

# 시민참여형 스마트시티 리빙랩 활성화 방안 연구\*

박준호\*\* · 박정우\*\*\* · 남광우\*\*\*\*

## A Study on the Activation of Citizen Participation through Living Lab\*

Park-JunHo,\*\* Park-JeongWoo,\*\*\* Nam-KwangWoo\*\*\*\*

**국문요약** 스마트시티는 도시서비스를 다양화하고 그 성능과 품질을 향상하는데 정보통신기술을 적극적으로 활용하여 삶의 질 향상 및 도시 활동의 새로운 트렌드를 만들어내는 지역혁신플랫폼이라 할 수 있다. 최근 스마트시티의 성공적인 구축을 위해 시민참여의 중요성이 점차 강조되고 있어 그 실현수단으로서 사용자가 주도하는 개방형 혁신 플랫폼인 리빙랩이 주목받고 있다. 이에 국내 스마트시티의 혁신 환경을 제공하는 리빙랩의 확산 방안 마련을 본 연구의 목적으로 한다. 이를 위해 우선 국내 스마트시티 리빙랩과 관련된 정책적 동향을 분석하고 스마트시티 리빙랩 사례들의 개별적 특징과 발전과정을 살펴보았다. 또한, 스마트시티 리빙랩 선도국가로 평가받는 네덜란드, 핀란드, 덴마크 등의 전문기관 담당자를 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 연구결과, 국내 스마트시티 리빙랩의 활성화를 위해서는 사업화 및 확산을 위한 지원체계 마련, 중간지원조직체계 조성, 법·제도 개선, 인접지역과의 공동대응체계를 마련하는 것 등의 정책 필요성이 제시되었다.

**주제어** 스마트시티, 리빙랩, 스마트도시서비스, 혁신

**Abstract:** Smart City is the regional innovation platform that actively utilizes information and communication technologies to diversify city services and improve the performance and quality, hence improving the quality of life and creating new trends of urban activities. Recently, the importance of citizen participation is increasingly emphasized to build smart cities successfully and the Living Lab, an open innovation platform led by users, is taking center stage as a means of realizing it. Accordingly, this study aims to establish the plans for popularizing living labs that provide innovative environments for domestic smart cities. To this end, first of all, political trends related to domestic smart cities' living labs were analyzed, and then, individual characteristics and development processes of the relevant cases were investigated. In addition, in-depth interviews were conducted with the experts of specialized agencies from Netherlands, Finland, and Denmark, etc. which are considered as leading countries in smart cities' living labs.

\* 이 연구는 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2018R1D1A1B07049367).

\*\* 경성대학교 일반대학원 건설환경도시공학과 박사수료(주저자: pjhiui@ks.ac.kr)

\*\*\* 경성대학교 공과대학 건설환경도시공학부 외래교수(공동저자: polemic21@gmail.com)

\*\*\*\* 경성대학교 공과대학 건설환경도시공학부 교수(교신저자: kwnam@ks.ac.kr)

As a result, in order to popularize living labs in domestic smart cities, the following policies were proposed; establishing support systems for commercialization and dissemination, building intermediary support organizations, improvement of laws and institutions, establishing the joint response systems with neighboring areas, etc.

**Key Words:** Smart City, Living Lab, Smart City Service, Innovation

## 1. 서론

### 1) 연구의 배경 및 목적

현재 세계는 4차산업혁명의 신기술을 적용하고 운영하는 플랫폼인 스마트시티 조성을 위해 박차를 가하고 있다. 스마트시티에 적용하는 기술은 기하급수적인 속도로 발전함과 동시에 그 범위 또한 포괄적이어서 국가적으로 대부분 영역의 산업이 포함된다. 이에 따라 신기술을 적기에 적용하기 위해 법·제도적 개선과 협력적 거버넌스의 중요성도 강조되고 있다. 특히, 신기술을 적용한 도시서비스를 제공받는 시민의 역할이 점차 중요하게 인지되면서 시민참여의 혁신적 방법론인 리빙랩의 필요성과 적용 방안에 대한 논의가 활발해지고 있다.

리빙랩은 공급자와 사용자 등 다양한 이해관계자가 공동으로 혁신을 만들어가는 개방형 플랫폼으로서, 초기에는 제품개발 중심으로 적용되었으나 점차 새로운 정책, 제도와 기술, 서비스 개발 등으로 확대되고 있다. 리빙랩의 핵심은 다양하고 많은 이해관계자의 참여를 통해 의견을 모으고 이를 정제하여 보다 의미 있는 정보(sensed information)로 가공하거나 전환하는 것이다. 이러한 리빙랩이 스마트시티에 적용되면 크게 3가지 측면에서 효과적인 의미가 있다. 첫째, 중소기업 또는 스타트업의 빠른 시장 진입을 도와준다. 제품 개발 과정에서 사용자 테스트를 통해 수정 및 보완을 거듭하면서 사용자 맞춤형 제품개발을 가능하게 한다. 둘째, 스마트시티 계획의 실행가능성과 지속가능성을 향상시킨다. 스마트시티 계획에 있어 핵심은 어떠한 스마트도시서비스를 어떻게 적용할지에 대한 많은 고민이 필요하다. 실제 스마트도시서비스의

수혜자와 함께 리빙랩을 통해 서비스를 기획함으로써 계획의 완성도를 향상시킨다. 셋째, 사용자에게 의해 새로운 비즈니스 기회가 창출된다. 리빙랩 프로세스를 통한 스마트도시서비스 기획 시 다양한 이해관계자가 혁신의 주체로서 수많은 의견을 제시한다. 개인이 다른 환경에서 경험한 지식의 전달 통로로써 새로운 형태의 비즈니스 모델과 혁신적 아이디어가 창출될 수 있는 환경이 조성된다. 최근 정부는 리빙랩의 중요성을 인지하고 스마트시티 계획 및 재정지원사업에 리빙랩의 활용을 적극적으로 권장하고 있다. 하지만, 활용에 앞서 리빙랩 방법론 자체를 고도화하는 등의 연구는 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내 스마트시티 리빙랩 관련 동향 및 사례별 특징과 발전과정을 살펴보았다. 또한, 해외 리빙랩 우수기관의 전문가 인터뷰를 통해 해외 스마트시티 리빙랩에서의 시사점을 도출하였다. 이를 통해 국내 스마트시티 리빙랩의 활성화를 위한 정책적 방안 제시를 연구의 목적으로 한다.

## 2. 이론적 고찰 및 선행연구

### 1) 시민참여의 정의 및 가치

시민참여의 정의는 협의에서 광의에 이르기까지 다양한 관점에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 고경훈(2012)에 따르면 공권력이 부여되지 않은 시민들이 공적 권한이 주어진 사람들의 정책 결정 과정에 영향을 미칠 의도로 참여하는 것으로 정의하고 있다. 시민참여의 필요성은 경제 수준의 향상과 기술의 발전에 따른 정보의 교류 및 개방 등 참여 기회가 확대됨에 따

라 필연적으로 고려할 사항으로 인식되고 있다. W. L. Morrow(1975)에 따르면 시민참여는 시민성숙도를 향상시키고 정책의 질을 제고시키며 개인의 특성을 회복시키는 기능을 담당한다고 하였다. 시민참여의 효과 역시 다양한 분야에서 연구가 되고 있으며, 지방자치단체의 도시개발 관련 사업이 주를 이루고 있다. Cogan과 Sharpe(1986)는 공공과 시민과의 신뢰 회복, 분쟁으로 인한 막대한 비용 손실발생의 방지, 계획과정에서 대중의 지지 확보를 통한 미래 의사결정과정에서의 긍정적인 영향 등 시민참여의 5가지 이점을 제시하였다. 유수철(2010)은 도시재개발사업에서의 시민참여는 복잡하고 다양한 이해관계가 대립되는 도시문제 속에서 사업 주체와의 갈등요인을 사전에 해소하여 계획의 완성도를 높이며 사업 기간 단축 및 사업 시행의 실천력을 획기적으로 증대할 수 있다고 하였다. 김종수(2010)는 도시 및 지역개발에서의 시민참여의 효과를 정부 및 시민 측면으로 제시하였다. 정부 측면으로는 시민으로부터 공적 아이디어 도입을 통해 행정 쇄신이나 정책의 질적 향상이 가능하며 이를 통해 행정의 신뢰성을 확보하여 정책 집행의 효율성을 향상한다.

시민 측면으로는 민주시민으로 성숙할 수 있는 교

육의 장으로 활용되며 시민의 무력감을 해소한다고 제시하였다. 이승중(2011)은 다양한 도시개발 사업과 공공문제 해결 및 정책과정에서 시민참여가 중요한 이유는 민주주의의 이상을 실현한다는 포괄적인 의의에서부터, 다양한 사회문제와 시민들의 요구를 정부가 혼자 해결하기에는 시간과 자원이 부족하다는 점, 정책과정에 시민들의 목소리를 반영하고, 정부의 권력 남용 및 오류를 감시하며 통제할 필요가 있다는 점 등을 강조하였다.

## 2) 선행연구

### (1) 스마트시티 확산 관련 연구

스마트시티의 확산방안 관련 연구를 살펴보면 스마트시티를 구성하는 서비스의 확산으로부터 정보를 수집하고 제공하는 운영 플랫폼, 법·제도 개선, 체험형 테스트베드 구축 등 다양한 관점에서 확산 관련 연구를 진행하고 있다. 먼저 Zygiaris(2012)는 스마트시티의 확산 방안을 세 가지로 정리하였다. 첫째는 도시 구성요소인 레이어(layer)들 간의 확산이다. 이른바 결합된 레이어 구조(integrated layer structure)로서 도시 기반시설과 같은 최하위 도시레이어가 스마트화 되면 이후 도시기반시설 위에서 이루어지는 또 다른 도시활동 레이어가 점차 스마트화되는 방안을 의미한다. 이러한 레이어 간의 변화는 공간의 변화를 만들고 이는 다른 지역의 참조가 된다는 것이다. 대표적으로 바르셀로나가 이에 해당한다. 두 번째로 정부가 특정 도시의 구성요소를 대상으로 기업, 공공기관, 리빙랩이 함께 협력하여 지역문제를 해결하도록 하고, 이후 이들의 협력체계가 보다 넓은 지역 또는 도시전역을 대상으로 실행될 수 있는 도시 차원의 이니셔티브에 해당하는 솔루션을 선택하여 실행할 수 있도록 자생적인 생태계를 만들어내는 방법으로 암스테르담이 대표적이다. 세 번째로 제한적인 도시요소를 활용한 확산방안으로서 교육, 관광, 첨단기술의 중심인 영국 에든버러가 비즈니스 활성화를 위해 BID(Business Improvement District)와 같은 비즈니스 활성화 지구와 같은 프로그램을 활용하는 방법과 같다. 에든버

〈표 1〉 시민참여 가치 관련 선행연구

저자	시민참여의 가치
유수철, 2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업주체와의 갈등요인 해소</li> <li>- 계획의 완성도 향상</li> <li>- 사업기간 단축</li> <li>- 사업시행의 실천력 증대</li> </ul>
김종수, 2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공적 아이디어 도입</li> <li>- 행정 쇄신 및 정책의 질적 향상</li> <li>- 행정의 신뢰성 확보</li> <li>- 교육의 장을 통한 민주시민화</li> <li>- 시민의 무력감 해소</li> </ul>
이승중, 2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 민주주의 이상 실현</li> <li>- 협력적 해결방안 도출</li> <li>- 정부의 권력 남용 및 오류 감시</li> </ul>
Cogan, Sharpe, 1986	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공문제를 해결할 수 있는 아이디어 도입</li> <li>- 공공과 시민의 협력을 통한 신뢰 회복</li> <li>- 미래의 의사결정과정에서 좋은 영향으로 이어짐</li> <li>- 분쟁과 막대한 비용 손실의 발생 방지</li> <li>- 계획의 과정에서 대중의 지지 확보</li> </ul>

리의 경우는 이러한 프로그램을 통해 시의회에 디지털 라이브러리를 구축하여 도시재생, 디지털 포용, 지역경제 지원의 핵심적인 역할을 수행하고 있다. Zvolaska(2019)는 런던의 사례와 같이 두 가지 방법으로 스마트기술 확산이 가능하다고 제안하였다. 첫 번째는 크라우드 펀딩 파일럿 프로젝트로서 지역의 연구그룹이 아이디어를 제공하고 일정한 숫자의 후원자가 모이게 되면 런던시장이 나머지 필요자금을 지원할 것을 약속하는 방식으로 기술사업화를 활성화하는 것이다. 두 번째는 런던시는 ICT기술을 공유하고 상호 학습하는 이벤트를 조직하여 ICT 지식을 육성하는 도시 생태계를 확산하는 조력자로서의 역할을 하는 것이다. Wang(2018)은 도시 간의 지식학습 방법을 두 가지로 설명하였다. 첫째는 새로운 스마트서비스를 시작하기 전에 정부나 민간회사가 기존 서비스로부터 수집된 데이터 양식을 활용하여 상호교차가 가능한 양식을 만들어 보는 것과 지식과 경험을 다른 도시에서 배우오는 것이다. Cui(2017)의 연구에 따르면 중국은 스마트도시 개발을 위해 세 가지 방안을 사용한다. 첫째는 정부주도로 도시종합개발모형을 수립하여 도시변화와 개선을 촉진함으로써 다른 도시가 활용 가능한 사례를 만들어 제공하는 것이다. 두 번째는 특정산업을 유도하는 방안으로 지역경쟁산업을 특화하는 공간을 조성하는데 중점을 두는 전략이다. 세 번째는 다른 도시의 발전을 참조하여 각 도시별 전략에 활용하는 후속도시 창출모형이라 할 수 있다. 손형섭(2017)은 부산시 스마트 주차장의 확산을 위해 주차장법과 부산시 조례 등을 검토하여 장애요인으로 작용하는 법·제도를 개선하고 인센티브를 제공하는 등의 신규 조례안을 제시하였다. 양전성(2017)은 공공서비스에 제한되어진 U-City 통합 플랫폼에서 벗어나 인접 지역 또는 상위 지역간 연계하여 재난, 긴급상황 등을 신속히 처리 가능한 IOT기반 연계 플랫폼 구축을 통한 스마트시티의 확산 방안을 제시하였다. 탁성숙(2019)은 각 지방자치단체 간 스마트도시서비스의 확산에 영향을 미치는 요인 분석을 통해 지자체의 스마트시티 구축을 위한 중앙정부의 사업지원 필요성과 도시의 인구 규모보다는 서비스의 수요와 공급을 고

려한 재정적 측면에서의 검토 필요성을 강조하였다. 유지송(2016)은 국내 스마트시티의 확산을 위한 교두보로써 소규모 지역에 집중적으로 개발 연구를 진행하고 서비스를 적용하는 체험형 테스트베드의 구축전략을 제시하였다.

## (2) 스마트시티 리빙랩 관련 연구

최근 혁신플랫폼 성격의 리빙랩이 주목받으면서 이에 관한 여러 연구가 진행되었다. 임화영(2019)은 ICT 기술을 이용하여 시민의 사회적 소통의 삶과 질 향상을 위한 지속 가능한 시민참여 확대방안으로서 21세기 아고라 광장, 지자체 생활정책 제안, 온라인 플랫폼 등 리빙랩의 발전 방향을 제시하였다. 성지은(2018)은 해외 스마트시티 리빙랩 사례분석을 통해 리빙랩 적용을 통한 도시의 지역적 특성을 고려하고 시민이 함께 만들어가는 스마트시티 리빙랩의 필요성을 강조하였다. 또한, 리빙랩 운영을 위한 중앙정부 및 지자체의 지원 및 협력체계 조성과 사회혁신 조직의 참여, 리빙랩 플랫폼 구축 등을 제안하였다. 임호(2016)는 해외 사례분석을 통한 시사점 도출을 통해 부산시 리빙랩 적용을 위한 시범사업, 사회혁신 생태계 조성, 네트워크 구축 등의 활성화 방안을 제시하였다. 한편 스마트시티 리빙랩 유형 관련 연구로 Seppo Leminen(2012)는 리빙랩 활동을 주도하는 주체에 따라서 기업 주도형, 공공기관 주도형, 연구기관 주도형, 사용자 주도형 등으로 유형을 분류하였다. 성지은(2016)은 참여 행위자, 조직화 방식, 중심 행위자 등에 따라 리빙랩의 유형을 구분하였으며 리빙랩의 유형에 따라 인프라, 거버넌스, 전문조직-시민사회 결합 방식 등이 다르게 조직화되며 개발된 성과의 활용 목적이 달라진다고 하였다. 이상의 선행연구를 살펴 본 결과 스마트시티 리빙랩의 활성화를 위한 정책제안, 유형 분류 등 리빙랩의 전체론적인 관점에서의 연구가 주를 이루고 있다. 리빙랩은 다양한 이해관계자의 상호작용을 통해 문제를 해결해 나가는 혁신 방법론으로서 실제 운영을 통해 발생하는 실질적인 이슈에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 스마트시티 리빙랩 운영과정에서 발생하는 이슈를 중심으

로 해외 스마트시티 리빙랩 전문기관의 주요 실무자 심층 인터뷰를 통해 질적 연구를 수행하였다는 것에 의미가 있다.

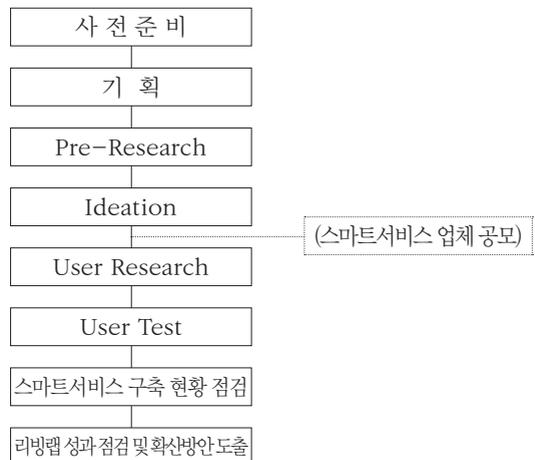
### 3. 국내 스마트시티 리빙랩 분석

#### 1) 국내 스마트시티 리빙랩 정책 동향

대통령직속 4차산업혁명위원회는 2018년 1월 「스마트시티 추진전략 보고회」를 통해 도시혁신 및 미래 성장동력 창출을 위한 비전 및 추진전략을 발표하였다. 여기에서 글로벌 동향과 시사점, 국내 스마트시티 사업의 평가와 반성을 바탕으로 향후 정책추진을 위한 7대 혁신변화 도출을 통해 세계 최고 스마트시티 선도국으로 도약할 수 있는 전략을 마련하였다. 특히, 민간-시민-정부의 주체별 역할 정립을 통해 개방형 혁신시스템 도입과 공유 플랫폼을 활용한 리빙랩 구현 등의 시민참여를 촉진하는 추진전략을 제시 및 강조하였다. 이를 통해 정부는 국가 시범도시, 테마형 특화단지, 스마트도시재생 사업에 사회혁신 방법론으로서 리빙랩 도입을 촉진하고 있으며 지자체 또한 스마트시티 관련 다양한 사업에 적극적으로 리빙랩을 도입하여 수행 중에 있다.

리빙랩에 대한 중앙정부의 인식변화는 국토계획 표준품셈의 마련에서 확인할 수 있다. 기술중심 구축에서 시민참여 중심으로서의 스마트시티 구축 패러다임 변화에 따라 새로운 방법론으로서 리빙랩이 논의되고 도입되었지만, 비용과 내용적 측면에서 많은 이슈가 있어 왔다. 산업통상자원부는 2019년 3월, 국토계획 표준품셈에 스마트도시 시민 리빙랩 항목을 신설하였다. 여기에서 스마트도시 시민 리빙랩은 참가자의 지식, 경험 및 아이디어를 결집하고 상호토의, 관계자의 협력이 가능한 프로세스로 정의되었다. 이러한 리빙랩을 통해 의사결정 및 합의를 도출하기 위한 조력자 역할의 회의 진행과 프로세스의 촉진자 역할을 수행하는 것으로 정의하였다. 업무의 내용적 범위로는 우선적으로 스마트도시에서 발생할 수 있는 문제나 솔루션의 도출, 솔루션 및 세부기능 선정에 대해 다양

한 의사결정과정을 촉진하는 역할이 정의되었다. 이를 통해 이해관계자간의 갈등을 해소하고 그룹원들의 활력 증진을 도모함으로써 참여자들의 협력적 공동작업이 이루어질 수 있도록 공정을 관리하여 효과적으로 목표를 달성할 수 있도록 하고 있다. 한편 업무의 흐름은 <그림 1>과 같이 스마트시티 리빙랩의 기획부터 온/오프라인 시민미즈 분석, 서비스 발굴, 서비스 업체 공모 및 선정, 서비스 기능 개선, 서비스 구축 및 평가, 시민요구사항 반영여부 점검, 리빙랩 성과 점검 및 서비스 확산방안 도출 등 프로젝트의 전체 과정을 시민의 의견을 반영하고 시민이 주도할 수 있는 새로운 환경을 마련하였다. 이러한 국토계획 표준품셈을 통해 스마트시티 리빙랩의 성격을 정형화함으로써 공급자와 사업자 간의 혼란을 줄여주고 스마트시티 리빙랩의 수행 및 활성화를 위한 법적 근거를 마련하였다는 것에 큰 의미가 있다. 또 한편으로 리빙랩을 활성화하기 위한 큰 흐름 중 하나는 국내 연구기관 및 지자체가 리빙랩을 선도하고 활성화하기 위한 네트워크 조성에 노력하고 있다는 점이다. 과학기술정책연구원(STEPI)은 한국리빙랩네트워크 발족을 통해 리빙랩 관련 기관의 다양한 경험을 공유하고 확산을 위한 포럼을 지속적으로 운영하며 국내 리빙랩 활성화를 위한 중심 역할을 수행하고 있다. 부산시와 부산창조경제혁신센터, 지역대학이 주도하여 발족한 부산리



<그림 1> 스마트도시 시민 리빙랩 프로세스  
출처: 산업통상자원부, 2018, 국토계획 표준품셈

빙랩네트워크는 부산시의 사물인터넷 산업 활성화와 세계선도형 스마트시티 조성을 위한 교류를 진행하고 있다. 대구는 미래산업 육성, 스마트시티 조성, 사회 혁신, 도시공간 재창조, 인재양성 등 시정 전 분야에 대해 리빙랩을 활용한 도시혁신 공동 프로젝트와 공동연구를 추진하기 위해 지역연구기관 및 지역시민연대와 협력체계를 조성하였다. 한편, 지역 중심에서 벗어나 각 지역 대학들의 혁신적 실험과 확산을 위한 기반을 마련하기 위해 전국 18개 대학이 모여 대학리빙랩네트워크도 출범하였다. 이처럼 리빙랩을 적극적으로 활용하고 확산하기 위한 조직적인 활동이 나타나고 있으며, 연구기관, 지자체, 사회적기업, 대학 등 공공분야에서 주를 이루고 있다.

## 2) 국내 스마트시티 리빙랩 사례분석

본 연구에서 리빙랩의 유형을 고려하여 크게 3가지 사례를 분석하였다. 첫 번째 사례는 해운대 개방형 스마트시티 실증단지 조성사업이다. 과학기술정보통신부는 2015년부터 2017년까지 사물인터넷 분야 수요 시장을 창출하기 위한 IoT 실증단지 조성사업을 부산시 해운대 지역을 대상으로 추진하였다. 개방형 혁신 모델을 통한 시민 체감·참여형 서비스 고도화를 위해 시민의 지식과 아이디어로 양질의 사용성 높은 공동 창조적 서비스 구현을 목표로 하였다. 이를 위해 해운대 지역주민의 의견수렴을 위한 시민참여단을 공개 모집하였다. 조성사업의 특성상 분야별 실증서비스가 이미 기획된 상태에서 수행되었기 때문에 서비스 개발단계, 개발완료 단계에서의 시민의견 수렴을 통한 개선 및 고도화를 목적으로 리빙랩을 운영 하였다. 개발단계에서는 User Research 프로그램을 통해 실증서비스의 기능개선을 위한 워크숍을 추진하였다. 실증서비스의 과업지시서와 기능정의서를 활용하여 UI/

UX 기법을 활용한 가상체험 프로그램을 통해 정성적인 의견을 도출하였다. 또한, 서비스의 기능에 대한 설문조사를 통해 서비스별 기능개선사항을 정량적으로 도출하였다. 운영기관은 시민참여단이 제시한 방대한 의견을 구조화 및 체계화하고 설문조사에 따른 정량적인 결과를 종합하여 시민 요구사항을 기업에 제공하였다. 기업은 기술적, 재정적 검토를 통해 수용 가능 여부에 대한 피드백을 제공하였으며 시민참여단이 제시한 서비스 기능개선사항 중 약 37%를 수용하는 성과를 이루었다. 개발완료 단계에서는 User Test 프로그램을 통해 실증서비스 구축 현장을 방문하여 직접 체험하는 워크숍을 추진하였다. 서비스에 대한 현장체험을 통해 만족도, 사용성, 지속사용의도 등에 대한 정량적 평가를 수행하고, 서비스의 기능개선 사항에 대한 의견도 새롭게 제시하는 등 서비스의 고도화 및 지속가능한 모델로 발전시키기 위한노력을 하였다. 또한, 운영기관은 월별간담회를 개최하여 스마트시티 관련 교육을 진행하였으며, 지역 문제에 대한 논의와 브레인스토밍을 통해 신규 서비스 아이디어를 발굴하는 등 스마트시티 시민전문가 양성을 위한 노력을 하였다. 이러한 노력과 교류의 성과로 국내 스마트시티 관련 최대 규모 컨퍼런스인 월드스마트시티워크(WSCW)에서 주최하는 스마트도시서비스 아이디어 공모전의 일반시민 부문에서 2회 입상하는 성과를 이루었다.

두 번째는 2018년 국토교통부에서 주관하는 테마형 특화단지 마스터플랜 수립 지원사업 공모에 선정되어 문화·관광 특화형 스마트시티 조성을 위한 계획수립에 착수한 김해시의 리빙랩 사례이다. 국토교통부는 테마형 특화단지 마스터플랜 지원사업의 공모 지원시 리빙랩을 통한 거버넌스 운영을 필수항목으로 포함 시켜 리빙랩을 통한 시민참여형 스마트시티 계획

〈표 2〉 국내 리빙랩 네트워크 현황

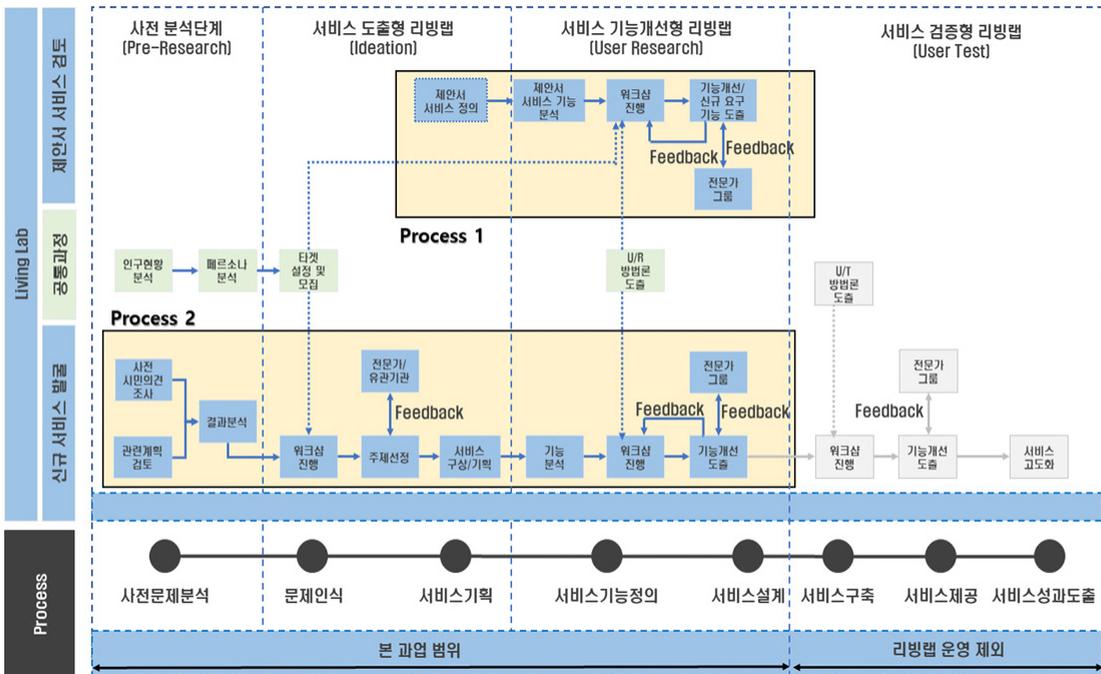
구분	목적	참여기관
한국리빙랩네트워크	국내 리빙랩의 중심 역할	국책연구기관
부산리빙랩네트워크	사물인터넷 산업 활성화와 세계 선도형 스마트시티 조성	부산시, 혁신센터, 지역대학
대구리빙랩네트워크	리빙랩 기반 도시 혁신	지역연구기관, 사회적기업
대학리빙랩네트워크	다양한 혁신적 실험의 시도와 스케일-업할 수 있는 기반 마련	전국 지역 대학



〈그림 2〉 해운대 개방형 스마트시티 실증단지 조성사업 워크숍

수립을 강조하였다. 이에 따라 김해시는 마스터플랜 수립을 위해 대상지 지역주민을 대상으로 시민참여단을 모집 및 구성하고 리빙랩을 운영하였다. 리빙랩의 운영은 마스터플랜 계획수립 지원사업이라는 특성으로 인해 Pre-Research, Ideation, User Research로 총 3단계로 진행하였다. 리빙랩 운영은 크게 2가지 측면에서 운영되었다. 첫 번째로, 김해시에서 공모사업 지원을 위해 제안한 스마트도시서비스에 대한 기능개선

및 정의를 위한 프로그램이 있다. 계획된 서비스에 대하여 UI/UX 방법론을 활용한 가상체험을 통해 서비스의 기능을 수정 및 보완하는 작업을 수행한 것이다. 두 번째로, 신규 서비스 발굴형 프로세스로, 지역주민의 의견을 수렴하고 소통을 통해 지역 문제를 정의하고 그에 따른 스마트도시서비스 기획 및 기능을 정의하여 지역에 필요한 신규 스마트도시서비스를 발굴하였다. 이러한 과정을 통해 테마형 특화단지 조성비 지



〈그림 3〉 김해시 스마트시티 테마형 특화단지 리빙랩 운영 프로세스  
출처: 김해시 스마트시티 테마형 특화단지 마스터플랜 수립용역 최종보고서

원사업 공모에서도 선정되는 성과를 도출하였으며, 조성사업 진행 시 User Test 프로그램을 운영하여 서비스 기능의 고도화를 수행할 예정이다.

다음으로 한국토지주택공사 주도로 추진한 행복도시 스마트시티 리빙랩 프로젝트 사례이다. 한국토지주택공사는 2018년 10월부터 세종시 행복도시 생활권을 대상으로 도시문제 발굴에서 해결까지 모든 과정에 시민이 참여하고, 민간의 창의적인 스마트기술을 활용하여 도시문제를 해결하는 리빙랩 프로젝트를 추진하고 있다. 대상 지역인 행복도시 생활권 주민을 대상으로 시민참여단을 모집하였으며, 리빙랩은 Pre-Research, Ideation, User Research, User Test 등 총 4단계 리빙랩을 진행 중에 있다. 시민참여단은 주민센터에 모여 지역 문제를 함께 정의하고 문제 해결을 위한 스마트도시서비스를 기획하였다. 특히, 제한된 예산 내에서 모든 서비스를 구축할 수 없기에 지역 문제에 대한 시급성과 타당성 등을 고려한 우선순위를 선정하였다. 기존 공공주도형 스마트시티 리빙랩에서 진행하던 서비스 기능개선 및 고도화 방안을 제시하는 역할을 비롯해 서비스 구축업체 선정 시 시민이 직접 평가위원으로 참여하여 업체 선정과정에 영향을 미치는 의사결정권자로서 역할을 수행한 것에 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

#### 4. 해외 스마트시티 리빙랩 전문기관 인터뷰

##### 1) 전문기관 인터뷰 대상 및 방법

해외 전문기관 인터뷰는 스마트시티 리빙랩 관련 우수사례로 손꼽히고 있는 네덜란드의 ASC(Amsterdam Smart City), 덴마크의 DOLL(Danish Outdoor Lighting Lab, Danish Outdoor Living Lab), DAC(Danish Architecture Center), 핀란드의 FVH(-Forum Virium Helsinki)를 대상으로 하였다. 인터뷰 방법으로는 관련 기관에 직접 방문하여 주요 실무자를 대상으로 심층면접법을 실시하였다. 면접 소요시간은 1시간에서 2시간 정도로 진행되었으며 심층면접

〈표 3〉 해외 스마트시티 리빙랩 인터뷰 기관 및 주요내용

국가	전문기관	인터뷰 주요내용
네덜란드	ASC	- 주요 역할 및 기능 - 운영 주체
덴마크	DOLL	- 시민의견 수렴 방법
	DAC	- 실행 및 확산을 위한 주요 이슈 - 스마트도시서비스 관리 방안
핀란드	FVH	- 입주 기업 혜택

결과를 질적 연구자료로 활용하였다. 각 기관별 특성과 역할을 고려하여 심층 인터뷰 내용을 구성하였으며 내용은 다음과 같다.

##### 2) 전문기관 심층 인터뷰 결과

첫 인터뷰 기관은 네덜란드의 ASC(Amsterdam Smart City)로서 2009년 암스테르담의 정부, 민간기업, 학교, 주민 등이 도시문제 해결을 위하여 각종 아이디어 공모 및 실행에 참여하는 오픈 플랫폼이다. ASC는 에너지, 모빌리티, 순환경제, 기반시설·기술, 거버넌스·교육, 시민·생활 등 6개 부문에서 약 200개의 리빙랩을 운영하고 있다. 운영 주체는 프로젝트별로 디렉터를 지정하여 관리 및 운영하고 있으며 정부 14.2%, 기업 40.1%, 스타트업 14.9%, 연구기관 13.9% 등으로 정부 기관보다 민간 주도로 운영 중에 있다. ASC는 온오프라인을 통해 시민참여 및 의견수렴을 진행하고 있다. 온라인 홈페이지를 통해 시민들의 혁신적인 아이디어를 수집할 수 있는 채널을 제공하고 있으며 1차 시민 투표, 2차 시 당국 검토를 통해 최종 아이디어 선정 및 프로젝트 실증을 수행한다. 오프라인에서는 스마트시티 체험랩을 운영하여 시민들이 다양한 프로젝트에 직접 참여할 수 있는 환경을 조성하여 생활 속의 User Test를 통해 프로젝트의 고도화를 진행하고 있다. ASC에서 수행한 대표 사례인 Cafe De Creuvel은 2010년 조선소 폐업 이후 방치되던 지역을 지역 재생 프로그램을 통해 사무공간, 공연장, 카페 등 혁신 공간으로 탈바꿈하였다.

프로젝트 진행 과정에서 해상 가옥, 오수 처리 및 태양광 마이크로그리드 구축 등의 사업 진행 시 법적 규제로 어려움이 있었으나, 암스테르담 정부의 네거티브 방식의 법령 해석 지원 등으로 사업을 추진하는

성과를 이루었다.

두 번째 기관인 덴마크의 DOLL(Danish Outdoor Lighting Lab, Danish Outdoor Living Lab)은 2014년 지방정부와 비영리조직, 대학 등이 컨소시엄을 구성하였다. 현재 Gate 21이라는 비영리 파트너 조직에서 운영 중에 있으며, 지속가능하고 효율적인 자원 및 에너지 사용을 촉진하는 솔루션 개발을 목표로 하고 있다. 이를 위해 지능형 가로등, 디지털 인프라, 환경 모니터링, 주차 등 다양한 스마트시티 솔루션을 테스트하고 연구하는 유럽 최대 규모의 리빙랩을 진행하고 있다. DOLL의 테스트베드 내 설치되는 모든 시설물의 경우, Gate21에서 각종 인허가 등의 절차에 대한 권한을 가지고 있다. 또한, 지구 내 테스트를 진행한 가로등에 대한 소유권도 Gate21로 귀속하여 관리·운영·보수를 담당하게 된다. DOLL은 글로벌 스마트시티에서 입주 기업을 위해 테스트베드에서 진행한 스마트 가로등의 기능적 모듈화를 지원하고 있으며 모듈화 부문의 연결 단자를 국제 표준 방식으로 채택되도록 행정 및 홍보 지원을 통해 기업의 사업영역 확장을 할 수 있도록 노력하고 있다.

다음으로 덴마크 코펜하겐에 위치한 DAC (Danish Architecture Center)를 방문하였다. DAC는 건설 및 도시에 대한 지식의 개발과 보급을 위한 네트워크를 구축하는 것을 목표로 한다. 공공과 민간의 협력을 통해 운영되고 있으며 2050년까지 태양광, 지열, 풍력 등 신재생에너지를 확대하여 탄소 제로 도시 구현을 목표로 하고 있다. 이를 위한 실증의 일환으로 킬더베르트 공원 일대에서 잦은 집중호우로 인한 침수에 대응하기 위해 시민들과 공공의 노력으로 킬더베르트 공원과 주변 쌈지 공원에 친환경 기법을 적용하여 빗물에 대한 처리 방법을 실험하고 있다. 쌈지 공원 중앙에 물저장 탱크를 설치하여 집중호우 시 물을 보관하였다가 서서히 흘려보내는 등의 실험을 진행 중이며, 폭우에 대비한 도로침수 예방을 위해 도로 중심을 오목하게 구축하는 기법을 적용하고 있다.

마지막 인터뷰는 핀란드의 FVH (Forum Virium Helsinki)에서 이루어졌다. FVH(Forum Virium Helsinki)는 헬싱키 지방자치단체 산하의 중간지원조직으

로 기업, 공공, 시민을 유기적인 협력체계로 조성하는 역할을 하고 있으며, 시민들에게 “하루에 한시간씩 돌려주자”는 구체적인 목표를 가지고 계획을 추진하고 있다. 칼라사타마의 지구의 초기 신도시 계획에서부터 시민들의 니즈를 반영하여 스마트시티 구축을 진행하고 있으며 현재까지도 리빙랩 기반의 개발이 이루어지고 있다. 칼라사타마에서는 현재 스타트업들이 제안한 중앙집중식 쓰레기 분리수거함, 스마트파크, 태양열과 풍력 발전기를 이용한 공용 도서관, 공유놀이터 조성, 자율주행버스 등의 프로젝트가 진행되고 있다. 입주민을 위한 프로젝트 중 하나로 단지 내 커뮤니티 홈페이지를 통해 공용공간에 대한 예약, 관리를 지원하고 있다. 이러한 공용시설은 칼라사타마 신도시 주민들만 사용할 수 있으며, 주민들은 예약을 통해 다른 단지에 있는 시설물도 공유하여 사용할 수 있다. 시민들은 온라인 홈페이지를 통해 다양한 의견을 제시할 수 있으며, 오프라인으로는 헬싱키 중앙에 위치한 Oodi 도서관의 시민의견 게시판, 시정부와 개발회사, 주민, 시민단체, 연구기관 등 이해관계자가 참여하는 혁신자클럽(Innovation's Club) 등 다양한 채널을 통해 의견을 제시할 수 있다.

각 기관별 인터뷰를 통해 도출한 이슈는 다음과 같다. ASC는 시민과 기업, 공공기관을 연계하는 전략으로서 중간지원조직을 통해 체계적인 리빙랩 생태계를 육성하고 있다. 또한, 리빙랩을 통해 도출되는 새로운 정책과 기술을 도입하기 위해 정부의 적극적인 네거티브 방식의 법령 해석을 통해 실행력을 강화하고 있다.

## 5. 스마트시티 리빙랩 활성화 방안

### 1) 사업화 및 성과 확산을 위한 지원체계 조성

덴마크의 DOLL에서 살펴본 바와 같이 DOLL의 경우는 테스트베드 내에서 실증을 통해 도출된 성과물에 대한 글로벌 홍보 지원을 통해 사업화 및 확산을 지원하고 있다. 또한, 국제 표준을 채택하도록 행정적으로 지원함으로써 기업의 사업영역 확장과 해당 분

야의 기술을 선도하기 위해 노력하고 있다.

현재 국내 공공주도형 스마트시티 리빙랩의 가장 큰 한계는 사업화 및 성과 확산을 위한 지원체계의 부재라고 할 수 있다. 다양한 리빙랩 사업을 통해 혁신적 아이디어를 생산하고 다양한 기술혁신을 위한 실험을 진행하고 있지만, 성과확산을 위해 가장 중요한 사업기간 이후의 시설물에 대한 유지·보수·활용·지원 등의 체계가 미비한 실정이다. 즉, 생활속에서 주민들과 실험하고 프로젝트가 종료되면 실험도 함께 종료되어 기술혁신을 실현하기 힘든 구조를 가지고 있다. 이는 각 중앙부처 또는 기관의 단위 사업으로 진행되는 한계점을 가지고 있기 때문이다. 중앙부처 차원의 전문조직을 신설하여 리빙랩을 통해 도출된 아이템 또는 성과를 확산할 수 있는 혁신 지원체계 조성이 필요하다.

## 2) 리빙랩 생태계 조성을 위한 중간지원조직 체계 마련

앞서 살펴본 글로벌 스마트시티 리빙랩의 선도 지역으로 평가받는 네덜란드의 암스테르담의 경우, 6개 부문 약 200개의 리빙랩을 운영하고 있으며, 도시 전체를 대규모 리빙랩 공간으로 조성하고 있다. 이를 가능하게 하는 것은 암스테르담 스마트시티 리빙랩의 중간지원조직인 ASC를 통해 행정기관, 기업, 시민을 연결하는 핵심 역할을 수행하고 있기 때문이다. ASC는 프로젝트별 디렉터를 지정하여 리빙랩을 관리·운영하고 있다. 특히 리빙랩을 통해 스마트시티준 양성을 목표로 하여 지속가능한 리빙랩 생태계를 조성 및 확산하는 전략을 진행하고 있다. 핀란드의 FVH는 헬싱키 칼라사타마 스마트시티 프로젝트의 중간지원조직으로 기업, 공공, 시민을 유기적인 협력체계로 조성하여 상호 간 의견을 수렴하고 조율하는 역할을 하고 있다. 국내에서도 스마트시티 리빙랩의 활성화를 위해 리빙랩네트워크 조직이 만들어지고 있다. 그러나 리빙랩의 분야별 경험을 공유하는 자리에 그치고 있으며 실질적인 중간지원조직으로서의 역할은 미비한 실정이다. 국내도 다년간 도시재생 사업의 경험을 통해 재생사업의 한계점을 극복하고 지속가능한 활성화

모델을 위한 도시재생지원센터, 마을활동가, 시민단체 등 중간지원조직을 운영하는 경험을 갖고 있다. 도시재생에서의 경험을 통해 스마트시티 리빙랩의 활성화를 위한 유기적인 네트워크를 구축하여 중간지원조직 체계를 마련하는 것이 필요하다.

## 3) 리빙랩 운영을 위한 법·제도 개선

스마트시티 리빙랩은 공급자 중심의 편의에 따른 하향식 계획에서 벗어나 실제 서비스 수혜자인 지역주민의 요구사항에 최적화된 시민참여형 스마트도시 서비스 구현을 목표로 한다. 퍼실리테이터와 시민은 수차례 치열한 논의를 통해 지역문제를 정의하고, 도출된 지역문제를 해결하거나 개선하기 위한 스마트도시서비스 계획을 수립한다. 그러나 시민이 계획한 스마트도시서비스를 실행하기 위한 전문가 및 지자체의 담당부서 검토 단계에서 각종 규제로 인해 실행에 많은 어려움이 있다. 이러한 법·제도 미비에 따른 규제로 인해 새로운 유형의 스마트도시서비스가 결국 기존 도시서비스와 차별성 없는 보편화된 기능으로 변형되어 구축하게 되는 악순환이 발생한다. 리빙랩은 생활 속의 실험실, 즉 혁신을 실험하는 프로젝트임에도 불구하고 각종 규제로 인해 새로운 기술을 적용하는데 한계가 있는 것이다. 해외 전문기관 인터뷰에서 언급하였듯이 암스테르담의 ASC는 리빙랩 프로젝트 시 발생한 기술 관련 규제 문제를 정부의 적극적인 네거티브 방식의 법령 해석 지원을 통해 혁신 공간을 조성한 사례가 존재한다. 스마트시티 리빙랩은 기술의 혁신을 통한 새로운 휴먼 트렌드를 창조하는 사회혁신모델이라고 할 수 있다. 리빙랩 프로젝트 진행 시 “리빙랩 혁신지구” 지정을 통해 신기술을 테스트하고 실증하는 과정에서 각종 규제 및 인허가 문제를 완화하는 법·제도적 지원이 필요하다.

## 4) 지역적 확산을 위한 공동 대응체계 마련

지역문제는 행정경계와 같이 분명하게 나누어 다루어질 수 있는 형태가 아니다. 인접 지역과의 불확실한 경계로 인해 서로가 문제해결을 주저하는 형태는 통과교통으로 인한 교통혼잡 등 도로문제, 유역의 수질

및 쓰레기 관리 문제, 인프라의 결핍으로 인한 사회적 문제 등 다양한 형태로 갈등을 야기하고 있다. 현재 우리나라의 스마트시티 리빙랩은 특정 사업지의 행정적 경계에 국한되어 진행되는 특성이 있다. 따라서 대상지의 문제에 국한하여 국지적인 문제를 해결하려는 성격으로 인해 문제해결능력의 저하는 물론, 리빙랩의 지역적 확산을 저해하고 있는 것이 현실이다. 칼라사타마 신도시는 지역 내 입주민을 위해 단지별로 보유한 커뮤니티 시설을 공동활용하는 체계를 마련하여 중복투자 비용을 절감하고 공간의 효율성을 높이는 전략을 마련하였다. 덴마크는 행정경계에 해당하는 인접지역 간의 협력체계를 구축한 리빙랩을 통해 도로 중심을 오목하게 구축하여 배수 문제를 해결하는 기법을 적용하여 폭우로 인한 도로침수를 예방하는 공동의 노력을 하였다. 인접지역과 연계되거나 공통적인 지역문제의 효과적 해결을 위해서는 스마트시티 리빙랩을 인접지역과 연계한 협력 프로세스로 활용하는 전략이 필요하다. 이를 위해서는 지역 커뮤니티 간의 교류를 통해 지역문제의 공감대를 형성하는 프로그램이 우선되어야 한다. 또한, 자생적으로 지역공생 차원의 리빙랩 체계를 조성하기 위해 “지역협력형 커뮤니티 활동 지원사업”성격의 프로그램을 마련하여 주민들이 직접 인접지역주민들과 함께 공동으로 지역의 문제를 인식하고 해결하는 리빙랩 프로세스 적용이 필요하다.

## 6. 결론

현재 세계는 스마트시티의 선도를 위한 핵심 성장동력으로 시민참여를 강조하며 글로벌 경쟁력 강화 및 시장을 선도하기 위해 노력하고 있다. 우리나라는 2018년 1월 대통령직속 4차산업혁명위원회의 스마트시티 추진전략 보고회를 시작으로 스마트시티 리빙랩을 적극적으로 추진하기 시작하였으며, 국토계획 표준품셈을 마련하여 프로젝트 추진을 위한 근거를 마련하였다. 또한, 공공-민간-연구기관 등 다양한 주체를 중심으로 리빙랩네트워크를 구성하는 등 활성화

를 위한 움직임이 나타나고 있다. 이에 국내 스마트시티 리빙랩의 활성화 방안을 모색하기 위해 국내 스마트시티 관련 정책 동향 및 추진사례와 해외 스마트시티 리빙랩 선도기관의 주요 실무자를 대상으로 심층면접을 통해 사례별 활성화 요인을 살펴보았다. 국내 스마트시티 리빙랩 추진사례를 살펴본바, 지역문제를 정의하고 이를 해결하기 위한 스마트도시서비스의 계획에 참여하는 것을 비롯해 평가위원으로의 활동이나 실증사업 업체를 선정하는 의사결정권을 갖는 등 시민참여의 단계와 권한이 점차 상승하고 있다. 그러나 해외 스마트시티 리빙랩의 해외 전문기관 인터뷰 결과와 국내 추진사례의 한계점을 살펴본 바 지역혁신 플랫폼으로서의 리빙랩 확산을 위해서는 사업화 및 성과 확산을 위한 지원체계 조성, 리빙랩 생태계 조성을 위한 중간지원조직 체계 마련, 리빙랩 운영을 위한 법·제도적 개선, 지역적 확산을 위한 공동 대응체계 마련 등 4가지 측면에서의 국내 스마트시티 리빙랩의 활성화 방안이 필요한 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과가 중앙정부나 지방자치단체 차원의 스마트시티 리빙랩의 활성화 및 확산을 위한 정책수립의 기초자료로 활용되길 기대한다.

## 참고문헌

- 고경훈·김보은, 2012, 지방자치 발전을 위한 주민참여 활성화 연구, 『한국행정논집』, 24(2), pp.323-342.
- 김중수, 2010, 도시 및 지역개발에서의 주민참여확대방안, 『한국정책연구』, 10(2), pp.51-67.
- 산업통상자원부, 국토계획 표준품셈, 2019.
- 손형섭, 2017, 스마트 주차장 확산을 위한 주차장 조례 연구, 『공법학연구』, 18(3), pp.375-400.
- 성지은·이유나, 2018, 스마트시티 리빙랩 사례 분석과 과제, 『동향과 이슈』, 47, pp.1-37.
- 성지은·한규영·박인용, 2016, 국내 리빙랩의 현황과 과제, 『STEPI Insight』, 184, pp.1-44.
- 양전성, 2017, 스마트 city 확산을 위한 플랫폼간 연계성 확보방안, 『한국정보통신설비학회 세미나』, 2017(6), pp.11-25.
- 유수철, 2010, 도시 재개발사업에서의 주민참여의 확대방안에 관한 연구, 한양대학교 행정·자치대학원 석사학

- 위논문, pp.1-81.
- 이승중, 2011, 『시민참여론』, 박영사
- 유지송·박수정·이미숙·신동빈, 2016, 스마트시티 확산을 위한 체험형 테스트베드 구축 전략 연구, 『대한공간정보학회 학술대회』, 2016(10), pp.170-172.
- 임화영, 2019, 시민참여의 확대방안에 관한 연구: 리빙랩을 중심으로, 한양대학교 공공정책대학원 석사학위논문, pp.1-98.
- 임호, 2016, 사회혁신 도구, 리빙랩 이용 활성화 방안, 『BDI 정책포커스』, 315, pp.1-12.
- 탁성숙, 2019, 한국 지방정부의 스마트시티 정책확산에 관한 연구: 스마트시티 서비스 도입을 중심으로, 『한국행정학회 학술발표논문집』, 2019(6), pp.2244-2254.
- Cui, Y., 2017, 『Development and Practice of smart City in China』.
- Cogan, C., Sharpe, G., 1986, 『Planning Analysis: The Theory of Citizen Involvement』, The Theory of Citizen Participation, University of Oregon, pp.284-298.
- Leminen, S., Westerlund, M., Nystrom, A.G., 2012, Living Labs as Open-Innovation Networks, 『Technology Innovation Management Review』, 2(9), pp.6-11.
- Morrow, William L., 1975, 『Public Administration: Politics and Political System』, Random House, New York, p.191.
- Wang, L., Guo, B., Yang, Q., 2018, Smart City Development With Urban Transfer Learning, 『Computer』, 51.12(2019), pp.32-41.
- Sotiris Zygiaris, 2012, Smart city reference model: Assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems, 『Journal of the Knowledge Economy』, 4.2(2012), pp.217-231.
- Zvolska, L., Lehner, M., Voytenko, Y. P., Mont, O., Plepys, A., 2019, Urban sharing in smart cities: the cases of Berlin and London, 『Local Environment』, 24.7(2019), pp.628-645.
- 계재신청 2019.09.09.  
심사일자 2019.09.14.  
계재확정 2019.09.23.  
주저자: 박준호, 공동저자: 박정우, 교신저자: 남광우