한 도시, 스마트 지속가능한 도시 관련 문헌의 주요 특성을 체계적으로 분류 • 수집된 문헌을 대상으로 설명-분석적(descriptive-analytical) 연구 방법론을 적용하여 주제별 내용분석 수행 	<ul style="list-style-type: none"> • 자연 자원 보호와 지속가능한 스마트 도시의 역할 논의 • 스마트도시 개발을 위한 녹지 공간 활용 전략 및 관리 방안 제시 • 지역별 스마트도시 녹지 공간 데이터 분석 및 활용 비교 • 도시녹지 공간 데이터 활용 사례 분석
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 스마트 그린시티 구현을 위한 스마트 공원 설계-관리 방향 • 연구자(년도): 김용국 외(2020) • 연구목적: 스마트 공원의 설계-관리 방향을 제안하고, 관련 산업 육성을 위한 조경 분야의 대응 방안을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 선행연구 및 문헌 검토 • 스마트공원 조성사례 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 공원 조성 및 관리 과정에서 고려해야 할 세 가지 원칙 설정 • 도시성장단계별 스마트 공원 조성사례 분석 • 스마트 공원의 공간 요소별 설계 및 관리 방향 마련 • 스마트 공원 조성-관리 활성화를 위한 정부·지자체와 조경 분야의 대응 방안 제시
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 스마트 그린인프라 시스템 구축을 통한 도시의 기후 및 환경문제 해결 방안 • 연구자(년도): 박순애 외(2021) • 연구목적: 도시민의 안전하고 행복한 일상, 생태환경의 보전과 복원, 탄소 중립 실현, 사회적 형평성 구현 등 도시의 다기능적 목표를 통합적으로 달성할 수 있는 생활기반 인프라로서의 '그린 인프라 시스템'의 가치를 재조명하고, 그 도입 가능성과 기본 방향을 모색 	<ul style="list-style-type: none"> • 선행연구 및 문헌 검토 • 국내외 사례 분석 • 분야별 전문가 자문 및 워크숍 	<ul style="list-style-type: none"> • 한국형 스마트 그린인프라 시스템 개념 및 도입 기본 방향 설정 • 국내외 스마트 그린인프라 관련 선진 사례분석 및 시사점 도출 • 스마트 그린인프라 시스템 구축 기본 방향 및 환경정보 구축 방향 • 스마트 그린인프라 시스템 구축을 위한 관련 법률 및 제도 정비 방안 • 스마트 그린인프라 관련 녹색 신산업 및 일자리 창출 방안
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: Smart Parks: A Toolkit • 연구자(년도): Lusk Center(2018) • 연구목적: 근린공원에서 접목가능한 스마트 기술을 정리하여, 스마트한 공원 관리·활용 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 및 사례 검토 • 공원관리 전문가 인터뷰 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트서비스 평가를 위한 8가지 가치기준 개발 • 공원 구성 요소별 스마트 공원 서비스 기술 정리 • 기술 혁신과 공원에 대한 잠재적 혜택에 대한 정보 제공

구분	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외 진출 방안 • 연구자(년도): 국토연구원(2021) • 연구목적 <ul style="list-style-type: none"> - 전 세계적 기후변화 대응을 위해 4차 산업혁명 기술을 활용한 도시 전반의 통합 솔루션 제시 - 스마트 도시 구현을 위한 사업 구상과 해외 진출 전략 모색 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌조사 및 기초자료 조사를 통한 현황 파악 • 해외 에코스마트 시티 사례분석 • 생태 및 제로에너지 등 관련 전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> • 인간, 도시, 자원, 모빌리티, 데이터, 거버넌스 분야로 구분하여 총 25개의 기초 사업 구상 • 사업별 모니터링을 위한 KPI 지표 제시 • 아세안 스마트시티 진출 전략 마련
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 스마트 도시 외부 공간 설계에 관한 연구 • 연구자(년도): 전진현(2023) • 연구목적: 도시 외부 공간의 스마트화를 위한 가이드라인 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 선행연구 및 문헌자료 검토를 통한 스마트 도시공원의 개념 정립 • 기존 도시 외부 공간과 차별화된 설계안 도출 • 스마트 외부 공간 설계 전략 모델을 구체적인 설계 사례를 통해 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 4차 산업혁명 시대에 대응하는 바람직한 도시 외부공간의 역할 및 기능 재정립 • 적용 가능한 스마트 기술을 시설물, 녹지, 수공간, 도로 및 포장, 이용자 영역으로 구분하여 체계적 정리 • 도시 외부공간이 스마트 오픈스페이스로 전환되기 위한 설계 방향 제시 • 구리 한강변 도시개발사업을 사례로, 스마트 오픈스페이스 설계 가이드라인을 바탕으로 설계안 도출
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 스마트시티 패러다임 변화 고찰 • 연구자(년도): 박선미 외(2024) • 연구목적: 글로벌 스마트시티 인덱스 및 세계 주요도시의 스마트시티 정책 동향을 조사하여 향후 스마트시티 추진을 위한 방향성 및 시사점을 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌분석을 통한 스마트시티의 개념 및 구성요소 파악 • 글로벌 인덱스 추이 분석 • 해외사례를 통한 스마트시티 변화상 파악 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트도시서비스의 효율성·지속가능성·삶의 질 향상 효과 확인 • 7개 기관 인덱스 분석을 통한 지표 변화 추이 도출 • 포용성, 지속가능성, 연결성, 혁신성 등 글로벌 인덱스 핵심가치의 변화 분석 • 기술 중심 접근을 넘어 인간도시 가치 중심 정책 방향 제시
	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 기후위기 대응 서울시 '그린 뉴딜' 정책 방향과 추진 전략 • 연구자(년도): 유정민 외(2021) • 연구목적 <ul style="list-style-type: none"> - 2020 그린 뉴딜의 원칙과 방향을 설정 - 서울시의 탄소중립·그린뉴딜 목표를 실행하기 위한 구체적 추진방안 제안 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 및 선행연구 고찰 • 해외 및 국내 그린 뉴딜 사례 분석 • 그린 뉴딜의 방향 및 추진방안 제안 	<ul style="list-style-type: none"> • 유럽, 미국 등 해외 그린뉴딜 사례 분석을 통한 시사점 도출 • 2020 그린뉴딜 정책의 방향성 검토 및 지방정부 역할 강화 방안 제시 • 서울시 그린뉴딜의 핵심 과제인 부문별 녹색인프라 전환을 중심으로 정책 개선 방안 제시
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라 정책 추진 방안 연구 • 연구목적: 지속가능한 도시 구현을 위한 전략적 수단으로서, 스마트 기술과 그린인프라를 융합한 정책 추진방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 연구 • 사례 분석 • 전문가 설문조사 및 IPA 분석 • 시나리오 기반 공간 설계 • 경제성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 그린인프라 개념 및 특성 정립 • 스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황 분석 • 스마트 그린인프라 솔루션 도출 및 정책 우선순위 분석 • 스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 경제성 분석

출처: 연구진 작성

제2장

스마트 그린인프라 개념 및 특성

1. 스마트도시 정책의 변화 과정
2. 스마트 그린인프라의 개념 및 특성
3. 소결

1. 스마트도시 정책의 변화 과정

1) 도시 담론의 핵심 화두: ‘스마트도시’와 ‘기후위기 대응’

21세기 도시 담론에서 가장 주목받는 의제는 ‘기술 진화’와 ‘자연과의 공존’이다. 에드워드 글레이저(Edward Glaeser)는 도시를 ‘인류가 발명한 가장 뛰어난 발명품’으로 평가하였으나, 매년 최고치를 경신하는 지구 온난화와 기후 재난의 가속화는 기존 도시 시스템이 더 이상 지속가능하지 않음을 보여주며, 현대 도시는 근본적 전환기에 직면해 있음을 시사한다.¹⁾

세계경제포럼(World Economic Forum)은 2021년, 전 세계 스마트도시 정책을 추진하는 선도 도시 36곳을 분석한 보고서(Governing Smart Cities)를 통해 도시가 전 세계 에너지 소비의 약 75%, 온실가스 배출량의 약 70%를 차지함을 지적하였다. 이는 단순한 도시 성장 관리가 아닌, 도시의 에너지 전환이 지속가능한 기후경제 목표 달성의 필수 조건임을 의미한다. 즉, 스마트도시는 기술 혁신의 수단을 넘어 기후위기 대응의 핵심 전략 플랫폼으로 전환되고 있는 것이다(OECD, 2020).

이와 함께, 디지털 기술의 급속한 발전과 상용화는 스마트도시 담론의 확산을 전인하고 있다. 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 디지털 트윈(Digital Twin) 등 첨단 기술은 에너지 효율 향상, 인구환경·사회문제 대응 등 복합 도시문제를 해결하기 위한 도시혁신의 기반 인프라로 자리매김하였다. 특히, 데이터 기반의 예측분석 기술은 도시의 기후탄력성 확보와 자원순환형 도시 구조 구축의 핵심 수단으로 부상하고 있다.

이처럼 스마트도시는 단순한 기술 집적의 결과물이 아니라, 도시의 지속가능성과 인류 생존을 동시에 지탱하는 도시 시스템으로의 진화 전략으로 부각되고 있다. 세계경제포럼이 주도하는 ‘스마트시티 얼라이언스(The Smart City Alliance)’와 같은 국제 협력체를 중심으로 기술-환경-사회-거버넌스의 통합적 접근이 확산되고 있으며, 스마트도시는 ‘첨단기술의 집약 공간’을 넘어 기후위기로부터 인류를 보호하고, 도시 자원의 효율적 관리체계를 갖춘 회복력 있는 도시 생태계로 재정의되고 있다. 결국, 기술 진화와 생태적 회복력의 균형을 이루는 스마트도시가

1) 글레이저, 에드워드. (2016). 『도시의 승라: 도시는 어떻게 인간을 더 풍요롭고, 더 행복하게 만들었나?』 이진원 옮김. 서울: 해냄.

미래 도시정책의 핵심 비전으로 자리하고 있으며, 이는 곧 본 연구의 출발점이자 스마트 그린 인프라 논의의 정책적·제도적 근거를 형성한다.

2) 국내 스마트도시 정책의 진화

■ 유비쿼터스 도시(U-City) 개념의 도입

국내 스마트도시 논의는 1990년대 후반 ICT 기반의 첨단 정보화 기술을 매개로 본격화되었다. 2008년 「유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률」 제정을 계기로 제1차(2009~2013), 제2차(2014~2018) 유비쿼터스 도시 종합계획이 수립되었으며, 'U-City'라는 명칭 아래 도시 인프라에 ICT를 접목하려는 선도적 시도가 추진되었다. 법률 제정 이전에도 용인·원주·화성 등 일부 지자체에서 자체 계획을 수립해 관련 인프라를 확충하였고, 이후 광명·김포·수원 등 13개 도시가 법제화 기간(2008~2012년)에 계획을 마련하였다. 강릉·고양·인천 등 다수 도시도 유시티 개념을 기반으로 한 기본계획을 수립하며 정책적 기반을 확대하였다.

■ 2017년 「스마트도시법」 제정과 정책 전환

2010년대 중반, 스마트폰 보급률은 2012년 성인 기준 52%에서 2017년 93%로 급증하였고, 2024년에는 전체 인구의 95% 이상이 스마트폰을 사용하는 수준에 이르렀다(한국갤럽조사연구소, 2018). 이러한 디지털 기술 확산과 4차 산업혁명 기반 빅데이터·네트워크 인공지능의 발전은 도시 정책 패러다임 전환을 촉발하였다.

이에 따라 2017년 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」이 제정(기존 유시티법 개정)되었고, '제3차 스마트도시 종합계획(2019-2023)'이 수립되었다. 동법은 스마트도시를 "도시의 경쟁력과 삶의 질 향상을 위하여 건설 및 정보통신기술 등을 융·복합한 도시기반시설을 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공하는 지속 가능한 도시"로 정의하며, 스마트도시를 정책 대상에서 도시 전략 프레임으로 확장하였다.

■ 스마트도시계획 수립 및 지역 확산

스마트도시법 제정 이후, 지자체 차원의 계획 수립이 본격화되었다. 2017년부터 2025년까지 69개 지자체가 스마트도시계획을 수립하였으며, 일부 지자체는 2차 계획까지 마련해 전략을 고도화하였다(평택, 성남, 인천 등). 이는 국내 스마트도시 정책이 기존 유시티에서 스마트도시로 제도적·전략적 전환을 이룬 사례로 제도 안착과 정책 진화를 동시에 보여준다.

■ 스마트도시 개념 전환: '운영자 중심'에서 '사용자 중심'으로

스마트도시 정책은 개념적 측면에서도 중요한 변화를 겪고 있다. 송용준·강범준(2024)은 1기 유시티 정책이 '운영자 중심', 즉 시스템 주도형 도시 운영에 기반하였다면, 2기 스마트도시 정책은 '사용자 중심'으로 전환되었음을 지적한다. 초기의 스마트도시 개념이 '지원-서비스-센터'에 기반한 중앙 집중형 모델이었다면, 현재는 '스마트미터-플랫폼-모빌리티'로 대표되는 분산형·데이터 기반 사용자 참여 모델로 진화하고 있다. 이에 따라 도시 서비스의 핵심은 상호 작용, 능동적 참여, 맞춤형 서비스 설계로 이동하였다. 이러한 변화는 기술 중심에서 사람 중심으로의 정책 패러다임 전환을 의미하며, 도시정책의 새로운 방향성을 제시한다. 나아가 빅데이터 수집·분석을 기반으로 한 플랫폼형 서비스가 중시되고, 지역의 다양한 이해관계자를 주체화하는 거버넌스 구조가 핵심 모델로 부상하고 있다.

■ 스마트도시 분야의 AI 시티 정책 강화

2022년 11월 OpenAI의 ChatGPT 출시 이후, 인공지능 기술은 기존 4차혁명 담론을 인공 일반지능(AGI, Artificial General Intelligence) 중심으로 재편하였다. 스마트도시 영역에서도 그간 빅데이터, 클라우드, IoT, 디지털트윈, 데이터 허브 등 개별적으로 추진되던 기술과 서비스가 AI를 매개로 통합·자율화되는 '도시 인공지능(Urban AI)' 혹은 AI 시티(AI City)로 빠르게 전환되고 있다.

제21대 정부 또한 「국정운영 5개년 계획(안)」을 통해 국가 AI 전략을 핵심 국정과제로 설정하고, 'AI 기반 사회로의 전환'을 가속화하기 위한 정책 방향을 제시하였다. 해당 계획은 AI 인프라 확충 및 데이터 개방 확대, 스마트시티와 디지털플랫폼의 유기적 연계, 산업·교육·교통·에너지·환경 등 도시 전반의 AI 융합, 국민 체감형 AI 서비스 확대를 주요 추진축으로 하고 있다.²⁾ 이를 통해 AI 시티는 단순한 기술 실험을 넘어 도시 거버넌스 전반의 혁신 모델로 자리매김하고 있다.

AI 시티의 핵심은 자율주행, 로봇, City Brain(중앙 데이터 센터) 등 인공지능 기반 시스템을 도시 인프라 전반에 대규모로 구현하여 도시문제의 예측·대응 능력을 강화하고, 공공서비스를 개인화하며, 도시 이해관계자를 연결하는 데이터 기반 거버넌스 체계를 구축하는 데 있다. 이러한 전환은 인프라 구축·운영·관리의 자율화, 기후재난·사회문제의 사전 예방, 시민 맞춤형 서비스 제공을 가능하게 하며, 정부가 추진하는 AI 기본사회와도 직접적으로 연계된다.

궁극적으로 AI 시티는 도시의 생산성을 높이고, 공간구조와 중심지 체계를 재편하며, 직업·직능 체계의 변화를 촉발할 것으로 전망된다. 나아가 「국정운영 5개년 계획(안)」에서 강조하는 바와 같이, 다양성과 포용성을 구현하는 지속가능한 AI 사회 모델로 진화함으로써, 미래 도시 담론의 핵심 전략으로 자리매김할 것이다.

2) 국정기획위원회(2025) 이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)

[표 2-1] 스마트도시 단계별 발전방향

구분	U-City(정보통신기술)	스마트도시(4차 산업혁명)	AI시티(AI 기술)
법률	· 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률(2008.9.)」	· 「스마트도시 조성 및 산업 진흥 등에 관한 법률(2017.11)」	· 스마트도시법 개정 · 관련 지침 신설
목적	· 건설+정보통신 산업 융합 · (주체) 국토부, LH 주도 · (대상) 신도시	· 데이터 기반 도시 운영 · (주체) 국토부, 과기부, 산자부 등 · (대상) 신도시, 기존 도시	· Urban AI 중심 자율도시 구현 · (주체) 범부처 거버넌스 · (대상) 모든 지자체
수단	· 연결성(Connection) · ICT 인프라(CCTV, 통신망), 도시통합플랫폼 보급	· 자동화(Automation) · 통합플랫폼 중심 기능 연계(솔루션, 데이터허브 구축(광역))	· 자율성(Autonomy) · AI 에이전트 기반 도시인공지능센터, 분야별 AI 기반 공공서비스
데이터 및 인프라	· 폐쇄적 공공데이터(망) · 수직적·수평적 통합 · 폐쇄형 플랫폼	· 개방적 공공데이터 · 양방향 데이터 통합 · 기능별 연계, 공유 플랫폼	· AI 학습데이터 · 온톨로지 데이터 구조 · 민간협력형 AI 클라우드, 냉각, 전력 등
시민 역할	· 정보 수요자(수동적) · 데이터 활용 한계로 민간 솔루션 개발 불가	· 정보 생산자, 수요자(능동적) · 민간 주도 솔루션 개발	· 정보 생산자, 수요자, 감시자(윤리) · AI와 협업 플랫폼(인간, 에이전트 간) · AI Safety(개인정보보호, 윤리규정, 알고리즘 평가 등)

출처: 중소기업기술정보진흥원(2019. p.10); 김미희(2020, <https://www.igloo.co.kr/security-information/도시문제-해결을-위한-핵심-키워드-스마트시티Smart-City>); 이세원 외(2025, p.106)를 참고하여 연구진 작성

3) 스마트도시 정책의 진화와 그린인프라 기반 도시문제 해법의 가능성

스마트도시 담론은 오랫동안 다양한 첨단기술을 활용한 미래형 도시 모델을 생산해왔으나, 최근 인공지능(AI) 기술의 급속한 발전과 함께 새로운 전기를 맞이하고 있다. 스마트도시 정책에서 AI는 단순한 기술 도입을 넘어, 도시의 복합적 문제를 해결하기 위한 집약적이고 능동적인 해법을 모색할 수 있는 기반으로 부상하였다. 그간 추진된 스마트도시 정책사업 추진사례에서 나타난 솔루션들은 주로 부서별·분야별·지역별 과제를 개별적으로 해결하는 수준에 머물렀으며, 광역 차원의 기후위기 대응이나 도시 전반의 공간 통합적 해법-특히 가로 및 공공공간 단위의 통합 관리-에는 한계를 보였다.

이에 반해 AI시티로의 도약은 그간 단편적으로 추진되던 정책과 사업을 통합적이고 연결 지향적인 프로세스로 전환할 수 있는 가능성을 제시한다. 특히 최근 지자체에서 수립하는 스마트도시계획이 ‘서비스 지향성’과 ‘사용자 중심성’을 핵심 가치로 설정하면서, 기후변화 대응과 초고령사회 대비, 세대별·지역별 맞춤형 정책 수립, 고립·외로움 등 같은 정서적·사회적 문제 해결에 능동적으로 대응할 수 있는 기반이 마련되고 있다.

한편, 도시정책에서 기후변화 대응, 인구구조 변화, 사회적 포용성 증진의 중요성이 부각됨에 따라 공원과 녹지와 같은 그린인프라의 전략적 역할이 점차 확대되고 있다. 그러나 스마트도시 정책과 계획에서 그린인프라 관리 영역은 여전히 실질적 데이터 기반 제어와 통합운영시스템의 부재로 인해 정책적 한계가 지적되어 왔다.

스마트 그린인프라 정책의 도입은 이러한 한계를 극복할 수 있는 대안으로, 도시 간 통합형 그린인프라 계획과 자율적·능동적 운영관리 서비스 모델을 가능하게 한다. 이는 맞춤형 플랫폼을 통해 도시공원 및 녹지를 실시간 관리하고, 탄소저감·열환경 개선·생태계서비스 증진을 데이터 기반으로 최적화하는 새로운 정책 프레임을 제공한다.

실증연구 또한 이러한 가능성을 뒷받침한다. Lei, X.(2025)는 스마트 기술을 접목한 '디지털 그린인프라(Digital Oasis)' 도입이 지역 에너지 시스템의 회복력을 약 2.8% 개선한 결과를 보고하였다. 이처럼 스마트 기술과 그린인프라의 융합이 정보 기반 환경 관리 모델을 실질적으로 구현할 수 있음을 보여주는 연구들이 활발히 축적되고 있다. 향후 스마트 그린인프라의 도입 필요성과 정책적 중요성은 더욱 가속화될 전망이다.

2. 스마트 그린인프라의 개념 및 특성

1) 그린인프라의 개념 및 특성

① 도시를 구성하는 주요 기반시설로서의 그린인프라

그린인프라는 도시를 구성하는 기반시설(infrastructure)의 한 유형으로, 자연적·반자연적 요소를 기반으로 다양한 생태계 서비스를 제공하는 공간 체계를 의미한다. 공원, 숲, 하천, 습지, 농경지, 정원, 녹색건축물 등 도시 내외부의 자연 요소가 서로 연결된 네트워크를 형성함으로써, 탄소 저감, 수질 정화, 생물다양성 보전, 시민 휴식, 재해 예방 등 다기능적 역할을 수행한다.

그린인프라 개념의 철학적 기원은 근대 조경의 창시자 프레더릭 로 옴스테드(F.L. Olmsted)로 거슬러 올라간다. 그는 '에메랄드 네크리스(Emerald Necklace)'라는 공원 네트워크 개념을 통해 도시의 공원과 오픈스페이스가 시민에게 건강·여가·휴식을 제공하는 동시에, 자연서식지를 보전하고 생물다양성을 증진해야 함을 강조하였다(Benedict & McMahon, 2001). 이후 1999년 미국 클린턴 행정부 대통령 자문위원회의 지속가능발전 보고서에서 처음으로 '그린 인프라'라는 용어가 공식화되었으며(McMahon & Benedict, 2000), 한계와 정책 영역에서 급속히 확산되었다. 국내에서는 법률적으로 정의된 개념은 아니나, 공원녹지법 등 관련 제도와 국가 연구정책에서 도시환경 조성의 핵심 전략 개념으로 활용되고 있다.

② 그린인프라 개념의 진화와 이론적 확장

그린인프라는 단일 공간 요소가 아니라, 다기능적 네트워크로 이해된다. 초기에는 공원과 녹지축 중심의 조경·환경계획에 기초하였으나, 이후 생태학·도시계획·기후정책 등과 결합하며 범위가 확장되었다. 예를 들어 미국 환경보호청(EPA)의 유역관리, Sandstrom(2002)의 생태 복원, Opdam et al.(2006)의 생물다양성 축 연결 연구 등이 그린인프라 개념 확장의 대표적 사례이다. 최근에는 도시재생, 스마트도시, 녹색건축, 탄소중립 전략 등과도 긴밀히 연계되고 있다(박순애 외, 2021, 재인용).

Benedict & McMahon(2001)은 그린인프라를 다양한 공간 규모에서 복합 기능을 제공하는 생태적 기반시설로 정의하였으며, 이는 미국의 전통 조경 설계와 유럽의 공간계획 전통과도 연결된다. 오늘날 그린인프라는 단순한 조경 요소를 넘어 건강, 기후 회복력, 지속가능한 도시 발전의 핵심 요소로 세계적 개념화가 이루어지고 있다.

공통된 지적되는 핵심 속성은 네트워크(Network), 자연과 인간의 통합(co-existence), 다기능성(Multi-functionality), 지속가능한 회복탄력성(Resilience) 등이다(박순애 외, 2021 재인용).



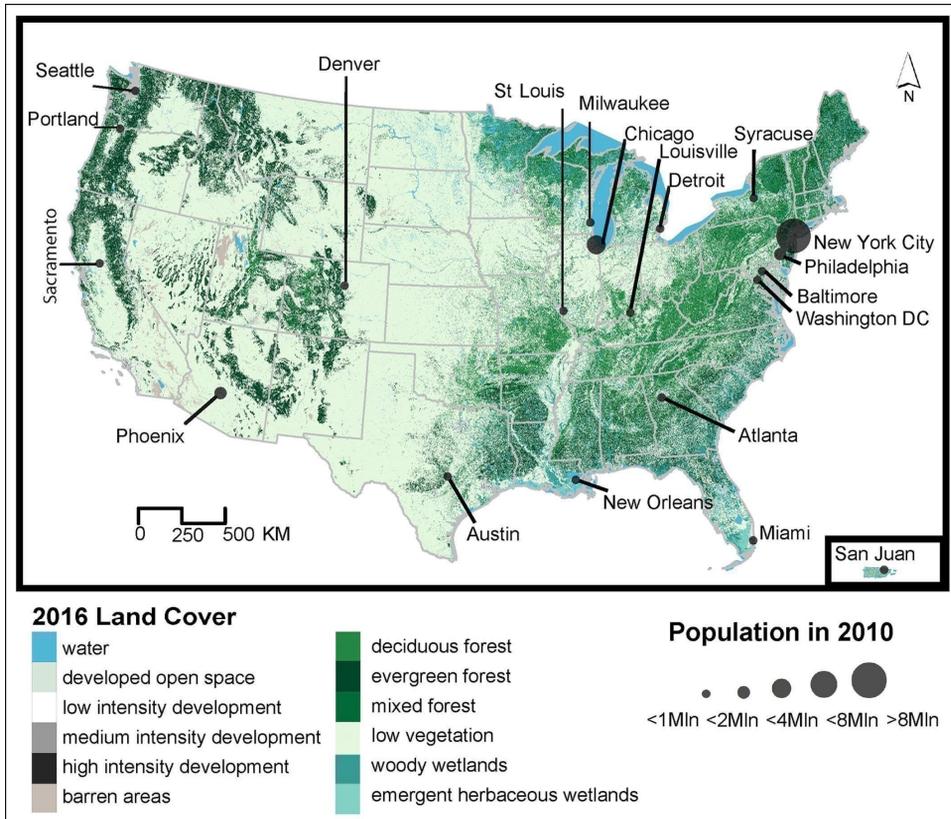
[그림 2-1] 옴스테드의 최초 그린인프라 네트워크 계획 '에메랄드 네크리츠(Emerald Necklace)'

출처: Emerald Necklace Conservancy website(<https://www.emeraldnecklace.org/park-overview/emerald-necklace-map/>)

③ 도시의 녹지 연결성과 네트워크 강화를 위한 그린인프라 정책

도시의 지속가능성을 유지·강화하기 위한 녹지 정책의 핵심은 연결성과 네트워크 강화에 있다. 그러나 오늘날 급속한 도시화와 시장 중심적 개발 정책의 지배 속에서 녹지 네트워크 강화를 위한 그린인프라 정책이 도시 포용적 관점에서 실효성 있게 추진되기에는 여전히 한계가 존재한다.

이러한 문제는 미국 도시에서도 크게 다르지 않다. Grabowski et al.(2022)는 “What is Green Infrastructure?” 연구에서 미국 내 122개 도시계획 문서를 분석한 결과, 여전히 그린인프라를 빗물정원, 배수 시스템 등 소규모 엔지니어링 기반 시설 중심으로 해석하는 경향이 강하다고 지적하였다. 이는 옴스테드가 제시한 통합적 개념이 도시계획에 일관되게 반영되지 못하고 있음을 보여주며, 광역 단위에서의 통합적 그린인프라 확충과 관리의 필요성을 제시한다.



[그림 2-2] 미국 20개 도시계획의 그린인프라 적용 현황과 연계성

출처: Grabowski et al.(2022, p. 154)

④ 자연기반해법(Nature-Based Solution, NbS)의 등장

최근 그린인프라 개념은 녹지 환경 관리에서 나아가 생물다양성 회복과 생태계 복원을 핵심으로 하는 NbS으로 확대되고 있다. EU 집행위원회와 세계자연보전연맹(IUCN)은 2008년 처음으로 NbS라는 용어를 공식 사용하기 시작했으며, 2015년에는 EU Horizon 2020과 Green Deal 정책의 핵심 전략에 포함하면서 전 세계적으로 확산되었다.

NbS에 대한 정의는 기관마다 다소 상이하나, 공통적으로 인류가 아닌 자연(생태계)을 주체로 삼아 사회적 도전과제를 해결하는 패러다임 전환이라는 점을 공유한다.

- IUCN(2016) : 사회적 도전과제를 효과적으로 해결하면서 동시에 인간의 복지와 생물 다양성 이익을 제공하는 행동 3)

3) Cohen-Shacham et al.(2016)

- UNEA-5 / UNEP : 자연 혹은 자연 과정을 활용·모방하여 사회 문제를 해결하는 비용 효율적 접근으로, 생태계와 사회에 부가적 편익을 제공⁴⁾
- 세계은행(World Bank) : 자연 생태계를 보호·관리·복원하는 행동을 통해 기후변화, 건강, 식수안전, 재해위험 감소 등 사회 문제에 적응적으로 대응하면서 인간 복지와 생물다양성 이익을 동시에 제공⁵⁾

NbS는 생태계 시스템과 자연의 회복탄력성을 토대로 기후위기 대응(탄소중립), 생물다양성 회복, 식량·물 관리 등 구체적 사회문제 해결을 목표로 한다. 또한 기술 솔루션과의 융합을 통해 실질적이고 비용 효율적인 해법으로 자리 잡고 있다. 실제로 WRI(World Resource Institute)는 NBS를 활용한 탄소제거 비용을 CO₂ 톤당 약 50달러로 추산하며, 이는 DAC(Direct Air Capture) 플랜트의 250~600달러에 비해 10분의 1이하의 수준으로 경제성이 입증되었다.⁶⁾ IUCN은 NbS 프로젝트 설계·평가를 위한 도구로 Global Standard for NbS를 제시하면서, 대상 적합성, 규모, 경제·사회·환경적 지속가능성, 투명성과 유연한 관리 등을 주요 기준으로 제안하였다. 이러한 접근은 도시계획, 수자원 관리, 기후정책, 생태복원 등 다양한 분야에서 기존 회색 인프라를 보완하거나 대체하는 전략적 수단으로 확산되고 있다.

[표 2-2] 자연기반해법(NbS)의 주요 특징

특징	설명
생태 기반성	• 단순 녹화가 아니라 탄소 흡수, 물 순환, 미기후 조절 등 자연 생태계 고유 기능 활용
다중 편익	• 환경적 혜택과 함께 건강, 여가, 경제활성화 등 사회·문화·경제적 효과 제공
비용 효율성	• 전통적 회색 인프라보다 유지관리 비용이 낮고, 장기적으로 경제적 이익이 큼
회복력·적응력	• 기후 및 환경 변화에 유연하게 대응하며, 장기적 지속가능성 보장
포용성과 거버넌스	• 시민, 지역사회, 이해당사자 참여 중심으로 설계되어 협력적 관리 가능
정책 연계력 강화	• EU의 Green Deal, 세계은행, 유엔 SDGs 등 국제적 정책과도 연결성 보유

출처: IUCN. (2020). IUCN Global Standard for Nature-based Solutions를 참고하여 연구진 재작성

4) Nature-based Solutions Initiative. (2022, <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/news/united-nations-environment-assembly-nature-based-solutions-definition>)

5) World Bank. (2022, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/05/19/what-you-need-to-know-about-nature-based-solutions-to-climate-change>)

6) Thanks Carbon. (2024, <https://thankscarbon.com/blog/%EC%9E%90%EC%97%B0%EA%B8%B0%EB%B0%98%ED%95%B4%EB%B2%95nbs-%EC%83%9D%EB%AC%BC%EB%8B%A4%EC%96%91%EC%84%B1%EC%9D%84-%EB%B3%B4%EC%A0%84%ED%95%98%EB%8A%94-%EA%B0%80%EC%9E%A5-%EC%9E%90%EC%97%B0%EC%8A%A4/>)

⑤ 전통적인 그린인프라 유형과 자원

국내외 주요 문헌에서는 도시 내 그린인프라를 도시지역(Urban Area)-준자연지역(Semi-Natural Area)-자연지역(Natural Area)으로 구분하며, 도시숲, 정원, 옥상녹화, 가로수, 농업지 등 다양한 자산을 포함하는 광범위한 범주로 정의한다. 이러한 구분은 도시 내외부에서 그린인프라가 수행하는 생태·환경적 기능을 유형별로 체계화하기 위한 것이다.

[표 2-3] 그린인프라 물리적 공간 구성 요소

구분	도시지역 (urban area)	준자연지역 (semi nature area)	자연지역 (natural area)
	인위적으로 조성된 도시 내 공원 녹지 등 주요 도시 내에 위치하는 그린인프라	인간의 인위적 행위에 의해 조성 되었으나, 생태적 역할을 충분히 하는 곳, 주로 도시 주변에 위치 하는 그린인프라	인간의 활동이 거의 없거나 적어 자연성을 간직하고 있는 지역
Benedict and McMahon (2002)	공원, 그린웨이	-	숲, 물길, 습지, 야생동물 서식지 등 자연적 지역
Schilling, Logan (2008)	공원, 운동장, 그린웨이, 도시숲, 정원, 수변, 옥상정원 등	-	수로, 습지, 산림, 그린웨이, 공원, 보전지, 숲, 강가 등
박재철 외 (2012)	공원, 녹지, 그린스트리트, 도시농업, 도시숲, 하천, 건물녹화	(농경지)	-
강정은 외 (2012)	공원, 가로수, 도시농업, 학교 운동장, 묘지, 도시숲, 녹색건축물	목초지	산림, 숲, 습지, 야생동물 서식지, 강, 하천 등
Foster et al. (2011)	공원, 옥상녹화, 벽면녹화, 녹색보행로, 도시숲, 도시 습지, 커뮤니티정원	-	-

출처: 박순애 외(2021, p.15)를 참고하여 연구진 재작성

특히 국내 상황에 적용할 경우, 각 공간 유형에 따라 주요 대상, 관리 주체, 법제도 체계가 상이하게 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 예를 들어 공원녹지는 국토부, 도시숲은 산림청이 관할하며, 하천과 습지는 환경부 및 수자원공사가 담당하는 등 관리 체계가 부처별로 분산되어 있다.

이와 같이 공간 유형별 관리 체계가 다원적으로 운영되고 있다는 점은 향후 스마트 그린인프라(SGI) 정책 추진 과정에서 다부처 협업 기반의 정책 설계 필요성을 시사한다. 즉, SGI는 단순히 기술적 요소의 도입을 넘어, 공간제도·운영 주체 간의 통합적 연계와 거버넌스 구축을 통해서만 효과적으로 구현될 수 있음을 보여준다.

[표 2-4] 그린인프라 공간 유형별 주요 대상 및 관리 주체

구분	주요 대상		관리 주체
자연지역	산림	국립공원	환경부
		국유림	산림청
		공유림 등	지자체
	유역	하천	환경부
		댐, 저수지	수자원공사
	생태통로 및 코리더		환경부
준자연지역	농림지역		농림부
도시지역	공원녹지		국토교통부
	보행로	가로수	산림청
		보행자길, 자전거도로	행정안전부, 국토교통부
	도시숲, 생활숲, 학교숲		산림청
	수목원, 정원		산림청
	도시농업		국토교통부, 농림부
	건축물 녹지	대지의 조경, 공개공지, 공공공지, 녹색건축물	국토교통부
		저영향개발시설 등	국토교통부, 환경부
	도시재생		국토교통부
	수자원	도시 하천, 유수지, 습지	환경부, 수자원공사, 지자체 등
수변도시, 수변 연접부 및 완충대		수자원공사	
생태통로 및 코리더		환경부 등	

출처: 박순애 외(2021, p.24)를 참고하여 연구진 재작성

⑥ 환경 변화 대응을 위한 도시 그린인프라의 새로운 과제

도시를 둘러싼 환경 변화는 기존의 그린인프라가 직면한 기능적 한계를 부각시키며, 새로운 대응 패러다임을 요구하고 있다. 기후변화의 가속화로 인한 극한 폭염, 집중호우, 해수면 상승 등 도시 인프라 전반의 안전성과 회복력을 심각하게 위협하고 있다. 특히 도시 열섬 현상으로 인한 온열 피해, 국지성 폭우로 인한 침수와 홍수, 그리고 미세먼지 등 대기오염의 심화는 도시민의 삶의 질을 저하시키는 주요 요인으로 작용하고 있다.

이러한 위기 상황 속에서 공원녹지, 습지 등과 같은 전통적 그린인프라는 단순한 경관 자원이나 여가 공간을 넘어, 기후위기 대응을 위한 자연기반해법(Nature-based Solutions, NbS)의 핵심 요소로 재조명되고 있다. 그린인프라는 폭염 완화, 물순환 회복, 대기질 개선, 생물다양성 증진 등 다차원적 생태·환경적 기능을 수행할 수 있으며, 이는 국가 차원의 기후위기 적응 및 탄소중립 목표 달성에도 긴밀히 연계된다.

또한 사회문화적 여건 변화 역시 그린인프라의 역할 확대를 요구하고 있다. 삶의 질과 건강에 대한 관심 증대는 도시민들의 쾌적하고 안전한 녹색 공간에 대한 수요를 강화하였으며, 팬데믹은

도시 녹지의 정신적·신체적 건강 증진 효과를 재인식하는 계기가 되었다. 이와 함께 4차 산업 혁명의 진전은 도시관리 전반에서 디지털 전환을 촉진하며, 조경·환경 분야에도 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 첨단 모빌리티 등 스마트 기술의 도입을 사회적 요구이자 정부의 정책적 과제로 부상시켰다.

결국, 기후위기·도시화·기술발전이라는 복합적 환경 변화 속에서 기존 그린인프라는 단순한 생태적 기반을 넘어, 회복탄력성과 융합성을 갖춘 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, SGI)로의 진화를 요구받고 있다. SGI는 생태적 가치와 더불어 디지털 기술을 접목하여 효율적 관리·운영을 가능하게 하는 차세대 도시 인프라로, 지속가능한 도시 전환을 위한 전략적 자원으로 자리매김하고 있다.

⑦ 기존 그린인프라 시스템의 주요 한계

도시 환경의 급격한 변화 속에서 기존 그린인프라는 여러 구조적 한계를 드러내고 있으며, 이는 기후위기 대응과 지속가능성 확보에 있어 중대한 과제로 부상하고 있다. 주요 한계는 다음과 같다.

첫째, 도시화로 인한 공간적 제약이다. 인구밀도가 높은 대도시에서는 과밀한 토지이용으로 인해 신규 공원이나 대규모 숲을 조성할 수 있는 여지가 극히 제한적이다. 이에 따라 옥상녹화, 벽면녹화, 자투리 공간을 활용한 녹화 등 인공구조물 기반의 대체적 수단이 주로 활용되고 있다. 그러나 도시 전반의 녹지 네트워크가 충분히 확보되지 않는다면, 그린인프라가 제공하는 기후조절 및 생태계 서비스 기능은 구조적으로 한계에 부딪힐 수밖에 없다.

둘째, 전통적 관리 체계의 비효율성과 대응성 부족이다. 현행 그린인프라 관리 방식은 인력 중심의 정기 점검과 유지관리에 의존하고 있어, 기후위기의 불확실성과 즉각적 위협에 대응하는 데 취약하다. 예를 들어, 폭우 시 빗물정원의 범람 위험을 실시간으로 감지하거나, 가뭄 시 가로수 토양의 수분 부족을 즉각적으로 확인하여 관수를 시행하는 능동적 관리가 어렵다. 또한 그린인프라의 환경개선 효과를 과학적으로 계량화·모니터링하기 어렵기 때문에 정책 결정 과정에서 그 가치가 과소평가되거나 관리 우선순위에서 후순위로 밀려나는 문제가 발생한다. 이는 기후변화 적응력을 약화시키는 요인으로 작용한다.

셋째, 부처 및 분야 간 통합적 계획 부재이다. 그린인프라는 도시계획, 수자원 관리, 환경보전 등 다양한 부문과 교차적으로 연계되어 있으나, 전통적으로 도로·배수시설 등 회색인프라에 비해 정책적 우선순위가 낮게 설정되어 왔다. 이로 인해 녹지·물순환·에너지 등 핵심 요소들이 부문별로 분절적으로 관리되며, 도시 차원에서의 종합적 네트워크 효과를 달성하지 못하는 한계가 존재한다. 예를 들어 빗물관리, 공원계획, 생태축 조성이 각각 독립적으로 추진될 경우, 시너지 효과 보다는 부분 최적화에 머물 가능성이 크다. 따라서 부처 간 협업과 데이터·계획의 연계를 통한 통합플랫폼 구축 및 거버넌스 체계 확립이 필요하다.

결국, 기존 그린인프라의 공간적·관리적·제도적 한계를 극복하기 위해서는 새로운 접근이 필요하며, 이를 보완할 해법으로 SGI가 주목받고 있다. 스마트 기술과 데이터 기반 관리체계의 결합은 그린인프라의 다기능성을 극대화하고, 기후변화로 심화되는 도시 환경문제 해결을 위한 실질적 대안으로 부상하고 있다.

2) 스마트 그린인프라의 개념 및 특성

① 스마트 그린인프라 개념 정의

스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI)는 기존 그린인프라에 첨단 기술을 융합하여 도시의 지속가능성과 회복력을 고도화한 복합형 도시기반시설을 의미한다. 즉 SGI는 자연생태계의 순기능을 바탕으로 도시의 환경·사회·경제적 기능을 강화하되, 정보통신기술(ICT)과 인공지능(AI) 등 스마트 기술을 결합하여 데이터 기반의 예측·관리·운영이 가능한 통합형 인프라 체계를 지향한다.

4차 산업혁명 시대의 기술 진화는 그린인프라의 적용 범위를 급속히 확장시키고 있다. 정보통신기술(ICT), 사물인터넷(IoT), 센서 네트워크, 인공지능(AI), 빅데이터, 디지털트윈(Digital Twin), 재료공학, 환경·에너지 기술, 바이오 기술, 모빌리티 기술, 그리고 시민참여 플랫폼(Civic Tech) 등 다층적 기술이 결합된 관리·운영 체계는 그린인프라의 실시간 모니터링, 환경 데이터의 축적·분석, 예측 기반 유지관리, 시민 참여형 의사결정 등을 가능하게 하고 있다. 이러한 기술의 통합은 도시의 사회경제 및 환경적 지속가능성을 종합적으로 향상시키는 핵심 수단으로 작용한다.

특히 ICT 및 AI 기반의 스마트 기술은 도시의 기후변화 대응력과 탄소중립 실현 역량을 제고하고, 물·에너지·생태계 서비스의 효율적 관리와 도시 생활환경의 질 향상에 기여한다. 이는 단순한 기술혁신이 아니라, 도시의 환경적 회복력과 사회적 포용성을 강화하는 도시 시스템의 구조적 전환을 의미한다.

따라서 SGI는 “기후위기 대응, 탄소중립 실현, 주민 삶의 질 향상, 그리고 도시의 경제적 효율성을 통합적으로 달성하기 위해 자연적 요소와 데이터 기반의 스마트 운영체계를 융합하여 설계된 사회기반시설”로 정의할 수 있다. 즉, SGI는 도시의 생태적 기반(Green)과 기술적 인프라(Smart)가 상호보완적으로 작동하여 도시와 지역의 생태계서비스를 극대화하고, 지속가능하고 회복력 있는 도시 구현을 위한 혁신적 도시인프라 패러다임이라 할 수 있다.

[표 2-5] 스마트 그린인프라 개념 관련 선행연구

선행 연구	개념 및 정의
<ul style="list-style-type: none"> 스마트 그린인프라 시스템 구축을 통한 도시의 기후 및 환경 문제 해결 방안 연구(박순애 외, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 그린인프라 개념을 “ICT, 센서, 빅데이터 등의 신기술을 접목하여, 전략적으로 계획하고 네트워크 한 다기능의 녹색 오픈스페이스 시스템”으로 정의 SGI는 다양한 센서와 디바이스를 이용하고 계속하여 실시간 데이터를 수집하고 정보 통신을 이용한 플랫폼 기반으로 데이터를 통합·가공하여 사용자에게 제공함으로써 상호연결성 구축 데이터에 기반하여 효율적이고 최적화된 의사결정 및 거버넌스 참여 지원 궁극적으로 기후변화 대응, 생물종다양성 보전, 삶의 질 향상, 사회적 형평성 구현, 사회적 자본의 형성, 회복탄력성, 장소성 보존 등의 목표 달성을 위한 다양한 정보를 실시간으로 구축하고 제공함으로써 가장 효율적이고 최적화된 의사결정, 설계 및 계획, 시공, 유지관리 및 시민참여 지원
<ul style="list-style-type: none"> Potential advantages in combining smart and green infrastructure over silo approaches for future cities(Kaluarachchi, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 그린인프라 개념을 “도시 및 환경 문제를 해결하는 데 도움이 되는 녹색 및 자연 기반 기능과 스마트 기술 및 IT 시스템의 조합”으로 정의 SGI 구성요소는 온실가스 감축, 운송 자산 개선, 홍수 및 도시 열섬 저감, 도시 미관 및 도시인구 복지 향상에 기여
<ul style="list-style-type: none"> Smart urban management of green space(Ababneh, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 도시 녹지 공간(Smart Urban Green Spaces)의 개념을 “사물인터넷(IoT), 센서 네트워크 및 데이터 분석을 포함한 첨단 기술을 통합하여 자원 효율성을 최적화하고 유지관리 및 운영을 강화하는 녹지 공간”으로 정의 기술 및 혁신적 디자인을 사용하여 시각적으로 아름다운 녹색 공간을 개발하는 동시에 환경적으로 유리하고 사회적으로 포용적인 공간 조성 지향
<ul style="list-style-type: none"> Greening smart cities: An investigation of the integration of urban natural resources and smart city technologies for promoting environmental sustainability(Hui et al, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 녹지 공간(Smart Green Spaces)은 “스마트 시스템(센서 등)을 활용하여 관계 및 인공 조명을 효과적으로 관리하고, 자원 사용을 최적화하는 녹지 공간”을 의미 이러한 스마트 녹지 공간은 도시의 지속가능성을 강화하기 위해 스마트도시 기술과 도시 자연자원의 통합을 조사하는 연구의 핵심
<ul style="list-style-type: none"> Smart Parks and Green Spaces: Pioneering Urban Greenery Through Technology(Bhoda, 2024) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 파크 및 녹지 공간(Smart Parks and Green Spaces)는 “정보통신기술(ICT)을 활용하여 환경 관리 및 방문객 경험을 향상시키는 혁신적인 도시지역” 이러한 공원녹지는 단순 녹지 공간이 아니라 센서, IoT 장치 및 고급 데이터 분석과 통합되어 지속 가능한, 상호 작용적이며 적응성 있는 도시 환경 조성
<ul style="list-style-type: none"> 스마트 그린시티 구현을 위한 스마트 공원 설계·관리 방향(김용국 외, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 공원의 개념을 “디지털·환경·재료 기술 등을 활용하여 시민들의 안전하고 쾌적한 공원 이용과 관리·운영의 효율 개선을 지원하여, 도시 및 지역사회의 사회경제 및 환경적 지속가능성 확보에 기여하는 공원”으로 정의 스마트 공원의 세 가지 원칙 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 1) 공원의 본질적 가치인 휴식, 산책, 놀이, 스포츠, 사회적 교류, 문화예술 체험, 생태 교육 등을 개선하는 방향으로 조성 및 관리 필요 - 2) 코로나 등의 사회적 재난, 폭염과 미세먼지 등의 환경 문제, 비만과 정신질환 등 사회적 문제 등 포괄적인 도시문제 해결을 위한 혁신적 기능 향상 추구 필요 - 3) 설계 및 조성, 관리 과정에 기술 요소 접목 필요, 빅데이터 분석 등 검증된 근거 기반 설계, 가상 현실과 접목한 디자인과 조성
<ul style="list-style-type: none"> SMART Parks: A Toolkit(Luskin Center, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 공원(Smart Park)의 개념을 “기술(환경, 디지털 및 재료)을 사용하여 공평한 접근, 커뮤니티 적합성, 건강 증진, 안전, 회복탄력성, 물과 에너지 효율성, 그리고 효과적인 운영 및 유지보수 등의 가치를 달성하는 공원”으로 정의
<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 대응 IoT 응용 인공지능 모델링을 통한 스마트공원 구현 (권태경, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> 스마트공원의 개념을 “환경 관련 디지털 첨단기술을 사용하여 일련의 가치를 달성하는 공원”으로 정의 스마트 공원의 목적은 기존의 도시공원에 ICT 등을 접목하여, 효과적인 운영·유지를 도모하고 환경 개선을 통한 사용자의 편의를 증진하는 것

출처: 연구진 작성

② 스마트 그린인프라의 특성

SGI는 기존 그린인프라가 지닌 구조적 한계를 보완하고, 도시의 환경·사회·경제적 지속가능성을 강화하기 위해 도입된 차세대 도시 인프라 체계이다. SGI의 주요 특성은 다음 세 가지 측면에서 도출된다. 첫째, 공간 효율성 및 성능 증강 기능이다. 기존의 도시녹지는 물리적 공간 부족과 유지관리의 한계로 인해 그린인프라의 효과를 충분히 발휘하기 어려웠다. 그러나 SGI는 첨단 기술을 활용하여 제한된 녹지공간의 기능을 극대화함으로써, 실질적으로 면적 확대와 유사한 환경적 성과를 창출한다. 기술적 성능 증강은 도시 고밀화로 인한 녹지 한계를 보완하고, 최소 공간으로 최대의 환경효과를 실현하는 고효율형 생태 인프라 구현을 가능하게 한다.

둘째, 적응형 관리 및 회복탄력성 강화이다. SGI는 관리·운영 측면에서도 기존의 인력 중심 관리체계에서 벗어나 IoT 센서망, 자동화 제어시스템, AI 기반 예측모델 등을 활용하여 24시간 대응이 가능한 적응형 관리체계를 구축한다. 이를 통해 폭염, 폭우, 한파 등 극한기후 상황에서도 녹지와 수공간의 기능이 안정적으로 유지된다. 나아가 SGI는 단순한 기술적 대응을 넘어 계획-설계-시공-운영-유지관리-성과평가 등 그린인프라 전 주기 단계에서 지속가능한 관리체계의 혁신을 유도한다. 이를 통해 SGI는 기후위기 대응과 도시 회복탄력성 강화를 위한 통합적 해법으로 작동하며, 향후 도시 인프라 정책의 핵심 전략축으로 기능할 수 있다.

셋째, 가시화 및 인식 제고 효과이다. SGI는 기술 기반의 데이터 시각화를 통해 그린인프라의 환경적 성능을 정량적으로 제시할 수 있다는 점에서 기존 인프라와 구분된다. 예를 들어, 공원 내 센서 데이터를 기반으로 탄소흡수량, 온도 저감률, 미세먼지 저감효과 등을 실시간으로 모니터링·표출함으로써 시민과 정책의사결정자가 그린인프라의 공공적 가치와 성과를 체감할 수 있게 된다. 이러한 가시화는 단순한 정보 제공을 넘어, 도시민의 환경 인식 향상과 정책결정자의 투자 정당성 확보로 이어지며, 녹지 확충과 스마트 관리체계의 지속적 확산을 유도하는 긍정적 정책 피드백을 형성한다.

[표 2-6] 기존 그린인프라의 한계와 스마트 그린인프라의 보완 기능

구분	그린인프라	스마트 그린인프라
공간적 제약	<ul style="list-style-type: none"> 도시화로 인한 공원·숲 조성 부지 부족 자투리땅, 옥상녹화 등 제한적 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 기술 기반 성능 증강 제한된 녹지에서도 미세먼지 저감, 온도조절 효과 극대화로 '실질 녹지면적' 확대 효과
관리 효율성 부족	<ul style="list-style-type: none"> 인력 중심의 정기 점검 체계 실시간 대응 및 성능 최적화 어려움 정책 판단 위한 효과 모니터링 한계 	<ul style="list-style-type: none"> 센서망, 자동화 기반 24시간 대응체계 토양 수분, 홍수 위험 등 실시간 감지 및 자동 대응 데이터를 통한 효과 가시화로 정책 판단 자료 제공
제도 및 거버넌스 한계	<ul style="list-style-type: none"> 회색인프라 대비 우선순위 낮음 분야별 분절적 관리로 네트워크 효과 저해 통합 전략 계획 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 녹지·물순환·에너지 등의 데이터 연계 플랫폼 구축 부처 간 협업을 통한 통합 거버넌스 기반 마련 ESG/SDGs 기반 데이터로 행정-민간-시민의 의사결정 참여 유도

구분	그린인프라	스마트 그린인프라
기후 적응력 부족	<ul style="list-style-type: none"> 극한 기후에 대한 탄력적 대응 어려움 폭우, 가뭄, 폭염 등에 대한 선제적 조치 한계 	<ul style="list-style-type: none"> 적응형 물관리(센서 기반 배수저류 등) 폭염 예보 시 자동 물분무 시스템 작동 탄력적 도시 인프라로 기능 유지
정책사회적 인식 저하	<ul style="list-style-type: none"> 효과의 계량화 부족으로 정책 우선순위 후순위 시민 체감도 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 데이터로 성능 가시화 정책입안자 및 시민의 인식 제고 녹지 투자에 대한 정당성 및 긍정적 피드백 형성

출처: 연구진 작성

결국 SGI는 단순히 스마트 기술을 도입한 녹지 관리체계를 넘어, 공간 효율성 강화, 적응형 관리체계 구축, 정량적 성과 가시화를 통해 도시의 지속가능성과 회복탄력성을 동시에 높이는 통합형 도시 인프라 모델이라 할 수 있다. 이는 도시의 기후위기 대응, 탄소중립 실현, 시민복지 향상이라는 다차원적 목표를 구체적 기술 시스템과 관리체계를 통해 실현하는 미래형 도시 인프라 전략의 중심축이 된다.

[표 2-7] 공간 조성 및 서비스 전달과정에서의 그린인프라와 스마트 그린인프라 비교

단계	그린인프라	스마트 그린인프라
정책의사결정	<ul style="list-style-type: none"> 부처 간 통합 전략 부재와 개념 혼선으로 인해 국가 차원의 일관된 GI 정책이 미흡 전통적 관행에 의존한 의사결정, 과학적 데이터 부족 시민 참여나 지역 수요 반영도 체계적으로 이루어지지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> 범부처 통합전략 수립 및 공유 데이터 기반의 협업 의사결정 체계 확립 디지털 정책 시뮬레이션, AI 기반 도시회복력 평가 등으로 과학적·예측적 정책 설계 가능. 주민 참여형 마스터플랜 수립으로 정책 수요자 중심 전환
계획	<ul style="list-style-type: none"> 도시 녹지 현황과 환경 특성을 평가할 정밀 데이터와 통합관리 체계 부족 시민 및 이해관계자 의견 반영 미흡 토지확보 및 부처 간 조율의 한계로 사업 지연 사례 다수 	<ul style="list-style-type: none"> IoT 센서망 기반 실시간 환경 데이터 수집 및 공간분석 체계 강화 디지털트윈, BIM, AI 분석을 통한 시뮬레이션 기반 계획수립 시민 참여형 플랫폼을 활용한 계획 수요 반영과 현장 체감도 제고
설계	<ul style="list-style-type: none"> 성능 예측 부재로 정량적 효과 평가 곤란, 스마트 요소 사후 반영의 비효율성 전문 분야 간 협업 한계 및 디지털 설계도구 활용 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털트윈·CFD 등 성능 시뮬레이션을 활용한 설계안 검증 AI 설계보조 및 BIM·GIS 통합설계 도입으로 정밀성과 연계성 강화 사물인터넷 인프라를 사전 반영하고, 협업 플랫폼으로 통합 설계환경 구축
시공	<ul style="list-style-type: none"> 공정 간 조율 미흡, 기술 대응 역량 부족, 실시간 모니터링 부재로 품질 저하 위험 스마트 기술에 대한 현장 이해도 부족으로 시공 오류 발생 사례 존재 	<ul style="list-style-type: none"> IoT·드론·위성 기반 공정 및 환경 모니터링 강화 스마트 건설관리 시스템(4D BIM 등) 도입으로 공정 간섭 최소화 디지털 기록 및 전문 인력 교육을 통해 품질관리 고도화
유지관리	<ul style="list-style-type: none"> 인력 중심 주기적 관리의 한계, 상태 모니터링 및 통합관리 부재 시민 피드백 반영 부족으로 현장 개선 지연 및 만족도 저하 	<ul style="list-style-type: none"> 센서망 기반 실시간 상태 감지 및 AI 예측 정비 체계 구축 도시 단위 통합 유지관리 플랫폼 운영으로 자산 관리 일원화 시민참여형 앱·신고체계 도입 및 데이터 기반 성과 평가·환류 체계 마련
운영	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 운영 제어 미흡, 서비스 계량화 부족, 전문인력 부재로 인한 한계 시설은 있지만 활용·운영 전략 미흡으로 가치 실현 미진 	<ul style="list-style-type: none"> 자동화 원격제어 기반 능동적 운영 및 실시간 운영 대비보도 도입 AR/QR 기반 체험형 교육 콘텐츠와 시민 참여형 정보 공개로 인식 제고 운영 성과의 데이터 계량화와 전담조직·인력 기반의 체계적 운영체제 구축

출처: 연구진 작성

최근 기후변화 대응과 도시환경 악화에 대한 대응정책이 전국 지자체 단위로 확산되면서, 탄소중립 실현과 온실가스 감축이라는 국가 목표와 맞물려 그린인프라의 가치가 재조명되고 있다. 그린인프라는 도시의 생태환경적 기반이자 기후위기 대응의 핵심 수단으로 인식되고 있으나, 기존 정책은 대체로 녹지 면적의 양적 확충이나 단편적 기술 도입에 집중되어 그린인프라가 지닌 다기능성과 사회적 파급효과를 충분히 실현하지 못한 한계를 보였다.

이에 따라 향후 정책은 단순한 녹지 조성 사업을 넘어, 그린인프라의 본질적 기능과 가치를 재정립하고, 이를 스마트 기술과 융합하는 방향으로 전환이 필요하다. 본 연구에서 제안하는 SGI는 기존 그린인프라와 그린시티 모델의 공간적·기술적·관리적 한계를 극복하는 통합적 솔루션으로 기능한다. 특히 IoT, AI, 디지털트윈 등 4차 산업혁명 기반의 디지털 기술을 접목함으로써, SGI는 단순한 물리적 기반시설을 넘어 도시의 지속가능성과 회복탄력성을 동시에 확보하는 핵심 인프라로 진화할 수 있다.

결국 SGI 정책은 기존의 회색인프라 중심의 기술투자에서 벗어나, 도시의 생태자산·공간자원·시민참여를 통합하는 사용자 기반 전략으로 확장되어야 한다. 스마트도시가 사용자 중심의 데이터 기반 맞춤형 플랫폼으로 진화하듯, SGI 또한 단순히 자동화된 녹지 관리 시스템이 아닌, 생활환경의 질을 개선하고 시민과 상호작용하는 ‘서비스형 생태 인프라(Service-oriented Ecological Infrastructure)’로 발전해야 한다.

[표 2-8] 스마트 그린인프라의 핵심 기능 및 정책적 필요성

구분	주요 내용
도시 지속가능성 실현을 위한 기능 통합	• 기후대응, 탄소저감, 에너지 순환, 생태 연결, 미세먼지 저감 등 도시 전반의 사회·경제·환경 문제 해결 수단으로 그린인프라의 전략적 활용 필요
사회적 포용성과 건강성 향상	• 초고령 사회 진입에 따른 보건·복지 수요 증가에 대응하기 위한 공공녹지의 건강 지원 기능, 여가·치유 공간으로서의 활용 가치 확대
기후·환경 재난 대응 능력 강화	• 도심 폭염, 집중호우, 미세먼지 등 복합기후 재난에 대응하는 자연기반 방재인프라로의 역할 강화 (침투녹지, 빗물정원, 쿨링파크 등)
지역소멸 및 인구감소 대응	• 녹색 일자리 창출, 정원도시 전략 등 지역 기반 그린인프라 프로젝트를 통해 지방 도시의 공간 재생 및 인구 유지에 기여
기술 융합을 통한 성능 향상 및 정책 정당성 확보	• 센서 기반 모니터링, 빅데이터 기반 계획 수립, AI 기반 유지관리 자동화 등 스마트 기술 도입을 통해 그린인프라의 정량적 성과 가시화 및 예산 투자 정당성 확보

출처: 연구진 작성

③ 스마트 그린인프라 구성 요소

SGI는 기존의 자연 기반 인프라에 첨단 디지털 기술을 융합하여 도시의 기후탄력성, 생태 건강성, 그리고 관리 효율성을 향상시키는 통합형 도시 인프라 체계이다. SGI는 단순한 기술 적용이 아닌, 자연·기술·데이터 관리체계의 유기적 통합을 통해 도시의 지속가능성을 실현하는 플랫폼형 인프라로 정의될 수 있다. 이를 구현하기 위한 핵심 구성요소는 다음의 세 가지로 구분된다.

- 자연기반해법에 기반한 공간 요소

SGI의 공간적 기반은 자연기반해법(NbS: Nature-based Solutions) 개념을 토대로 구축된다. 도시공원, 녹지축, 옥상녹화, 인공습지, 빗물정원 등 다양한 녹지공간이 이에 해당하며, 이들은 도시 내 생태계서비스(Ecosystem Services)를 확충하는 동시에 기후위기 대응과 생물다양성 증진의 이중 목표를 달성한다. 특히 SGI의 공간 요소는 도시열섬 완화 및 미기후 조절, 미세먼지 및 대기오염 저감, 빗물 관리 및 홍수 대응, 생태 네트워크 강화 등을 포괄하며, 단일 기능에 그치지 않고 다기능적·회복탄력적 도시 생태공간으로 작동한다.

- 디지털 기술 기반의 스마트 솔루션 결합

SGI의 두 번째 핵심 요소는 4차 산업혁명 기술을 접목한 디지털 솔루션이다. IoT(사물인터넷) 기반 센서, GIS(지리정보시스템), 인공지능(AI), 빅데이터 분석, 디지털 트윈(Digital Twin), 자동제어 시스템 등 첨단 기술의 융합을 통해 기존 녹지의 물리적 한계를 보완하고 공간 성능을 정밀하게 제어·관리할 수 있다.

- 실시간 모니터링 및 데이터 기반 의사결정 체계

SGI의 세 번째 구성요소는 데이터 기반의 능동적·예측적 관리체계이다. 이는 단순한 자동화 수준을 넘어, 도시 생태공간의 상태를 실시간으로 진단하고, 이상 징후를 조기에 감지하며, 예측 분석을 통해 유지보수 시점과 운영 전략을 최적화하는 지능형 관리체계를 의미한다.

[표 2-9] 스마트 그린인프라 구성요소

구분	구성요소	비고		
자연 기반 요소	<ul style="list-style-type: none"> • 도시공원, 녹지, 개발제한구역 • 도시숲, 생활숲, 가로수 • 수목원, 정원 • 대지의 조경, 공개공지, 공공공지 • 보행자길 • 자전거도로 • 보전지구, 복원지구, 친수지구 • 친수구역 • 생태통로 	<ul style="list-style-type: none"> • 공원녹지법 • 도시숲법 • 수목원정원법 • 건축법 • 보행안전법 • 자전거법 • 하천법 • 친수구역법 • 야생생물법 		
스마트 솔루션	행정	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템 • Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템 • AI 시뮬레이션 기반 탄소저감·기후적응 전략 수립 시스템 • 디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템 	스마트도시법에 근거한 스마트도시서비스 분야별 스마트 그린 인프라 솔루션	
	교통	<ul style="list-style-type: none"> • SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축 운영 시스템 • SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계 • 수요응답형 모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템 • 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템 • IoT 기반 스마트 공유이동수단·모빌 		
	보건·복지·의료	<ul style="list-style-type: none"> • 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템 • SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템 		
	환경·에너지 수자원	<ul style="list-style-type: none"> • 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템 • 녹지 폐기물의 바이오가스 퇴비화 시스템 • SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템 • SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템 • IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템 • 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링 		
	방재·방범	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 도시홍수 모니터링 시스템 • 스마트 폭염 관리 시스템 • 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템 • 지능형 CCTV 활용 공원 통합 안전관리 시스템 • 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/폴) 		
	시설물 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템 • 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템 • 급수 및 관개 자동화 시스템 • 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템 • 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템 		
	교육	<ul style="list-style-type: none"> • XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스 • 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼 		
	문화·관광·스포츠	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스 		
	운영·관리 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 통합 데이터 대시보드 구축 • 자동화 기반 환경 제어시스템 • 기후위험 조기경보 및 예측대응 시스템 • 시민 참여형 운영정보 공개 및 피드백 플랫폼 • ESG 및 SDGs 연계 성과 관리 체계 		-

출처: 연구진 작성

3. 소결

본 장에서는 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI)의 개념을 정의하고, 기존 녹지 인프라와 구별되는 핵심 특성을 체계적으로 정리하였다. SGI는 자연기반해법(NbS)을 기반으로 하는 도시 녹지체계에 정보통신기술(ICT), 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI) 등 스마트 기술을 융합함으로써 기후위기 대응, 탄소중립 실현, 도시 회복력 강화, 초고령사회 대응 등 복합적인 도시문제를 동시에 해결하는 융합형 도시 인프라로 정의할 수 있다.

SGI는 기존 그린인프라가 직면해 온 공간적 제약, 관리 비효율성, 계획의 분절성을 보완하여, 환경·사회·기술의 세 측면에서 다차원적 특성을 지닌다. 첫째, 환경적 측면에서 SGI는 도시열섬 완화, 탄소 저감, 수질 정화 등 기존 녹지의 생태적 기능을 데이터 기반의 관리체계를 통해 정량화·최적화함으로써, 기후·환경 성능을 지속적으로 향상시킨다. 센서 네트워크 및 AI 분석 기술의 적용은 생태서비스의 공간적 효율성과 성능을 증강시키며, 도시의 기후 회복력을 실질적으로 강화한다. 둘째, 사회적 측면에서 SGI는 도시공간의 공공성과 포용성을 확대하는 사회적 인프라로 기능한다. 고령자 친화형 서비스, 환경교육 및 시민참여형 운영 플랫폼 등을 통해 시민이 직접 도시환경 관리와 의사결정 과정에 참여할 수 있는 사회적 거버넌스를 구현한다. 이를 통해 SGI는 단순한 물리적 인프라를 넘어, 주민의 안전·건강·복지를 포괄하는 삶의 질 중심형 도시 인프라로 발전 가능하다. 셋째, 기술적 측면에서 SGI는 IoT 센서, GIS, 디지털 트윈(Digital Twin), 자동제어 시스템 등 첨단 기술과 연계되어, 녹지와 도시환경의 상태를 실시간으로 진단하고 예측·관리할 수 있는 지능형 인프라로 기능한다. 이를 통해 계획-설계-시공-운영-유지관리 전 과정에서 데이터 기반 의사결정이 가능해지며, 효율성과 지속가능성이 동시에 확보되는 예측적 관리체계가 구축될 수 있다.

이러한 세 가지 특성은 SGI를 단순한 도시 녹지나 관리 기술을 넘어, 도시의 지속가능성과 회복력을 확보하기 위한 핵심적 도시문제 해결형 인프라로 자리매김하게 한다. 특히 SGI는 기후·환경 편익뿐 아니라 안전, 건강, 편의, 사회적 포용성 등 다차원적 편익을 동시에 창출할 수 있는 전략적 도시 인프라 수단으로 부각되고 있다.

결론적으로 SGI는 도시녹지의 다기능성(multifunctionality)과 스마트 기술의 융합성(convergence)을 결합한 도시문제 해결형 혁신 인프라(Problem-solving Urban Infrastructure)로 진화하고 있다. 향후 정책적으로는 SGI의 잠재력을 폭넓게 실현하기 위해 도시계획-실행-평가 체계 전반에 SGI 개념을 내재화하고, 스마트도시 정책, 기후적응 정책, 조정·녹지 정책 간의 통합적 거버넌스 체계를 구축하는 것이 필요하다.

제3장

스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황 분석

1. 분석 개요
2. 분석 결과
3. 소결

1. 분석 개요

1) 분석 목적

본 장의 목적은 정부 및 지자체가 수립·추진 중인 스마트도시 관련 법정계획과 정책사업 전반에서, 그린인프라 요소가 어느 수준으로 고려·반영되고 있는지를 체계적으로 분석하는 데 있다. 이는 최근 스마트도시 정책이 기술 중심에서 기후위기 대응·탄소중립 실현·도시 지속가능성 제고로 확장됨에 따라, 스마트 기술과 그린인프라 간의 실질적 연계 수준을 진단하고 향후 정책 방향을 도출하기 위한 기초 단계에 해당한다.

이를 위해 본 연구에서는 지자체의 '스마트도시계획'과 중앙정부 주도의 스마트도시 정책 공모 사업을 주요 분석 대상으로 설정하였다. 각 계획 및 사업에서 제시된 솔루션 단위의 그린인프라 항목을 도출하고, 이를 법적 공간 유형에 따라 분류한 후, 각 솔루션이 연계하는 스마트도시 서비스 유형 및 활용 기술 요소를 체계적으로 검토하였다.

이러한 분석을 통해 1)현행 정부 및 지자체의 스마트도시 정책과 제도 내에서 그린인프라가 실제로 어떤 형태로 반영·운영되고 있는지, 2)정책 간 연계성과 기술 적용의 한계는 무엇인지, 3)스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI) 개념으로의 발전 가능성은 어느 수준인지를 종합적으로 규명하고자 한다. 나아가 본 장의 결과는 향후 SGI 정책 프레임워크 구축 및 실증모델 제시(4장, 5장)를 위한 기초 진단 및 전략 설정 단계로 활용된다.

2) 분석 방법

① 그린인프라의 공간적 범위 설정

본 연구에서는 그린인프라의 공간적 범위를 관련 법령에서 정의한 기준에 따라 설정하였다. 주요 유형과 세부 범위는 [표 3-1]과 같다. 또한 개별 정책사업이나 지자체 단위 분석에서는 계획·사업의 공간적 적용 범위에 따라 세부 구분을 보완하였다. 도시 전역을 포괄하는 계획의 경우, 분석 범위를 '전 지역'으로 정의하였으며, KTX 역세권, 관내 유희부지, 공공시설 부지 등 특정 지역 또는 시설을 대상으로 하는 경우에는 해당 공간을 '공공시설 내 녹지'로 분류하였다.

[표 3-1] 분석 요소①: 그린인프라 유형

분류	법적 정의	법적 근거
도시공원	<ul style="list-style-type: none"> 도시지역에서 도시자연경관을 보호하고 시민의 건강·휴양 및 정서생활을 향상시키는 데에 이바지하기 위하여 설치 또는 지정된 공간(도시·군관리계획으로 결정된 공원과 도시자연공원 구역) 국가도시공원, 생활권 공원(근린, 어린이, 소공원), 주제공원(역사, 문화, 수변, 묘지, 체육, 도시농업공원 등) 포함 	도시공원 및 녹지 등에 관한 법률
녹지	<ul style="list-style-type: none"> 도시지역에서 자연환경을 보전하거나 개선하고, 공해나 재해를 방지함으로써 도시경관의 향상을 도모하기 위해 도시·군관리계획으로 결정된 것(완충녹지, 경관녹지, 연결 녹지) 	
도시숲	<ul style="list-style-type: none"> 도시에서 국민의 보건·휴양 증진 및 정서 함양과 체험활동 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목 	도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률
생활숲	<ul style="list-style-type: none"> 마을숲 등 생활권 및 학교와 그 주변지역에서 국민들에게 쾌적한 생활환경과 아름다운 경관의 제공 및 자연학습교육 등을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목(마을숲, 경관숲, 학교숲) 	
가로수	<ul style="list-style-type: none"> 「도로법」에 따른 도로 등 대통령령으로 정하는 도로의 도로구역 안 또는 그 주변지역에 조성·관리하는 수목 	
수목원	<ul style="list-style-type: none"> 수목을 중심으로 수목유전자원을 수집·증식·보존·관리 및 전시하고 그 자원화를 위한 학술·산업적 연구 등을 하는 시설 	수목원·정원의 조성 및 진흥에 관한 법률
정원	<ul style="list-style-type: none"> 식물, 토석, 시설물(조형물 포함) 등을 전사배치하거나 재배·가꾸기 등을 통하여 지속적인 관리가 이루어지는 공간(시설과 그 토지를 포함) 	
대지의 조경	<ul style="list-style-type: none"> 면적 200제곱미터 이상인 대지에 건축을 하는 건축주는 용도지역 및 건축물의 규모에 따라 지자체 조례로 정하는 기준에 따라 대지에 조경이나 그 밖에 필요한 조치를 해야 함(육상 조경 포함) 	건축법
공개 공지	<ul style="list-style-type: none"> 지역의 환경을 쾌적하게 조성하기 위하여 대통령령으로 정하는 용도와 규모의 건축물은 일반이 사용할 수 있도록 대통령령으로 정하는 기준에 따라 소규모 휴식시설 등의 공개 공지 또는 공개 공간을 설치해야 함 	
하천	<ul style="list-style-type: none"> 지표면에 내린 빗물 등이 모여 흐르는 물길로 공공의 이해와 밀접한 관계가 있어 국가 하천 또는 지방하천으로 지정된 것 	
보전지구	<ul style="list-style-type: none"> 보전가치가 높은 하천구역 	하천법
복원지구	<ul style="list-style-type: none"> 자연·역사문화적 가치의 보전을 위해 복원할 필요가 있는 하천구역 	
친수지구	<ul style="list-style-type: none"> 상거래행위를 하거나 전통적으로 친수활동이 활발하게 이루어지고 있는 하천구역 	
친수구역	<ul style="list-style-type: none"> 국가하천의 하천구역 경계로부터 양안 2킬로미터 범위 내의 지역을 대통령령으로 정한 비율 이상 포함하여 지정된 구역 국가하천의 정비·복원 등으로 친수여건이 조성되는 주변지역 중 지속가능한 친수공간으로 조성·이용하기 위해 필요하다고 인정되는 지역(저수지 포함) 	친수구역 활용에 관한 특별법
보행자길	<ul style="list-style-type: none"> 보행자의 통행을 위한 장소 보도, 길가장자리구역, 횡단보도, 보행자전용도로, 「자연공원법」에 따른 공원구역, 「공원녹지법」에 따른 도시공원 안에서 보행자의 통행에 제공되는 장소, 「항만법」에 따른 항만친수시설 중 보행자의 통행에 제공되는 장소, 지하보도, 육교, 그 밖의 도로 횡단시설, 탐방로, 산책로, 등산로, 숲체험코스, 골목길 등 불특정 다수의 보행자가 통행할 수 있도록 공개된 장소 포함 	보행안전 및 편의증진에 관한 법률
자전거도로	<ul style="list-style-type: none"> 자전거 도로는 자전거 전용도로, 자전거보행로 겸용도로, 자전거 전용차로, 자전거 우선도로로 구분 	자전거 이용 활성화에 관한 법률
산림	<ul style="list-style-type: none"> 집단적으로 자라고 있는 입목·대나무와 그 토지를 의미 	산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률
농지	<ul style="list-style-type: none"> 전·답 및 과수원 등 농작물의 경작 또는 다년생식물의 재배에 공용되는 토지 	농지법

출처: 국가법령정보센터(<https://www.law.go.kr>) 정보를 참고하여 연구진 재작성

② 서비스 유형

본 연구에서는 스마트도시 정책과 사업에서 제공되는 서비스를 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」(이하 스마트도시법) 시행령 제2조에서 규정한 12개 유형을 기준으로 구분하였다. 스마트도시법 시행령 제2조에 따르면 스마트도시서비스는 행정, 교통, 보건·복지·의료, 환경·에너지·수자원, 방재·방법, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·고용, 주거, 기타 등 12개 유형으로 구성된다.

다만, 일부 지자체에서는 노동력 절감 및 산업 육성 목적의 서비스와 사업을 환경·에너지·수자원 분야로 분류하고 있으나, 본 연구에서는 그 목적과 기능을 고려하여 근로·고용 유형으로 재분류하였다. 또한, 주거 유형은 개별 가정이나 공동주택 단지 내부의 생활환경 관리에 집중되어 있어, 본 연구의 분석대상인 그린인프라 기반의 도시 차원 서비스에서 실질적 사례가 확인되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 주거 유형을 제외하고, 총 11개 유형을 중심으로 스마트도시 관련 정책 및 사업 내 그린인프라 연계 서비스의 반영 현황과 특성을 체계적으로 분류·분석하였다.

[표 3-2] 분석요소②: 그린인프라 기반 스마트도시서비스

분류	내용
행정	• 도시 운영과 정책 집행을 지원하는 서비스로, 도시 전역의 데이터 통합 분석, 민원 및 점검 프로세스 관리, 정책 시뮬레이션 등을 포함
교통	• 이동의 효율성·편의성을 높이는 서비스로, 자율주행·주차정보 제공·이동 경로 안내 등이 중심
보건·복지·의료	• 시민의 건강 증진과 돌봄, 의료 서비스 향상을 위한 유형으로, 원격의료·스마트병원·헬스케어 플랫폼·고령자 돌봄·방역 서비스 등을 포함
환경·에너지·수자원	• 대기·수질·토양·에너지 등 환경 관리 및 자원순환을 목표로 하는 서비스
방재·방법	• 주로 감지·예측·경보·초동 대응을 목적으로 하는 재난·재해 예방 및 치안 강화 서비스
시설물 관리	• 도시 기반시설(도로, 교량, 터널, 상하수도, 공공건축물 등)의 실시간 모니터링·원격 제어·유지관리 전반을 아우르는 서비스
교육	• 학습·체험·해설·놀이를 목적으로 제공되는 서비스. 특히 아동·청소년 대상 체험형 콘텐츠가 많음
문화·관광·스포츠	• 여가·관광·체육·문화체험을 활성화하기 위한 서비스로, XR·AR·VR 같은 실감 콘텐츠가 많이 활용
물류	• 생산·유통·배송·수거 전 과정을 데이터 기반으로 효율화하는 서비스. 농업과 연계되는 경우가 많음
근로·고용	• 노동력 부족 보완·작업환경 개선·생산성 향상을 위한 스마트 자동화 서비스. 농업·축산·어업 관련 서비스가 대부분
주거	• 주거단위의 생활환경 관리 유형으로, 스마트홈(가전·센서·보안), 단지 통합관리, 에너지 효율화, 커뮤니티 서비스 등을 포함
기타	• 다른 유형에 뚜렷하게 속하지 않는 시민참여형·인식 제고형 서비스를 포함

출처: 연구진 작성

③ 활용 기술 요소

본 연구에서는 스마트도시서비스 구현 과정에서 적용된 첨단기술 요소를 파악하고, 그 기술적 성격과 활용 목적에 따라 정보통신기술, 환경기술, 모빌리티 기술의 세 가지 범주로 구분하였다(표 3-3 참고). 이와 같은 분류는 스마트도시서비스의 기술적 기반을 명확히 구조화함으로써 각 서비스가 도시 환경·에너지·공간·이동체계 등과 어떤 방식으로 결합되어 있는지를 규명하고, 특히 그린인프라 관련 스마트도시서비스의 특성과 차별성을 분석하기 위한 기초틀로 활용되었다.

[표 3-3] 분석요소③: 활용 기술 요소

분류	세분류	내용
정보통신 기술	IoT 센서	• 다양한 환경과 시설의 상태를 계측·수집하여 데이터 생성을 가능하게 하는 기술
	모니터링 및 관제	• 수집된 데이터를 대시보드, 경보, 이력 등으로 가시화하여 상황인지와 의사결정을 지원 하는 운영 기술
	플랫폼	• 분산된 데이터를 통합 연계하여 관리하고, 모니터링·AI·제어·시민 서비스 등 다양한 기능을 연동하는 통합 운영체계
	AI	• 예측·최적화·이상탐지·영상인식 등 분석을 통해 관제, 제어, 서비스의 고도화를 지원하는 기술
	원격제어	• 멀리 떨어진 곳에서도 버튼이나 명령 입력만으로 설비를 제어하며, 필요 시 규칙·예보·AI 결과와 연동해 자동으로 작동하는 기술
	시민 참여 서비스	• 애플리케이션, 웹사이트, 키오스크 등을 통해 시민이 서비스 제공 과정에 직접 참여하거나 혜택을 받을 수 있도록 하는 양방향 서비스
	체감형 인터페이스	• AR, VR 등 증강·가상현실을 통해 정보 전달과 교육·체험을 몰입형으로 제공하는 표현 기술
환경기술	LID	• 빔물 침투, 저류, 재이용 및 수질 관리 등을 통합해 도시 침수 및 유출을 저감하고 물 자원을 효율적으로 관리하는 기술
	기후 및 대기환경	• 기후 현황과 대기질을 측정·분석·운영하여 도시열섬 완화와 생활환경 개선을 지원하는 기술
	생태 관리	• 토양·수목의 생육 환경을 정밀 관리하고 도시 생태계의 건강도를 관리·복원하는 서비스
	에너지 및 자원순환	• 신재생 활용, 고효율 설비·운영, 자원순환을 통해 에너지 소비와 탄소배출을 절감하는 기술
모빌리티 기술	드론	• 드론을 활용하여 접근이 어려운 지역의 정찰, 계측, 중계, 운송 등을 원격·자율로 수행하고 데이터를 실시간 연계하는 기술
	로봇	• 안내, 순찰, 물류 등 반복 이동업무를 자율·반자율로 수행해 인력 부담을 줄이는 기술
	자율주행	• 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 주행 기술

출처: 연구진 작성

[표 3-4] 분석의 틀

분석 요소	구분 방법	내용	
그린인프라 유형	관련법에 근거한 그린인프라 유형	공원녹지법	도시공원, 녹지
		도시숲법	도시숲, 생활숲, 가로수
		수목원정원법	수목원, 정원
		건축법	대지의 조경, 공개 공지
		하천법	하천, 보전지구, 복원지구, 친수지구
		친수구역법	친수구역
		보행안전법	보행자길
		자전거법	자전거도로
		산림자원법	산림
		농지법	농지
서비스 유형	스마트도시법에서 정의한 12개 스마트도시서비스	행정, 교통, 보건·복지·의료, 환경·에너지·수자원, 방재·방범, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·교통, 주거, 기타	
활용 기술 요소	스마트도시서비스 구현을 위해 적용된 첨단 기술 요소	정보통신기술	IoT, 모니터링 및 관제, 플랫폼, AI, 원격제어, 시민참여 서비스, 체감형 인터페이스 등
		환경기술	LID(저영향개발), 기후 및 대기환경, 생태 관리, 에너지 및 자원순환 등
		모빌리티 기술	드론, 로봇, 자율주행 등

출처: 연구진 작성

④ 연구 범위

■ 지자체 스마트도시계획

국내에서 스마트도시 정책이 본격적으로 제도화된 시점은 2017년 「스마트도시 조성 및 산업진흥에 관한 법률」의 전면 개정과 ‘제3차 스마트도시 종합계획(2019-2023)’ 수립 시기로 볼 수 있다. 이 시기를 기점으로 전국 지자체에서 지역 단위의 스마트도시계획 수립이 본격화되었다. 국토교통부가 운영하는 스마트도시 통합 플랫폼(<https://smartcity.go.kr>)에 따르면, 2025년 7월 기준으로 제3차 및 제4차 스마트도시 종합계획을 반영한 지자체 스마트도시계획은 총 64건이 수립되었다. 이 가운데 여수시는 제3차와 제4차 계획을 모두 수립한 유일한 사례로, 본 연구에서는 중복 분석을 방지하기 위해 가장 최근 계획(제4차)만을 분석 대상으로 포함하였다. 이에 따라 최종 분석 대상은 63건의 스마트도시계획 문서로 확정하였다.

[표 3-5] 지자체 스마트도시계획 분석 대상

수립연도	계획수	지자체명
2024년	5건	•광양시, 정읍시, 경산시, 세종시, 사천시
2023년	16건	•정선군, 여주시, 산청군, 논산시, 목포시, 광주시, 충주시, 양주시, 구미시, 김해시, 군포시, 청주시, 의정부시, 양구군, 의왕시, 제천시
2022년	17건	•남양주시, 부산광역시, 광명시, 익산시, 용인시, 평택시, 경주시, 아산시, 예산군, 홍천군, 부여군, 해남군, 양평군, 진주시, 남해군, 원주시, 화성시
2021년	8건	•제주특별자치도, 함안군, 오산시, 울산광역시, 공주시, 과천시, 하남시, 홍성군
2020년	13건	•밀양시, 거제시, 통영시, 서산시, 구리시, 성남시, 전주시, 강릉시, 수원시, 순천시, 고령군, 대구광역시, 인천광역시
2019년	4건	•대전광역시, 광주광역시, 안양시, 창원시
합계	63건	-

출처: 연구진 작성

■ 스마트도시 정책 공모사업

중앙정부는 「스마트도시법」에 근거하여 도시 규모와 특성에 따라 다양한 스마트도시 정책 공모사업을 추진해왔다. 이들 사업은 스마트 기술의 실증과 확산, 지역균형발전, 산업생태계 조성을 목표로 하며, SGI 정책의 실증 기반을 제공한다.

- (국가지범도시 사업) 세종 5-1생활권과 부산 에코델타시티에서 추진 중으로, AI·IoT·디지털트윈 등 첨단 기술을 실증해 미래형 도시모델을 제시
- (거점형·강소형 조성사업) 도시 규모에 따라 구분되며, 거점형은 대도시를 대상으로 3년간 국비 최대 160억 원, 강소형은 중소도시를 대상으로 3년간 최대 80억 원을 지원
- (스마트도시 특화단지 조성사업) 기술 실증과 산업육성을 위한 연구개발형 클러스터로, 단일사업자에게 3년간 국비 80억 원이 지원
- (스마트도시 솔루션 확산사업) 인구 30만 미만 중소도시를 대상으로 검증된 솔루션을 보급하여 디지털 격차를 해소하는 사업으로, 2022년 이후 총 38건이 추진
- (스마트시티 챌린지 사업)은 민·관·학 협력형 도시문제 해결사업으로, 도시 규모에 따라 대형(14건), 중형(16건), 소형(8건, 캠퍼스형)으로 구분되어 추진
- (스마트도시형 도시재생사업)은 도시재생 뉴딜사업과 연계하여 총 20건이 추진되었으며, 규모에 따라 국비 50억~250억 원이 지원

이처럼 총 149건의 공모사업이 추진되었으며, 본 연구는 국토교통부 스마트도시 통합플랫폼(Smartcity.go.kr)과 사업별 자료를 기반으로 각 사업의 공간 범위, 기술 구성, 서비스 유형, 그린인프라 반영 수준을 분석하였다.

[표 3-6] 스마트도시 정책 공모사업 분석 대상

공모사업 유형	추진 기간	규모	사업수	해당 도시	
국가시범도시	2019~2023	1조 4,876억 원 (공공 9,500억 원 내외, 민간 5,376억 원) 추정 2.2조 원 (공공 1.45조 원, 민간 0.76조 원)	2	세종특별자치시, 부산광역시	
스마트도시 조성·확산	거점·강소형 스마트도시 조성사업	거점형: 1개소, 3년간 최대 160억 원 강소형: 3개소 이내, 3년간 최대 80억 원	17	전주시, 안산시, 김천시, 김해시, 천안시, 광명시, 태백시, 경산시, 울산광역시, 고양시, 목포시, 평택시, 태안군, 아산시, 광주광역시, 해남군, 횡성군	
	스마트도시 특화단지 조성	3년간 80억 원	1	대구광역시	
	스마트도시 솔루션 확산사업	25년도 5개 지자체 24년도 10개 지자체 23년도 8개 지자체 22년도 15개 지자체 25년도 기준 개소당 국비 12억 원	38	가평군, 홍천군, 고성군, 군산시, 합천군, 포천시, 양평군, 정선군, 제천시, 증평군, 당진시, 부여군, 영암군, 무안군, 익성군, 의왕시, 양주시, 속초시, 옥천군, 보령시, 남원시, 고령군, 예천군, 구리시, 군포시, 의정부시, 통영시, 함안군, 경주시, 인동시, 부산광역시 부산진구, 서울특별시 양천구, 울산광역시 울주군, 익산시, 전주시, 계룡시, 예산군, 과산군	
스마트도시 데이터허브	2025~현재	개소당 9~10억원 지원	3	울산광역시, 제주특별자치도, 충청북도+제천시	
스마트 챌린지	스마트시티 챌린지	2020~2022	예비사업: 15억 원/곳 본사업: 2년간 200억 원	14	대구광역시, 춘천시, 충청북도, 포항시, 강릉시, 부산광역시, 제주도, 김해시, 부천시, 대전광역시, 인천광역시, 광주광역시, 수원시, 창원시
		2019	예비사업: 15억 원/곳 본사업: 3년간 200~250억 원		
	스마트타운 챌린지	2018~2021	예비사업: 3억 원/곳 본사업: 1년간 20~40억 원	16	김천시, 오산시, 양양군, 과천시, 원주시, 광양시, 서산시, 창원시, 통영시, 부산광역시 수영구, 서울특별시 성동구, 공주시·부여군, 대전광역시, 부천시, 김해시, 충청북도
	스마트캠퍼스 챌린지	2021	15억 원 지원	7곳 (8대학)	한신대학교, 안양대학교, 연세대학교, 한국교통대학교, 계명대학교, 성신여자대학교, 동아대학교, 공주대학교
	스마트시티 솔루션 확산사업	2020~2021	국비 3억 원 지원	31	서울특별시 동작구, 구로구, 부산광역시 남구, 대구광역시 달서구, 동구, 인천광역시 서구, 광주 남구, 평택시, 수원시, 성남시, 광명시, 구리시, 춘천시, 태백시, 충주시, 논산시, 홍성군, 김제시, 영주시, 진주시, 밀양시, 여주시
스마트도시형 도시재생	2018~2022	경제기반형: 6년간 국비 250억 원 중심시가지형: 5년간 국비 150억 원 우리동네살리기, 주거지원형, 일반관리형: 3~4년간 국비 50~100억 원	20	서울특별시 동작구, 구로구, 부산광역시 남구, 대구광역시 달서구, 동구, 인천광역시 서구, 광주광역시 남구, 평택시, 수원시, 성남시, 광명시, 구리시, 춘천시, 태백시, 충주시, 논산시, 홍성군, 김제시, 여주시, 영주군, 진주시, 밀양시, 서울특별시 강동구, 양천구, 거제시, 사천시, 서산시, 청주시, 광주광역시 광산구, 순천시, 완주군	
합계			149	-	

출처: 연구진 작성

2. 분석 결과

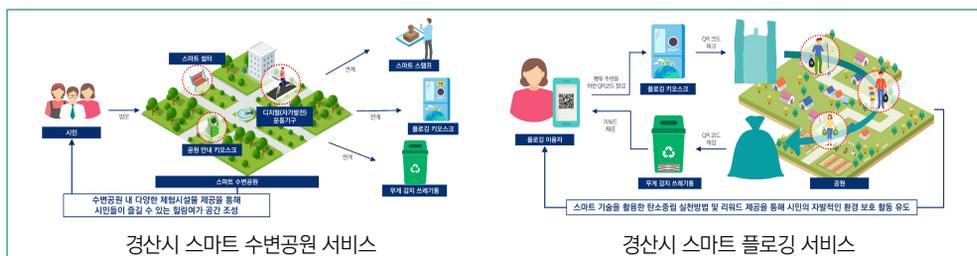
1) 지자체 스마트도시계획 분석 결과

전국 지자체 스마트도시계획(총 63건)을 대상으로, 각 계획에 포함된 스마트도시서비스 중 그린인프라 관련 서비스의 반영 수준과 특성을 분석하였다. 그 결과, 사천시, 김해시, 군포시, 광명시를 제외한 59개의 지자체 스마트도시계획(93.7%)에서 하나 이상 그린인프라 관련 스마트도시서비스가 확인되었다.

이들 지자체에서 도출된 서비스는 총 139건으로, 이는 전체 스마트도시서비스 가운데 약 16.5%를 차지하며, 스마트도시 정책 내에서 환경·녹지·기후 대응형 서비스가 상당 비중 포함 되어 있음을 의미한다. 세부 서비스 목록 및 사례별 세부 내용은 [부록 2]에 제시하였다.

① 그린인프라 유형별 분석 결과

총 139건의 스마트도시 서비스 중 그린인프라 관련 서비스가 적용된 공간유형을 중복 포함하여 분석한 결과, 총 159개의 그린인프라 유형이 확인되었다. 분석 결과, 그린인프라 관련 서비스가 적용된 공간유형 중 도시공원이 가장 높은 비중을 차지하였다. 중복을 포함한 전체 159개의 그린인프라 유형 중 도시공원에서 구현된 사례는 59건(37.1%)으로 대부분 생활권 근린공원 및 문화공원을 중심으로 다양한 형태의 스마트 솔루션이 적용되었다. 도입된 주요 서비스 유형은 안전·방범 분야(지능형 CCTV, 스마트 비상벨, 실시간 관제시스템), 이용 편의 및 운영 효율성 분야(IoT 기반 스마트 가로등·벤치·쓰레기통), 문화·여가·체험 분야(AR/VR 놀이기구, 미디어 아트 조형물, 스마트 전시 콘서트) 등으로 구분된다.



[그림 3-1] 도시공원 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 경산시 (2025). 경산시 스마트 종합계획, p. 220; p. 248

도시공원에 이어 농지가 두 번째로 높은 비중을 차지하였다. 총 29건의 서비스(18.2%)가 확인되었으며, 대부분 스마트팜(Smart Farm)을 중심으로 ICT 기술을 농업 생산과 관리 부문에 접목한 사례였다. 대표적으로 온실 환경의 실시간 모니터링 및 원격제어, 드론을 활용한 농약 살포 및 수확 지원, 스마트 토양관리 및 관개 자동화 시스템 등이 적용되었다. 이는 농업 분야에서 기후변화 대응형 생산 시스템과 자원 효율적 관리체계 구축을 위한 기술 전환이 본격화되고 있음을 보여준다.



[그림 3-2] 농지 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 정읍시 (2025). 정읍시 스마트도시계획, p.238; 정선군 (2025). 정선군 스마트도시계획, p.181.

전 지역(도시 전역)을 대상으로 하는 서비스는 23건(14.5%)이 확인되었으며, 이는 특정 공간에 국한되지 않고 도시 전반을 대상으로 통합관계-데이터 기반 관리체계가 구축되는 형태였다. 대표적으로 디지털 트윈, 도시환경 통합 모니터링 플랫폼, 스마트시티 통합운영센터 기반 예측관리 서비스 등이 포함되었다. 이들 서비스는 SGI의 실시간 관리 및 도시생태 데이터의 공간 통합관리 체계 구축과 관련 있다.



[그림 3-3] 전 지역 대상 마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 정읍시 (2025). 정읍시 스마트도시계획, p.240; 예산군 (2023). 예산군 스마트도시계획, p. 277.

하천에서는 총 11건(6.9%)의 서비스가 도출되었으며, 주로 홍수 예방, 수위 예측, 수질관리를 목적으로 하는 기술이 적용되었다. IoT 수위센서, 자동 배수시스템 수질 모니터링 장치 등을 통해 기후변화에 따른 집중호우 및 수질오염에 대응하는 수자원 관리형 SGI 모델이 제시되었다.

산림에서는 총 7건(4.4%)의 서비스가 확인되었으며, 드론IoT·AI 기반의 실시간 산림 모니터링, 산불 예방 및 재난 대응 시스템이 주요 기술로 도입되었다.



[그림 3-4] 하천 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 남양주시 (2024). 남양주시 스마트도시계획, p. 399; 광주시 (2024). 광주시 스마트도시계획, p. 214.

공공시설 내 녹지를 활용한 서비스는 6건(3.8%)으로, 지하철 역사, 공공청사, 복합문화시설 등 도심 내 유휴공간을 활용한 실내형 스마트팜 및 녹화시스템이 중심이었다. 이들은 식생 재배, 미세먼지 저감, 공기정화, 시민 체험형 환경교육 기능을 결합하여 공공건축물의 환경 성능을 향상시키는 계획 사례이다.

보행자길에서는 5건(3.1%)의 서비스가 확인되었다. 대표적으로 스마트 둘레길 및 집중호우 시 진출입 통제 시스템, 관광 편의 증진형 AR 안내 서비스 등이 포함되어, 안전성과 이용자 편의성 향상을 동시에 추구하는 경향을 보였다.



[그림 3-5] 공공시설 내 녹지 및 보행자길 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 아산시 (2023). 아산시 스마트도시계획, p. 188; 해남군 (2023) 해남군 스마트도시계획, p. 335.

가로수 관련 서비스는 3건(1.9%)으로, 태양광 이끼벽 벤치, 미세먼지 신호등, IoT 기반 관수 및 빗물 순환 시스템이 주요 사례였다. 이는 도심 내 선형 녹지의 미세먼지 저감과 열환경 완화 기능을 기술적으로 강화한 예로 볼 수 있다.

그 외에도 수목원(3건, 1.9%)과 정원(2건, 1.3%)은 주로 식생 교육 및 체험형 서비스가 중심으로 계획되었다. AR/VR 기술을 활용한 디지털 생태공원 콘텐츠 및 국가정원 체험 콘텐츠 등이 대표적이다.



[그림 3-6] 수목원 정원 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 전주시 (2021) 전주시 스마트도시계획, p.218; 해남군 (2023) 해남군 스마트도시계획, p. 344.

대지의 조경(3건, 1.9%)은 옥상녹화 및 이끼타워를 활용한 벽면녹화 서비스가 주를 이루었으며, 친수지구(3건, 1.9%)에서는 수문 제어, 유량 감시, 안전 관리 서비스가 적용되어 수변공간의 재난 대응력 및 이용 안전성 향상을 목적으로 계획되었다.



[그림 3-7] 대지의 조경 대상 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 서산시 (2021), 서산시 스마트도시계획, p. 350; 의왕시 (2024), 의왕시 스마트도시계획, p.219

[표 3-7] 그린인프라 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)

그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)	그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)
공원녹지법	도시공원	59	37.1	하천법	하천	11	6.9
	녹지	-			보전지구	-	
	유원지	-			복원지구	-	
	공공공지	-			친수지구	3	1.9
도시숲법	저수지	2	1.3	친수구역법	친수구역	-	
	도시숲	2	1.3	보행안전법	보행자길	5	3.1
	생활숲	-		자전거법	자전거도로	1	0.6
	가로수	3	1.9	자연환경보전법	생태축	-	

그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)	그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)
수목원정원법	수목원	3	1.9		생태통로	-	
	정원	2	1.3	산림자원법	산림	7	4.4
건축법	대지의 조경	3	1.9	농지법	농지	29	18.2
	공개 공지	-		전 지역		23	14.5
공공시설 내 녹지		6	3.8	총합		159	100

*139건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 그린인프라 유형 집계
출처: 연구진 작성

② 스마트도시서비스 분야별 분석 결과

지자체 스마트도시계획에 포함된 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 법정 12개 스마트도시 서비스 분야 기준으로 분류분석한 결과, 총 170건의 서비스 가운데 문화·관광·스포츠 분야가 34건(20.0%)으로 가장 높은 비중을 차지했으며, 그 다음으로 근로·고용(32건, 18.8%), 환경·에너지·수자원(31건, 18.2%), 방법·방재(28건, 16.5%), 시설물 관리(23건, 13.5%) 순으로 나타났다. 반면 교통·물류·기타 분야는 각 1건(각 0.6%)으로, 상대적으로 비중이 낮았다.

주요 특징을 살펴보면, 일반적으로 전국 단위의 스마트도시서비스 분포에서는 환경·에너지·수자원, 교통, 방법·방재 분야의 비중이 높게 나타나지만, 본 연구의 그린인프라 관련 서비스 분석에서는 문화·관광·스포츠 및 근로·고용 분야의 비중이 특히 높게 도출되었다.

문화·관광·스포츠 분야(34건)는 공원·하천·정원 등 자연환경을 활용한 체험형 콘텐츠 및 지역 관광 활성화 서비스가 중심이었다. 주요 사례로는 AR·VR 및 미디어 아트 기반 체험형 관광 콘텐츠, 아동 놀이 데이터를 활용한 맞춤형 스마트 놀이터, 디지털 생태체험 및 미디어 파사드형 공원 콘텐츠 등이 있다. 이들은 ICT 기술을 통해 방문객 체험을 향상시키고, 지역경제 활성화를 도모하는 서비스로 평가된다.



[그림 3-8] 문화·관광·스포츠 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 논산시 (2024). 논산시 스마트도시계획, p. 228; 의정부시 (2024). 의정부시 스마트도시계획, p. 242.

7) 김희영 외(2022, pp.107-117)

근로·고용 분야(32건)는 농업과 연계된 스마트팜 관련 서비스가 대부분을 차지했다. 주요 내용은 온실 환경 모니터링 및 원격제어, 드론을 활용한 농약 살포·수확 지원, 스마트 토양관리 및 생육 진단 서비스 등으로, 농업 생산성 향상과 일자리 창출을 동시에 도모하는 스마트 농업형 일자리 서비스로 특징지어질 수 있다.



[그림 3-9] 근로·고용 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 산청군 (2025). 산청군 스마트종합계획, pp. 211-212.

환경·에너지·수자원 분야(31건)는 그린인프라의 핵심 기능과 직접적으로 연계되어 있으며, 대기질·수질 모니터링, 에너지 절감, 스마트 수자원 관리, 폐기물 관리 등 도시 환경문제 해결을 위한 기술이 폭넓게 적용되었다. 특히 IoT 기반 기후환경 센서, 재생에너지 관리시스템, 스마트 가로환경 관리체계 등은 탄소중립 및 기후위기 대응형 SGI 구현의 기반 기술군으로 평가된다.



[그림 3-10] 환경·에너지·수자원 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 충주시 (2024). 충주시 스마트종합계획, p.262; 평택시 (2024). 평택시 스마트 종합계획, p.178.

방법·방재 분야(28건)는 도시공원 및 전 지역을 대상으로 범죄 예방 및 재난 대응 서비스가 구축되었다. 대표적으로 CCTV 기반 지능형 관제, IoT 센서 경보시스템, 재난 예·경보 플랫폼, 드론 기반 산불 감시, 스마트 홍수 관리, 지능형 스마트 폴 등이 포함된다.

시설물 관리 분야(23건)는 공공시설 및 농업시설을 대상으로 한 운영 및 유지관리 효율화 서비스가 중심이었다. 스마트 쓰레기통, 스마트 맨홀, 스마트 배수펌프장 등 IoT 및 디지털트윈 기반 관리 서비스가 대표적이며, 공원 내 조명·운동기구·쓰레기통의 원격 제어 및 농업시설 환경관제 서비스 등 공공자산 관리의 디지털 전환을 실현하기 위한 계획 사례로 볼 수 있다.



광주시 드론 기반 화재현장 모니터링 서비스



여수시 스마트 맨홀

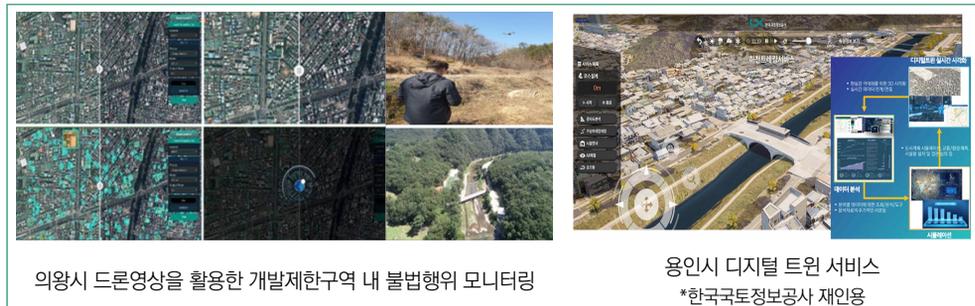
[그림 3-11] 방법·방재 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 광주시 (2024). 광주시 스마트도시계획, p. 214.

[그림 3-12] 시설물 관리분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 여수시 (2025). 여수시 스마트도시계획, p.253.

행정 분야(11건)는 도시계획 및 관리 고도화를 위한 디지털트윈 기반 의사결정지원시스템, 도시 데이터 허브 구축, 스마트 행정 플랫폼 등이 도입되어, 도시 행정의 데이터 기반 정책 역량을 강화하는 방향으로 계획되었다.



[그림 3-13] 행정 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 의왕시 (2024). 의왕시 스마트도시계획, p.198; 용인시 (2023). 용인시 스마트도시계획, p.219.

보건·복지·의료 분야(4건)는 고령자 및 취약계층의 건강 증진과 복지 향상을 목적으로 한 스마트 시니어파크, 커뮤니티 증진형 스마트팜, 디지털 해충방역 서비스 등이 확인되었다. 교육 분야(4건)는 AR/VR 기반 생태교육 콘텐츠와 수목원·정원의 식물정보 제공 시스템 등 체험형·시민참여형 학습서비스가 중심이었다.

교통 분야(1건)는 익산시의 자율주행 AI 카드 활용 체험 서비스가 유일하게 확인되었다, 이는 미륵사지·생태공원 등에서 관광형 모빌리티 서비스를 제공하는 사례이다. 물류 분야(1건)는 산청군의 농산물 생산·유통 통합시스템이 유일한 사례이며, 기타 분야(1건)는 청주시의 ‘기후 시계 서비스’로 산업혁명 이전 대비 지구 평균기온 1.5℃ 상승까지 남은 시간을 시각적으로 표현하여 시민의 환경의식 제고와 기후위기 경각심을 유도하는 환경 커뮤니케이션 서비스로 분류된다.



[그림 3-14] 보건복지 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례 [그림 3-15] 교통 분야 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 남양주시 (2024). 남양주시 스마트도시계획, p. 393 출처: 익산시 (2024). 익산시 스마트도시계획, p.395.

[표 3-8] 스마트도시서비스 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)

서비스 유형	합계	행정	교통	보건·복지·의료	환경·에너지·수자원	방재·방법	시설물 관리	교육	문화·관광·스포츠	물류	근로·고용	주거	기타
건수(건)	170	11	1	4	31	28	23	4	34	1	32	0	1
비율(%)	100	6.5	0.6	2.4	18.2	16.5	13.5	2.4	20.0	0.6	18.8	0.0	0.6

*139건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 스마트도시서비스 유형 집계
출처: 연구진 작성

③ 활용 기술 요소별 분석 결과

전국 63개 지자체의 스마트도시계획에 포함된 그린인프라 관련 스마트도시서비스 139건을 대상으로 활용 기술 요소를 분석한 결과, 총 419건의 기술이 확인되었다. 이 중 정보통신기술이 339건(80.9%)으로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 이어 환경기술 54건(12.9%), 모빌리티

기술 26건(6.2%) 순으로 나타났다. 이는 그린인프라 관련 스마트도시서비스가 ICT 기반의 정보·제어 중심 구조 위에서, 환경·모빌리티 기술을 보조적으로 융합하는 형태로 발전하고 있음을 보여준다.

■ 정보통신기술(Information & Communication Technology, ICT)

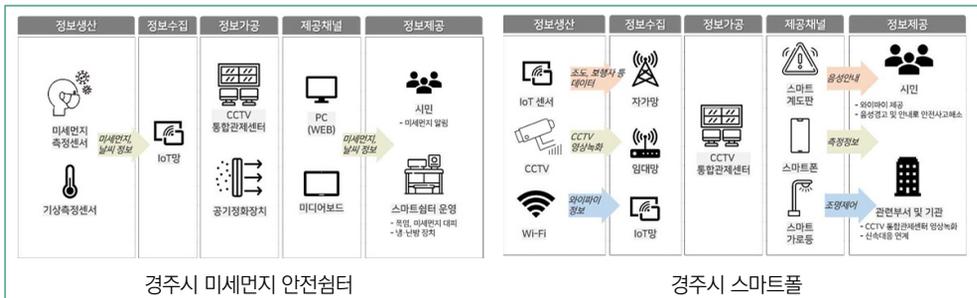
정보통신기술은 모든 스마트도시서비스의 기반 기술로, 데이터 수집-분석-의사결정-제어-참여 전 과정을 통합 지원한다. 본 연구에서는 정보통신기술을 IoT, 모니터링 및 관제, 인공지능(AI), 플랫폼, 원격제어, 체감형 인터페이스, 시민참여 서비스 등 7개 세부 영역으로 구분하였다.

IoT 센서 기술(84건, 20.0%)은 온·습도, 조도, 대기질, 토양 수분·양분, CO₂ 등 실시간 데이터를 수집하여 공원·하천·농업시설의 환경상태를 모니터링하였다. 특히 스마트 가로등·스마트폴·스마트 쓰레기통 등 도시 기반시설에도 센서가 내장되어 시설관리 자동화와 에너지 절감 효과를 창출하였다.



[그림 3-16] IoT 센서 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 정선군 (2025). 정선군 스마트 종합계획. p.181; 경주시 (2024). 경주시 스마트도시계획. p. 238.

모니터링 및 관제 기술(64건, 15.3%)은 IoT 데이터의 시각화 및 상황 인지를 통해 재난·환경 관리·시설물 유지보수를 지원하였다. 도시공원·하천·산림의 위험경보 시스템, 통합 관제서비스 등이 대표적이다.



[그림 3-17] 모니터링 및 관제 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 경주시 (2024). 경주시 스마트도시계획. p.265; p. 268

AI(인공지능) 기술(53건, 12.6%)은 영상인식·패턴분석·시뮬레이션 기반의 예측 서비스를 통해 지능형 CCTV, AI 침수 대응, 스마트 쓰레기통 자동 분류 서비스 등에 활용되었다.



[그림 3-18] AI 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 화성시 (2022). 화성시 스마트도시계획, p.298; 양구군 (2024). 양구군 스마트도시계획, p. 208

플랫폼 기술(44건, 10.5%)은 데이터의 수집-저장-처리-공유를 가능하게 하는 통합 관리 플랫폼 구축에 활용되었다. 도시공원·수변 관리, 재난 감시, 에너지 순환 등 분야별 플랫폼 구축이 대표적이다.



[그림 3-19] 플랫폼 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 남양주시 (2024). 남양주시 스마트도시계획, p. 399; 홍천군 (2023). 홍천군 스마트도시계획, p.257.

원격제어 기술(42건, 10.0%)은 수문·펌프장·조명 등을 현장 방문 없이 제어하여 재난 대응을 강화하였다. 또한, 공원 내 쿨링포그나 스마트 가로등을 기상센서와 연동하여 자동으로 제어가 가능하도록 한 서비스도 이에 포함된다.

시민참여 기술(21건, 5.0%)은 QR코드·모바일 앱·키오스크를 통해 시민이 직접 정보에 접근하거나 시설 운영에 참여하는 참여형 서비스 모델이 계획되었다.



[그림 3-20] 시민참여 서비스 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 아산시 (2023). 아산시 스마트도시계획, p. 200; 순천시 (2021). 순천시 스마트도시계획, p. 316.

체험형 인터페이스 기술(31건, 7.4%)은 AR/VR 및 미디어 디스플레이를 기반으로 한 체험형 서비스로 스마트 공원, 문화관광형 체험 콘텐츠에 주로 활용되었다.

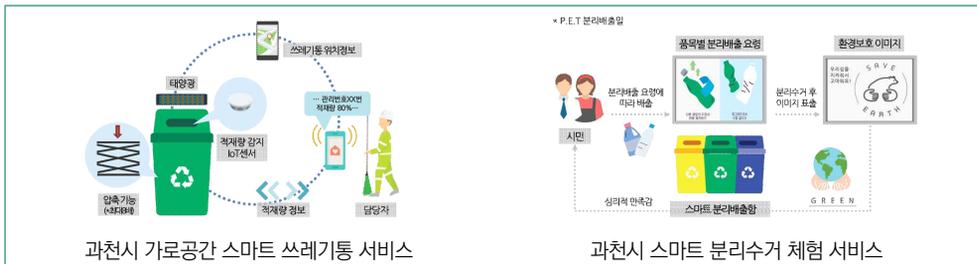


[그림 3-21] 체험형 인터페이스 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 서산시 (2021). 서산시 스마트도시계획, p. 371; 서산시 (2021). 서산시 스마트도시계획, p. 367.

■ 환경기술(Environmental Technology, ET)

환경기술은 총 54건(12.9%)에서 확인되었으며, 에너지 및 자원순환(23건), 기후 및 대기환경(19건), 생태관리(6건), LID(저영향개발)(6건)의 네 가지 유형으로 분류된다.

에너지 및 자원순환 기술(23건, 5.5%)은 태양광 패널을 활용한 스마트 벤치조명, IoT 기반 폐기물 관리, 재활용 자원 회수함 등 재생에너지 활용과 자원순환형 관리 서비스가 중심이었다.



[그림 3-22] 에너지 및 자원순환 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
출처: 과천시 (2021). 과천시 스마트도시계획, p.163; p. 166.

기후 및 대기환경 기술(19건, 4.5%)은 공원 및 보행로 등에 설치된 환경 센서를 통해 미세먼지·기온·습도 정보를 수집·제공하고, 폭염 대응형 쿨링포그 시스템이 도입되었다. 특히, 대구시 '태양광 이끼벽 벤치'는 미세먼지·CO2 흡수형 녹색 시설물로 도시기후 개선과 탄소저감 효과를 동시에 고려한 계획 사례이다.



[그림 3-23] 기후 및 대기환경 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 과천시 (2021). 과천시 스마트도시계획, p.157; 대구광역시 (2021). 대구광역시 스마트도시계획, p.285.

생태 관리 기술(6건, 1.4%)은 목포시와 전주시의 스마트 식생 관리 시스템처럼 나무·식물의 생육상태를 정량적으로 진단하고 맞춤형 유지관리하는 기술이 포함된다.

LID 기술(6건, 1.4%)은 IoT 기반 빗물 관리, 침투형 저류지, 스마트 수문 제어 등 물순환 관리와 홍수 저감형 인프라 구축 기술이 활용되었다. 전주시 '천만그루 정원도시', 순천시 '빗물순환 스마트그린도시'가 대표적이다.



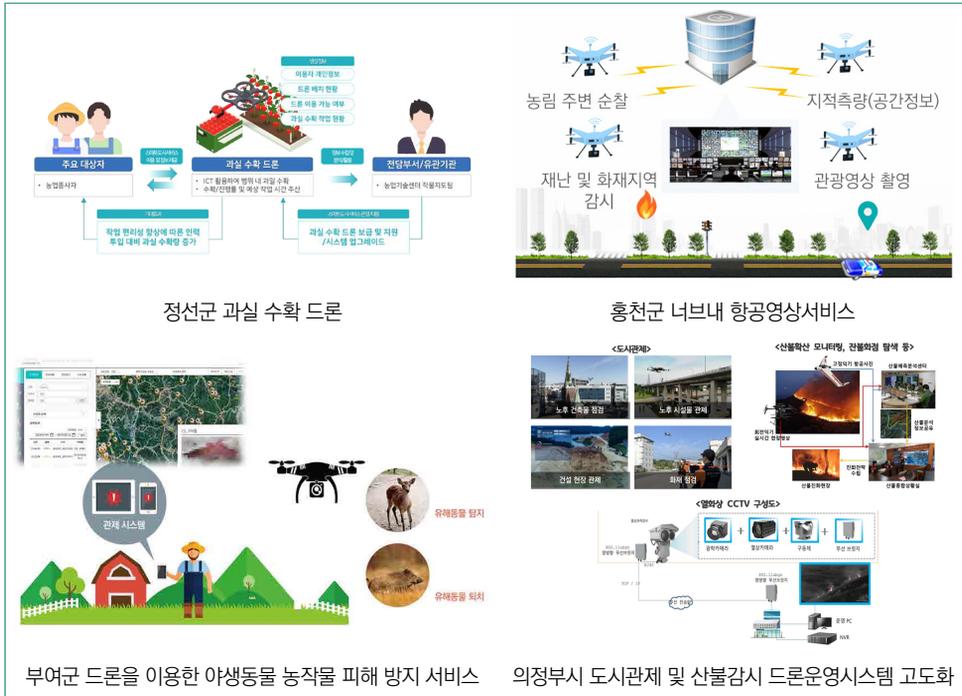
[그림 3-24] LID 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례

출처: 전주시 (2021) 전주시 스마트도시계획, p.218; 순천시 (2021). 순천시 스마트도시계획, p. 314.

■ 모빌리티 기술

모빌리티 기술은 총 26건(6.2%)의 서비스에서 확인되었으며, 드론(23건), 자율주행(2건), 로봇(1건)으로 구분된다.

드론 기술(23건, 5.5%)은 재난재해 감시, 산불 예방, 농업 분야 농약살포 및 수확 지원 등 하천·산림·농지 등 광범위한 공간에서 활용되었다. 개발제한구역 불법행위 단속 등 공공감시형 서비스도 포함된다.



[그림 3-25] 드론 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
 출처: 정선군 (2025). 정선군 스마트 종합계획, p.178; 홍천군 (2023). 홍천군 스마트도시계획, p.215; 부여군 (2023). 부여군 스마트도시계획, p.185; 의정부시 (2024). 의정부시 스마트도시계획, p. 195.

자율주행기술(2건, 0.5%)은 익산시의 자율주행 AI 카트 관광서비스가 대표적이며, 관광객 이동 편의와 교통약자 지원을 목적으로 도입되었다. 로봇 기술(1건, 0.2%)은 성남시의 자율주행 방역로봇이 유일하게 확인되었으며, 지정 구역을 주행하며 살충제를 살포하는 환경위생 관리형 로봇 서비스이다.



[그림 3-26] 자율주행 및 로봇 기술 관련 스마트 그린인프라 서비스 계획 사례
 출처: 익산시 (2024). 익산시 스마트도시계획, p.395; 성남시 (2021). 성남시 스마트도시계획, p.182.

[표 3-9] 활용 기술 요소별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)

활용기술 별	합계	비율
합계	419	100.0%
정보통신기술	339	80.9%
IoT	84	20.0%
모니터링 및 관제	64	15.3%
플랫폼	44	10.5%
AI	53	12.6%
원격제어	42	10.0%
시민참여서비스	21	5.0%
체감형 인터페이스	31	7.4%
환경기술	54	12.9%
LID(저영향 개발)	6	1.4%
기후 및 대기환경 관리	19	4.5%
생태 관리	6	1.4%
에너지 및 자원순환	23	5.5%
모빌리티 기술	26	6.2%
드론	23	5.5%
로봇	1	0.2%
자율주행	2	0.5%

*139건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 활용 기술 요소 집계

출처: 연구진 작성

2) 스마트도시 정책 공모사업 분석 결과

본 연구는 149개 공모사업 가운데 그린인프라와 관련된 사업 31개(20.8%)의 스마트도시 정책 공모사업을 검토하였다. 31개 사업에서 42건의 서비스가 그린인프라와 직접적으로 연계되어 있음을 확인하였다. 세부적으로는 국가시범도시 5건(2개 사업), 지역거점·중소도시 스마트 시티 조성 10건(6개 사업), 스마트 솔루션 확산 12건(11개 사업), 스마트 타운 챌린지 5건(5개 사업), 스마트도시형 도시재생 10건(7개 사업)이 해당하며, 스마트 캠퍼스 챌린지에서는 그린인프라 연계 사례가 확인되지 않았다(부록 3 참조).

① 그린인프라 유형별 분석 결과

도시공원이 20건(39.2%)으로 가장 높은 비중을 차지하였다. IoT 기반 시설물 관리, 스마트 편의시설(가로등, 벤치, 쓰레기통), 실감형(AR/VR) 콘텐츠 등 다기능 융합형 서비스가 중심이었으며, 도시재생 및 솔루션 확산사업에서 특히 활발하게 추진되었다. 대표 사례로는 스마트 쉼터, 스마트 가든, 스마트 파고라 등 공원 시설물에 IoT센서와 환경기술을 결합한 사례가 포함되며, 환경 관리, 관광·문화 자원순환 등 다차원적 목표를 동시에 구현하고 있다.

하천 관련 서비스는 8건(15.7%)으로, 데이터 수집과 예측 기술을 활용한 홍수 예방, 수질 모니터링, 생태환경 관리 중심이었다. 사업 전역(전 지역)을 대상으로 하는 통합형 서비스는 7건(13.7%)으로, 주로 미세먼지 저감과 자원 재활용을 목표로 하는 프로젝트가 포함되었다. 산림 분야에서는 3건(5.9%)이 확인되었는데, 드론과 AI 기술을 활용한 산불 예방 및 재난 대응 서비스가 중심을 이루었다.

보행자길 관련 서비스는 3건(5.9%)으로, 관광 편의와 안전 강화를 위해 스마트 탐방로 관리, 관광지 연계 스마트 산책로, 생활권 보행로 환경 개선 서비스가 추진되었다. 도시숲 관련 서비스는 2건(3.9%)이 확인되었으며, 평택시의 도시숲 시민활동 지원 서비스와 포항시의 스마트 공원 관리 서비스가 포함된다. 특히 전자는 시민의 녹지 관리 참여를 유도하기 위해 활동 인센티브를 제공하는 프로그램으로, 주민참여형 스마트 생태관리 모델로 평가된다.

가로수 관련 서비스는 2건(3.9%)으로, 대기환경 관리와 생육 모니터링이 중심이다. 부산 예코 텔타시티의 미세먼지 예보 서비스, 수원시의 IoT 기반 연무그린 플랫폼이 이에 해당한다. 공공공지 활용 서비스 역시 2건(3.9%)이 확인되었으며, 도시재생사업의 일환으로 유휴 공공 시설 및 마을 유휴지에 스마트팜을 설치한 사례이다.

농지 관련 서비스는 2건(3.9%)으로, 김천시의 농촌 지역 자원 순환 서비스와 울산 울주군의 스마트 농작물 진단 서비스가 해당된다. 이는 지자체 스마트도시계획에서 스마트팜이 자주

언급되는 것과 달리, 정책 공모사업에서는 농업폐기물 관리와 자원순환 중심으로 사업이 추진된 특징을 보여준다.

이 외에도 정원 관련 서비스는 1건(2.0%)으로 순천시 국가정원에서 AI 기반 정원 관광안내 서비스가 추진되었으며, 대지의 조경 관련 서비스도 1건(2.0%) 확인되었다. 이는 인천 제물포 Station-J 도시재생사업의 스마트 커뮤니티 팜으로, 건물 옥상에 설치된 스마트 팜이 대지의 조경 가운데 옥상 조경에 해당한다.

[표 3-10] 그린인프라 유형별 분석 결과(스마트도시 정책 공모사업)

그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)	그린인프라 유형		서비스 건수(건)	비중 (%)
도시공원법	도시공원	20	39.2	하천법	하천	8	15.7
	녹지	-	-		보전지구	-	-
	유원지	-	-		복원지구	-	-
	공공공지	2	3.9		친수지구	-	-
	저수지	-	-	친수구역법	친수구역	-	-
도시숲법	도시숲	2	3.9	보행안전법	보행자길	3	5.9
	생활숲	-	-	자전거법	자전거도로	-	-
	가로수	2	3.9	자연환경보전법	생태축	-	-
수목원정원법	수목원	-	-		생태통로	-	-
	정원	1	2.0	산림자원법	산림	3	5.9
건축법	대지의 조경	1	2.0	농지법	농지	2	3.9
	공개 공지	-	-	전 지역		7	13.7
공공시설 내 녹지		-	-	합계		51	100

*42건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 그린인프라 유형 집계
출처: 연구진 작성

② 스마트도시서비스 유형별 분석 결과

31개의 그린인프라 관련 스마트도시 정책공모사업의 그린인프라 관련 스마트도시서비스 42건을 법정 12개 스마트도시서비스 분야 기준으로 분류·분석한 결과, 총 45건의 서비스 가운데 환경·에너지·수자원(19건, 42.2%), 문화·관광·스포츠(10건, 22.2%), 방범·방재(8건, 17.8%), 시설물 관리(5건, 11.1%) 순으로 높은 비중을 차지하였다.

환경·에너지·수자원 분야는 총 19건(42.2%)으로 가장 많이 도출되었다. 이들 서비스는 하천·도시공원·도시숲 등 생태 기반 인프라를 중심으로 도시의 지속가능성과 기후위기 대응을 목적으로 도입되었다. 대표적으로 스마트 대기 모니터링, IoT 그린베리어, 탄소중립 통합 플랫폼, 연무그린 IoT플랫폼, 스마트 워터관제 솔루션, 탄소관리 플랫폼 등이 포함된다.

문화·관광·스포츠 분야는 10건(22.2%)이 확인되었으며, 도시공원, 관광지, 보행자길, 국가정원 등을 기반으로 시민 체감형 서비스가 주를 이루었다. AR/VR 기반 관광체험, 스마트 고분군 탐방로 관리, 관광 안내 키오스크, 스마트 어울림마당, 스마트 버스킹 공연 지원, 메타버스 기반 관광콘텐츠 등이 대표적이다. 이러한 서비스들은 관광객 유치와 지역경제 활성화를 위한 디지털 기반 체험형 콘텐츠로 기능한다.

방재·방법 분야는 총 8건(17.8%)으로, 하천·산림·도시 전역을 대상으로 위험 예측과 재난 대응 강화 목적으로 도입되었다. 김천, 의정부, 울산 울주군 등의 사례에서는 IoT, AI, 드론을 결합하여 홍수·산불·범죄 예방을 위한 실시간 모니터링 및 대응 서비스가 구축되었다. 이는 도시 전반의 안전과 회복력 제고에 기여한다.

시설물 관리 분야는 5건(11.1%)으로, 공원, 조경, 옥상녹화 등 도시 기반 시설을 스마트하게 관리하는 서비스가 중심이었다. 광주의 지능형 자원수거 서비스, 수원의 식물생육 관리 서비스와 스마트 파고라 등이 이에 해당한다.

마지막으로 근로·고용 분야는 총 3건(6.7%)으로 확인되었으며, 인천, 부산, 남양주의 스마트팜 관련 서비스가 해당한다. 이는 농업의 자동화와 스마트화를 통해 인력 부족 문제를 보완하고, 농업 생산 효율성을 제고하는 데 기여하였다.

[표 3-11] 스마트도시서비스 유형별 분석 결과(지자체 스마트도시계획)

서비스 유형	합계	행정	교통	보건·복지·의료	환경·에너지·수자원	방재·방법	시설물 관리	교육	문화·관광·스포츠	물류	근로·고용	주거	기타
건수(건)	45	-	-	-	19	8	5	-	10	-	3	-	-
비율(%)	100	-	-	-	42.2	17.8	11.1	-	22.2	-	6.7	-	-

*42건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 스마트도시서비스 유형 집계
출처: 연구진 작성

③ 활용 기술 요소별 분석 결과

31개의 그린인프라 관련 스마트도시 정책공모사업의 그린인프라 관련 스마트도시서비스 42건을 대상으로 활용 기술 요소를 분석한 결과, 총 120건의 기술이 확인되었다. 이 중 정보통신기술이 94건(78.3%)으로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 환경기술 18건(15.0%), 모빌리티 기술(6.7%) 순으로 나타났다.

■ 정보통신기술

정보통신기술은 총 94건(78.3%)의 서비스에 적용되었다.

IoT 기술(29건, 24.2%)은 환경 및 시설 상태의 실시간 데이터 수집을 위해 미세먼지 센서, 토양센서, 하천수위센서, 스마트플 등 다양한 센서가 활용되었다. 이는 공원·농업공간·하천 관리 등에서 필수적인 기반 기술로, 시설물 모니터링 및 환경 진단에 핵심적 역할을 수행한다.

모니터링 및 관제 기술(20건, 16.7%)은 IoT 센서와 연계된 실시간 데이터 처리와 관리 기능을 제공하며, 다수의 경우 플랫폼 기술과 결합되어 통합관제 체계로 운영되었다.

AI 기술(15건, 12.5%)은 분석·예측, 영상 분석, 지능형 제어 등 다양한 알고리즘 기반 서비스에서 도입되었다. 주로 하천, 산림 등 특정 공간을 대상으로 적용되었으며, 일부는 재활용 및 폐기물 선별을 위해 활용되었다.

플랫폼 기술(13건, 10.8%)은 데이터 분석 체계 구축과 통합 관제를 위한 기반으로 도입되었으며, 재난 대응 플랫폼과 환경·자원 관리 플랫폼이 대표적이다.

체감형 인터페이스 기술(10건, 8.3%)은 AR/VR, 미디어파사드, 디지털 사이니지 등을 활용해 주로 관광지와 수변공원에서 체험형 콘텐츠를 제공하였다.

시민참여 기술(5건, 4.2%)은 키오스크와 모바일 앱을 통해 관광지 정보 제공 및 스마트 재활용 서비스와 연계된 포인트 적립 기능이 포함되었다.

원격제어 기술(2건, 1.7%)은 하천 관리 중심으로 의정부와 양양군에서 수문 원격자동제어 시스템에 적용되어 재난 대응 역량을 강화하였다.

■ 환경기술

환경기술은 총 18건(15.0%)에서 도입되었으며, 기후 및 대기환경(6건), LID(4건), 생태관리(4건), 에너지 및 자원순환(4건)으로 구분된다.

기후 및 대기환경 기술(6건, 5.0%)은 주로 미세먼지 저감 및 예보, 쿨링미스트, 스마트 쉼터 및 그늘막 서비스 등이 포함되며, 광명의 그린베리어(쿨링포그), 부천의 미세먼지 클린 특화단지가 해당된다.

LID 기술(4건, 3.3%)은 빗물정원, 투수포장, 하천 식생 관수 최적화 등 물순환 관리 서비스가 포함되며, 부산 스마트 물 환경, 평택 그린윈터 인증, 양양 스마트 워터 관제 서비스가 이에 해당한다.

생태관리 기술(4건, 3.3%)은 도시숲·가로수·공원·하천 등 녹지 공간의 식생·생육 상태를 감시·관리하는 서비스에 중심이며, 수원외의 연무그린, 포항외의 송림숲 스마트파크가 사례로 확인되었다.

에너지 및 자원순환 기술(4건, 3.3%)은 태양광 기반 시설과 자원순환 인프라를 활용한 서비스로, 부산 에코델타시티의 스마트 가든과 김천외의 자원순환 쓰레기통이 이에 해당한다.

■ 모빌리티 기술

모빌리티 기술은 총 8건(6.7%)에서 확인되었으며, 이 가운데 드론 기술(4개, 3.3%)은 산불재난 감시, 도시 관리, 하천 및 시설 점검 서비스에 활용되었다. 로봇 기술(3건, 2.5%)은 자원순환 수거 로봇, 순찰, 관광 안내를 위한 서비스로 도입되었으며, 김천의 자율주행 수거 로봇, 오산의 하천-공원 순찰 로봇, 순천의 휴머노이드 안내 로봇이 포함된다. 마지막으로 자율주행 서비스(1건, 0.8%)는 김천에서 도시공원 및 농지를 기반으로 재활용품 수거를 지원하는 자율주행 수거 로봇이 해당된다.

[표 3-12] 활용 기술요소별 분석 결과(스마트도시 정책 공모사업)

활용 기술 요소	합계	비율
합계	120	100.0%
정보통신기술	94	78.3%
IoT	29	24.2%
모니터링 및 관제	20	16.7%
플랫폼	13	10.8%
AI	15	12.5%
원격제어	2	1.7%
시민참여서비스	5	4.2%
체감형 인터페이스	10	8.3%
환경기술	18	15.0%
LID(저영향 개발)	4	3.3%
기후 및 대기환경 관리	6	5.0%
생태 관리	4	3.3%
에너지 및 자원순환	4	3.3%
모빌리티 기술	8	6.7%
드론	4	3.3%
로봇	3	2.5%
자율주행	1	0.8%

*42건의 그린인프라 관련 스마트도시서비스를 바탕으로 중복을 포함하여 적용 대상 활용 기술 요소 집계

출처: 연구진 작성

3. 소결

분석 결과, 스마트도시계획과 정책 공모사업 모두에서 그린인프라가 스마트도시 구현의 주요 구성요소로 폭넓게 반영되고 있음을 확인하였다. 지자체가 수립한 63건의 스마트도시계획 중 59건(93.7%)에서 도시공원·하천·농지·도시숲 등 다양한 공간 유형을 기반으로 한 그린인프라형 스마트서비스 139건이 도출되었다. 이는 국내 스마트도시 정책이 이미 자연기반 공간을 플랫폼으로 한 기술융합형 서비스 구조로 확장되고 있음을 보여주는 실증적 근거라 할 수 있다.

그러나 세부 유형별로 보면, 도시공원 중심의 서비스 편중이 뚜렷하다. 문화·관광·스포츠, 환경·에너지 관리, 방범·안전 분야에 집중된 반면, 저영향개발(LID), 식생 관리·생태복원, 초고령사회 대응, 모빌리티 연계형 서비스는 상대적으로 미흡하였다. 이는 현재의 도시공원 중심 서비스가 관광·편의·체험 중심의 단기 성과형 모델에 치중하고 있음을 의미한다. 따라서 향후에는 기후 위기 대응, 초고령사회 복지, 첨단 모빌리티 연계, 도시생태 복원 등 구조적 도시문제 해결에 기여할 수 있는 지속가능형 서비스 포트폴리오로의 전환이 필요하다.

서비스 유형별로는 문화·관광·스포츠, 환경·에너지·수자원, 방범·방재 분야가 중심을 이루었으나, 대부분이 체험·관광형 서비스에 무게가 실려 있었다. 스마트 그린인프라(SGI)가 도시문제 해결형 인프라로 진화하기 위해서는 재난 대응, 에너지 절감, 자원순환, 생태계 회복 등 기능 중심형 서비스 구조로의 재편이 요구된다.

기술 활용 측면에서는 IoT, 모니터링 및 관제, AI, 원격제어 등 정보통신기술이 도입 기술의 약 78% 이상을 차지하며, 스마트도시서비스의 기본 골격을 형성하였다. 반면 환경기술과 모빌리티기술은 일부 시범적 수준에 머물러 기술 간 융합 생태계가 아직 완전하게 구축되지 못한 것으로 나타났다. 향후에는 ICT 중심의 단일 기술 적용을 넘어, 생태계 회복·에너지 전환·고령사회 대응 등 도시 지속가능성과 연계된 통합형 기술 융합 체계로 고도화할 필요가 있다.

또한, 지자체 스마트도시계획과 중앙정부 정책 공모사업 간 접근 방식의 차이도 확인되었다. 스마트도시계획이 중장기 비전과 기술혁신·포용성을 강조하는 반면, 정책 공모사업은 단기 실증과 지역문제 해결에 초점이 맞춰져 있다. 이로 인해 계획 단계의 비전과 실행 단계의 결과 사이에 괴리가 발생할 수 있으며, 향후에는 공모사업에서 축적된 실증 데이터와 운영 경험을

스마트도시계획 단계에 반영할 수 있는 제도적 연계 구조가 필요하다. 예를 들어, 계획-실행-평가 간의 피드백 체계를 SGI 성과관리지표(KPI) 기반 플랫폼으로 구축함으로써 정책 실행의 연속성과 실효성을 높일 수 있을 것이다.

종합적으로 볼 때, 현재의 스마트도시 내 그린인프라 서비스는 도시민 체감형 서비스 확산이라는 성과를 달성하였으나, 여전히 편의·관광 중심의 한계를 나타내고 있다. 향후 SGI 정책은 기후위기 대응, 초고령사회 대비, 생태계 복원 및 관리, 에너지 전환 및 탄소중립, 모빌리티 혁신 등 사회적 수요에 기반한 다차원적 서비스 확장 전략을 추진해야 한다. 이를 통해 단순한 기술 도입이 아닌, 도시 지속가능성 제고와 국가 탄소중립 달성에 기여하는 핵심 정책 아젠다로 기능할 수 있을 것이다.

제4장

스마트 그린인프라 솔루션 도출 및 우선순위 분석

1. 분석 개요
2. 스마트 그린인프라 솔루션 종합
3. 소결

1. 분석 개요

1) 분석의 배경과 목적

스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI)는 ICT, 센서, 빅데이터 등 첨단 기술을 기반으로 도시 내 그린인프라의 본질적 기능을 고도화하고, 도시문제 해결에 기여하는 전략적 인프라 체계로 주목받고 있다. 기존의 그린인프라가 도시숲, 공원, 수변공간 등 생태적 기반시설로 기능해왔다면, SGI는 이에 더해 실시간 데이터 수집, 디지털 시뮬레이션, 시민참여형 운영 등 스마트 기술 기반 서비스를 통합함으로써 기후위기 대응, 탄소중립, 초고령사회, 지역 소멸 등 복합 도시 문제에 대한 대응력을 강화할 수 있다.

본 절에서는 국내외 사례조사와 문헌분석을 통해 SGI 적용을 위한 기술·서비스 요소를 종합한 뒤, 스마트도시법상 스마트도시서비스 유형 중 SGI의 핵심 기능과 밀접히 연관된 분야를 중심으로 솔루션 풀을 정리하였다. 이후, 도출된 솔루션의 기술적 성숙도 및 정책적 필요도를 전문가 인식을 통해 정량화하고, IPA 분석을 적용하여 우선 적용이 필요한 핵심 솔루션을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2) 분석 방법

① 분석의 범위

■ 공간적 범위

분석 대상은 관련 법률에 근거하여 지정된 그린인프라 유형으로 한정하였다. 이는 도시 내에서 법적으로 기능과 관리 체계가 정립된 공간들을 대상으로 기술 솔루션 적용 가능성을 현실적으로 검토하기 위해서이다.

- 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」의 도시공원, 녹지
- 「도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률」의 도시숲, 생활숲, 가로수

- 「수목원·정원의 조성 및 진흥에 관한 법률」의 수목원, 정원
- 「건축법」의 대지의 조경, 공개공지, 공공공지
- 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」의 보행자길
- 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」의 자전거도로
- 「하천법」의 보전지구, 복원지구, 친수지구
- 「친수구역 활용에 관한 특별법」의 친수구역
- 「야생생물 보호 및 관리에 관한 법률」의 생태통로

■ 내용적 범위

분석 대상 솔루션은 본 연구에서 주요한 도시문제로 설정한 탄소중립 및 기후위기 대응, 초고령 사회 대응, 첨단기술 수용 등 세 가지 측면을 고려해 도출하였다. 이와 함께 「스마트도시 조성 및 산업진흥에 관한 법률 시행령」 제2조의 스마트도시서비스 12개 항목 중 SGI 기능과 직·간접적으로 연관된 8개 분야로 설정하였다. 선정된 분야는 행정, 교통, 보건·복지·의료, 환경·에너지·수자원, 방재·방범, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠이며, 각 분야별 대표 솔루션을 구성하고 세부 기술요소 및 적용 공간을 유형화하였다.

② 분석 절차와 방법

■ (1단계) 문헌 및 사례조사 기반 솔루션 풀(SGI Solution Pool) 도출

국내외 스마트도시 정책, 기술 백서, 조경·도시·ICT 융합사례 등 공신력 있는 자료를 기반으로 SGI 구현에 적용 가능한 기술 요소 및 운영모델을 수집·정리하였다. 각 솔루션은 스마트도시 서비스 유형별로 분류하고, 개요(목적, 주요내용, 기대효과), 적용 대상 공간, 적용 단계, 서비스 전달 시나리오, 세부 기술 요소, 필요조건(공간, 관리운영, 시설장비, 법제도), 관련 사례 등으로 구조화하였다.

■ (2단계) 전문가 자문을 통한 적정성 검토

조경, 도시, 교통, IT, 환경 등 다양한 분야의 전문가를 중심으로 자문단을 구성하여 도출된 SGI 솔루션의 현실 적용 가능성과 정책 연계성에 대한 정성적 자문을 실시하였다. 자문단은 분야별 전문성과 정책 경험을 기반으로 솔루션 간 중복성, 누락 항목, 기술 적정성, 제도 연계 필요성 등에 대한 검토를 수행하였다.

■ (3단계) 전문가 설문조사 및 IPA 분석을 통한 우선순위 도출

전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였고, 설문은 다음과 같이 구성하였다.⁸⁾

수집된 응답 결과는 중요도-실행도 매트릭스(IPA: Importance-Performance Analysis) 분석을 통해 기술의 성숙도(실행도)와 정책의 시급성(중요도) 관점에서 정량화되었으며, 우선 적용이 필요한 핵심 SGI 솔루션 도출과 제4장 도시공원 대상 스마트 그린인프라(SGI) 정책사업 모델 설계 과정에 활용되었다.

[표 4-1] 전문가 설문지 구성

구분	주요 내용
응답자 일반현황	• 성별, 연령, 전공, 직무, 경력 등
전반적 인식 수준	• 현재 그린인프라 서비스에 대한 만족도 • 스마트 그린인프라 솔루션 기여도
SGI 솔루션 요소별 평가	• 기술적 성숙도 (기술 완성도, 실증사례 유무, 확산 가능성 등 고려) • 정책적 필요도 (사회적 수요, 공공성, 시급성, 법제도 연계성 등 고려)
기타 의견	• 개선 및 보완 사항, 신규 기술 제안

출처: 연구진 작성

[표 4-2] 스마트 그린인프라 솔루션 풀

분야	SGI 솔루션	도시문제 유형			기술요소
		기후 위기 대응	초고령 사회 대응	첨단 기술 수용	
행정	1.1. 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템	○		○	(1-1-1) 원격탐사 및 공간 데이터 수집 기술 (1-1-2) IoT 기반 실시간 환경 센서 기술 (1-1-3) 3D 공간정보 구축 및 모델링 기술 (1-1-4) 공간정보(GIS) 기반 통합 데이터 플랫폼
	1.2. Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템	○	○	○	(1-2-1) 시민 참여형 데이터 수집 및 입력 기술 (1-2-2) 분석 및 정책 연계 지원 기술 (1-2-3) 시각화 및 시민 피드백 제공 기술
	1.3. AI 시뮬레이션 기반 탄소저감·기후적응 전략 수립 시스템	○			(1-3-1) AI-머신러닝 기반 예측 모델링 기술 (1-3-2) AI 기반 시나리오 분석 및 비교 기술 (1-3-3) 학습형 데이터 축적 및 모델 고도화 기술
	1.4. 디지털 트윈 BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템	○		○	(1-4-1) BIM 기반 3D 설계·시뮬레이션 기술 (1-4-2) 디지털 트윈 기반 공간 시뮬레이션 기술 (1-4-3) AR/VR 기반 설계 검토 기술
교통	2.1. SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축·운영 시스템			○	(2-1-1) UATM(Urban Air Traffic Management) 시스템 (2-1-2) 버티포트(Vertiport) 설계 및 운영 기술
	2.2. SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계			○	(2-2-1) 정밀지도(HD Map) 구축 기술 (2-2-2) V2X(Vehicle-to-Everything) 통신 기술
	2.3. 수요응답형 모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템		○		(2-3-1) 수요응답형 경로 최적화 알고리즘 (2-3-2) 모바일 기반 호출 및 예약 플랫폼
	2.4. 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템		○		(2-4-1) 장애인 전용 스마트맵 구축 기술 (2-4-2) 실시간 환경 인식 및 경로 업데이트 시스템 (2-4-3) 클라우드 소싱 기반 장애물 정보 수집 기술

8) 부록1(전문가 설문조사지) 참고

	2.5. IoT 기반 스마트 공유이동수단·모빌리티 스테이션	○	(2-5-1) IoT 기반 환경·운영 통합 관리 시스템 (2-5-2) 재생에너지 기반 자립형 충전 인프라
보건·복지·의료	3.1. 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템	○	(3-1-1) 웨어러블 기기 연계 실시간 건강 모니터링 (3-1-2) 위치 기반 맞춤형 경로 추천 기술 (LBS)
	3.2. SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템	○	(3-2-1) 스마트 응급 호출 시스템 (3-2-2) AI 응급 의료 시스템
환경·에너지·수자원	4.1. 기후대응형 탄소저감 및 에너지 자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	○	(4-1-1) 탄소 저감 및 친환경 재료 기술 (4-1-2) 에너지 생산형 포장 및 구조체 기술
	4.2. 녹지 폐기물의 바이오가스 퇴비화 시스템	○	(4-2-1) 혐기성 소화(Anaerobic Digestion) 기술 (4-2-2) 바이오가스 정제 및 에너지 변환 기술
	4.3. SGI 기반 환경정보 수집 분석 및 공개 시스템	○	(4-3-1) 빅데이터 기반 환경정보 수집 및 분석 플랫폼 (4-3-2) 야외 환경 대응형 내구성 센서 및 디스플레이 (4-3-3) 시민 참여형 환경정보 연계 시스템
	4.4. SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템	○	(4-4-1) 생물 서식환경 복원용 친환경 소재 (4-4-2) IoT 기반 생태 모니터링 시스템
	4.5. IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템	○	(4-5-1) IoT 기반 빗물 저류와 배수관리 자동화 기술
	4.6. 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	○	(4-6-1) 토양 센서 (4-6-2) 데이터 플랫폼 (4-6-3) 자동 관계 연계
방재·방범	5.1. 스마트 도시홍수 모니터링 시스템	○	(5-1-1) 실시간 데이터 수집 센서 (5-1-2) 예측 및 분석을 위한 머신러닝 알고리즘 (5-1-3) 적응형 제어(CMAC) 기술
	5.2. 스마트 폭염 관리 시스템	○	(5-2-1) IoT 환경 센서 기반 실시간 모니터링 (5-2-2) GIS 및 열지도 분석 (5-2-3) 통합 관제 플랫폼
	5.3. 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템	○	(5-3-1) 다기능 센서 (5-3-2) 3D 맵 및 AI 기반 자연재난 예측 시스템
	5.4. 지능형 CCTV 활용 공원 통합 안전관리 시스템	○	(5-4-1) 지능형 CCTV (5-4-2) AI 기반 영상 분석 기술
	5.5. 스마트 시설물 설치 (가로등/공원등/폴)	○	(5-5-1) LED Light, CCTV, C-ITS, (자율협력주행), 공공 와이파이, IoT센서, 스마트 횡단보도, 전기충전, S-Net, 미래신기술
시설물 관리	6.1. 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템	○	(6-1-1) 자율주행로봇·센서및데이터구축하드웨어플랫폼 (6-1-2) 환경미화로봇·센서, 네비게이션 기술
	6.2. 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템	○	(6-2-1) 고성능 드론
	6.3. 급수 및 관개 자동화 시스템	○	(6-3-1) 토양 분석 센서 (6-3-2) 실시간 기상정보 연동 (6-3-3) 인공지능 기술 (6-3-4) 자동화 관수 제어 (6-3-5) 모바일 및 웹 기반 제어, 무선 통신 기술
	6.4. 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템	○	(6-4-1) 정보 수집 기술 (6-4-2) IoT 쓰레기처리 시스템
	6.5. 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템	○	(6-5-1) IoT 및 센서기술: 환경 모니터링 (6-5-2) 인공지능및머신러닝 예측및최적화및병충해관리 (6-5-3) 로봇 및 자동화: 작물 관리와 시설 관리
교육	7.1. XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스	○	(7-1-1) VR(Virtual Reality, 가상현실) (7-1-2) AR(Augmented Reality, 증강현실) (7-1-3) MR(Mixed Reality, 확장현실)
	7.2. 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼	○	(7-2-1) 디지털 트윈 (7-2-2) AI 빅데이터 분석
문화·관광·스포츠	8.1. 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스	○	(8-1-1) AR/VR 기반 체험 콘텐츠 (8-1-2) 콘텐츠 관리 시스템 (8-1-3) 위치기반서비스(Location Based Service, LBS) (8-1-4) 스마트 투어 앱 및 추천 알고리즘 (8-1-5) 스마트 주차·사물함 시스템

출처: 연구진 작성

2. 스마트 그린인프라 솔루션 종합

행정 01. 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템

행정 01	데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	<ul style="list-style-type: none"> 도시 전반의 탄소 배출량·흡수량 및 기후 영향 모니터링을 위한 기초 데이터와 분석 도구를 제공 기후 행동 전략 수립에 필요한 과학적 근거 마련 				
	초고령사회 대응	-				
	첨단기술 수용	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 첨단 기술로부터 생성되는 데이터를 통합하고 관리하는 디지털 백본을 제공하며, 효과적인 기술 배포 및 모니터링에 필수적인 기반을 마련 				
개요	목적	실시간 및 누적 환경데이터를 기반으로, 과학적인 정책 의사결정을 지원				
	주요내용	도시 내 다양한 SGI(Smart Green Infrastructure) 솔루션의 효과를 공간 단위로 분석 가능 데이터를 기반으로 사업의 우선순위를 설정하고, 효율적 예산 투입 기반 제공 중앙정부, 지자체, 민간 데이터 연계로 통합 관리체계를 마련하여 개방형 플랫폼으로 확장				
	기대효과	기후위기 대응, 탄소중립 실현, 생태복원 등의 도시환경 정책에 필요한 과학적 근거자료로 활용 가능, 장기적으로는 기후 적응형 도시계획, 스마트 생태도시 모델 구축의 핵심 기술로 발전 가능				
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경
	●	●	●	●		옥상녹화 단지 내 조경
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역 생태통로
	●		●	●		
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
	●	●	○	○	●	
서비스 전달 시나리오	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>데이터 기반 SGI 정보체계 및 정책 의사결정 지원 시스템 구현 단계</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>데이터 수집 및 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> 도시 내 다양한 데이터 수집 IoT 센서, 위성, 드론, 공공·민간 데이터 연계 실시간 데이터 플랫폼 구축 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>데이터 통합 및 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> 데이터 통합 및 표준화 빅데이터 기반 패턴 분석 및 시뮬레이션 탄소 배출량 추경/환경 변화 예측/리스크 진단(홍수, 열섬 등) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>정책 시나리오 설계 및 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> 정책 대안별 효과 분석 및 시뮬레이션 정책 우선순위 도출 평가 기반 최적안 도출 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>정책 결정 및 실행 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> 데이터 기반 정책 의사결정 지원 정책 실행 계획 수립 및 단계별 추진 관리 </div> </div>					
세부기술	원격탐사 기술	드론LiDAR 등으로 환경 데이터 정밀 수집·대기오염분포, 열화상 정보 등 다양한 지표 수집 가능, 의사결정에 활용				
	IoT 센서 기술	공간별 환경 편차나 이상 징후 조기에 파악해 선제적 대응 가능, 기온도양·미세먼지등 실시간 모니터링				
	3D 모델링 기술	공간의 입체적 구조 정밀 파악 가능, 3D 공간정보를 통해 복잡한 도시 구조 속에서 입체적 관계를 시각적으로 분석				
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도		
	데이터 수집을 위한 공간기반 확보	데이터 통합 관리 및 연계 체계 구축	첨단장비 및 시민참여형 장치 도입	데이터 통합을 위한 제도적 기반 마련		
사례	경기 기후플랫폼					
	<ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> 경기도는 2020년부터 기후 및 생태 데이터를 단계적으로 구축하여, 2025년 6월 플랫폼 공개 플랫폼은 바이오매스지도, 탄소흡수 및 배출지도, 열쾌적성지도, 생태계서비스 지도 등 다양한 환경 주제도를 통합적으로 구성 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> 드론 및 LiDAR 기반의 3D 공간정보 구축을 통해 정밀한 생태 데이터 확보, 실시간 탄소흡수량분석, 재난리스크평가, 신재생에너지 적지 선정 등에 활용 가능 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> 경기도 전역의 생태·환경 데이터를 통합 관리함으로써 기후위기 대응, 환경정책 수립, 도시계획 및 개발사업의 정책적 활용도를 극대화 <p>출처: 경기기후플랫폼(2025, https://climate.gg.go.kr/ips)</p>					

행정 02 Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템

행정 02		Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	•시민이 직접 환경 데이터를 수집하고 이상 징후를 신고함으로써 기후위기 대응 및 탄소중립 노력에 기여				
		초고령사회 대응	•시민 참여를 통해 지역사회내 공감대 형성과 커뮤니티 활성화를 촉진하여 초고령 사회 대응에 필요한 사회적 교류를 증진				
		첨단기술 수용	•모바일 앱 및 웹 플랫폼 등 디지털 도구를 활용하여 첨단 기술 수용을 유도				
개요	목적	시민이 탄소흡수원및 생태공간 등 스마트 그린인프라(SGI)의 요소를 직접 관찰하고 관리할 수 있는 참여형관리체계 구축이 핵심 목표, 이를 통해 행정 시각지대를 보완하고, 시민 주도의 지속가능한 SGI 운영기반 마련					
	주요내용	모바일앱, 웹 플랫폼 등 디지털 기반의 도구를 통해 시민 의견과 관찰 데이터를 상시 수집/ 수집된 정보는 실시간으로 정책과 운영에 반영되어 실질적인 시민 참여 행정으로 연결					
	기대효과	SGI의 실시간 모니터링 및 운영 효율성을 제고 / 정책 결정 과정에 시민 데이터를 활용함으로써 정교하고 수요 중심적인 운영이 가능 / 동시에 지역사회 내 공감대 형성과 커뮤니티 활성화를 촉진하여, SGI의 활용도와 사회적 가치를 함께 확장					
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 육상녹화 / 단지 내 조경
		●	●	●	●	●	●
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
●(높음), ○(중간), ○(낮음)		○	○	○	●	●	
서비스 전달 시나리오		<p style="text-align: center;">시민참여 SGI 운영 및 관리 시스템 구축 시나리오</p> 					
세부기술		데이터 수집 기술	• 시민 참여형 데이터 수집 및 입력•그린 인프라 공간의 이상 징후를 시민이 위치 기반으로 기록 및 신고				
		정책 지원 기술	• 데이터 분석 및 정책 연계 지원. 수집된 시민 데이터를 환경 분석 및 우선관리 지역 선정에 활용				
		시각화 기술	• 시각화 및 시민 피드백 제공, 시민 참여 데이터를 지도, 대시보드로 시각화 하고 조치 결과를 제공				
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도		
		생활권 내 참여형 공간 조성 및 QR, NFC 설치	실시간 데이터 관리 체계 및 참여 지속성 확보	모바일 친화적 시스템과 현장 참여 장치 구축	-		
사례		<p>롤리(Raleigh)시 시민 참여 도시 열섬모니터링 프로젝트</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 노스캐롤라이나주 Raleigh시는 도시전역의 기온 데이터를 시민이 직접 수집하는 프로젝트를 추진 - 시민이 열 센서를 휴대하거나자전거, 차량 등에 부착하여 실시간 온도 데이터를 수집하고, 이를 바탕으로 도시 열섬현상을 정밀하게 분석하여 환경정책 수립에 활용 • 운영 방식 <ul style="list-style-type: none"> - 수집된 기온 데이터를 기반으로 도시 열섬분포 지도를 제작 - 국립해양대기청(NOAA)과 협력하여 기후 분석 및 대응전략 수립에 적용 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 도시 기후 변화에 대한 과학적 대응 근거 마련 / 열섬완화 및 지역별 정책 우선순위 설정 등 실 효성 있는 환경정책 도출 / 시민참여를 통한 환경 인식 수준 제고 <p>출처: City of Raleigh. (2024, https://raleighnc.gov/climate-action-and-sustainability/services/mapping-urban-heat-islands)</p>					

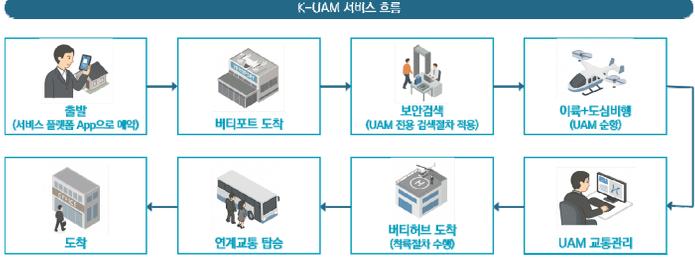
행정 03. 탄소저감 및 기후적응을 위한 AI 시뮬레이션 기반 전략 수립 시스템

행정 03		탄소저감 및 기후적응을 위한 AI 시뮬레이션 기반 전략 수립 시스템						
도시문제 유형		탄소축립 및 기후위기 대응	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술을 활용하여 탄소 저감 효과와 기후 적응 잠재력을 정량적으로 예측 기후 관련 SGI 사업의 정책 및 자원 배분 최적화 					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	-					
개요	목적	AI 기반 시뮬레이션 기술은 도시의 물리·환경 데이터를 분석하여 탄소 저감 효과와 기후 적응 가능성을 수치화하고, 정책과 예산의 우선순위를 과학적으로 도출하는 스마트 의사결정 지원 도구로 활용하는 것이 목적 도시 차원의 지속가능성과 전략적 자원 배분을 실현하기 위한 기반						
	주요내용	AI 기반 시나리오 기술은 도시의 구조와 환경, 기후 데이터를 활용해 탄소 저감 및 기후 대응 가능성을 정량적으로 예측 시뮬레이션을 넘어 전략 수립 도구로서 탄소중립 전략, ESG 대응, 국제 환경 협력 등으로의 확장 가능						
	기대효과	AI 시뮬레이션을 통해 효과가 높은 사업과 공간에 자원을 집중함으로써 정책의 신뢰성과 예산 집행의 효율성을 제고하고, 사업 추진의 명확성과 정당성 확보 가능 도시 차원의 스마트 지속가능성 확보와 과학적 정책 결정체계의 정착에도 기여						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
		●	●	●	●	●	●	
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
		●	●	●	●	●	●	●
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
●(높음), ○(중간), ○(낮음)		●	●	●	○	○		
서비스 전달 시나리오		<p style="text-align: center;">AI 기반 시나리오 수립선 선진 과정</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>데이터 입력·수집</p> <ul style="list-style-type: none"> 도시 공간·환경·사회 데이터를 실시간 수집 기후, 대기, 인구, 교통요소를 통한 다양한 변수를 입력받아 학습 기반 확보 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>AI 학습·모형링</p> <ul style="list-style-type: none"> 마신러닝과 딥러닝으로 데이터 내 변수 간 인과관계와 패턴 학습 도시 변화의 시나리오별 영향 예측 역량 확보 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>시나리오 생성·예측</p> <ul style="list-style-type: none"> 다양한 시나리오별 결과 예측 우선순위 자동 도출 및 최적 대안 추천 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;"> <p>결과 출력 및 시각화</p> <ul style="list-style-type: none"> 공간 기반 시각화 정량적 근거 제공 시민과 공유 가능한 대시보드화 </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40%; margin: 10px auto;"> <p>피드백 학습 및 고도화 단계</p> <ul style="list-style-type: none"> 사업 시행 후 성과 데이터와 현장 변화 데이터 채수 시각 설계 결과와 기존 예측을 비교·학습해 예측 정확도 향상 반복 학습을 통한 모델 고도화 </div>						
세부기술		예측 모델링 기술	AI·머신러닝기반 예측 모델링·공간별 기능, 환경 변화, 정책 효과를 딥러닝 기반으로 사전 예측					
		시나리오 분석 기술	AI 기반 시나리오 분석 및 비교·여러 계획안의 탄소저감 효과, 공간 변화 등을 수치화하여비교우선순위로출 지원					
		모델 고도화 기술	학습형 데이터 축적 및 모델 고도화·정책 성과 데이터를 지속 학습하여 예측 모델을 점진적으로 향상시킴					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		고정밀 환경 데이터 수집을 위한 공간 기반 구축	지속적인 데이터 업데이트 및 정책결과 피드백 체계 마련	-	-			
사례		<p>구글 Tree Canopy Lab</p> <ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> 구글 Tree Canopy Lab은 항공 이미지와 인공지능 기술을 활용해 도시 내 그늘 부족 지역을 자동으로 식별하는 플랫폼. 이 플랫폼은 열섬현상이 심화된 지역을 중심으로 나무 식재를 유도하고, 녹지 불균형을 해소하기 위한 도시 환경 개선 전략 수립에 활용. 미국 오스틴시를 비롯한 여러 도시에서 실제로 도입되어 운영 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> 항공 이미지와 AI 분석으로 도시 내 그늘 부족 지역 자동 식별하고 Tree Canopy 밀도를 지도 기반으로 시각화하고 열섬고위험 지역 우선순위 결정. 탄소 흡수원확충 및 열섬완화, 녹지 불균형 해소를 지원 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> 탄소 흡수원확충 및 열섬완화, 녹지 불균형 해소를 지원하고 도시 녹지 데이터 축적과 기후변화 대응 역량 강화 기반 마련 <p>출처: Google Tree Canopy Lab(https://insights.sustainability.google/)</p>						

행정 04. 디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템

행정 04		디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템									
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응		<ul style="list-style-type: none"> • SGI 요소의 정밀한 계획과 관리를 통해 건설 폐기물을 줄이고 자원 효율성을 높여 탄소 발자국을 최소화하는 데 기여 • 디지털 트윈 시뮬레이션을 통해 열섬 현상 완화, 홍수 위험 예측 등 기후변화 시나리오에 대한 그린인프라의 적응력을 사전에 검토하고 최적화된 설계를 도출함으로써 도시의 기후 회복탄력성을 강화 							
		초고령사회 대응		-							
		첨단기술 수용		<ul style="list-style-type: none"> • 도시 그린인프라의 가상 복제본을 제공하여 첨단 기술의 통합을 시뮬레이션하고, 설계 및 운영을 최적화 							
개요	목적	도시 인프라의 실시간 변화 대응 및 통합적 유지관리 체계 구축을 통해 회복탄력성과 지속가능성을 향상									
	주요내용	(디지털 트윈) 기술을 활용해 도시 구조와 환경 데이터를 실시간 시뮬레이션하고, 도시 문제(기후 변화, 열섬, 홍수 등)에 선제 대응 (BIM) 공간·환경정보를 통합한 정밀 설계, 시공, 운영, 유지관리 데이터 연계, 설계 단계부터 시공 및 운영까지 전 주기 관리체제로 일관된 데이터 품질 유지									
	기대효과	도시 인프라의 생애주기(Lifecycle) 전반에서 최적화된 의사결정 가능, 도시환경 변화에 대한 민첩한 대응, 운영 효율성 및 비용절감, 도시의 기후적응력 및 관리 투명성 강화									
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경				
							옥상녹화	단지 내 조경			
		●	●	●	●	●	●	●			
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로				
	●	●	●	●	●	●					
적용단계*		기초조사		계획		설계		시공		관리·운영	
		●(높음), ○(중간), ○(낮음)		●		●		○		●	
서비스 전달 시나리오											
세부기술		3D 설계 기술		<ul style="list-style-type: none"> • BIM 기반 3D 설계 • 시뮬레이션-대상지를 3D 객체로 정밀 모델링하고, 설계 충돌 검토 및 공정 시뮬레이션 지원 							
		공간 시뮬레이션 기술		<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 트윈 기반 공간 시뮬레이션 • 현실 공간을 3D 가상공간에 복제하고, 기후재해시나리오 적용해 공간 계획 검토 							
		AR/VR 기반 기술		<ul style="list-style-type: none"> • 설계안을 AR/VR로 구현하여 공간감, 동선, 밀도 등을 체감적으로 검토 							
필요조건		공간		관리운영		시설장치		법제도			
		고정밀 3D 모델링을 위한 공간 데이터 구축		3D 모델 업데이트 및 디지털 트윈 기반 유지 관리 체계 마련		3D 스캐닝 장비, 클라우드 데이터 처리 및 시각화 인프라 구축		-			
사례		<p>서울시 S-Map 및 BIM 플랫폼 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 서울시는 도시 전역을 3D로 구현하는 디지털 공간지도 'S-Map'을 구축하여 행정, 환경, 시민 생활 등 다양한 도시 정보를 통합 관리 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 서울 전역을 3D 디지털 지도(S-Map)로 구축하고 공공 건설사업 BIM 플랫폼 연계하고 항공촬영·드론LiDAR로 고정밀공간 데이터 확보 및 주요 시설물 3D 모델링 BIM을 통한 설계 검토, 시공 모니터링, 시설물 유지관리 지원 및 데이터 표준화 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 트윈 기반 스마트 시공, 도시 관리 효율성 제고 및 시민 참여형 활용 지원 <p>출처: 서울특별시(https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2013136)</p>									

교통 01. SGI 연계형도심항공교통(UAM) 인프라 구축 및 운영 시스템

교통 01		SGI 연계형도심항공교통(UAM) 인프라 구축 및 운영 시스템						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	• 미래 도심 항공 모빌리티 솔루션을 그린인프라와 통합하여, 새로운 형태의 도시 교통 시스템을 위한 기반을 마련					
개요	목적	도심 내 교통 혼잡과 환경 문제를 해소하고, 스마트 그린인프라와 연계한 지속가능한 미래형 교통 체계 구축						
	주요내용	UAM은 도심 항공을 활용해 지상 교통의 한계를 보완하고, 이동의 효율성과 접근성을 높이는 친환경 교통수단 정부의 'K-UAM 로드맵'과 민간 기술 실증을 기반으로 응급 이송, 관광, 물류 등 다양한 서비스 분야로 확장 버티포트, 연계 교통수단, 공공시설 통합 등 다층적 교통체계를 통해 도시 내 통합 모빌리티 구현						
	기대효과	스마트 그린인프라와의 연계를 통해 도심 내 이동 시간 단축, 무공해 항공 모빌리티 확산을 통한 대기환경 개선, 기존 지상교통과 연계한 도시 접근성 향상 및 시민 교통복지 증진						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화 단지 내 조경	
		●	●	●			● ●	
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
		●				●	●	
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
		○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오								
세부기술		UATM 기술	• UATM(Urban Air Traffic Management) 시스템 • UAM 간의 충돌 방지, 항로고도분리, 운항 흐름 제어 등 통합 교통관리 기술					
		버티포트 관련 기술	• 버티포트(Vertiport) 설계 및 운영 기술 • eVTOL 이륙장으로서 안전통신소음에너지연계를 고려한 복합인프라 설계 기술					
		공간연계 기술	• 버티포트와 지하철, BRT, 공유교통 등과의 환승 체계 구성, 공공시설과 연계 지원					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		버티포트 및 연계 교통시설 확보, 생활권 기반 네트워크 설계	에너지 효율 중심의 운항 관리 및 실시간 데이터 통합 체계 구축	충전 인프라, 항로 모니터링 장치 등 운항 지원 시설 구축	저탄소 교통 촉진을 위한 운항 기준, 에너지 규제, 인식 확산 기반 마련			
사례		<p>Uber CONNECT EVOLVED</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 우버와 건축사사무소 코건(Corgan)이 협력하여 도심 내 에어택시 운항을 위한 모듈형 버티포트를 설계. 기존 도시 유휴공간을 활용하여 친환경 교통 허브를 구축하는 것을 목표로 함 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 도시 유휴 공간을 활용한 모듈형 버티포트설계 및 태양광 기반 친환경 에너지 적 - 주차장, 옥상, 고속도로 인근 등 다양한 입지에 유연하게 설치 가능 - 저탄소 교통망(보행자길, 자전거도로)과 연계된 지속가능한 환승 거점 구축 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 도시 탄소중립 목표에 부합하는 그린 모빌리티 허브로 기능, 빠른 설치성과 확장성을 갖춘 구조로 도시계획 변화에 유연하게 대응 가능 <p>출처: Corgan(2019)</p>						

교통 02. SGI 연계형 자율주행 교통 서비스 기반 구축 체계

교통 02		SGI 연계형 자율주행 교통 서비스 기반 구축 체계						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	• 그린인프라 내 자율주행 차량을 위한 인프라를 구축하여, 효율적이고 안전한 미래 모빌리티를 촉진					
개요	목적	도시 교통의 한계를 극복하고, 안전하고 효율적인 이동 서비스를 제공하여 교통 복지 향상과 환경 개선에 기여						
	주요내용	자율주행차는 교통 혼잡, 안전사고, 고령화로 인한 이동 불편, 교통약자 접근성 문제 등 복합적인 도시 교통 과제에 대한 핵심 해법으로 주목 도심 내 저속 순환형 셔틀, 대중교통 연계형 자율 주행, 주차장 기반 호출형 서비스 등 다양한 실증 모델 운영 중 SGI와 연계하여 교통 사각지대를 해소하고, 수요가 낮은 시간대에도 유연한 서비스 제공 가능						
	기대효과	교통 흐름 효율화 및 보행자 안전 강화, 무공해 이동수단 활용을 통한 탄소배출 저감, 교통복지 향상과 이동권 보장을 통해 포용적 도시교통 실현에 기여						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
		●	●	●	●		옥상녹화	
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	단지 내 조경
		●	●					생태통로
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
		○	●	●		●		
서비스 전달 시나리오								
세부기술		정밀지도 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 수 cm 단위 고정밀도로 정보 구축 • 자율주행차의 경로 판단을 위한 고정밀공간 데이터 생성 기술 					
		V2X 통신 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 차량인프라간 실시간 정보 교환, 도로 상황을 차량에 전달하는 저지연통신 기술 					
		센서융합인지기술	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 센서 기반 주변 인식·라이더카메라등을 통합해 환경을 인식하는 기술 					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		그린 교통망과 연계된 자율주행 운행 경로 확보	실시간 운행 에너지 데이터 통합 및 안전운행 관리 체계 구축	친환경 충전 설비와 정밀 통신·도로 인프라 구축	-			
사례		<p>자율주행 셔틀 실증 MySMARTLife프로젝트(프랑스 낭트)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 'MySMARTLife' 프로젝트는 실증 사업으로, '16년부터 '21년까지 함부르크, 낭트, 헬싱키에서 추진 - 프랑스 낭트에서는 전기 자율주행 셔틀을 도입하여, 도시 내 저속가능한 이동성 강화를 목표로 함 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 메트로폴의 도시 모빌리티 전략(PDU)에 따라, 보행자 구역, 녹지축, 자전거 도로 등과 연계된 자율주행 셔틀 운행 경로가 설계, 셔틀 충전을 위한 인프라는 재생에너지를 기반으로 구축 - 일부 구간에서는 태양광 패널이 적용된 포토볼타익로드를 실증. 도시 데이터 플랫폼과 연계하여 실시간 운행 모니터링, 에너지 사용량 분석 및 교통 수요 데이터가 통합 관리 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 도심 내 온실가스 배출을 줄이고, 그린 인프라 공간과 연계된 친환경 이동 경로를 구축 <p>출처: My SMARTLIFE Project(2019)</p>						

교통 03. 수요응답형모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템

교통 03		수요응답형모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-					
	초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> ICT와 실시간 교통 데이터를 활용하여 장애인, 고령자 등 이동약자의 이동 장벽을 해소하고, 공원 등 그린인프라 접근성을 높이는 포괄적인 교통서비스를 제공 					
	첨단기술 수용	-					
개요	목적	ICT 및 실시간 교통 데이터를 활용해 장애인, 고령자 등 이동약자의 이동 장벽을 해소하고, 보다 포용적인 교통서비스를 구현					
	주요내용	수요응답형 MoD는 실시간 경로 최적화 및 맞춤형 차량 배치를 통해 교통약자의 독립적 이동권을 보장 외곽지역과 심야·비수요 시간대 등 기존 대중교통의 한계를 보완, 향후 스마트 그린인프라와 연계하여 탄소중립 도시 구현 전략과 통합된 서비스로 확장 가능					
	기대효과	이동약자를 위한 교통복지 증진 및 사회적 형평성 강화, 교통 사각지대 해소 및 도시 내 지속가능한 이동서비스 제공, 스마트 도시 구현에 있어 포용성과 접근성 제고에 기여					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●			옥상녹화	단지 내 조경
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
	●				●	●	
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○(낮음), ●(중간), ○(높음)	○	●	○	○	●	
서비스 전달 시나리오							
세부기술	경로 최적화 알고리즘	<ul style="list-style-type: none"> 실시간 맞춤 경로 설정 기술 호출 위치와 차량 상태를 반영해 최적 경로를 자동 계산하는 기술 					
	모바일 기반 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> 교통약자 친화형 이용 인터페이스로 앱·웹 음성 기반으로 손쉽게 호출·예약 할 수 있는 사용자 중심 플랫폼 기술 					
	안전 지원 기술	<ul style="list-style-type: none"> 교통약자 친화형 이용 인터페이스로 앱·웹 음성 기반으로 손쉽게 호출·예약 할 수 있는 사용자 중심 플랫폼 기술 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	생활권 중심의 접근성 높은 이동 공간 확보 및 그린인프라 연계	주요 목적지와 안전한 동선을 고려한 연결성 중심의 경로 설계	-	이동약자 지원 및 친환경 MoD 활성화를 위한 제도 기반 마련			
사례	<p>현대자동차 '셔클(SHUCLE)' 수요응답형 모빌리티</p> <ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> '셔클(Shucle)'은 현대자동차그룹이 운영하는 수요응답형 모빌리티(DRT)서비스 교통 소외 지역과 이동 약자의 이동 편의성을 높이기 위해 개발. 이용자의 요청에 따라 탄력적으로 운행하는 방식으로, 현재 안산 대부도, 충남 보령시 등에서 운영 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> AI 기반의 최적 배차 시스템을 통해, 이용자의 호출에 따라 실시간으로 경로를 설계하고 운행. 교통 소외 지역 중심으로 서비스가 제공 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> 셔클은 AI 기반의 최적 배차 시스템을 통해, 이용자의 호출에 따라 실시간으로 경로를 설계하고 운행 교통 소외 지역 중심으로 서비스가 제공되며, 휠체어 사용자를 위한 저상차량 및 승하차지원 장비를 도입하여 이동 약자의 접근성을 향상 <p>출처: 현대자동차그룹 (2024, https://developers.hyundaimotorgroup.com/journal/129)</p>						

교통 04. 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템

교통		교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템				
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-				
	초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> 휠체어 사용자, 고령자 등 교통약자의 신체 특성을 반영한 최적의 이동 경로를 맞춤형으로 안내하고, 안전하고 쾌적한 보행 환경을 조성하여 이동권을 보장 				
	첨단기술 수용	-				
개요	목적	교통약자의 신체 특성과 목적지에 따라 최적의 이동 경로를 맞춤형으로 안내하고, 안전하고 쾌적한 보행 환경을 조성하여 이동권을 실질적으로 보장				
	주요내용	휠체어 사용자, 고령자 등 대상별 특성을 반영한 무장애 저피로 경로 등 맞춤형 경로 안내 기능 제공 위치정보, 도시공간 구조, 실시간 기상 및 공사정보 등 다양한 데이터를 통합 분석하여 경로 안내의 정확성과 안전성 향상 보행자길, 공원녹지 등 스마트 그린인프라와 연계하여 접근성과 활용성을 높인 통합시스템으로 운영				
	기대효과	이동약자의 물리적·심리적 이동 부담 경감, 독립적 이동권보장 및 도시 내 접근성 향상 보편적 이동권구현을 통해 포용적 도시환경 조성에 기여				
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화
	●	●	●			
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역
●				●	●	
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
	○(높음), ●(중간), ○(낮음)	○	●	●	○	●
서비스 전달 시나리오						
세부기술	맞춤형 공간 정보 기반 경로 안내	<ul style="list-style-type: none"> 장애인의 이동 특성에 맞춘 지도 및 경로 추천 서비스를 제공하는 기술 				
	물리적 위험 요소 자동 반영 시스템	<ul style="list-style-type: none"> 공사기상 등 환경 변화 정보를 실시간으로 반영하는 경로 안내 기술 				
	클라우드 소싱 기반 장애물 데이터 확보	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 참여로 장애물 위치와 상태 정보를 수집 및 공유하는 기술 				
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도		
	경사도·엘리베이터 등 포함한 정밀 공간 데이터 구축 및 정기 업데이트	실시간 변화반영 맞춤형 경로 제공을 위한 데이터 관리 체계 마련	스마트 센서·안내장치 설치 및 장애 유형별 접근성 인터페이스 제공	-		
사례	AccessMap경로 안내 시스템(시애틀)					
	<ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> 시애틀 워싱턴대학교 Taskar센터에서 개발한 웹 기반 내비게이션 시스템으로 보행이 불편한 이동약자를 대상으로 시애틀 도심 내 보행 경로 정보를 제공하여 이동권을 보장하는 것을 목표 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> 시애틀의 경사진 도심 환경에서 장애인을 위한 보행 경로 안내하고 경사도보도상태단차등 고려한 맞춤형 최적 경로를 시각화하여 제공 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> 시애틀 도심 내 보행자길을 따라 이동하는 이동 약자의 안전성과 이동 편의를 높임 실시간으로 반영되는 보행 인프라 정보를 통해 교통약자의 독립적인 이동을 지원하며, 도시 내 이동권 형평성을 강화하는 효과 시민 참여 기반 데이터 보완으로 보행 환경 정보를 지속적으로 갱신 출처: Taskar Center for Accessible Technology(https://tcats.cs.washington.edu/opensidewalks/)					

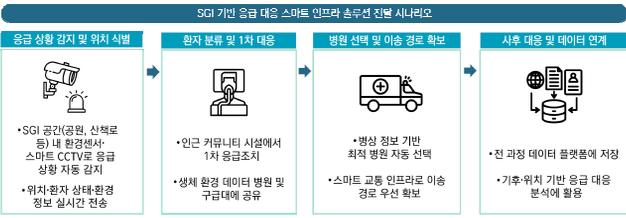
교통 05. IoT기반 스마트 공유이동수단·모빌리티스테이션 구축 및 관리 시스템

교통 05		IoT기반 스마트 공유이동수단·모빌리티스테이션 구축 및 관리 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-				
		초고령사회 대응	-				
		첨단기술 수용	• 공유 개인형 이동수단(PM)을 위한 허브를 조성하고, 첨단 IoT 기술을 통합하여 효율적인 관리와 대중 접근성을 제공				
개요	목적	탄소중립 도시 전환과 지속가능한 교통 인프라 구축을 위해 이동 수요에 유연하게 대응하는 스마트 모빌리티 거점 구축					
	주요내용	보행자길, 공원녹지 등 그린인프라와 연계된 친환경 공유 이동 수단 인프라로서 접근성과 이용 편의성 향상, 실시간 대여·반납 현황, 기상 및 공기질 등 환경 제공 기능 탑재, 재생에너지 기반 자립형 충전 시스템, IoT 기반 운영 데이터 수집·관리 체계를 통해 에너지 효율성과 유지관리 효율성 동시 확보					
	기대효과	도시 내 탄소 저감형 교통 네트워크를 지원하는 핵심인프라로 기능, 스마트 그린인프라기반 지속 가능 교통체계 구축에 실질적 기여, 교통약자 및 일반시민 대상의 이동수단 다양성 확보와 생활권 이동 편의성 증대					
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화 단지 내 조경
		●	●	●	●		
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역 생태통로
		●	●				
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
		○	●	◐	○	●	
서비스 전달 시나리오		<p style="font-size: small;">*실시간 위치정보 공유 및 도난방지 기능</p>					
세부기술		IoT 기반 관리 시스템	• 실시간 데이터 기반 운영 효율화 • 이용 수요, 충전 상태, 환경 정보를 통합 관리하는 실시간 운영 기술				
		친환경 에너지 순환 시스템	• 태양광 등 재생에너지를 활용해 스테이션의 에너지 자립성을 확보하는 기술				
		연계 인터페이스 기술	• 공유자전거전동킥보드 등 접근성 통합 지원 • 공유 교통수단과 연결된 이용자 중심 접근예약반납지원 기술				
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도		
		그린인프라 연계 수요 기반 설치 입지 선정	IoT 기반 실시간 운영 및 유지관리 체계 구축	재생에너지 충전 인프라 및 스마트 설비 연계 시스템 구축	-		
사례		수원시 광교신도시 PM 시범지구 스마트 스테이션					
		<ul style="list-style-type: none"> •개요 -수원시는 광교신도시 내 PM(Personal Mobility) 시범지구에 스마트 모빌리티 스테이션을 구축 •주요 기술 특징 -퍼스널 모빌리티(PM) 시범지구에 IoT 기반 스마트 스테이션 조성 -대여·반납·충전 상태 실시간 관리 및 스마트 도킹으로 질서 확보 •적용 효과 -태양광 충전을 통해 탄소 배출 최소화 및 에너지 자립 실현 -시민의 친환경 교통 이용을 촉진하며 도시 교통 체계 지속가능성 강화 <p>출처: 김보라(2022.08.03.기사, e수원뉴스)</p>					

보건·복지·의료 01. 고령자 맞춤형 AgeTech공원처방 및 디지털 헬스케어시스템

보건·복지·의료 01		고령자 맞춤형 AgeTech공원처방 및 디지털 헬스케어시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-					
	초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> • 웨어러블 기기 및 IoT 센서를 통해 고령자의 건강 상태를 실시간 모니터링하고, 맞춤형 활동을 제안하여 공원 내 건강 증진과 삶의 질 향상을 도모 					
	첨단기술 수용	-					
개요	목적	공원, 보행자길 등 도시 그린인프라를 활용해 고령자의 건강 상태와 생활 습관에 맞는 맞춤형 활동을 제안하고, 건강 증진과 생활의 질 향상을 동시에 도모					
	주요내용	웨어러블기기, IoT 센서를 통해 실시간 건강 상태를 모니터링하고, 운동 가이드, 정신 건강 관리 등 통합 헬스케어 서비스 제공 시민 개인의 건강정보와 생활습관 데이터를 분석해 최적의 활동공간과 프로그램을 추천하는 '공원처방' 기능 구현 서비스 데이터를 기반으로 하는 건강증진 플랫폼으로 확장 가능, 스마트 그린 인프라와 연계하여 도시 차원의 건강관리 체계 구축					
	기대효과	도시 녹지공간을 활용한 건강관리로 시민 삶의 질 향상, 고령친화적 스마트도시 실현 및 탄소중립 도시 전략과의 통합적 추진 가능, 기술기반의 포용적 도시복지 인프라로 가능하며, 지속가능한 도시계획 수단으로 기여					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●		●	●	●
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
●	●			●	●		
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오	<p> 문제 진단 및 대상 파악 • 지역 내 고령 인구의 건강 문제, 만성질환 비율 등 조사 • 대상자의 이동 변경, 선호 활동, 공원 접근성 등 파악 </p> <p> 맞춤형 서비스 기획 • 고령자 건강 상태에 따른 개인 맞춤형 '공원 처방' 구성 • 디지털 기기 (웨어러블, 앱)와 연동 가능한 헬스케어 플랫폼 설계 </p> <p> SGI 인프라 구축 • 스마트 벤치, 생체신호 감지 센서 등 설치 • 고령자 접근성 고려한 유니버설 디자인 적용 </p> <p> 실시간 운영 및 데이터 수집 • 웨어러블을 통해 이용자 정보 수집 • 모바일 앱을 통해 개인 건강 리포트 제공 • 공원 이용 패턴 및 건강 변화 추적 </p> <p> 피드백 학습 및 개선 • 이용자 만족도 조사 및 건강 변화 데이터 분석 • 서비스 개선 사항 바탕으로 SGI 요소 업그레이드 및 정책 제안 </p>						
세부기술	실시간 건강 모니터링	<ul style="list-style-type: none"> • 생체 데이터 기반 운동건강관리 연계 • 웨어러블 기기를 통해 심박수, 활동량 등 건강 정보를 실시간 수집 및 분석 					
	맞춤형 경로 추천 기술	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 위치와 건강 정보를 바탕으로 개인 맞춤형 공원산책경로 제안 					
	공원처방 연계 플랫폼	<ul style="list-style-type: none"> • 수집된 건강 데이터와 연계하여 공원 활동·운동 콘텐츠를 처방하는 통합 서비스 기술 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	건강 활동 중심의 그린인프라 확보 및 프로그램 연계	건강 데이터 기반 맞춤형 서비스 운영 및 통합 플랫폼 구축	스마트 헬스 폴 쉽터 등 IoT 기반 헬스 인프라 및 통합 관리 시스템 설치	-			
사례	천안시, 위로보틱스 시니어 웨어러블 로봇 체험 <ul style="list-style-type: none"> • 개요 - 천안시는 초고령 사회 대응을 위해 웨어러블 보행 보조 로봇 체험으로 고령자 건강 및 이동성 향상 가능성 모색 • 주요 기술 특징 - WIM(위로보틱스)가 개발한 웨어러블 로봇으로 시와 빅데이터 기반으로 사용자의 근력, 균형, 자세 등을 수집 및 분석하여 맞춤형 운동 솔루션을 제공하고, 초경량 설계로 휴대성이 뛰어나고, 전용 앱을 통해 운동 효과 분석 및 맞춤형 피드백을 지원 • 적용 효과 - 도입된 웨어러블 로봇은 고령자의 운동 효과를 극대화하고, 보행 능력 향상과 낙상 예방에 기여 - 맞춤형 운동 처방을 통해 고령자의 일상 생활에서 자립성을 높일 수 있을 것이라고 기대 출처: 신영빈(2024.7.3. 기사, 지디넷코리아)						

보건·복지·의료 02. SGI 기반 응급 대응 스마트 인프라 및 실시간 안전관리 시스템

보건·복지·의료		SGI 기반 응급 대응 스마트 인프라 및 실시간 안전관리 시스템						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-					
		초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 등 그린인프라 내에 IoT 기반 응급 호출기, 스마트 자동심장충격기(AED) 등을 설치하여, 고령자 등 건강 취약계층의 생명 안전을 확보하고 신속한 응급 대응 체계를 구축 					
		첨단기술 수용	-					
개요	목적	고령자 등 건강 취약계층의 야외 활동 증가에 대응하여, 공원녹지 등 도시 그린인프라 내 신속하고 체계적인 응급 대응 체계를 구축하여 시민의 생명 안전 확보						
	주요내용	공원, 친수공간 등 시민활동이 집중되는 공간 내에 IoT 기반 응급 호출기, 스마트 자동심장충격기(AED), 실시간 위치추적 및 긴급 알림 시스템 설치 스마트폴, 스마트벤치, 스마트쉼터 등 기존 스마트 그린인프라와 연계해 통합적으로 작동하도록 설계 응급상황 발생 시 자동 감지·알림·대응 체계를 통해 골든타임 확보 및 대응 효율성 향상						
	기대효과	환경 센서 및 이용자 데이터를 기반으로 사고 위험 예측 및 사전 예방 기능 확장 가능 고령자와 건강취약계층을 포함한 전 시민의 생애주기별 안전망 강화 포용적이고 안전한 스마트 그린인프라조성을 통해 지속가능한 도시환경 구축에 기여						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
		●	●	●	●		옥상녹화	단지 내 조경
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
		●				●	●	
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
		○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오								
세부기술		스마트 응급 호출 기술	• 공원 내 스마트 시설에 설치된 호출 버튼으로 긴급 상황을 실시간 알리는 기술					
		응급의료 대응 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 생체신호영상기반 지능형 응급처치 지원 • 시가 생체 정보와 영상 데이터를 분석해 초기 대응과 의료기관 연계를 지원 					
		응급 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 구급대원 대응 지원 및 이송 경로 안내 • 환자 중증도 판단, 응급처치 가이드, 병원 이송 경로 설정을 지원하는 보조 시스템 					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		5G 기반 통신망 및 응급 호출 거점 확보	-	스마트 응급 장비 및 통합 데이터 플랫폼 구축	-			
사례		<p>메디웨이브 AI·AR 기반 응급 대응 솔루션</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 메디웨이브는 AI와 AR 기술을 융합하여 응급 현장에서의 판단과 처치를 지원하는 종합 응급 의료 시스템을 개발. 지능형 파견, 구급차 연결, EMT 지원 시스템을 통해 병원 전 단계에서 환자의 생존율을 높이는 것을 목표로 함 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - AI·AR 기술 기반으로 공원 등 야외 공간에서의 응급 상황 대응 체계 구축하고 위치 기반 경로 최적화, 생체 정보 전송, AR 기반 핸드프्री 처치 가능 탑재, 지능형 EMT 시스템을 통해 현장 판단 과 응급 보고 자동화 지원 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 그린인프라 공간 내에서 발생하는 응급상황에 신속하게 대응할 수 있는 기반을 마련하여 시민 안전을 강화 <p>출처: 장명곤(2024.9.22. 기사, GTT KOREA)</p>						

환경·에너지·수자원 01. 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템

환경·에너지·수자원		기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	• 공원 및 보행로 등 기존 그린인프라를 능동적인 탄소 흡수원 및 에너지 생산 공간으로 전환하여, 고탄소 흡수 식생과 재생에너지 기술 통합 적용					
	초고령사회 대응	-					
	첨단기술 수용	-					
개요	목적	탄소중립도시 전환을 위해 공원, 보행로 등 기존 그린인프라를 탄소 저감 및 에너지 생산이 가능한 공간으로 전환하고, 에너지 자립형 도시 인프라로 재구성					
	주요내용	SGI는 도시 내 장기적 유지관리가 필요한 기반시설로서, 수동적 녹지를 넘어 능동적 탄소흡수 및 에너지생산 기능을 수행하는 공간으로 전환 추진 고탄소 흡수 식생, 탄소 고정형 토양 포장재, 친환경 자재, 태양광 그늘막 등 다양한 기술 요소를 통합적용 공간 자체가 탄소 저감과 에너지 순환의 매개체로 작동하도록 설계 및 운영					
	기대효과	도시 전역의 생태인프라를 저탄소·에너지 자립형 구조로 확장 가능 단기적탄소배출 저감과에너지생산 효과 향상, 장기적으로는 탄소 계층 체계 구축 및 정책 연계 기반 마련 기존 도시공간의 후속 전환에도 적용가능하여 실현가능성과 확장성이 높은 전략적 도시 솔루션으로 작동					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●	●	●	●	●
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
			●		●	●	
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	●(높음), ○(중간), ○(낮음)	○	●	●	●	○	
서비스 전달 시나리오	<p style="text-align: center;">탄소 저감 및 에너지 자립형 SGI 솔루션 전달 시나리오</p>						
세부기술	친환경 재료 기술	• 시멘트, 블록 등 SGI 조성 재료에 탄소포집또는 저배출기술을 적용하는 방식					
	에너지생산형기술	• 태양광, 압전소자등을 적용해 보도와 시설물이 전기를 생산하는 기술					
	이중 발전 구조 기술	• 태양광+압력 기반 복합 에너지 생산, 햇빛과 보행 압력을 동시에 활용하여 에너지를 생산 및 저장하는 스마트 보도 기술					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	유희공간 기반 에너지 생산 및 탄소 저감 설비 설치 가능 구역 확보	에너지 생산량 및 탄소 저감 효과 실시간 측정·관리 체계 구축	태양광, 미세조류 등 저탄소·재생에너지 스마트 설비 도입	탄소 저감 실적 기반 인센티브 및 친환경 기반시설 지원 정책 마련			
사례	힐리에(Hyllie) 에너지 자립형 서비스 계획(스웨덴 말뫼)						
	<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 힐리에 프로젝트는 스웨덴 말뫼시가 에너지 기업 E.ON과 협력하여 개발한 에너지자립형 스마트 그린인프라 선도 지구로 도시 개발 초기 단계부터 민관 협약을 통해 에너지 시스템을 설계했으며, 도시 전반에 걸쳐 에너지 생산, 분배, 소비의 모든 단계가 통합적으로 운영되고 있음 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 태양광풍력폐열기반 에너지와 디지털 플랫폼을 통한 실시간 흐름 최적화 - 지역 열망망으로 건물 간 잉여 에너지 공유 및 효율적 냉난방 시스템 구현 - 시민 참여형 에너지 관리 체계를 통해 탄소중립 실현과 지속가능한 도시 모델 입증 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 기술과 재생 가능 에너지를 통합함으로써 지역 차원의 탄소중립 실현 가능성을 입증한 사례로, 도시 내 에너지 자립과 탄소 배출 저감 달성 <p>출처: City of Malmö. (2023, https://malmo.se/Welcome-to-Malmo/Sustainable-Malmo/Sustainable-Urban-Development/Hyllie/Climate-smart-Hyllie.html)</p>						

환경·에너지·수자원 03. SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템

환경·에너지·수자원 03		SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	· 미세먼지, 온·습도, 자외선 등 실시간 환경 데이터를 수집·분석하고 시민에게 공개하여, 기후 적응 및 공중 보건을 위한 정보 기반 의사결정을 지원				
		초고령사회 대응	-				
		첨단기술 수용	-				
개요	목적	스마트 그린인프라공간 내 환경 데이터를 실시간으로 수집·분석하고, 시민 및 관리자에게 공개함으로써 안전하고 효율적인 공간 이용과 관리를 지원					
	주요내용	IoT 기반 센서를 통해 미세먼지, 온·습도, 자외선 등 다양한 환경 데이터를 실시간 수집 수집된 정보는 디지털 사이니지, 모바일앱 등을 통해 시각화되어 시민과 관리자에게 제공 시민은 활동 시간 방식을 자율 조정할 수 있고, 관리자는 데이터 기반 유지관리 및 리스크 대응 가능					
	기대효과	공원녹지 공간의 안전성과 이용만족도 제고, 시민참여형 생태 모니터링 체계로 확장 가능 데이터 기반 공간 운영 및 환경 감시체계 강화로 지속가능한 도시환경 조성에 기여					
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경
		●	●	●	●		
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
		○	○	●	●	●	
서비스 전달 시나리오		<p style="text-align: center;">스마트시티 국가전략프로젝트 (클라우드소스 기반 도시 대기환경 측정 및 예측기술 개발)</p> <p style="text-align: center;">출처: (주) 위즈아이 홈페이지(https://www.wizai.co.kr/#/technology)</p>					
세부기술		환경정보 수집·분석	· 빅데이터 기반 통합 환경 데이터 관리 및 맞춤형 분석 · 다양한 센서 데이터를 통합분석해 시민과 도시 관리에 활용하는 플랫폼 기술				
		센서 및 디스플레이	· 외부 기후에 강한 센서와 디지털 안내판으로 환경 정보 안정적으로 제공				
		환경정보 연계 시스템	· QR모바일 기반 참여형 정보 활용 · 시민이 환경정보를 확인하고 생태 모니터링 등에 직접 참여할 수 있게 하는 기술				
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도		
		공공공간 내 환경 센서 설치를 위한 적절한 위치 확보	데이터 정확도 확보 및 시민 친화형 정보 전달 체계 구축	내구성 높은 센서·디지털 안내판 및 에너지 자립형 설비 도입	-		
사례		<p>부천시 스마트 미세먼지 클린특화단지</p> <ul style="list-style-type: none"> · 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 부천시는 국토교통부의 스마트시티 테마형 특화단지 조성사업에 선정되어, 시민 생활권 중심의 미세먼지 측정 및 저감 서비스를 통합한 '스마트 미세먼지 클린 특화단지'를 조성 · 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 센서 및 시스템 설치를 통해 통학로, 지하철역 등 대기질 취약 공간 집중 관리 - 미세먼지 빅데이터 플랫폼 구축으로 정책 우선순위 결정 및 실시간 정보 제공 · 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 시민 체험형 공기질 개선과 데이터 기반 도시 환경 관리 효율성 향상 <p>출처: 강해연. (2018.6.14. 기사, 미래한국)</p>					

환경·에너지·수자원 04. SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템

환경·에너지·수자원 04		SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	• 생태통로, 도시숲, 하천 복원 등을 통해 도시 내 단절된 녹지를 연결하고 생물 다양성을 증진하여, 기후 회복탄력성을 강화하는 생태계 서비스를 제공				
		초고령사회 대응	-				
		첨단기술 수용	-				
개요	목적	도시화와 기후위기로 인해 악화된 생물다양성 저하 및 생태축 단절 문제에 대응하기 위해, SGI 기반으로 한 생태연결성과 서식지 확대 전략 추진					
	주요내용	도시 내 단절된 녹지를 생태통로, 도시숲, 하천복원 등으로 연결해 서식처 다양성과 연속성 확보 IoT 기반 생태모니터링 시스템을 통해 생물종 변화와 생태계 건강성을 실시간 진단 및 데이터 기반 관리					
	기대효과	도시 내 생물다양성 증진과 생태계 복원 실현, 기후변화 대응력과 지속가능한 도시환경 조성에 기여					
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경
		●	●	●	●	●	육상녹화 / 단지 내 조경
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
		●(높음), ○(중간), ○(낮음)	○	●	○	●	
		●	○	●	○	●	
서비스 전달 시나리오							
세부기술		서식환경복원용 소재	• 생물 유도형 생태 기반 재료 • 생태통로 바닥재, 식생기반 토공재등 생물 친화적 소재를 활용한 서식지 복원 기술				
		생태 모니터링 시스템	• 실시간 생태 변화 감지 및 분석 • 주요 생물종의 출현과 식생 변화 등을 감지하고생태계 상태를 분석				
		환경정보 연계 시스템	• QR모바일 기반 참여형 정보 활용하여 시민이 환경정보를 확인하고 생태 모니터링 등에 직접 참여할 수 있게 하는 기술				
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도		
		생태축연결 및 서식지 확보가가능한공원하천 도시숲 중심 입지 선정	IoT 기반 생태 변화 모니터링 및 데이터 기반 복원 관리 체계 구축	생태통로, 식생기반재료, 생물 유도 장치 등 생물 서식 지원 설비 설치	-		
사례		한국도로공사 생태통로 조성 및 운영					
		<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 한국도로공사는 도로 건설로 인한 야생동물 서식지 단절과 로드킬문제를 해결하기 위해 전국 고속도로 구간에 생태통로를 설치 - 2022년 기준으로 총 140개의 생태통로와 2,799km의 유도 울타리를 구축하여 야생동물의 안전한 이동을 지원 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 고속도로 구간에 생태통로 및 유도 울타리를 설치해 야생동물 이동 경로 확보 - IoTAI기술을 접목해 생태통로 이용 현황과 서식지 상태를 실시간 분석 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 로드킬사고 건수 감소, 생태축단절 해소 등 가시적 생물다양성 개선 효과 - 시스템 기반 유지관리로 지속 가능한 생태 인프라 운영 모델 제시 <p>출처: 이동재(2024.06.28. 기사. 뉴스핌)</p>					

환경·에너지·수자원 05. IoT기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템

환경·에너지·수자원 05		IoT기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	IoT 센서를 활용하여 강수량 및 수위를 실시간으로 분석하고 빗물 저류 및 배수 시설을 자동 제어하여, 홍수 위험을 줄이고 자연적인 물 순환을 복원					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	-					
개요	목적	도시화로 인해 약화된 수문순환 체계를 자연에 가까운 방식으로 복원하여, 홍수위험과 비점오염 문제를 줄이고 지속가능한 도시 수환경을 조성						
	주요내용	IoT 센서를 활용해 강수량, 수위 등의 데이터를 실시간 분석하고, 이를 기반으로 빗물 저류와 배수시설을 자동으로 제어 식생기반 저류지, 침투구조물, 생태수로 등 자연형 LID 인프라와 연계하여 친환경 서식지 조성과 미기후조절 기능 제공						
	기대효과	홍수 방지, 스모그 및 열섬현상완화, 생태계 보존 등 다양한 도시환경 문제에 대응, 물관리에너지 사용 저감 및 탄소중립형 도시 기반 마련						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
		●	●	●				
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
●(높음), ○(중간), ○(낮음)		○	●	●	●	●		
서비스 전달 시나리오								
세부기술		IoT 센서	IoT 센서, 자동제어 장치, 통합관제 시스템 등을 활용해 강우 시 빗물을 저장 및 제어와 배수 과정을 자동화하는 시스템 기존 자연형 LID 기술에 접목하여 도시 그린인프라에 적용하여 급격한 빗물 유출량 증가에 대응하고 실시간 모니터링을 통해 침수 예방 및 관리 효율성 향상					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		침수지역 적용 권장, 공간 규모에 따른 LID 기법 도입	-	-	-			
사례		RESILIO 스마트 기후적응형옥상 빗물관리 시스템(암스테르담)						
		<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 네덜란드 암스테르담에 위치한 공공주택단지 지붕 10,000㎡ 이상 면적의 옥상에 설치한 스마트 기후적응형 옥상 빗물관리 시스템 • 주요 기술 특징 <ul style="list-style-type: none"> - DDS(Decision Support System)를 개발하여 일기예보를 반영해 스마트 벨브가 기상 예보에 따라 빗물을 저장 및 배출 제어 자동화 하는 기술을 개발하여 도입 - IoT 기술을 접목해 센서는 실시간으로 빗물의 수위, 토양 수분, 기상 데이터를 모니터링하고 수집된 데이터를 분석하여 물 관리 전략 수립에 활용 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 강우 시 발생하는 침수 위험 요소를 감소하여 하수도 시스템의 부담을 줄였으며 식재된 식생층은 도시 열섬현상을 완화 출처: Urban Innovative Actions 홈페이지(https://uia-initiative.eu/en/uia-cities/amsterdam)						

환경·에너지·수자원 06. 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링

환경·에너지·수자원 06		스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	• 토양 수분, 온도 등을 실시간으로 측정하여 물 관리 효율성을 높이고, 가뭄 및 폭염 등 이상 기후에 대응하여 도시 녹지의 안정적인 생육을 지원					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	-					
개요	목적	기후변화로 인한 가뭄과 폭염 등 이상기후에 대응하고, 도시녹지의 안정적 생육을 위한 물 관리 효율성 제고를 목적으로 정밀 모니터링 기술 도입 필요						
	주요내용	IoT 기반 스마트 센서를 통해 토양의 수분 상태, 온도 등을 실시간으로 측정하여 정밀한 수분관리 체계를 구축 측정 데이터를 기반으로 관수 시기와 물의 양을 자동 조절하여 불필요한 물 낭비를 방지하고, 식생 생육 환경 최적화 지속적 데이터 축적을 통한 장기적 녹지 유지관리 및 열환경 대응력 향상						
	기대효과	수목생육 안정화 및 열섬현상 완화를 통한 도시 기후 대응력 강화, 유지관리 인력 및 비용 절감으로 효율적 자원 운영 가능						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
							옥상녹화	단지 내 조경
		●	●	●			●	●
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
		○	○	○	●	●		
		●						
서비스 전달 시나리오								
세부기술		토양센서	• 토양 내 수분 함량을 지속해서 측정하는 센서로 토양 온도와 염분도 측정할 수 있어 토양 상태를 종합적으로 파악					
		데이터 플랫폼	• 센서로부터 전송된 토양 및 환경 데이터를 중앙 IoT 플랫폼이나 클라우드 서버에 구축하여 시각화하며 AI 분석을 통하여 토양 습도 변화를 예측하거나 최적의 관수 계획을 산출					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		침수지역 적용 권장, 공간 규모에 따른 LID 기법 도입	-	-	-			
사례		Kalasatama스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링(헬싱키)						
		<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 핀란드 헬싱키 Kalasatama스마트시티 솔루션 시범 지구로 녹지 공간이 부족한 고밀도 지역에 해당하여 생활환경 개선 위해 헬싱키는 도시 녹지관리와 기후적응을 강화하는 방안으로 스마트 센서 기반 토양·수분 상태 실시간 모니터링 시스템을 도입 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - Kalasatama지구 내 트램 정류장에 지붕녹화 등의 녹지 구조물을 설치하면서 토양 수분 센서와 온 습도 센서를 적용 - 녹화 정류장은 빗물을 활용한 관개 시스템을 통해 유지되며, 유지관리가 용이한 다년생 식물을 식재 - 설치된 센서를 통해 토양 내 수분 함량과 주변 공기의 온도·습도를 상시 측정하고 수집된 환경 데이터는 메트로폴리아 응용과학대학 등 협력기관을 통해 실시간 수집·축적 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 토양 센서로 측정된 습도 데이터를 바탕으로 정밀하게 관개 시스템을 전달해 최소한의 물로도 녹지를 유지하며 물 절약형 관리로 유지비용을 낮춰 도시 녹지 관리의 지속가능성을 높이는 효과를 가져옴 <p>출처: Forumvirium 홈페이지(https://forumvirium.fi/en/release/plants-cool-tram-stops-pilot-project-underway-in-helsinki/)</p>						

방재·방법 01. 스마트 도시 홍수 모니터링 시스템

방재·방법 01		스마트 도시 홍수 모니터링 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	• ICT 기반으로 하천 수위 및 침수 위험을 실시간으로 관측하고 예측하여, 집중호우로 인한 도시 침수 피해를 최소화하고 재난 대응 역량을 강화				
		초고령사회 대응	-				
		첨단기술 수용	-				
개요	목적	기후변화로 인한 집중호우와 침수 피해 증가에 대응하기 위해, ICT 기반 실시간 하천 수위 관측과 예측을 통해 도시 안전성과 기후회복력을 강화					
	주요내용	기존 하천 관리 시스템의 한계였던 수문 상태하천 수위의 실시간 파악 및 원격제어 기능 미흡 문제 개선 IoT 센서, 원격 통신망 등을 활용해 도시 그린인프라주변의 수위변화·침수위험을 실시간 감시 및 예측					
	기대효과	집중호우로 인한 침수 피해 최소화 및 시민생명 재산 보호, 도시의 재난 대응 역량 향상 및 방재 체계 고도화					
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화
		●	●			●	
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
		●	●	●	●	●	
서비스 전달 시나리오							
세부기술		데이터 수집 센서	• 압력 변환기와 초음파 수위 센서를 활용하여 강우량, 물의 흐름, 토양 포화 상태를 실시간으로 측정				
		머신러닝 알고리즘	• 축적된 데이터를 학습하여 홍수 위험을 예측하고 대응 전략				
		적용형 제어 (CMAC) 기술	• 자동제어 기술은 저장된 물을 필요한 시점에 방출하여 배수 시스템의 효율성을 최적화하는 스마트 배출 관리를 가능				
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도		
		그린인프라예우선 적용하여 설치	-	지역별 맞춤형 설계와 장기적 유지보수 계획 요구	-		
사례		저지대 침수 해결 그린인프라 모니터링 시스템(시카고) <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 시카고의 스마트 그린인프라도시 침수 해결 모니터링 프로젝트(Smart Green Infrastructure Monitoring, SGIM)는 도시 침수 문제를 해결하고 기존 그린인프라의 성능을 개선하기 위해 IoT 기술을 도입한 시스템 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - IoT 기반 센서 네트워크를 구축하여 실시간 토양습도 센서, 강우량 센서, 물의 오염 수준을 분석하여 수질 상태를 파악할 수 있는 실시간 자료를 수집 - 분산형 모니터링 시스템을 시카고 내 여러 장소에 설치하여 지역별 침수 패턴을 분석하여 지역 맞춤형 설계에 반영-Microsoft Azure 클라우드 플랫폼을 통해 수집된 데이터를 처리 및 분석하여 침수 위험 예측 모델을 개발 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 강우로 인한 물 흐름을 지연시키고 배수 시스템으로 유입되는 물의 양을 줄여서 침수를 예방하고 환경오염을 크게 줄이는 효과 출처: Data-Smart City Solutions 홈페이지(2017, https://datasmart.hks.harvard.edu/news/article/how-a-smart-city-tackles-rainfall-956)					

방재·방법 02. 스마트 폭염 감지 대응 모니터링 시스템

방재·방법 02		스마트 폭염 감지 대응 모니터링 시스템						
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	• IoT 기반 온도 센서로 도시 기온, 습도 등을 실시간으로 수집 분석하여 폭염 위험 지역을 조기에 식별하고, 쿨링포그 등 대응 시설의 최적 위치를 제안					
		초고령사회 대응	-					
		첨단기술 수용	-					
개요	목적	기후변화로 심화되는 여름철 폭염과 도시 열섬현상에 선제적으로 대응하기 위해, 실시간 온도 데이터를 기반으로 열위험지역을 조기 식별하고 대응하는 스마트 관리 체계 구축						
	주요내용	IoT 기반 온도센서를 활용하여 도시 내 기온, 습도, 체감온도, 지표면 온도 등을 실시간 수집 및 분석 수집된 데이터를 기반으로 폭염 쉼터, 쿨링헬터 및 포그, 가로수 그늘막 등 폭염 대응 공간의 위치를 최적화 시민 이동 경로와 연계해 열 위험정보를 제공하는 스마트도시 열지도 및 대응 솔루션으로 기능						
	기대효과	폭염대응 시설의 공간효율성과 시민접근성 향상, 시민의 온열질환 예방 및 건강보호 효과 증대						
적용대상		도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화 단지 내 조경	
		●	●	●	●	●		
		보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
		●	●					
적용단계*		기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
		●	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오								
세부기술		IoT 환경 센서 기반 실시간 모니터링	• 온도, 습도, 풍속, 복사열 등을 정밀하게 측정하는 IoT 센서는 도시 전역에 메시(mesh)-네트워크 형태로 분포하여 고해상도 열지도도 형성					
		GIS 및 열지도 분석	• 드론 또는 센서 기반으로 데이터를 수집하여 지표면, 온도, 수목 하부 음영 구간 등을 시각적으로 파악하여 주간·야간 열 분포를 분석					
필요조건		공간	관리운영	시설장치	법제도			
		-	유지보수 체계 통합 모니터링 연계	-	-			
사례		<p>쿨아일랜드(Cool Islands) 스마트 폭염 모니터링(파리)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 프랑스 파리 쿨 아일랜드(Cool Islands)는 약 565개의 녹지지역에 대한 단시간 내 접근성을 개선하고, 36개의 공공수영장, 약 60개의 쿨링 포그시설 등을 구축 - 스마트 모니터링과 그린인프라를 결합한 도시기후 적응 정책을 추진 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - IoT 기반 센서를 통해 수집된 데이터를 기반으로 쿨 아일랜드 조성 - 위치와 정보가 포함된 온라인 맵인 'EXTREMA Paris Heat Map'은 모바일 어플리케이션으로 폭염 모니터링을 통해 극심한 더위로 인해 특정 지역에서 높은 건강위험이 있는 경우 사용자에게 경고하고 가까운 시원한 시설 등으로 안내 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 쿨 아일랜드 전략이 도입된 지역은 주변 지역보다 2~4도 낮은 온도를 유지하여 폭염 시에 시민들의 쾌적한 쉼터로 기능 <p>출처: C40 Knoelgrre 홈페이지(https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Cities100-Paris-is-using-blue-and-green-infrastructure-to-tackle-city-heat?language=en_US)</p>						

방재·방법 03. 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템

방재·방법 03		고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템						
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 기상 센서, 지반 침하 감지기 등을 활용하여 보행로 침수, 나무 쓰러짐 등 자연재해 위험 요소를 모니터링하고 선제적으로 대응하여 시민 안전을 확보 						
	초고령사회 대응	-						
	첨단기술 수용	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 기상 센서, 지반 침하 감지기, 3D 맵 및 AI 기반 예측 시스템 등 첨단기술을 활용하여 자연재해 위험 요소를 실시간으로 모니터링하고 선제적으로 대응 						
개요	목적	도시 내 주요 SGI 공간에 자연재해 조기감지 시스템을 구축하여, 침수·낙상 등 위험 발생을 실시간으로 식별하고 시민 안전을 선제적으로 확보						
	주요내용	고정밀기상 센서, 지반 침하 감지기, 수위계, 풍속계, 미세먼지 센서 등을 활용하여 보행로 침수, 나무 쓰러짐, 복사열 등의 위험요소를 모니터링 사전 경보, 우수 배수 유도, 접근 차단, 시설물 자동 제어 등 실시간 대응 체계 구축 수집된 데이터를 기반으로 재난 취약지역의 유지보수 및 정비 우선순위 설정 가능						
	기대효과	도시민의 생명·재산 보호 및 재해 대응력 향상, 자연재해에 취약한 그린인프라 지역의 회복탄력성 제고						
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경		
		육상녹화	단지 내 조경					
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로	
				●	●	●	●	
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영			
	●	●	●	○	●			
서비스 전달 시나리오								
세부기술	다기능 센서	<ul style="list-style-type: none"> 다기능 센서는 고정밀로 자연재해를 모니터링하기 위해 주변 환경을 실시간 측정하고 위험 상황 발생 시 선제적으로 대응할 수 있는 기반을 제공. 이 시스템은 정밀 기상 측정을 위해 온도, 습도, 복사열, WBGT(습구흑구온도지수) 등을 감지할 수 있는 센서를 포함하고 있으며, 강풍이나 돌풍 대응을 위한 풍속 풍향 센서도 함께 탑재 						
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도				
	설치 위치의 개방성과 안전한 유지관리 접근 반영	모니터링 체계 구축 및 재난 사항 대응 프로토콜과 연계	-	-				
사례	<p>자연재해 대비 시스템 IJkdijk프로젝트(네덜란드 흐로닝언)</p> <ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> 네덜란드 흐로닝언(Groningen) 인근 제방 내에서 실행한 IJkdijk 프로젝트는 제방에 다양한 센서를 설치하여 수위, 지반 침하, 침투 등을 실시간으로 감지하고, 제방 붕괴를 사전에 예측하는 시스템을 개발하여 도입 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> 센서 데이터를 기반으로 제방의 상태를 지속적으로 모니터링하고 위험 상황을 조기에 감지하여 대응 인공지능 기반 조기 경보 시스템으로 수집된 데이터를 분석하여 이상 징후를 탐지하고 인공지능 알고리즘을 통해서 자연재해를 예측 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> 실시간 모니터링과 조기 경보 시스템을 통해 제방 붕괴 위험을 사전에 방지하고 대응함으로써 피해를 최소화. 센서 데이터를 기반으로 한 모니터링 기술은 유지보수 작업의 효율성을 높여 비용을 절감 <p>출처: Dike Monitoring and conditioning System 홈페이지, (https://www.dmc-system.com/projects/ijkdijk)</p>							

방재·방법 04. 지능형 CCTV를 활용한 공원 통합 안전관리 시스템

방재·방법 04		지능형 CCTV를 활용한 공원 통합 안전관리 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-				
		초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> · 시 기반 영상 분석을 통해 공원 내 이상 상황을 실시간 감지하고, 경고음, 음성 방송, 긴급 구조 요청 등 단계별 대응 체계를 통해 시민의 안전을 신속하게 확보 · 야간 이용률이 높은 취약 지역에서 고령자의 안전을 강화하는 데 기여 				
		첨단기술 수용	-				
개요	목적	공원 내 이상상황을 시 기반 영상 분석으로 실시간 감지하고, 경고음·음성 방송·긴급 구조 요청 등 단계별 대응체계를 통해 시민의 안전을 신속하게 확보					
	주요내용	지능형 CCTV를 활용하여 야간 이용률이 높은 가로수길, 생활숲, 산책로 등 취약 지역의 실시간 모니터링 강화 이상 상황 감지 시 관제센터 자동 전송 및 다중 경보장치 연동 스마트시티 통합플랫폼과 연계 시, 방범 재난 환경 정보를 통합 관리하는 도시 안전 통합 관제 체계로 발전 가능					
	기대효과	공원 내 범죄 및 사고 예방과 이용자 체감 안전도 향상, 공공공간의 사각지대 해소 및 선제적 안전 대응 체계 확보					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
						옥상녹화	단지 내 조경
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
	●	●			●	●	
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	●(높음), ○(중간), ○(낮음)	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오							
세부기술	지능형 CCTV	<ul style="list-style-type: none"> · 도시공원 및 보행길에 설치된 고해상도 CCTV는 적외선(IR) 기능을 탑재하여 주야간 모두 영상 수집이 가능 · 어안렌즈 또는 PTZ(Pan-Tilt-Zoom) 카메라를 활용하여 녹지공간을 유연하게 모니터링 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	넓은 시야 확보 설계 지침 마련	-	-	규제특례로 인공지능을 활용한 공원 안전관리 시스템 설치 허용			
사례	<p>스마트공원 지능형 선별관제시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> · 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 서울시 강남구에 위치한 한솔공원의 대모산 힐링숲, 대모산 동행길, 재정비 사업을 마친 한솔공원에 지능형 선별관제 시스템을 도입하여 24시간 특별 관리하는 스마트 공원을 시범 운영 · 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 폐쇄회로 CCTV에서 방문자 집계, 인파 밀집, 쓰러짐, 킥보드, 자전거, 흡연, 동물 등 7가지 상황을 실시간으로 인지 및 분석하는 인공지능 소프트웨어를 설치. 이상 현상이 나타나면 이를 인지하여 강남도시관제센터 요원에서 알려주며 동시에 현장의 전광판으로 관련 메시지를 송출 · 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능을 활용한 지능형 공원 시스템으로 1인당 204대의 CCTV 화면을 모니터링해야 하는 관제요원의 부담을 덜어줌 - 공원의 안전을 운영관리 인력 비용을 효율적으로 감소시키면서 혁신 기술을 통해 공원을 관리할 수 있는 장점 <p>출처: 스마트시티종합포털(2024, https://smartcity.go.kr/2024/12/13/지능형선별관제시스템/)</p>						

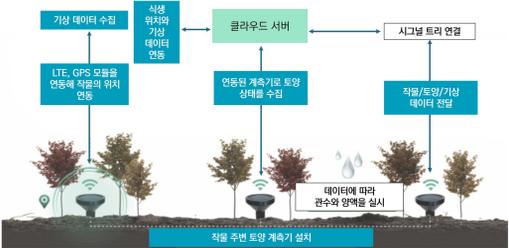
방재·방법 05. 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/폴)

방재·방법 05		스마트 시설물 설치(가로등/공원등/폴)					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-					
	초고령사회 대응	-					
	첨단기술 수용	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 폴은 IoT 센서, CCTV, 통신 인프라 등 다양한 첨단 기술을 위한 다기능 플랫폼 역할을 수행하여 스마트 모빌리티 및 기타 스마트 서비스의 기반을 제공 					
개요	목적	IoT 기술이 적용된 스마트 조명 인프라를 통해 도시 에너지 소비를 절감하고, 공공 안전을 강화하며, 지속가능한 도시환경을 조성					
	주요내용	스마트 가로등은 고효율 조명을 통해 전력 사용량과 탄소배출을 줄이고 장기적으로 전기요금 및 유지보수 비용 절감 스마트 공원등은 주변 밝기·이동량등을 센싱하여 필요 시 자동 점등·조절되며, 수집된 데이터는 도시 안전, 환경, 시설 운영 등 정책적 활용 가능 과도한 조명을 제어함으로써 빛공해를 줄이고, 도시경관 및 생태환경 보호에도 기여					
	기대효과	에너지 절감 및 도시관리 비용 효율화, 도시 야간 경관 품질 개선 및 생태계 교란 최소화					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●	●	●	옥상녹화	단지 내 조경
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
	●	●					
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오							
세부기술	IoT 포함 복합기술	<ul style="list-style-type: none"> LED Light, CCTV, C-ITS(자율협력주행), 공공와이프, IoT센서(S-DoT), 스마트 횡단보도, 전기충전, S-Net, 미래신기술 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	도시 규모별 도입 가능한 기술 선택	-	-	-			
사례	함부르크 mySMARTLife 프로젝트 스마트 공원등(함부르크)						
<ul style="list-style-type: none"> 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 독일 함부르크는 EU Horizon 2020 프로그램의 지원을 받아 실행한 'mySMARTLife프로젝트' 일환으로 도시 그린인프라에너지 효율성 향상과 자원 절약을 목표로 스마트 조명을 도입 - LED 스마트 가로등/ 공원등을베르게도르프 중심부에 위치한 실프파크(Schlifpark) 공원 지역 과 자전거도로 및 보행길을 따라서 설치 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 적응형 조명 시스템으로 공원이나 녹지 주변의 보행자나 자전거 이용자가 지나갈 때만 밝히는 모션센서를 도입하였으며, 환경친화적 LED를 구축하여 자연보호구역과 공원에 설치하여 동식물에 대한 빛 공해를 줄이고 물 표면에 빛이 반사되지 않도록 구축하여 수생 생태계 보호에 기여 - "Humble Lamppost" 개념을 도입한 다기능 스마트폴을 개발하여 적용하고 있으며 조명, 통신, 센서 등 다양한 기술 요소가 통합된 시스템으로 구성되어 있으며 도시 데이터 플랫폼과 연계하여 수집된 정보를 도시계획 및 관리에 활용 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 자동 밝기 조절과 LED 기술로 에너지 소비를 80% 이상 줄이는 에너지 절약 효과와 더불어 원격 모니터링을 통해 조명 상태를 지속해서 모니터링하고 지자체의 유지보수 비용을 절감. 공원과 인접한 자연 보호 구역에는 지능형 자동 조도 조절 스마트 공원 등은 빛 공해 감소와 주변 생태계에 긍정적인 영향을 미침 출처: mySMARTLife Consortium(2018, D3.10)							

시설물 관리 02. 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템

시설물 관리 02		드론 기반 SGI 유지·관리 시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-					
	초고령사회 대응	-					
	첨단기술 수용	• 드론을 활용하여 그린 공간을 모니터링하고 관리하며, 환경 관리에 첨단 항공 기술을 적용					
개요	목적	기후위기에 대응하여 도시숲, 공원 등 녹지공간의 지속가능한 관리를 실현하고, 고해상도 영상 기반 정밀 측량·모니터링을 통해 스마트한 관리체계 구축					
	주요내용	드론을 활용해 접근이 어려운 녹지지역을 비접촉·비파괴방식으로 정밀 측량 및 생육 상태 모니터링 기존 수작업 방식 대비 시간·비용 절감, 데이터 수집의 안전성과 정확성 향상 산림복구, 수종 변화 감지, 생육 예측 등 대규모 녹지공간의예측적 유지관리 적용 가능					
	기대효과	스마트하고 효율적인 녹지 유지관리 체계 구축, 관리 작업의 탄소배출 저감 및 생태계 부담 최소화					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●		●		
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
			●	●	●	●	●
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오							
세부기술	고성능 드론	<ul style="list-style-type: none"> 측량과 설계 분야 지원 기술. 드론은GPS와 지상 컨트롤 포인트를 이용하여 조정, 산림 지역을 정확하게 측량하고 3D 지도를 생성. 조정 설계 시뮬레이션을 수행하여 경사, 건물, 도로 등 다양한 요소를 고려하여 계획 시 반영 사람이 접근하기 어려운 산림지역, 침수지역, 생태계 보호구역 등 지역에 도달하여 드론을 활용해 모니터링 할 수 있으며 구조물, 건물과 조정 요소를 효과적으로 발견 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	드론비행 환경 조건 및 경로 설계	클라우드 기반 통합 관제 플랫폼 구축	-	-			
사례	<p>Deep Forestry 드론기반 산림 모니터링(스웨덴)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 스웨덴 Deep Forestry는 과학적 데이터 기반 관리체계를 구축하여 기존 수작업의 수목 측정 방식의 한계를 극복하여 개별 수목 단위를 고밀도로 분석하여 탄소 흡수량을 실시간 추적하고 산림 및 공원녹지의 효율적인 유지관리를 강화하기 위해 자율 드론 측량 시스템을 도입 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - Deep Forestry 솔루션에서 사용하는 Vertex94 자율주행 드론을 이용하여 수목 하부를 탐색하여 스캔하고 자동으로 클라우드에 데이터를 전송하여 실시간 정보를 구축. 수관 하부 자율비행 모니터링은 수목 사이로 안정적인 운용을 가능하게 함 - 드론 데이터를 기반으로 AI 센서를 도입하여 모든 수목 높이, 수관 폭, 수목 건강 상태 등을 밀리미터 단위의 정확도로 분석. 정밀도 3D LiDAR 기술은 수목의 3D 포인트 클라우드를 생성하여 환경 시뮬레이션이 가능하고 GIS와 통합하여 측량 사이트를 구축 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 3D LiDAR와 초분광 카메라를 활용해 수목의 직경, 수고 등 수목 일반현황과 건강 상태 데이터를 실시간 모니터링하여 수목 건강을 확인. 수집된 데이터를 기반으로 AI 분석을 통해 병충해 피해와 노화 정도를 예측하며, 녹지지역의 탄소흡수량을 계량화하여 탄소 저감 시나리오를 도출 <p>출처: DeepForestry(https://www.deepforestry.com/)</p>						

시설물 관리 03. 급수 및 관개 자동화 시스템

시설물 관리 03		급수 및 관개 자동화 시스템					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 센서, 실시간 기상 정보 연동, 인공지능 기술 등을 활용하여 식물의 물 요구량을 정밀하게 파악하고 자동 관수 제어를 통해 물 낭비를 최소화 • 가뭄 등 기후위기에 대응하여 도시 녹지의 안정적인 생육을 보장하고, 물 자원 효율성을 극대화하여 탄소중립 목표 달성에 기여 					
	초고령사회 대응	-					
	첨단기술 수용	-					
개요	목적	도시화와 기후변화로 인한 가뭄 및 물 부족 문제에 대응하고, 기존의 인력 중심 유지관리 방식의 비효율성을 개선하여 지속가능한 도시 물 관리체계 구축					
	주요내용	기존 수동 급수 방식의 문제점(과잉 관개, 인력 소요 등)을 보완하기 위해 토양 센서와 위치 기반 기술을 활용한 자동화 시스템 도입 센서가 실시간으로 토양 상태와 수분 정보를 수집·분석하고, 이에 따라 급수 시기와 양을 자동 조절하여 물 자원으로 효율적으로 운영 도시 조경지, 가로수, 도시농업 공간 등에 적용 가능					
	기대효과	인력 운영비 절감 및 유지관리 효율성 향상, 물 자원 낭비 방지 및 도시녹지의 생육 안정성 확보					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●		●	●	●
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
적용단계* (●(높음), ○(중간), ○(낮음))	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○	●	●	●	●	●	●
서비스 전달 시나리오							
세부기술	토양 분석 센서	• 토양 센서를 통해 수분 함량, 영양소(NPK: 질소, 인, 칼륨), 산도(pH), 전기전도도(EC) 등 데이터를 실시간으로 분석, 식물의 생육 상태에 필요한 정확한 조건의 파악이 가능					
	자동화 관수 제어	• 관수 시스템이 수집된 데이터를 바탕으로 정해진 조건에서 적정량의 물과 영양분을 자동으로 제공할 수 있는 자동화 기술					
	모바일 및 웹 기반 제어, 무선통신 기술	• 특정 구역의 토양 상태, 기상 변화, 관수량 등의 정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며 수동으로 관수 일정을 조정하거나 설정, 또한 무선 통신 모듈로 수집한 데이터를 클라우드 서버에 전송하여 원격으로 장소에 구애 받지 않고 데이터를 확인					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	토양 및 식생 유형에 대한 조사	자동화 및 원격 운영 시스템 구축	-	-			
사례	<p>서울 어린이대공원 자동 급수 및 관수 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 서울 어린이대공원의 재생에너지 생산 및 저장, 스마트 설비를 활용한 에너지 절감과 IoT 기술을 활용해 통합관제시스템을 구축 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 첨단 토양 수분 센서를 통한 실시간 데이터 수집 및 자동 수분 공급 조절, 토양의 수분과 온도를 무선으로 측정하여 클라우드 서버에 데이터 전송하고 컨트롤러 및 4채널 밸브 제어기를 통한 구역별 맞춤형 물 공급 자동화 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 완전 자동화로 인한 노동력 절감 및 관리 효율성 향상하며 실시간 모니터링을 통한 불필요한 물 낭비 방지, 공원 수목 관리 효율성을 높여 식물에 지속적이고 건강한 수분 환경 제공 <p>출처: 다모아텍 (2023, https://damoatech.com/sub/solution_view.php?seq=31)</p>						

시설물 관리 04. 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템

시설물 관리 04		스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템					
도시문제 유형		탄소중립 및 기후위기 대응	-				
		초고령사회 대응	-				
		첨단기술 수용	<ul style="list-style-type: none"> IoT 센서, 정보 수집 기술, 자동화 시스템 등 첨단 기술을 활용하여 공공 시설물의 상태를 실시간으로 모니터링하고 효율적으로 관리 				
개요	목적	그린인프라 내 쓰레기 수거 비용을 절감하고, 폐기물 처리 과정에서 발생하는 환경오염(대기·토양 등)을 예방하기 위한 스마트한 관리체계 구축					
	주요내용	IoT 기반 스마트 쓰레기통과 연계된 수거 시스템을 통해 실시간 모니터링 및 자동화된 운영 가능 배출량, 적재 상태, 시간대별 패턴 등의 데이터를 수집 분석하여 수거 루트 및 시점을 전략적으로 결정 공원, 도시숲 등 공공녹지 공간에 우선 적용 가능, 환경위생 수준과 도시미관을 동시에 향상					
	기대효과	수거 인력 및 차량 운영 비용 절감, 쓰레기 무단 방치 예방 및 쾌적한 공공환경 유지, 데이터 기반 정책 수립 지원을 통해 폐기물 감축 및 지속가능한 자원순환형 도시 실현에 기여					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
		●	●	●	●	●	육상녹화, 단지 내 조경
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
		●	●				
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
●(높음), ○(중간), ○(낮음)	○	●	●	●	○	●	
서비스 전달 시나리오		<p>출처: LG유플러스(www.uplus.co.kr)</p>					
세부기술	정보수집 기술	<ul style="list-style-type: none"> IoT 센서 기술을 활용해 쓰레기 적재량과 환경 자료를 수집. 초음파 센서는 쓰레기양을 파악할 수 있고 쓰레기통 설치 위치를 파악하여 주변의 온도, 습도, 냄새 등의 환경 정보 수집이 가능. 강우 및 강설, 미세먼지와 같은 환경 데이터를 실시간 수집하여 측정 					
	IoT 쓰레기 처리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> IoT 센서를 활용하여 쓰레기통의 사용 행태 및 적재량 등을 측정하여 관리자에게 정보를 전달하는 기술. 관리자는 전달된 정보를 바탕으로 우선적으로 처리할 쓰레기 통을 확인 가능. 또한 쓰레기통의 위치 정보를 제공하는 프로그램을 통해서 관리 					
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도			
	쓰레기통으로 접근성이 높고 배출이 빈번한 곳에 위치 선정	데이터 통합 플랫폼 구축	-	-			
사례	<p>미야시타파크IoT SmaGo 스마트 쓰레기통(도쿄)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - SmaGo(Smart action on the Go)는 IoT를 활용한 스마트 쓰레기통으로 공원에 재생에너지 생산 및 저장, 스마트 설비를 활용한 에너지 절감 효과를 목적으로 개발 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 쓰레기통 상단에 태양전지 패널을 설치하여 전기의 자급자족이 가능-3G 통신 기능을 탑재해 쓰레기 축적사항을 클라우드로 순차적으로 전송하여 실시간 파악. 데이터를 기반으로 지도에서 쓰레기 축적상태 확인 및 예측하여 정기적으로 순환하는 쓰레기 수거 루트를 효율적으로 변경 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 쓰레기 적재상황을 실시간으로 파악하여 쓰레기 수거 작업의 효율성을 높여 수집비용과 인건비를 절감하였으며 친환경 태양전지 패널을 사용하여 전기사용량을 감소하여 환경 문제를 해결 - 쓰레기 상황 시각화를 통해 쓰레기 투기 원인과 정소를 파악하여 쾌적한 그린인프라를 위한 쓰레기 문제를 효과적으로 개선 <p>출처: Ameblo 홈페이지(2024, https://ameblo.jp/shibuyanookadamari/entry-12837688674.html)</p>						

시설물 관리 05. 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템

시설물 관리 05		스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템				
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-				
	초고령사회 대응	<ul style="list-style-type: none"> •공원 내 커뮤니티 텃밭에 스마트 센서와 자동 관수 시스템을 설치하여 고령자 등 다양한 계층이 손쉽게 작물 재배에 참여하도록 유도하고, 신체 활동과 사회적 교류를 증진 				
	첨단기술 수용	<ul style="list-style-type: none"> •IoT 센서, 인공지능, 머신러닝, 로봇 및 자동화 기술 등 첨단기술을 활용하여 작물 생육 환경을 모니터링하고 최적화하며, 병충해 관리 및 작물 관리를 자동화 				
개요	목적	ICT 기반의 원격 모니터링 기술을 활용하여 작물의 생육환경을 자동 관리함으로써, 도시농업의 생산성과 지속가능성을 향상시키고, 기후변화에 대응하는 도시형 농업관리 체계 구축				
	주요내용	온습도, 토양수분, 일사량 등의 생육환경 데이터를 IoT 센서로 수집하여 원격 관제 수집된 정보를 기반으로 급수, 환기, 조명 등 작물 생육 조건을 자동 조절 도시 내 유희공간이나 공원형 텃밭, 옥상농장 등 다양한 도시농업 공간에 적용 가능				
	기대효과	노동력 절감과 작물 생산 효율성 향상, 기후변화로 인한 농업리스크 완화 및 안정적 재배 환경 제공, 도시민의 식량 자립성 향상				
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경 옥상녹화 단지 내 조경
	●	●	●		●	
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역 생태통로
적용단계* ●(높음), ○(중간), ○(낮음)	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영	
	○	●	●	●	●	
서비스 전달 시나리오	<p>출처: 정보통신기술 홈페이지(2025, https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=94421) 토대로 연구진 재작성</p>					
세부기술	IoT 및 센서 기술 (환경모니터링)	<ul style="list-style-type: none"> • 도시 녹지나 스마트팜환경을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 해주는 핵심 기술로 토양 수분, 온도, 습도, 일사량, 이산화탄소 농도, 풍속 등의 정보를 다양한 센서를 통해 측정하고, 이를 무선 통신망으로 클라우드나 관계 플랫폼에 전송하여 시각화함 				
	인공지능 및 머신러닝	<ul style="list-style-type: none"> • 환경 데이터를 분석하고 학습하여 향후 생육 조건을 예측하거나 병해충 발생 가능성을 사전 판단 기술로 토양 수분, 기온 변화, 작물 반응 데이터를 학습하여 관수량을 자동으로 계산, 촬영된 이미지를 분석해 질병 및 스트레스 징후를 감지 				
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도		
	스마트팜모듈 최소 설치 면적 및 관수 시스템 범위 설정	데이터 기반 생육 및 관수 운영 체계 구축	-	-		
사례	한전 KND 스마트팜					
	<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 한전 KND이 2019년 나주시와 협약을 통해 나주혁신도시 공원텃밭 870㎡ 부지에서 '신재 생에너지 융합 노지형 스마트팜실증연구'를 도입 - 스마트팜관수 시스템은 2021년에 나주시에 기부하여 도시농업 활성화에 기여 할 수 있도록 운영 중 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 환경정보를 수집해 공원 텃밭에 설치된 기상 및 토양 센서로 실시간 환경 데이터를 수집하여 스마트팜유지 및 관리에 활용 - 원격 모니터링 및 제어 시스템을 도입하여 재배 환경을 실시간으로 모니터링하고 물과 양액을 자동 공급 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 자동화된 시스템으로 농작물 관리에 필요한 노동력을 감소하여 비용을 절감할 수 있으며 최적의 재배 환경을 유지함으로써 농작물의 생산성과 품질을 향상 <p>출처: 이창우(2021.4.6. 기사, 뉴시스)</p>					

교육 01. XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스

교육 01		XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스						
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-						
	초고령사회 대응	-						
	첨단기술 수용	· 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 기술을 활용하여 SGI에 대한 몰입형 교육 경험을 제공하고, 첨단 디지털 상호작용을 통해 대중 참여를 유도						
개요	목적	XR(VR·AR·MR 등 확장현실) 기술을 스마트 그린인프라에 접목하여, 시민이 기후위기 시대 도시 녹지의 가치와 중요성을 몰입형 콘텐츠로 체감·학습할 수 있는 환경 조성						
	주요내용	XR 기술을 활용해 시공간 제약 없이 가상 스마트 공원녹지 공간에서 환경 교육 및 체험 콘텐츠 제공 도시 생태계, 녹지 기능, 기후적응 전략 등 시민인식 제고를 위한 체험형 학습환경 구성 어린이, 고령자 등 다양한 계층의 시민참여 확대를 위한 맞춤형 시나리오 설계 가능						
	기대효과	시민의 도시녹지 및 기후 대응 인식 제고 및 참여 기반 확대, 실감형 환경 교육 프로그램 보급으로 환경 인식의 생활화						
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경		
	●	●	●		●			
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로	
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영			
	●(높음), ○(중간), ○(낮음)	○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오		<p style="text-align: center;">XR 기반 스마트 그린인프라 교육 및 가상 환경 체험 서비스</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #0070c0; color: white; font-weight: bold;">3차원 공간정보</p> <p>· 고정형 지상 라이더와 모바일 라이더 등의 활용하여 그린인프라 대상지 3차원 공간정보 취득</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #0070c0; color: white; font-weight: bold;">데이터 정합</p> <p>· 라이더를 통해 취합한 데이터를 종합하여 위치 기반으로 자동 정합</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #0070c0; color: white; font-weight: bold;">3D 스캐닝</p> <p>· 3D 스캐닝 자료의 건축물 3D 모델링 점록</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #0070c0; color: white; font-weight: bold;">XR 가상 모델 구현</p> <p>· 3D 스캐닝을 통해 대상지 그린인프라의 가상현실 구현</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #0070c0; color: white; font-weight: bold;">교육 및 체험 서비스</p> <p>· 참여자들에게 가상현실 그린인프라 모델을 교육시키고 체험 할 수 있도록 콘텐츠화</p> </div> </div>						
세부기술	VR(가상현실)	· 현실과 분리된 가상공간을 컴퓨터로 구현해 몰입형 환경을 제공하는 기술						
	AR(증강현실)	· 현실 화면 위에 가상 정보를 겹쳐 보여주는 기술로, GPS 기반위치 정보와 연동 가능						
	MR(확장현실)	· 현실과 가상 요소가 실시간 상호작용하며 결합한 환경을 구현하는 기술로, 3D 모델 조작 및 BIM 연계 활용 가능						
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도				
	-	-	복잡한 지형과 식생으로 구성된 공간 스캐닝을 위한 기술 개발	-				
사례	서울식물원 XR 가상서식지 탐방 콘텐츠							
	<ul style="list-style-type: none"> · 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 식물원 리더러시 확장을 위해 XR 기술을 활용해 '식물원 가상 서식지 VR탐방'과 현장형 '식물원 AR 전시 콘텐츠'를 개발. 서울식물원 온실 공간에 전시되고 있는 다양한 식물에 관한방대한 정보를 방문객들에게 효과적으로 전달하기 위해서 XR 기술과 기존 식물원 교육 프로그램을 접목하여 새로운 경험방식의 다양화를 제공 · 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 고정형 지상 라이더(Terrestrial LiDAR, Light Detection and Ranging)와 모바일 라이더(Mobile LiDAR) 기기를 활용하여 대상지의 3차원 공간 정보를 취득하고, 데이터는 FARO scene 소프트웨어를 활용. 3D 스캐닝 자료와 건축물 3D 모델을 점록하여 식물원 3D 베이스 모델을 가상현실로 구현, 현장 실측과 함께 식물원 전문가와 함께 식물 생장과 특징을 반영하여 데이터로 함께 구축 · 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 가상서식지 탐방으로 관람자들에게 생물다양성 교육 효과가 42% 향상. 풍부한 식물 문화 콘텐츠를 전달하여 비지시적인정보 전달로 식물에 스토리텔링을 부여하여 흥미로운 체험을 제공 <p>출처: 조경진 외(2022, pp.68-84)</p>							

교육 02. 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형계획 플랫폼

교육 02		메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형계획 플랫폼						
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-						
	초고령사회 대응	-						
	첨단기술 수용	• 메타버스 기술을 활용하여 협업적인 도시 계획을 가능하게 하며, 시민과 전문가가 가상 환경에서 그린인프라 설계를 경험하고 참여하도록 지원						
개요	목적	도시계획 과정에서 가상공간을 활용하여 현실 데이터를 반영한 도시환경을 시뮬레이션하고, 시민과 전문가의 참여 및 피드백을 통해 계획의 완성도와 수용성을 높이는 것이 목적						
	주요내용	디지털 트윈 기술을 기반으로 현실 도시 데이터를 반영한 메타버스 내 가상 도시 구현 다양한 시나리오를 시각화하여 환경영향, 공간구조, 기능 배치를 사전 분석 가능 시민이 가상 공간에서 직접 설계안을 체험하고 의견을 제시하는 참여형 도시계획 방식 구현						
	기대효과	도시계획의 투명성과 정책 수용성 향상, 시민참여 기반의 지속가능한 도시계획 실현, 시뮬레이션 기반 예측계획 수립을 통해 도시문제의 사전 대응 가능성 제고						
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경		
	●	●	●		●	●		
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로	
	●			●				
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영			
	●(높음), ○(중간), ○(낮음)	○	●	●	○	●		
서비스 전달 시나리오		<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 수립 </div>						
세부기술	디지털 트윈	• 실제 도시의 물리적·환경적 데이터를 기반으로 가상의 도시를 구축하는 핵심 기술로 활용. 3D 도시 모델링은 LiDAR 스캐닝과 BIM(Building Information Modeling) 기술을 통해 정밀하게 구현. 도시 내 설치된 IoT 센서를 통해 실시간으로 수집되는 환경 정보(기온, 대기질, 유동인구 등)는 디지털 트윈 시스템에 연동되어 도시의 현재 상태를 반영						
	AI 빅데이터분석	• AI 및 빅데이터 분석 기술 역시 메타버스를 활용한 그린시티 계획에서 핵심적으로 작용. 도시 전역에서 수집되는 방대한 데이터를 기반으로 머신러닝을 활용한 환경 예측 모델이 구축. 유동인구 변화, 열 환경 악화, 탄소배출 수준 등을 분석하여 미래 도시 변화에 대응하는 전략을 도출						
필요조건	공간	관리운영	시설장치	법제도				
	디지털화 가능 그린인프라 지역 선정	거버넌스 운영 및 참여 플랫폼 유지관리	시민 접근성 확보	-				
사례	버추얼싱가포르(Virtual Singapore) (싱가포르)							
	<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - 싱가포르의 제한된 국토 면적과 높은 인구 밀도를 가진 도시국가로서 지속 가능한 도시 관리와 기후변화에 대한 적응이 시급한 과제로 대두. 싱가포르 정부는 도시의 효율적인 관리와 계획 수립을 위한 혁신적 수단으로 '버추얼싱가포르(Virtual Singapore)' 프로젝트를 도입 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 3D 도시 모델링기술을 기반으로, 건물, 도로, 기반시설, 자연지형 등을 정밀하게 구현하여 실제와 유사한 디지털 도시를 완성. IoT 기반 실시간 데이터 통합기술을 통해 교통, 환경, 인프라 관련 데이터를 수집하고 디지털 모델에 연동하여 실시간 도시 상태를 모니터링 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 가상도시를 정책 아이디어나 환경 개선안에 대해 시민들이 직접 확인하고 의견을 제시하는 인터페이스가 제공됨으로써 시민 참여 기반의 그린시티 체계가 구축 <p>출처: Gov Tech Singapore 홈페이지(2017, https://www.tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore/)</p>							

문화·관광·스포츠 01. 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스

문화·관광·스포츠 01		스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스					
도시문제 유형	탄소중립 및 기후위기 대응	-					
	초고령사회 대응	-					
	첨단기술 수용	• AR/VR, 위치 기반 서비스(LBS), AI를 통합하여 그린 공간에서의 방문객 경험을 향상시키고, 문화 및 레크리에이션 분야에서 첨단 디지털 서비스 제공					
개요	목적	도시숲, 공원 등 그린인프라를문화관광플랫폼으로 전환하여, 정보 중심에서 체험 중심으로 변화하는 관광수요에 대응하고, 지속가능한 환경친화형 관광 인프라를 구축					
	주요내용	스마트 관광 기술을 활용하여 공원·도시숲·역사 유적지 등 그린인프라를문화관광자원으로 전환 다국어 지원, AR/VR 콘텐츠, 위치기반 안내서비스 등을 통해 몰입형 체험 제공 방문객의 이동경로, 체류시간, 콘텐츠 선호도 등 데이터를 수집 분석하여 관광정책 개선에 활용					
	기대효과	지역관광 활성화 및 체류형 관광기반 마련, 관광정보 제공의 일방성성을 개선하고 참여형 경험 확대, 수집된 데이터 기반 맞춤형 관광서비스와 정책 수립 가능					
적용대상	도시공원	녹지	도시숲 및 생활숲	가로수	수목원 및 정원	대지의 조경	
	●	●	●		●	●	●
	보행자길	자전거도로	보전지구	복원지구	친수지구	친수구역	생태통로
	●						
적용단계*	기초조사	계획	설계	시공	관리·운영		
	○(높음), ●(중간), ○(낮음)	○	●	●	○	●	
서비스 전달 시나리오	<p>스마트 관광 데이터 허브 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> 수집: <ul style="list-style-type: none"> • 행정정보 <ul style="list-style-type: none"> -기상/수질/대기오염 -인문 정보 -주인선선, 국기통계 등 • 외부 데이터 <ul style="list-style-type: none"> -통신/카드사 데이터 등 연계: <ul style="list-style-type: none"> • 연동분석파일 시스템 <ul style="list-style-type: none"> -HDFS • Workflow & Schedule <ul style="list-style-type: none"> -ETL 분석: <ul style="list-style-type: none"> • 일차리 분석 • 유동인구 등 분석 • 도시현황 분석 • 뉴스/소셜/인원 분석 시각화: <ul style="list-style-type: none"> • 도시현황 대시보드 • 도시현황 통계 지도 등 관련 데이터 시각화 • BI-Visualization • GIS-BIVisualization <p>스마트 관광 통합 플랫폼</p>						
세부기술	AR/VR 기반 체험 콘텐츠	•AR/VR 기술 기반을 통해 역사·문화 정보를 시청각적으로 제공하고 미션형 관광 프로그램이나 가상 체험 투어 등 몰입형 관광 콘텐츠 제공.					
	위치기반 서비스	•GPS를 기반으로 인근 관광자원, 편의시설, 체험 콘텐츠를 실시간으로 안내하며, AR 콘텐츠의 위치 정확성과 경로 안내에도 활용					
	스마트 투어앱 및 추천알고리즘	•방문객의 관심사, 시간대, 이전 방문 이력 등을 기반으로 맞춤형 관광 코스를 제안					
필요조건	공간	관리운영		시설장치	법제도		
	생태 영향 최소화를 위한 서비스 배치, 스마트 시설과 ICT 기기의 통합적 설계	서비스 유지 및 업데이트 체계		-	-		
사례	김해 고고(Go古)가야 스마트 문화관광 플랫폼 서비스						
	<ul style="list-style-type: none"> • 개요 <ul style="list-style-type: none"> - ICT와 AR/VR 기술을 활용하여 김해 연지공원 등이 포함된 가야 역사문화를 중심으로 한 스마트 문화·관광단지를 조성. 스마트 관광 플랫폼은 데이터 허브 시스템과 연계해 공공 와이파이 위치, 공영자전거 위치, 스마트 주차장 정보, 미세먼지 측정 등 데이터를 활용해 Open API로 개방 • 주요 특징 <ul style="list-style-type: none"> - 9만 4,000㎡ 면적의 연지공원에 워터스크린을 활용한 3D 일루미네이션쇼를 통해 가야 문화를 시각적으로 재현하-스마트관광 플랫폼은 스마트관광 서비스 데이터를 실시간 수집, 분석, 연계 및 활용하고 문화재 구역 이벤트 등을 관리 • 적용 효과 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 관광 서비스를 도입하여 공원의 차별화된 체험 제공으로 관광객 유입이 증가하고, 지역 상권과 경제 활성화에 기여, 가야 스마트 관광 플랫폼을 통한 시민 참여형 프로그램 운영으로 지역 특화 스마트 커뮤니티를 구축 <p>출처: 김해시 스마트관광(고고(古GO)가야). (https://smartcity.gimhae.go.kr/smart_tour/bogogaya/waterScreen)</p>						

1) 전문가 설문조사 및 IPA 분석 결과

① 응답자 일반 현황

전체 응답자 31명 중 남성은 68%(21명), 여성은 32%(10명)로 나타났다. 연령별로는 40대가 52%(16명)로 가장 많았고, 이어 50대 29%(9명), 30대 13%(4명), 60대 이상은 6%(2명)로 구성되었다.

전공은 조경이 52%로 과반을 차지하였으며, 도시계획(10%), 교통(10%), 건축(6%), 토목(6%) 등 공간계획 관련 응답자가 다수를 구성하였다. 이 외에도 환경공학, 기후-에너지, IT/스마트 기술, 임학, 지리학 등의 응답이 포함되어 있었다.

소속기관은 대학 및 교육기관(39%)이 가장 높았으며, 연구기관(35%), 민간기업(16%), 공공기관(6%), 기획·정책 수행기관(3%) 순으로 나타났다. 경력은 응답자 중 5-10년 미만, 10-20년 미만, 20년 이상 경력 보유자가 각각 35%, 29%, 35%로 고르게 분포하였다.

[표 4-3] 응답자 일반 현황

구분	항목	응답자 수	비율	항목	응답자 수	비율
성별	•남성	21	68%	•여성	10	32%
	•20대	-	-	•30대	4	13%
연령	•40대	16	52%	•50대	9	29%
	•60대 이상	2	6%			
	•도시계획	3	10%	•조경	16	52%
전공분야	•건축	2	6%	•토목	2	6%
	•환경 공학	1	3%	•IT/스마트 기술	1	3%
	•기후/에너지	1	3%	•교통	3	10%
	•기타(임학, 지리학)	2	6%			
	•공공기관	2	6%	•연구기관	11	35%
소속기관	•대학/교육기관	12	39%	•민간기업	5	16%
	•기술개발/엔지니어	-	-	•기획/정책	1	3%
업무경력	•1년 미만	-	-	•1-3년 미만	-	-
	•3-5년 미만	-	-	•5-10년 미만	11	35%
	•10-20년 미만	9	29%	•20년 이상	11	35%

출처: 연구진 작성

■ 스마트 그린인프라 솔루션에 대한 전반적 인식 수준

- 현재 그린인프라 서비스에 대한 인식: 전반적으로 낮은 만족도

응답자의 61%가 현재 제공 중인 도시의 그린인프라 서비스에 대해 '다소 낮음' 또는 '매우 낮음'으로 평가하였다. 이는 양적 확충 중심의 전통적 녹지정책이 기후적응, 환경 모니터링, 시민참여 등 새로운 기능 수요에 부합하지 못하고 있음을 반영한다.

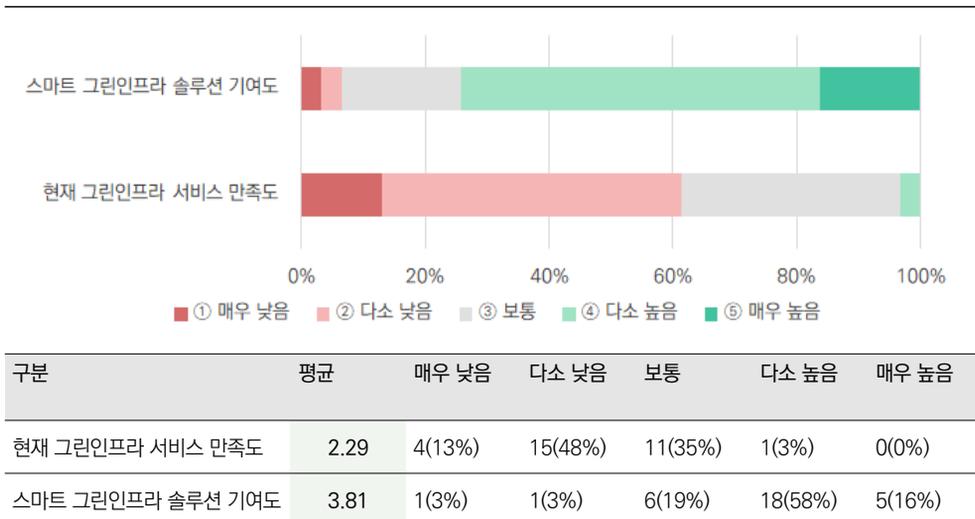
- 스마트 그린인프라 솔루션 도입 기대 수준: 매우 높은 수용성

반면, 응답자의 74%는 SGI 솔루션이 도시문제 해결과 공공복지 증진에 크게 기여할 것이라고 응답하였다. 특히 기술적 실행력과 정책적 효과를 동시에 고려하는 전문가 집단에서 높은 기여도 인식이 나타난 것은 SGI 정책의 수용 기반이 충분히 마련되어 있음을 시사한다.

- 인식 간 격차 분석

현재 만족도(2.29점)와 SGI 기여도 기대치(3.81점) 간 평균 차이는 +1.52점으로, 이는 스마트 기술 도입을 통한 기능 개선 여지가 크고 실현 필요성에 대한 사회적 공감대도 높다는 점을 의미한다. 이 격차는 향후 정책 타당성 확보의 주요 근거로 활용될 수 있다.

[표 4-4] 스마트 그린인프라 솔루션에 대한 전반적 인식 수준



출처: 연구진 작성

② 스마트 그린인프라 솔루션 IPA 분석 결과

■ 전체 평균 비교

- (기술적 성숙도 평균) 3.111점
- (정책적 필요도 평균) 3.771점

이는 전반적으로 기술 수준에 비해 정책 수요가 상대적으로 높게 인식되고 있음을 나타내며, SGI 기술의 도입 필요성에 대한 전문가 집단의 기대가 크다는 것을 시사한다.

■ 스마트 그린인프라 솔루션별 상위 5개

- 기술적 성숙도

기술적 성숙도가 가장 높은 SGI 솔루션은 '지능형 CCTV 시스템'으로 나타났고, 해당 솔루션은 방재·방범 분야에서 이미 고도화된 기술이며, 대부분의 지자체 공원에 적용 가능한 수준으로 평가되었다. 특히 AI 영상 분석과 연계된 공공 안전 강화 솔루션으로 활용 가능성이 높다. 그 다음은 '스마트 시설물 설치', '스마트 텃밭(스마트팜)', '스마트 모빌리티 스테이션' 순으로 도출되었다.

- 정책적 필요도

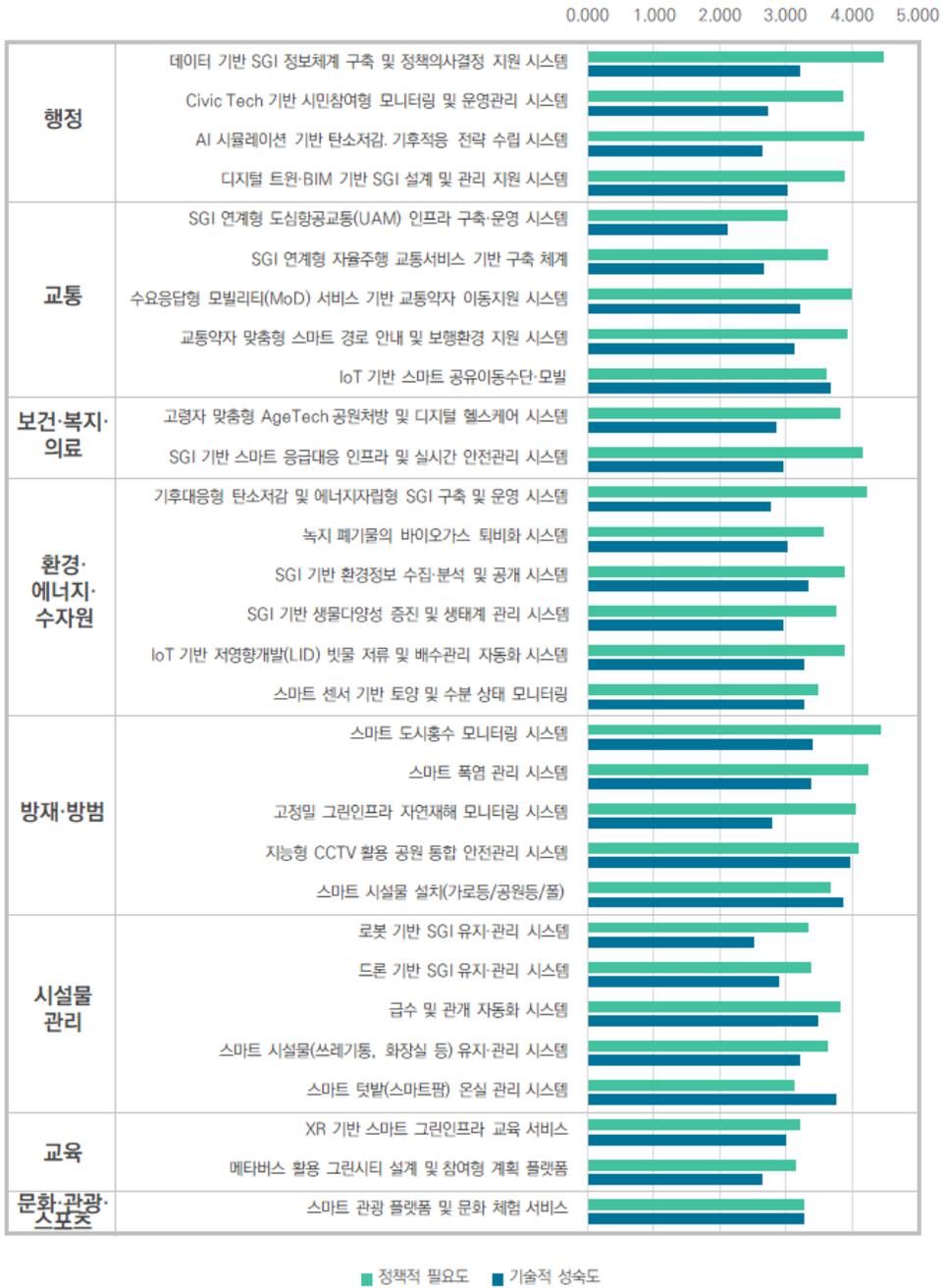
정책적 필요도가 가장 높은 솔루션은 '데이터 기반 SGI 정보체계 구축'으로 해당 솔루션은 기후위기 대응, 정책 우선순위 설정, 공공데이터 연계 정책의 핵심 기반 기술로 평가되었다. 그 다음으로는 '스마트 도시홍수 모니터링', '스마트 폭염 관리' 순으로 나타났다. 이를 통해 기후변화에 따른 이상기후로부터 시민들의 건강 및 재산 피해를 예방하기 위한 솔루션에 대한 정책적 수요가 높다는 것을 확인할 수 있다.

[표 4-5] 스마트 그린인프라 솔루션 별 기술적 성숙도 및 정책적 필요도 인식 비교 (5점 척도)

항목	솔루션 명	기술적 성숙도 (순위)	정책적 필요도 (순위)
행정	1.1. 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템	3.226	4.484(1)
	1.2. Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템	2.742	3.871
	1.3. AI 시뮬레이션 기반 탄소저감·기후적응 전략 수립 시스템	2.645	4.194(5)
	1.4. 디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템	3.032	3.903
교통	2.1. SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축·운영 시스템	2.129	3.032
	2.2. SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계	2.677	3.645
	2.3. 수요응답형 모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템	3.226	4.000
	2.4. 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템	3.129	3.935
	2.5. IoT 기반 스마트 공유이동수단·모빌리티 스테이션 구축 및 관리 시스템	3.677(4)	3.613

항목	솔루션 명	기술적 성숙도 (순위)	정책적 필요도 (순위)
보건·복지·의료	3.1. 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템	2.871	3.839
	3.2. SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템	2.968	4.161
환경·에너지·수자원	4.1. 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	2.774	4.226(4)
	4.2. 녹지 폐기물의 바이오가스 퇴비화 시스템	3.032	3.581
	4.3. SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템	3.355	3.903
	4.4. SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템	2.968	3.774
	4.5. IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템	3.290	3.903
	4.6. 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	3.290	3.484
방재·방법	5.1. 스마트 도시홍수 모니터링 시스템	3.419	4.452(2)
	5.2. 스마트 폭염 관리 시스템	3.387	4.258(3)
	5.3. 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템	2.806	4.065
	5.4. 지능형 CCTV 활용 공원 통합 안전관리 시스템	3.968(1)	4.097
	5.5. 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/플)	3.871(2)	3.677
시설물 관리	6.1. 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템	2.516	3.355
	6.2. 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템	2.903	3.387
	6.3. 급수 및 관개 자동화 시스템	3.484(5)	3.839
	6.4. 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템	3.226	3.645
	6.5. 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템	3.774(3)	3.129
교육	7.1. XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스	3.000	3.226
	7.2. 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼	2.645	3.161
문화·관광·스포츠	8.1. 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스	3.290	3.290
평균		3.111	3.771

출처: 연구진 작성



[그림 4-1] 스마트 그린인프라 솔루션 IPA 분석 결과
출처: 연구진 작성

③ IPA 분석 결과

■ 1사분면(성속도 ↑, 필요도 ↑) : 즉시 도입 가능 솔루션

우선 도입이 가능한 고성능-고수요 솔루션에 해당하는 1사분면에는 총 8개 솔루션이 포함되었다. 스마트 도시홍수 모니터링 시스템, 스마트 폭염 관리 시스템, 지능형 CCTV 활용 통합 안전관리, 데이터 기반 SGI 정보체계 구축, 급수 및 관개 자동화 시스템, 저영향개발 자동 배수 관리, 수요응답형 모빌리티 등이 포함되었다.

이들 솔루션은 기술 적용성과 정책성과가 모두 높은 솔루션으로, 단기적 시범사업 대상 선정 및 국비 연계 지원 우선 검토가 필요하다. 특히 환경재난 대응, 탄소 관리, 이동약자 지원 등 교차 부처 협업 과제로 확장 가능성이 높다.

■ 2사분면(성속도 ↑, 필요도 ↓) : 민간 확산형 기술 영역

기술은 성숙하나 정책 수요가 낮은 솔루션에 해당하는 2사분면에는 스마트 시설물 설치, 스마트팜 온실관리, 스마트 화장실·쓰레기통 관리, 토양 및 수분 상태 모니터링, 스마트 문화관광 체험 서비스 등 6개 솔루션이 포함되었다.

해당 기술들은 이미 상당 수준의 기술력이 확보된 상태이나, 정책적 활용 수요는 제한적이다. 공공 도입보다 민간 시장 중심의 확산 전략 또는 지역밀착형 사업 연계가 필요하다.

■ 3사분면(성속도 ↓, 필요도 ↓) : 저개발·실증 초기 영역

성속도와 필요도가 모두 낮은 3사분면에는 도심항공교통(UAM) 인프라, 로봇 기반 유지관리, 메타버스 기반 참여형 계획 플랫폼, 드론 기반 유지관리, XR 기반 교육 서비스 등 5개 솔루션이 포함되었다.

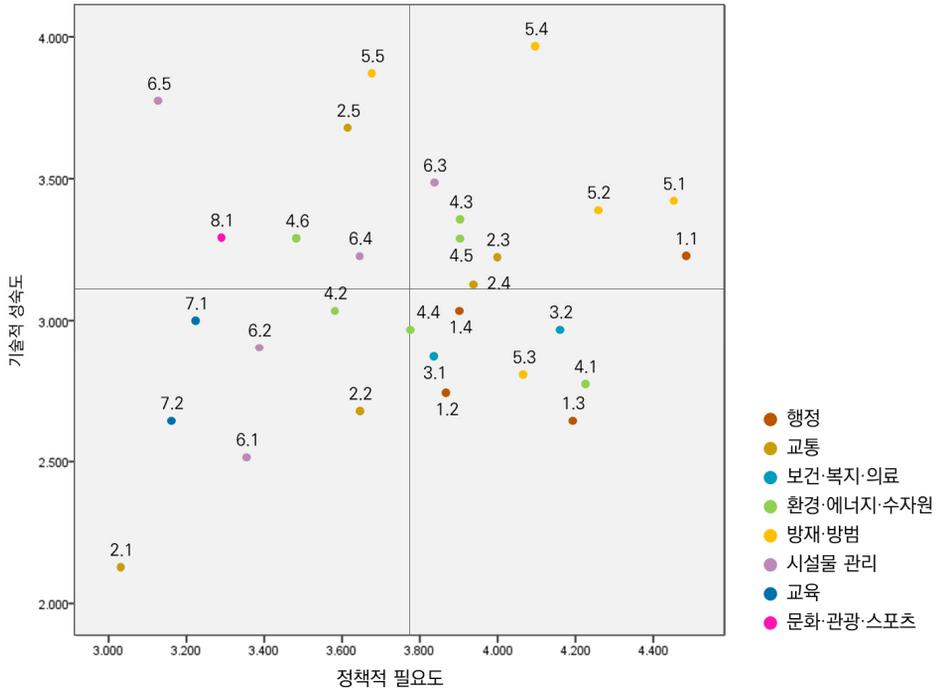
이들 솔루션은 기술적 미성숙과 정책적 우선순위가 모두 낮은 영역으로, 도입 타당성 검토 및 초기 실증 사업을 통해 검증이 필요하다.

■ 4사분면(성속도 ↓, 필요도 ↑) : 집중 개발이 필요한 전략 영역

정책 수요는 높으나 기술이 미성숙된 4사분면은 AI 기반 탄소저감·기후적응 시뮬레이션, 스마트 응급대응 인프라, 에너지자립형 SGI 시스템, 자연재해 고정밀 모니터링, Civic Tech 기반 시민참여 시스템, 교통약자 경로 안내 시스템 등 6개 솔루션이 포함되었다.

이들 솔루션은 정책 수요가 높으나 기술적 완성도가 낮은 분야로, 국가연구개발(R&D) 또는 국가시범도시 프로젝트를 통한 집중 육성이 필요하다. 특히 기후위기 대응 및 취약계층 지원과 직결된 기술들이므로 정책 연계 타당성이 매우 높다.

[표 4-6] IPA 분석 결과



*평균 기술적 성숙도 3.111, 평균 정책적 필요도 3.771

항목	솔루션 명	기술적 성숙도	정책적 필요도
1사분면 (즉시 도입 가능 솔루션)	1.1. 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템	3.226	4.484
	2.3 수요응답형 모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템	3.226	4.000
	4.3 SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템	3.355	3.903
	4.5 IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템	3.290	3.903
	5.1 스마트 도시홍수 모니터링 시스템	3.419	4.452
	5.2 스마트 폭염 관리 시스템	3.387	4.258
	5.4 지능형 CCTV 활용 공원 통합 안전관리 시스템	3.968	4.097
	6.3 급수 및 관개 자동화 시스템	3.484	3.839
2사분면 (민간 확산형 기술 영역)	2.5 IoT 기반 스마트 공유이동수단·모빌	3.677	3.613
	4.6 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	3.290	3.484
	5.5 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/플)	3.871	3.677
	6.4 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템	3.226	3.645
	6.5 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템	3.774	3.129
3사분면 (저개발· 실증 초기 영역)	8.1 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스	3.290	3.290
	2.1 SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축·운영 시스템	2.129	3.032
	2.2 SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계	2.677	3.645
	4.2 녹지 폐기물의 바이오가스 퇴비화 시스템	3.032	3.581
	6.1 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템	2.516	3.355
	6.2 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템	2.903	3.387

항목	솔루션 명	기술적 성숙도	정책적 필요도
4사분면 (집중 개발 필요 전략 영역)	● 7.1 XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스	3.000	3.226
	● 7.2 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼	2.645	3.161
	● 1.2 Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템	2.742	3.871
	● 1.3 AI 시뮬레이션 기반 탄소저감·기후적응 전략 수립 시스템	2.645	4.194
	● 1.4 디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템	3.032	3.903
	● 2.4 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템	3.129	3.935
	● 3.1 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템	2.871	3.839
	● 3.2 SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템	2.968	4.161
	● 4.1 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	2.774	4.226
	● 4.4 SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템	2.968	3.774
	● 5.3 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템	2.806	4.065

출처: 연구진 작성

3. 소결

본 장에서는 앞서 제2장에서 정립한 스마트그린인프라(SGI)의 개념을 바탕으로, 국내외 문헌 및 사례조사를 통해 실질적으로 적용 가능한 SGI 솔루션 풀을 도출하고 전문가 분석을 통해 정책 우선순위를 제시하였다.

분석 결과, SGI 솔루션은 스마트도시법상 8개 서비스 분야를 기준으로 구조화되었으며, ①기후위기 대응, ②초고령사회 대응, ③첨단 기술 수용이라는 세 가지 핵심 도시문제 해결 축과 연계되었다. 기후위기 대응 축에서는 LID 기반 빗물관리, 스마트 폭염 관리 시스템, 탄소저감 및 에너지 자립형 SGI 등이 핵심 솔루션으로 도출되었다. 초고령사회 대응 축에서는 고령자 맞춤형 디지털 헬스케어, 스마트 응급대응 인프라 등이, 첨단 기술 수용 축에서는 교통약자 이동지원, 수요응답형 모빌리티 등이 주요 솔루션으로 제시되었다.

특히 전문가 IPA 분석을 통해 기술적 성숙도와 정책적 필요도를 종합 평가한 결과, 정책 우선 순위가 명확히 드러났다. 스마트 도시홍수·폭염 관리 시스템, 데이터 기반 SGI 정보체계, 지능형 CCTV 등은 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 높아 즉시 도입이 가능한 솔루션(1사분면)으로 분석되었다. 반면, AI 기반 탄소저감·기후적응 시뮬레이션, 스마트 응급대응 인프라 등은 정책 수요는 매우 높으나 기술 성숙도가 낮아 국가 차원의 집중 개발이 필요한 전략 영역(4사분면)으로 나타났다.

결론적으로, 본 장은 SGI를 구성하는 개별 기술과 솔루션을 정책 실행 단계와 연계가능한 형태로 구조화하고, 과학적 근거에 기반한 투자 우선순위를 제시했다는 점에서 의의가 있다. 본 장의 분석 결과는 후속 연구인 제5장의 스마트 공원 정책사업 모델 설계 및 경제성 분석의 기초 자료로 활용되었다.

제5장

스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 효과 분석

1. 도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계
2. 스마트 공원 정책사업 경제성 분석
3. 소결

1. 도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계

1) 정책사업 모델 설계 개요

① 정책사업 대상지 선정 배경

본 연구에서는 SGI 정책사업 모델 설계 대상을 1만 제곱미터 규모의 근린생활권 근린공원으로 설정하였다. 도시공원을 대상으로 삼은 이유는 먼저 제3장에서 스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황을 분석한 결과, 지자체 스마트도시계획과 스마트도시 정책 공모사업에서 도시공원 대상 스마트도시서비스가 가장 높은 비중을 차지하여 향후 정책적 실효성이 높다고 판단되기 때문이다.

도시공원 대상 SGI정책사업의 실효성을 확보하고, 공간 기반에서 실증 가능한 설계 모델을 도출하기 위해, 본 연구는 3기 신도시 개발지구를 주요 기준 대상지로 선정하였다. 3기 신도시는 기존 도시의 재개발·재건축 방식과는 달리, 녹지체계와 기반 시설이 초기 계획 단계부터 통합적으로 수립되고 있으며, 이에 따라 스마트 기술 기반의 새로운 공공서비스 수요에 유연하게 대응할 수 있는 선도적 도시 플랫폼으로 평가된다.

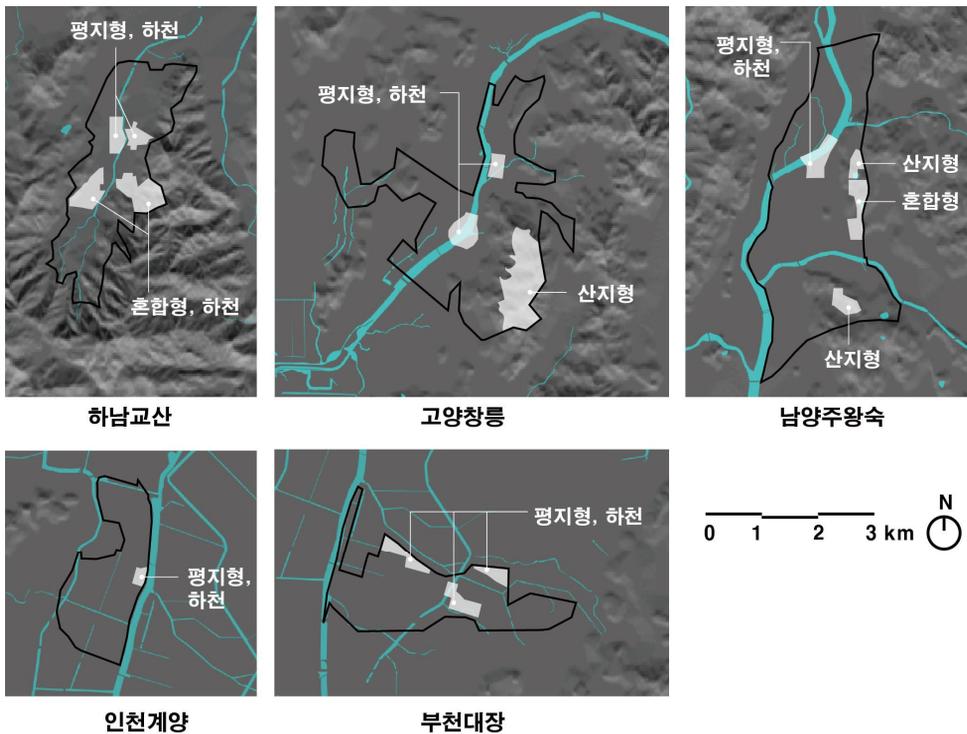
특히 제3기 신도시는 국토교통부의 스마트도시정책, 탄소중립 도시공간 전략, 조경진흥기본계획 등과의 정책 연계성이 높으며, 계획 초기단계에서부터 스마트시티 요소와 스마트 그린인프라(SGI) 개념을 반영할 수 있는 제도적 기반과 물리적 여건을 갖추고 있어, 스마트 공원의 실증 적용에 유리한 입지로 간주된다.

이에 따라 본 연구에서는 하남 교산, 고양 창릉, 남양주 왕숙, 인천 계양, 부천 대장 등 제3기 신도시 내 5개 지구를 기준으로 선정하였으며, 각 지구 내 중심 공원과 근린공원 등 총 15개 대상공원을 분석하였다. 이들 공원은 모두 계획상 1만㎡ 이상의 면적을 확보하고 있으며, 도시 내 거점성과 공공성, 이용자 접근성, 기술 인프라 수용 가능성 등의 측면에서 스마트 공원 정책모델 적용에 필요한 공통 구조와 특성을 확인할 수 있는 사례로서 의미를 가진다.

[표 5-1] 도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계 배경

구분	주요 내용
연구결과 반영	• 제3장 스마트 그린인프라 관련 정책 추진 현황 분석 결과, 지자체 스마트도시계획(42.8%)과 정부 스마트도시 정책 공모사업(44.4%)에서 도시공원이 가장 높은 비중을 차지
전략적 입지	• 하남 교산, 고양 창릉, 남양주 왕숙, 인천 계양, 부천 대장 등 3기 신도시는 초기 계획 단계부터 녹지체계와 기반시설이 통합적으로 수립 • ‘백지 상태’ 개발 특성은 SGI 선제적 반영 및 국가 정책과의 연계성 확보에 유리
규모의 적절성	• 도시공원 전형 규모인 1만㎡는 SGI 기능·서비스 구현과 적용-모니터링-평가 수행에 충분
접근성·참여성	• 도시공원은 개방된 공간으로 시민 이용률이 높아 사용자 중심 SGI 테스트에 적합 • 행동·선호 데이터 수집 용이, 솔루션 개선에 활용 가능
기술 통합 여건	• 신도시는 최신 인프라(네트워크·전력 등)를 갖춰 IoT·통신·디스플레이 등 스마트 기술 통합 용이
공원의 다기능성	• 도시공원은 레크리에이션·생태서비스·기후조절·커뮤니티 기능을 제공 • SGI 솔루션 다차원적 적용으로 복합 도시문제 해결 가능

출처: 연구진 작성



[그림 5-1] 3기 신도시 내 도시공원 위치도

출처: 연구진 작성

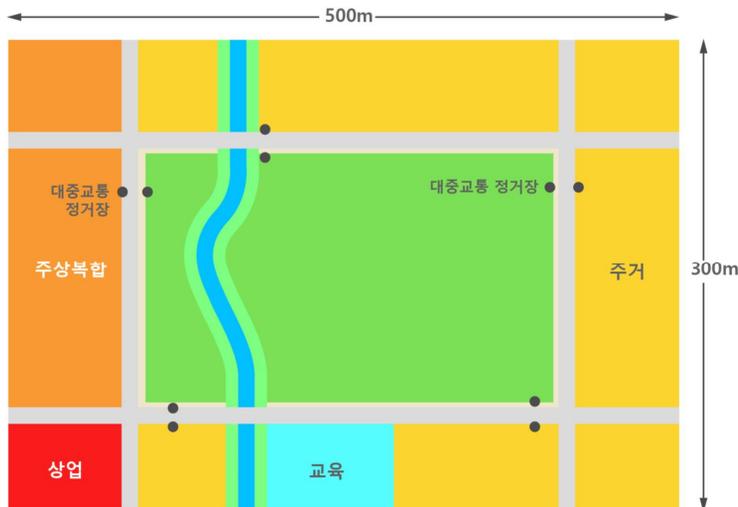
② 정책사업 모델 프로토타입 설정

3기 신도시 대상지의 주요 공원들을 종합적으로 분석한 결과, 다수의 중심 공원은 대체로 10,000m² 내외의 평탄한 부지를 기반으로 조성되고 있으며, 하천 및 수변공간과의 연계성이 높고, 복합 생활권 중심부에 입지하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 입지 조건은 스마트 기술 기반의 다양한 공공서비스와 공간 연계를 가능하게 한다는 점에서, 스마트 공원의 정책적 실증에 적합한 물리적 기반을 제공한다.

본 연구에서는 위와 같은 공통 특성을 반영하여, 300m × 500m 규모의 평지형 도시공원을 기준 공원 모델로 설정하였다. 해당 모델은 주거, 교육, 상업, 주상복합, 하천 등 다양한 도시 맥락과 접하고 있는 공간 유형을 가정하였으며, 이는 향후 스마트 공원이 지향해야 할 다기능·융복합형 도시공원의 전형으로서 대표성을 갖는다. 이와 같은 기준 공원 모델은 다음과 같은 세 가지 측면에서 정책모델로서의 활용 가능성을 내포한다.

- 공간·기술 서비스 간 통합 매핑이 가능한 설계 단위로서, SGI 기술 요소와 공공서비스 기능을 구조적으로 배치할 수 있는 기반을 제공한다.
- 이용자 중심의 공간 운영 시나리오 수립이 용이하며, 센서 기반 데이터 수집과 서비스 전달 체계를 실증할 수 있는 공공서비스 테스트베드로 활용 가능하다.
- 향후 타 도시로의 확산 및 국가 정책사업의 표준모델화가 가능하며, 조경진흥기본계획, 스마트도시계획 등과의 연계 아래 모듈형 정책사업 단위로 확장될 수 있다.

결과적으로, 본 기준 공원 모델은 스마트 공원 정책사업의 설계, 적용, 확산을 위한 핵심 분석 단위로 기능하며, 전략별 서비스 구성의 공간적 구현 가능성을 검토하는 데 중요한 기반을 제공한다.



[그림 5-2] 스마트 공원 정책사업 모델의 프로토타입

출처: 연구진 작성

③ 정책사업 모델 설계 방법

스마트 공원 정책사업의 기준 공간 모델과 전략별 서비스 적용 시나리오를 시각적으로 구현하고, 설계 기반의 공간 해석이 가능하도록 하기 위해 3D 디지털 모델링 기반의 설계 도구인 Rhino(Rhinoceros) 프로그램을 활용하였다. Rhino는 곡면 기반 NURBS(Non-Uniform Rational B-Splines) 모델링 기능을 바탕으로 도시공원 공간의 지형, 동선, 시설 배치, 기술 적용 영역 등을 정밀하게 설계할 수 있는 점에서 스마트 기술 접목을 위한 설계 시뮬레이션에 적합하다. Rhino 기반 설계 프로세스는 다음과 같다.

[표 5-2] Rhino 기반 설계 프로세스

구분	주요 내용
기준 공원 모델 구축	<ul style="list-style-type: none"> 제3기 신도시 중심공원 사례(1만㎡ 규모, 수변 연계 평지형 공원)를 기반으로, 300m × 500m 범위의 도시공원 기초 평면도 및 지형 모델을 Rhino에서 2D로 입력 후, 지형 변화와 시설 배치가 가능한 3D 기본형태(NURBS 기반 지오메트리)로 변환
공간구성요소 배치 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> 서비스 유형별 요구 면적, 접근 경로, 동선 분석 결과를 바탕으로 스마트 쉼터, 자율주행트레일, 헬스 트레일, 스마트 텃밭 등 주요 시설 요소를 모듈 단위로 제작하고, Rhino 내에서 상대 위치관계 및 시나리오별 배치안을 3차원으로 시각화 Grasshopper 연동을 통해 파라메트릭 디자인 기법을 일부 도입하여, 공간 내 모빌리티 흐름 최적화 및 시설 간 간섭 최소화 검토
기능별 서비스 적용 구역 지정	<ul style="list-style-type: none"> 기후대응구역(쿨링포그, 물관리), 고령자 우선구역(스마트 운동시설), 이동 결절점(모빌리티 허브) 등 전략영역별 기술 적용 우선공간을 분류하고, Rhino 상에서 색상 및 레이어 구분을 통해 시각적으로 표현
시각화 및 결과 도면 출력	<ul style="list-style-type: none"> 3D 모델 기반의 설계 시뮬레이션 결과를 바탕으로, 시설 유형별 배치도, 동선 흐름도, 기술 적용 범위도 등 시각자료 도출 렌더링 및 투시도 생성은 V-Ray와 연동하여 처리함으로써, 보고서 내 시각자료의 설명력을 높이고 정책 사업 모델의 구현 가능성 강화

출처: 연구진 작성

2) 정책사업 적용 솔루션

① 솔루션 선정 근거

스마트 공원 정책사업 모델에 적용된 SGI 솔루션은 제4장에서 수행된 IPA 기반 분석 결과를 토대로 선정하였다. IPA 분석은 각 솔루션의 '기술적 성숙도'와 '정책적 필요도'를 정량적으로 평가하여 네 개의 사분면으로 구분하고, 이 중 1사분면(즉시 도입 가능 솔루션)과 4사분면(집중 개발 필요 전략 영역)을 중심으로 우선 적용 대상을 도출하였다. 신도시 시범 적용을 통해 미래도시 비전을 제시할 전략적 중요성을 가진 솔루션은 우선 적용 대상에 포함하였다.

■ IPA 1사분면(즉시 도입 가능 솔루션)

기술적 성숙도와 정책적 필요도가 모두 높은 영역으로, 단기적으로 시범사업 도입 및 국비 지원이 가능한 고효율-고수요형 솔루션에 해당한다. 이들은 스마트 공원 모델의 1차 적용 대상으로 우선 선정하였다.

■ IPA 4사분면(집중 개발 필요 전략 영역)

정책적 필요도는 높으나 기술적 성숙도가 낮은 영역으로, 국가 연구 개발(R&D) 및 국가시범 도시 프로젝트를 통해 중장기적으로 육성해야 할 전략적 솔루션이다. 특히 기후위기 대응, 취약계층 지원, 탄소흡수 고도 등과 직결된 기술들이 포함된다.

■ 정책 필요도 및 전략적 중요성 기반 보완 선정

IPA 분석에서 1사분면 또는 4사분면에 포함되지 않더라도, 특정 도시문제 해결의 정책적 타당성이 높거나 신도시 시범 적용의 상징성이 큰 경우 전략적 투자의 성격으로 선정하였다.

결과적으로 스마트 공원 정책사업 모델에 적용할 솔루션은 탄소중립과 기후위기 관련 솔루션 5개(스마트 식생도랑, 스마트 레인가든, 쿨링포그, 스마트 에너지 관리 시스템, 스마트 물관리 시스템), 초고령사회 관련 솔루션 3개(스마트 시니어 운동시설, 스마트 헬스트레일, 스마트 공유텃밭), 첨단기술 수용 관련 솔루션 3개(스마트 쉼터, 자율주행 트레일, 모빌리티 허브) 등 11개를 선정하였다.

[표 5-3] 스마트 공원 적용 SGI 솔루션 선정 근거

도시문제 유형	스마트 공원 적용 SGI 솔루션	IPA사분면 (기술적 성숙도, 정책적 필요도) (5점 기준)	스마트 공원 적용 솔루션	선정 근거
A 탄소중립과 기후위기	• 4.5 IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물저류 및 배수관리 자동화 시스템	1사분면 (3.290, 3.903)	A-1 스마트 식생도랑	• 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 높아 즉시 도입 가능하며, 기후변화 대응에 필수적인 물 관리 및 생태 정화 기능 제공
	• 4.5 IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물저류 및 배수관리 자동화 시스템	1사분면 (3.290, 3.903)	A-2 스마트 레인가든	• 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 높아 즉시 도입 가능하며, 도시 침수 예방 및 미기후 개선에 효과적
	• 5.2 스마트 폭염 관리 시스템	1사분면 (3.387, 4.258)	A-3 쿨링포그	• 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 높아 즉시 도입 가능하며, 폭염 시 시민 체감 온도를 낮추는 데 직접 기여
	• 4.1 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	4사분면 (2.774, 4.226)	A-4 스마트 에너지 관리 시스템	• 정책 필요도는 높으나 기술 성숙도가 낮아 집중 개발이 필요하며, 탄소중립 도시 구현을 위한 핵심 전략 솔루션
	• 4.5 IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물저류 및 배수관리 자동화 시스템 • 4.6 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	1사분면 (3.290, 3.903) 2사분면 (3.290, 3.484)	A-5 스마트 물관리 시스템	• 핵심 구성 요소가 1사분면에 속하며, 도시 물 순환 관리의 중요성이 높아 우선적으로 도입될 필요
B 초고령사회 대응	• 3.1 고령자 맞춤형 AgeTech 공원 처방 및 디지털 헬스케어 시스템	4사분면 (2.871, 3.839)	B-1 스마트 시니어 운동시설	• 정책 필요도는 높으나 기술 성숙도가 낮아 집중 개발이 필요하며, 고령층 건강 증진 및 예방적 복지 실현에 기여
	• 3.1 고령자 맞춤형 AgeTech 공원 처방 및 디지털 헬스케어 시스템 • 2.4 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템	4사분면 (2.871, 3.839) 4사분면 (3.129, 3.935)	B-2 스마트 헬스트레일	• 정책 필요도는 높으나 기술 성숙도가 낮아 집중 개발이 필요하며, 고령층의 안전한 보행 및 건강 관리를 위한 핵심 솔루션
	• 6.5 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템	2사분면 (3.774, 3.129)	B-3 스마트 공유텃밭	• 기술 성숙도는 높으나 정책 필요도가 평균보다 낮음 • 초고령사회에서 고령층의 신체 활동, 사회적 교류, 정신 건강 증진에 기여하는 전략적 중요성으로 선정
C 첨단 모빌리티 수용	• 2.5 IoT 기반 스마트 공유이동수단 모빌리티 스테이션 구축 및 관리 시스템 • 5.5 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/폴)	2사분면 (3.677, 3.613) 2사분면 (3.871, 3.677)	C-1 스마트 헬터	• 기술 성숙도는 높으나 정책 필요도가 평균보다 낮음 • 첨단 기술 수용의 접점이자, 기후 안전 및 모빌리티 연계를 위한 다기능 허브로서 전략적 가치로 선정
	• 2.2 SGI 연계형 자율주행 교통 서비스 기반 구축 체계	3사분면 (2.677, 3.645)	C-2 자율주행 트레일	• 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 낮음 • 첨단 기술 수용 및 미래 모빌리티 인프라 구축을 위한 신도시 시범 사업의 전략적 중요성으로 선정
	• 2.1 SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축-운영 시스템 • 2.5 IoT 기반 스마트 공유이동수단-모빌리티 스테이션 구축 및 관리 시스템	3사분면 (2.129, 3.032) 2사분면 (3.677, 3.613)	C-3 모빌리티 허브	• 기술 성숙도와 정책 필요도가 모두 낮음 • UAM 등 미래형 모빌리티 도입 가능성 탐색 및 다양한 이동 수단 연계를 위한 전략적 중요성으로 선정

출처: 연구진 작성

② 도시문제 유형별 스마트 공원 기능 설계 및 서비스 체계화

스마트 공원 정책사업의 실효성을 제고하기 위해서는 도시문제 유형별로 명확한 전략영역을 설정하고, 해당 전략에 적합한 스마트서비스를 체계적으로 구성하는 것이 핵심 과제이다. 본 절에서는 앞서 도출한 세 가지 도시문제 대응 전략영역인 ① 탄소중립 및 기후위기 대응, ② 초고령사회 대응, ③ 첨단 모빌리티 수용을 중심으로, 공원 공간 내 문제해결 기능별 스마트 솔루션 구조를 제시하였다.

각 전략영역은 해당 도시문제가 가진 정책적 시급성, 공간 기반 확산 가능성, 스마트 기술의 적용 용이성을 기준으로 설정되었으며, 이에 따라 기술 요소, 공간 유형, 적용 기술, 기대효과 등을 인벤토리 표 형식으로 정리하였다. 이 구성은 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙 [별표1]」에서 제시된 공원시설 유형 분류 체계를 준용하여, 법제도 기반의 공간범주와 기술 분류의 연결성을 확보하고자 하였다. 또한 본 설계모델은 기존의 공원관리 방식이 가진 수동적·단일 목적 중심 구조에서 벗어나, 센서 기반 데이터 수집, 인공지능 분석, 실시간 반응형 운영 시스템 등을 통합함으로써, 시민 참여형 공공서비스 플랫폼으로서의 도시공원 전환 가능성을 확보하는 데 목적이 있다.

[표 5-4] 도시문제 유형별 스마트 공원 솔루션 인벤토리 및 기능 분류 체계

문제해결 기능	스마트 솔루션	공간시설 유형 ⁹⁾	활용 스마트 기술	기대효과
A 탄소중립 및 기후위기 대응	1 식생도랑	조경시설	IoT, 환경센서, AI	유수 관리, 우수 유출량 감소, 물 관리 효율성 향상
	2 레인가든	조경시설	IoT, 환경센서, AI	강우 유출 저감, 수질 정화
	3 쿨링포그	공원관리시설	미세분사기술, IoT 온도센서	온열환경 개선, 미기후 조절
	4 스마트 에너지 관리 시스템	공원관리시설	태양광 포장, 야광 포장, 통합 에너지 관리 플랫폼	에너지 자립도 제고, 친환경성 강화
	5 스마트 물 관리 시스템	공원관리시설	식생도랑, 레인가든, 통합물 관리 플랫폼	수질 개선, 도시 홍수 리스크 완화
B 초고령사회 대응	1 시니어 운동시설	운동시설	IoT 운동기기, 안전 센서	체력 증진, 낙상 예방
	2 헬스트레일	운동시설	웨어러블, IoT, 헬스케어센서, CCTV	노인 건강 증진, 안전 보행 유도
	3 공유텃밭	도시농업시설	토양센서, 모바일 앱	자율적 식생활, 사회적 포용 확대
C 첨단 모빌리티 수용	1 스마트 쉼터	공원관리시설	IoT, AI, PM연계 플랫폼	다중 모빌리티 연계, 이용 편의성 강화
	2 자율주행 트레일	공원관리시설	자율주행, 위치추적, 충돌감지	보행 연계 서비스, 교통약자 접근성 보완
	3 모빌리티 허브	공원관리시설	통합모빌리티 플랫폼, 전기차 충전기, AI 관제	수단 간 연결 최적화, 에너지 효율 개선

출처: 연구진 작성



[그림 5-3] 스마트 공원 정책사업 모델 공간 구성도(안)

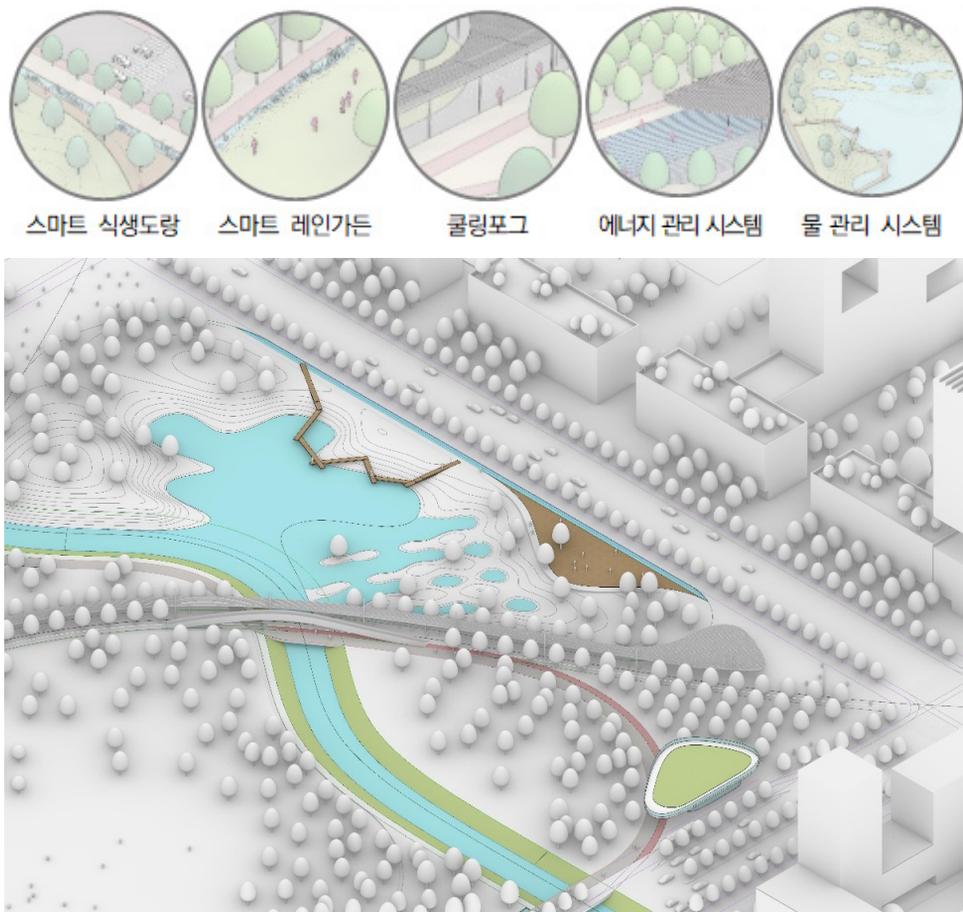
출처: 연구진 작성

3) 정책사업 모델 설계(안)

① 기후위기 대응

기후변화로 인한 도시 열섬 현상, 침수 피해, 가뭄 발생, 대기질 악화 등은 도시민의 건강과 삶의 질을 저하시키는 주요 환경 리스크로 부상하고 있다. 이러한 기후위기 양상은 단순한 환경문제를 넘어, 도시 인프라의 회복력과 운영체계 전반의 구조적 전환을 요구한다. 이에 따라, 도시 공공공간은 기후변화 적응과 완화를 동시에 수행할 수 있는 핵심적 도시 생태인프라로 재인식되고 있다. 따라서 본 정책사업 모델에서는 스마트 공원을 기후위기 대응의 전략적 수단으로 설정하고, 스마트 식생도랑, 스마트 레인가든, 쿨링포그, 에너지 관리 시스템, 물 관리 시스템 등 다섯 가지 SGI 솔루션을 적용하였다.

[표 5-5] 기후위기 대응 관련 솔루션 개요

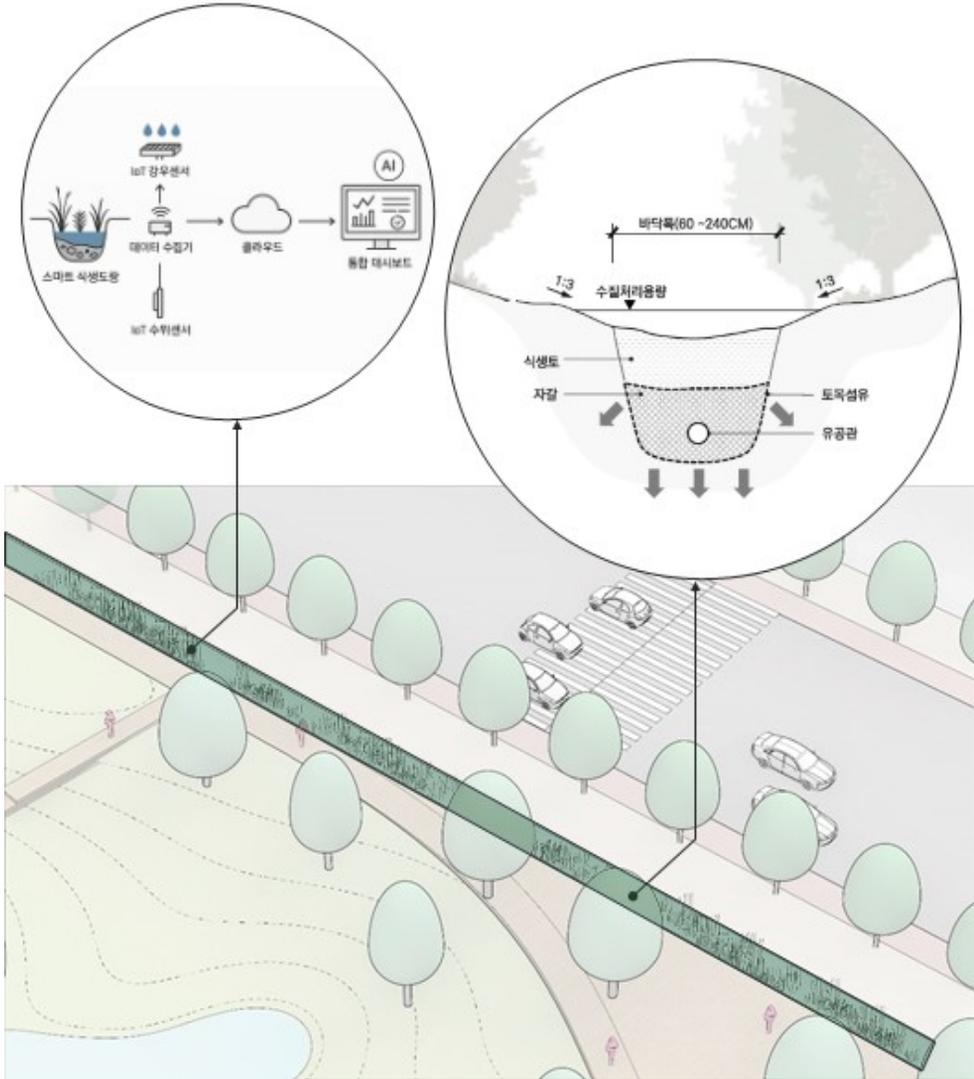


구분	솔루션명	설명
A-1	스마트 식생도랑	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 강우 유출수를 식생 기반 수로를 통해 자연적으로 여과·정화함으로써, 기후위기 대응 기능과 탄소흡수 능력을 동시에 강화하는 스마트 생태 인프라 구축 • IoT 기반의 수문 정보 수집, 수위 감지, 유지관리 자동화 기술을 적용하여 녹지 인프라의 지속 가능성과 관리 효율성을 제고
A-2	스마트 레인가든	<ul style="list-style-type: none"> • 도시공원 내 유출수를 저지형 식생분지(레인가든)에 유입시켜, 자연 저류-여과-정화 과정을 통해 친환경적 물 순환 기능을 수행 • IoT 기반 수위·수분·수질 센서와 자동 관수 시스템을 연계함으로써, 효율적 유지관리 체계와 기후위기 대응력을 동시에 확보하는 스마트 물순환 인프라로 구축
A-3	쿨링포그	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 주요 보행로와 쉼터 공간에 고온 감지 센서, 풍향 센서, 자동 분사 노즐, 제어시스템을 연계한 스마트 미세 안개 분사(Cooling Fog) 시스템을 설치하여, 폭염 상황 시 자동 대응 및 미기후 조절 기능을 제공 • 이용자가 직접 체험 가능한 시민 친화형 스마트 환경 서비스로서 공원의 기후적응 기반을 강화
A-4	에너지 관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 유휴 공간(주차장, 보행로, 자전거도로 등)에 태양광, 압전 기술 등 재생에너지 생산 기술을 접목하여 공원 내부 시설의 에너지 자립 구조를 마련 • 에너지 생산 및 소비 현황은 실시간 모니터링 시스템을 통해 수집·분석되며, 스마트 조명, 충전 시설 등과 자동 연계되어 에너지 효율성과 운영 자동화 수준을 향상
A-5	물 관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 유출수를 식생도랑, 레인가든, 호안형수로 등 생태 기반 구조물을 통해 수집·정화한 뒤, 스마트 센서 및 자동제어 기술을 활용하여 물의 흐름을 감지-저류-재활용-방류하는 통합형 물 순환 시스템을 구축 • 도시형 침수 예방, 물 자원 절약, 생물다양성 증진이라는 다차원적 효과를 동시에 실현

출처: 연구진 작성

A-1. 스마트 식생도랑

솔루션명	· 스마트 식생도랑	공간시설 유형	· 조경시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> · 공원 내 강우 유출수를 식생 기반 수로를 활용하여 생태적으로 정화함으로써, 기후 대응 기능과 탄소 흡수 기능을 동시에 극대화하는 스마트 생태 인프라 구축 · IoT 기반의 수문 정보 수집과 유지관리 자동화 시스템을 통해 공원의 수자원 순환과 생태 기능을 정밀하게 관리함으로써, 지속가능한 그린인프라 실현 도모 		



기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 강우 유출량 저감 및 도시 침수 방지 · 도시 열섬 완화 및 미기후 개선 · 식생 기반 탄소흡수 및 생물다양성 회복 · 비오톱 기능 회복과 저비용 LID(Low Impact Development) 구현
설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> · 입지 및 공간배치 <ul style="list-style-type: none"> - 식생도랑은 상류-하류 방향의 유량 흐름 유도에 적합한 공간 확보가 전제되어야 하며, 자연 유하를 유도할 수 있는 완만한 경사 설계가 필요 → 빗물의 체류 시간 확보 및 침투 효율 극대화

- 구조 및 단면 설계
 - 투수성 확보를 위한 다층형 단면 구조를 적용하며, 적정 깊이로 모래층-자갈층-여과층 등의 필터링 구조 조성 → 유출수의 단계적 정화와 지하 침투 유도
- 식생 기반 구성
 - 생태 정화와 경관을 동시에 고려하여 토착식물을 중심으로 내건성·내수성에 강한 수종을 배치
 - 사계절 유지관리가 가능하도록 지속가능한 식생 디자인을 적용하며, 경관성과 유지관리 비용 효율성을 동시에 고려
- 보행 및 안전시설 설계
 - 시민의 낙상 방지와 안전사고 예방을 위해 식생도랑과 보행 공간 간에는 경계석, 안전 펜스, 보행로 분리 구조를 설치
 - 무단 접근 제한과 안전 동선을 고려한 이용자 동선 설계 필요
- 배수 및 연결 인프라 연계
 - 식생도랑은 도시 배수 시스템(우수관, 침투정) 및 인근 빗물정원, 저류지 등 물순환 기반시설과의 통합 운영이 가능하도록 연계 배수설비 구조를 갖추어야 함 → 통합형 수자원 관리 체계로 확장 가능
- 스마트 센서 설치 인프라 기반 확보
 - 향후 IoT 센서, 유량계, 수질 측정기 등의 설치를 고려하여, 전원 공급 라인 및 통신선 확보를 위한 매립형 전기·통신 배관 구조를 사전에 마련
 - 유지보수를 위한 기초설비(제어함, 점검구 등) 포함

필요 기술	IoT	인공지능(AI)	모빌리티 기술	관제센터	탄소흡수 및 환경 기술
	○	○		○	○
	유량, 유속, 수질 모니터링	강우 예측 및 수로 운영 최적화		데이터 연동 대시보드 및 유지관리 자동알림 시스템	자동 관개 및 우수 배출 제어

운영 관리 방안

- ICT 인프라 기반 스마트 식생도랑 운영 흐름도
 - ① 유입 감지: 유량센서를 통해 유입수량 및 유속 데이터를 실시간 감지·기록
 - ② 상태 모니터링: 수로 내 온도·수분·pH 등 주요 환경데이터를 지속적으로 수집
 - ③ 자동 제어: AI 기반 분석결과를 토대로 자동 밸브 제어 시스템이 작동하여, 우수 배출량 조절
 - ④ 침수 예측 및 경보 전송: 수위 이상값 감지 또는 비정상 패턴 감지 시 관리자 앱(또는 관제 플랫폼)을 통해 실시간 경보 전송
 - ⑤ 시민 공유: 수집된 환경정보 및 운영 현황을 공원 내 전광판 또는 시민용 모바일 앱을 통해 시각화



[운영 흐름도]
출처: 연구진 작성

- 유지관리
 - (센서 기반 유지보수 최적화 체계 구축) 침투율 변화, 수분 유지력, 유속 편차 등의 데이터에 기반하여 유지관리 주기 및 점검 시점을 자동 산정하며, 예측 유지보수를 가능하게 함
 - (장기적 연계방안) 식생도랑 운영체계는 향후 스마트시티 통합운영센터 또는 지방정부 도시 물관리 플랫폼과 연계되어, 도시 단위 저영향개발(LID) 기반 물순환 체계의 일부로 기능

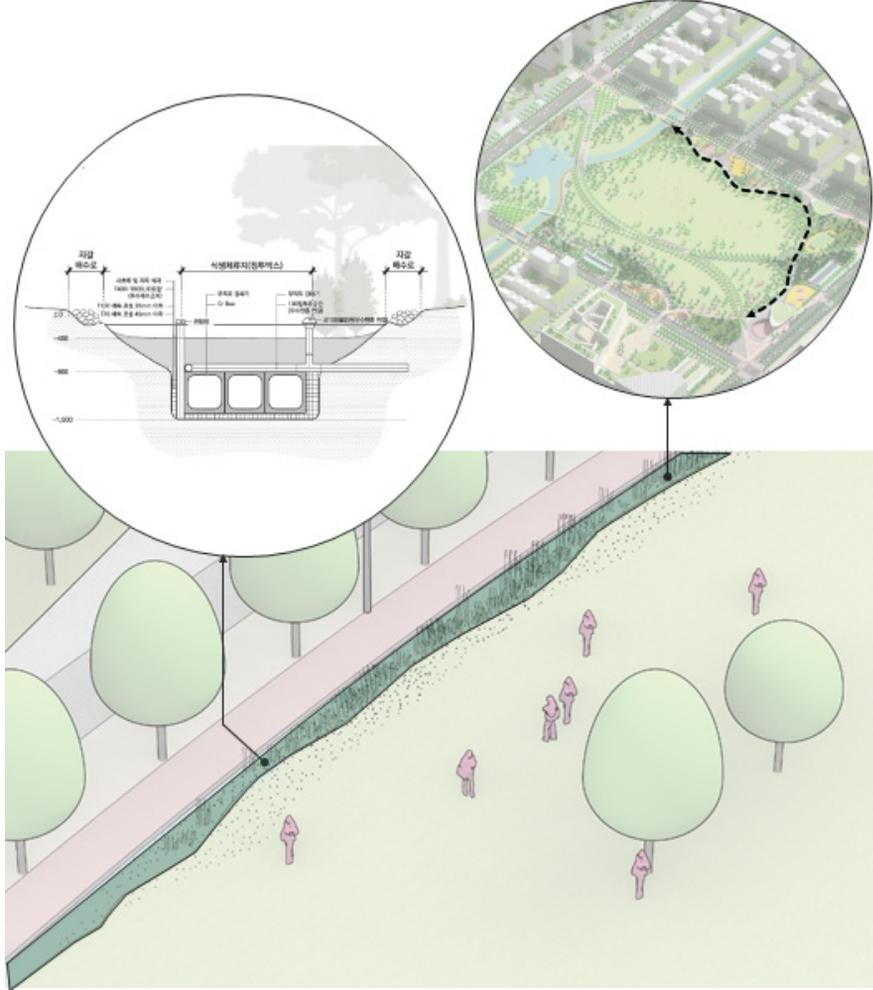
제도 개선 사항

- 공원시설로서의 제도적 지위 확보 필요
 - 현재 식생도랑, 레인가든 등 저영향개발형 시설은 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」 [별표1] 공원시설 유형에 명시되어 있지 않아, 공원시설로서의 공식적 인정 및 사업 반영에 제약이 존재
 - 저영향개발(LID) 기반 시설군을 공원 조경시설 또는 공원관리시설로 포함하는 별도 조항 또는 설계 기준의 신설 필요
 - 국토교통부 및 환경부 협업을 통한 통합 가이드라인 제정 및 예산지원 근거 마련 필요

출처: 연구진 작성

A-2. 스마트 레인가든

솔루션 명	· 스마트 레인가든	공간시설 유형	· 조경시설
기본 방향	· 도시공원 내 강우 유출수를 저지형 식생분지(Rain Garden)에 유입시켜, 자연적인 저류, 여과, 정화 기능을 수행하는 생태 기반 물순환 구조 형성 · IoT 기반 수위·수분·수질 센서와 자동 관수 시스템을 연계 도입함으로써, 현장 여건에 따른 스마트 유지관리 체계를 구현하고, 기후위기 대응력과 시설 운영의 효율성을 동시에 강화하는 스마트 물순환 인프라 구축		



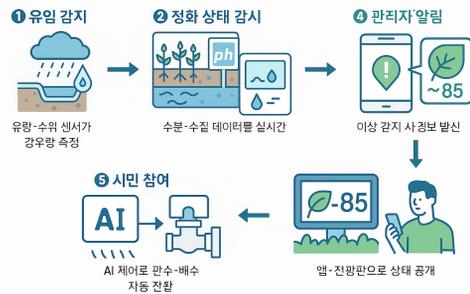
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 강우 유출수의 저류 및 침투 기능을 통해 도시형 침수 위험 저감 및 수문 리스크 완화 · 식생 기반 증산작용 활성화를 통한 도시 열섬 현상 완화 및 미기후 개선 효과 · 자연 여과 및 투수층 확산을 통한 유출수의 정화 기능 강화 및 토양 침투율 향상 · 공원 내 적용 가능한 자연기반 물 관리 기술의 확산 및 저영향개발(LID) 기반 인프라 정착
-------	--

설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> · 입지 조건 <ul style="list-style-type: none"> - 유출수 유입이 집중되는 저지대 또는 비점오염원 발생 가능성이 높은 지역을 우선적으로 대상지로 선정 - 인근 식생도랑, 우수관로, 빗물정원 등 유사 시설과의 공간적 연계성을 고려하여 통합적인 물순환 체계 형성 · 구조 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 침투-저류-정화 기능이 단계적으로 작동할 수 있도록, 다단계 저류지 및 배수로 구조를 계획 - 기존 도시 인프라(우수관, 빗물저류조, 배수펌프 등)와의 연계를 통해 물 흐름의 일관성과 시스템 통합성 확보
-----------	--

- 식생 구성
 - 대상지의 기후·토양 환경에 적합한 내염성 및 내수성 식물을 중심으로 식재
 - 유지관리 효율성을 고려하여 식재 밀도, 배치 패턴, 생육 주기 등을 최적화
- 내구성 및 안전성 확보
 - 시민 보행을 고려한 안전 디자인 요소 적용(완만한 경사 설계, 안전난간, 미끄럼 방지 포장 등)
 - 집중호우 시 월류 및 토사 유실을 방지할 수 있는 구조적 보강 계획 마련

필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○		○
	IoT 기반 수위·수분·수질 센서 자동 우수 조절 장치	AI 기반 자동 관개·배수 제어 수질센서 및 침투량 예측 알고리즘	데이터 기반 식생 생육 모니터링 스마트 공원 운영 플랫폼 연동		시민참여형 환경 모니터링 앱

- 운영 관리 방안**
- ICT 기반 스마트 레인가든 운영 흐름
 - ① 유입 감지: 유량 및 수위 센서를 활용해 강우 유입량, 수위 변화 등을 실시간으로 감지하고, 기초 환경정보를 자동 기록
 - ② 정화 상태 감시: 식생분지 내 수분 함유량, 수질(탁도, pH 등)을 측정하는 센서를 통해 정화 기능 작동 상태를 상시 모니터링
 - ③ 자동 대응 제어: AI 기반 제어 알고리즘이 센서 데이터를 분석하여, 필요 시 관수 시스템 작동, 우수 배출 밸브 자동 개방 등 운영을 자동 전환
 - ④ 관리자 경보 연동: 이상값 또는 급격한 수위 상승 등 이상 상황 발생 시, 관련 정보를 관리자 시스템 또는 통합 관제센터로 실시간 전송
 - ⑤ 시민 정보 공개 및 참여 유도: 공원 내 전광판 또는 시민용 모바일 앱을 통해 운영 상태 및 기상·수문 정보 시각화, 시민의 환경 인식 및 참여 유도



[스마트 레인가든 운영 프로세스]

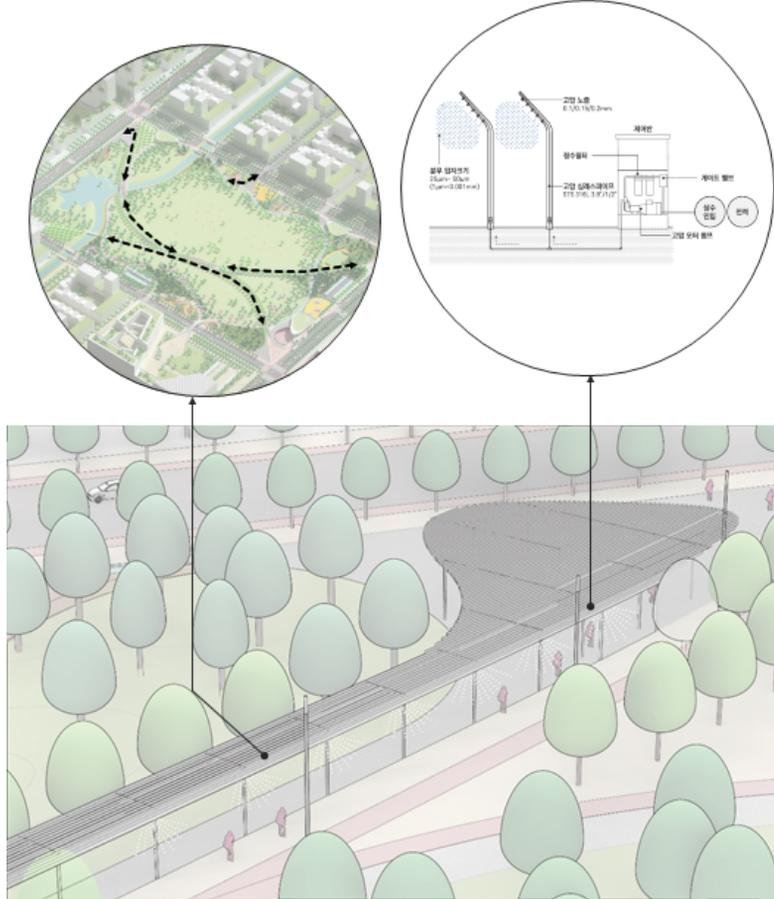
출처: 연구진 작성

- 제도 개선 사항**
- 공원 내 빗물관리시설에 대한 설계·유지관리 지침의 법제화
 - 현재 도시공원 내 레인가든, 식생도랑 등 저영향개발(LID)형 시설은 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」상 공원시설로 구체적으로 명시되어 있지 않아, 공원 조성 및 관리 과정에서 적용 기준의 일관성 부족
 - 빗물관리시설의 설계·시공·유지관리 기준을 포함한 공원시설 세부지침을 법제화하고, 지방자치단체의 공원계획 수립·사업비 반영·사후관리에 있어 통일적 기준을 마련할 필요
 - LID 기술 적용 의무화 범위의 확대 및 세부 기술 기준 정립
 - 환경부·국토부·지자체 간 통합 운영관리 매뉴얼 구축
 - 민간참여형 도시녹화사업 내 레인가든 설치 인센티브 제도 도입

출처: 연구진 작성

A-3. 쿨링포그

솔루션 명	• 쿨링포그	공간시설 유형	• 휴양시설 (산책로, 쉼터 포함)
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 주요 보행로 및 쉼터 공간에 고온 감지 센서, 자동 분사 노즐, 풍향 센서, 제어시스템 등을 연계한 스마트 미세 안개 분사(Cooling Fog) 시스템 구축 • 폭염 상황에 대한 능동적 대응과 미기후 조절 효과를 동시에 제공하며, 이용자가 직접 체감할 수 있는 기후탄력형 스마트 환경 인프라로서 설계 		



- 기대 효과**
- 체감온도 2~5℃ 저감 효과를 통해 도심 폭염에 따른 열스트레스 완화 및 온열질환 예방 효과 확보
 - 고령자, 영유아 등 건강 취약계층의 기후안전 보호 기반 강화
 - 미세 안개 입자의 부유먼지 흡착 작용을 통한 공원 내 공기질 개선 및 쾌적성 향상
 - 센서 기반의 자동 감응형 시스템 구축을 통해 스마트 기반의 공공 기후안전망 조성 가능

- 설계 시 고려사항**
- 수원 확보 및 공급 인프라 구축
 - 쿨링포그 시스템의 안정적인 운영을 위해 상수도, 회수수, 지하수 등 활용 가능한 수원 확보
 - 인근의 빗물 저장조, 스마트 물관리 시스템(식생도랑, 레인가든 등)과의 연계 가능성을 검토하여 순환형 물 이용 체계 구축 필요
 - 설치 위치 선정 및 열취약 동선 분석
 - 고온 대응 효과 극대화를 위해, 쿨링포그는 열취약 지점, 체류형 쉼터, 주요 보행 동선을 중심으로 우선 배치
 - 그늘 유도시설(스마트 파고라, 캐노피형 구조물)과 결합하여 보행자 체류 밀도가 높은 동선 중심으로 설치 위치를 최적화
 - ICT 연계 인프라 설계
 - 기온·습도 변화 기반 자동 작동 시스템을 구축하여 운영의 효율성 및 대응 속도 향상
 - 환경센서, 제어기기, 통신 모듈 등 ICT 기반 스마트 설비와의 연계 설계를 통해 통합관리 체계 마련

	<ul style="list-style-type: none"> • 유지관리 용이성과 공간 접근성 확보 - 주기적인 점검·정비를 고려하여, 모듈형 설비 구조를 채택하고 유지관리 효율성 제고 - 보행자의 동선을 방해하지 않도록 은폐형 구조물 적용 및 시각적 간섭 최소화를 고려한 설계 필요 				
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○		○
	IoT 환경센서 (온습도, 풍속) 스마트 분사 제어 밸브	기상예보 연동 알고리즘	태양광 전력 관리 시스템 공원 통합관제 플랫폼 연동		시민참여 앱 연동 피드백 시스템

운영 관리 방안

- ICT 기반 쿨링포그 운영 흐름
 - ① 고온 감지: 기온이 30°C 이상으로 상승할 경우, 센서가 자동으로 고온 상태를 감지하여 시스템 작동을 준비
 - ② 분사 제어: 기온·시간대·이용자 밀도 등을 고려한 센서 기반 알고리즘에 따라, 미세 안개 분사가 자동 개시
 - ③ 환경 변화 반응 조절: 풍속 및 습도 변화에 따라 분사 시간과 분사량을 자동 조정하여, 낭비를 줄이고 쾌적성을 극대화
 - ④ 시민 피드백 기반 운영 최적화: 이용자 설문, 모바일 앱, 관리자의 의견 등을 반영하여 운영 시간대 및 강도 등을 탄력적으로 조정
 - ⑤ 실시간 데이터 공유 및 체감 정보 제공: 기온 변화, 분사 현황 등 운영 정보를 모바일 앱 또는 공원 내 전광판을 통해 실시간으로 제공하여 시민 체감형 기후서비스로서의 인식 제고



[스마트 쿨링포그 운영 흐름도]

출처: 연구진 작성

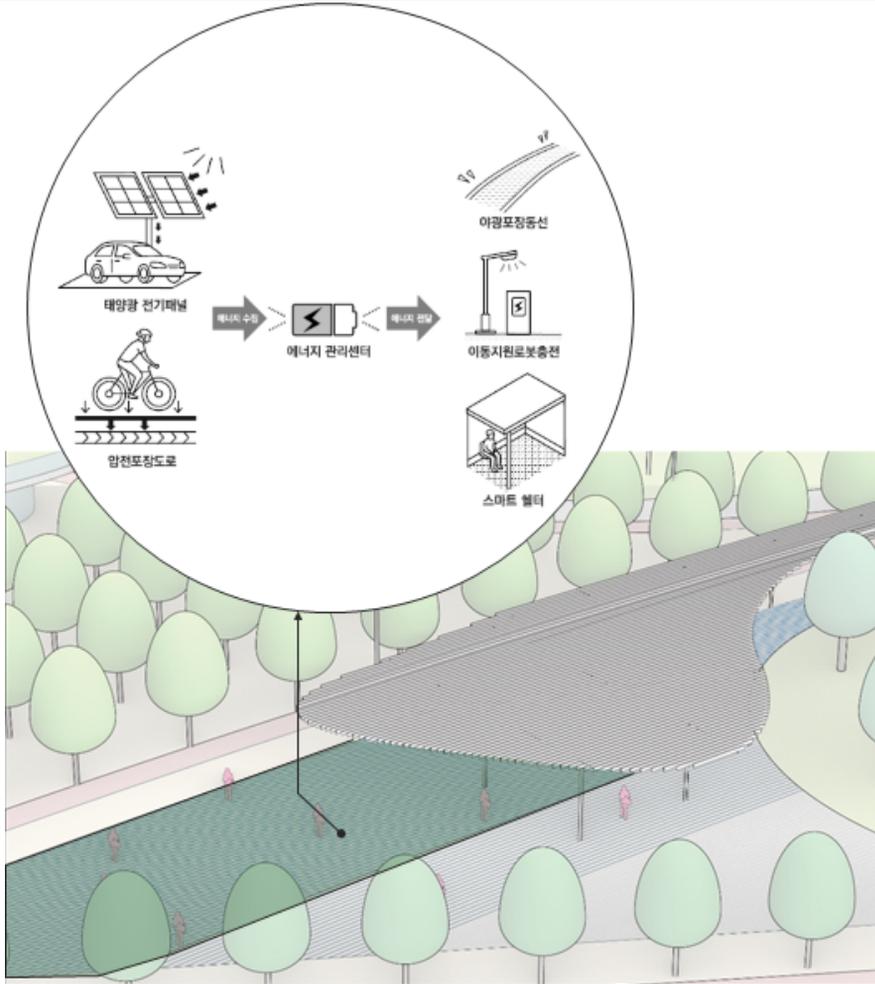
제도 개선 사항

- 공공공간용 쿨링 시스템의 설치 기준 마련 및 폭염 대응 계획 내 연계 의무화
 - 현재 폭염 대응은 「재난 및 안전관리 기본법」에 근거한 기후재난 대응계획 및 폭염대응 행동요령 수준에서 운영되고 있으나, 쿨링포그 등 공공시설 기반 기후완화 인프라에 대한 명확한 설치 기준 및 법적 지위는 부재한 상황
 - 공공보행공간 및 공원시설에 적용 가능한 쿨링 시스템의 설치 기준을 마련하고, 해당 시설이 지방자치 단체의 폭염 대응 계획 및 도시관리계획에 연계 반영되도록 의무화할 필요
- 에너지·수자원 연계형 기후안심 인프라 구축 시 국고보조 항목 포함 필요

출처: 연구진 작성

A-4. 에너지 순환형 시스템

솔루션 명	• 에너지 순환형 시스템	공간시설 유형	• 공원관리시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 유휴공간(주차장, 보행로, 자전거도로 등)을 활용하여 태양광, 압전 등 재생에너지 생산 기술을 융합 적용함으로써, 공원 내부 시설의 에너지 자립 기반 구축 • 생산된 에너지는 스마트 조명, 전기차 충전, 스마트 쉼터 등 주요 시설과 자동 연계되어 사용되며, 에너지 생산량 및 사용량은 실시간으로 모니터링·관리 • 자체 순환형 에너지 운영체계를 구현하고, 도시공원의 저탄소화 및 지속가능성을 동시에 제고 		



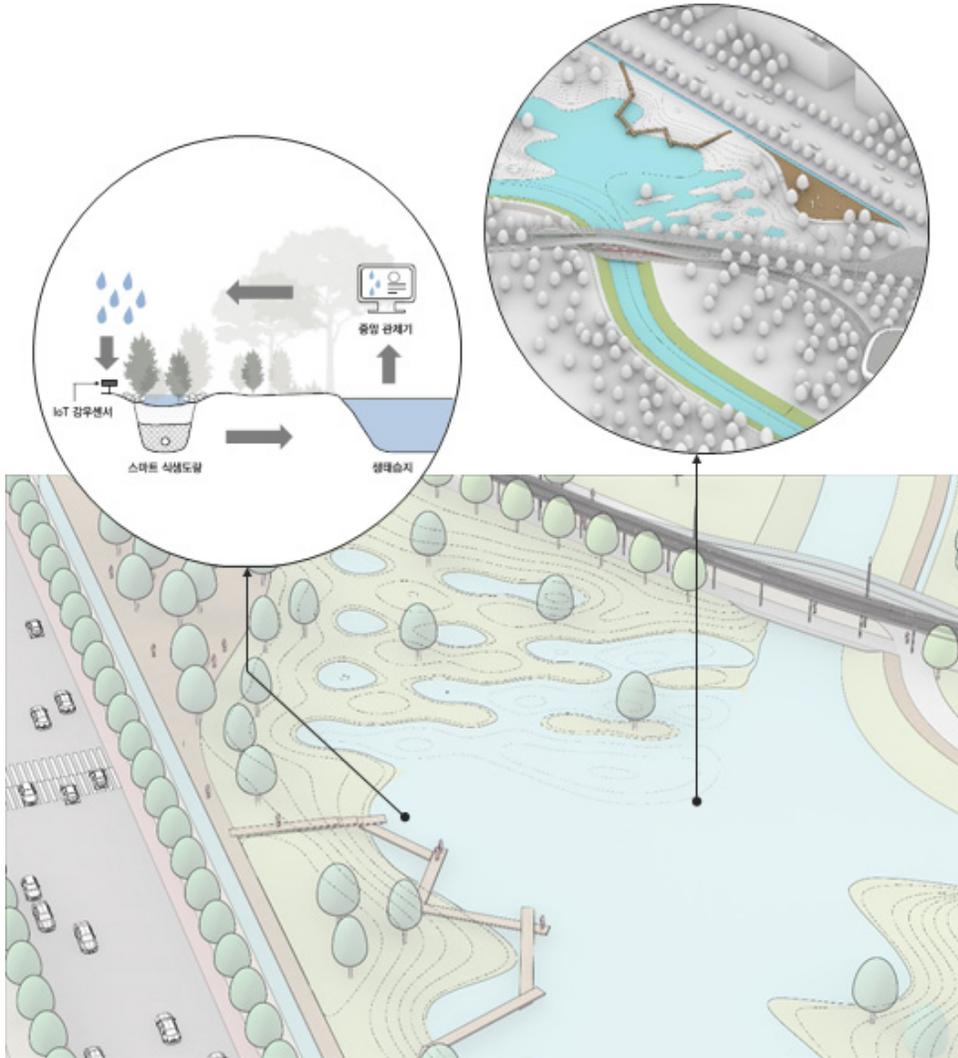
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 자가 생산을 통한 공원 내 에너지 소비 절감 및 운영비용 감소 • 신재생 기반 운영체계를 구축을 통해 공공시설의 탄소 배출량 감축 효과 달성 • 야간에도 에너지 자립형 시설 운영이 가능하여, 공원의 이용시간 연장 및 기능성 향상 • 야광 포장 기반 보행 유도 동선 확보를 통해 야간 이용자의 보행 안전성 및 가시성 제고
설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 생산 설비의 설치 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 공원 내 태양광 패널, 소형 풍력 터빈, 바이오가스 시스템 등 분산형 친환경 에너지원의 설치를 위한 공간 확보 필요 - 일사량, 풍향·풍속 등을 고려한 기상 환경 분석 기반의 최적 입지 선정이 선행 • 에너지 저장 및 변환 장치 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 생산된 전력을 효율적으로 저장·활용하기 위한 ESS(Energy Storage System) 구축이 필수 - 전력 흐름 제어를 위한 직류-교류 변환 인버터, 분전반 등 전력변환 및 안전관리 설비가 함께 계획

	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 소비처와의 직접 연계 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 생산된 전력을 스마트 조명, 쿨링포그, IoT 센서, 전기차 충전소, 스마트 파고라 등 주요 공원시설에 직접 공급할 수 있도록 시설 수요와 에너지 공급 간 균형을 고려한 회로 분리 및 분산 설계 구조가 요구 • 에너지 흐름에 대한 실시간 모니터링 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 전력의 생산-저장-소비 전 과정을 실시간으로 계측하고 분석할 수 있는 모니터링 시스템 도입이 필요 - IoT 기반 에너지 계측기, 전력 분석기, 통합 데이터 서버 간 연동체계 구축이 필요 • 통합 운영 제어 시스템 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지 흐름과 시설 운영 상태를 통합적으로 분석·조정하는 EMS(Energy Management System), BEMS(Building Energy Management System) 등의 스마트 제어시스템을 도입하여, 에너지 자립형 공원 운영 체계 구현 - 공원 내 스마트 시설물과의 자동 연동 설계를 통해 효율성과 대응력 향상 • 공간 통합성 및 경관 고려 <ul style="list-style-type: none"> - 태양광, 풍력 등 신재생 설비의 배치는 도시 경관과 조화를 이루도록 시야저해 요소 최소화 - 초기 공원 설계 단계에서부터 기능적 배치와 경관 계획이 통합된 형태의 사전 기획 필요 				
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○	○	
	IoT 기반 에너지 대시보드 전력 데이터 수집 전송 장치	AI 기반 자동 조도 제어 알고리즘	실시간 발전량 시각화 디스플레이 시스템 EMS, BEMS 등 스마트 운영시스템	태양광 모듈 및 전력변환장치 압전소재 기반 발전모듈	
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 기반 에너지 순환형 시스템 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 에너지 생산: 태양광 패널, 압전 포장 등 분산형 신재생 설비에서 전력을 생산 - ② 에너지 저장: 생산된 전력은 ESS(Energy Storage System)에 축적되어 필요 시 사용 가능하도록 대기 상태 유지 - ③ 에너지 공급: 축적된 에너지는 공원 내 조명, CCTV, 자동 관개 시스템, 전광판 등 주요 스마트 시설에 자동 공급 - ④ 실시간 모니터링: 발전량, 저장량, 소비량 등 에너지 흐름 데이터를 실시간 수집·분석하여, 이상 발생 시 자동 대응 가능 - ⑤ 정보 시각화 및 시민 공유: 수집된 에너지 운영 정보를 스마트 대시보드 또는 시민 참여형 모바일 앱을 통해 시각화·공개하여, 에너지 사용에 대한 시민 인식 제고 및 참여 유도 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 생산-소비 연계형 공원시설 유형 신설 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」 [별표1] 공원시설 분류체계에는 에너지 자립형 또는 신재생에너지 기반 공원시설에 대한 명확한 유형 분류 부재 - 태양광, 압전 포장, ESS 등 에너지 생산 및 공급 기능을 포함하는 스마트 기반 시설이 공원계획 및 예산 수립 과정에서 체계적으로 반영되기 어려운 실정 - 에너지 생산-소비 연계 구조를 갖춘 공원관리시설 또는 공공 편의시설 유형을 신설하거나, 기존 시설 유형 내 세부 항목으로 기술 기능을 명기할 필요 • 야간조명, 형광포장 등 스마트 에너지 시설 관련 기술표준 정비 필요 				

출처: 연구진 작성

A-5. 스마트 물 관리 시스템

솔루션 명	• 스마트 물 관리 시스템	공간시설 유형	• 공원관리시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 유출수를 식생도랑, 레인가든, 호안형 수로 등 생태 기반 구조물을 통해 수집·정화하고, 스마트 센서 및 자동제어 기술을 활용하여 물의 흐름을 감지·저류·재활용·방류하는 순환형 물 관리 시스템 구축 • 도시 침수 예방, 물 자원 절약, 생물다양성 회복 등 다차원적 기능을 동시에 실현하는 지속가능한 스마트 물순환 인프라로 설계 		



기대 효과

- 강우 유출수의 분산 저류 및 침투 유도를 통해 도시형 침수 위험을 저감하고, 우수 처리 비용 절감 효과 확보
- 식생 기반의 증산 및 음지 유도 효과를 통해 도시 열섬 완화 및 미기후 조절 기능 강화
- 공원 내 녹지·수변 공간의 탄소흡수력 증대와 함께, 서식지 회복을 통한 생물다양성 증진에 기여
- 자연 기반 물 관리 구조를 통해 비오름 기능을 복원하고, 저비용·고효율의 LID(Low Impact Development) 기법 실현 가능

설계 시 고려사항

- LID(Low Impact Development) 기반 시설 도입
 - 도시 공원 내 식생도랑, 레인가든, 침투형 블록, 투수성 포장재 등 저영향개발(LID) 기법을 적용하여 불투수면적 비율을 효과적으로 저감하고, 강우 유출 저감 및 생태순환형 포장체계를 구현할 수 있도록 설계
- 빗물 저류 및 재이용 인프라 확보

- 빗물의 저류-침투-증발-재이용 전 과정을 고려한 통합형 물순환 구조를 계획
- 지하 저류조, 수직형 저장탱크, 자동 펌핑 시스템 등을 설치
- 저장된 물이 공원 내 관개, 시설 세척, 쿨링포그 냉각수 등으로 직접 재활용될 수 있도록 배관 연계 설계 필요
- 스마트 자동제어 설비 구축
 - 유입 강우량 및 유속 변화에 따라 자동으로 작동하는 개폐 밸브, 수위 조절 장치를 적용
 - 침수 예방을 위한 역류방지 밸브, 긴급 배수 설비 등 안전 대응 설계 요소를 포함
- 침투 및 정화 기능 연계 설계
 - 오염물질의 1차 차단 및 정화를 위한 여과층과 식생 기반 필터 구조를 도입
 - 식생 수로, 생태 습지 등과 연계하여 비점오염원 저감 기능을 갖춘 통합 정화시스템을 구현
- 연계 시설과의 통합 설계
 - 스마트 에너지 시스템(태양광 조명, 압전 포장), 쿨링포그, 도시텃밭 자동관개 시스템 등 타 스마트 서비스와 물 순환 연계 가능성을 고려한 설계가 필요
 - 다양한 시설 간 급·배수 네트워크의 배치 동선 단순화 및 지하 매설 깊이의 최적화 설계를 통해 시공성과 유지관리 효율성을 확보

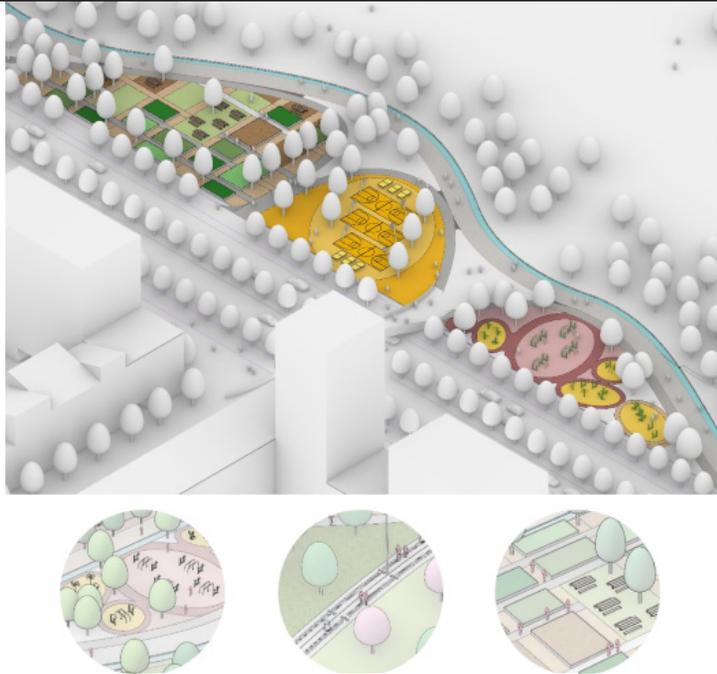
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○	○	
	IoT 수위·수질·유량 센서	AI 기반 침수 예측 및 유량조절 알고리즘	공원 물순환 데이터 대시보드 시민 정보공개 및 재사용수 관리 시스템	자동 수문 및 펌프 제어 시스템	
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 스마트 물 관리 시스템 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 유입 감지: 강우 발생 시, 유량·강우센서가 유출수를 자동 감지하여 시스템 작동을 개시 - ② 저류 및 정화: 유출된 빗물은 레인가든 또는 지하 저류조에 저장된 후, 식생 기반 여과 과정을 통해 자연 정화 - ③ 수질 분석: 탁도, pH, 전기전도도(EC) 등 수질센서를 통해 저장수의 상태를 실시간으로 모니터링 - ④ 자동 제어: AI 기반 분석 알고리즘이 수질 데이터 및 수위 조건을 종합 평가하여, 배수 시점, 관개 활용 가능량을 산정하고 밸브 또는 펌프를 자동 작동 - ⑤ 시민 대상 정보 공개: 수질지수, 물 저장량, 관개 가능 여부 등 운영 데이터를 스마트 대시보드 또는 시민용 앱을 통해 시각화·공개하여 정보 접근성과 체감형 서비스 가치를 제고 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - “물 순환 상태 알람” 기능 → 수질 양호 시 ‘관개 가능’ 상태 표시 - 참여형 관찰일지 및 모니터링 체계 구축 - 물 순환 콘텐츠와 연계된 생태교육 프로그램 운영 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 공공 물순환 관리 전담조직 신설 또는 기후적응부서와의 연계 체계 마련 필요 • 지방정부 단위 스마트 녹지 기반 물관리 조직체계 구축 필요 				

출처: 연구진 작성

② 초고령사회 대응

급속한 고령화에 따라 도시공원은 단순한 여가·휴식 공간을 넘어, 노년층의 신체적·정신적 건강을 증진시키는 생활 복지 중심 공간으로의 기능 전환이 요구되고 있다. 이에 따라 공원의 접근성 향상, 디지털 헬스케어 연계, 응급 상황 대응 체계 구축 등을 핵심 요소로, 고령친화적 스마트 기술의 전략적 도입이 필요하다. 이러한 기술 기반 서비스는 고령층의 일상적 이용 편의성을 높이는 동시에, 도시공원의 건강 복지 플랫폼으로서의 역할을 강화하는 방향으로 설계되어야 한다.

[표 5-6] 초고령사회 대응 관련 솔루션 개요

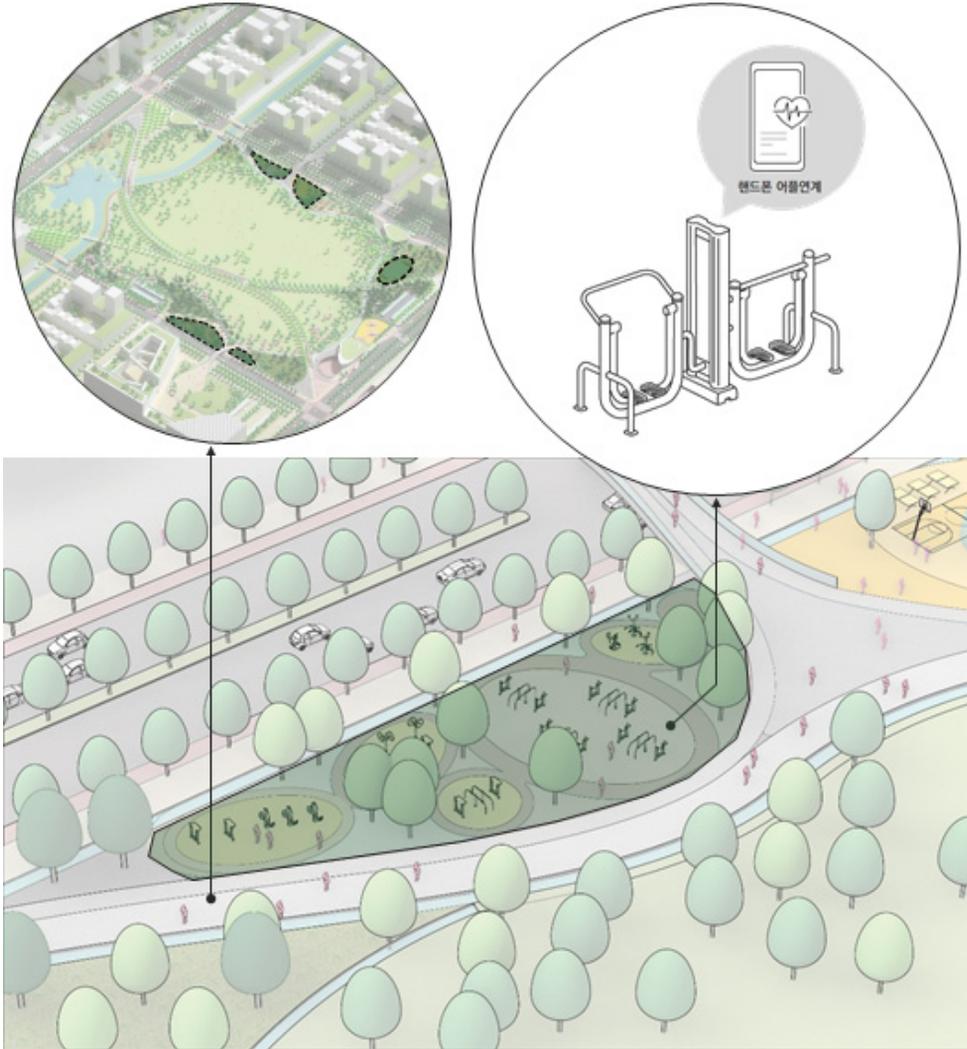


구분	솔루션명	설명
B-1	시니어 운동시설	<ul style="list-style-type: none"> 고령층의 체력 증진 및 건강 증진을 위한 운동기구에 IoT 기반 생체정보 센서(심박수, 움직임 등)와 이용 데이터 분석 기능을 연계하여, 운동량 모니터링, 이상 징후 감지, 낙상 예방 기능을 갖춘 스마트 복지형 운동시설로 운영
B-2	스마트 헬스트레일	<ul style="list-style-type: none"> 공원 내 산책 경로에 심박수, 근전도 등 생체 정보 센서, 운동 가이드 디스플레이, AI 기반 이상 징후 탐지 시스템 등을 결합하여, 고령자가 자율적으로 운동하면서도 실시간 건강 상태 확인, 사고 예방, 운동 피드백 제공이 가능한 통합형 스마트 헬스케어 보행 환경 구축
B-3	공유 텃밭	<ul style="list-style-type: none"> 커뮤니티 텃밭 공간에 토양 수분, 온도, 광량 등 생육환경 센서와 자동 관수 시스템을 설치하고, 시민 참여형 모바일 앱 플랫폼을 운영함으로써 고령자, 가족, 일반 시민 누구나 쉬운 작물 재배와 참여 기반의 도시 농업 활동이 가능하도록 설계 지역 내 세대 간 소통 및 공동체 형성 기능을 강화하는 스마트 복합 서비스

출처: 연구진 작성

시니어 운동시설

솔루션명	• 시니어 운동시설	공간시설 유형	• 운동시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 고령자 맞춤형 운동기구에 심박수, 근전도 등 생체정보 센서, 운동 가이드 디스플레이, AI 기반 이상징후 감지 기술을 결합하여, 자율적 운동을 지원하고 건강 상태를 실시간으로 모니터링할 수 있는 스마트 복지형 운동공간으로 설계 • 운동 중 사고를 예방하고, 생체 데이터를 기반으로 한 개인 맞춤형 건강 피드백 제공이 가능하며, 고령층의 신체 기능 유지 및 삶의 질 향상을 동시에 도모 		



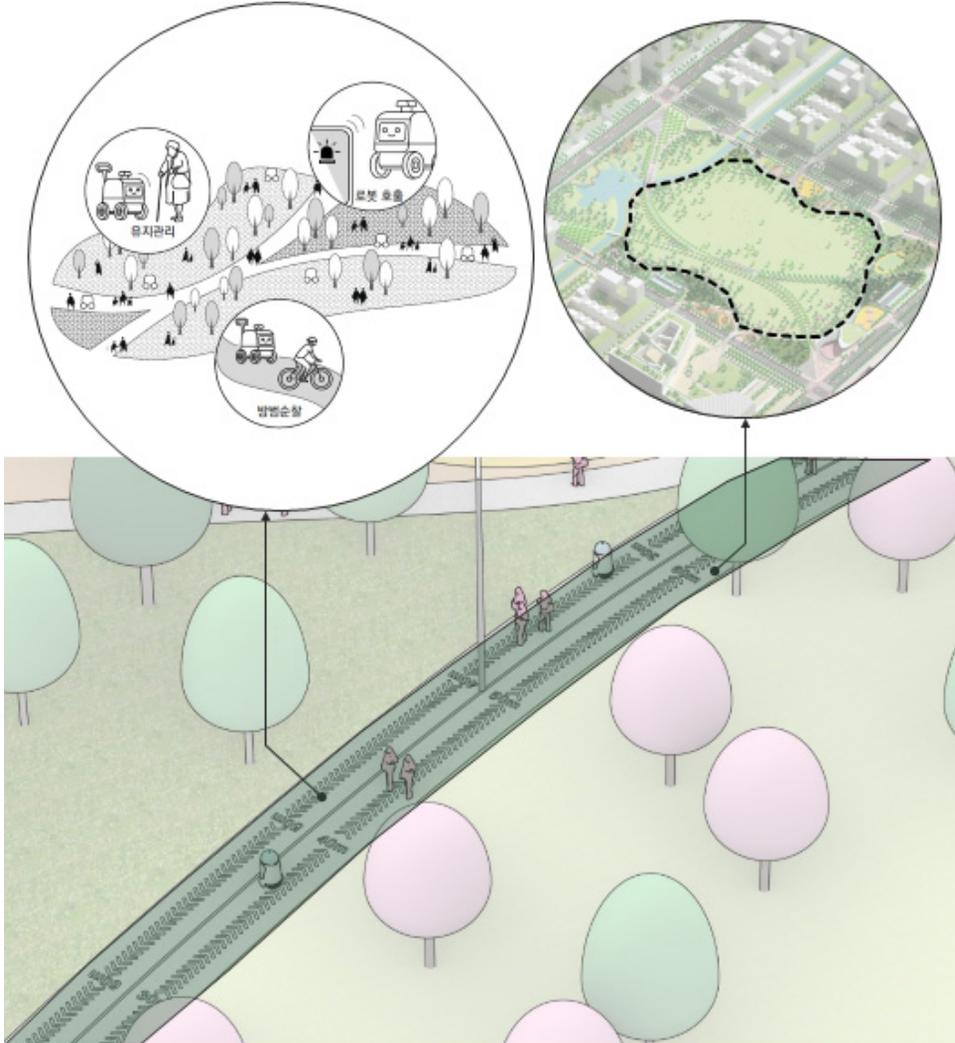
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 고령자의 신체활동 참여 유도 및 정기적인 건강 모니터링 체계 구축을 통해 예방 중심의 건강관리 실현 • 운동 중 낙상 등 위험 상황을 자동 감지함으로써 응급 대응 체계 강화 및 안전사고 예방 • 생체 데이터 기반의 개인 맞춤형 운동 피드백 제공을 통해 자율적 건강관리 및 예방의료 실현 기반 마련 • 디지털 소외계층인 고령자의 스마트 환경 접근성 제고, 고령친화형 공공서비스 확대에 기여
설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 안전 중심의 물리적 접근성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 보행 약자(고령자, 휠체어 이용자 등)를 고려하여 도로, 보도, 진입로의 연속성 및 충분한 보행폭 확보 필요 • 야간 이용을 위한 보안등, 스마트 조명 배치, 방범용 CCTV 설치 등 안전 설비 연계 설계 필요 • 고령자 친화형 운동기구 선택 기준

	<ul style="list-style-type: none"> - 고령자의 관절과 근력 특성을 반영한 저항도, 저충격형 운동기구를 우선 도입 - 운동 강도 자동 조절 기능 및 무리한 사용 방지 안전장치가 포함된 기기를 선택 • 스마트 운동기기 연계 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 운동기구에 이용 횟수, 사용 강도, 소모 칼로리 등을 수집할 수 있는 내장 센서 탑재 - 생체신호 측정기기(심박계, 혈압계 등)와 연동 가능한 확장형 구조로 설계 - 기기별 QR 코드 스캔 또는 NFC 인식을 통한 사용자 맞춤형 운동 가이드 제공 시스템 도입 • 건강 서비스 공간과의 통합 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 헬스트레일, 치유정원 등 인접 건강 관련 공간과 연계 배치를 고려 - 운동 후 활용 가능한 휴식공간, 의류서비스 안내 장비, 비상벨 등 응급 대응 시설을 통합 설계 • 건강 데이터 수집 및 관리 인프라 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 운동기기와 연동되는 건강정보 자동 기록 시스템을 연계하고, 공원 내에 IoT 통신 인프라(Wi-Fi, BLE 등)를 설치하여 실시간 건강 모니터링이 가능한 환경 조성 • 정보 접근성 및 사용자 친화적 안내 체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 운동기구 사용법, 건강관리 팁 등은 고령자 눈높이에 맞춘 디지털 키오스크, 음성 안내 패널 등으로 제공 - 디지털 정보 이해도가 낮은 고령자를 고려하여, 간단하고 직관적인 사용자 인터페이스(UI) 설계를 원칙화 				
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○			○
	IoT 생체 측정 센서 (심박수, 근전도 등)	AI 낙상 감지 및 이상징후 분석			스마트 운동 가이드 앱 (AR/영상/음성) 시민 건강정보 기록 플랫폼 연동
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 시니어 운동시설 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 사용자 인식: 운동기기 이용 전, QR 코드 스캔 또는 NFC 인식 방식, 또는 자동 인식 센서를 통해 사용자 등록 정보를 인식 - ② 생체정보 실시간 수집: 운동 중 심박수, 운동 시간, 사용 강도 등 주요 생체정보를 자동 수집 및 기록하고, 데이터는 시스템 서버에 실시간 저장 - ③ 위험 감지 및 경보 발생: 심박수 이상, 장시간 이용, 비정상 움직임 감지 등 상황 발생 시, 즉시 경보를 송출하고 운동기기 작동을 일시 중단 - ④ 운동 종료 후 건강 리포트 자동 제공: 운동 종료 시점에서 자동 분석된 운동 결과 요약 리포트(운동 시간, 심박 변화, 소모 칼로리 등)를 사용자 단말 및 관리자 서버로 전달 - ⑤ 데이터 축적 및 외부 연계 가능성 확보: 수집된 건강 데이터를 기반으로, 보호자, 지역 보건소, 건강 관리 기관 등과 연계 활용 가능하도록 API 기반 확장성 고려 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 사용자 전용 앱을 통한 건강기록 자동 저장 - 보호자 연계 기능 탑재 - 건강 리포트 기반 인센티브 제공 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트 운동시설 내 생체정보 수집·관리 기준 마련 및 개인정보 보호 대책 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 운동기기 및 헬스트레일 등에서 심박수, 근전도, 사용시간 등 개인 생체정보가 수집되는 사례가 증가함에 따라, 개인정보 보호법 및 의료법 등 관련 법령과의 정합성 확보가 필수적으로 요구 - 특히, 해당 데이터가 건강정보로 분류될 경우 민감정보에 해당하며, 수집·저장·이용 전반에 걸쳐 명확한 법적 관리 기준과 사용자 동의 체계가 수립되어야 함 - 이에 따라, 스마트 운동기기 내 생체정보 수집·처리 범위의 명시, 정보 비식별화 처리 기준, 민간업체 또는 플랫폼을 통한 제3자 제공 제한 등의 내용을 포함한 표준 운영 지침 제정이 필요 • 지방자치단체 보건소와의 데이터 연계 및 활용 체계 구축 필요 				

출처: 연구진 작성

B-2. 스마트 헬스트레일

솔루션명	• 스마트 헬스트레일	공간시설 유형	• 운동시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 주요 보행로에 고령자 친화형 바닥 포장 구조와 스마트 운동 가이드 기술을 적용하고, 여기에 헬스 모니터링 시스템(심박·보행속도 등)을 연계하여, 걷기 중심의 건강관리 기능과 낙상 예방 기능을 동시에 강화하는 스마트 보행환경 조성 • 고령자의 자율적 건강 증진과 안전한 야외 활동을 지원하는 스마트 복지 인프라로서 도시공원의 기능을 고도화 		



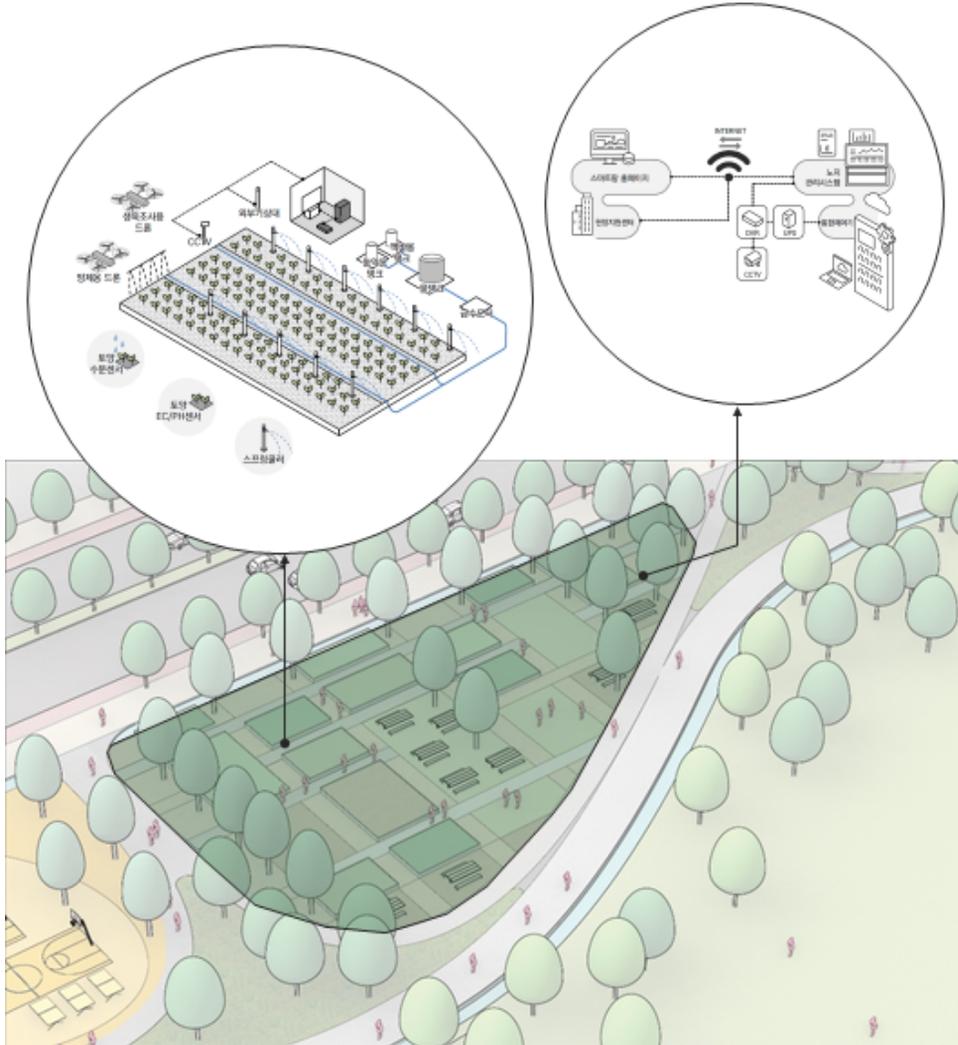
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 보행 약자에게 안전하고 연속적인 운동 환경을 제공하여, 일상적인 신체활동 참여 기회 확대 • 고령자의 보행 데이터를 기반으로 한 일상적 건강 상태 모니터링 체계 구축 • 보행 속도, 균형 변화 등의 이상 징후를 통해 낙상 위험을 조기 인지하고 즉각적인 대응 가능성 확보 • 개인 맞춤형 건강 피드백 제공을 통해 고령자의 자율적 건강관리 능력 향상 및 삶의 질 개선
설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 안전 중심의 보행환경 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 고령자 및 보행 약자를 고려하여 완만한 경사와 비탈길 최소화, 미끄럼 방지 기능을 갖춘 포장재를 적용하여 전반적인 보행 안전성 확보 - 야간 보행 시 시야 확보를 위한 간접 조명, 시선 유도 블록 등의 시설을 트레일 경로에 계획적으로 배치

	<ul style="list-style-type: none"> • 건강 피드백 시스템 연계 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 트레일 구간별로 운동 난이도, 건강기능 정보, 이용 방법을 안내할 수 있는 디지털 안내판을 설치 - 트랙에는 스마트 트랙 매트, 보행 압력 센서 등을 내장하여 실시간 보행 패턴, 걸음 수, 보폭, 운동 강도 등 데이터를 자동 수집하는 구조 마련 • 안전사고 대응 장치 통합 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 낙상 감지 센서, 비상 호출 버튼, CCTV 등 이상 상황을 탐지할 수 있는 다중 안전 센서를 트레일 내 주요 지점에 내장 - 실시간 위치 기반으로 구조 요청 신호를 전송할 수 있도록 설계하며, 분산형 장치 배치와 응급 대응 인프라와의 연계 가능성을 고려 • 데이터 송수신을 위한 통신 인프라 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 데이터 전송 및 스마트기기 연계를 위해 트레일 구간 내 LoRa, Wi-Fi, 5G 등 통신 인프라를 확보 - 서버와의 안정적 연결을 위한 중간 리피터 및 게이트웨이 설치 지점을 사전 검토하여, 통신 사각지대 없는 데이터 전송 체계를 마련 				
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○		○	
	보행 감지 착압센서 생체측정센서 위치기반 트래킹	헬스 모니터링 AI 낙상감지 시스템	시민 건강 코칭 플랫폼		시민 참여형 건강 앱 및 피드백 연동
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 스마트 헬스트레일 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 진입 감지 및 사용자 인식: 트레일 진입 시, QR 코드 또는 BLE 기반 센서를 통해 사용자를 자동 인식하고 보행기록을 시작 - ② 보행중 정보수집: 보행속도, 균형, 보폭, 보행시간 등 다양한 운동 데이터를 자동 기록하고 시스템에 저장 - ③ 이상 징후 감지 및 경고 발신: 낙상, 비정상 보행 패턴 등 위험 상황 발생 시, AI 분석을 통해 경고를 발신하거나 운동을 일시 중지 - ④ 운동 종료 후 건강 리포트 제공: 이용 종료 시점에 운동 통계, 건강 지표, 개선 피드백 등을 포함한 개인 맞춤형 리포트를 자동 생성하여 사용자에게 제공 - ⑤ 데이터 연계 및 외부 활용 가능성 확보: 축적된 운동 데이터는 이용자의 선택에 따라 보호자, 지자체 보건소, 건강관리 기관 등과 연계 활용 가능 • 시민참여 및 사용자 중심 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 앱 기반 운동 리포트 확인 기능 제공 - 보호자 연계 알림 시스템 운영 - 건강포인트 인센티브 운영 모델 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 보행 건강데이터 수집·활용을 위한 기준 마련 및 개인정보 보호 지침 강화 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 헬스트레일 및 고령자 대상 운동시설에서는 보행 속도, 보폭, 심박수, 낙상 징후 등 민감한 생체 정보가 수집·활용되고 있음에도 불구하고, 관련 법령상 데이터의 활용 목적, 저장 주체, 보관 기간 등에 대한 명확한 지침이 미비한 상황 - 「개인정보 보호법」, 「의료법」, 「지역보건법」 등 관련 법령 체계 내에서 스마트 공공시설 내 생체정보 수집 및 활용에 대한 별도 가이드라인을 마련 필요 - 비식별화, 저장 암호화, 사용자 동의 체계, 제3자 제공 금지 등을 포함한 개인정보보호 조치 기준 강화가 요구 - 특히 고령자를 포함한 정보취약계층의 디지털 권리 보호와 정보 접근성 제고를 병행할 수 있는 윤리적 데이터 관리체계가 함께 정비되어야 함 • 건강포인트 운영을 위한 지방정부-보건소 연계형 협업 플랫폼 구축 필요 				

출처: 연구진 작성

B-3. 스마트 공유텃밭

솔루션명	· 스마트 공유텃밭	공간시설 유형	· 도시농업시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> · 공원 내 커뮤니티 텃밭 공간에 토양 수분, 온도, 광량 등 생육환경을 모니터링할 수 있는 스마트 센서를 설치하고, 자동 관수 시스템 및 시민참여형 모바일 플랫폼을 연계하여 운영 · 고령자, 가족, 일반 시민 등 다양한 계층이 손쉽게 작물 재배에 참여할 수 있도록 유도하고, 자연 기반 활동을 통한 공동체 형성과 도시농업 활성화를 동시에 촉진하는 스마트 커뮤니티형 텃밭 모델 구현 		



기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 공공텃밭을 중심으로 한 주민 간 공동활동 기회를 확대하여, 지역 커뮤니티 활성화 및 사회적 연대 강화 · 고령자, 아동, 가족 등 다양한 계층의 도시농업 참여 확대를 통해 세대 간 교류 기반 마련 · 텃밭 운영 과정을 활용한 기후변화 대응형 도시농업 교육 프로그램 운영으로 환경인식 및 실천력 향상 · 작물 재배 및 수확 과정에서의 식생활 개선과 자원순환 실천 유도, 건강한 생활습관 형성에 기여
-------	--

설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> · 작물 생육환경 제어를 위한 스마트 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 텃밭 내 온도, 습도, 토양 수분, 일사량 센서 등을 설치하여 작물 생육환경을 실시간으로 모니터링할 수 있는 기반 마련 - 타이머 또는 센서 기반의 자동 관개 및 급수 시스템을 구축하여 작물 관리의 효율성과 편의성 제고
-----------	--

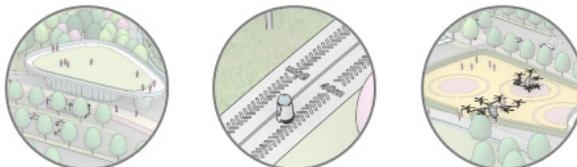
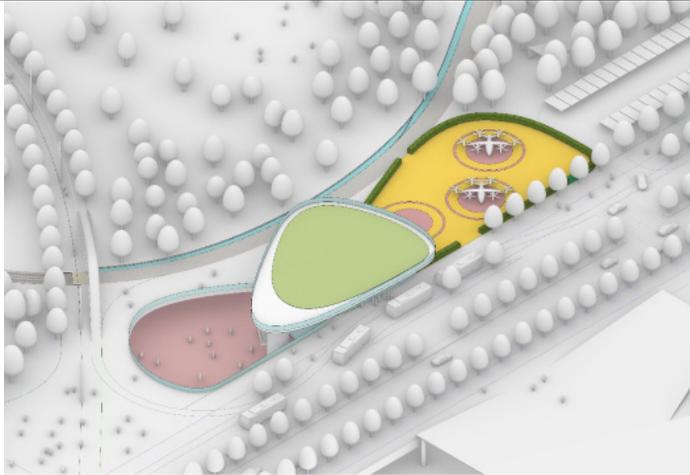
	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트팜 기술 기반 운영 편의성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 이동형 IoT 장비, 스마트 온실 등 확장형 기술 요소 적용 가능성을 고려한 유연한 공간 구성 - 스마트폰 앱과 연동하여 작물 상태 확인, 자동 급수 제어가 가능한 시민 친화형 인터페이스 설계 • 사용자 편의를 고려한 휴게 및 그늘 공간 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 텃밭 인접 위치에 파고라, 벤치, 차양 시설 등 쉼터 공간을 배치하여 고령자 및 장시간 작업자 보호 - 하절기 대응을 위해 쿨링모그, 가림막 등 기후 대응형 설비와 연계한 그늘 공간 설계 필요 • 데이터 기반 관리 인프라 연계 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 작물 생육 및 이용자 활동 관련 데이터를 수집·전송할 수 있도록 LoRa, Wi-Fi 등 통신 인프라 구축 - 수집된 데이터는 디지털 농업 플랫폼 또는 공원 운영 앱과 연계하여 통합적인 정보 제공 및 운영 효율화 가능 • 계절 변화 및 지속가능성 대응 구조 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 계절 및 작물 특성에 따라 가변적으로 운영이 가능한 모듈형 텃밭 구조를 적용하여 활용도 극대화 - 퇴비함, 빗물 저장조 등 자원순환형 설비를 통합하여 친환경 기반의 지속가능한 도시농업 운영 체계 구축 				
필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○		○
	생육환경 센서 (토양수분, 온도, 광량)	작물 성장 데이터 시각화 디스플레이	자동 관수 시스템		시민참여형 농작일지 앱 플랫폼 디지털 교육 콘텐츠 + AR 식물 가이드
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 스마트 공유텃밭 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 사용자 등록 및 구획 선택: 시민은 모바일 앱 또는 현장 접수 시스템을 통해 텃밭 구획을 선택하고 사용자 정보를 등록 - ② 실시간 생육환경 데이터 수집: 각 구획에 설치된 센서를 통해 토양 수분, 온도, 광량 등 작물 생육 환경 데이터를 실시간 수집 - ③ 자동 관수 시스템 제어: 수집된 데이터를 기반으로 AI 알고리즘이 작물별 수분 요구량을 분석, 자동으로 관수량 및 시점 조정 - ④ 작물 생장 이력 기록: 시민은 작물의 사진, 성장 기록, 관리 일지를 앱을 통해 자율적으로 업로드하며, 생장 이력 데이터 축적 - ⑤ 참여 인센티브 제공: 일정 기간 이상 활동하거나 생장 관리 이력을 성실히 입력한 사용자에게는 건강모인트, 지역화폐 등과 연계된 보상 체계를 제공 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트폰 사용자 접근성 보장 - '텃밭 일기 쓰기', '이웃작물과 비교' 등 참여형 활동 콘텐츠 운영 - 수확 시기 알림 및 인증제도 연계 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 참여형 공공농업 활동과 연계된 인센티브 제도 도입 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 도시농업은 「도시농업의 육성 및 지원에 관한 법률」에 따라 공공텃밭, 교육농장, 치유농업 등의 영역으로 확대되고 있으나, 지속적 시민 참여를 유도할 수 있는 보상체계(인센티브)가 미비한 실정 - 스마트 텃밭과 같은 공공 기반 참여형 도시농업은 건강증진, 공동체 형성, 기후적응 실천이라는 공익적 가치를 창출하고 있으므로, 이에 부합하는 지방정부 중심의 참여보상 제도 마련이 필요 • 지역 농업진흥기관 및 사회복지시설과의 협력 체계 구축 필요 				

출처: 연구진 작성

③ 첨단 모빌리티 수용

PM(Personal Mobility), UAM(Urban Air Mobility) 등 차세대 교통수단의 도입 확산에 따라, 도시공원은 기존의 보행 중심 인프라 기능을 넘어, 도시형 모빌리티 통합 거점 공간으로의 전환이 요구되고 있다. 이에 따라 공원은 이동수단의 수용 플랫폼, 스마트 교통 연계 허브, 나아가 이용자 이동패턴 및 교통데이터의 수집·해석을 위한 실시간 데이터 기반 공간으로 활용될 수 있으며, 도시 모빌리티 네트워크 내 핵심 연계 인프라로서의 기능이 부각되고 있다.

[표 5-7] 첨단 모빌리티 수용 관련 솔루션 개요

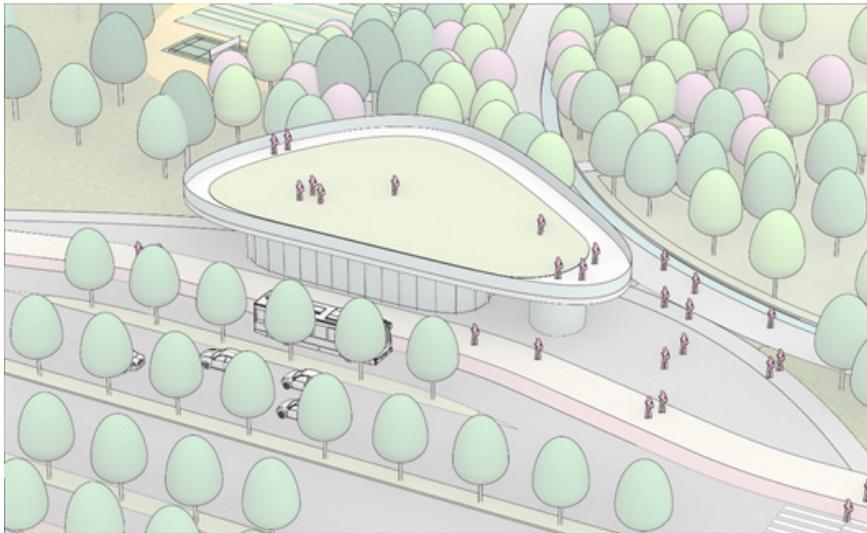
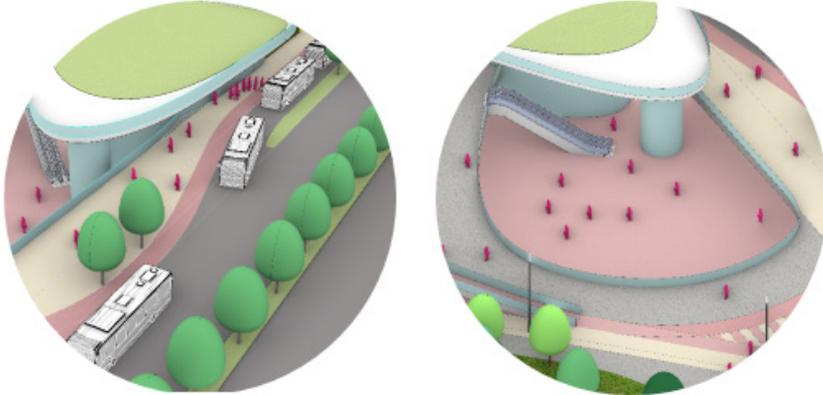


구분	솔루션	설명
C-1	스마트 쉼터	<ul style="list-style-type: none"> 공원 진입부 또는 외곽부에 설치되는 쉼터 공간에 대중교통 정보 제공, 폭염·한파 대응 기능, 모빌리티 연계 서비스를 통합하여, 도시형 교통허브이자 기후안전 거점으로 기능하는 다기능 쉼터로 조성 고령자, 보행약자 등 교통약자를 고려한 사용자 중심 설계를 적용하여, 휴식, 정보제공, 이동 수단 전환이 가능한 통합형 공공시설로 기능하며, 향후 스마트 정류장 모델로 확장 가능
C-2	자율 주행 트레일	<ul style="list-style-type: none"> 공원 내 주요 이동 동선(운동 코스, 휴게 공간, 주요 진입부 등)을 따라 저속 자율주행차량(셔틀 또는 PM 등)이 순환 운행되어, 고령자, 장애인, 보행취약계층의 접근성과 이동 편의성을 향상시키는 시스템 공원 앱, 정류소, 스마트 정류장과 연동되며, 경로 최적화, 실시간 위치 확인, 충전 인프라 운영 등과 통합되어 공원 내 스마트 교통 서비스의 실증 모델로 구현
C-3	모빌리티 허브	<ul style="list-style-type: none"> 공원 진입부 또는 외곽부에 PM(개인형 이동수단), 자율주행셔틀, 대중교통, 자전거, 보행자 등 다양한 교통수단이 연결되는 통합형 정류공간을 구축 모빌리티 허브는 스마트 정류장, 충전 설비, 대기공간, 교통 안내시스템, 교통데이터 수집 장치 등을 포함하는 복합형 스마트 교통서비스 플랫폼으로 운영 공원과 도시 간 이동 연계성과 접근성을 동시에 향상시키는 생활권 기반 스마트 모빌리티 거점 공간으로 기능

출처: 연구진 작성

C-1. 스마트 쉼터

솔루션명	· 스마트 쉼터	공간시설 유형	· 휴양시설 / 공원관리시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> · 공원 진입부 또는 외곽부에 위치한 쉼터 공간을 중심으로, 대중교통 정보 제공, 폭염·한파 대응, 개인형 이동수단(PM) 연계 서비스 등을 통합한 도시형 교통 허브이자 기후안전 거점으로 기능하는 다기능 스마트 쉼터 조성 · 고령자, 장애인, 보행약자 등 교통약자를 고려한 무장애 설계 및 사용자 친화적 인터페이스를 적용하여, 휴식-정보-이동이 유기적으로 연계되는 통합형 스마트 공공서비스 공간으로 구현 		



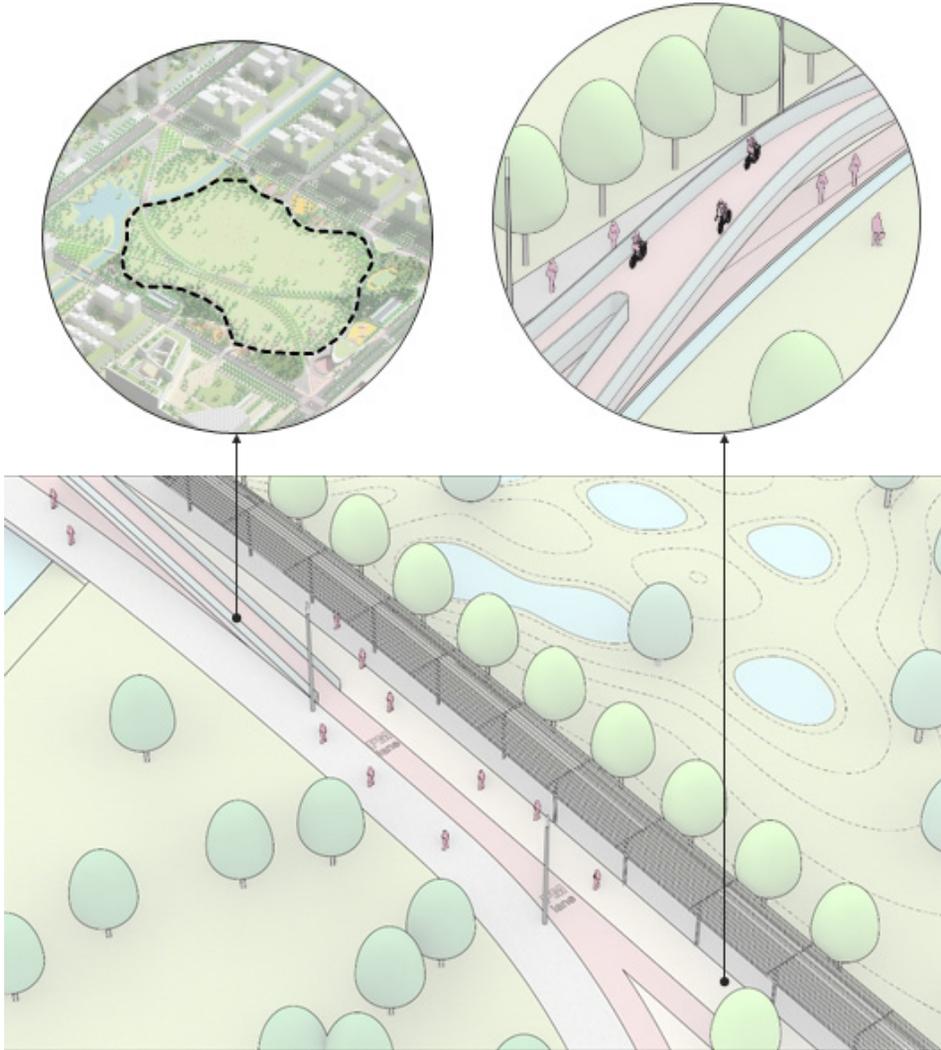
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 폭염·한파 등 극한기후 상황에 대응하는 실시간 기후대피 쉼터 제공으로 시민 건강 보호 기반 확보 · 고령자, 보행약자 등을 포함한 도시민의 안전하고 연속적인 보행·이동권 보장 · 운열질환, 낙상 등 기후 연계형 안전사고 예방 효과 강화 · 쉼터 공간의 정보제공, 통신, 응급 대응 기능을 활용한 공공 커뮤니케이션 및 스마트 안전 네트워크 거점으로서의 활용 가능성 제고
설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> · 공간 배치 및 구조 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 쉼터는 공원의 주요 진입부, 교차지점, 휴게 및 대기 수요가 높은 위치에 설치하여 접근성과 활용성을 극대화 - 모듈형 구조 시스템을 적용해 향후 공간 확장과 기능 추가가 용이하도록 설계 - 차양, 벽체, 천장 등 주요 구조체는 방수 단열 기능을 갖춘 내환경성 자재를 사용하여 기후 적응력을 강화

	<ul style="list-style-type: none"> • 기후 대응형 환경 설비 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 상층 시 자동 작동하는 쿨링포그 시스템을 연계 - 온도, 습도, 자외선, 풍속 등을 측정하는 복합 기후 센서를 내장하여 환경데이터 수집 및 실시간 대응 체계 마련 - 공기질 측정기 및 미세먼지 저감 기능을 탑재하여 기후건강 대응 기능을 통합 • 안전 및 긴급 대응 기능 내장 <ul style="list-style-type: none"> - 비상벨, CCTV, 음성 인식 기반 긴급 호출 시스템 등을 헬터에 통합 설치 - 야간 인식 강화를 위해 스마트 경광등, 조도 확보용 조명 시스템을 설치 - 동작 감지 센서 및 체류시간 분석 기능을 통해 이상행동·위험 상황 탐지 및 대응 기반 마련 • 정류장 및 교통 수단 연계 설비 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 고령자 및 교통약자(휠체어 사용자 등)를 고려한 저상형 승·하차 플랫폼을 설계 - 차량 접근 안내 디스플레이, 음성안내기, 점자블록 등 교통약자 정보접근 편의장치를 함께 배치 - 긴급 정지 버튼, 자동 개폐식 출입문, 무장애 출입구 구조 설계를 반영하여 접근성 및 안전성 확보 • 통합 서비스 연계 가능성 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 헬터 운영 시스템은 자율주행 셔틀, 공원 운영 플랫폼, 스마트 방재 시스템 등과 연동 가능하도록 설계 - 시민 앱, 공공 교통정보 포털, 재난 대응 플랫폼 등과 데이터·운영 연계가 가능한 개방형 통합 구조로 구축 				
필요 기술 요소	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○		○	○
	IoT 가설-공기질 센서	AI CCTV 및 이상행동 감지		자동 냉난방 및 환기시스템 태양광 기반 전력 자립	전광판 정보 키오스크 시민앱 연계 실시간 알림
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 스마트 헬터 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 기후 및 혼잡도 감지: 헬터 내·외부의 온도, 습도, 미세먼지 농도, 이용자 밀도 등을 센서를 통해 실시간 측정 및 분석 - ② 환경 자동 제어: 수집된 데이터를 바탕으로 공기 정화, 환기, 냉난방 장치 등을 자동 제어하여 헬터 내 쾌적성 유지 - ③ 대중교통 정보 연동: 버스, 셔틀 등 실시간 도착정보를 헬터 디스플레이 및 사용자 앱에 자동 표출하여 환승 편의성 제고 - ④ 시민 대상 정보 제공: 기상정보, 대기질, 교통상황 등 이용자 맞춤형 정보를 전광판 및 모바일 앱을 통해 실시간 안내 - ⑤ 안전 대응 시스템 구축: AI 기반 이상행동·긴급상황 자동 탐지 및 관리자 알림 전송, 시민용 비상벨과 연동된 응급 대응체계 운영 - ⑥ 운영 데이터 수집 및 분석: 헬터별 에너지 사용량, 이용자 수, 시간대별 밀도 변화 등을 자동 기록·분석하여 운영 효율성 및 정책 효과 평가 기반 확보 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 혼잡도·대중교통 정보 실시간 확인 - 기후 상황 기반 자동 알림 서비스 제공 - 교통약자 보호자 연계 기능 				
제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 대중교통 연계형 공공 인프라의 복합용도 허용 기준 마련 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 스마트 헬터와 같은 대중교통 연계형 공원시설은 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」과 「여행자자동차 운수사업법」 등 이중 법령 간의 적용 범위가 분절되어 있어, 교통시설과 공원시설의 복합용도 설계 및 설치에 있어 법적 해석의 모호성과 행정적 제약 발생 - 헬터, 정류장, 환승거점 등 교통 연계형 공공공간이 공원 내에 설치될 수 있도록 하는 복합시설 허용 기준 마련 필요 - 용도구분, 면적 기준, 점용허가 절차 등 복합시설 관련 규정을 「공원시설 설치지침」 또는 관계 법령의 시행규칙에 명시 • 교통 및 공원관리 주체 간 유지관리 협업체계의 제도적 명문화 필요 • 재난대응 및 기후복지 연계형 공공공간 지원사업의 근거 확대 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트 헬터는 폭염·한파·미세먼지 등 기후재난에 대응하는 실질적 보호 공간이자 복지 인프라로 가능하지만, 현재 재난대응시설이나 복지시설로서의 예산 편성·지원 근거가 명확히 확보되어 있지 않음 - 「기후변화영향평가법」, 「재난 및 안전관리 기본법」, 「기후복지특별법(제정 추진 중)」 등과 연계하여 헬터, 쿨링 인프라, 교통약자 보호시설 등을 포함하는 통합형 기후안전시설 조성 사업의 지원항목 및 국비보조 기준 확대가 필요 				

출처: 연구진 작성

C-2. 자율주행 트레일

솔루션명	· 자율주행 트레일	공간시설 유형	· 공원관리시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 내 주요 이동 동선(운동구간, 휴게존, 진입부 등)을 따라 저속 자율주행차량(셔틀 또는 퍼스널 모빌리티)이 순환 운행되도록 하여, 고령자, 장애인, 보행취약계층 등 교통약자의 이동 편의성과 공간 접근성을 제고하는 스마트 모빌리티 시스템 구축 • 공원 전용 앱, 정류소 인프라, 스마트 정류장, 경로 최적화 기능, 충전설비 등과 통합 운영되며, 공원 내 보행 중심 구조와 자율주행 기반 교통서비스가 공존하는 사용자 중심의 이동 환경을 구현하는 것을 목표로 설정 		



기대 효과

- 고령자의 공원 내 이동 편의성과 활동 반경을 확대하여, 일상적 신체활동과 사회적 참여 기회 증진
- 주요 거점 간 이동 편의성 향상을 통해 보행약자(고령자, 장애인, 어린이 등)의 공간 접근성과 이동권 보장
- 공공 생활공간 내 자율주행차량 운영을 통해 자율주행 기술의 일상화 및 사회적 수용성 확대 기반 마련
- 저탄소·친환경 모빌리티의 보급 확산을 촉진하여, 스마트 도시교통 및 녹색교통 체계 전환에 기여

설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 공간 배치 및 경로 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행차량의 원활한 운영을 위해, 공원 주요 동선(입구-중심 시설, 운동구간-휴게시설 등)을 연결하는 폭 2.5m 이상의 주행 트레일을 확보하고, 곡률 최소화, 경사도 5% 이하, 장애물 최소화 설계를 통해 보행자 안전성과 주행 안정성을 동시에 확보 - 정류소 및 승·하차 지점에는 차량 전용 정차 구역 확보 및 시각적으로 인지 가능한 전용 표지 설치 필요 • 노면 및 주행 인식 기반시설 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 주행 안정성을 고려해 균일하고 내구성이 뛰어난 저진동·저소음 포장재를 적용 - 차량 경로 인식 정확도 향상을 위해 마그네틱 마커, QR 코드, GPS 기준점 등을 경로 상에 적절히 배치하여 다중 센서 기반의 정밀 주행 인식 환경 조성 • 이용자 편의를 고려한 서비스 연계 및 스마트 기능 탑재 <ul style="list-style-type: none"> - 이용자가 모바일 앱을 통해예약, 탑승 위치 확인, 도착 알림 등의 서비스를 제공받을 수 있도록 통합 설계 - 스마트 헬터, 정류소 디스플레이, 공원 운영 시스템 등과 실시간 연동하여 이용자 안내와 운영 효율성을 동시에 높일 수 있는 플랫폼 기반 구성 필요
-----------	---

필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○	○		○
	IoT 정류소 감지 센서	AI 자율주행 시스템 (SLAM, 라이다 등)	공원 통합 모빌리티 관제 시스템		시민 앱 기반 실시간 호출/예약 기능

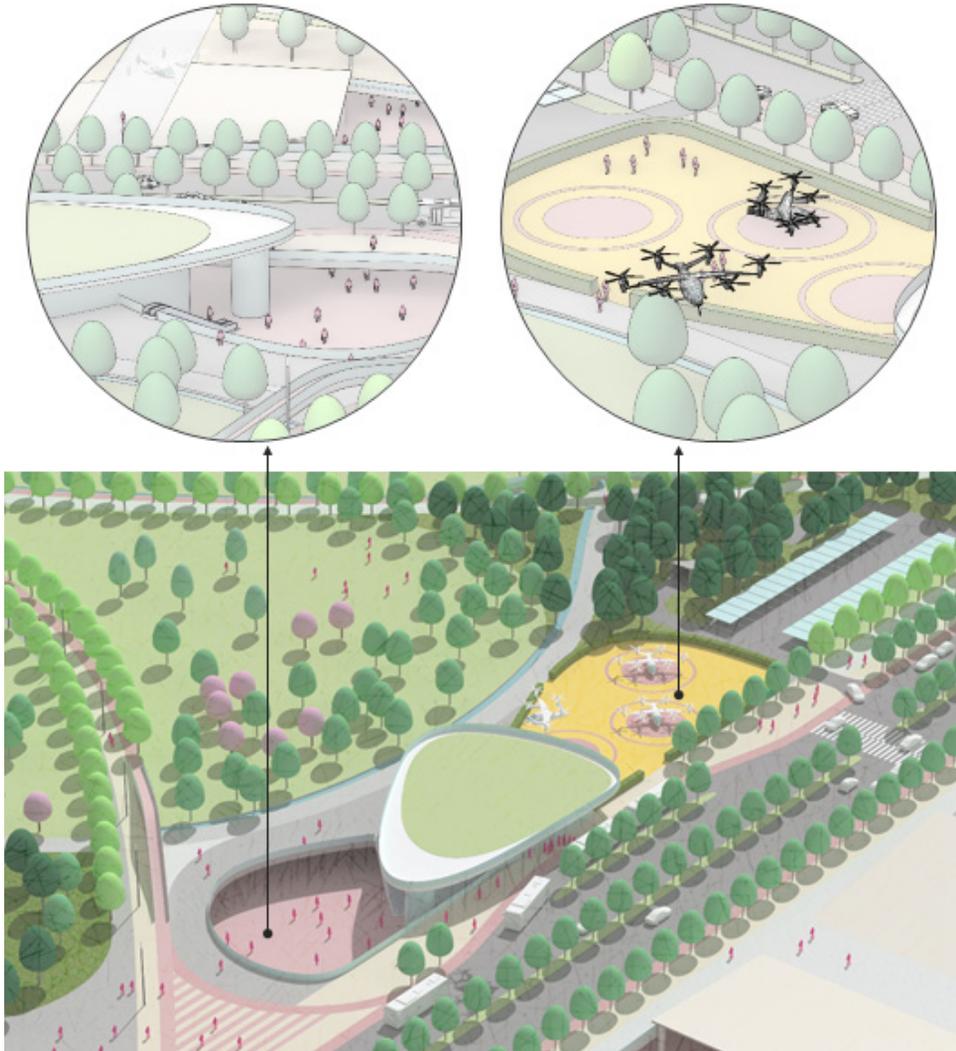
운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 자율주행 트레인 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 셔틀 호출 및 사용자 인식: 시민이 QR 코드 인식 또는 모바일 앱을 통해 셔틀 호출 요청 → 사용자 위치 및 요구 정보 자동 인식 - ② 노선 최적화 및 운행 설정: AI 알고리즘이 탑승 위치, 수요 데이터, 주행 조건을 분석하여 운행 경로와 정차 지점을 최적화 - ③ 주행 중 실시간 안전 모니터링: 차량에 내장된 센서로 보행자 접근, 장애물, 속도 등 안전 요소를 실시간 감지하며, 상황에 따라 자동 감속 또는 정차 - ④ 하차 후 데이터 기록 및 예측 운행 설정: 하차 또는 운행 종료 후, 운행 경로, 이용 시간, 속도, 수요 등 관련 데이터를 저장하고, 이를 기반으로 다음 주기 운행 예측 - ⑤ 이용자 정보 제공 및 위치 안내: 공원 앱 또는 스마트 전광판을 통해 셔틀의 실시간 위치, 예상 도착 시간, 경로 정보 등을 시민에게 제공 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 앱 기반 실시간 이용 정보 제공 및 예약 기 - 이용 후 평가 기반 운영 피드백 수집 - 친환경 이동 유도형 인센티브 제공
----------	--

제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • PM 및 자율주행차량의 공원 내 속도·안전 기준 및 운행 시간·구간 설정 기준 마련 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 자율주행 셔틀, 개인형 이동수단(PM: Personal Mobility) 등이 도시공원 내에서 시범적으로 도입되고 있으나, 현행 「도로교통법」 및 「자동차관리법」 중심의 규제 체계에서는 공원 등 비차도 공간에서의 주행 기준이 불명확하며, 특히 속도 제한, 운행 가능 시간대, 보행자 우선권 기준 등 안전관리 항목이 미비한 실정 - 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 시행규칙」 또는 국토교통부 지침 내에, 공원 내 자율주행차량 및 PM의 속도·주행 구간 운영 시간대에 대한 별도 기준을 설정할 필요 - 어린이, 고령자, 장애인 등 보행약자가 밀집하는 공간 특성을 고려한 보행자 안전 우선 원칙에 기반한 운영 규정 마련 • 교통약자 접근권 보장을 위한 지자체 교통복지 예산 항목과의 연계 필요 • 자율주행 운영을 위한 공원 관제시스템·교통정보센터 간 실시간 데이터 연계 프로토콜 정립 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 자율주행 기반의 스마트 공원 운영을 위해서는 공원 내부 자율주행 관제시스템과 지역 또는 광역 단위 교통정보센터(TMC: Traffic Management Center) 간 운행 데이터, 위치 정보, 이상상황 발생 정보 등을 실시간 연계·공유할 수 있는 체계가 필요 - 현재는 공원 내 ITS(지능형교통시스템) 설비와 교통관리센터 간 연계 표준이 부재하며, 공공기관 간 데이터 상호운용성 부족으로 인한 단절 문제가 발생 - 국토교통부, 지자체, 스마트시티 국가시범도시 간 협의를 통해 자율주행 공공서비스 운영에 특화된 데이터 연계 프로토콜 및 보안표준 마련이 필요 - 향후 「스마트시티 통합플랫폼 표준화사업」 또는 「ITS 구축지침」 개정과 연계하여, 공원·교통 통합 관제 연계 체계의 법제화·표준화를 추진할 필요
----------	---

출처: 연구진 작성

C-3. 모빌리티 허브

솔루션명	• 모빌리티 허브	공간시설 유형	• 공원관리시설
기본 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 공원 진입부 또는 외곽부에 도심항공교통(UAM), 개인형 이동수단(PM), 자율주행 셔틀, 대중교통, 자전거, 보행자 등 다양한 교통수단이 유기적으로 연계되는 통합형 정류공간(모빌리티 허브)을 구축 • 스마트 정류장, 충전 인프라, 대기 공간, 실시간 안내 시스템, 교통 데이터 수집 장치 등을 통합 구성하여, 공원을 중심으로 한 교통서비스 연결 거점이자, 스마트 모빌리티의 운영·관리 중심지로 기능하도록 계획 		



기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 공원과 도시 내 대중교통망 간의 이동 연계성 강화를 통해 접근성과 이용 편의성 동시 향상 • 교령자, 장애인 등 교통약자의 교통 접근성 개선 및 공공교통 이용 기회의 확대 • 대중교통과 스마트 모빌리티(PM, 자율셔틀 등) 간의 환승 연계 효율성 제고, 이용자 중심의 통합 교통환경 구현 • 도심항공교통(UAM) 등 미래형 이동수단과의 연계 실증 기반 마련, 스마트 교통기반 도시공간 전환 가능성 확보
-------	---

설계 시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> • 입지 및 공간 배치 전략 <ul style="list-style-type: none"> - 모빌리티 허브는 공원 진입부, 중심부, 주요 교차지점 등 도시교통과 공원 이용이 교차하는 결정적 중심에 배치 - PM(개인형 이동수단), 자율주행차, 자전거 등 이동수단 전용 통로와 보행자 동선은 분리 설계하여 안전성과 흐름의 효율성 확보 - 버스, 지하철 등 기존 대중교통 수단과의 직접 연결성을 고려한 입체적 연결구조 마련 - PM 보관소, 자율차 충전소, 향후 UAM(Urban Air Mobility) 연계 거점 등 모듈별 기능을 통합한 배치 체계 구성 • 다기능 통합 구조 설계 <ul style="list-style-type: none"> - PM 주차 및 충전 스테이션, 자율주행차 승 하차구역, 스마트 쉼터 등을 통합 구성하여 공간 활용 효율성 제고 - 소형 드론 물류 도킹 공간, 향후 UAM 대응을 위한 수직이착륙 공간(VTOL) 확보 가능성까지 고려한 확장형 설계 적용 - 교통약자 접근성을 고려하여 무장애 경사로, 엘리베이터, 음성 안내 시스템 등을 포함한 보편적 설계(Universal Design) 반영 • 통신 및 통합 제어 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 모빌리티 허브는 통합관제센터와의 실시간 연동을 위한 통신실 및 제어실을 확보 - PM, 자율주행차, UAM 등 이동수단별 운영 시스템과의 통합 운행관리체계를 구성 - 공원 운영 시스템 및 통합 모빌리티 앱과의 데이터 연계 구조를 설계하여 이용자 서비스, 안전관리, 운영 효율성을 동시에 확보 • 이용자 정보 제공 및 편의시설 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 이용자에게 실시간 정보를 제공할 수 있도록 키오스크, AR 기반 내비게이션, 음성 안내 단말기 등 설치 - 대기시간, 운행 위치, 환승 정보 등을 실시간 안내 - 이용자 편의를 위한 휴게 공간, 공중화장실, 공공 와이파이존, 무인택배함 등 생활 밀착형 편의시설을 포함하여 복합생활기반 인프라로 기능할 수 있도록 설계 				
-----------	--	--	--	--	--

필요 스마트 기술	사물인터넷(IoT)	인공지능(AI) 및 빅데이터 분석	스마트 관제 및 통합플랫폼	에너지 자립 및 탄소흡수 기술	시민참여
	○	○		○	○
	IoT 기반 교통센서 (혼잡도, 위치, 탑승정보)	AI 기반 혼잡도 예측 및 안전알림	MaaS 플랫폼 연동 시스템	태양광 충전 및 에너지 자립형 인프라	시민앱 기반 환승 안내 및 이동수단 호출 기능

운영 관리 방안	<ul style="list-style-type: none"> • ICT 인프라 기반 모빌리티 허브 운영 흐름 <ul style="list-style-type: none"> - ① 이동수단 선택: 시민은 모바일 앱 또는 현장 단말기를 통해 자율주행 셔틀, 개인형 이동수단(PM), 대중교통 등 다양한 수단을 선택할 수 있도록 설계 - ② 위치 및 대기자 정보 감지: 스마트 정류장에 내장된 센서를 통해 이용자의 위치, 대기 인원 수, 체류 시간 등 정보를 자동 감지하여 수요 기반 운영에 활용 - ③ 실시간 정보 제공: 정류장 전광판 및 모바일 앱을 통해 이동수단별 도착예정 시간, 현재 위치, 혼잡도 등 실시간 정보 제공 - ④ 호출 연동 및 탑승 안내: 앱에서 자율셔틀 호출 시 정류장 정보, 탑승 예정자 수, 도착 시간 등이 자동 연동되어 탑승 편의성 제고 - ⑤ 운영 데이터 축적 및 분석: 이용자 수, 시간대별 혼잡도, 이동패턴, 이동수단 간 전환 정보 등을 통합 분석하여 운영 효율성과 향후 수요 예측 기반 마련 • 시민참여 연계 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 허브 위치 기반 정보 탐색 기능 제공 - 대중교통-PM/자율셔틀/UAM-보행 간 경로 추천 기능 - 친환경 이동수단 이용 인센티브 제공 				
----------	--	--	--	--	--

제도 개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 복합형 모빌리티 허브의 설치 기준 및 운영 주체 분담 기준 마련 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 현재 자율주행셔틀, PM(Personal Mobility), 대중교통, UAM(Urban Air Mobility) 등 다양한 교통수단이 연계되는 복합형 통합 정류공간(모빌리티 허브)의 수요가 증가하고 있으나, 이에 대한 법령상 설치기준 및 운영주체 간 책임분담 기준은 미비한 상황 				
----------	--	--	--	--	--

-
- 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」, 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」, 「자동차관리법」, 「항공사업법」 등 이중 법령 간 적용 범위가 상이하여 복합 공간의 제도적 해석이 불명확
 - 복합모빌리티 허브의 시설 유형 분류, 운영 면적 기준, 소관 부처 간 관리권한 및 유지관리 주체를 명확히 규정할 수 있도록, 부처 협업형 설치지침 또는 표준화 매뉴얼 제정이 필요
 - 공원녹지, 교통시설, 재난대응 기능이 통합된 다기능 시설로의 분류 체계 마련 필요
 - 스마트 교통플랫폼과의 API 연계 표준화 및 공공데이터 연동 가이드라인 정비 필요
 - 모빌리티 허브의 운영 고도화를 위해서는 PM, 자율주행차, 셔틀, 대중교통, 기상정보 등 다양한 데이터 연동이 가능한 API 통합 플랫폼 체계가 필수적이나, 현재는 민간플랫폼 간 비표준적 연계 구조 및 지자체별 상이한 연계 규격으로 인해 서비스 호환성 및 행정 간 연계성이 저해
 - 국토교통부, 행정안전부, 과기정통부 등 관계 부처는 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」에 근거하여, 모빌리티 허브 기반 교통서비스 API 연계 표준화 체계 및 공공데이터 연동 가이드라인을 통합 정비할 필요
 - 교통약자 접근성 증진을 위한 지방교통복지 예산 항목 반영 필요
-

출처: 연구진 작성



[그림 5-4] 스마트 공인 정책사업 모델(안) 종합 구상도

2. 스마트 공원 정책사업 경제성 분석

1) 분석 개요

■ 분석의 기본방향

스마트 공원을 그린인프라와 스마트 기술이 융합된 복합 공공 인프라로 정의하고, 경제성(B/C) 관점에서 편익을 중복 없이·정량화 가능하게 산정하기 위한 분석 틀을 제시한다. 스마트 공원은 기존 공원이 제공해 온 환경·건강·안전·문화 편익을 디지털 계측·제어·플랫폼 연계를 통해 고도화하며, 일부 영역에서는 신규 편익을 창출한다. 따라서 경제성 분석에서는 (1)영역 간 경계가 모호해 발생할 수 있는 중복계상 위험을 체계적으로 차단하고, (2)기존 편익의 향상분과 신규 발생분을 분리해 추정하는 절차가 필수적이다. 이를 위해 ①편익항목 체계 수립, ②기존 공원 대비 추가 편익 식별, ③각 편익의 화폐화·정량화 절차를 마련하였다.

■ 편익 항목 체계

편익항목 체계는 정책 목적과 계량 적합성을 기준으로 세 분야로 구조화한다.

- (기후위기 대응) 탄소배출 저감, 도시열섬 완화, 대기·수질 개선, 재난 대응 강화, 에너지 자립·효율 향상
- (초고령사회 대응) 신체활동 증가, 만성질환 예방·의료비 절감, 정신건강 향상, 안전한 보행환경, 응급 대응 강화
- (첨단 모빌리티 수용) 교통약자 이동 지원, 서비스 접근성 및 이용 편의 향상, 지역경제 활성화, 관광·문화 체험 확대

다음으로, 1차효과(Primary)와 2차효과(Secondary)를 구분하여 중복계상(이중 산정)을 원천 차단한다. 각 솔루션이 핵심적으로 달성하는 효과(에너지 절감, 유지관리 인건비 절감, 사고 건수 감소)는 1차효과로 정량 산정하고, 파급·간접 효과(방문객 증가에 따른 매출 증대, 건강 개선에 따른 생산성 향상)는 참고지표·정성평가로 분리 반영한다. 이 구분은 예산배분과 설계 우선순위 설정 시 1차효과가 큰 기술부터 적용하는 원칙으로 이어진다.

[표 5-8] 편익 항목 체계

정책 목적	세부 편익 항목	내용
① 기후위기 대응 (환경 개선)	탄소배출 저감	· 공원 내 친환경 에너지 식재를 통한 CO ₂ 감축
	도시열섬 완화	· 녹지 확충과 스마트 냉각 기술로 여름철 온도 저감
	대기질 및 수질 등 개선	· 미세먼지·오염물질 저감 효과
	재난 대응 강화	· 홍수·폭염 등 기후재난 모니터링·대응 체계 강화
	에너지 자립·효율 향상	· 재생에너지 생산 및 관리 효율 최적화(수자원 포함)
② 초고령사회 대응 (건강 개선)	신체활동 증가·건강 증진	· 걷기·운동 환경 조성으로 활동량 확대
	만성질환 예방·의료비 절감	· 건강 개선으로 치료·관리 비용 절감
	정신건강 향상	· 심리적 안정·우울증 완화 등 정서적 효과
	안전한 보행환경 조성	· 고령자·장애인 친화형 보행환경 제공
	응급상황 대응 강화	· 응급 호출·의료 연계 시스템 구축
③ 첨단 모빌리티 수용 (편의 개선)	교통약자 이동 지원	· 휠체어·유모차 등 이동 편의성 향상
	모빌리티 서비스 접근성 향상	· 자율주행·UAM 등 미래 교통수단 연계
	이용 편의성 향상	· 주차 대여·경로 안내 등 통합 편의 서비스 제공
	지역경제 활성화	· 방문객 유입에 따른 상권 매출 증가
	관광·문화 체험 확대	· AR/VR·문화행사 등 체험 기회 증대

출처: 연구진 작성

■ 기존 공원 대비 추가 편익 식별

추가 편익 식별은 '동일 입지·규모·이용 조건'의 기존 공원을 비교기준(Baseline)으로 설정한 뒤, 환경·안전·건강·문화·모빌리티 지표를 사용해 변화 폭(Δ)을 계량화한다. 효과의 성격에 따라 1)신규발생형(새로운 서비스·효과 창출), 2)효과증대형(질·양의 성능 향상), 3)비용절감형(운영·유지관리 효율화)으로 구분하고, 기존 공원에서도 발생 가능한 유사효과는 차별성이 입증되는 범위만 반영한다.

■ 편익 정량화 방법

편익 정량화 방법은 (1) 편익-지표 매핑 → (2) 자료 수집(운영자료, 환경·교통·건강 통계, 설문 등) → (3) 단가 적용을 통한 금액 환산 → (4) 향상분(Δ)만 반영 → (5) 연도별 산출 → (6) 현재가치 환산(사회적 할인율 적용)의 절차를 따른다.

[표 5-9] 편익 정량화 방법

단계	내용	주요 고려사항
1단계	편익-지표 매핑	각 편익 항목에 대해 계량화 가능한 성과지표 설정 (예: 절감량, 감소율, 이용자 수 증가 등)
2단계	자료 수집	공원 운영자료, 환경·교통 통계, 건강·의료 통계, 설문조사 등
3단계	금액 환산	단가(원/단위)를 적용해 금전가치로 변환
4단계	향상분·차이분 반영	기존 공원 대비 추가효과(Δ)만 산정
5단계	연도별 산출	사업기간과 편익 지속기간을 고려해 연도별 추정
6단계	현재가치 환산	사회적 할인율 적용, NPV·B/C·IRR 산출

출처: 연구진 작성

편익 유형별 일반식은 다음과 같다.

[표 5-10] 편익 유형별 일반식

편익 유형	정량화 방법	예시
비용절감형	절감량 × 단가	연간 전력 사용량 절감(kWh) × 전력단가(원/kWh)
효과증대형	향상분(증가량·개선율) × 단가	기존 대비 도시 온도 추가 저감(°C) × 온도저감의 사회경제적 가치(원/°C)
신규발생형	신규 서비스 이용 규모 × 단가	신규 AR 관광 이용객 수 × 1인당 지출액

편익별 단가는 시장가격, 대체비용, 피해비용 회피, 지불의사액(WTP) 등 항목의 속성에 맞는 방법을 적용하며, WTP·사례값은 물가·소득 보정 후 기준연도 불변가로 통일한다. 이와 같은 체계는 정책목표-솔루션-편익-지표-화폐화의 연계를 명료화하여, B/C 분석의 신뢰성·투명성을 높이고 이후 솔루션 설계·우선순위와 경제성 분석의 정합성을 담보한다.

- (시장가격 활용) 직접 거래가 이루어지는 경우(예: 전기·수도 요금)
- (대체비용 접근) 동일 효과를 내기 위한 대체수단 비용(예: 탄소배출 저감 → 배출권 가격)
- (피해비용 회피법) 피해 방지를 통해 절감되는 비용(예: 홍수피해 저감액)
- (지불의사액(WTP)) 설문조사 등을 통해 산출(문화·경관 가치 등 정량화 어려운 항목)

분야	SGI 솔루션	기술요소	편익 항목		편익 유형	편익 산정 방법론	
			1차 효과 (Primary)	2차 효과 (Secondary)			
보건·복지·의료	3.1. 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템	3-1-1	웨어블 기기 연계 실시간 건강 모니터링	신체활동 증가·건강 증진	효과증대	(질병발생 감소율) × (치료비)	
		3-1-2	위치 기반 맞춤형 경로 추천 기술 (BS)	신체활동 증가·건강 증진	신규발생	(활동량 증가율) × (건강편익 단위)	
	3.2. SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템	3-2-1	스마트 응급 호출 시스템	응급상황 대응 강화	안전한 보행환경 조성	효과증대	(대응시간 단축률) × (생명·재산피해 저감액)
		3-2-2	AI 응급 의료 시스템	응급상황 대응 강화	민생지원 예방·의료비 절감	효과증대	(정확진단율 향상) × (치료비 절감액)
	4.1. 기후대응형 탄소저감 및 에너지 자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	4-1-1	탄소 저감 및 친환경 재료 기술	탄소배출 저감	대기질 개선	신규발생	(CO ₂ 감축량 × 탄소단가) + (운영물질 저감량 × 건강편익 단위)
		4-1-2	에너지 생산·저장 및 구조체 기술	에너지 자립 효율 향상	탄소배출 저감	비용절감	(에너지 생산량) × (전력단가 + 탄소단가)
		4-2-1	합기성 소화(Anaerobic Digestion) 기술	에너지 자립 효율 향상	탄소배출 저감	비용절감	(바이오가스 생산량 × 에너지단가) + (폐기물 처리비 절감액)
		4-2-2	바이오가스 정제 및 에너지 변환 기술	에너지 자립 효율 향상	탄소배출 저감	비용절감	(전환 효율) × (에너지 판매가)
	환경·에너지·수자원	4.3. SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템	4-3-1	빅데이터 기반 환경정보 수집 및 분석 플랫폼	대기질 개선	효과증대	(예측정확도 향상률) × (피해 회피금액)
			4-3-2	이외 환경 정보의 능동적 시각 및 디스플레이	대기질 개선	신규발생	(정보활용률) × (심리 안정편익)
4-3-3		AI 기반 환경정보 연계 시스템	대기질 개선	재난 대응 강화	효과증대	(데이터 처리속도 향상률) × (대응시간 절감액)	
4-4-1		생물 서식환경 복원을 위한 친환경 소재	생물다양성 증진	관광 문화 체험 확대	신규발생	(방문객 증가수) × (관광소비액)	
4-4-2		IoT 기반 생태 모니터링 시스템	생물다양성 증진	대기질 개선	효과증대	(서식지 보전율) × (생태서비스 가치)	
4-5-1		IoT 기반 빗물 저류와 배수관리 자동화 기술	재난 대응 강화	에너지 자립·효율 향상	비용절감	(홍수피해 저감액) + (편익 에너지 절감액)	
4.6. 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	4-6-1	도양 센서	에너지 자립·효율 향상	신체활동 증가·건강 증진	효과증대	(물 사용량 절감률) × (응수 단위)	
	4-6-2	데이터 플랫폼	에너지 자립·효율 향상	에너지 절감	효과증대	(운영 효율 개선률) × (관리비 절감액)	
	4-6-3	자동 관개 연계	에너지 절감	신체활동 증가·건강 증진	비용절감	(관개 효율 향상률) × (응수 전력 비용)	
5.1. 스마트 도시홍수 모니터링 시스템	5-1-1	실시간 데이터 수집 센서	재난 대응 강화	대기질 개선	효과증대	(모니터링 빈도 향상) × (피해 회피금액)	
	5-1-2	예측 및 분석을 위한 머신러닝 알고리즘	재난 대응 강화	탄소배출 저감	효과증대	(예측정확도 향상) × (피해 저감액)	
	5-1-3	적응형 제어(CMAC) 기술	재난 대응 강화	에너지 자립·효율 향상	효과증대	(제어 효율 향상률) × (운영비 절감액)	
	5-2-1	IoT 환경 센서 기반 실시간 모니터링	도시열섬 완화	재난 대응 강화	효과증대	(온도저감 효과) × (건강·에너지 절감액)	
	5-2-2	GIS 및 열지도 분석	도시열섬 완화	탄소배출 저감	효과증대	(온도저감 효과) × (에너지 절감액 + 건강편익)	
5.2. 스마트 폭염 관리 시스템	5-2-3	통합 관제 플랫폼	재난 대응 강화	도시열섬 완화	효과증대	(대응시간 단축률) × (피해 회피액)	
	6-1-1	자율주행로봇·센서 및 데이터 구축, 하드웨어 플랫폼	시설물 관리 효율화	에너지 절감	비용절감	(노동비 절감액) + (운영비 절감액)	
6.1. 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템	6-1-2	환경계량화로봇·센서, 내비게이션 기술	시설물 관리 효율화	대기질 개선	비용절감	(측정비 절감액) + (환경개선편익)	
	6-2-1	고성능 드론	시설물 관리 효율화	재난 대응 강화	비용절감	(점검시간 절감률) × (노동비)	
6.2. 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템							

분야	SGI 솔루션	기술요소	편익 항목		편익 유형	편익 산정 방법론		
			1차 효과 (Primary)	2차 효과 (Secondary)				
문화·관광·스포츠	6.3. 금수 및 관계 자동화 시스템 6.4. 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템 6.5. 스마트 텀블(스마트팜) 온실 관리 시스템 7.1. XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스 7.2. 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼 8.1. 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스	6-3-1	EO 분석 센서	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	비용절감	(관개 효율 개선률) × (용수 전력비)	
		6-3-2	실시간 기상정보 연동	재난 대응 강화	에너지 절감	에너지 절감	효과증대	(기상예측 정확도) × (피해 회피금액)
		6-3-3	인공지능 기술	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	효과증대	(제어 최적화율) × (운영비 절감액)
		6-3-4	자동화 관수 제어	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	비용절감	(관개 효율 향상률) × (용수 전력비)
		6-3-5	모바일 및 웹 기반 제어, 무선 통신 기술	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	효과증대	(제어 편의성 향상) × (운영비 절감액)
		6-4-1	정보 수집 기술	시설물 관리 효율화	에너지 절감	에너지 절감	비용절감	(수집 효율 향상률) × (노동비 절감액)
		6-4-2	IoT 쓰레기처리 시스템	시설물 관리 효율화	에너지 절감	에너지 절감	비용절감	(수거 효율 향상률) × (연간 수거비)
		6-5-1	IoT 및 센서기술: 환경 모니터링	신체활동 증가·건강 증진	정신건강 향상	정신건강 향상	신규발생	(활동량 증가율) × (건강편익 증가)
		6-5-2	인공지능 및 머신러닝: 예측 및 최적화와 병행해 관리	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	효과증대	(예측 정확도 향상률) × (관리비 절감액)
		6-5-3	로봇 및 자동화: 직물 관리와 시설 관리	에너지 절감	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	비용절감	(노동비 절감액) + (생산성 증가액)
		7-1-1	VR(Virtual Reality, 가상현실)	관광 문화 체험 확대	정신건강 향상	정신건강 향상	신규발생	(참여자 수) × (체험가치 증가)
		7-1-2	AR(Augmented Reality, 증강현실)	관광 문화 체험 확대	신체활동 증가·건강 증진	신체활동 증가·건강 증진	신규발생	(참여자 수) × (체험가치 증가)
		7-1-3	MR(Mixed Reality, 혼합현실)	관광 문화 체험 확대	정신건강 향상	정신건강 향상	신규발생	(참여자 수) × (체험가치 증가)
		7-2-1	디지털 트윈	관광 문화 체험 확대	지역경제 활성화	지역경제 활성화	신규발생	(방문객 수 증가) × (관광소비액)
		7-2-2	AI 빅데이터 분석	재난 대응 강화	에너지 자립·효율 향상	에너지 자립·효율 향상	효과증대	(분석 정확도 향상률) × (운영비 절감액)
8-1-1	AR/VR 기반 체험 콘텐츠	관광 문화 체험 확대	지역경제 활성화	지역경제 활성화	신규발생	(체험 참여율) × (관광소비액)		
8-1-2	콘텐츠 관리 시스템	콘텐츠 관리 시스템	관광 문화 체험 확대	이용 편의성 향상	효과증대	(콘텐츠 활용률) × (체험가치 증가)		
8-1-3	위치기반 서비스(Location Based Service, LBS)	위치기반 서비스(Location Based Service, LBS)	관광 문화 체험 확대	이용 편의성 향상	신규발생	(경로 안내 개선률) × (체험객 수 × 소비액)		
8-1-4	스마트 투어 앱 및 추천 알고리즘	스마트 투어 앱 및 추천 알고리즘	관광 문화 체험 확대	지역경제 활성화	신규발생	(추천 정확도 향상률) × (관광소비액)		
8-1-5	스마트 주차·시달함 시스템	스마트 주차·시달함 시스템	이용 편의성 향상	관광 문화 체험 확대	효과증대	(주차 시간 절감률) × (시간 가치)		

출처: 연구진 작성

2) 경제적 분석 결과

① 기본 전제

■ 분석 목적

본 분석은 제3기 신도시의 공간·기술·서비스가 통합되는 개발 여건을 전제로, 가상 기준공원 시나리오를 설정하여 스마트 공원 정책사업 모델의 실효성과 경제성을 검증하기 위한 상대 비교 방식(대안0 vs 대안1)으로 수행하였다. 본 분석의 결과치는 설계 의사결정 지원을 위한 참조치(reference value)로 활용되며, 실제 사업 적용 시에는 현장자료를 바탕으로 대체 보정이 필요하다.

- 대안0(일반 공원): 기존 도시공원의 통상적 조성 단계와 운영비 수준을 적용한 경우
- 대안1(스마트 공원): 일반 공원에 더하여 스마트 조명·관개·환경·안전 센서, 모빌리티 허브 연계, AI 기반 통합운영센터(IOC) 등을 도입한 경우

■ 분석 대상 기준공원 설정

기준공원은 주거·교육·상업·주상복합·하천이 접하는 복합 생활권 중심부(300m × 500m, 총150,000㎡)에 위치한다고 가정하였으며, 그 중 근린생활권 도시공원 10,000㎡를 분석 대상지로 설정하였다. 이는 스마트 그린인프라(SGI)와 스마트도시서비스 도입에 있어 물리적·제도적 제약이 낮은 환경으로 가정된 것이다.



[그림 5-5] 경제성 분석 대상 기준공원 설정

출처: 연구진 작성

■ 수요 확보 전제

본 분석은 경제성 검증을 위한 가상 공간 시나리오로, 수요가 안정적으로 확보된 입지를 가정하였다. 공원으로부터 반경 800m를 근린생활권으로 설정하여, 인구밀도 8,000명/km², 세대당 인구 2.4명(경기도 기준)을 적용한 결과, 수요 인구 16,077명, 약 6,699가구가 이용 가능한 것으로 산출하였다.

■ 주요 방법론

편익 산정은 공원의 성격상 다수가 비시장가치가 발생하므로, 기존 연구에서 검증된 가치이전(Value Transfer) 방식을 적용하였다. 구체적으로 조건부가치추정법(CVM), 선택실험법(DCE) 등 선행연구의 지불의사액(WTP)를 준용하고, 분석 대상 공원의 특성과 유사성이 높은 사례를 선정하였다. 또한, 시기 차이에 따른 물가 보정과 지역 간 소득 차이에 따른 보정 절차를 2025년 기준 불변가로 일괄 환산하였다.

■ 가격·할인·기간 체계

- (기준연도) 2025년 불변가
- (사회적 할인율) 4.5%
- (분석기간) 32년 (조성기간 2년 + 운영기간 30년)
- (산출 지표) 연도별 불변 현금흐름 합계로 B/C·NPV·IRR을 계산
- (판정 기준) B/C ≥ 1, NPV ≥ 0, IRR ≥ 4.5%일 경우 경제성 확보로 판단

② 수요 추정

수요 권역은 공원으로부터 반경 800m 범위로 설정하였다. 이는 일반적으로 도보 접근이 가능한 근린생활권 규모로, 면적은 원의 면적 공식(πr^2)에 따라 $r=0.8\text{km}$ 를 대입하여 2.0096km²로 산출된다.

본 분석에서는 해당 권역을 신규 도심 주거혼합 지역으로 가정하고, 인구밀도를 8,000명/km²로 설정하였다. 이 기준에 따라 해당 권역 내 인구 규모는 약 16,077명으로 산출되었다. 이러한 인구밀도 가정은 국내 주요 도시의 실제 통계와 비교했을 때 합리적인 수준으로 판단된다.

- (서울시 평균 인구밀도) 약 16,000명/km²
- (부천시(경기) 평균 인구밀도) 15,500~16,600명/km² (면적 53.4km², 인구 77~83만)
- (수원시(경기) 평균 인구밀도) 약 9,800~10,000명/km²

- (성남시(경기) 평균 인구밀도) 약 7,000명/km²
- (부산 일부 자치구(북구)) 8,100명/km²

또한, 인구를 평균 가구원원수 2.4명/가구(2025년 경기도 기준)로 나누어, 약 6,699가구가 공원 이용 수요를 갖는 것으로 추정하였다.



[그림 5-6] 경제성 분석을 위한 수요 추정 방식

출처: 연구진 작성

③ 비용

■ 비용 산정을 위한 가정

- (사업 면적) 본 사업은 기준공원 면적 10,000m²를 대상으로 한다.
- (사업 기간) 2025년 착공, 2026년 준공을 전제로 하며, 2027년부터 30년간 운영하는 것으로 가정한다.
- (비용 항목) 총공사비(초기 조성비), 운영비(유지관리비), 수선비(시설 및 장치 교체비 등)로 구분한다.

■ 비용 책정 방식

스마트 그린인프라(SGI) 관련 비용에 대한 직접 자료가 부족하므로, 유사한 스마트도시·그린인프라 프로젝트의 비용을 준용하거나 합리적 가정을 통해 산정하였다. 일반 공원의 운영비는 경기도 도시공원 운영비 단가를 기준으로 하였으며, 스마트 시설물의 유지관리비는 초기 설치비의 일정 비율 또는 고정된 연간 비용으로 추정하였다. 또한, 예비타당성 조사 사례를 참조하여 일반 장비 수명을 기준으로 5년마다 초기 조성비의 7%를 수선비로 반영하였다.

■ 일반 도시공원 비용 산정

- (공사비) 국토교통부(2024년 6월 고시)에 따른 도시공원 조성 단가 103,000원/㎡를 적용하여, 10,000㎡ 조성에 1,030백만원이 소요되는 것으로 산정하였다(해당 단가에는 토목조경·시설 설치 등 일체 비용 포함).
- (운영비) 경기도 집중관리형 도시공원의 유지관리 단가(2,012원/㎡·년)를 적용하여, 연간 20.1백만 원을 산출하였다.¹⁰⁾ 운영비에는 제초, 예초, 전정, 시설물 유지보수, 인력 운영비, 전기시설 유지관리 등 항목이 포함된다.
- (수선비) 초기 조성비의 7%를 5년마다 투입하는 것으로 가정하였다.

■ 스마트 공원 초기 조성 비용

- (공사비) 일반 도시공원 조성비 1,030백만 원에 더해, SGI 솔루션 및 스마트 시설 조성비 2,270백만 원을 합산하여 총 3,300백만 원으로 산정하였다. 이는 일반 공원에 스마트 설비를 추가 도입하는 시나리오에 근거한다. 주요 항목별 가정은 다음과 같다.
 - (식생도랑, 100백만 원) 직접적인 조성 비용은 제시되지 않았으나, LID(저영향개발) 기법의 일환으로 간주하였다. 10,000㎡ 공원 내 200미터 길이의 식생도랑 조성을 가정하며, 복합적인 공학적 솔루션임을 고려하여 100백만 원으로 추정하였다.
 - (레인가든, 150백만 원) 학교 시설에 대한 레인가든 조성 사례에서 110,000달러(약 1억 5천만 원)의 비용이 언급되었으므로 이를 준용하여 150백만 원으로 추정하였다.
 - (쿨링포그, 90백만 원) 시스템 설치 비용은 1,873만 원에서 3,804만 원까지 다양하게 나타난다. 10,000㎡ 공원에 3개 시스템 설치를 가정하여, 개당 3천만 원으로 90백만 원을 추정하였다.
 - (스마트 에너지관리 시스템, 150백만 원) 산업용 자동 역률 제어 시스템에 5,135만 원이 언급되었으나, 공원 적용 시 태양광 패널, 스마트 조명 등 다양한 요소가 포함된다. 스마트 태양광 LED 가로등은 개당 245만 원에서 969만 원 수준이다. 공원 전체에 대한

10) 수원시(2023) 도시공원 숲 조성 매뉴얼

종합 시스템으로 150백만 원으로 추정하였다.

- (스마트 물 관리 시스템, 100백만 원) 관개 시스템은 500달러에서 10,000달러 이상 까지 다양하며, 대규모스마트 물 관리 프로젝트는 105억 원에서 145억 원에 달한다. 공원 규모에 맞는 종합 시스템(센서, 자동 밸브, 제어 시스템 포함)으로 100백만 원으로 추정하였다.
- (시니어 운동시설, 50백만 원) 스마트 야외 운동기구는 개당 242만 원에서 1,850만 원 수준이다. 5개 스마트 운동 스테이션 설치를 가정하여 50백만 원으로 추정하였다.
- (헬스트레일, 100백만 원) 트레일 내 센서 및 스마트 폴 설치를 포함한다. 스마트 폴은 개당 약 5백만 원 수준이다. 500미터 트레일에 10개 설치 및 센서, 소프트웨어 비용을 포함하여 100백만 원으로 추정하였다.
- (공유텃밭, 80백만 원) 50제곱미터 학교 텃밭 조성에 2천만 원이 언급되었다. 200제곱미터 규모의 공유텃밭 조성을 가정하여 80백만 원으로 추정하였다.
- (스마트 쉼터, 300백만 원) 개소당 7,370만 원에서 6억 원까지 다양하게 언급된다. 공원 내 2개 스마트 쉼터 설치를 가정하여 개당 1억 5천만 원, 총 300백만 원으로 추정하였다.
- (자율주행 트레일, 50백만 원) 자율주행 관련 인프라 구축 비용은 직접적으로 제시되지 않는다. 공원 내 500미터 전용 트레일에 정밀 지도, 센서 통합 및 소프트웨어 비용을 포함하여 50백만 원으로 추정하였다.
- (모빌리티 허브, 100백만 원) 도시 단위 모빌리티 허브는 685억 원에서 1,182억 원 규모로 언급되었으나, 공원 규모에 맞는 PM 충전, 셔틀 정류장, 정보 디스플레이 등을 포함하는 허브로 100백만 원으로 추정하였다.
- (AI 기반 통합운영센터, 1,000백만 원) CCTV 통합 관제센터 구축 비용은 13.4억 원에서 24억 원까지 다양하게 나타난다. U-Eco City 통합 플랫폼은 131억 원이 언급되었다. 공원 특화 통합 관제 센터로 1,000백만 원으로 추정하였다.

[표 5-12] 스마트 공원 초기 조성 비용

구분	솔루션명	초기 조성 비용	비고
일반 도시공원 기준선	일반 도시공원 조성	1,030,000,000	10,000㎡ × 103,000원/㎡
스마트 그린인프라 솔루션	식생도랑	100,000,000	200m 기준
	레인가든	150,000,000	유사 사례 준용
	쿨링포그	90,000,000	3개 시스템 설치 가정
	스마트 에너지 관리 시스템	150,000,000	스마트 조명 및 관리 시스템 포함
	스마트 물 관리 시스템	100,000,000	센서, 자동 밸브, 제어시스템 포함
	시니어 운동시설	50,000,000	5개 스마트 운동 스테이션 가정
	헬스트레일	100,000,000	500m 트레일, 센서 및 스마트 플 포함
	공유텃밭	80,000,000	200㎡ 규모 가정
	스마트 쉼터	300,000,000	2개 쉼터 설치 가정
	자율주행 트레일	50,000,000	500m 트레일, 센서 및 맵핑 포함
모빌리티 허브	100,000,000	PM 충전, 셔틀 정류장, 정보 디스플레이 포함	
AI 기반 통합운영센터	통합운영센터	1,000,000,000	공원 특화 통합 관제 센터
총 초기 조성 비용		3,300,000,000	

출처: 연구진 작성

- (운영비) 일반 도시공원 운영비 20.1백만 원에 스마트 설비 유지관리비(초기 조성비의 5% = 113.5백만원)를 합산하여 연간 133.6백만 원으로 산정하였다.
- (수선비) 일반 도시공원과 동일하게 초기 조성비의 7%를 5년 마다 투입하는 것으로 가정하였다. 대상은 SGI 솔루션 및 AI 기반 통합운영센터 전 구성 요소이며, 금액은 초기 조성비의 7%로 책정하였다.

④ 편익

■ 편익 항목

공원에 도입되는 각 시설 단위를 기준으로, 해당 시설이 연계되는 SGI 솔루션과 그 효과를 1차 효과(Primary)와 2차 효과(Secondary)로 구분하여 편익 항목을 정의하였다. 편익 산정 절차는 도입 시설 → SGI 솔루션 매칭 → 1차 효과 판정 → 편익 항목 확정 → 가치이전(WTP) 적용의 단계로 구성된다.

편익 유형은 정책 목적에 따라 환경, 건강, 편익의 세 범주로 정리하였다. 이후 가치이전 방식을 활용한 편익 산정에서 1차 효과를 우선 적용하고 2차 효과는 중복 여부를 면밀히 점검해 보수적으로 반영하거나 정성적 항목으로 제시함으로써 이중계상 가능성을 최소화하였다. 모든 편익

항목은 선행연구의 WTP 값을 매칭·보정하여 적용하였으며, 동일한 기준연도(2025년) 불변가를 사용하고, 2년의 조성기간과 30년 운영기간을 반영하여 최종 경제성 지표를 산출하였다.

[표 5-13] 도입시설에 따른 효과 정의

도입 시설	관련 SGI 솔루션	1차 효과 (Primary)		2차 효과 (Secondary)			
		편익 구분		효과 유형	편익 구분		효과 유형
A-1 스마트 식생도랑	4.5. IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템	환경	수자원함양	효과 증대	환경	홍수조절	효과 증대
A-2 스마트 레인가든	4.5. IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템	환경	수질정화	효과 증대	환경	홍수조절	효과 증대
A-3 쿨링포그	5.2. 스마트 폭염 관리 시스템	환경	도시열섬 완화	효과 증대	환경	재난 대응 강화	효과 증대
A-4 스마트에너지 관리 시스템	4.1. 기후대응형 탄소저감 및 에너지자립형 SGI 구축 및 운영 시스템	환경	탄소배출 저감	효과 증대	편의	이용 편의성 향상	효과 증대
A-5 스마트물관리 시스템	4.5. IoT 기반 저영향개발(LID) 빗물 저류 및 배수관리 자동화 시스템 4.6. 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링	환경	수자원 함양	효과 증대	환경	토양유실 저감	효과 증대
B-1 스마트시니어 운동시설	3.1. 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템	건강	신체활동 증가 건강 증진	신규 발생	편의	이용 편의성 향상	신규 발생
B-2 스마트 헬스레일	3.1. 고령자 맞춤형 AgeTech 공원처방 및 디지털 헬스케어 시스템 2.4. 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템	건강	신체활동 증가 건강 증진	신규 발생	편의	안전한 보행환경 조성	신규 발생
B-3 스마트 공유텃밭	6.5. 스마트 텃밭(스마트팜) 온실 관리 시스템	건강	신체활동 증가 건강 증진	신규 발생	편의	정신이용 편의성 향상 건강 향상	신규 발생
C-1 스마트 쉼터	2.5. IoT 기반스마트 공유이동수단 모빌리티 스테이션 구축 및 관리 시스템 5.5. 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/폴)	편의	모빌리티서비스 접근성 향상	신규 발생	편의	이용 편의성 향상	신규 발생
C-2 자율주행 트레일	2.2. SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계	편의	안전한보행환경 조성	신규 발생	환경	에너지자립·효율 향상	신규 발생
C-3 모빌리티허브	2.1. SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축·운영 시스템 2.5. IoT 기반스마트 공유이동수단 모빌리티 스테이션 구축 및 관리 시스템	편의	모빌리티서비스 접근성 향상	신규 발생	편의	이용 편의성 향상	신규 발생

출처: 연구진 작성

■ 편익의 정량화 (가치 이전)

편익을 금전적 가치로 환산하기 위해서 선행연구에서 제시된 환경가치 및 지불의사액(WTP)을 활용하였다. 농촌진흥청(2013)은 도시열섬 완화, 에너지 효율, 대기정화, 홍수조절, 수자원 함양, 수질정화, 토양유실 저감 등 주요 생태서비스 단가(원/㎡)를 제시하고 있으며, 본 연구에서는 실제 해당 기능이 발휘되는 면적에만 곱하여 적용하였다. 건강 편익은 공유 텃밭·운동 시설 등 프로그래밍 관련 WTP 값을 적용하였다. 모빌리티 편익은 스마트 쉼터, 자율주행 트레일, AI 관제센터 등 이용자 편의 및 안전 서비스와 관련된 WTP 값을 활용하였다.

[표 5-14] 환경가치 및 지불의사액 선정

편익 유형		환경가치 단가 또는 지불의사액(WTP)		선행 연구	
		금액	기준연도, 지역		
기후위기 대응 (환경)	공원 일반 시설	도시열섬 완화	1,541.0원/㎡	2013년, 전국	도시농업의 사회문화환경적 가치 평가 (농촌진흥청, 2013)
		에너지 자립 효율 향상	466.4원/㎡	2013년, 전국	
		대기정화 (탄소배출 저감)	554.8원/㎡	2013년, 전국	
		홍수조절	146.1원/㎡	2013년, 전국	
		수자원함양	485.4원/㎡	2013년, 전국	
		수질정화	188.4원/㎡	2013년, 전국	
		토양유실 저감	960.0원/㎡	2013년, 전국	
초고령 사회 대응 (건강)	공유 텃밭	23,014원/가구·년	2013년, 서울	도시농업 참여 실태와 다원적 기능 가치 평가 -서울시 민공영 주말텃밭 사례- (허주녕·권혁현, 2014)	
	운동시설	28,661원/가구·년	2020년, 서울	선택실험법 활용한 공원사업 투자 심사 편익 추정 방안 (김동근 외, 2021)	
첨단 모빌리티 기술 수용 (편의)	스마트쉼터	798.3원/인·년	2023년, 서울	서울시 스마트쉼터 운영 평가와 개선방안 (이신해·연준형, 2025)	
	자율주행 트레일	76,800원/가구·년	2021년, 전국	자율주행시대 도로첨단화에 대한 지불의사액 추정 (이백진 외, 2022)	
	AI 관제센터	32,710원/인·년	2022년, 충남	조건부가치추정법(CVM)을 통한 스마트시티 조성사업의 경제적 가치 추정에 관한 연구 (심희철·김재환, 2023)	

출처: 농촌진흥청(2013), 허주녕·권혁현(2014), 김동근 외 (2021), 이신해·연준형 (2025), 이백진 외(2022), 심희철·김재환(2023)을 참고하여 연구진 작성

■ 가치 이전을 위한 보정 지수

설문조사를 통해 산출된 WTP 값을 본 분석에 적용하기 위해서는 시점 간·지역 간 보정이 필요하다. 시점 보정은 설문조사가 이루어진 연도의 WTP 값을 경기도 소비자물가지수에 따라 보정하여 2025년 불변가로 환산하였다. 지역 보정은 지역별 소득 수준 차이를 고려하여 타 지역에서 산정된 WTP를 경기도 기준에 맞게 조정하였다.

[표 5-15] 경기도 · 2025년 기준 물가 보정 지수

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
소비자물가지수 (경기도 2020년 기준)	91.769	92.890	94.038	94.734	95.624	97.545	98.994
2025년 보정지수 (2025년 기준)	1.2697	1.2544	1.2391	1.2300	1.2185	1.1945	1.1770
연도	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
소비자물가지수 (경기도 2020년 기준)	99.396	100.00	102.57	107.72	111.55	114.13	116.52
2025년 보정지수 (2025년 기준)	1.1723	1.1652	1.1360	1.0817	1.0446	1.0209	1.0000

출처: 연구진 작성

[표 5-16] 경기도 기준 소득 보정 지수

지역	경기	전국평균	서울	충남	세종
소득수준 (천원/인)	2388	2339	2611	2339	2,386
보정 지수	1.0000	1.0209	0.9146	1.0209	1.0008

출처: 연구진 작성

■ WTP 적용 방식

대부분의 선행연구에서 WTP는 5년간 지불을 전제로 설계되어 있다. 따라서 본 분석에서는 다음과 같은 절차를 적용하였다.

- WTP를 5개년 현금흐름으로 환산하고, 각 연도별 할인요인을 적용하여 현재가치 산정
- 도출된 5개년 총편익을 기준으로, 사업 분석기간(운영 30년) 동안 동일한 연간 편익이 발생하는 것으로 가정하여 연 단위 편익으로 환산
- 이후 30년간의 연도별 편익 흐름에 사회적 할인율을 적용하여 총 현재가치를 산출하여, 이때 30년간 할인된 총편익의 합계는 앞서 산출된 5개년 총편익과 일치하도록 조정

⑤ 일반 공원 경제성 분석

■ 비용

- (공사비) 국토교통부 고시(2024.6.)에 따른 단가 103,000원/㎡를 적용하여 10,000㎡ 공원 조성 시 총 1,030백만원이 소요되는 것으로 산정하였다. 투입 시점은 1년차 30%, 2년차 70%로 가정하였다.
- (운영비) 경기도 도시공원 유지관리 단가(2,012원/㎡)를 적용하여 연간 20.1백만 원을 반영하였다.
- (수선비) 초기 조성비의 7%(72백만 원)를 5년 마다 투입하는 것으로 가정하였다.

■ 편익

일반 공원의 편익은 환경 개선과 건강 개선 두 부문으로 구분하였다.

- (환경 편익) 도시열섬 완화, 에너지 자립·효율, 대기정화(탄소배출 저감), 홍수조절, 수자원함양, 수질정화, 토양유실 저감의 7개 항목을 대상으로, 단가(원/㎡)에 기준 면적 10,000㎡를 곱하여 산출하였다. 총합은 연 54.4백만 원으로, 세부적으로 도시열섬 완화 19.3, 에너지자립·효율 5.8, 대기정화 3.5, 홍수조절 3.5, 수자원함양 1.8, 수질정화 6.1, 토양유실 저감 2.4 백만 원/년이다.
- (건강 편익) 운동시설에 대한 가구·연 WTP를 적용하였다. 5년 납부형 조사 특성을 반영하여 현재가치 합산 후 30년 등가연년금(EAB)으로 전환하여 연 55.1백만 원으로 산정하였다.

이에 따라 일반공원의 총 편익은 연 109.5백만 원(환경 54.4 + 건강 55.1)으로 집계되었다.

[표 5-17] 일반 공원 편익 산정

편익 유형		환경가치 단가 또는 지불의사액(WTP)		연간 편익 환산	
		선행연구 제시 금액	환산 금액		
환경	공원 일반 시설	도시열섬 완화	1,541.0원/㎡	1930.5원/㎡	19.3백만원/연
		에너지 자립 효율 향상	466.4원/㎡	584.3원/㎡	5.8백만원/연
		대기정화 (탄소배출 저감)	554.8원/㎡	345.8원/㎡	3.5백만원/연
		홍수조절	146.1원/㎡	349.3원/㎡	3.5백만원/연
		수자원함양	485.4원/㎡	183.0원/㎡	1.8백만원/연
		수질정화	188.4원/㎡	608.1원/㎡	6.1백만원/연
		토양유실 저감	960.0원/㎡	236.0원/㎡	2.4백만원/연
		소 계			
건강	운동시설	28,661원/가구·년	30,544원/가구·년	204.6백만원/연 (5년간) [55.1백만원/연 (30년간)]	
합계				109.5백만원/연	

출처: 연구진 작성

■ 분석 결과

30년 분석기간, 사회적 할인율 4.5%, 2025년 불변가 기준으로 분석한 결과, 일반공원은 세 가지 판정 기준을 모두 충족하였다.

- (B/C) 1.125 (≥ 1 , 경제성 확보)
- (NPV) 189백만 원 (≥ 0 , 순현재가치 양수)
- (IRR) 6.06% ($\geq 4.5\%$, 사회적 할인율 상회)

따라서 일반 공원은 경제성이 있는 사업으로 판정되며, 이후 스마트 공원 시나리오와의 증분 비교를 위한 기준 대안으로 활용된다.

[표 5-18] 일반 공원 경제성 분석 결과

구분	결과값	평가
BC	1.125	1보다 크므로 경제성 있음
NPV	189백만 원	0보다 크므로 경제성 있음
IRR	6.06%	할인율(4.5%)보다 크므로 경제성 있음

출처: 연구진 작성

[표 5-19] 일반 공원 연도별 비용 및 편익

연도	할인계수	비용				편익				현재가치		
		소계	공사비	운영비	수선비	소계	환경 개선	건강 개선	모빌리티	비용	편익	비용-편익
2025	1.0000	309	309	0	0	0	0	0		309	0	-309
2026	0.9569	721	721	0	0	0	0	0		690	0	-690
2027	0.9157	20	0	20	0	110	54	55		18	100	82
2028	0.8763	20	0	20	0	110	54	55		18	96	78
2029	0.8386	20	0	20	0	110	54	55		17	92	75
2030	0.8025	20	0	20	0	110	54	55		16	88	72
2031	0.7679	92	0	20	72	110	54	55		71	84	13
2032	0.7348	20	0	20	0	110	54	55		15	80	66
2033	0.7032	20	0	20	0	110	54	55		14	77	63
2034	0.6729	20	0	20	0	110	54	55		14	74	60
2035	0.6439	20	0	20	0	110	54	55		13	71	58
2036	0.6162	92	0	20	72	110	54	55		57	67	11
2037	0.5897	20	0	20	0	110	54	55		12	65	53
2038	0.5643	20	0	20	0	110	54	55		11	62	50
2039	0.5400	20	0	20	0	110	54	55		11	59	48
2040	0.5167	20	0	20	0	110	54	55		10	57	46
2041	0.4945	92	0	20	72	110	54	55		46	54	9
2042	0.4732	20	0	20	0	110	54	55		10	52	42
2043	0.4528	20	0	20	0	110	54	55		9	50	40
2044	0.4333	20	0	20	0	110	54	55		9	47	39
2045	0.4146	20	0	20	0	110	54	55		8	45	37
2046	0.3968	92	0	20	72	110	54	55		37	43	7
2047	0.3797	20	0	20	0	110	54	55		8	42	34
2048	0.3634	20	0	20	0	110	54	55		7	40	32
2049	0.3477	20	0	20	0	110	54	55		7	38	31
2050	0.3327	20	0	20	0	110	54	55		7	36	30
2051	0.3184	92	0	20	72	110	54	55		29	35	6
2052	0.3047	20	0	20	0	110	54	55		6	33	27
2053	0.2916	20	0	20	0	110	54	55		6	32	26
2054	0.2790	20	0	20	0	110	54	55		6	31	25
2055	0.2670	20	0	20	0	110	54	55		5	29	24
2056	0.2555	92	0	20	72	110	54	55		24	28	4
합계										1,518	1,707	189

출처: 연구진 작성

⑥ 스마트 공원 경제성 분석

■ 비용

- (공사비) 일반공원 1,030백만 원에 스마트 그린인프라 솔루션 설치비 2,270백만 원을 합하여 총 3,300백만 원으로 산정하였다.(1년차 30%, 2년차 70% 투입)
- (운영비) 일반공원 운영비 20.1백만 원에 스마트 설비 유지관리비(초기 조성비의 5% = 113.5백만 원)를 더해 연간133.6백만 원으로 반영하였다.
- (수선비) 초기 조성비의 7%(231백만 원)를 5년 마다 투입하는 것으로 가정하였다.

■ 편익

스마트 공원은 기후위기(환경)·초고령사회(건강)·첨단 모빌리티(편의) 세 부문에서 연간 총 406.8백만 원의 편익을 창출하는 것으로 분석되었다.

- (환경 편익) 스마트 설비 도입에 따른 효과 120% 향상을 가정하여 총 65.3백만 원/년 (도시열섬 23.2, 에너지 자립·효율 7.0, 대기정화 8.3, 홍수조절 2.2, 수자원함양 7.3, 수질정화 2.8, 토양유실 저감 14.4)
- (건강 편익) 운동시설 55.1, 공유텃밭 38.9를 합산하여 94.0백만 원/년(EAB)
- (모빌리티 편익) 스마트 쉼터 12.3, 자율주행 트레일 78.8, AI 관제센터 156.5를 합산하여 247.6백만 원/년(EAB)

[표 5-20] 스마트 공원 편익 산정

편익 유형		환경가치 단가 또는 지불의사액(WTP)		연간 편익 환산	
		선행연구 제시 금액	환산 금액		
환경	공원 일반 시설	도시열섬 완화	1,541.0원/㎡	2,316.6원/㎡	23.2백만 원/년
		에너지 자립 효율 향상	466.4원/㎡	701.1원/㎡	7.0백만 원/년
		대기정화 (탄소배출 저감)	554.8원/㎡	834.0원/㎡	8.3백만 원/년
		홍수조절	146.1원/㎡	219.6원/㎡	2.2백만 원/년
		수자원함양	485.4원/㎡	729.7원/㎡	7.3백만 원/년
		수질정화	188.4원/㎡	283.2원/㎡	2.8백만 원/년
		토양유실 저감	960.0원/㎡	1,443.2원/㎡	14.4백만 원/년
	소 계				65.3백만 원/년
건강	운동시설	28,661원/가구·년	30,544원/가구·년	204.6백만 원/년 (5년간) [55.1백만 원/년 (30년간)]	
	스마트 공유 텃밭	23,041원/가구·년	21,518원/가구·년	144.1백만 원/년 (5년간) [38.9백만 원/년 (30년간)]	
	소 계		348.7백만 원/년 (5년간) [94.0백만 원/년 (30년간)]		

편익 유형		환경가치 단가 또는 지불의사액(WTP)		연간 편익 환산
		선행연구 제시 금액	환산 금액	
모빌리티	스마트헬터	798.3원/인·년	762.4원/인·년	12.3백만 원/연
	자율주행 트레일	76,800원/가구·년	43,652원/가구·년	292.4백만 원/연 (5년간) [78.8백만 원/연 (30년간)]
	AI 관제센터	32,710원/인·년	36,123원/인·년	580.7백만 원/연 (5년간) [156.5백만 원/연 (30년간)]
	소계			873.2백만 원/연 (5년간) [247.6백만 원/연 (30년간)]
합계				406.8백만 원/연 (30년간)

출처: 연구진 작성

■ 분석 결과

30년 분석기간, 사회적 할인율 4.5%를 적용한 결과 스마트 공원은 다음과 같이 경제성이 확보된 것으로 나타났다.

- (B/C) 1.067 (≥ 1)
- (NPV) 400백만원 (≥ 0)
- (IRR) 5.54% ($\geq 4.5\%$)

스마트 공원은 총편익 규모가 커 순현재가치(NPV) 극대화 관점에서 유리하며, 특히 모빌리티·정보·관제 기능이 높은 기여도를 보였다.

[표 5-21] 스마트 공원 경제성 분석 결과

구분	결과값	평가
BC	1.067	1보다 크므로 경제성 있음
NPV	400	0보다 크므로 경제성 있음
IRR	5.54%	할인율(4.5%)보다 크므로 경제성 있음

출처: 연구진 작성

[표 5-22] 스마트 공원 연도별 비용 및 편익

연도	할인계수	비용				편익				현재가치		
		소계	공사비	운영비	수선비	소계	환경 개선	건강 개선	모빌리티	비용	편익	비용-편익
2025	1.0000	990	990	0	0	0	0	0	0	990	0	-990
2026	0.9569	2310	2310	0	0	0	0	0	0	2211	0	-2211
2027	0.9157	134	0	134	0	407	65	94	248	122	373	250
2028	0.8763	134	0	134	0	407	65	94	248	117	357	239
2029	0.8386	134	0	134	0	407	65	94	248	112	341	229
2030	0.8025	134	0	134	0	407	65	94	248	107	326	219
2031	0.7679	365	0	134	231	407	65	94	248	280	312	32
2032	0.7348	134	0	134	0	407	65	94	248	98	299	201
2033	0.7032	134	0	134	0	407	65	94	248	94	286	192
2034	0.6729	134	0	134	0	407	65	94	248	90	274	184
2035	0.6439	134	0	134	0	407	65	94	248	86	262	176
2036	0.6162	365	0	134	231	407	65	94	248	225	251	26
2037	0.5897	134	0	134	0	407	65	94	248	79	240	161
2038	0.5643	134	0	134	0	407	65	94	248	75	230	154
2039	0.5400	134	0	134	0	407	65	94	248	72	220	148
2040	0.5167	134	0	134	0	407	65	94	248	69	210	141
2041	0.4945	365	0	134	231	407	65	94	248	180	201	21
2042	0.4732	134	0	134	0	407	65	94	248	63	193	129
2043	0.4528	134	0	134	0	407	65	94	248	61	184	124
2044	0.4333	134	0	134	0	407	65	94	248	58	176	118
2045	0.4146	134	0	134	0	407	65	94	248	55	169	113
2046	0.3968	365	0	134	231	407	65	94	248	145	161	17
2047	0.3797	134	0	134	0	407	65	94	248	51	154	104
2048	0.3634	134	0	134	0	407	65	94	248	49	148	99
2049	0.3477	134	0	134	0	407	65	94	248	46	141	95
2050	0.3327	134	0	134	0	407	65	94	248	44	135	91
2051	0.3184	365	0	134	231	407	65	94	248	116	130	13
2052	0.3047	134	0	134	0	407	65	94	248	41	124	83
2053	0.2916	134	0	134	0	407	65	94	248	39	119	80
2054	0.2790	134	0	134	0	407	65	94	248	37	114	76
2055	0.2670	134	0	134	0	407	65	94	248	36	109	73
2056	0.2555	365	0	134	231	407	65	94	248	93	104	11
합계										5,941	6,342	400

출처: 연구진 작성

⑦ 경제성 분석 결론

두 대안 모두 사회적 할인율 4.5% 기준에서 경제성이 확보되었다($B/C > 1$, $NPV > 0$, $IRR > 4.5\%$).

- 효율성 지표(B/C · IRR): 일반공원이 우위, 초기 투자와 교체 비용이 낮아 비용 대비 효율성이 높다.
- 총편익 규모(NPV): 스마트 공원이 우위, 초기비용이 크지만 모빌리티·정보·관제 기능 확충으로 추가 편익이 크게 발생한다.

정리하면, 예산 제약과 비용 대비 효율을 우선시 할 경우에는 일반공원이 합리적 선택이며, 반대로 총편익 극대화와 서비스 수준 고도화가 목표일 경우에는 스마트 공원이 바람직한 대안이 된다. 즉 정책 선택은 재정 여건과 정책 목표의 우선순위에 따라 달라질 수 있다.

[표 5-23] 경제성 분석 결과

구분	일반 공원	스마트 공원
BC	1.125	1.067
NPV	189백만 원	400백만 원
IRR	6.06%	5.54%

출처: 연구진 작성

3. 소결

본 연구의 제5장에서는 스마트 그린인프라(SGI)의 구체적인 정책사업 모델을 제시하고 경제적 타당성을 분석하였다. 이를 위해 그린인프라의 대표 공간인 도시공원을 대상으로 선정하고, 미래 도시가 직면할 핵심 과제인 ① 기후위기 대응, ② 초고령사회 대응, ③ 첨단 모빌리티 수용이라는 세 가지 전략영역을 설정했다.

분석 결과를 바탕으로 한 정책적 시사점은 다음과 같다.

첫째, 도시문제 해결형 다기능 인프라로서의 SGI 정책 확대가 필요하다. 현재 스마트도시 정책 내 그린인프라 관련 서비스는 주로 문화·관광이나 단순 편의 제공에 집중되어 있다. 하지만 본 연구에서 제시된 모델처럼, SGI는 기후위기, 고령화, 모빌리티 혁신 등 도시의 구조적 문제에 대응하는 핵심 인프라로 기능할 잠재력이 크다. 따라서 향후 정책은 단순 기술 도입을 넘어, 도시의 지속가능성과 회복탄력성을 높이는 다차원적 솔루션으로 SGI를 전략적으로 확대해야 하겠다.

둘째, 초기 계획 단계부터 SGI 개념의 통합적 반영이 요구된다. 스마트 공원 모델을 3기 신도시에 적용한 사례에서 알 수 있듯이, SGI의 효과를 극대화하기 위해서는 도시개발 초기 계획 단계부터 녹지, 교통, 에너지, 복지 등 다양한 부문과 통합적으로 설계하는 것이 중요하다. 기존 도시의 파편화된 인프라에 스마트 기술을 사후 적용하는 방식보다 비용 효율적이며, 시스템 간 시너지 효과를 창출하는 데 유리하다.

셋째, 데이터 기반의 과학적 정책 결정 및 경제성 검증 체계를 마련해야 한다. 본 연구의 경제성 분석은 스마트 공원의 사회적 편익을 계량화하여 투자의 정당성을 확보하는 근거를 제시하였다. 이는 SGI 정책 추진 시 과학적 데이터와 경제성 분석에 기반한 의사결정이 필수적임을 보여준다. 데이터 기반 SGI 정보체계 구축은 정책 우선순위를 설정하고 한정된 예산을 효율적으로 배분하는 데 핵심적인 역할을 할 것으로 판단된다.

넷째, 관련 법·제도의 정비 및 부처 간 협력 강화가 필요하다. SGI 정책사업 모델을 실제 현장에 적용하기 위해서는 제도적 기반 마련이 시급하다. 예를 들어, 식생도량이나 레인가든 같은 LID 시설을 공원시설로 명확히 규정하고, 자율주행 트레일이나 모빌리티 허브와 같이 여러 기능이 융합된 시설에 대한 설치·운영 기준을 마련해야 한다. 이를 위해서는 국토교통부, 환경부, 행정안전부 등 관계 부처 간의 칸막이를 허물고 협력적 거버넌스를 구축하는 것이 중요하다.

다섯째, 정책 목표에 따른 맞춤형 투자 전략 수립 경제성 분석 결과, 비용 효율성을 중시한다면 일반 공원이, 총편익 극대화와 서비스 고도화를 추구한다면 스마트 공원이 더 적합한 대안이 될 수 있음을 확인하였다. 이는 모든 도시에 획일적인 SGI 모델을 적용하기보다, 각 지자체의 재정 여건, 정책 우선순위, 해결하고자 하는 도시문제의 특성 등을 종합적으로 고려하여 맞춤형 투자 전략을 수립해야 함을 시사한다.

[표 5-24] 스마트 그린인프라 정책사업 모델 설계 및 경제성 분석 결과 요약

구분	주요 내용
도시공원 대상 SGI 정책사업 모델 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 대상지 선정 - 정책적 실효성과 확장성을 고려하여 3기 신도시 내 1만㎡ 규모의 근린공원을 정책사업 모델의 프로토타입으로 설정 - 3기 신도시는 초기 계획 단계부터 스마트 기술과 녹지체계를 통합적으로 반영할 수 있어 SGI 실증에 유리한 조건 보유 • 핵심 솔루션 도출 및 적용 - 전문가 IPA 분석 결과를 바탕으로 기술적 성숙도와 정책적 필요도가 높은 솔루션을 우선적으로 선정하고, 미래 비전 제시를 위한 전략적 솔루션을 포함하여 총 11개의 핵심 SGI 솔루션을 스마트 공원 모델에 적용 - 기후위기 대응: 스마트 식생도랑, 스마트 레인가든, 쿨링포그, 스마트 에너지 및 물 관리 시스템 등 자연기반해법(NbS)과 저영향개발(LID) 기술을 중심으로 설계 - 초고령사회 대응: 스마트 시니어 운동시설, 스마트 헬스트레일, 스마트 공유텃밭 등 디지털 헬스케어와 커뮤니티 활성화에 초점을 맞춘 서비스로 구성 - 첨단 모빌리티 수용: 스마트 쉼터, 자율주행 트레일, 모빌리티 허브 등 미래 교통수단과의 연계를 통해 공원을 도시 교통의 핵심 거점으로 활용하는 방안을 제시 • 공간 모델 설계 - 각 솔루션의 기능과 공간 요구사항을 바탕으로 3D 디지털 모델링(Rhino)을 활용하여 종합 구상도를 시각적으로 구현했으며, 이를 통해 각 기술 요소와 서비스가 공원 내에서 어떻게 통합될 수 있는지 구체화
스마트 공원 정책사업 경제성 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 분석 방법 - 스마트 공원 도입의 경제적 타당성을 검증하기 위해 '일반 공원(대안0)과 '스마트 공원(대안1) 시나리오를 설정하고 비용-편익 분석(B/C 분석)을 수행 - 편익은 기후위기 대응(환경), 초고령사회 대응(건강), 첨단 모빌리티 수용(편의) 개선의 세 가지 범주로 나누어 산정했으며, 선행연구의 지불의사액(WTP)을 활용한 가치이전(Value Transfer) 방식을 적용 • 분석 결과 - 일반 공원은 B/C 1.125, 순현재가치(NPV) 189백만 원, 내부수익률(IRR) 6.06%로 경제성을 확보 - 스마트 공원은 B/C 1.067, NPV 400백만 원, IRR 5.54%로 나타나 마찬가지로 경제적 타당성을 확보 • 시사점 - 두 대안 모두 경제성이 있으나, 일반 공원은 초기 투자비가 낮아 비용 효율성(B/C, IRR)이 높고, 스마트 공원은 총편익의 절대적 규모(NPV)가 커 서비스 수준 고도화와 사회적 가치 창출 측면에서 유리한 것으로 분석 - 이는 정책 목표와 재정 여건에 따라 선택이 달라질 수 있음을 시사

출처: 연구진 작성

제6장

결론

1. 연구의 주요 내용 및 결과
2. 정책적 시사점
3. 연구의 한계 및 향후 연구과제

1. 연구의 주요 내용 및 결과

본 연구는 지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI)의 개념을 정립하고 이를 활용한 정책 추진 방안을 모색하였다. 전통적인 그린인프라는 탄소중립 및 기후위기, 초고령사회, 첨단 모빌리티 등 복합적 현대 도시문제와 과제에 대응하는 데 한계를 보이고 있으며, 데이터 기반 관리체계의 미흡과 부처별 단편적 접근으로 잠재적 기능을 충분히 발휘하지 못하고 있다. 이에 따라 도시계획·건축·조경·환경·ICT·에너지 등 범분야가 융합된 SGI의 개념을 본 연구에서 이론적으로 정의하였다. SGI는 기후위기 대응, 탄소중립 실현, 주민 삶의 질 향상, 그리고 도시의 경제적 효율성을 통합적으로 달성하기 위해 자연적 요소와 데이터 기반의 스마트 운영체계를 융합하여 설계된 사회기반시설이다. 이러한 SGI 개념을 바탕으로 도시의 지속가능성과 회복탄력성을 제고할 종합적인 정책 전략을 구상하였다.

첫째, SGI 관련 정책 추진 현황을 분석하였다. 최근 지자체 스마트도시계획 수립이 활발해지면서, 환경·녹색분야 서비스 도입이 늘고 있으나 여전히 초기 단계에 머물러 있었다. 전국 지자체 스마트도시계획 63건 중 59건(93.7%)이 하나 이상의 그린인프라 관련 스마트서비스를 포함하고 있었으며 총 139건의 서비스를 확인하였다. 이 중 도시공원 대상 서비스가 59건으로 37.1%를 차지하여 가장 높은 비중을 보였고, 이는 문화·관광이나 편의 증진 중심의 솔루션들이 근린공원 등을 무대로 주로 추진되고 있음을 의미한다. 국토교통부의 스마트도시 공모사업들도 유사한 경향으로, 선정된 과제의 39.2%가 공원을 기반으로 하는 서비스일 만큼 도시공원이 SGI 구현의 핵심 공간으로 기능하고 있었다. 다만 이러한 서비스들은 지능형 CCTV, IoT 휴지통, AR 관광 콘텐츠 등 개별 편의나 관리효율에 초점이 많아 기후위기 대응이나 사회적 문제 해결 측면에서 다소 제한적임을 확인하였다. 즉, 현재의 스마트도시 정책 내 그린인프라 활용은 범위와 기능 면에서 아직 단편적이며, 이를 보다 도시문제 해결형으로 발전시킬 여지가 있다는 점이 도출되었다.

둘째, SGI 솔루션 인벤토리를 작성하고, 정책적 우선순위를 도출하였다. 문헌 및 사례 연구를 통해 스마트도시법에 규정된 8대 서비스 분야(행정, 교통, 보건·복지·의료, 환경·에너지·수자원,

방재·방법, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠)별로 적용 가능한 SGI 솔루션을 정리하였다. 이를 기술적 성숙도와 정책적 필요도 두 축으로 전문가 평가(IPA 기법)를 실시하여 분류한 결과, 즉시 도입이 가능하면서 정책효과가 큰 1사분면 솔루션과 전략적으로 개발이 필요한 4사분면 솔루션들이 도출되었다. 이러한 우선순위 분석을 통해 SGI 정책사업을 추진할 때 바로 적용할 핵심 기술과 중장기 투자영역을 식별할 수 있었다. 본 연구에서는 특히 기후위기 대응, 초고령 사회 대응, 첨단 모빌리티 수용이라는 세 가지 전략 방향을 설정하고, 각 축별로 중요한 SGI 솔루션을 조합하여 정책사업 모델을 구상하였다.

셋째, 선정된 SGI 솔루션들을 통합한 스마트 공원 정책사업 모델을 설계하고 경제성 분석을 수행하였다. 적용 대상지는 3기 신도시 내 도시공원을 가정하였는데, 이는 스마트도시 및 탄소중립 도시 전략과의 연계가 높고 계획 초기단계부터 SGI 개념을 반영할 수 있는 유리한 조건이기 때문이다. 모델은 도시공원에 1) 탄소중립과 기후위기 대응 요소(스마트 식생도랑, 스마트 레인가든, 쿨링포그, 스마트 에너지 관리 시스템, 스마트 물관리 시스템), 2)초고령사회 대응 요소(스마트 시니어 운동시설, 스마트 헬스트레일, 스마트 공유텃밭), 3)첨단 모빌리티 수용 대응 요소(스마트 쉼터, 자율주행 트레일, 모빌리티 허브)를 복합적으로 배치하도록 구상되었다. 이러한 SGI 요소들이 상호 연계되어 공원의 다기능 플랫폼화를 이루고, 센서 데이터 수집-AI분석-실시간 관리로 운영되는 모습으로 구상하였다. 설계된 스마트 공원 모델의 경제적 타당성을 검증하기 위해 비용-편익 분석을 수행한 결과, 스마트 공원 시나리오가 충분한 사회적 편익을 창출하여 경제성이 있음이 확인되었다. 구체적으로, 30년 운영을 가정했을 때 스마트 공원의 B/C는 1.067, 순현재가치(NPV)는 약 +4억 원으로 편익이 비용을 상회하였다. 이는 동일 입지에 전통적 방식으로 조성한 일반 공원의 경우(B/C 1.125, NPV +1억89백만 원)와 비교해 총편익 규모는 더 크지만 비용 대비 효율성은 다소 낮은 것으로 나타났다. 따라서 예산 효율을 중시하면 일반공원도 충분히 타당하며, 더 높은 사회적 가치 창출을 원하면 스마트 공원이 유리하다는 의미이다. 이처럼 정량적 분석을 통해 SGI 도입의 가치와 한계를 객관적으로 평가하였으며, 결과적으로 스마트 공원 모델은 도시문제 해결형 그린인프라 전략으로서 정책적 추진 가치가 있음을 입증하였다.

2. 정책적 시사점

이상의 연구 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 관련 법정계획의 이행 측면에서 SGI 추진 기반을 강화해야 한다. 현재 국토교통부의 최상위 공간계획인 '제5차 국토종합계획(2020-2040)'에는 '스마트 기술을 활용한 녹색인프라의 입지·관리 최적화' 및 'IoT·AI 등 첨단기술을 접목한 스마트 녹색인프라 보급'이 국가 전략 과제로 명시되어 있다. 이를 실현하기 위한 세부과제로 SGI 정보체계 구축, 조성·관리 기준 정립, 사업모델 개발 등이 제시되어 있어, 정부 차원에서 이미 SGI의 중요성을 인지하고 있다. 또한 「조경진흥법」에 따른 법정계획인 '제2차 조경진흥 기본계획(2022-2026)'에서도 '탄소 흡수량 데이터를 반영한 그린인프라 통합정보체계 구축', '스마트 공원녹지 시범사업 추진 및 가이드라인 마련' 등을 추진과제로 포함하고 있다. 이러한 상위계획들의 목표를 실질적으로 이행하기 위해, 국가 차원의 SGI 추진체계를 구축할 필요성이 있다. 본 연구에서 제시한 스마트 공원 모델과 솔루션 패키지는 국토종합계획과 조경진흥계획의 관련 과제를 뒷받침하는 구체적 사례가 될 수 있다. 정부는 이를 토대로 스마트 공원 시범사업을 점진적으로 확산하고, 데이터 연계형 SGI 통합정보 플랫폼을 구축하여 국가·지자체가 공동 활용하는 체계를 마련해야 한다. 나아가 국가 법정계획상 목표들이 지자체 계획과 사업에 반영될 수 있도록 행정적 지원과 재정 투자를 강화하는 것이 필요하다. 이를 통해 탄소중립과 K-AI시티 등 거시적 정책 기조 하에서 SGI가 실행력 있는 전략수단으로 정착하도록 해야 한다.

둘째, 지자체 스마트도시계획 및 정부 공모사업 등 스마트도시 정책의 개선 측면에서 SGI의 역할을 재정립할 필요가 있다. 앞서 분석했듯이 현재 스마트도시 정책에서의 그린인프라 활용은 문화·여가 및 편의 증진 위주로 국한되는 경향이 있다. 그러나 SGI는 기후위기, 초고령화, 모빌리티 혁신 등 구조적 도시문제 해결에 기여할 수 있는 잠재력이 크므로, 도시문제 해결형 다기능 인프라로서 SGI 정책을 확대하는 방향 전환이 요구된다. 이를 위해 중앙정부와 지자체의 스마트도시 전략 및 사업평가 지표에 환경회복력 등의 항목을 포함하고 SGI 관련 사업 비중을 높이는 방안을 고려할 수 있다. 또한 도시개발 초기 단계부터 SGI 개념을 통합적으로 반영하도록 계획 프로세스를 개선해야 한다. 신도시 계획 시 교통·에너지·녹지 부문을 분절 없이

설계하고, 기존 도시재생에서도 녹지축과 스마트 기술을 연계하는 노력이 필요하다. 이는 사후에 개별 기술을 붙이는 방식보다 비용효과성이 높고 시스템 간 시너지 효과를 창출할 수 있다. 아울러 데이터 기반의 과학적 정책결정 체계를 마련하는 것이 중요하다. SGI 사업의 효과를 검증하기 위해서는 환경센서, 이용패턴 등의 데이터 수집과 분석 시스템이 필수적이며, 이를 통해 투자 우선순위와 예산 배분의 합리성을 확보해야 한다. 본 연구에서 수행한 바와 같이 편익산정 모델을 개발해 스마트 사업의 경제성 평가 체계를 구축하고, 축적된 데이터를 토대로 SGI 사업의 투자대비효과를 국민에게 투명하게 공개하는 체계를 갖출 필요가 있다. 마지막으로, 시민 참여와 수요자 중심 서비스 관점을 강화해야 한다. 스마트도시계획의 핵심 가치로 사용자 중심성을 강조하는 흐름에 맞추어, SGI 사업 역시 주민참여형 기획과 리빙랩 등을 통해 지역 맞춤형으로 추진되어야 지속성과 효과를 높일 수 있다. 정부 공모사업 평가에도 주민 체감효과, 사회적 가치 창출 항목을 비중 있게 반영함으로써, SGI가 기술 공급자 편익이 아닌 지역사회 문제해결형으로 자리매김하도록 유도해야 할 것이다.

셋째, 그린인프라 관련 법제 및 정책의 개선 측면에서 통합적 관리체계 구축을 위한 정비가 시급하다. 현재 국내 그린인프라 관련 법률은 분야별로 분산되어 있어 SGI 추진에 걸림돌이 되고 있다. 도시공원은 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」, 도시숲은 「도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률」, 수목원·정원은 「수목원·정원의 조성 및 진흥에 관한 법률」 등으로 관리 주체와 기준이 구분되어 있다. 뿐만 아니라, 스마트 기술 융합에 따른 신규 유형의 시설이나 복합 용도 공간에 대한 법적 근거가 부족한 실정이다. 예를 들어 공원 내에 스마트 쉼터, 자율주행차, 드론 및 UAM 이착륙장 등 교통·통신과 융합된 시설을 도입할 때, 이중 법령과의 적용 범위 충돌로 인해 행정 해석상 혼선이 발생할 가능성이 크다. 이러한 부처 칸막이식 규제를 해소하기 위해, 규제샌드박스를 통해 효과성과 안전성을 검증한 후, 부처 협업형 가이드라인이나 표준매뉴얼을 제정하여 복합시설의 설치·운영 기준을 명확히 해야 한다. 나아가 통합적 그린인프라 관리를 위한 법제 신설도 중장기적으로 검토할 필요가 있다. 개별 법률들로 분산된 도시 녹색공간을 종합적으로 계획·관리하기 위한 (가칭)「도시 그린인프라법」을 제정하고, 범부처 협력을 제도화함으로써 국토환경 관리의 거버넌스 혁신을 도모해야 한다. 이를 통해 도시 숲·공원·하천·생태축·녹색건축물 등 다양한 녹지자산을 하나의 체계 아래 연계망(Network)으로 관리하고, 스마트 기술을 접목한 통합 모니터링 및 유지관리 시스템을 구축할 수 있을 것이다. 결국 이러한 법·제도 개선 노력은 SGI 정책사업이 현장에서 장애 없이 구현되고, 장기적으로 지속가능한 도시 플랫폼으로 기능하는 토대를 마련해줄 것으로 기대된다.

3. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구를 통해 SGI 정책 모델을 제시하고 유용한 시사점을 도출하였지만, 몇 가지 한계가 존재하며 이에 대한 향후 연구과제를 제안한다. 첫째, 연구 범위 측면에서 그린인프라 유형의 제한성이 있다. 본 연구는 도시공원을 중심 사례로 SGI 솔루션을 설계하고 분석하였다. 이는 도시공원이 대표적인 도시 녹지공간이자 스마트 기술 적용 사례가 상대적으로 많다는 장점이 있으나, 가로수, 도시숲, 정원, 옥상녹화 등 다른 녹지 요소에 대한 고려는 상대적으로 부족하였다. 향후 연구에서는 다양한 공간유형별 SGI 전략을 개발하여, 도시 전체의 그린인프라 망을 아우르는 포괄적 방안을 모색할 필요가 있다. 또한 본 연구의 스마트 공원 모델이 신도시의 신규 공원을 가정한 것에 따라, 구도심의 기존 공원이나 재개발 지역에 SGI를 도입하는 문제는 다루지 못하였다. 기성시가지에 대한 SGI 적용 전략은 공간적 제약, 노후 인프라 등 추가적인 과제가 수반되므로, 이에 대한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 연구 방법 및 데이터 측면에서 정량적 분석의 한계가 있다. SGI의 효과를 계량화하기 위해 편익산정과 B/C 분석을 수행하였으나, 이는 가용한 2차 데이터와 가정치에 의존한 측면이 있다. 예를 들어 스마트 공원의 환경편익 평가에 기존 선행연구의 지불의사액(WTP) 값을 활용하였는데, 이는 실제 국내 이용자의 인식이나 지역별 특성을 완전히 반영하지 못할 수 있다. 또한 일부 사회·생태적 편익(생물다양성 증진, 공동체 가치 등)은 금전 가치로 환산하는 데 한계가 있어 분석에서 제외되었다. 이러한 점에서 SGI의 총효과를 과소평가했을 가능성이 있으며, 향후 연구에서는 보다 다양한 편익항목을 포괄하는 평가기법을 개발해야 한다. 뿐만 아니라 실증 데이터의 확보도 중요하다. 향후 실제 스마트 공원 시범사업이 진행된다면, IoT센서로 수집되는 환경·이용 데이터와 사업 전후 변화를 비교분석하여 정책의 효과성을 실증적으로 평가할 수 있을 것이다. 이러한 빅데이터 기반의 평가체계가 구축되면 SGI 정책에 대한 사회적 신뢰성과 설득력이 한층 높아질 것으로 기대된다.

셋째, SGI 구현을 위한 제도적·운영적 연구의 한계가 있다. 본 연구는 공간계획과 기술 솔루션, 경제성 분석에 중점을 두었으나, 거버넌스와 운영관리 측면의 심층 논의는 상대적으로 부족하였다. SGI는 본질적으로 도시계획, 환경, 교통, 안전 등 여러 부문이 연계되는 융합정책

이므로, 실현 단계에서 부처 간 협력, 관리주체의 설정, 민간 참여 등 제도적 뒷받침이 중요하다. 현재 부처별 칸막이 행정이나 예산 제약으로 인해 SGI 사업이 실행 단계에서 지연되거나 축소될 위험이 있다. 따라서 향후 연구에서는 SGI 거버넌스 모델에 대한 탐색이 필요하다. 예를 들어 지자체, 기업, 지역주민이 참여하는 거버넌스 구조와 역할분담, 민관협력(PPP)을 통한 자원 조달 방안, 그리고 성과공유형 운영모델 등에 대한 연구가 이루어져야 하겠다. 이와 함께 SGI 서비스의 수용성 평가와 사용자 경험(UX) 연구도 향후 과제로 추진할 필요성이 있다. 스마트기술을 활용한 공원 서비스가 시민들에게 어떻게 받아들여지고 활용되는지, 또 개인정보보호나 기술오류 등에 대한 사회적 수용성 문제는 없는지 평가할 필요가 있다. 이러한 정성적 연구를 통해 주민 만족도, 이용행태 변화, 공동체 영향 등을 파악하면 SGI의 사회적 효과를 총체적으로 이해할 수 있을 것이다.

종합하면, 본 연구는 SGI 분야의 선행 연구가 부족한 상황에서 정책 프레임워크와 실증모델을 제시했다는 의의를 갖는다. 동시에 위에서 언급한 바와 같은 제한점들이 존재하므로, 이를 보완하기 위한 후속 연구가 지속되어야 SGI 정책의 현실 적용력 제고와 이론적 완성도 향상을 이룰 수 있다. 향후 다양한 도시와 환경 맥락에서 SGI의 적용 방안을 모색하고, 기술 발전에 따른 새로운 솔루션을 통합하는 연구가 축적된다면, 궁극적으로 지속가능한 스마트도시를 구현하는 데 기여할 것으로 기대한다.

[단행본, 연구보고서]

국토연구원. (2021). 글로벌 기후변화에 대응하기 위한 에코스마트시티 사업추진 및 해외 진출 방안. 경제·인문사회연구회.

글레이저, 에드워드. (2016). 『도시의 승리: 도시는 어떻게 인간을 더 풍요롭고, 더 행복하게 만들었나?』 이진원 옮김. 서울: 해냄.

김동근, 김범식, 김원즈, 신영현, 심효섭, 김한준. (2021). 선택실험법 활용한 공원사업 투자 심사 편의 추정 방안. 서울연구원.

김용국, 성미성, 임현성, 양은영. (2019). 지속가능한 스마트시티 구현을 위한 도시설계 전략. 건축공간연구원.

김용국, 송유미, 조상규. (2020). 스마트 그린시티 구현을 위한 스마트 공원 설계·관리 방향. 건축공간연구원.

농촌진흥청. (2013). 도시농업의 사회문화환경적 가치 평가. 농촌진흥청.

박순애, 조경진, 이영범, 박치성, 박재민, 김무한. (2021). 스마트 그린인프라 시스템 구축을 통한 도시의 기후 및 환경 문제 해결 방안 연구 용역. (사)한국행정학회 정책기획위원회.

유정민, 김고운, 윤서연, 주재욱, 김정아, 함수한. (2021) 기후위기 대응 서울시 '그린 뉴딜' 정책 방향과 추진 전략. 서울연구원.

이세원, 유재성, 임시영, 김동준, 박대근, 유인재. (2025). Urban AI 기반 도시문제 예측과 대응방안: 민원데이터를 중심으로. 국토연구원.

이신해, 연준형. (2025). 서울시 스마트쉼터 운영 평가와 개선방안. 서울연구원.

중소기업기술정보진흥원. (2018). 중소기업 전략기술로드맵 2019-2021 스마트시티부문.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2001). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Washington, DC: Island Press.

IUCN. (2020). Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.

Luskin Center for Innovation. (2018). Smart parks: A toolkit. UCLA. [pdf] <https://innovation.luskin.ucla.edu/sites/default/files/ParksWeb020218.pdf>

OECD (2020). Governing Smart Cities: Policy Pathways and Institutional Frameworks for Inclusive Smart Urban Development. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2000). Our Built and Natural Environments: A Technical Review of the Interactions Between Land Use, Transportation, and Environmental Quality. Washington, DC: U.S.

[연속간행물]

- 김희영, 조성수, 이상호(2022) 도시유형별 스마트도시서비스 비교분석, 한국산학기술학회 논문지, 23(10), 107-117.
- 박선미, 최효민, 최성이. (2024). 스마트시티 패러다임 변화 고찰 : 글로벌 인덱스 및 주요도시 사례를 중심으로. 한국산학기술학회논문지, 25(2), 270-279.
- 송용준, 강범준. (2024). 「스마트도시계획 정책 수준 핵심 내용과 가치 도출 - 2009년부터 2023년 발표된 42개 도시 스마트도시계획을 중심으로 -」. 대한건축학회논문집 40(3): 235-245.
- 심희철, 김재환. (2023). 조건부가치측정법(CVM)을 통한 스마트시티 조성사업의 경제적 가치 추정에 관한 연구 - 예산군 중소도시 스마트시티 조성사업을 중심으로 -. 주거환경, 21(1), 67 - 76.
- 이백진, 남궁문, 김도현. (2022). 자율주행시대 도로첨단화에 대한 지불의사액 추정. 자율주행시대 도로첨단화에 대한 지불의사액 추정 연구. 대한교통학회지, 40(4), 555-569.
- 전진현. (2023). 스마트 도시 외부 공간 설계에 관한 연구 -구리시 한강변 개발 사업을 중심으로-. 한국공간디자인학회 논문집, 18(5), 569-582.
- 조경진 외. (2022). 환경생태정보 전달을 위한 가상·증강현실 사용자 경험디자인 연구. 한국환경복원기술학회 25(2): 68-84.
- 허주녕, 권혁현. (2014). 도시농업 참여 실태와 다원적기능 가치평가: 서울시 민·공영 주말텃밭 사례. 서울도시연구, 15(4), 53-64.
- Ababneh, A. (2023). Smart urban management of green space. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 4(3), 339-353.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp
- Grabowski, Z. J., McPhearson, T., Matsler, A. M., Groffman, P., & Pickett, S. T. A. (2022). What is green infrastructure? A study of definitions in U.S. city planning. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 20(1), pp.152-160.
- Hui, X. H., Ge, D., Alamri, S., & Toghraie, D. (2023). Greening smart cities: An investigation of the integration of urban natural resources and smart city technologies for promoting environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104985
- Kaluarachchi, Y. (2021). Potential advantages in combining smart and green infrastructure over silo approaches for future cities. *Frontiers of Engineering Management*, 8, 98-108
- Lei, X.; Xu, J.; Chen, Y.; Liu, C.; Zhao, K. Digital Oasis: How Green Infrastructure Is Reshaping China's Energy Resilience Landscape. *Systems* 2025, 13, 306. <https://doi.org/10.3390/systems13050306>
- Li, Y., Wu, Y., Luo, Y., Fu, Z., & Zhang, S. (2024). The influence of smart green spaces on environmental awareness, social cohesion, and life satisfaction in high-rise residential communities. *Buildings*, 14(9), 2917. <https://doi.org/10.3390/buildings14092917>
- Opdam, P., Steingröver, E., & van Rooij, S. (2006). Ecological Networks: A Spatial Concept for Multi-Actor Planning of Sustainable Landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 75(3-4), 322-332. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2005.04.023>
- Sandström, U. G. (2002). Green Infrastructure Planning in Urban Sweden. *Planning Practice & Research*, 17(4), 373-385. <https://doi.org/10.1080/02697450216356>
- Shi, Y., Ge, Y., Chang, J., Shao, H., & Tang, Y. (2013). Garden waste biomass for renewable and sustainable energy production in China: Potential, challenges and development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 432-437. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.003>

[학위 논문]

권태경. (2023). 기후변화 대응 IoT 응용 인공지능 모델링을 통한 스마트공원 구현 : 서울숲공원과 소래생태공원 사례를 중심으로. 서울대학원 박사학위 논문

[신문기사]

강해연. (2018.6.14.). 국토부, 부천시 '미세먼지 클린' 스마트시티 조성. 미래한국. <https://www.futurekorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=107521> (검색일 2025.04.13.)

김보라. (2022.8.3.). 자전거·PM 이용을 더 안전하고 편리하게! 수원시, 광고신도시 내 PM 시범지구 조성·스마트 충전 스테이션 설치 사업 등. e수원뉴스. <https://news.suwon.go.kr/?p=71&reqIdx=202208030949012585&viewMode=view> (검색일 2025.03.27.)

신영빈. (2024.10.5. 기사). [현장] 공원 쓰레기, 로봇에게 주세요...로보티즈 '개미' 12대 투입: 수도권 자율주행로봇 수거·순찰 서비스 시작...내년 배달도 운영. ZDNet Korea. <https://zdnet.co.kr/view/?no=20241004165041> (검색일 2025.04.13.)

신영빈. (2024.7.3.). 천안 어르신 건강 지키는 '웨어러블 로봇'. 지디넷코리아. <https://zdnet.co.kr/view/?no=20240703101933> (검색일 2025.04.13.)

이동재. (2024.6.28.). 한국도로공사 “생태통로, 끊긴 서식지 연결하고 로드킬 막는다”. 뉴스핍. <https://www.newspenguin.com/news/articleView.html?idxno=17143> (검색일 2025.04.13.)

이창우. (2021.4.16.). 한전KDN '스마트팜 관수시스템 지원', 도시농업 활성화. https://mobile.newsis.com/view/NISX20210416_0001409719 (검색일 2025.04.13.)

장명곤. (2024.9.22.). “AI와 AR” 기술 기반 응급 의료 대응 서비스(EMS). GTT KOREA. <https://www.gttkorea.com/news/articleView.html?idxno=13499> (검색일 2025.04.13.)

[인터넷 자료]

경기기후플랫폼. (2025). <https://climate.gg.go.kr/ips>

김미희. (2020). 도시문제 해결을 위한 핵심 키워드, 스마트시티(Smart City). 이글루코퍼레이션. <https://www.igloo.co.kr/security-information/도시문제-해결을-위한-핵심-키워드-스마트시티Smart-City> (검색일: 2025.12.26.)

김해시 스마트관광(고고(古GO)가야). (n.d.). 워터스크린. https://smartcity.gimhae.go.kr/smart_tour/bogogaya/waterScreen

다모아텍. (2023). 토양 수분 자동 제어 솔루션. https://damoatech.com/sub/solution_view.php?seq=31

법제처 국가법령정보센터. <https://www.law.go.kr>

서울특별시. (2025). <https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2013136> (검색일 2025.03.27.)

스마트시티종합포털. (2024. 12. 13.). [우수기술] 지능형 선별 관제 시스템. <https://smartcity.go.kr/2024/12/13/%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%EC%84%A0%EB%B3%84%EA%B4%80%EC%A0%9C%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C/> (검색일 2025.04.13.)

한국갤럽조사연구소. (2018). 2012-2018 스마트폰 사용률, 현재 사용 & 향후 구입 예정 브랜드. <https://www.gallup.co.kr/gallupdb/reportContent.asp?seqNo=943>(검색일 2025.04.17.)

현대자동차그룹 홈페이지. (2024). 현대자동차 셔클의 2024년, 교통 약자를 위한 손길을 건네다 <https://developers.hyundaimotorgroup.com/journal/129> (검색일 2025.03.27.)

Ameblo. (2024). <https://ameblo.jp/shibuyanookadamari/entry-12837688674.html>

Bhoda. (2024). Smart parks and green spaces: Pioneering urban greenery through technology.

- <https://bsmaenterprises.com/blog-1/f/smart-parks-and-green-spaces-pioneering-urban-greenery> (검색일: 2025.12.22.)
- C40 Knoelgre 홈페이지. (n.d.) (https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Cities100-Paris-is-using-blue-and-green-infrastructure-to-tackle-city-heat?language=en_US) (검색일 2025.04.13.)
- City of Malmö. (2023, July 20). Climate smart Hyllie. Malmö Sustainable Urban Development. <https://malmo.se/Welcome-to-Malmo/Sustainable-Malmo/Sustainable-Urban-Development/Hyllie/Climate-smart-Hyllie.html>
- City of Raleigh. (2024). Mapping Urban Heat Islands. Raleigh Climate Action and Sustainability. <https://raleighnc.gov/climate-action-and-sustainability/services/mapping-urban-heat-islands> (검색일 2025.03.27.)
- Corgan. (2019), CONNECT EVOLVED, Uber Elevate 2019. [pdf] <https://www.corgan.com/sites/default/files/inline-files/CorganUberBook.pdf> (검색일 2025.03.27.)
- Data-Smart City Solutions 홈페이지. (2017). <https://datasmart.hks.harvard.edu/news/article/how-a-smart-city-tackles-rainfall-956> (검색일 2025.04.13.)
- DeepForestry. (n.d.). <https://www.deepforestry.com/>
- Dike Monitoring and conditioning System(DMC) 홈페이지, <https://www.dmc-system.com/projects/ijkdijk/> (검색일 2025.03.16.)
- Emerald Necklace Conservancy website. (n.d.). Emerald Necklace Map. <https://www.emeraldnecklace.org/park-overview/emerald-necklace-map/> (검색일: 2025.12.26.)
- Forum Virium. (n.d.). Plants cool tram stops: Pilot project underway in Helsinki. <https://forumvirium.fi/en/release/plants-cool-tram-stops-pilot-project-underway-in-helsinki/> (검색일 2025.04.13.)
- Googel Tree Canopy Lab. (n.d.). <https://insights.sustainability.google/> (검색일 2025.03.27.)
- Gov Tech Singapore (2017). <https://www.tech.gov.sg/media/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore/>
- My SMARTLIFE Project. (2019). Transition of EU cities towards a new concept of Smart Life and Economy https://www.mysmartlife.eu/fileadmin/user_upload/publications/D2.13_Monitoring_solutions_for_EV_uptake.pdf (검색일 2025.03.21.)
- mySMARTLife Consortium. (2018). D3.10 Design and implementation of adaptive lighting concept (Deliverable D3.10). [pdf] https://www.mysmartlife.eu/fileadmin/user_upload/Deliverables/D3.10_Design_and_implementation_of_adaptive_lighting_concept.pdf
- Nature-based Solutions Initiative. (2022). United Nations Environment Assembly agrees Nature-based Solutions definition. <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/news/united-nations-environment-assembly-nature-based-solutions-definition> (검색일: 2025.12.26.)
- Taskar Center for Accessible Technology. (n.d.). OpenSidewalks. University of Washington. <https://tcat.cs.washington.edu/opensidewalks/>
- Thanks Carbon. (2024). 자연기반해법(NbS): 생물다양성을 보전하는 가장 자연스러운 해법. <https://thankscarbon.com/blog/%EC%9E%90%EC%97%B0%EA%B8%B0%EB%B0%98%ED%95%B4%EB%B2%95nbs-%EC%83%9D%EB%AC%BC%EB%8B%A4%EC%96%91%EC%84%B1%EC%9D%84-%EB%B3%B4%EC%A0%84%ED%95%98%EB%8A%94-%EA%B0%80%EC%9E%A5-%EC%9E%90%EC%97%B0%EC%8A%A4/> (검색일: 2025.12.26.)
- Urban Innovative Actions. (n.d.) <https://uia-initiative.eu/en/uia-cities/amsterdam>. (검색일 2025.04.13.)

World Bank. (2022). What You Need to Know About Nature-Based Solutions to Climate Change. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2022/05/19/what-you-need-to-know-about-nature-based-solutions-to-climate-change> (검색일: 2025.12.26.)

[법률 및 조례]

- 건축법. 법률 제21065호.
- 농지법. 법률 제20083호.
- 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률. 법률 제20309호.
- 도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률. 법률 제20581호.
- 보행안전 및 편의증진에 관한 법률. 법률 제19234호.
- 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률. 법률 제21065호.
- 수목원·정원의 조성 및 진흥에 관한 법률. 법률 제21065호.
- 자전거 이용 활성화에 관한 법률. 법률 제19162호.
- 친수구역 활용에 관한 특별법. 법률 제21065호.
- 하천법. 법률 제21065호.

[기타]

- 경산시. (2025). 경산시 스마트 종합계획.
- 경주시. (2024). 경주시 스마트도시계획.
- 고령군. (2021). 고령군 스마트도시계획.
- 관계부처 합동. (2021). 2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안.
- 관계부처 합동. (2023). 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(안).
- 관계부처 합동. (2023). 탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 기본계획.
- 광양시. (2025). 광양시 스마트도시계획.
- 광주시. (2024). 광주시 스마트도시계획.
- 구리시. (2022). 구리시 스마트도시계획.
- 국정기획위원회(2025) 이재명정부 국정운영 5개년 계획(안)
- 국토교통부. (2019) 제5차 국토종합계획.
- 국토교통부. (2022). 제2차 조경진흥기본계획
- 국토교통부. (2024). 제4차 스마트도시종합계획.
- 남양주시. (2024). 남양주시 스마트도시계획.
- 논산시. (2024). 논산시 스마트도시계획.
- 대구광역시. (2021). 대구광역시 스마트도시계획.
- 부산광역시. (2024). 부산광역시 스마트도시계획.
- 부여군. (2023). 부여군 스마트도시계획.
- 부천시. (2018). 부천시 스마트도시계획.

- 산청군. (2025). 산청군 스마트종합계획.
- 서산시. (2021). 서산시 스마트도시계획.
- 성남시. (2021). 성남시 스마트도시계획.
- 수원시. (2021). 수원시 스마트도시계획.
- 수원시. (2023). 도시공원 숲 조성 매뉴얼. 수원시.
- 순천시. (2021). 순천시 스마트도시계획.
- 아산시. (2023). 아산시 스마트도시계획.
- 안양시. (2020). 안양시 스마트도시계획.
- 양구군. (2024). 양구군 스마트도시계획.
- 양주시. (2024). 양주시 스마트도시계획.
- 양평군. (2023). 양평군 스마트도시계획.
- 여주시. (2025). 여주시 스마트도시계획.
- 예산군. (2023). 예산군 스마트도시계획.
- 오산시. (2023). 오산시 스마트도시계획.
- 용인시. (2023). 용인시 스마트도시계획.
- 원주시. (2023). 원주시 스마트도시계획.
- 의왕시. (2024). 의왕시 스마트도시계획.
- 의정부시. (2022). 의정부시 스마트도시계획.
- 익산시. (2024). 익산시 스마트도시계획.
- 인천광역시. (2021). 인천광역시 스마트도시계획.
- 전주시. (2021). 전주시 스마트도시계획.
- 정선군. (2025). 정선군 스마트 종합계획.
- 정읍시. (2025). 정읍시 스마트도시계획.
- 제천시. (2024). 제천시 스마트도시계획.
- 진주시. (2023). 진주시 스마트도시계획.
- 창원시. (2020). 창원시 스마트도시계획.
- 청주시. (2024). 청주시 스마트도시계획.
- 충주시. (2024). 충주시 스마트종합계획.
- 통영시. (2022). 통영시 스마트도시계획.
- 평택시. (2023). 평택시 스마트도시계획.
- 평택시. (2024). 평택시 스마트 종합계획.
- 함안군. (2023). 함안군 스마트도시계획.
- 해남군. (2023). 해남군 스마트도시계획.
- 홍성군. (2021). 홍성군 스마트도시계획.
- 홍천군. (2023). 홍천군 스마트도시계획.
- 화성시. (2023). 화성시 스마트도시계획.

Summary

Development of Smart Green Infrastructure Policy Business Models for Sustainable Urban Implementation

Kim, Yonggook Kwon, Okyu Nam, Seongwoo Choi, Youngwoon Hyeon, Jihwan

Introduction

Global climate change and rapid urbanization are threatening the sustainability of urban environments. As the frequency and intensity of climate-related disasters—such as heatwaves, floods, and particulate matter pollution—increase, new approaches are required to enhance urban resilience. Traditional Green Infrastructure (GI) performs ecological functions but faces limitations in efficient data-driven management and resolving complex urban problems. Consequently, Smart Green Infrastructure (SGI), which converges Nature-based Solutions (NbS) with Fourth Industrial Revolution technologies (IoT, AI, Big Data, etc.), is emerging as a viable alternative.

The purpose of this study is to develop effective 'SGI Policy Business Models' as a strategic tool for sustainable urban implementation. To this end, the study aims to define the concept of SGI, diagnose the limitations of current policies, identify core solutions for priority implementation, and present specific business models along with their economic feasibility.

The temporal scope of the study is set from 2025 to 2030, considering the target year for the Nationally Determined Contributions (NDC) for greenhouse gas reduction. The spatial scope encompasses the entire city, including 3rd Generation New Towns, with urban parks selected as the core space for empirical model design. The research was conducted in a four-stage framework: 1) Conceptual and theoretical establishment, 2) Diagnosis of current policy implementation status, 3) Derivation of core solutions and priority analysis, and 4) Design of policy business models and validation of

feasibility. The study utilized comprehensive qualitative and quantitative methodologies, including literature review, case studies, expert Delphi surveys, Importance-performance Analysis (IPA), and Benefit-Cost Analysis (BCA).

Major Research Results

■ Conceptualization and Characteristics of SGI

SGI is defined as social infrastructure that fuses natural elements with data-driven smart operation systems to achieve climate crisis response, carbon neutrality, improved quality of life, and urban economic efficiency. Differentiated from traditional GI, SGI overcomes spatial constraints and management inefficiencies through enhanced spatial efficiency and performance, adaptive management for resilience reinforcement, and data-based performance visualization.

■ Diagnosis of Policy Status and Limitations

An analysis of local government smart city plans (63 cases) and central government public competition projects (149 cases) revealed that while GI-related services are expanding, they remain skewed towards simple convenience and tourism-oriented services. There is a relative lack of structural solutions for critical issues such as climate crisis response or aging society preparation, with limitations observed in the mere adoption of individual technologies rather than true technological convergence.

■ Derivation of Core Solutions and Priority Analysis

Based on the eight service sectors of the Smart City Act, an SGI solution inventory was constructed, and policy priorities were derived using expert IPA. The analysis classified solutions such as smart urban flood monitoring, smart heatwave management, and intelligent CCTV into the 'High-Performance/High-Demand' quadrant (Quadrant 1) for immediate adoption. Conversely, AI-based carbon reduction simulation and smart emergency response infrastructure were classified into the 'Strategic Investment' quadrant (Quadrant 4), requiring intensive development at the national level.

■ Design of Smart Park Policy Business Model and Economic Feasibility Analysis

An integrated Smart Park model was designed for a neighborhood park in a 3rd Generation New Town, incorporating strategies for 1) Climate Crisis Response (smart rainwater management, cooling fog, etc.), 2) Aging Society Response (digital healthcare, smart gardens), and 3) Advanced Mobility Accommodation (autonomous trails, smart shelters). The Benefit-Cost Analysis (BCA) results confirmed economic feasibility with a B/C ratio of 1.067 and a Net Present Value (NPV) of 400 million KRW. Although the initial investment cost is higher than that of general parks, the Smart Park model demonstrated superiority in total benefit scale due to operational efficiency and the creation of multidimensional social benefits (environment, health, safety, etc.).

Conclusion and Policy Implications

■ Summary

This study theoretically and empirically verified that SGI is a core infrastructure driving urban sustainability beyond simple technology application. In particular, the specific policy business model and economic analysis results targeting urban parks provide significant evidence for the feasibility of SGI projects.

■ Policy Implications

For the successful diffusion of SGI, the following are essential: 1) Expansion of policy scope to recognize SGI as multi-functional infrastructure for urban problem-solving, 2) Integrated reflection of SGI from the initial urban planning stage, 3) Establishment of a data-driven scientific decision-making system, and 4) Legal and institutional reforms to eliminate departmental silos. Furthermore, tailored investment strategies must be established based on the fiscal conditions and policy goals of local governments, weighing the trade-offs between cost efficiency and service advancement.

Keywords :

Urban Air Mobility, Rooftop Vertiport, Building, Selection Criteria, Assessment Indicator

전문가 인식조사 설문지

지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라 정책사업 모델 개발방안 연구

이 조사에 조사된 모든 내용은 통계목적 이외에는 절대로 사용할 수 없으며 그 비밀이 보호되도록 통계법(제33조)에 규정되어 있습니다.

ID -

스마트 그린인프라 솔루션에 대한 전문가 인식조사

안녕하십니까?

국무총리실 산하 정부출연연구기관인 건축공간연구원(AURI)에서는 2025년 「스마트 기술·서비스 구현을 위한 건축 및 도시 공간 연구 사업」의 일환으로 '지속가능한 도시 구현을 위한 스마트 그린인프라 정책 추진 방안 연구'를 수행하고 있습니다. 본 조사를 통해 도시 문제 해결 및 첨단 기술 수용을 위해 도입 가능한 스마트 그린인프라 솔루션의 정책적 필요도 및 개선방안을 알아보고자 합니다.

귀하의 답변은 본 연구에 귀중한 자료가 되오니 바쁘시더라도 빠짐없이 설문에 응해주시면 감사하겠습니다. 귀하께서 응해주신 설문지의 내용은 통계분석 목적으로만 사용될 것이며, 개인의 응답 사항은 통계법 제33조(비밀의 보호)에 의해 철저한 비밀이 보장됩니다. 작성 중 궁금하신 사항이 있으면 아래의 연락처로 문의하여 주시기 바랍니다. 본 설문조사에 귀중한 시간을 내주시는 것에 대해 진심으로 감사드립니다.

※ 설문 응답에 약 20분 정도 소요될 것으로 예상되며, 설문에 참여해 주신 분께는 감사의 의미로 전문가 자문비 10만원을 보내드립니다. 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

- 본 조사와 관련된 문의사항은 아래로 연락주시면 성심껏 답변해 드리겠습니다.
- 담당자 : 최영은 연구원(☎ 044-417-9869) / 현지환 연구원(☎ 044-417-9815) / 김용국 연구위원
- 주 소 : 세종특별자치시 가름로 143, KT&G 세종타워B 8층 건축공간연구원

설명 자료

설문 목적

국내외 스마트도시 계획 및 사업을 중심으로 그린인프라에 적용된 기술 요소 및 사례를 분석하여 스마트 그린인프라(Smart Green Infrastructure, 이하 SGI) 솔루션 풀을 정리하였습니다.

SGI 솔루션은 스마트도시 정책과의 적합성을 고려하여 행정, 교통, 보건·복지·의료, 환경·에너지·수자원, 방재·방범, 시설물 관리, 교육, 문화관광 및 스포츠 등 8개 서비스 분야별로 정리하였습니다. 도출된 SGI 솔루션의 기술적 성숙도와 정책적 필요도, 개선방안에 대한 전문가 여러분의 의견을 구하고자 합니다.

스마트 그린인프라의 개념

그린 인프라는 본래 자연 및 반자연 공간의 네트워크를 통해 다양한 생태계서비스를 제공하는 도시 인프라를 뜻하며, 공원·녹지·습지·하천 등 자연요소를 체계적으로 연결하여 도시환경을 개선하는데 기여합니다.

본 연구에서 스마트 그린인프라는 ICT, 센서, 빅데이터 등이 신기술을 접목하여 전략적으로 계획하고 네트워크화된 다기능의 녹색 오픈스페이스 시스템으로 정의하였습니다.

그린인프라

도시공원, 녹지
도시숲, 생활숲, 가로수
수목원, 정원
대지의 조건, 공개공지, 공공공지
보행자길, 자전거도로
보전지구, 복원지구, 친수지구
친수구역
생태통로

+

스마트 기술 융합

정보통신기술
모빌리티 기술
차량 기술
환경·에너지 기술
보건·의료·복지 기술
실제 및 시뮬레이션 기술
시민참여 및 커뮤니티 기술

→

그린인프라의
본질적 기능 향상

도시 문제 해결	한수융합과 기후위기 대응 효율성·사회적 대응 자본시장 위기 대응
----------	---

=

스마트
그린인프라

[스마트 그린인프라의 개념(안)]

함께 첨부된 'SGI 스마트 그린인프라 기술 요소 및 적용 사례 연구 요약집'을 참고하여
설문에 답변 부탁드립니다.

DQ. 응답자 일반현황

DQ1. 귀하의 **성별**은 무엇입니까?

- ① 남성 ② 여성

DQ2. 귀하의 **연령**은 어떻게 되십니까?

- ① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

DQ3. 귀하는 **전공 분야**는 다음 중 어디에 해당하십니까?

- ① 도시계획 ② 조경 ③ 건축
 ④ 토목 ⑤ 환경 공학 ⑥ IT/스마트 기술
 ⑦ 기후/에너지 ⑧ 기타()

DQ4. 귀하의 **현재 직무/역할**은 다음 중 어디에 해당하십니까?

- ① 공공기관 ② 연구기관 ③ 대학/교육기관
 ④ 민간기업 ⑤ 기술개발/엔지니어 ⑥ 기획/정책
 ⑦ 기타 ()

DQ5. 귀하의 **관련 분야 업무 경력**은 어떻게 되십니까?

- ① 1년 미만 ② 1-3년 미만 ③ 3-5년 미만
 ④ 5-10년 미만 ⑤ 10-20년 미만 ⑥ 20년 이상

A. 스마트 그린인프라 솔루션에 대한 전반적 인식 수준

A1. 그린인프라의 본질적 기능(휴식, 건강, 생물다양성, 삶의 질, 사회적 포용성 등) 구현 및 도시문제(탄소중립, 초고령사회 도래, 지방소멸 위기 등) 해결에 있어 현재의 그린인프라 서비스에 대한 만족 수준은?(√)

구분	매우 낮음	다소 낮음	보통	다소 높음	매우 높음
현재 그린인프라 서비스 만족도					

A2. 그린인프라에 스마트 기술을 융합한 스마트 그린인프라 솔루션은 그린인프라의 본질적 기능(휴식, 건강, 생물 다양성, 삶의 질, 사회적 포용성 등) 구현 및 도시문제(탄소중립, 초고령사회 도래, 지방소멸 위기 등) 해결에 어느 정도 기여할 것으로 생각하십니까? (√)

구분	매우 낮음	다소 낮음	보통	다소 높음	매우 높음
스마트 그린인프라 솔루션의 기여도					

B. 스마트 그린인프라 솔루션 요소별 기술적 성숙도 및 정책적 필요도 평가

B1. 해당 솔루션이 실제 현장에 적용될 준비가 되어 있는 수준(기술적 성숙도), 해당 솔루션이 공공정책 차원에서 도입될 필요성과 시급성(정책적 필요도)은 어느 정도라고 생각하십니까? (✓)
 (기술적 성숙도) 기술의 완성도, 실증 사례 존재 여부, 확산 가능성 등을 종합적으로 고려해 평가
 (정책적 필요도) 공공성, 사회적 수요, 시급성, 정책 연계 가능성 등을 종합적으로 고려하여 평가

분야	스마트 그린인프라 솔루션	기술적 성숙도				정책적 필요도				
		매우 낮음	다소 낮음	보통	다소 높음	매우 낮음	다소 낮음	보통	다소 높음	매우 높음
행정	1 데이터 기반 SGI 정보체계 구축 및 정책의사결정 지원 시스템									
	2 Civic Tech 기반 시민참여형 모니터링 및 운영관리 시스템									
	3 AI 시뮬레이션 기반 탄소저감·기후적용 전략 수립 시스템									
	4 디지털 트윈·BIM 기반 SGI 설계 및 관리 지원 시스템									
교통	1 SGI 연계형 도심항공교통(UAM) 인프라 구축 운영 시스템									
	2 SGI 연계형 자율주행 교통서비스 기반 구축 체계									
	3 수요응답형 모빌리티(MoD) 서비스 기반 교통약자 이동지원 시스템									
	4 교통약자 맞춤형 스마트 경로 안내 및 보행환경 지원 시스템									
	5 IoT 기반 스마트 공유이동수단·모빌									
보건·복지·의료	1 고령자 맞춤형 AgeTech 공원치방 및 디지털 헬스케어 시스템									
	2 SGI 기반 스마트 응급대응 인프라 및 실시간 안전관리 시스템									
환경·에너지·수자원	1 기후대응형 탄소저감 및 에너지저장형 SGI 구축 및 운영 시스템									
	2 녹지 폐기물의 바이오가스 퇴비화 시스템									
	3 SGI 기반 환경정보 수집·분석 및 공개 시스템									
	4 SGI 기반 생물다양성 증진 및 생태계 관리 시스템									
	5 IoT 기반 저영향램프(LED) 빛을 저류 및 배수관리 자동화 시스템									
	6 스마트 센서 기반 토양 및 수분 상태 모니터링									
방재·방범	1 스마트 도시홍수 모니터링 시스템									
	2 스마트 폭염 관리 시스템									
	3 고정밀 그린인프라 자연재해 모니터링 시스템									
	4 지능형 CCTV 활용 공원 통합 안전관리 시스템									
	5 스마트 시설물 설치(가로등/공원등/물)									
시설물 관리	1 로봇 기반 SGI 유지·관리 시스템									
	2 드론 기반 SGI 유지·관리 시스템									
	3 급수 및 관개 자동화 시스템									
	4 스마트 시설물(쓰레기통, 화장실 등) 유지·관리 시스템									
	5 스마트 뒷밭(스마트팜) 온실 관리 시스템									
교육	1 XR 기반 스마트 그린인프라 교육 서비스									
	2 메타버스 활용 그린시티 설계 및 참여형 계획 플랫폼									
문화·관광·스포츠	1 스마트 관광 플랫폼 및 문화 체험 서비스									

C. 개선사항 및 보완사항 의견 수렴

C1. 스마트 그린인프라 솔루션 관련하여 **보완 및 개선할 사항**이 있으시다면 아래에 의견을 기입해 주십시오.

▶

C2. 스마트 그린인프라 솔루션 관련하여 **추가 솔루션이나 기술요소**가 있으시다면 아래에 의견을 기입해 주십시오.

▶

=====

응답을 완료하신 분께는 감사의 의미로 전문가 자문비(10만원)를 보내드립니다.
자문비 지급을 위해 해당 서류 작성이 필요합니다.
붙임 서류 작성을 완료 후, 회신 시 함께 첨부 부탁드립니다.

♣ 끝까지 응답해 주셔서 대단히 감사합니다. 좋은 자료로 활용하겠습니다. ♣

부록 2

Appendix

지자체 스마트도시계획 내 그린인프라 관련 스마트도시 서비스

지자체 스마트도시계획 내 그린인프라 관련 스마트도시 서비스

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
광양시 (2025-2 029)	원격 자수지 관리 시스템	수변공간 내 IoT 기반 수문 개폐장치와 대크 차단봉을 설치하여, 실시간 모니터링을 통한 원격관리와 악천후 등 위험시 자동으로 동작하는 안전관리 시스템	도시공원, 친수공간	방재 방법	IoT(수문개폐장치), 플랫폼(통합 관제 플랫폼), 원격제어(수문개폐장치), AI(지능형 CCTV)		
	스마트공원	IT 기술을 활용한 도시공원으로, 시민과 도시공원의 상호작용 속에서 이용자 중심의 IT 서비스를 제공하여 지속적으로 도시공원의 기능을 강화할 수 있는 공원	도시공원	문화·관광·스포츠 교육 방법·방재 시설물 관리	IoT(기포등 디밍센서), 플랫폼(녹지 현황 DB 및 시설물 관리), 체험형 인터페이스(디지털 사이니지)	생태 관리(녹지 현황 DB 및 시설물 관리), 에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통, 스마트 운동기구)	
정읍시 (2025-2 029)	스마트 유해 야생동물 차단 서비스	농장 인접의 야생동물 (멧돼지, 고라니 등)을 실시간 감지하고 퇴치할 수 있도록 지원하는 서비스	농지	방범 방재	IoT(야생동물 퇴치기)	에너지 및 자원순환(태양열 배터리)	
	디지털트윈 활용 재난 재해 대비 바닥 미디어 파사드	현실 세계의 물리적인 대상이나 프로세스를 디지털 환경에서 모델링하여 재난 및 재해 대비를 강화 미디어트윈을 활용하여 바닥을 바꾸는 영상이 유기적으로 반응하여 움직이는 인터랙티브(상호작용) 영상 조명 설치	전 지역 도시공원	방범 방재 시설물 관리 문화·관광·스포츠	A(디지털트윈 기반 시뮬레이션) 체험형 인터페이스(인터랙티브 미디어 아트)		
경산시 (2025-2 029)	재난대응 드론 서비스	드론으로 자연 및 도시 내 접근이 어려운 시설물 대상으로 영상정보를 수집하여 데이터 기반 재난대응에 활용	전 지역	방범 방재	플랫폼(재난대응기관 연계) 모니터링 및 관제(영상관제) AI(위험감지)		드론(영상)
	스마트 수변공간 서비스	수변공간 내 다양한 쿼터즈 제공을 통한 공원 활성화	도시공원	문화·관광·스포츠	IoT(CCTV), 체험형 인터페이스(XR 체험존)	에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통, 자가발전 운동기구, LED 가로등)	
	스마트 암축 쓰레기통 서비스	기능을 가진 쓰레기통	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	IoT(자동 암축), 모니터링 및 관제	에너지 및 자원순환(태양광 발전)	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
세종특별자치시 (2025-2029)	스마트 플로깅 서비스	건강과 환경을 함께 지키기 위해 조깅을 하면서 쓰레기를 줍는 운동	도시공원	환경 에너지 수집	IoT(스마트 쓰레기통), 모니터링 및 관제, 차량형 인터페이스(미디어보드, QR활동 앱)	에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통)	
	자연친화형 디지털 여가 콘텐츠	정원도시를 지향하는 세종시에 ICT 기술이 접목되어 인간의 오감을 극대화, 현실과 가상 세계를 넘나드는 경험을 제공하는 미디어 기반의 몰입형 콘텐츠	도시공원	문화·관광·스포츠	차량형 인터페이스(인터랙티브 디지털 미디어 콘텐츠, 스마트석상기어드랩)		
	커뮤니티 증진형 스마트팜	IoT 기술과 식물재배 기술을 융합하여 주민 이용 공공시설에 다양한 형태의 스마트팜 구성	공공건물 내 녹지	보건·복지	IoT(생육환경 정보 수집) 모니터링 및 관제		
	기후위기 대응 플랫폼	세종시 내 식생, 대기정보, 탄소배출량, 에너지 정보 등 기후환경과 관련된 정보의 수집관리를 연계하여 에너지 비용 절감, 온실가스 감축 등 기후변화 대응 정책 통합 지원	전 지역	환경 에너지 수집	모니터링 및 관제(에너지, 건물, 수송, 농축산 및 폐기물, 흡수원 모니터링) 플랫폼(탄소 공간지도)		
	드론 기반 스마트 농업	농촌 고령화로 부족한 노동력을 대체하고 농작업자의 농약 노출 및 식물 해충을 저감하기 위해 드론을 활용하여 물과 번데기를 뿌려 피종하고 비료 살포와 병해충 방제를 수행하는 서비스	농지	근로·고용 시설물 관리	모니터링 및 관제(작물 관리) 원격 및 제어	드론(비료살포)	
	세종 디지털 트윈	도시 실험터 가상 모뎀으로 디지털 트윈을 구축하고, 정책을 선제적으로 시뮬레이션 할 수 있는 도시 행정 디지털 트윈 핵심 기술 개발	전 지역	시설물 관리	AI(시뮬레이션)		
	시설체스 스마트팜	온실에 ICT 기술을 접목하여 원격·자동으로 작물의 생육 환경을 적절하게 유지관리 할 수 있는 서비스	농지	근로·고용	IoT(온도·습도·CO2, 토양 감지) 원격 및 제어(온실 장비) AI(해충 분석 프로그램)		
	과실수확 드론	드론에 탑재된 인공지능 기술로 수확이 가능한 상태의 과일을 직접 분석하여 수확하는 서비스	농지	근로·고용	모니터링 및 관제 AI(수확할 과일 판단)	드론(수확)	
	스마트 토양관리	토양상태(양·수분) 측정 센서 및 기상정보 기반 지능형 토양관리 서비스	농지	근로·고용	IoT(온도·습도·CO2, 토양 센서) 원격 제어(기상정보 기반 자동 제어)		
	스마트 맨홀	IoT(시물인터넫) 기술과 센서를 활용해 맨홀 미수관로를 실시간으로 모니터링하고 관리할 수 있는 솔루션	전 지역, 친수지구	시설물 관리 환경 에너지 수집	IoT(감지센서), 원격 및 제어(맨홀 제어), 모니터링 및 관제, AI(데이터 관리 분석 소프트웨어)		
스마트 배수펌프장	집중호우, 태풍 등 자연재난 발생 시 원격 또는 자동으로 펌프장을 제어하는 서비스	전 지역	시설물 관리 환경 에너지 수집	IoT(감지센서), 모니터링 및 관제, 원격 제어(펌프장 원격제어)			

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
산청군 (2025~2029)	스마트 팜	스물인터넷, 빅데이터 등을 이용해 생육환경이 모니터링되고 작기에 최적의 영농 의사결정이 수행되는 시설농업과 노지 농업	농지	근로, 고용 물류	IoT(감자센서) 모니터링 및 관제, 원격제어 플랫폼(유동 시스템 구축)		
	스마트 어린이놀이터	스마트 어린이 놀이터는 코딩과 신체 놀이를 접목한 미래형 스마트 놀이터	도시공원 (어린이공원)	문화·관광·스포츠	시민참여 서비스(놀이기구 및 어플)		
논산시 (2024~2028)	실감형 디지털파크	실감형 디지털파크는 최신 ICT(실(홀로그램, 프로젝션 맵, 임 루미네이션 조명, IoT센서 등)을 활용하여 실감 기술 기반 놀이공간	도시공원	문화·관광·스포츠	체감형 인터페이스(3D, UHD, VR 등) 실감영상, LED조명, 음향, 홀로그램 콘서트 등 특수효과		
	도시림 DB 및 식생관리 시스템	목포시 기후환경 변화에 대응하고자 수목진단센서를 부착하고 목포시 기후환경에 적합한 표준목종 발굴하여 부족한 도시림을 조성하는데 정책 데이터 제공	도시공원 (수변공원), 도시숲	환경 에너지 수자원	IoT(온·습도, 조도, 공기질 센서) 원격제어	생태관리(식생관리 시스템)	
목포시 (2024~2028)	태양광 스마트클린센터	폭염 및 미세먼지 등 기후변화에 대응하고자 태양광 친환경 에너지 지를 이용한 쿨링, 에어컨, 스마트 조명, 온열, 휴대폰 금속충전, 긴급구조 등 친환경 휴식공간을 마련하여 친환경 신재생 에너지 확산 의식 고취	도시공원	환경 에너지 수자원	IoT(미세먼지 측정) 모니터링 및 관제	에너지 및 자원순환(태양광 에너지, 클링 및 온열 벤치 무선충전)	
	스마트 시니어파크	아르스에는 기존 공원 내 조성된 근력 중심 체육시설과는 달리 아르스노로 일상생활을 영위하는데 움직임을 증진할 수 있도록 유연성과 균형감각에 중점을 둔 스마트 놀이기구를 설치	도시공원	보건 복지 의료	시민참여서비스(QR코드를 통한 스트레칭 가이드 제공)		
광주시 (2024~2028)	어린이 AR 놀이터	어린이들의 흥미 유도를 위한 시설 설치, 시설마다 QR코드를 통해 미션 등을 진행하여 꾸준한 이용 유도	도시공원 (어린이)	문화·관광·스포츠	시민참여서비스(QR코드를 통한 이용 가이드 제공, 프로그램)		
	드론 기반 화재 현장 모니터링 서비스	AR 시설물을 통해 놀이터 놀이법, 사진 촬영 등 놀이 확대	신림	방범 방재	모니터링 및 관제		드론(영상)
충주시 (2024~2028)	융복합 IoT 스마트놀이터 서비스	기존 아날로그 놀이터에 융복합 IoT놀이터를 설치하여 아이의 놀이를 모니터링하고, 정보를 분석하는 서비스	도시공원 (어린이)	문화·관광·스포츠	시민참여서비스(놀이 및 학습 데이터 수집)		
	스마트공원	스마트 공원은 첨단 기술을 활용하여 공원의 편의성과 효율성을 높이는 공원을 말하며 다양한 센서 기술과 인터넷 기술, 스마트 에너지 기술 등을 활용하여 공원 내부의 시설물 및 자원을 최적화하고 공원 이용자들의 편의를 제공	도시공원	문화·관광·스포츠 시설물 관리	IoT(스마트 폴, 스마트 쓰레기통, 스마트 블럭, 스마트 PM) 모니터링 및 관제, 체감형 인터페이스(디스플레이 보드)	에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통)	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
영주시 (2024~2028)	스마트 수질오염 모니터링 서비스	정보기술(IT)과 생물공학 기술(BT) 및 환경공학 기술(ET)의 융합 체로 구성된 최첨단 장비로서, 365일 동안 전 자동 무인 운전으로 유해물질 감지	하천	환경 에너지 수지일	IoT(수질센서) 모니터링 및 관제		드론(영상)
	양주형 스마트 팜	비닐하우스, 유리온실, 축사 등에 ICT를 접목하여 원격 자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장	농지	근로 고용	IoT(온·습도, 공기질 센서) 모니터링 및 관제, 원격 제어		드론(영상)
구미시 (2024~2028)	스마트팜 데이터 관리체계 고도화	센서 설치부터 데이터 연계까지 전 과정을 통합 관리 및 지원하는 서비스	농지	근로 고용	IoT(도양 등 생육 관련 센서) 모니터링 및 관제		
	스마트 공원 조성	공원 및 광장 등에 스마트 가로등, 태양광 벤치, 대기질 모니터링, 자기발전 운동기구 등 ICT 기술을 활용한 스마트 공원 조성	공원	문화·관광·스포츠 시설물 관리	IoT(클라우드) 플랫폼(공원 관리 시스템 구축) AI(지능형 CCTV)	기후 및 대기환경(대기 질 모니터링) 에너지 및 자원순환(자 기발전 운동기구, 스마트 가로등)	
청주시 (2024~2028)	기후시계	전 세계 이산화탄소 배출량을 토대로 지구 평균기온이 산업혁명 이전보다 섭씨 1.5도 오르기까지 남은 시간을 보여주는 서비스	공원	기타	체험형 인터페이스		
의정부 (2024~2028)	도시민체 및 산불감지 드론 운영 시스템 고도화	드론 운영 상황을 통합 관리하고 실시간 영상 송출 및 공유를 할 수 있는 통합관리시스템 및 네트워크 구축을 통한 효과적인 재난·방범 도모	산림	방범 방재 행정	모니터링 및 관제(현장 모니터링, 도시 관제), 플랫폼(통합 관제 시스템)		드론(영상)
	통합 AI 미세먼지 대응 시스템	복합센서 설치 확대와 의정부시 AI 미세먼지 분석 예측시스템 개발을 통해 정보 통합분석 진행하여 효과적인 미세먼지 저감 정책 추진	도시공원, 보행자길	환경 에너지 수지일	IoT(온·습도, 미세먼지, 풍향, 풍속, 조도 센서), 모니터링 및 관제, AI(데이터 분석)	기후 및 대기환경(미세 먼지 모니터링)	
의정부 (2024~2028)	의정부 리버사이드 스마트 거점 조성 및 확대 구축	신체로 주변 안전 확보를 위해 지능형 하천 스마트 서비스를 도입 하여 안전 서비스 환경 조성 참여되어있는 구도심 상권에 실시간 주차정보제공, IoT 화재 감시 서비스 등 디지털 환경 조성	하천, 도시공원 (수변공원)	방범 방재	IoT(화재감지), 플랫폼(실시간 주차 정보제공), AI(지능형 CCTV)		
	AR 기반 스마트하천 종합보서비스 구축 사업	중랑천 사업지역 내 시민편의 안전을 위한 AR도보 내비게이션, AR 하천 식생정보 제공, 기구축 중인 시스템(중랑천 리버사이드 스마트 거점사업)과 정보연계·분석	하천, 도시공원 (수변공원)	방범 방재	IoT(미세먼지 및 하천 수위) 플랫폼(정보 제공, 식생정보) 모니터링 및 관제(밀집도 파악 및 안내), 체험형 인터페이스(AR을 활용한 길 안내)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	
양구군 (2024~2028)	친환경 스마트워터 구축	공원은 시민 휴식 장소, 산책 등 레크리에이션, 녹지를 통한 푸른 계곡 등 도시 내에서 중요한 역할을 수행. 여기에 각종 첨단 시설을 도입해 더욱 쾌적한 환경을 제공	공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	IoT(스마트물), 체험형 인터페이스 (빛담 광장)	기후 및 대기환경(디지털파고라, 쿨링 미스트, 미세먼지 신호등), 에너지 및 자원순환(태양광 그늘막)	모빌리티
	의정부 생태관광지 여행 서비스	신체활동이 부족한 주민들이 생활 속 건강을 지킬 수 있도록 이 정부 중앙수목원, 자일생태마을, 소풍길 등 걷기 실천 운동을 유도하기 위해 길 안내 및 주변 시설 정보 등을 제공하는 서비스	수목원, 산책로	문화·관광 스포츠	IoT(스마트가로등) 시민참여서비스(공공 WiFi, 생태관광 여행앱 개발)		
	IoT 기반 복합 센서 설치 확대	의정부시 주요 지역에 IoT망을 활용한 도시 현상 데이터를 한번에 수집하고 데이터 기반 도시통합 운영관리를 통해 기공 분석하여 데이터 기반 도시 정책 마련 및 시민 체험서비스 발굴에 활용	공원	행정	IoT(미세먼지, 생활인구, 소음, 조도 데이터 수집) 플랫폼(도시통합운영관리체계)		
의왕시 (2024~2028)	스마트 팜 서비스	온실에 ICT를 접목하여 원격, 자동으로 작물의 생육 환경을 직접하게 유지관리 할 수 있는 서비스	농지	근로·고용	IoT(온실 생육 센서) 모니터링 및 관제(예종 AI(자동 방제·방역 지원)		
	지능형 방재 드론 서비스	조종사가 필요 없는 지능형 드론을 활용해 논밭에 살충제 등의 농약을 살포하는 서비스	농지	근로·고용	AI(지능형 드론)		드론 (농약 살포)
	드론 영상을 활용한 개발제한구역 내 불법행위 모니터링	드론을 활용하여 개발제한구역 기초자료 수집 및 구역 내 미허가 불법행위 모니터링을 통해 개발제한구역 관리 효율화	산림	방범 방재	모니터링 및 관제		드론(영상)
의왕시 (2024~2028)	집중호우 피해 예방 시스템	집중호우 상황시 하천 범람, 홍수로 인해 인근지역 침수 피해가 예상될 경우 하천 진입로 차단, 재난알림 서비스 등을 통해 집중호우로 인한 피해예방 및 최소화 기여	하천, 산책로	방범 방재	IoT(하천수위센서), 원격제어, 모니터링 및 관제(디지털 트윈), AI(침수 피해 예측)		
	건고집은 스마트 철도 테마거리	의왕역-왕송대크길-월암마을마을관-조류생태박물관-왕송호수로 이어지는 관광코스에 ICT 기술을 적용하여 관광객에게 흥미 제공	도시공원, 보행자길	문화·관광 스포츠	IoT(LED 센서 조명), 시민참여서비스(QR코드 활용 관광 콘텐츠 개발), 체험형 인터페이스(셀프존 마련)	에너지 및 자원순환(스마트 조명)	
	체험형 스마트 호수공원	의왕시의 대표 관광지인 왕송 배운호수공원에 스마트도시기술을 도입하여 방문객 이용 편의성을 강화하고, 체험형 관광콘텐츠 제공	도시공원	문화·관광 스포츠	IoT(스마트 물), 시민참여 서비스(정보 제공 키오스크), 체험형 인터페이스(생태체험 MR 망원경)	기후 및 대기환경(스마트 온열 벤치, 스마트 파고라) 에너지 및 자원순환(스마트 운동기구)	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
제천시 (2024~2028)	스마트공원	시민의 건강한 여가생활과 밀접한 관련이 있는 지역 내 신축 예정 인공원을 대상으로 청년과 고령자 맞춤형 스마트 인프라를 구축	도시공원	방범 방재 보건 복지 의료	시만영서비스(아린이 놀이터), 체감형 인터페이스(AR 놀이터)	기후 및 대기환경(스마트 삼터, 쿨링포그, 스마트 벤치)	
남양주 (2024~2028)	디지털 해충방역 수해감시 모니터링 시스템	해충으로 인한 질병, 도시미관 악화 등의 문제를 개선하기 위해 해충을 포충하고, 발생량 등의 정보를 수집 분석하는 방역 서비스 하천범람에 따른 인명·재산 피해를 예방하기 위해 하천 수위를 계속하고, 위험도에 따라 진·출입구 폐쇄, 경고 방송 등을 제공하는 예·경고 시스템	자전거길 하천	보건 복지 의료 방범 방재	IoT(해충 감지), AI(해충 분석) IoT(수위 센서), 모니터링 및 관제, 원격제어		
부산광역시 (2024~2028)	스마트 쓰레기 및 재활용 수거	IoT 센서를 이용한 쓰레기통과 쓰레기 불법투기 감시 시스템으로 쓰레기의 효율적 관리 및 무단 투기 예방 시스템	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	IoT(불법투기 감시 센서) 모니터링 및 관제		
익산시 (2023~2027)	스마트공원 서비스 스마트 팜 데이터 연계 환경 구축 자율주행 시가트 활용 체험 서비스	공원에 지능형 CCTV, 통화기능 갖춘 비상벨, 비상시 점멸 기능을 갖춘 스마트 공원 등 설치를 통해 시민들이 공원을 안전하고 편리하게 사용할 수 있는 환경 구축 익산시 스마트 팜 데이터를 수집·정제·기공할 수 있는 ICT 정보 시스템 구축	도시공원 농지	문화·관광·스포츠 시설물 관리 근로·노동	IoT(지능형 CCTV) ICT(공원 관리 시스템 구축) AI(지능형 CCTV) IoT(생육 센서), 플랫폼(스마트팜 정보이터)	기후 및 대기환경(스마트 벤치 쿨링포그)	
용인시 (2023~2027)	디지털 트윈 서비스	미륵사지와 용안생태습지공원 내에서 자율주행 기반 시가트를 활용하여 탐방하는 서비스 3D 전자지도를 바탕으로 도시내 시설물, 도로, 교통, 환경, 빌딩 등 다양한 데이터와 공간정보 등을 사이버 공간에서 시각화하여 분석, 시뮬레이션, 예측 등을 통하여 도시문제를 해결하고 도시운영을 최적화하는 서비스	도시공원 전 지역	교통 문화·관광·스포츠 방범 방재 시설물 관리	AI(경로 설정), 체감형 인터페이스 (AR형태의 정보제공) AI(시뮬레이션)		자율주행
평택시 (2023~2027)	스마트 도시숲 구축사업	평택 소재 글로벌 기업 반도체 방류수를 기로수(공원에 관로를 통해 나무 생육 연계로 GreenWater 기반 탄소크레딧 확보	도시공원, 기로수, 도시숲	환경 에너지 수자원		LID(방류수 관리), 생태 관리(반도체 기업 방류수 활용 수목 생육)	
경주시 (2023~2027)	경주 신농업 혁신 농장 조성 사업 (스마트팜) 미세먼지 안전첨터	비닐하우스, 유리온실, 축사 등에 ICT를 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장 아외에서 미세먼지와 더위로부터 시민에게 안전하고 쾌적하게 머물 수 있는 생활 첨터를 제공하는 옥외 공기 정화 기술 집약시설	농지 도시공원	근로·고용 환경 에너지 수자원	IoT(환경정보 수집) 모니터링 및 관제, 원격제어		기후 및 대기환경(미세먼지 폭염 완화 대피공간 제공)

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술	
					정보통신	환경
아산시 (2023~2027)	스마트폴	기존 가로등에 방범, 방재의 목적으로 공광외이퍼이, IoT LED 보 인등, 지능형CCTV 등을 통합하여 시민들에 안전하고 쾌적한 가로 환경을 제공하는 서비스	도시공원	방범 방재	IoT(스마트 가로등, 지능형 CCTV), 모니 터링 및 관제(스마트 계도판), AI(지능형 CCTV)	
	식물공정형 스마트팜	다양한 재배작물에 따라 LED 광원 및 생육환경 조절이 가능한 스마트팜 자동 재배시스템을 구축하고, 이와 연계하는 프로그램 구성	공공시설 내 녹지	근로 고용	IoT(환경정보 수집), 원격제어	
	디지털 트윈	물리적 자산, 시스템 또는 프로세스를 소프트웨어로 표현하는 것을 의미하며, 실시간 분석을 통해 감지, 예방, 예측 등 관내 지능적 관리와 시민 맞춤형 문제 해결을 수행	전 지역	방범 방재 시설물 관리	모니터링 및 관제, AI(시뮬레이션), 시민 참여서비스(만원 및 고장신고)	
	스마트 해충 모니터링 서비스	인공지능(AI) 기반의 해충 모니터링 트랩이 학습된 프로그램을 통해 해충으로 인한 피해를 진단하는 서비스	농지	근로 고용	IoT(해충 모니터링) AI(분석 기반 자동 방제)	
예산군 (2023~2027)	스마트팜 서비스	온실에 ICT를 접목하여 원격·자동으로 작물의 생육 환경을 적절 하게 유지관리 할 수 있는 서비스	농지	근로·고용	IoT(환경 데이터 수집), 원격제어(생 육 환경 유지관리 자동화), AI(생육환경 분석)	
	지능형 방재 드론 서비스	조종사가 필요 없는 지능형 드론을 활용해 논밭에 살충제 등의 농 약을 살포하는 서비스	농지	근로·고용	모니터링 및 관제	드론(농약 살포)
	스마트 토양관리	토양상태(양·수분) 측정 센서 및 기상정보 기반 지능형 토양관리 서비스	농지, 산림, 도시공원	근로·고용 환경에너지 수자원	IoT(토양상태 센서), 모니터링 및 관 제, AI(기상정보 연계분석)	
홍천군 (2023~2027)	안전혜U APP 서비스	안전혜U APP 구축을 통해 군민에게 재난 정보 및 실시간 위험 상황 알림을 제공하는 서비스	전 지역	방범 방재	모니터링 및 관제, 시민참여 서비스 (야별을 통한 시민 영상 재발)	
	너내 항공영상서비스	지자체 중 가장 넓은 지역을 빠르게 이동하여 산림감시, 재난 순찰, 농작물 재배, 지적측량, 주유시설 감축을 통해 실시간 영상 및 위치 정보를 전송함으로써 신속한 현장 대응과 다목적 행정업무를 지원 하는 서비스	전 지역	방범 방재	IoT(정보 수집), 모니터링 및 관제, AI(시뮬레이션)	드론(영상)
	스마트팜 통합 정보관리 시스템	스마트 팜 데이터를 수집·정제·기동할 수 있는 ICT 정보시스템 구축	농지	근로·노동	플랫폼(스마트팜 데이터 관리)	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
부여군 (2023~2027)	수변공원 실감형 콘텐츠	ICT 기술을 활용하여 시각과 청각에 의존하던 콘텐츠에서 오감을 자극하는 실감 콘텐츠를 부여군의 문화/관광 지역에 실감형 디지털 파크로 조성하여 지역경제 활성화	도시공원 (수변공원)	문화·관광·스포츠	체감형 인터페이스(3D, UHD, VR, LED조명, 음향, 홀로그램)		
	드론을 이용한 야생동물농작물피해방지 서비스	열화상 카메라가 부착된 드론을 이용하여 개체 분포 위치, 개체 수 등을 파악하여 농장 인접의 야생동물을 감지하고 퇴치할 수 있도록 지원하는 서비스	농지	방범 방재	IoT(우해동물 감지), 원격제어(우해 동물 퇴치) 모니터링 및 관제		드론(영상)
	기후변화 대응 재난 대비용 모니터링 시스템	기후변화 영향에 따른 해수면 상승 모니터링 시스템을 통해 해수면 상승 데이터베이스 구축 및 시뮬레이션, 재난 재해 피해 예측 시스템 구축	하천	방범 방재	IoT(실시간 정보 수집), 모니터링 및 관제, 플랫폼, AI(시뮬레이션)		
해남군 (2023~2027)	스마트 체육공원	우של체육공원 내 안전시설물과 스마트 체육 서비스를 구축하여 시설 편의개선 및 체험형 서비스 제공을 통해방문객 편의 향상 및 만족도 증진	도시공원	문화·관광·스포츠	IoT(비상벨), 플랫폼(건강 통합관리 시스템, 안전서비스 플랫폼), AI(지능형 CCTV), 체감형 인터페이스(동적인 식 기술 및 VR 활용 체육시설)		
	해남 땅골 스마트 둘레길	코리아 둘레길의 교차점이자 해남군 대표 관광지인 땅골 마을의 탐방로 내 ICT 체험콘텐츠를 도입하여 걸으며 체험하는 스마트 땅골마을 조성	산책로	문화·관광·스포츠	ICT(가상체험 콘텐츠), 체감형 인터페이스(AR 정보 제공)		
	솔라시도 스마트 정원도시	솔라시도 내 조성예정인 테마정원에 스마트도시 기술을 도입하여 방문객의 이용 편의성을 강화하고 주민이 직접 참여하는 테마별 콘텐츠를 제공	도시공원 정원	문화·관광·스포츠	IoT(온도·기반 콜링포그), 체감형 인터페이스(자연순환 체원, 경관조명)	기후 및 대기환경(온도 기반 콜링포그, 스마트 파달라) 에너지 및 자원순환(스마트 벤치)	
양평군 (2023~2027)	스마트 농업환경 조성 및 고도화	양평군 관내에 설치된 환경 모니터링 장비를 통해 수집한 정보를 바탕으로 병해충, 기상재해 등 위험 상황을 예측할 수 있는 스마트 시스템	농지	근로 고용 환경에너지 수자원	IoT(환경 모니터링), 모니터링 및 관제(기상 위험 및 병해충 위험 알림), AI(환경데이터 분석)		
	빛으로 행복한 야간경관 명소 조성	수도권 시수원이자 우리에게 소중한 관광자원인 양평 도심 속 남한강 변에 아름다운 야간경관을 조성함으로써 주민들에게는 친수 공간으로 관광객들에게는 자연과 조명이 어우러진 경관을 보여 주고 함	도시공원 (수변공원)	문화·관광·스포츠	시민참여 서비스(여행 정보 서비스 제공), 체감형 인터페이스(야간경관 조명)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
진주시 (2023~2027)	남강종합관리 시스템	남강 수질관리, 생태관리 및 남강변 시민 친·출입시설을 종합·원격 관리하여 잔주부강 프로젝트 지원 및 재난으로부터 시민 보호	하천	방범 방재	IoT(환경 모니터링), 원격제어, 모니터링 및 관계, 플랫폼	기후 및 대기환경(미세먼지, 물리포그)	
	스마트팜 통합 플랫폼	디지털 농업 확산을 위한 효과적인 커뮤니케이션을 지원하는 정보 통합 모바일 앱	농지	근로-고용	IoT(생육 센서), 모니터링 및 관계, 원격제어, 플랫폼(유통 플랫폼), AI(농작물 데이터 분석)		
	디지털 트윈	현실에서 발생 가능한 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션 함으로써 결 과를 예측하는 기술 활용	도시 지역	방범 방재 환경 에너지 수자원 시설물 관리	AI(디지털 트윈 기반 시뮬레이션)		
남해군 (2023~2027)	산불예방 드론서비스	취약지를 대상으로 드론의 정기 순찰을 통해 출연, 소각 등 화재 원인을 사전에 인지하여 화재 예방 및 화재 발생 초기 진압으로 피해 확산 예방	산림	방범 방재	모니터링 및 관계 AI(데이터 분석)		드론(영상)
원주시 (2023~2027)	스마트팜 서비스	작물 재배를 위한 각종 자동설비를 설치하여, 작은 공간에서도 큰 기술 없이 고소득의 작물을 재배하여 수익을 올릴 수 있도록 첨단 기술을 적용한 서비스	농지	근로-고용	IoT(농작물 실시간 모니터링) 원격제어, 플랫폼(정보공유 및 유통 플랫폼 구축), AI(농작물 데이터 분석)		
화성시 (2023~2027)	디지털 생태공원	바다·벽면을 활용하여 소금산 출렁다리 등 원주의 주요 관광지를 트리아트 공간으로 구성	수목원	문화·관광-스포츠	체험형 인터페이스(AR, VR 콘텐츠 구성)		
	스마트 공원 조성	공원 통합관리 체계를 구축하고 스마트기모 등, 태양광 벤치, 자가발전 운동기구 등 ICT기술을 활용한 스마트서비스를 제공하는 공원 조성	공원	문화·관광-스포츠	IoT(통합 PoE), 플랫폼(스마트 공원 관리 시스템 구축)	에너지 및 자원순환(스마트 기모 등, 태양광 벤치, 자기발전 운동기구)	
	드론기반 산물대응 서비스	드론을 활용하여 산물 및 재난 발생 시 현장 정보를 해당 재난본부에서 공동 확인/영량토록 하여 신속한 의사결정을 지원하는 서비스	산림	방범 방재	IoT(드론 정보 수집) 모니터링 및 관계		드론(영상)
제주 (2023~2027)	도시형 스마트팜 챌린지	고소득 농작물의 스마트팜 모델 발굴	공공시설 내 농지	근로-고용	IoT(센서 기반 환경 정보 수집) 원격제어, 플랫폼(온라인 유통), AI(환경 정보 분석)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
함안 (2023~2027)	영동관리 드론서비스	농가 인력이 부족한 면 지역 농촌을 대상으로 다목적 농업용 드론을 보급하여 병해충 진단 및 방제, 비료·제초제·꽃가루 살포, 증사파종, 생육평가 등 농작업을 효율화하고 농가 경영비 절감	농지	근로·고용	IoT(드론 데이터 수집) 모니터링 및 관제		드론(살포)
	스마트 에코 솔루션	스마트 에코 허브 플랫폼 고도화 사업, 환경정보 알리미 고도화 사업, 오산천 환경감시 고도화사업	하천	환경 에너지 수자원	IoT(환경 감시, 모니터링 및 관제, 플랫폼(환경정보알리미))		
오산 (2023~2027)	도시 침수 스마트 대응 서비스	시물레이션을 통한 도시침수 위험지역 사전 파악 및 위험 사전예방	하천	방범 방재	IoT(환경 정보 수집) AI(시물레이션)		
	스마트 공원	태양광충전 등 다양한 편의기능을 갖춘 스마트벤치, 스마트 풀, 3D AR 기술을 활용한 특화된 콘텐츠와 위치기반 서비스로 구현되는 스마트파크 운영시스템 구축 등 첨단 기술이 집약된 공원 조성	도시공원	시설물 관리 환경 에너지 수자원	IoT(환경정보 센서, 모니터링 및 관제)스마트 수목관리, 스마트 관수시설 관리, 체험형 인터페이스(3D AR 기술)	LID(스마트 관수시설, 생태 관리(스마트 수목관리, 기후 및 대기환경(물량 포그))	
울산 (2022~2026)	AR기반 대화형 국가정원 사계절 체험 서비스	대화형국가정원의 관광서비스를 현실과 가상이 융합된 디지털 콘텐츠 방식으로 구성하여 방문객들에게 다양한 첨단기술 체험 콘텐츠 제공	국가정원	문화·관광 스포츠	체험형 인터페이스(AR, VR 체험 콘텐츠, 미디어 아트)		
	스마트팜	6차 산업 활성화를 통한 주민소득 증대 방안에 따른 생산·유통·연구·관광·교육 기능을 갖춘 스마트팜단지조성	농지	근로·고용	IoT(생산물 저장시설, 물류 이송 시설), 모니터링 및 관제, 원격제어(자동제어)		
공주시 (2022~2026)	디지털 트윈	도시환경과 실시간으로 연동되는 가상 복제도시를 구축하여 재난, 환경, 교통, 개발 등 도시문제의 과학적 예측과 선제적 대응 지원	전 지역	행정	IoT(도시 기반시설, 모니터링 및 관제, 원격제어(도시 기반시설 제어), 플랫폼(3차원 디지털 정보제공), AI(진단·예측·예방)		
	실감형 디지털파크	ICT 기술을 활용하여 시간과 청각에 의존하던 콘텐츠에서 오감을 자극하는 실감 콘텐츠를 공주시의 문화·관광 지역에 실감형 디지털 파크를 조성하여 지역경제 활성화	도시공원	문화·관광 스포츠	체험형 인터페이스(3D, UHD, VR, LED조명, 음향, 홀로그램)		
	디지털 기반 야생동물 농작물 피해방지 서비스	디지털 기반 지능형 영상분석으로 농장 인근의 야생동물들 실시간 감지하고 퇴치할 수 있도록 지원하는 서비스	농지	근로 노동	IoT(모션감지센서, 원격 제어, 모니터링 및 관제, AI(유해조수 인지 기술, 디지털 기반 분석)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술			
					정보통신	환경	모빌리티	
과천시 (2021~ 2025)	기로공간 스마트 쓰레기통 서비스	쓰레기통 내부의 압축기능으로 대량 적재가 가능하고, 부착된 IoT센서로 적재량을 감지하여 관리가 필요한 시점에 해당 관리자 에게 알림을 보내 효율적으로 쓰레기를 관리 할 수 있는 서비스	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	IoT(적재량 감지), 모니터링 및 관제	에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통)		
	미세먼지 저감 서비스(이끼타워)	이끼타워의 환경(온-습도 등) 및 식생에 필요한 조경수(벚꽃)의 양 등을 모니터링하고 관리하는 시스템	가로, 공원, 단지 내 조경	환경 에너지 수자원	IoT(환경정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격제어	NID(조경수 활용)		
	스마트 분리수거 체험 서비스	시민들이 분리수거함 디스플레이를 통해 표출되는 품목별 분리 배출 요령에 따라 올바른 분리수거 방법을 익히고, 분리수거 후 표출되는 환경 보호 관련 메시지와 이미지로 지속적인 시민참여를 독려하는 서비스	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	모니터링 및 관제, 원격제어, 시민참여 서비스			
	스마트팜 서비스	스마트팜 재배기술을 활용하여 관내 농업인 경쟁력 강화 및 6차 산업과 연계한 새로운 농업인 수입사업 모델을 제시하기 위한 서비스	공공시설 내 녹지	근로 노동	IoT(환경정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격제어			
하남시 (2022~ 2026)	스마트 Park 서비스	공원의 각종 시설과 체험공간들은 친환경, 시 등 첨단 ICT기술과 접목하여 시민에게 쾌적한 문화공간과 창조적인 활동공간을 제공하는 서비스	공원	문화 관광 스포츠	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격제어, AI(콘텐츠 개발) 시민 참여서비스(키오스크), 체험형 인터페이스(3D 미디어 타워, 워터스크린, 미디어파사드)	에너지 및 자원순환(스마트 가로등, 스마트 쓰레기통, 태양광벤치)		
	디지털 트윈 서비스	도시개발 관련 토지정보, 시설물 정보 등 가상 공간에 구현하여 시뮬레이션을 통한 시행착오를 최소화하는 서비스	전 지역	행정	IoT(도시 기반시설), 모니터링 및 관제, 원격제어(기반시설 제어, 플랫폼(3차원 디지털 정보제공), AI(진단, 예측, 예방)			
홍성 (2021~ 2025)	스마트팜	비밀어루스축사에 ICT를 접목하여 원격지 등으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지관리할 수 있는 농장시스템 구축 서비스	농지	근로 노동	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격제어			
	스마트 재난 감시 드론	무인으로 이·착륙 및 충전이 가능한 드론과 드론 스테이션을 활용하여, 119 신고 위치로 2분 이내에 자동 비행을 통해 긴급 출동하고, 스마트도시 통합 플랫폼과의 연계를 통해 현장 영상을 실시간으로 실시간 송출하는 서비스	전 지역	방범 방재	모니터링 및 관제, 플랫폼(응급상황 대응 체계 구축),		드론(영상)	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
밀양 (2022~2026)	아리랑 스마트 그린도시	스마트 콜링포그(환경온도, 습도 지정 수치 도달 시 자동 물안개 분사), AI 재활용품 수거 자판기(인공지능센서를 통해 품목별 자동 선별 압축, 보관), 스마트 자동 압축 쓰레기 수거함(무인결제 시스템을 통해 무게만큼 비용 결제, 쓰레기 적재량 확인해 청소차량 효율적 운행)	전 지역	시설물 관리	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 관제, 원격제어, AI(재활용 자동 선별)	기후 및 대기환경(스마트 콜링포그) 에너지 및 자원순환(시 재활용품 수거 자판기, 스마트 자동 압축 쓰레기 수거함)	
	스마트공원	유 무선 정보통신기술(CT)을 이용해 이용자와 시설 환경이 상호작용하는 공원	도시공원	시설물 관리 문화·관광·스포츠	IoT(미세먼지), 시민참여서비스(공공 Wi-Fi), 체험형 인터페이스 (AR·VR 체험 콘텐츠)	기후 및 대기환경(온도 반응 콜링포그, 미세먼지 알리미, 스마트 피걸리) 에너지 및 자원순환(스마트 벤치, 스마트 운동기구)	
	스마트팜	스마트팜은 정보통신기술(CT)을 활용해 원격·자동으로, 그리고 시간과 공간 제약 없이 작물의 생육 환경을 관측하고, 최적의 상태로 관리하는 과학 기반의 농업 방식	공공시설 내 녹지	근로 노동	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 관제, 원격제어		
거제 (2022~2026)	디지털 트윈 서비스	도시개발계획~관리 단계를 아우르는 도시 공간 내 모든 요소를 시·군·구에서 구현하고 시뮬레이션함으로써 도시개발의 시행착오를 최소화할 수 있도록 지원하는 서비스	전 지역	행정	IoT(도시 기반시설), 모니터링 관제, 원격제어(기반시설 제어, 플랫폼 (3차원 디지털 정보제공), AI(진단·예측 예방)		
	콜링 미스트 서비스	폭염 시 물인자를 미세한 안개처럼 분사시켜 주변 온도를 낮추고 부가적으로 주변미 미세먼지 농도를 낮추는 서비스	전 지역	환경 에너지 수자원	IoT(기상센서), 원격제어(자동)	기후 및 대기환경(콜링 미스트)	
동명 (2022~2026)	스마트 공원 서비스	최적의 수목 환경 자동 관리 및 해충, 고온 등에 의한 피해 예방과 AR 기술을 활용한 다양한 체험 서비스	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리 문화·관광·스포츠	IoT(식생정보 수집, 공원 환경정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격 제어(자동), 스마트 비상벨,	에너지 및 자원순환(태양광 해충 포진, 태양광포드) 스마트 벤치, 태양광 쓰레기 압축 시스템	
서산 (2022~2026)	서산형 스마트팜 통합정보 플랫폼	스마트팜 산업 통합·관리 플랫폼으로 다양한 작물의 재배·운영·관리와 생산·소비 등 판로개척 지원 및 빅데이터를 구축하는 스마트팜 플랫폼 모델	농지	근로 노동	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 및 관제, 원격 제어, 플랫폼(물류·플랫폼 구축), AI(판단)		
	스마트 옥상녹화	글로벌 기후변화를 대응하고, 그린뉴딜 사업 연계를 통하여 미세먼지·유해 대기오염 물질을 보다 효과적으로 저감할 수 있는 시스템	대지 내 조경 (옥상조경)	환경 에너지 수자원	IoT(수목진단계측 센서, 대기오염 측정센서), 플랫폼(스마트 급수시스템, 생태 관리(옥상녹화	스마트 옥상녹화	

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
구리 (2022~2026)	스마트 스마트관광	미트 옥상녹화 서비스	도시공원 (생태공원)	문화·관광 스포츠 교육	태블릿 관리) AI(수목 생육 관리 분석)	수목 생육 관리, 기후 및 대기환경(대기오염 저감 장치)	모빌리티
	스마트 체험 공원	서산의 대표 생태관광이자 철새박목민 서산 버드랜드를 대상으로 다양한 체험·교육 프로그램을 비롯한 스마트 관광 서비스 제공	도시공원 (생태공원)	문화·관광 스포츠 교육	체험형 인터페이스(실내 VR 콘텐츠, AR 가이드 서비스 제공)		
	스마트팜	ICT 기술을 활용해 시간과 공간 제약 없이 원격으로 작물 생육환경을 관측하고, 최적상태로 관리하는 지능형 농장을 구축하고, 최적상태로 관리하는 지능형 농장	도시공원	환경 에너지 수자원 문화·관광 스포츠	AI(미래방관 콘텐츠 제작), 시민참여 서비스(공공 Wi-Fi, NFC태그, 운동기구), 체험형 인터페이스(AR 갤러리)	기후 및 대기환경(스마트 퍼즐, 콜링패드), 에너지 및 자원순환(스마트 벤치)	
	스마트 공원 체험존	구리시 주요 공원 내 시민이 쾌적하고, 편리하게 이용할 수 있는 스마트 편의시설 도입 장지호수공원 내 첨단 ICT기술을 활용한 스마트 체험존 조성을 통해 차별화되는 공원 환경 제공	도시공원	문화·관광 스포츠 시설물 관리 교육	IoT(환경정보 수집, 모니터링 및 관제 원격제어, 플랫폼 공유 플랫폼 구축)		
	스마트 안심 트리	IoT 기반 방법기능 및 편의기능이 포함된 스마트 안심 트리를 통해 범죄로부터 안전한 환경을 조성하고 시민 편의 제공	도시공원	문화·관광 스포츠 시설물 관리 교육	IoT(이와)의 스마트 운동기구 시민참여서비스(공공 Wi-Fi) 플랫폼(시설물 통합관리시스템 연동), 체험형 인터페이스(AR 포토존, 워터스크린 홀로그램 콘텐츠, AR-VR 생태교육 콘텐츠)	기후 및 대기환경(스마트 퍼즐) 에너지 및 자원순환(스마트 벤치)	
	방역로봇 및 사전알림 서비스	단원 수변 해충방역을 위해 탄탄 구역별로 배정된 구역에 따라 주기적으로 자율주행하며 분무식으로 해충 방역을 실시하고, 앱이나 웹 등을 통해 시민들에게 사전 방역 알림	도시공원	방범 방재	시민참여서비스(공공 Wi-Fi), 플랫폼 (시설물 통합관리시스템 연동)	에너지 및 자원순환(전원 공급장치)	로봇(방역) 자율주행
성남 (2021~2025)	디지털 트윈	현실과 같은 공간을 가상으로 만들어 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션함으로써 결과를 미리 예측하는 기술을 활용하여 공공뿐만 아니라 민간사업자들이 도시서비스를 효과적으로 기획 설계하도록 지원	전 지역	행정	플랫폼(3D 지도 구축) AI(교통, 생활, 에너지, 재난, 건축 시뮬레이션)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
고령군 (2021~2025)	QR코드 수록명찰	스마트폰에 QR코드 인식 어플을 설치하고, 수록 표찰에 대면 나 무의 원산지, 분포 지역, 성질, 생김새, 개화 시기 등 자세한 설명을 한눈에 볼 수 있는 서비스	도시공원	문화·관광·스포츠	시민참여 서비스(QR 기반 수록 정보 제공)		
	스마트팜 구축	PC 또는 모바일을 통해 온실의 온 습도, 이산화탄소 등을 모니터 하고 창문 개폐, 영양분 공급 등을 원격으로 자동제어하여 재배 함으로써 작물의 최적 생육환경을 유지·관리할 수 있는 스마트농장 구축	농지	근로 노동	IoT(환경 정보 수집), 모니터링 및 관 제, 플랫폼(정보 교환 및 물류 플랫폼 구축), 원격제어, AI(생육 환경 제어 판단)		
	하천 시설물 지능형 통합관리시스템	정보통신기술(CT) 등을 자연 및 사회재난의 발생 징후를 활용하여 실시간으로 감시하고 경보함으로써 재난으로부터 인명과 재산 파 해를 최소화하기 위한 시스템	하천	방범 방재	IoT(환경 감지 센서), 모니터링 및 관 제, 원격제어, 플랫폼(관제시스템)		
고령군 (2021~2025)	스마트 홍수 관리 시스템	주민의 안전을 위협하는 하천 범람 현상을 실시간 모니터링하고, 유사시 신속한 대응을 지원하는 스마트 홍수관리 체계 구축	하천, 친수공간	방범 방재	모니터링 및 관제, 원격제어, 플랫폼 (관제시스템 구축)		
	스마트 팜 서비스	1차 산업인 농업을 2차 가공산업 및 3차 서비스업과 융합하여 농촌에 새로운 가치와 일자리를 창출하는 6차 산업 비닐하우스 와 축사에 ICT 기술을 접목하여 작물과 가축의 생육 환경을 최적의 상태로 유지·관리하는 농장을 통칭하며, 스마트 온실, 스마트 축 사, 스마트 과수원으로 구분	농지, 과수원	근로 노동	IoT(환경정보 수집), 모니터링 및 관 제, 플랫폼(정보 교환 및 물류 플랫폼 구축), 원격제어, AI(생육 환경 제 어 판단)		
대구 (2021~2025)	스마트 공원	파크골프장, 축구장, 야구장 등 생활체육시설을 고루 갖춘 고령군 생활체육공원에 ICT 기술을 접목한 헬스테인먼트 서비스	도시공원	문화·관광·스포츠	플랫폼(헬스테인먼트 시스템 구축), 시민참여 서비스(시설 예약 시스템)		
	태양광 이끼벽 벤치	이끼벽, 태양광 패널, 빗물저장소 등이 복합된 벤치 높이 4m의 거대한 벽에 총합이 약 1,682개의 이끼 포트가 대 기 중 먼지를 빨아들여 50m 이내의 대기를 청소	가로	환경 에너지 수자원	기후 및 대기환경(미세 먼지·이산화탄소 흡수, 에너지 및 자원순환 (태양광 설비))		
인천 (2021~2025)	디지털 트윈 구축	정밀리더나 방식으로 구축한 3차원 디지털 가상도시 체계를 활용 해 다양한 시뮬레이션을 통한 도시의 효율적 운영을 지원하는 3차 원 디지털 가상도시 구축	전 지역	행정	플랫폼(3D 지도 구축) AI(교통, 생활, 에너지, 재난, 건축 시뮬레이션)		
	스마트 생태관광 서비스	VR/AR 기술 등 IT 기술을 적용하여 인천광역시 내 주요 습지, 멸종위기 동식물 및 보호종 서식현황, 국가지정 자질공원, 기대종 등 다양한 고유생태 자원의 관광콘텐츠 개발 및 제공하는 서비스	습지, 도시공원 (시립공원)	문화·관광·스포츠	체험형 인터페이스(AR·VR 체험 콘 텐츠)		

지자체	스마트도시 서비스명	서비스내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
					정보통신	환경	모빌리티
대전 (2020~2024)	시설물 통합관리 솔루션	QR코드 또는 NFC태그 기반으로 점검원이 점검전후 APP 또는 단말기로 점검내용 및 보수내용을 기입하고, 이를 시민이 APP, WEB에서 확인할 수 있고, 문제 발생시 QR코드 또는 안심벨을 이용하여 민원제기를 할 수 있는 서비스	도시공원	행정	IoT(NFC 태그 기반 정보 수신) 플랫폼(디지털트윈), 시민참여 서비스(QR 코드 활용 스마트 플랫콤)		
광주 (2020~2024)	Eco Green Zone	광주시의 대표적 공원 1곳을 Green Zone으로 선정하여 공원 내 친환경적인 요소를 살장하여 IoT 기반 센서와 자연적 요소인 Water 등이 결합한 환경서비스를 제공	도시공원	반범 방재 환경 에너지 수자원	AI(공간정보 빅데이터 분석), 원격 제어(자동), 플랫폼(자동 제어 시스템 관리)	생태 관리(이끼번식) 기후 및 대기환경(물량 포그)	
안양 (2020~2024)	안양 디지털 트윈	미래형 스마트시티 모델로써, 안양시 공간 내 정량적(토지, 시설 물정보 등), 정성적(시민 의견) 요소에 대한 사이버 공간을 구현하고 시뮬레이션을 지원하는 체계	전 지역	행정	플랫폼(3D 지도 구축) AI(교통, 생활, 에너지, 재난, 건축 시뮬레이션)		
창원 (2020~2024)	스마트 자연체험	스마트폰 어플리케이션을 통해 공원 및 수목원 식물들을 대상으로 IoT 및 AR 기술을 활용한 현장 체험·교육용 서비스	도시공원, 수목원	문화·관광·스포츠 교육	체험형 인터페이스(AR·VR 체험 콘텐츠)		
	스마트 쓰레기통	빈 캔, 패트병을 장지에 선별 압축 수거하는 서비스로 소요되는 사회적 비용과 시간 절감 및 최종 이용자에게 다양한 방식의 포인트 적립 시켜주는 리워드 쓰레기통 서비스	도시공원	환경 에너지 수자원 시설물 관리	모니터링 및 관제, 시민참여 서비스 (리워드 제공)	에너지 및 자원순환(스마트 쓰레기통)	

출처: 스마트시티 통합플랫폼(<https://smartcity.go.kr>)에 수록되어있는 지자체 스마트도시계획을 참고하여 연구진 작성

부록 3

Appendix

스마트도시 공모사업 내 그린인프라 관련 사업 및 서비스

[표 2-] 스마트도시 공모사업 내 그린인프라 관련 사업 및 서비스

구분	지역체	사업명	도입 서비스 내용		그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		모빌리티
			미세먼지 없는 맑은 하늘	미세먼지 모니터링 및 디지털트윈을 활용한 도시형 공기청정기			정보통신	환경	
국가 시범도시	세종	세종 5-1생활권	환경에 친화적인 물관리 인프라	스마트 물 순환 관리 시스템 및 물흐름 분석 예측으로 침수 피해 등 사고 예방	전 지역	환경에너지·수자원	IoT(미세먼지 센서), 모니터링 및 관제 플랫폼(디지털트윈)	기후 및 대기환경 (미세먼지 저감)	
			스마트 물-환경	스마트 기술 기반 통합 물 관리를 통한 물 순환 체계 개선 미세먼지 예보 서비스 제공	전 지역	환경에너지·수자원	모니터링 및 관제 플랫폼, SI (분석 예측)	LID	
	부산	부산 에코델타 스마트시티	스마트 물-환경	스마트 기술 기반 통합 물 관리를 통한 물 순환 체계 개선 미세먼지 예보 서비스 제공	하천, 가로수	환경에너지·수자원	IoT(미세먼지 센서), 모니터링 및 관제, SI(미세먼지 예보)	LID	
			홍수통합 관리 시스템	하천 및 지하수위 관측시스템을 결합하여 강우 전망에 따른 홍수 예측 및 감시·제어	하천	방범 방재	IoT(수위 센서), 모니터링 및 관제, SI(홍수 예측)		
			스마트 가든	태양광, 3D 프린터를 활용한 건축·조형물 등 4차 산업혁명 기술과 함께 역사·문화가 어우러진 친환경 랜드마크 조성	도시공원	문화·관광·스포츠		에너지 및 자원 순환(태양광)	

구분	지자체	사업명	도입 서비스 내용		그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술			
			드론 기반 AI 도시 안전 관리	순찰 드론 CCTV AI 분석 기반 치안·범죄 강화 소방 드론 기반 초기 진화 대응 스마트 시스템			신림	방법·방재	정보통신	환경
강소형	경북 김천 (2025)	Mobility Do Everything, 모두를 위한 스마트도시	도심 공원형 찾아가는 지원순환	농촌형 스마트 트랙 기반 농약병 재활용 수거 도심·축체형 자율주행 수거 로봇 기반 분리수거	도시공원, 농지 등	환경에너지·수자원		IoT(CCTV), AI(영상분석)		드론(영상)
			포용적이고 역동적인 미래 혁신 거점, PRISM CITY 천안	AI 기반 자원 순환 모델(자동 재활용 구분)	사업 전 지역	환경에너지·수자원	AI(분리수거)		에너지 및 자원 순환(쓰레기 등)	로봇(분리수거) 자율주행
강소형	경기 광명 (2024)	사람과 도시의 연결, 누구나 쉽게 MILE EASY 광명	IoT 그린베리어	IoT 기반의 미세먼지, 온도 등의 데이터 수집 및 자동화, 수직 포그 미스트 기능을 통한 미세먼지 저감	사업 전 지역	환경에너지·수자원		IoT(미세먼지, 온도 센서)	에너지 및 자원 순환(쓰레기 등)	
강소형	강원 태백 (2024)	신기술과 영정시인으로 다시 뛰는 Smart M+ City 태백	AIoT 기반 침수·홍수 통합관리 시스템	도심 침수 및 하천 범람 예측 시뮬레이션을 통한 지능형 의사결정 지원 및 능동 대응 서비스 플랫폼 구축	하천	방법·방재		IoT(하천범람 센서, 모니터링 및 관제, AI(시뮬레이션))		
강소형	경북 경산 (2024)	스마트도시 데이터 기반 첨단산업 활성화 및 서비스 구현	태백시 기후위기 대응 시민행복 솔루션	태백시 기후위기 사업 DB 구축 및 분석, 시각화, 넷제로 관련 지표 제언, 현재 추진계획 중 기후위기 대응 사업 실효성 평가 및 확장을 위한 사전인프라 구축	사업 전 지역	환경에너지·수자원		IoT(환경센서), 모니터링 및 관제, 플랫폼(넷제로)		
강소형	경기 평택 (2023)	자발적 탄소시장 활성화를 통한 녹색시티 평택 구현	산업방류수 관리위터 인증	정화된 산업 방류수를 하천에 직배수하는 대신, 식물과 토양의 시스템을 활용하여 2중 정화 후 생태 정화되는 물로 인해 저감되는 탄소데이터를 산출, 활용하여 탄소크레딧 확보	사업 전 지역	환경에너지·수자원		IoT(대기환경 센서, 모니터링 및 관제, 플랫폼(데이터 에코 체인))	LID	
강소형	경기 평택 (2023)	자발적 탄소시장 활성화를 통한 녹색시티 평택 구현	도시숲 시민활동 지원서비스	시민들의 자연속 활동을 경제적으로 보상하여 시민기후 대응 행동이 확산되도록 유도 *시민 기후대응 행동: 쓰레기 수거 및 나무 생육 상태 촬영 등	도시숲, 도시공원	환경에너지·수자원		IoT(생육 정보), 플랫폼(분식, 플랫폼 구축), AI(데이터 마이닝)		

지역거점·중소도시 스마트시티 조성

구분	지자체	사업명	도입 서비스 내용		그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		모빌리티
			도입 서비스 내용	도입 서비스 내용			정보통신	환경	
스마트도시 슬루션 확산			생활용품 회수, 신별, 운동 프로세스 혁신을 통한 효율적인 자원순환체계 구축 지원회수 장비를 공공기관 및 고덕동 일대에 설치하여 시민참여형 자원순환 구조 완성	도시공원	환경에너지 수자원	환경에너지 수자원	AI(지동선별)		로봇(수거)
		경기 기평 합천 (2025)	자연과 사람과 공간을 잇는 노린 스마트도시	기평 맞춤형 스마트 폴 도입으로 주요 교통거점 지역과 관광지의 안전 및 편의성 증대	도시공원, 하천	방재 방법	방재 방법	IoT(스마트 폴, 모니터링 및 관제)	
		경남 합천 (2025)	Smart Connected 합천	대표 관광지에 스마트 생활, 관광 키오스크	도시공원	문화·관광 스포츠	문화·관광 스포츠	시민참여 서비스(키오스크)	
		경기 포천 (2024)	안전하고 쾌적한 녹색 생활 환경 스마트도시 포천	재난안전사고 감시 드론	산림	방범 방재	방범 방재	모니터링 및 관제	드론(영상)
		전남 무안 (2024)	Let's Work and Play in MUJAN Smart City	신도시 내 신책 공간인 상향 녹음 거리에 스마트 야외 포충기, 스마트폴, 스마트 쉼터형 피팅룸, 스마트 그늘막 등을 설치하여 스마트 슬루션을 도입	보행자길 및 도시공원	문화·관광 스포츠	문화·관광 스포츠	IoT(스마트 포충기)	기후 및 대기환경(스마트 쉼터, 스마트 그늘막)
		경북 의성 (2024)	Stay Smart, Living Smart 역량 의성	의성국가지질공원 관광안내 키오스크를 통한 관광활성화	도시공원 (지질공원)	문화·관광 스포츠	문화·관광 스포츠	시민참여서비스(키오스크)	
		경기 의왕 (2023)	체감형 교통, 관광 편의성 증진을 통한 스마트 쉼(休)기반 조성사업	고령 친화 건강진공원, 재활용 교육 등 모든 계층이 즐길 수 있는 테마별 콘텐츠 체험	도시공원	문화·관광 스포츠	문화·관광 스포츠	IoT(스마트폴), 시민참여 서비스(키오스크, 재활용 교육), 체험형 인터랙티브(디지털 사이니지)	기후 및 대기환경(스마트 파고라)
		경북 고령 (2023)	사람을 생각하는 스마트 고령	편의시설을 이용하고 맑고 깨끗한 자연 제공	보행자길	문화·관광 스포츠	문화·관광 스포츠	IoT(스마트폴), 시민참여 서비스(키오스크)	
		경기 의정부 (2022)	의정부 리버사이드(iverside) 스마트 기점 조성	디지털 기반 스마트 서비스 구축을 통해 주요 하천 인접 환경을 조성, 재난상황 시 유관기관 조치를 향상 도모	하천	방범 방법	방범 방법	IoT(하천수위센서), 모니터링 및 관제, 원격제어	
		울산 울주군 (2022)	드론 활용한 스마트 안전도시 구현	드론 통합관제 플랫폼 구축을 통해 산악구조, 도시관리, 방시능 방재, 농작물 진단, 범죄 예방 등 다양한 위험요소와 넓은 행정구역에 대비하여 신속한 정체의사결정 시스템 구축	산림, 농지	방범 방법 시설물 관리	방범 방법 시설물 관리	IoT(센서, CCTV), 모니터링 및 관제, 플랫폼(드론관제)	드론(영상)

구분	지자체	사업명	도입 서비스 내용	그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
						정보통신	환경	모빌리티
스마트시티 솔루션 확산사업	경기 성남 (2021) 경남 거제 (2020)	포용적 시민체감 스마트 서비스 제공	드론촬영을 통한 도심 간성현장, 하천, 열영상 등을 촬영하여 시계열 분석 등	하천	빙범 방재	IoT(센서), 모니터링 및 관제	환경	모빌리티 드론(영상)
		포로수용소 유적공원 스마트파크	AR 스토리텔러, 스마트주차장, IoT시물함, 다국적 오디오가이드, 방문자 빅데이터 분석 등	도시공원 (유적공원)	문화·관광 스포츠	IoT(주차장, 시물함), 시민 참여서비스(오디오 가이드), 체험형 인터랙티브(AR)		
본	강원 양양 (2021)	센서 및 빔을 활용 자동 물관리 플랫폼 구축	남대천의 환경보전과 수질 개선을 위해 스마트 IoT 관수시스템과 빔물저금통을 도입하여 갈수기에 하천 식생 자동 관리, 수문 자동 제어로 수위를 안정적으로 조절하는 스마트 워터관제 솔루션 구축 동행 진수 플랫폼을 통해 하천의 수질·수위 데이터를 모니터링하며 침수 위험 등 하천 관련 정보 제공	하천	환경에너지·수자원	IoT(관수 시스템, 수질 센서), 원격제어, 모니터링 및 관제, 플랫폼(통합진수 플랫폼)		LID(빔물저금통), 생태 관리(식생관리)
		지역화폐 연계형 에코포인트 서비스	생태하천으로 복원된 오산천을 보호하고 자연친화적인 스마트 하천 관리 서비스 제공 하천 생태 감시 모니터링을 위해 CCTV, 환경시순찰 로봇 배치	하천	환경에너지·수자원	IoT(CCTV, 센서), 모니터링 및 관제, AI(순찰로봇)		생태관리(하천 생태 관리) 로봇(순찰)
예비	경남 창원 (2020)	진해해양공원 스마트관광타운	창원시는 진해해양공원에 투어버스 예약 기능 관광앱과 공유킴보드 등 교통수단을 제공할 예정 아울러 가상현실(VR) 360도 파노라마 체험 관광, 솔라타워 미디어 파사드와 함께 편의를 위한 주차공간확인 및 사전결제 등 스마트파크와 공공 WiFi 서비스 등을 도입	도시공원(해양공원)	문화·관광 스포츠	체험형 인터랙티브(VR 파노라마, 미디어 파사드)		
		스마트 미세먼지 클린 특화단지 조성	빅데이터 분석과 미세먼지 저감서비스를 연계한 실증단지 구축 사업	도시공원	환경에너지·수자원	IoT(미세먼지센서), AI(분석, 지능형 실수장치)		기후 및 대기환경·미세먼지 저감장치
본	경남 김해 (2018-2019)	고고(GoGo)가야 스마트 관광 서비스	증강현실(AR) 가상현실(VR) 및 홀로그램 등을 활용한 역사체험, 스마트 모빌리티 구축을 통한 관광객 편의제공 등 새로운 지역 관광산업을 발굴하고 관광객을 유치	도시공원, 관광지	문화·관광 스포츠	체험형 인터랙티브(AR, VR, 홀로그램)		
		제물포 Station.J	스마트 커뮤니티팜 조성, 수확물 공유 및 어르신 일자리 창출과 도시농업 체험기회 제공	대지 내 조정 (옥상조정)	근로노동	IoT, 플랫폼		

구분	지자체	사업명	도입 서비스 내용		그린인프라 유형	서비스 유형	활용기술		
			연무그린 IoT 플랫폼	첨단 탐침기술 기반 스마트 식물생육 센서와 데이터분석 기술을 결합한 도시그린서비스 플랫폼 실현			정보통신	환경	모빌리티
주거지원형	경기 수원	동문 밖 행복샬더, 연무마을	스마트 파고라	도시 내 미세먼지, 더위 및 축한을 완화시키고 배터리 충전 등이 가능한 새로운 형태의 쉼터 제공으로 도시 품격 제고	도시공원, 가로수, 보행자길	환경에너지: 수자원 시설물 관리	IoT(생육 센서), 모니터링 및 관제, 플랫폼, AI(분석)	생태 관리(식물 생육 센서)	
중심 시가지형	전남 순천	생태 비즈니스 플랫폼, 순천역전	휴머니드 스마트 로봇 조성	관광객, 주민과 소통 및 다양한 이벤트 추진으로 즐거움 선사	사업 전 지역	시설물 관리	AI(정보 제공)	기후 및 대기환경스마트 피고라	
우리동네 살리기	충북 제천	화산 속 문화와 사람을 잇는 의병이카(이브)마을	Eco 스마트 소양나무	스마트폰 활용 소양나무(인공지능)에서 관광 정보 획득	국가정원	문화·관광 스포츠	AI(관광정보안내), 시민참여서비스		
주거지 지원형	부산	생활환경개선 인형한 천마마을 도시재생 뉴딜사업	스마트팜 운영	스마트 가로등, 공원등, 방범등 조성 및 스마트 라이팅등 관제시스템 구축	도시공원	환경에너지: 수자원	IoT(스마트 조명), 모니터링 및 관제, 플랫폼(관제시스템)	에너지 및 자원 순환(조명)	
중심 시가지형	경남 포항	ICT 기반 해양산업 플랫폼 포항	스마트시티	스마트팜 재배 작물의 모종과 출하를 위한 대상지 주민 노동력 고용 운영 이익을 통해 향후 지역 발전 기금 조성 스마트도시재생 서비스의 운영과 관리 비용 확보	공공시설 내 녹지	근로·고용	IoT, 모니터링 및 관제, 플랫폼		
중심 시가지형	경남 창원	ICT 기반 해양산업 플랫폼 포항	스마트시티	해양관제센터 및 환경, 안전, 스마트 인프라 조성을 통한 데이터 생산 및 제공	도시공원 (어린이 공원)	시설물 관리, 환경에너지: 수자원	IoT(CCTV), 모니터링 및 관제, AI(지능형 CCTV)	생태 관리(공원 관리)	
중심 시가지형	경기 남양주	SLOW & SMART CITY, 남양주 원도심 역사문화재생	스마트 어울림마당 조성	스마트 공관관리시스템, IoT 활용 나무관리	도시숲, 도시공원	환경에너지: 수자원	IoT(생육센서), 플랫폼(관리시스템)	생태 관리(공원 관리)	
중심 시가지형	경기 남양주	SLOW & SMART CITY, 남양주 원도심 역사문화재생	스마트 어울림마당 조성	리빙랩 운영 및 스마트 가드닝 등 스마트농업 공간 확충을 통해 체험/생산 커뮤니티 구축	공공시설 내 녹지	근로·고용	IoT, 모니터링 및 관제, 플랫폼		

출처: 스마트시티 통합플랫폼(https://smartcity.go.kr)에 수록되어있는 스마트도시 프로젝트를 참고하여 연구진 작성