

국토정책 Brief

KRIHS ISSUE PAPER



KRIHS POLICY BRIEF • No. 799

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 강현수 • www.krihs.re.kr

디지털 트윈국토 실현을 위한 정책 및 제도개선 방향

서기환 연구위원, 오창화 전문연구위원

주요내용

- 1 디지털 트윈(digital twin)은 현실 세계의 물리적 객체에 대한 디지털 복제(replica)로서 가상 세계에서 실세계 객체를 제어·관리하고, 시뮬레이션을 통해 변화를 예측하거나 문제에 대응하기 위해 도입된 개념
 - 4차 산업혁명 기술 등장과 함께 스마트 제조 및 공장, 우주·항공, 자동차, 건물, 시설물, 의료, 환경 등 다양한 분야에 디지털 트윈을 적용 중이며, 최근에는 국토·도시 분야 적용 시도가 급증
 - 디지털 트윈을 활용한 공간계획과 시뮬레이션을 통해 한정된 국토자원의 효율성과 지속가능성을 제고할 수 있다는 측면에서 국토·도시 분야의 도입 필요성이 높음
- 2 싱가포르, 영국 등은 국가 차원에서 디지털 트윈 구현을 위한 연구개발과 정책을 마련하여 시행 중이며, 우리나라도 스마트도시 국가 시범도시를 비롯해 일부 지자체가 디지털 트윈도시 구축을 추진하고 있음
 - 외국은 디지털 트윈을 위한 국가 정책과 가이드라인을 마련하여 추진하는 데 비해, 우리나라는 기초 연구나 정책 방향이 미흡한 상황에서 개별적인 사업들이 산발적으로 추진되어, 향후 디지털 국토·도시 '난개발'에 직면할 수 있음
- 3 한국판 뉴딜의 10대 대표과제 중 하나로 디지털 트윈이 선정되어 정부 재정투입이 예견되어 있으나 국토 분야 디지털 트윈(디지털 트윈국토) 추진을 위한 법제도적 근거는 미비한 상황임
- 4 국토·도시 차원의 '디지털 트윈국토'를 성공적으로 구현하기 위해서는 범정부 컨트롤 타워를 중심으로 정부·지자체·민간이 참여하는 거버넌스 구성과 중장기 로드맵 등의 전략 및 제도적 근거 마련이 필요함

정책제안

- ① **(거버넌스 구성 방향)** 정부와 지자체 등에서 산발적으로 추진되는 디지털트윈 사업을 국무조정실 또는 대통령 위원회 수준에서 총괄적으로 관리·지원할 수 있는 컨트롤 타워를 구성하고, 그 안에 디지털 트윈국토의 정책과 표준, 로드맵을 마련하기 위한 워킹 그룹(지자체 참여 필수) 및 전문위원회를 설치·운영
- ② **(로드맵 수립 방향)** 디지털 트윈국토의 3차원 데이터 표준 제정, 관련 기술 개발, 데이터·플랫폼 구축 등 디지털 트윈국토 구현을 위한 구체적 방안과 추진요소별 단계적 계획, 중앙부처·지자체 및 민간의 역할 등을 구성요소로 하는 전략 로드맵을 수립
- ③ **(제도개선 방향)** 디지털 트윈국토의 핵심 구성요소인 3차원 공간 데이터 및 플랫폼을 구축하는 등 디지털 트윈 국토 추진을 위한 근거로 「국가공간정보 기본법」을 개정하고, 디지털 트윈과 스마트도시 연계를 고려해 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」도 개정 필요

1. 디지털 대전환과 디지털 트윈국토

‘디지털 트윈’의 등장

디지털 트윈은 현실 세계의 물리적 객체에 대한 디지털 복제로서, 가상 세계에 구현된 디지털 객체를 통해 현실 세계에 대한 정보를 수집·분석·제어하도록 고안된 4차 산업혁명 기술의 집합체

- 디지털 트윈은 물리적 자산(physical asset), 가상의 쌍둥이 모델(3D model), 자산에 부착된 센서(IoT sensor), 센서로부터 생산된 데이터(big data), 수집된 데이터 분석을 위한 모델(analytic model)과 플랫폼(cloud based platform)으로 구성
- 시장분석기관의 분석에 따르면 세계 디지털 트윈 시장은 2020년 31억 달러 규모에서 2026년까지 약 482억 달러 규모로 연평균 58%씩 성장할 것으로 전망(Market and Market 2020)
- 디지털 트윈을 효과적으로 적용하기 위해서는 디지털 트윈으로 구축하고자 하는 대상과 범위, 적용기술과 서비스 등이 명확히 정의되어 구축 목적에 부합하는 디지털 트윈 모델을 구상하는 것이 필요

국토의 디지털 대전환과 ‘디지털 트윈국토’ 개념

과거 국토의 디지털화는 종이지도를 스캐닝(Scanning)하여 디지털라이징(Digitizing)하거나, 항공사진 또는 위성 영상을 가공해 2차원 디지털 지도를 제작하여 활용함

- 과거에도 현실 세계를 보다 더 실감나게 표현하고자 3차원 공간데이터(3D 모델, 3D 이미지)가 일부 구축·활용 되었으나 대용량 공간 데이터 처리, 분석 및 시각화 기술의 한계로 제한적으로 활용됨

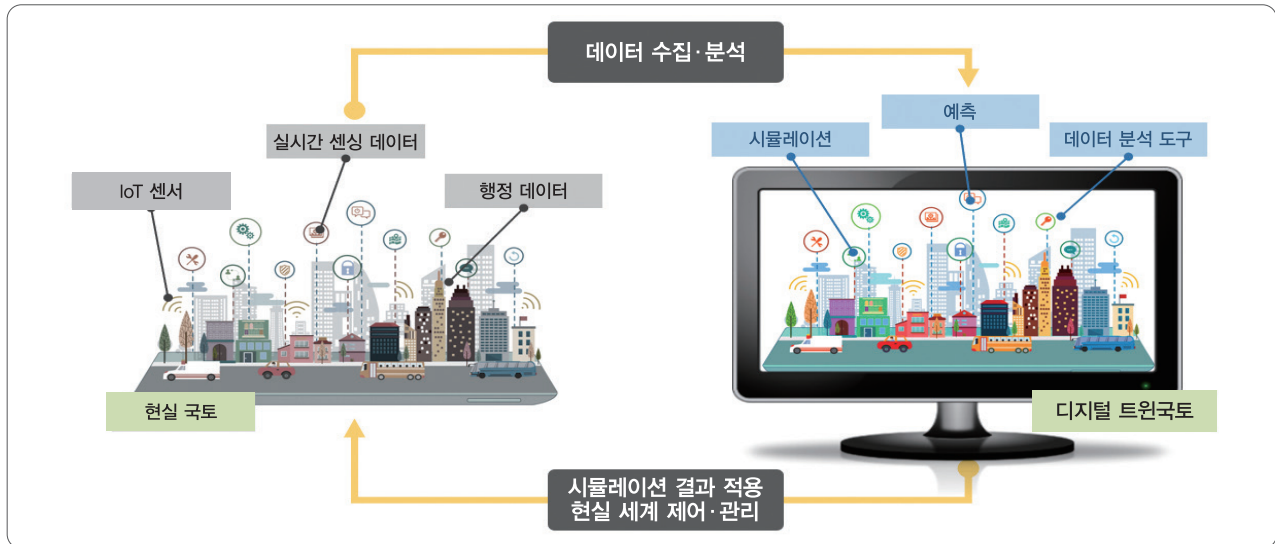
IoT(Internet of Things, 사물인터넷), 빅데이터, 인공지능, 클라우드 컴퓨팅 등 대용량 데이터의 실시간 수집·처리·분석·시각화를 가능하게 하는 4차 산업혁명 기술이 등장하면서 국토의 디지털 전환도 새로운 계기를 맞이함

- 특히, 2020년 코로나19의 대유행은 비접촉 온라인 문화와 디지털 대전환의 촉매제가 되어 우리 사회 전 분야에 걸쳐 디지털 대전환을 앞당기고 있음

디지털 트윈국토는 현실 국토의 자연적·인공적 객체에 대한 3차원 데이터 모델(형태·위치·속성 정보를 포함한 디지털 쌍둥이) 기반의 가상국토를 말함

- 3D 데이터 모델을 기반으로 자연·인공 객체에 부착된 IoT 센서, 센싱 데이터, 데이터 분석을 위한 도구와 이들을 탑재한 플랫폼을 통해 현실 국토를 제어·관리하고, 예측과 시뮬레이션을 통해 지속가능하고 효율적인 국토 관리의 수단으로 활용 가능함
- 2000년대 초 이미 디지털 트윈국토와 개념적으로 유사한 ‘가상국토’, ‘디지털 국토’, ‘사이버 국토’ 등에 관한 연구가 수행된 바 있으나, 기술적 한계로 인해 개념적 논의와 담론 수준에 머물렀음

그림 1 디지털 트윈국토 개념도



출처: 저자 작성.

3 디지털 트윈국토 구축의 의의

디지털 트윈은 스마트 제조 및 공장, 우주·항공, 자동차, 건축물, 의료 등 다양한 분야에 적용되는 것을 넘어, 국토·도시 공간을 효율적으로 관리하기 위한 기술로서 여러 나라에서 적용 시도가 일어나고 있음

- 싱가포르, 영국을 비롯한 여러 국가에서 스마트시티 구현을 위한 핵심 인프라로 디지털 트윈을 구축하고 이를 통한 경제적 가치 창출을 도모하고 있음
- 우리 정부도 코로나19가 가져온 비대면 수요 대응과 디지털 경제로의 전환, 안전한 국토 관리와 신산업 기반을 마련하기 위해 디지털 트윈을 한국판 뉴딜의 10대 대표과제로 선정

유한한 자원인 국토는 한번 개발되고 나면 원상복구가 어렵고, 복구를 위해 많은 시간과 비용이 소요되며, 주변 환경에 미치는 영향이 매우 커 효율적인 계획 수립과 사전예측을 통한 대응이 필요

- 디지털 트윈국토의 구축은 국토자원을 효율적이며 지속가능하게 이용·관리하기 위한 방법으로 가상공간에서의 계획과 시뮬레이션을 통해 국토의 이용·개발에 시행착오를 줄일 수 있을 것임
- 디지털 트윈국토 구현을 위한 정책 방향은 코로나19 사태가 불러온 국가적 디지털 대전환 요구에도 부합, 타 분야의 디지털 전환을 선도할 것임

2. 디지털 트윈국토 국내·외 사례와 시사점

싱가포르와 영국 사례

(버추얼 싱가포르) 싱가포르는 ‘버추얼 싱가포르(Virtual Singapore)’ 프로젝트를 통해 국가 전체를 3차원 공간 데이터 기반의 디지털 트윈으로 구현, 가상실험, 테스트 베드, 계획 및 의사결정 등을 지원

- 스마트네이션(Smart Nation) 프로그램 내 이니셔티브(Urban Living)의 하나인 버추얼 싱가포르는 싱가포르 국립연구재단(National Research Foundation) 주도로 2014년부터 구축을 추진
 - 3차원 공간데이터 기반 플랫폼은 프랑스 다쏘 시스템(Dassault Systemes)의 솔루션을 활용

표 1 버추얼 싱가포르의 주요 기능

주요 기능	적용 예시
가상 실험 (Virtual Experimentation)	3G/4G 네트워크의 커버리지 지역을 탐색하고, 커버리지 취약지역에 대한 시각화, 개선 가능 영역에 대한 하이라이트를 3D 도시 모델로 제시
테스트 베드 (Virtual Test-Bedding)	건물의 비상 시 대피계획 수립을 위해 군중의 분산에 대한 시뮬레이션과 모델링에 활용 가능
계획 및 의사결정 (Planning and Decision-Making)	교통 흐름과 보행자 이동 패턴 분석을 위한 애플리케이션 개발 등
연구 개발 (Research and Development)	3D 도시 모델을 통해 새로운 3D툴 연구 및 개발에 활용

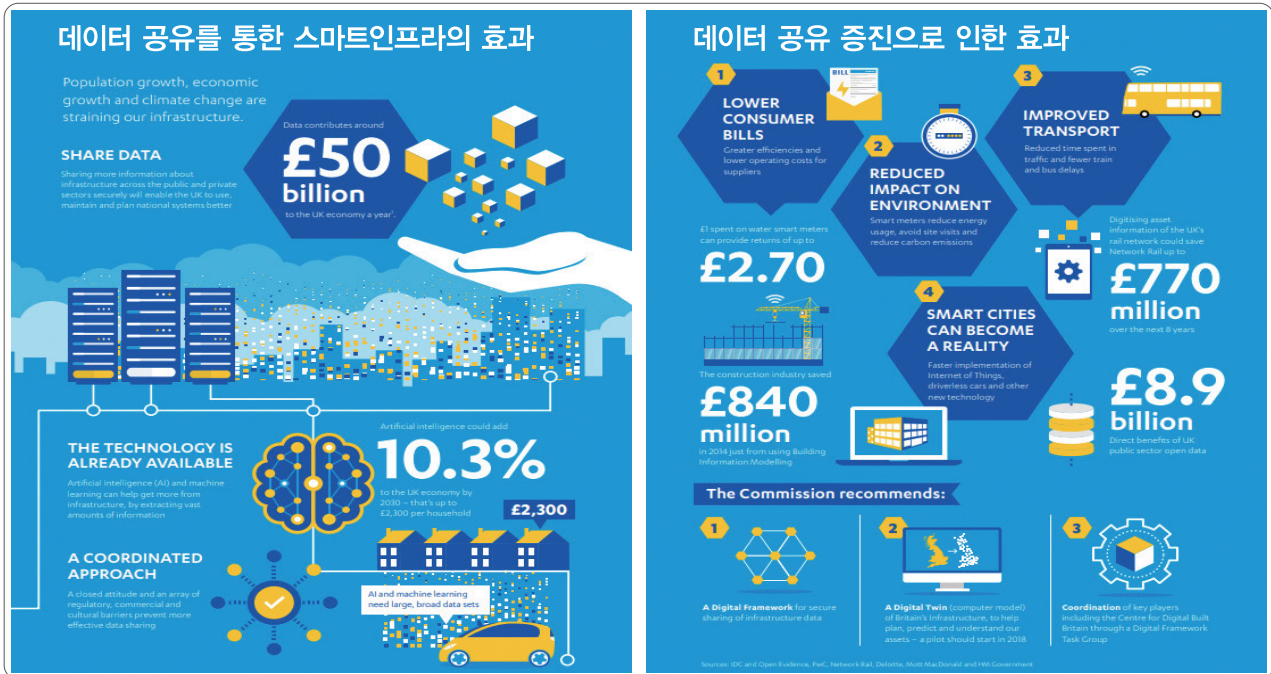
출처: 서기환 외 2020, 23 (원자료는 Virtual Singapore, <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> [2020년 4월 8일 검색]).

- 버추얼 싱가포르는 싱가포르 국립연구재단, 국무총리실, 국토청(Singapore Land Authority: SLA), 기술청(Government Technology Agency of Singapore: GovTech) 등 다양한 공공 주체가 참여하는 거버넌스체계를 구성하고, 기관 특성에 따라 역할을 분담하여 추진함

(영국 국가 디지털 트윈) 영국 국가 인프라위원회(British National Infrastructure Commission: NIC)는 2017년 도시 내 인프라 생산성 향상과 데이터 기반 산업 창출 및 활성화를 위해 디지털 프레임워크 마련과 국가 디지털 트윈(National Digital Twin) 추진을 권고

- 2011년 건축 환경에 BIM(Building Information Modeling) 적용을 위해 구성된 BIM 태스크 그룹(task group)에 이어 2015년 영국 국가 인프라위원회(NIC)를 발족했으며, 2017년 NIC의 제안에 따라 디지털 빌트 브리튼 센터(Centre for Digital Built Britain: CDBB)를 설립, 현재의 국가 디지털 트윈 전략을 마련
- 영국의 국가 디지털 트윈은 하나의 큰 디지털 트윈 플랫폼을 의미하는 것이 아니라 각각의 인프라별로 디지털 트윈을 만들고, 이들을 상호 연계하여 국가 디지털 트윈을 구성한다는 개념임
- CDBB를 중심으로 통계청(Office for National Statistics: ONS), 지리원(Ordnance Survey: OS), 규제기관연합체, 건설대표연합 등이 참여하는 거버넌스체계를 구성
- 거버넌스를 중심으로 국가 디지털 트윈의 구현 방향에 관한 정책 및 기술 연구를 수행 중이며, 디지털 트윈 허브 구축을 위한 태스크 그룹의 역할을 로드맵에 제시
 - 국가 디지털 트윈의 개발을 위해 목적성, 신뢰성, 기능성을 중심으로 하는 제미니 원칙(Gemini Principles)을 제시하고, 국가 디지털 트윈의 발전에 따라 원칙을 지속적으로 개선해나갈 예정
 - 태스크 그룹의 역할을 접근방식(Approach), 거버넌스(Governance), 일반사항(Commons), 조력자(Enablers), 변화(Change)로 나누고, 각 부문의 추진단계를 로드맵에 제시
- 국가 디지털 트윈을 통해 구축되는 스마트인프라는 사회적·경제적·산업적·환경적 편익을 가져다주고, 수도·전기 등 공공재의 비용 절감, 환경 보호, 대중교통체계 개선, 스마트시티의 구현 등 여러 분야에서 영향력을 발휘할 것으로 예상
 - 영국 국가 인프라위원회(NIC)는 ‘Data for the Public Good(2017)’ 보고서를 통해 국가 디지털 트윈 구축과 데이터 공유가 가져올 스마트인프라의 편익이 500억 파운드, 한화 약 76조 원에 이를 것으로 추산함

그림 2 영국 국가 디지털 트윈의 편익 추정



출처: 서기환 외 2020, 34 (원자료는 British National Infrastructure Commission, <https://nic.org.uk/app/uploads/Data-for-the-Public-Good-NIC-Report.pdf> [2020년 12월 29일 검색]).

국내 디지털 트윈국토 추진현황, 한계와 시사점

(V-World 플랫폼) 공간정보산업진흥원에서 운영하는 공간정보 오픈플랫폼으로 3차원 공간 데이터를 기반으로 국가가 생산한 각종 공간데이터, 지도 및 API(Application Programming Interface) 서비스를 제공

- V-World는 지역에 따라 상이한 객체 정밀도(Level of Detail)를 갖는 3차원 건물 데이터, 교통시설 데이터와 지형 데이터(Digital Elevation Model: DEM) 등을 제공
- V-World의 3차원 공간 데이터는 국토지리정보원의 '3차원 국토공간정보구축작업규정' 내 '3차원 건물 데이터 세밀도 및 가시화정보 제작기준'에 따라 구축했으며, 민간은 3차원 공간 데이터(지형 포함)를 API로만 이용 가능

(정부·지자체·공공기관 사례) 정부의 스마트시티 국가시범도시, 서울시의 S-Map, 전주시(LX) 시범사업, LH 3기 신도시 등 지자체를 대상으로 다양한 주체가 디지털 트윈 도입을 위한 시범사업을 추진 중

- 스마트시티 국가시범도시인 세종특별자치시 5-1 생활권과 부산광역시의 에코델타시티(Eco Delta City) 사업에 디지털 트윈에 관한 내용이 포함됨
 - 세종 5-1 생활권은 스마트시티의 기초 데이터로 디지털 트윈 구축을 계획하고 있으며, 디지털 트윈을 통해 도시관리 환경을 데이터 기반으로 구현하고자 함
 - 부산에코델타시티는 계획단계에서 도시계획 시뮬레이션, 조성단계에서 BIM을 적용한 환경 검사, 운영단계에서 도시운영 플랫폼 구축 등 도시의 생애주기를 디지털 트윈으로 계획, 운영·관리하겠다는 구상안 마련
- 서울특별시는 스마트시티 구현을 위한 S-Map(Virtual Seoul) 프로젝트를 추진, 1차 사업(2018~2020년)을 통해 2020년부터 플랫폼 서비스 일부를 개방했으며, 2차 사업(2021년)을 통해 플랫폼 완성을 계획
- 전주시와 LX는 스마트시티 구축 기반으로 시 일부 지역을 시범사업을 위해 3차원 공간 데이터로 구축하고, 행정정보를 결합한 디지털 트윈 활용 모델(8개) 실증 서비스를 추진 중

- LH는 현재 정부가 추진 중인 3기 신도시에 디지털 트윈 플랫폼을 구축하기 위한 마스터플랜 수립을 추진 중
- 국토지리정보원도 정부의 디지털 뉴딜과 관련한 3차원 공간 데이터 수요에 대응하기 위해 2021년부터 본격적인 3차원 공간 데이터(1m DEM, 12cm 항공사진 기반 3D 건물 등) 구축사업을 추진 예정

(국내 디지털 트윈 추진의 한계) 다양한 주체가 디지털 트윈을 국토·도시에 적용하고자 시도하고 있으나, 국가의 가이드라인 없이 동시다발적으로 추진됨에 따라 향후 데이터 연계 등의 문제와 공간정보 보안관리규정으로 인해 고정밀 3차원 데이터의 민간 활용이 극히 제한적일 것임

- 우리나라의 디지털 트윈은 개별 사업 중심으로 추진됨에 따라, 디지털 트윈의 개념과 구축 대상, 범위, 데이터 표준 등에 대한 기초연구가 부족하고, 추후 개별 사업에서 생산한 데이터와 서비스 간 호환성 문제(도시 및 데이터 간), 통합관리 등의 문제 발생 가능성이 있음
- 대부분의 사업이 스마트시티 사업에 종속적으로 추진됨에도 스마트시티 연계에 대한 방안이 결여된 채 추진되고 있으며, 현행 공간정보 보안관리규정으로 인해 3차원 데이터 활용이 극히 제한될 수 있음

디지털 트윈국토 추진을 위한 시사점

지자체·공공기관 등이 산발적으로 추진하는 디지털 트윈(도시)으로 인해 3차원 데이터가 중복 구축되거나, 데이터 및 서비스 연계, 지속가능성 등에 문제가 발생하지 않도록 정부 정책 및 중장기 전략 마련 필요

- 디지털 트윈은 4차 산업혁명 기술(IoT 센서, A.I. 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터 분석)의 집약체인 만큼 과학기술정보통신부, 국토교통부, 산업통상자원부 등 관계부처 참여와 이를 총괄할 상위기관에서 컨트롤 타워 역할 수행이 필요
- 디지털 트윈의 기반인 3차원 공간 데이터 생산·관리·운영을 비롯하여 디지털 트윈 추진에 필요한 기초 연구는 국가 주도로 수행
 - 3차원 공간 데이터 구축에 있어서 구축 대상과 주체, 정밀도 등 국가의 역할과 범위 정립
 - 디지털 트윈 플랫폼을 통해 공공과 민간이 다양하게 활용할 수 있는 서비스 모델 개발 및 확산
 - 개방형 소프트웨어에 기반한 디지털 트윈 플랫폼 개발 및 표준 등을 위한 가이드라인 마련
- 스마트시티 서비스를 위한 데이터인프라로서 디지털 트윈은 국가공간정보인프라(NSDI) 정책과 연동해 접근하는 방법을 고려할 수 있으며, 이를 뒷받침할 법제도의 제·개정이 필요함

제조업 분야의 생애주기를 관리·제어하기 위해 도입된 디지털 트윈 개념을 국토 분야에 적용하려면 국토·도시를 구성하는 복잡한 객체의 특성을 고려한 전략 마련 필요

- 국토·도시는 건물, 도로, 교량, 지하시설물 등 다양한 기반시설을 포함하고 있으며, 이를 관리하는 주체와 방법이 각각 달라 ‘디지털 트윈국토’라는 하나의 플랫폼으로 접근하기보다 영국과 같이 각각을 디지털 트윈으로 만들어서 통합하는 전략적 접근을 고려할 필요가 있음
- 또, 신도시와 기존 도시의 물리적 환경 차이를 고려해 디지털 트윈도시의 구축과 운영에 대한 접근방식도 달리할 필요가 있음

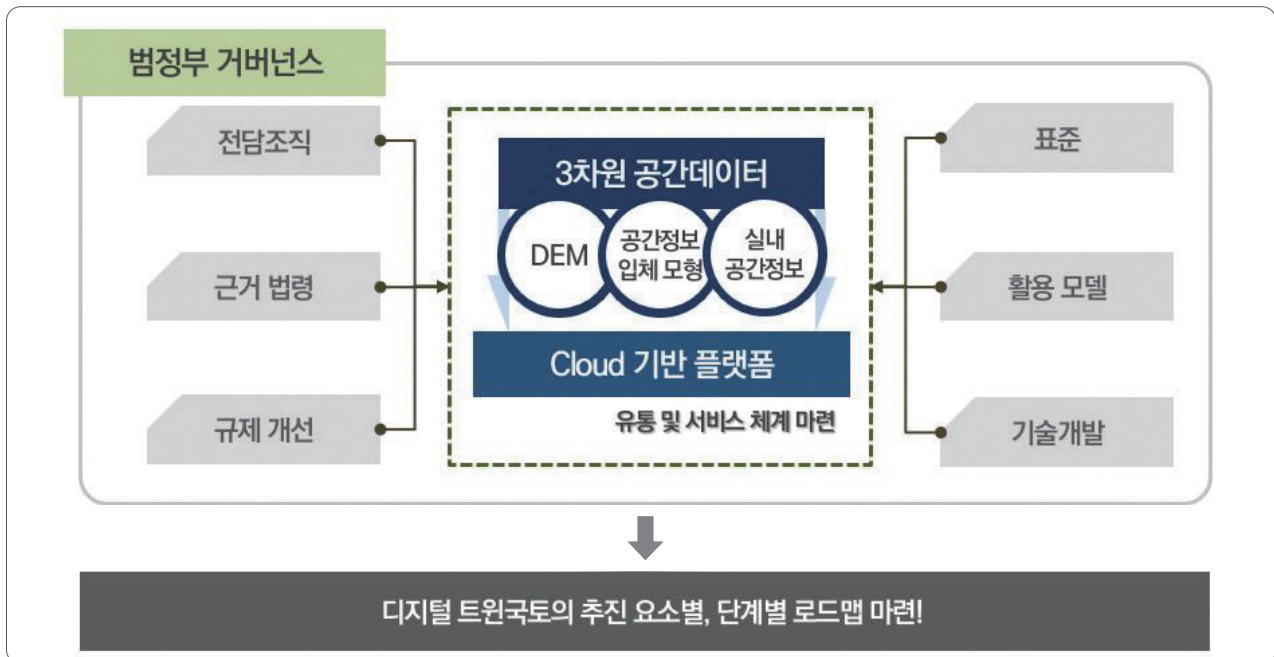
3. 디지털 트윈국토 정책추진 및 제도개선 방향

디지털 트윈국토 정책추진 기본 방향과 과제

(기본 방향) 디지털 트윈국토 구축은 범정부 컨트롤 타워와 거버넌스 구성, 로드맵 수립에서부터 시작

- 범정부 거버넌스를 중심으로 데이터의 연계, 통합, 중복 구축을 방지할 수 있는 요소별(데이터·플랫폼 기술 개발, 표준, 활용모델 등) 로드맵을 수립
- 디지털 트윈국토를 위한 3차원 데이터의 생산과 갱신이 실세계의 변화와 동시에 데이터에 반영될 수 있도록 업무절차와 관련 제도 개선, 규제 완화 등 기반 마련 병행

그림 3 '디지털 트윈국토' 추진 기본 방향



출처: 서기환 외 2020, 57.

(범정부 거버넌스 구성) 대통령 직속 위원회 또는 국무총리실에 컨트롤 타워를 구성하고, 그 안에 워킹그룹 및 전문위원회를 운용하여 디지털 트윈국토 관련 정책 방향 논의 필요

- 데이터 구축 및 갱신 관련 거버넌스는 중앙부처 및 지자체의 행정업무와 연계하여 데이터 갱신이 적시에 지속적으로 이뤄질 수 있도록 3차원 공간 데이터의 구축·갱신 절차를 재설정
- 데이터 및 플랫폼 활용과 관련한 민-관 파트너십(특수목적회사[Special Purpose Company: SPC] 설립) 구축 등 신산업 창출 기반 마련

(추진 근거 및 로드맵 수립) 디지털 트윈국토 구현을 위한 데이터 및 플랫폼 구축, 거버넌스체계 등이 제도적 근거를 바탕으로 수립되어야 하며, 구체적인 방안 마련과 단계적 추진은 로드맵을 통해 제시 필요

- 디지털 트윈국토 데이터 및 플랫폼 구축·운영을 위해 「국가공간정보 기본법」 등 관련 법제도를 개정하거나 필요하다면 특별법을 제정하여 추진 근거를 마련하고, 국가공간정보 보안관리규정 개정을 통해 3차원 데이터의 민간 활용을 담보할 필요가 있음
- 로드맵에는 데이터, 거버넌스, 표준, 기술개발, 유통 및 서비스, 클라우드 기반 플랫폼 등 디지털 트윈국토 추진 요소별·단계별 추진 전략 및 가이드라인 제시

(시범사업 추진) 시범사업을 통해 국토·도시의 디지털 트윈 제작을 위한 3차원 공간 데이터의 구축 대상과 범위, 방법, 주체, 데이터의 구축 수준을 제시하고, 디지털 트윈국토·도시 구축에 따른 이슈 도출 및 해결방안을 마련

디지털 트윈국토 추진을 위한 제도 개선 방향

다양한 주체가 추진 중인 디지털 트윈국토 관련 사업의 추진 근거 마련과 사업 간 유기적 연계를 지원하기 위해 관련 법률을 검토하여 개정안 마련 필요

- 기존 법제도 중 3차원 공간 데이터 기반 디지털 트윈국토 추진을 위한 근거 법률로 가장 적합한 「국가공간정보 기본법」을 검토하여 법률 일부 개정안을 도출
- 개정(안)의 주요 내용은 법 제2조(정의)에 ‘디지털 트윈국토’, ‘디지털 트윈국토 기술’, ‘디지털 트윈국토 플랫폼’ 등 관련 용어정의 및 제25조(디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 운영) 내용을 추가
- 법 제25조의 구체적인 내용은 동법 시행령 제19조를 신설하여 디지털 트윈국토 플랫폼의 구축과 관련한 거버넌스 구성, 구축과 운영을 위한 예산 지원 등에 관한 사항을 규정하여 추진기반을 마련

스마트도시와의 연계를 위한 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 개정안 마련 필요

- 「스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」 제5조(건설·정보통신 융합기술) 3호에 「국가공간정보 기본법」에서 정의하는 ‘디지털 트윈국토 기술’을 추가해 스마트도시와 디지털 트윈국토 사이의 연결고리 마련
- 스마트도시 구현의 데이터 인프라로 3차원 공간 데이터(디지털 트윈국토·도시) 구축과 활용 근거가 필요

참고문헌

서기환·오창화, 2020, 가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향, 세종: 국토연구원.

이광기, 유효동, 김택곤, 2018, 디지털 트윈 기술 발전방향, 대구: 한국산업기술평가관리원.

허용, 2020, 정보통신산업 활성화를 위한 도시공간 데이터 개방·공유, 세종: 국토연구원.

British National Infrastructure Commission, 2017, Data for the Public Good, <https://nic.org.uk/app/uploads/Data-for-the-Public-Good-NIC-Report.pdf> (2020년 12월 29일 검색).

Centre for Digital Built Britain, <https://www.cdbb.cam.ac.uk/news/2019April8RoadmapPressRelease> (2020년 4월 22일 검색).

Market and Market, 2020, Digital Twin Market, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html> (2020년 4월 22일 검색).

Virtual Singapore, <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore> (2020년 4월 8일 검색).

※ 본 자료는 국토연구원에서 수시과제로 수행한 ‘서기환·오창화, 2020, 가상국토 구현을 위한 디지털트윈 정책방향, 세종: 국토연구원’의 내용을 수정·보완해 정리한 것임.

서기환 공간정보사회연구본부 연구위원(khseo@krihs.re.kr, 044-960-0650)

오창화 공간정보사회연구본부 전문연구원(cwoh15th@krihs.re.kr, 044-960-0595)



KRIHS 국토연구원

세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114

홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760



공공누리

공공 저작물 자유이용허락