

디지털과 그린의 공존: 지속가능발전을 향하여



허태욱
경상국립대 행정학과 부교수
twhuh@gnu.ac.kr



팬데믹 시대의 디지털 전환과 지속가능발전

COVID-19는 세상의 시계를 멈추게 하였지만 4차 산업혁명의 핵심인 디지털화(digitalization)는 가속화되고 있다. 새로운 기술은 우리 삶의 패러다임을 근본적으로 바꾸어 놓는 동시에 경제적 양극화, 고용불안, 인간 소외 문제를 야기하고 있다. 21세기 들어 가속화된 기술 패러다임의 변화는 유례없는 속도로 모든 것을 변화하게 하였다. 지금 우리에게서 변동성(Volatility)이 크고 불확실(Uncertainty)하며 복잡성(Complexity)과 모호성(Ambiguity)이 극대화된 'VUCA' 시대가 가속화되고 있다.

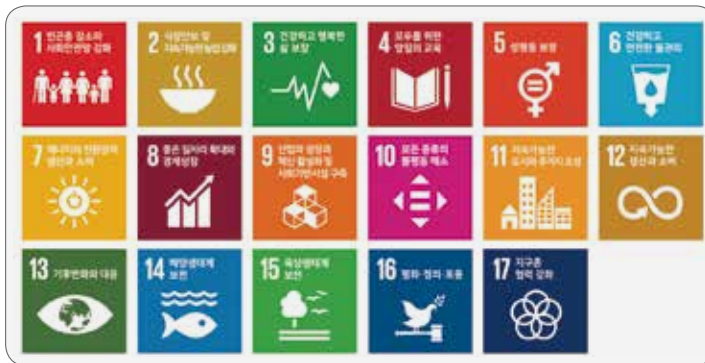
특별히, 현재 급격하게 진행되고 있는 디지털화는 산업의 재편, 시장 질서와 규제체계의 변화, 고용 노동 시

장의 변화, 소비자의 선택 등 경제활동 전반은 물론 인간의 사회관계와 문화, 그리고 국내 및 국제 정치경제 질서까지 심대한 변화를 초래하고 있다¹. 기술이 빠르게 폭발적으로 발달함에 '특이점(singularity)'에 이르고, 이에 따라 물질적 생산성과 삶의 질이 비약적으로 높아질 수도 있지만, 그에 따른 다양한 사회적 그늘이 짙어질 위험도 또한 커졌다².

디지털 기술의 혁신 및 전환은 현재 시작 단계일 뿐이다. 우리는 미래의 과학기술혁신이 경제 발전을 견인해

- 1 카이스트 문술미래전략대학원(2020). 카이스트 미래전략 2021. 서울: 김영사.
- 2 카이스트 문술미래전략대학원(2021). 2030 카이스트 미래경고. 서울: 김영사.

[그림 1] 지속가능발전(Sustainable Development) 17대 목표



자료: 지속가능발전포털(<http://ncsd.go.kr/>)

왔던 기존 역할에서 새로운 역할로의 전환을 요구받고 있음을 기억해야 한다. 디지털 전환(digital transformation)은 우리가 피할 수 없는 대세일 뿐 아니라 대응 여하에 따라서는 저성장-양극화-저후생 등으로 대변되는 사회구조적 문제들을 해결하는 가장 중요한 열쇠가 될 수 있다. 그렇기에 디지털 전환이 진정 우리 모두에게 유익하며 지속가능한 미래(sustainable futures)를 그릴 수 있게 하려면 디지털 기술이 가지고 있는 사회-환경적 장점을 극대화하고 민주적으로 활용할 수 있는 체제를 갖추는 것이 중요한 해결책이다³.

한편, 녹색 전환(green transformation)도 중대한 글로벌 패러다임으로 부상해왔다. 2015년에 체결되었던 UN기후변화협약(UNFCCC)의 파리협정(Paris Agreement)은 2020년에 드디어 195개국에 구속력 있는 보편적 합의로 발효되었다. 더불어, 2015년 UN총회에서는 “Leave no one behind (누구도 소외되지 않는 발전)”라는 슬로건 아래 선진국과 개도국의 구분 없이 모든 국가의 경제·사회 발전 및 환경 이슈 등에 적용되는 「지속

가능발전을 위한 2030 의제」가 채택되었다.

지속가능발전목표(SDGs: Sustainable Development Goals) 체제가 출범하고 5년이 경과한 지금 세계 각국 정부는 저마다의 실정에 맞는 SDGs 이행 계획을 수립하여 추진 중에 있다. 우리나라 역시 환경부를 주축으로 K-SDGs(한국형 SDGs) 작업반을 조직하여 우리 실정에 맞는 SDGs 이행 마스터플랜을 수립하고

공론화해오고 있으며, 특히 문재인 정부는 국정운영 5개년 계획 과제(61-1)에 ‘지속가능발전위원회 위상 강화 및 정책의 지속가능성 제고’를 채택하고 있다. 우리나라 상황에 적합한 국가 지속가능발전목표(K-SDGs)를 설정하여 관리함으로써, 국가 변화를 견인하기 위한 2030년 청사진을 마련하고, 행정 중심의 정책 목표를 국민의 삶의 질의 체감으로 전환시키는 노력들이 진행되고 있다⁴.

특별히, 2019년 말부터 전 세계적으로 시작된 코로나 바이러스 감염증-19(COVID-19)의 확산은 우리 사회 곳곳에 큰 영향을 미쳤으며, 기후변화에도 다양한 방식으로 영향을 끼치고 있다. 유엔 산하 자문기관인 UN지속가능발전해법네트워크(UN-SDSN: 지속가능발전 문제와 해법을 연구하는 고위 전문가들로 구성되는 글로벌 네트워크)에서는 팬데믹 시대에서 지속가능발전목표(SDGs)의 6대 전환을 제시하고 있다(아래 [표 1] 참조). 이 중에서 특히 ‘지속가능발전을 위한 디지털 혁명’(digital revolution for sustainable development)에 주목하면, 이 전환을 통해 ‘ICT 인프라’, ‘메타버스’, ‘AI/로봇/블록체인’, ‘자원관리기술’, ‘헬스케어’, ‘초연결 언택트’,

3 카이스트 문술미래전략대학원(2021). 2030 카이스트 미래경고. 서울: 김영사; 과학기술정책연구원(2020). 회복력 중심 시스템으로의 전환을 위하여, Future Horizon+, 45.

4 경기연구원(2018). 경기도형 지속가능발전목표(SDGs) 이행체계 구축을 위한 기초연구.

[표 1] 팬데믹 시대 지속가능발전목표(SDGs)의 전환

팬데믹 시대 SDGs 6대 전환	연관 SDGs (G=Goal)	주요 키워드
• Energy 에너지 탈탄소화 및 지속가능 산업 • 지속가능 식량, 토지, 물, 해양 • 지속가능 도시 및 공동체	G2 기아해소와 지속가능농업 G6 물 G7 에너지 G13 기후변화 대응 G12 지속 가능한 소비 생산 G14 해양 생태계 G15 육상 생태계	기후변화 완화 생물다양성 보존 자원순환 방안 스마트시티 자연기반 친환경기술 에너지프로슈머 에코체인(eco-chain) 및 그린 코인(green coin)
• 지속가능발전을 위한 디지털 혁명	G1 빈곤종식 G9 혁신과 인프라 G3 건강 및 웰빙 G5 양성평등 G10 불평등 완화	ICT 인프라 메타버스 AI/로봇/블록체인 자원관리기술 헬스케어 초연결 언택트 이를 위한 교육
• 교육, 젠더, 불평등 • 건강, 웰빙, 민주주의	G1 빈곤종식 G3 건강 및 웰빙 G5 양성평등 G10 불평등 완화 G16 평화 G17 파트너십	O.D.A P.P.P 뉴파트너십 BestPractice공유 지식공유 및 평생교육

자료: UN-SDSN (2019) Six Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals (SDGs), 재구성.

‘이를 위한 교육’ 등의 주요 (미래)전환의 키워드들이 도출된다고 할 수 있다⁵.

한국판 그린 뉴딜의 의미와 기대

역사적으로 뉴딜 정책은 생각의 전환을 통한 위기 극복과 경제·사회적 효율성 확보에 매우 중요한 역할을 수행하였다. 현재 COVID-19로 인해 전무후무하게 나타나고 있는 경제적·사회적 위기는 전 세계적인 다층적인 변화와 구조적 대전환을 요구하고 있다고 할 수 있다. 경제주체들의 행동양식 등이 변화하면서 경제·사회 전반의

구조적 변화를 초래하고 있으며, 적극적인 정부 역할에 대한 요구가 증대되고 있다. 특히, COVID-19의 대확산(팬데믹)에 따라 일상과 방역의 공존을 위한 온라인·비대면 수요가 급증하였다. 온라인 쇼핑·배달 서비스가 오프라인 소비를 대체하고, 스마트워크·재택근무·온라인교육 등 우리 사회 전 분야에서 디지털화가 급격하게 촉진되었다. 반면 디지털 기반이 취약한 전통 서비스업 및 중소기업체들은 변화의 충격에 후유증을 크게 겪고 있다. 이러한 상황 속에서 ‘언택트(untact) 사회’에서의 성장동력을 새롭게 발굴하여 디지털 경제로 전환하고자 하는 ‘디지털 뉴딜’의 필요성은 더욱 부각되었다⁶.

더불어 전 세계적으로 친환경(탈탄소) 녹색성장에 방점을 두고 ‘탄소 제로 경제·생활’로의 전환을 목표로 하는

5 UN-SDSN(2019). Six Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals (SDGs).

6 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획.

저탄소·친환경 경제(‘그린 경제’)는 COVID-19를 계기로 그 중요성이 더욱 주목받고 있다. 감염병과 기후변화 위기 간의 유사성이 다양한 글로벌 보고서 등에서도 확인되면서, 국민 안전을 위협하고 경제에 부정적 영향을 초래하는 기후변화 위기를 극복해야 하는 시급성이 더욱 확대되고 있다. 이러한 차원에서 국민 삶의 질을 개선하고 녹색 일자리 및 녹색 산업을 창출하는 것을 목표로 하는 ‘그린 경제’로의 전환이 더욱 주목을 받고 있다⁷. 특히, 녹색 경쟁력을 전환적으로 발전시키고자 하는 ‘그린 뉴딜’을 통해 포스트 코로나 시대에 얼어붙은 고용 시장에 온기를 더할 수 있다는 기대를 모으고 있다.

한국 정부는 디지털 뉴딜 및 그린 뉴딜을 강력히 추진하면서 안전망 강화로 뒷받침하는 ‘한국판 뉴딜 종합계

획’을 2020년 7월 14일 한국판 뉴딜 국민보고대회를 통해 발표하였다. 정부는 2025년까지 총 160조 원(디지털 뉴딜에 58조 2,000억 원, 그린 뉴딜에 73조 4,000억 원, 안전망 강화에 28조 4,000억 원)을 투자하여, 총 190만 1,000개의 일자리를 창출하는 것으로 목표를 제시하였다⁸. 이 중 한국판 디지털 뉴딜(경제 전반의 디지털 혁신과 역동성 촉진 및 확산)로 90만 3,000개, 그린 뉴딜(탄소중립 지향, 경제기반을 저탄소·친환경으로 전환)로 65만 9,000개, 안전망 강화(실업불안 및 소득격차를 완화하고 적응을 지원)를 통해 33만 9,000개의 일자리가 만들어질 것으로 예상되고 있다⁹.

구체적으로, 아래 [그림 2]의 ‘분야/과제별 투자계획 및 일자리 효과’에서 보여주는 바와 같이, 디지털 뉴딜은

[그림 2] 디지털 뉴딜 및 그린 뉴딜 분야와 추진과제

디지털 뉴딜	1. D.N.A 생태계 강화	① 국민생활과 밀접한 분야 데이터 구축·개방·활용 ② 1·2·3차 주산업으로 5G·AI 융합 확산 ③ 5G·AI 기반 지능형 정부 ④ K-사이버 방역체계 구축
	2. 교육 인프라 디지털 전환	⑤ 모든 초·중고에 디지털 기반 교육 인프라 조성 ⑥ 전국 대학·직업훈련기관 온라인 교육 강화
	3. 비대면 산업 육성	⑦ 스마트 의료 및 돌봄 인프라 구축 ⑧ 중소기업 원격근무 확산 ⑨ 소상공인 온라인 비즈니스 지원
	4. SOC 디지털화	⑩ 4대 분야 핵심 인프라 디지털 관리체계 구축 ⑪ 도시·산단의 공간 디지털 혁신 ⑫ 스마트 물류체계 구축
그린뉴딜	5. 도시·공간·생활 인프라 녹색 전환	⑬ 국민생활과 밀접한 공공시설 제로에너지화 ⑭ 국토·해양·도시의 녹색 생태계 회복 ⑮ 깨끗하고 안전한 물 관리체계 구축
	6. 저탄소·분산형 에너지 확산	⑯ 에너지관리 효율화 지능형 스마트 그리드 구축 ⑰ 신재생에너지 확산기반 구축 및 공정한 전환 지원 ⑱ 전기차·수소차 등 그린 모빌리티 보급 확대
	7. 녹색산업 혁신 생태계 구축	⑲ 녹색 선도 유망기업 육성 및 저탄소·녹색산업 조성 ⑳ R&D·금융 등 녹색혁신 기반 조성

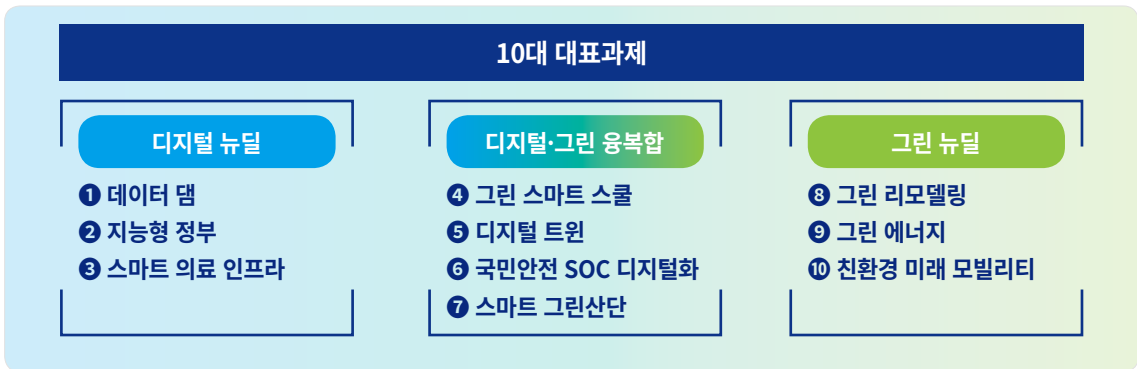
자료: UN-SDSN (2019) Six Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals (SDGs), 재구성.

⁷ T. Huh(2020). Comparative and Relational Trajectory of Economic Growth and Greenhouse Gas Emission: Coupled or Decoupled. *Energies* 13(10), pp. 2550-2562.

⁸ 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획.

⁹ 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획.

[그림 3] 한국판 뉴딜 10대 대표과제



자료: 관계부처 합동 (2020), 한국판 뉴딜 종합계획.

4대 분야(D.N.A. 생태계 강화, 교육인프라 디지털 전환, 비대면 산업육성, SOC 디지털화) 12개 추진과제로 구성되어 있다. 그린 뉴딜은 3대 분야(도시·공간·생활 인프라 녹색 전환, 저탄소·분산형 에너지 확산, 녹색산업 혁신 생태계 구축) 8대 과제로 구성되어 있다¹⁰.

특히, 한국판 뉴딜 세부과제 중에서 미래 비전을 제시하는 ‘10대 대표과제’(〔그림 3〕 참조)를 디지털 뉴딜, 디지털·그린 융복합, 그린 뉴딜의 3개 부문에서 선정하여 집중 투자/육성할 계획으로 발표되었다¹¹. 디지털·그린 융복합 분야에서는 4가지의 대표과제가 제시되었다.

이러한 ‘한국판 뉴딜’ 정책은 디지털·그린 경제로의 전환의 방향성을 제시하고 있다는 점에서 중요한 의미를 가지고 있다. 그러나 다양한 사업들로 구성된 패키지 프로젝트 형태로 제시되어 사업간 연계성이 부족한 한계를 지니고 있다고 볼 수 있다. 특히, ‘디지털 뉴딜’ 및 ‘그린 뉴딜’에 포함된 사업들의 경우에도 특정 시설물들을 중심으로 개별적 사업들이 제시되어 있어서, 통합적인 혁신적 전략을 확인하기 어려운 문제점을 가지고 있다.

디지털과 그린의 공존을 위한 혁신과 과제

전 세계에 몰아닥친 팬데믹은 기존의 불평등을 심화시키며, 지속가능발전목표(SDGs)와 파리기후협정의 진전에 역행하는 위협을 가하고 있다. 이와 같은 상황 속에서 우리는 디지털 전환과 과학기술혁신의 긍정적 영향과 역할을 더욱 확대하여, 디지털과 그린(지속가능발전)의 공존(공진화, co-evolution)을 추구해야 할 것이다.

단순히 경제 발전을 견인해 왔던 기존 역할에서의 전환(transformation)하여, 이제는 기후변화, 환경오염 등의 악영향을 개선하면서 모든 사람에게 기술 진보에 따른 혜택이 골고루 돌아가게 하는 공존(공진화)을 모색해야 한다. 디지털 기술 자체의 우수성보다는 인간과 자연 환경이 기술을 얼마나 필요로 하고 원하는지가 판단 근거가 되고, 기술과 기술을 사용하는 인간, 인간과 상호작용하는 자연환경과의 상호관계가 가장 중요한 준거가 되어야 할 것이다. 그린 뉴딜과 디지털 뉴딜 간의 관점에서 주요 디지털 기술들의 융합과 사회제도적 혁신은 다음과 같은 영역에서 우선적으로 초점을 맞출 수 있을 것이다.

¹⁰ 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획.

¹¹ 관계부처 합동(2020). 한국판 뉴딜 종합계획.

1. 자연과 지속가능한 삶을 위한 디지털 트윈 및 메타버스 기술 활용

‘디지털 트윈’(digital twin)은 앞서 살펴보았던 한국판 뉴딜 정책의 10대 대표과제 중 하나로서, ‘디지털·그린 융복합’ 분야 대표과제로 제시되었다. 디지털 트윈 기술은 컴퓨터에 현실 속 사물의 쌍둥이를 만들고, 현실에서 발생할 수 있는 상황을 컴퓨터로 시뮬레이션함으로써 결과를 미리 예측하는 기술이다. 디지털 트윈은 다양한 산업·사회 문제를 해결할 수 있는 기술로 주목 받고 있는데, 최근에는 에너지, 환경, 교통 등의 분야에서 관련 정책을 가상 도시모델을 통해 사전 검증할 수 있는 스마트 시티의 플랫폼으로 각광을 모으고 있다¹².

디지털 트윈 기술은 크게 실재를 가상으로 옮겨다 놓은 ‘모델링(modeling)’과 가상의 결과를 실재에 반영하는 ‘시뮬레이션(Simulation)’으로 구분할 수 있다¹³. 이는 도시관리 부문에서는 3D 도시모형 제작기술과 데이터 분석 지원시스템 기술로 구현된다. 초기의 디지털 트윈은 현실을 단순히 3차원(3D)로 모방하는 것에 불과했으나, 최근에는 사물인터넷과 컴퓨팅 기술의 발달로 물리적 한계를 넘어 현실에서는 불가능한 다양한 시나리오를 무한히 시뮬레이션하고 결과를 예측할 수 있게 됐다¹⁴.

특별히, 디지털 트윈은 도시 공간에서 기후변화 및 환경문제에 선제적으로 대응하기 위한 최적의 기술 중 하나로 각광받는다. 도시에서 발생하는 다양한 기후변화 현상에 대한 데이터의 실시간 수집, 가상공간 구축, 가상 공간에서 분석/시뮬레이션 등을 통해 다양하게 활용될 수 있다. 현실 세계와 똑같은 가상도시를 구축하고 가상

국토에 IoT 기반의 데이터를 연동하면 현실 국토와 매우 유사한 환경조성이 가능하다.

구체적으로, 환경 모니터링 분야에서 디지털 트윈 기술은 크게 부상하고 있다. 환경 모니터링 시장은 ①대기 오염 모니터링, ②수질오염 모니터링(폐수 모니터링, 지표수·지하수 모니터링), ③토양오염 모니터링, ④소음 모니터링으로 구분된다. 또한, 환경요소 기준으로는 ①물리적 오염 물질 탐지(PM2.5, PM10, 기타), ②화학 물질 탐지(가스 감지, 살충제 탐지, VOC 탐지, 기타), ③생물학적 탐지, ④온도 탐지, ⑤수분 탐지, ⑥소음 탐지로 구분할 수 있다. Markets and Markets의 연구¹⁵에 의하면, 전 세계 환경 모니터링 시장은 2019년 186억 달러에서 6.8%의 연간 성장률로 2024년 254억 달러 규모로 이를 것으로 예측된다.

디지털 트윈의 기후변화·환경 분야 활용의 대표적인 사례로, 서울특별시의 ‘디지털 트윈 서울 S-Map’을 통한 녹지조성 효과분석 시스템을 들 수 있다. 본 시스템에서는 도시계획·설계 시 도시 열섬 최소화를 위한 시뮬레이션을 적용하여 효과를 분석하고, 녹지조성에 따른 열섬 개선 예상결과를 수치화하여 제시한다. 시뮬레이션 분석은 열섬 발생지역 분석 및 실시간 기상정보 기반 열섬 예측지역 정보 제공, 녹지 조성 면적에 따른 열섬 온도 저감 효과 예측, 녹화사업에 따른 시민 체감 녹지율 변화 예측 및 공원조성 최적지 선정 등에 활용된다¹⁶.

관련 해외 사례로는 미국 뉴욕시의 ‘Underground Infrastructure Pilot’ 프로젝트를 들 수 있다. 3D기반 도시 공간정보를 상호연계 운용한 스마트 도시 서비스를 구축하여 전반적인 도시 기반시설 관리 및 도시 재난 대

12 대통령직속 4차산업혁명위원회 & 관계부처 합동(2018). 도시혁신 및 미래성장동력 창출을 위한 스마트시티 추진전략.

13 카이스트 문술미래전략대학원(2020). 카이스트 미래전략 2021. 서울: 김영사.

14 카이스트 문술미래전략대학원(2020). 카이스트 미래전략 2021. 서울: 김영사; 이명호(2021). 디지털 쇼크 한국의 미래. 서울: 웨일북.

15 Markets and Markets(2019). Environmental Monitoring Market by Product (Indoor, Outdoor Monitors (Fixed, Portable), Sensors, Wearables), Component (Particulate, Gas, Temperature, Noise), Sampling Method (Continuous, Active), Application. Global Forecast to 2024.

16 정보통신기획평가원(2020). 친환경에너지로의 전환과 인공지능. 주간기술동향 1932호.

응, 시뮬레이션 및 분석에 활용하고 있다. 특히, 지하 환경 데이터(토양, 기반암, 지하수 등)를 사진, 건축물, 도로, 고도 등의 지상 데이터와 연계하여 3D로 구축하고 있다¹⁷. 또한, 싱가포르의 ‘Virtual Singapore’ 플랫폼에 건축물, 인프라시설, 지형 및 지반 속성 등의 정보를 인코딩하여 도시 모델을 구성하였다. Virtual Singapore를 이용하면 도시 각 지역, 각 건물에 비치는 일조량을 파악할 수 있고, 건물 옥상에 태양광 발전 시설을 설치할 경우의 발전량까지 예측할 수 있다¹⁸.

한편, 최근에 디지털 트윈과 5G의 결합이 이끌 종착역으로 ‘메타버스’가 큰 주목을 받고 있다. 메타버스(metaverse)는 초월을 뜻하는 그리스어 ‘메타’와 세상 또는 우주를 뜻하는 ‘유니버스’를 합친 말이다. 메타버스는 디지털 트윈과 비슷하면서도 다르다. 디지털 트윈이 실제 세계와 상호작용한다면, 메타버스는 나를 닮은 캐릭터(아바타)가 여러 가상세계를 탐험할 수 있지만 실제 세계와 물리적 환경을 똑같이 구현하지는 않는다.

팬데믹 시대에 급격하게 가속화된 일상생활의 언택트(Untact)화는 디지털 세계인 메타버스로 사람들을 끌어당기고 있다. 다양하게 구분되는 메타버스의 세계에서 시민들은 이미 상당 부분 경험하고, 참여하고 있다. 메타버스 세계의 대표적 사례 유형으로는 현실공간에 2D 혹은 3D로 나타나는 가상 이미지나 물체를 구현하는 ‘증강현실(augmented reality)’, 일상의 경험과 활동을 캡처·저장·묘사하고 다른 사람과 공유하는 ‘라이프로그(lifelogging)’, 구글 어스와 같이 현실을 있는 그대로 반영하면서 정보적으로 확장된 ‘거울 세계(mirror worlds)’, 현실과 비슷하거나 혹은 완전히 다른 세상을 디지털로 구현하여 아바타가 활동하는 ‘가상 세계(virtual

worlds)’ 등을 들 수 있다¹⁹.

이와 같은 메타버스의 세계는 앞으로 시민들의 소통방식과 사회적 거버넌스(governance) 양식에 중대한 영향을 끼칠 것으로 예상된다. 메타버스 기술은 기후변화 및 환경문제 해결을 위한 협력적 운영 메커니즘인 그린 거버넌스(green governance)의 발전에도 거대한 동인(driver)이 될 것이다. 우리는 앞으로 메타버스 세계의 무궁무진한 가능성 미래(possible futures)를 주목해야 할 것이다.

2. AI 기반 기후기술의 확대 및 활용

전 세계적으로 4차 산업혁명의 핵심기술인 AI(인공지능) 기술 및 관련 융합기술을 적용해 기후변화 문제를 해결하려는 시도가 활발히 진행 중이다. 독일의 경우, AI를 에너지, 자원 보호 및 순환 경제, 수자원, 공해 방지 및 건강, 자연 보호 및 모빌리티 등의 응용 분야에 활용함으로써 EU의 그린 딜의 목표와 UN의 지속가능목표(SDGs)를 달성하는 데 기여하고 있다²⁰. 예를 들어, 지구 관측의 인공위성에서 AI 사용을 더욱 촉진해 복잡한 기후 및 환경 데이터의 연산 집약적인 분석을 통해 관련 환경 변화를 조기에 감지하고 대처해나가고 있다. 또한, 재활용 분야에서도 플라스틱을 효율적으로 사용하고 환경에 플라스틱이 유입되는 것을 방지하기 위해 순환 경제 부문에서 AI 응용 허브 구축을 지원하고 있다²¹.

디지털 전환 시대의 기후변화대응을 위한 기술, 즉 ‘기후기술’은 온실가스 배출을 저감하는 감축기술(mitig-

17 이명호(2021). 디지털 쇼크 한국의 미래. 서울: 웨일북.

18 카이스트 문술미래전략대학원(2021). 2030 카이스트 미래경고. 서울: 김영사.

19 카이스트 문술미래전략대학원(2021). 2030 카이스트 미래경고. 서울: 김영사.

20 한국지능정보사회진흥원(2021). 독일 연방정부의 인공지능(AI) 전략 2020 업데이트. SPECIAL REPORT 2021-5; 국회입법조사처(2020). COVID-19에 대응한 ICT 정책의 현황과 향후 과제. 이슈와 논점 1711호.

21 한국지능정보사회진흥원(2021). 독일 연방정부의 인공지능(AI) 전략 2020 업데이트. SPECIAL REPORT 2021-5.

ation tech.)과 기후변화 적응기술(adaptation tech.)로 구분할 수 있다. 기후변화 감축기술에는 신재생 에너지와 같은 화석 연료 대체기술 및 열병합발전, 고효율 기기와 같은 에너지 효율화 기술 등이 포함된다. 적응기술은 기후변화로 발생하는 리스크 저감을 위해 활용하는 기술들로 구성된다²². 구체적으로, Jens & Pernilla의 연구(아래 [그림 4])에 의하면 ICT 기술을 이용해 2030년 전세계 온실가스의 15%를 저감할 수 있는 것으로 나타난다²³.

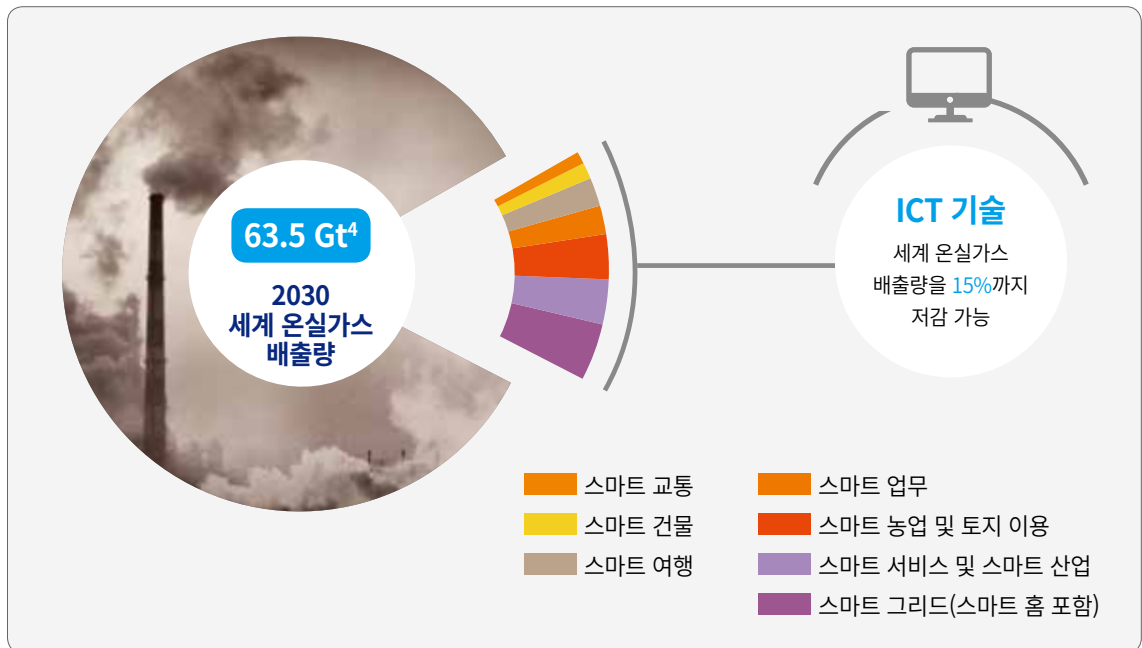
또한, AI 기반 융합기술들은 기후변화 적응(adaptation) 분야에서도 다방면에서 활용될 수 있다. 예를 들어, IoT 및 빅데이터 기술을 활용하여 획득한 기후재난 데이터 및 지리-기후 정보 등을 AI 기반 상호연계 분석을 통해 특정 지역에서의 취약한 재난 유형을 예측할 수 있

다. 이러한 예측분석 결과를 기초로 해당 지역에 조기 재난 경보를 발령시킬 수 있다. 아울러 종합적으로 일사량, 강수량, 농작물 경작 현황을 AI 기술을 통해 분석하여 장단기 곡물 생산계획에 반영할 수 있다²⁴. 결과적으로 다양한 기후변화 적응 영역(농업, 산림, 해양, 보건 등)에서 AI 기술 및 관련 융합기술들을 광범위하게 활용할 수 있으며, 이미 활발하게 진행되고 있다.

3. 에너지 산업의 디지털 전환 촉진: 재생에너지 통합과 분산 전원

에너지 분야에서 디지털화는 매우 중요한 동인(driver)

[그림 4] ICT 기술 활용 온실가스 감축 2030 시나리오



자료: 기상청 (2017) 4차산업혁명과 미래기상기술, 10(2).

²² 기상청(2017). 4차산업혁명과 미래기상기술. 통권 제26호.

²³ Jens Malmmodin & Pernilla Bergmark. (2015). Exploring the effect of ICT solution on GHG emissions in 2030. Atlantis Press.

²⁴ 기상청(2017). 4차산업혁명과 미래기상기술. 통권 제26호.

이다. 에너지 시스템에 디지털 기술을 연계하여 데이터의 수집 및 분석 등을 가능하게 하는 것을 ‘에너지 디지털화(energy digitalization)’라고 한다²⁵. 이를 통해 (신) 재생에너지의 한계로 지적받고 있는 계통 불안정성(간헐성), 수요-공급 관리 불균형 등의 문제점들을 개선할 수 있다. 궁극적으로 에너지 디지털화는 탈탄소화(decarbonization, 탄소포집기술 등) 및 분산화 기술(블록체인 등)과 함께 에너지 전환(transformation)을 이끌 핵심 동력이 될 것이다²⁶.

에너지 산업에서 디지털화는 클라우드를 통해 에너지 관련 디지털 데이터가 공용 플랫폼으로 연결되며, 에너지 산업 가치사슬 전 분야(1차 에너지 생산-발전-송배전-고객까지)에 걸쳐 적용된다²⁷.

구체적으로 첫째, 에너지 자원(석유, 가스 등)에 대한 업스트림(upstream) 부문에서는 드론 활용, 지질학적 모델링 등으로 생산성 증대와 생산비용 절감이 가능하다. 둘째, 발전(generation) 부문에서는 디지털 기술(VR(가상현실), AI(인공지능) 등을 통한 예측정비, 안전관리, 운영 효율화 등을 추구할 수 있다. 셋째, 송배전(transmission & distribution) 부문에서는 디지털화 통해 유지보수 자동화로 고장 예측, 최적 자산관리, 재생에너지 활용 분산전원화 등이 가능해진다. 넷째, 수요자 측면의 에너지 관리/판매 부문에서는 스마트 그리드(smart grid, 전력 공급자와 소비자가 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망), 실시간 가격설정 등을 통해 에너지 소비 최적화를 이룰 수 있다. 고객들이 단순한 소비자를 넘어 프로슈머

(prosumer)의 역할을 하게 되는 고객 주도의 에너지 사용환경을 조성할 수 있다.

특별히, 에너지 분야의 디지털 전환의 가장 중요한 2개 축은 재생에너지 통합과 분산 전원이라고 할 수 있다²⁸. 에너지 산업 가치사슬 분야 중에 우선 에너지 수요 부문에서의 디지털화의 영향은 수송 부문에서의 연결성과 자동화 향상을 통해 에너지 수요에 주요한 영향을 미치는 것이다. 또한, 에너지 공급 부문에서는 빅데이터와 AI(인공지능)의 급격한 발전과 활용을 통해 훨씬 더 빠르고 정확한 분석을 도출하여 업스트림 기업들의 효율성을 향상시킬 것이다. 더불어 로봇 및 드론의 다양한 활용을 통해 채굴 비용을 감소시킬 것이다. IEA(국제에너지기구)의 분석에 따르면²⁹, 전력 부문(발전 및 송배전 포함)에서의 디지털화를 통해 연간 800억 달러(한화 약 92조 원)를 절약하거나 연간 발전비용의 5%를 감소시킬 것으로 예상된다.

결론적으로 이제 디지털 전환을 통해 에너지 수요 및 공급에 대한 영향뿐만 아니라 에너지 시스템 자체의 변화가 나타나고 있다. 앞으로 이러한 에너지 부문 간 경계의 희석과 전체 에너지 시스템의 통합이 가능하게 될 것이다.

4. 블록체인을 통한 그린 거버넌스의 미래 혁신

기후변화와 환경문제는 자연환경 차원의 문제를 넘어 바로 인간의 경제활동이 이뤄지는 사회제도적 차원의 관리실패(governing failure)에 따른 문제로 귀결된다. 그

²⁵ 카이스트 문술미래전략대학원(2019). 카이스트 미래전략 2020. 서울: 김영사.

²⁶ T. Huh et al(2019). Multiple Conjunctural Impact on Digital Social Innovation: Focusing on the OECD Countries. Sustainability 11(9), pp. 4887-4900.

²⁷ 삼정KPMG 연구원(2019). 에너지 산업의 디지털화가 가져올 미래, Issue Monitor 제100호; The International Energy Agency(2017). Digitalization and Energy. Technology Report.

²⁸ The International Energy Agency(2017). Digitalization and Energy. Technology Report; The International Energy Agency(2019). Energy efficiency and digitalisation. Technology Report.

²⁹ The International Energy Agency(2019). Energy efficiency and digitalisation. Technology Report.

러므로 정부와 기업, 시민사회의 다양한 주체들의 협력과 조정, 파트너십을 통해 구성되는 대안적인 정부운영체제 및협력적 관리체제라고 규정할 수 있는 거버넌스(governance)는 지속가능발전의 실현(목표 달성)을 위한 가장 긴요한 파트너라고 볼 수 있다. 그린 거버넌스(green governance)의 의미는 협의적으로 환경문제 해결을 위한 전통적 정책수단의 변화로서의 거버넌스라고 규정할 수 있으며, 광의적 의미로 지속가능발전 목표를 달성하기 위한 접근방법으로서 거버넌스라고 할 수 있다³⁰.

그러나 실제로는 이러한 그린 거버넌스의 협력적 프로세스가 지속가능발전의 내용적 실재를 보장하지 못하며, 이는 결국 ‘내용과 과정의 분리’(substance-procedure divide) 문제를 일으키는 한계를 지니고 있다. 이와 같은 지속가능발전과 거버넌스 사이의 문제를 해결하기 위해, 그리고 그동안의 관련 숙의민주주의(deliberative democracy) 노력들을 보완하고 대체할 수 있는 블록체인(blockchain) 기반의 ‘자기조직화 거버넌스’의 가능성에 주목할 필요가 있다³¹. 블록체인에 기초하여 기존의 그린 거버넌스는 분산원장(distributed ledger) 기술, 스마트 계약(smart contract) 기술 등을 통해 중앙집중에서 탈피하여 분산 네트워크(peer to peer)로 운영되는 분산/자율 관계로 전환할 수 있다. 이를 통해 시민들은 DAC(decentralized autonomous citizen, 분산자율시민)의 역할을 부여받을 수 있으며, 더욱 강력한 의사결정의 주체로서 지속가능발전을 위한 협력적 거버넌스의 과정에 다양하고 중요한 영향을 미칠 수 있을 것이다³².

본래 ‘자기조직화’(self-organizing)는 체계의 범위 내에서 구성요소들이 외부환경과 끊임없이 작용하면서 자발적으로 체계의 조직을 변화시키는 원리로서 발생과 변화의 자생성을 강조한다³³. 이는 블록체인(Block-chain) 기술을 통해 심층적으로 구현될 수 있다. 즉, 자기조직화를 가능하게 하는 것이 4차산업혁명 시대에 구현될 블록체인 플랫폼이라고 할 수 있다. 현재 온라인 상에서 정보처리와 저장, 커뮤니케이션 기술의 발달로 지식 생산 영역에 대한 일반인들의 진입장벽이 낮춰짐으로써 지식이 해당 자격을 보유한 소수 지식인들의 범위를 넘어서서 일반인들도 지식을 생산할 수 있는 토대가 만들어지고 있다. 이는 일상에서의 기후변화 및 환경문제에 있어서도 다양하게 접목될 수 있다. 온라인 기반 정보 커뮤니케이션 환경에서 기후변화 이슈들에 대한 자발적이고 창발적인 협업(collaborative sharing)이 가능해졌으며, 구성원들의 공동평가에 의해 능력이 평가되고 상황에 따라 유동적인 질서를 이뤄나갈 수 있다.

결국, 블록체인 기반의 자기조직화 거버넌스에서는 디지털 전환의 창발성(지역/공동체적이고 개인적인 행동의 상호작용의 결과로 나타나는 직관적으로는 예측할 수 없었던 새롭고 지속성 있는 질서 & 현상)을 통한 문제해결 기제로의 처방성(capacity)을 갖추게 될 것이다. 디지털 전환 시대에 ‘블록체인 거버넌스’가 지속가능발전 거버넌스(governance for sustainable development)를 위한 처방적 기제(mechanism)로 근미래(近未來)에 구성될 수 있을 것으로 기대한다.

30 T. Huh(2019). Comparing the Arrangements of Governance and Sustainable Development in OECD Countries: Coupled or Decoupled?. The Korean Journal of Policy Studies (34(1), pp. 99-117.

31 T. Huh(2020). Tackling the Tension between Sustainable Development and Governance through Self-organizing Governance with Blockchain. NGO연구 15(1), pp. 145-173.

32 여시재 정책제안 연구팀(2021). 휴머니믹스: 사람 중심 정책, 대한민국을 말한다. 서울:서울셀렉션.

33 T. Huh(2020). Tackling the Tension between Sustainable Development and Governance through Self-organizing Governance with Blockchain. NGO연구 15(1), pp. 145-173.