

EU 2022년 미래전략 보고서 : 새로운 지정학적 상황 속 녹색·디지털 전환의 트위닝(I)

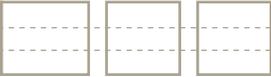
유럽연합 집행위원회

『국제노동브리프』 2023년 3~4월호 해외연구동향에서는 유럽연합 집행위원회에서 발행한 『EU 2022년 미래전략 보고서: 새로운 지정학적 상황 속 녹색·디지털 전환의 트위닝』의 내용을 연재한다. 이번 호에서는 녹색·디지털 전환의 시너지 및 갈등과 트위닝 관련 핵심 기술을, 다음 호에서는 트위닝을 결정짓는 지정학, 경제, 사회 및 규제 요소와 주요 실행 분야를 다룬다.*

■ 서론

현재 전 세계는 구조적으로 지정학적 변동을 겪고 있으며, EU에 영향을 미치던 기존의 메가트렌드는 이러한 변화로 인해 한층 심화하고 있다.¹⁾ 러시아

* EU는 CC-BY 4.0 라이선스에 의해 배포되어 [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0289&qid=1658824364827>]에 게재된 “Communication from the Commission to the European Parliament and the Council 2022 Strategic Foresight Report: Twinning the green and digital transitions in the new geopolitical context, COM/2022/289 final”이라는 제목의 원작에 대한 저작권을 보유하고 있다. 이 글은 이 원작을 한국노동연구원이 번역하였다. 이 번역본은 EU가 작성한 것이 아니며, 따라서 EU는 이 번역본의 내용이나 정확도에 대해 책임을 지지 아니한다. 영어 원본을 구속력이 있는 정



의 우크라이나 무력 침공이 에너지, 식량, 경제, 안보, 국방, 지정학 측면에 초래한 장기적 파급효과는 유럽이 공정한 녹색·디지털 전환을 완수하는 과정에도 분명 영향을 미칠 것이다. 그러나 이러한 상황과 향후 닥칠 다른 문제에도 불구하고 EU의 장기목표 추진은 중단되지 않을 것이다. 정책이 제대로 갖춰진다면 목표 달성 속도를 높이는 촉매제가 될 수 있다. 궁극적으로 이는 유럽의 회복탄력성과 함께, 에너지·식량·안보 전환에 필요한 원자재를 포함한 주요 물자, 첨단기술 등 다양한 분야에서 “개방된 전략적 자율성(open strategic autonomy)”을 강화할 수 있다.

『2022년 미래전략 보고서』는 새로운 지정학적 배경하에서, 미래연구 결과²⁾를 기반으로 녹색·디지털 전환을 미래지향적이며 전략적으로 고찰한 내용을 담고 있다. 녹색·디지털 전환은 EU의 가장 중요한 정치적 의제에 속하며 그 상호작용은 미래에 막대한 영향을 미칠 것이다. 또한 두 전환의 성공은 “UN 지속가능발전목표 완수의 열쇠가 될 것이다. 특성도 서로 다르고 각자 독특한 역학구조를 지니고 있지만, 이 두 전환의 트윈링(twinning) — 상호보강 역량 — 은 더 심도 있게 살펴볼 필요가 있다. 녹색 전환은 “유럽 그린딜”에 명시한 2050년까지 기후중립을 달성하고 환경오염을 완화한다는 목표와 정책, 포괄적 전략 수립이 없다면 불가능할 것이다. 최근까지 디지털 전환은 지속가능성에 국한된 채 진행되어 왔다. 디지털 전환으로 인한 부작용을 줄이면서 환경, 사회 및 경제적 지속가능성을 위한 잠재력을 최대한 발휘할 수 있으려면, “디지털 콤파스(Digital Compass)”와 “Fit for 55”³⁾⁴⁾에서 기술한 바와 같이 적

본으로 한다.

- 1) 『2021년 미래전략 보고서(2021 Strategic Foresight Report)』는 향후 몇십 년간 EU의 개방된 전략적 자율성에 영향을 미칠 주요 메가트렌드로, 글로벌 질서 및 인구구조의 변화뿐만 아니라 기후변화 및 환경오염, 디지털 초연결성, 기술변환, 그에 따른 민주주의와 가치관에 대한 압력을 꼽았다(COM(2021) 750 final).
- 2) 이 교신은 공동연구센터(Joint Research Centre)의 “Towards a green and digital future. Key requirements for successful twin transitions in the European Union”이라는 정책과학 보고서를 바탕으로 한다(<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>). 또한 작성 과정에서 전문가 및 이해당사자들과 협의하거나 관련 근거자료를 마련하고, “유럽 전략 및 정책 분석 시스템” 파트너 및 “EU 미래연구 네트워크” 회원국과 논의하였다.
- 3) 편집자 주: 2030년까지 EU의 온실가스 배출량을 55%까지 줄이기 위해 설계된 EU의 정책 패키지(대외경제정책연구원(2021), 「EU 탄소감축 입법안(‘Fit for 55’)의 주요 내용과 시사점」, <https://www.kiep.go.kr/> (2023.2.22)).
- 4) Fit for 55: delivering the EU’s 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, COM(2021) 550 final.

절한 정책 구상 및 운영이 필수다.

2050년으로 나아가는 과정에서, 트위닝은 다양한 지정학, 사회, 경제 및 규제적 요소들뿐만 아니라 기존 및 신규 기술을 규모 있게 활용할 수 있는 능력에 의해 좌우될 것이다. 본 교신문은 트위닝과 관련된 10개 주요 분야를 기술 및 분석하고 있다. 이중전환의 시너지를 한층 더 강화하고 갈등을 해소하기 위해서는 이중전환에 내재하는 지정학적 특성을 인식하여 이에 대한 종합적이고 미래지향적이며 전략적인 접근을 취해야 한다.

■ 녹색·디지털 전환의 시너지와 갈등

디지털 기술은 기후중립 달성, 환경오염 감소, 생물다양성 회복에 중요한 역할을 할 수 있다. 로봇공학과 사물인터넷과 같은 기술들은 투입요소를 측정하고 통제함으로써 더욱 자동화된 형태로 자원 효율성을 개선하고 시스템과 네트워크의 유연성을 강화할 수 있다. 상품과 서비스의 수명주기 및 가치사슬 전반에 걸쳐 에너지 효율적인 블록체인 기반 데이터 관리는 더욱 순환적인 경제와 경쟁력 있는 지속가능성으로의 성과를 진작시킬 수 있다.⁵⁾ 또한 디지털 기술은 탄소 가격제(carbon pricing)를 위한 온실가스 배출량 모니터링, 보고 및 검증 과정을 지원할 수 있다. 디지털상품여권(digital product passport)⁶⁾은 재료, 성분 및 종단 간(end-to-end) 추적가능성을 향상시키고 데이터의 접근가능성을 높일 수 있으며, 이는 순환적 사업 모델(circular business model)의 필수요소다. 디지털 트윈⁷⁾은 혁신을 이끌며, 지속가능한

5) EU의 경제, 산업 생태계 및 기업들이 지속가능하고 생산적이며 공정하고 안정적인 거시경제적 모델을 향해 나아갈 수 있는 능력을 디지털 및 청정 기술들로 갖추게 되면 유럽은 세계적으로 전환을 주도하는 선두주자이자 경쟁력 있는 시장 선구자가 될 것이다(COM(2019) 650 final).

6) 편집자 주: 상품에 들어가는 원료와 부품의 원산지 등의 정보가 담긴 디지털 인증서로 글로벌 가치사슬의 지속가능성을 사전에 파악하고 구매 여부를 결정할 수 있도록 돕는다(대한무역투자진흥공사, 「EU 순환경제 촉진 위해 디지털상품여권 도입 추진」, 2021.12.29).

7) 디지털 트윈은 수명주기 전반에 걸쳐 실시간 데이터를 통해 업데이트 되고 시뮬레이션, 머신러닝 및 추론을 통해 의사결정을 돕는 가상의 객체 또는 시스템을 가리킨다. “EU Destination Earth(DestineE)”와 “Digital Earth Twins”의 개발은 기후변화의 영향을 예측하고 그에 대한 회복탄력성을 구축하는 데 핵심 요소다. 또한 “Digital Twin of the Ocean”도 해양 및 해안의 서식지를 복원하고 지속가능한 청색경제(blue economy)를 지원하며 기후변화에 적응하는 가장 효과적인 방안의 설



공정, 상품 및 건물 설계를 촉진할 수 있다. 양자 컴퓨팅(quantum computing)은 전통적인 컴퓨터로는 감당하기 어려운 시뮬레이션을 용이하게 한다. 실시간 세계정보를 제공하는 우주 기반 데이터 기술은 지속가능성을 모니터링한다. 데이터 공유 및 게임화(gamification)는 전환 추진과 혁신 구축 과정에 대중의 참여를 높일 수 있다.

녹색 전환 추진은 디지털 부분의 변환도 야기한다. 재생가능자원, 재생가능수소, (소형 모듈 원자료를 포함한) 원자력 에너지, 핵융합기술⁸⁾은 디지털 부문에서 점차 증가하는 에너지 수요 측면에서 중요한 요소들이다. 2030년까지 데이터 센터 및 클라우드 기반시설이 태양력이나 풍력으로 전기 수요를 충족할 수 있도록 하는 등 기후중립 및 에너지 효율을 목표로 하는 정책을 육성함으로써, 빅데이터 분석, 블록체인, 사물인터넷 등 데이터 기반 기술의 녹색화도 지원할 수 있다. 그러나 이러한 재생가능 발전 역량 및 인프라 수립이 지체된다면 문제가 될 수 있다. 위치를 적절히 선정하고 기술을 활용한다면 데이터 센터에서 나오는 열을 제3 부문에서 재사용할 수 있다. 지속가능한 금융은 디지털 부문에 기후중립적인 투자를 동원하는 데 도움이 될 수 있다. 더 나은 설계방식과 더 순환적인 사업모델 및 생산패턴은 전자 폐기물 감소에 기여할 수 있다. 수요 측면에서는 기업과 시민들의 소비 및 관행이 디지털 기술 이용 시 에너지 소비를 줄이는 데 중요한 역할을 할 것이다.

디지털 기술의 에너지 효율성이 증가하지 않는다면, 이러한 기술의 보편적 이용은 에너지 소비 증가로 이어질 것이다. 정보통신기술(ICT)은 전 세계 전기 사용량의 5~9%, 온실가스 배출량의 약 3%를 차지한다.⁹⁾ 반동효과(rebound effects)¹⁰⁾를 비롯하여 디지털화의 환경 영향을 측정하는 합의된 프레임워크가 마련되어 있지 않기 때문에 관련 측정치들은 상당한 차이를 보인다. 그러나 연구 결과에 의하면, 전자제품의 이용 및 생산 증가, 네트워크, 데이터 센터 및 암호자산으로부터의 수요 증가로 인해 ICT 전력 소비는 지속적으로 증가할 것이다.¹¹⁾ 또

계에 기여할 것이다.

8) 향성의 동력 공급 원리와 마찬가지로 융합이 대규모의 무탄소 에너지원이 될 수 있는지 타당성을 입증하기 위해 35개국이 세계 최대 자기융합 장치의 건설에 공동으로 참여하고 있다.

9) Freitag, C., M. Berners-Lee, K. Widdicks, B. Knowles, G. S. Blair, and A. Friday(2021), "The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations", *Patterns*, 2(9).

10) 향상된 효율성에 따른 잠재적 절약을 상쇄하는 행동 반응.

11) 가령, Andrae, A.(2022)의 "Net global effect of digital - power and carbon"에 따르면, ICT의 전

한 전력 소비는 온라인 플랫폼, 검색 엔진, 메타버스¹²⁾와 같은 가상현실 개념, 음악이나 동영상 스트리밍 플랫폼 등의 이용 확산에 의해서도 증가할 것이다. 다른 한편으로 차세대 저전력 반도체 칩¹³⁾과 높은 효율의 연결성 기술(인공지능 기반 5G, 6G 네트워크)의 활용은 ICT 전반의 환경 발자국을 줄일 수 있다.

디지털 기술의 전자 폐기물 및 환경 발자국과 관련하여 갈등이 이어질 것이다. 전자제품, 전화 및 컴퓨터 장비에 대한 의존도가 더욱 높아지면서 전 세계 전자 폐기물 발생량도 빠르게 증가하고 있어, 2030년경에는 7천5백만 톤에 이를 수 있다.¹⁴⁾ 현재 EU는 전자 폐기물의 17.4%만이 재활용되고 있으며,¹⁵⁾ 전자 폐기물 발생량은 해마다 250만 톤씩 늘어나고 있다.¹⁶⁾ 적절한 정책이 마련되지 않으면 새로운 기준 또는 기술로 변경될 때마다 대대적인 장비 교체가 필요하게 될 것이다. 예를 들어, 5G와 6G 기술을 최대한 누리기 위해서는 대부분 하위호환 제품인 기존 스마트폰, 태블릿, 컴퓨터를 교체해야 한다.¹⁷⁾ 디지털화의 진전으로, 가령, 데이터 센터 냉각이나 반도체 칩 제조를 위한 물 사용도 증가할 것이다. 전환에 필요한 원자재 채굴 및 가공은 환경 및 윤리적 우려를 야기한다. 마지막으로, 기후 및 환경적 위험은 주요 디지털 기반시설의 수명과 기능에 영향을 미칠 것이다. 향후 30년간 EU 전체적으로 극단적 기후 현상에 따른 손해 비용이 60% 상승할 수 있다.¹⁸⁾

기 발자국은 2020년 1,988테라와트시에서 2030년에는 3,200테라와트시로 늘어날 수 있다.

12) Council of the European Union(2022), “Metaverse – virtual world, real challenges”, <https://www.consilium.europa.eu/> (2023.1.31).

13) 유럽 반도체 법(European Chips Act, COM(2022) 45 final)을 통해, EU는 2030년까지 반도체 생산 역량을 글로벌 시장의 20%까지 높임으로써 반도체 부족을 해소하고 기술적 리더십을 강화하고자 한다.

14) 배터리나 플러그와 함께 폐기되는 제품들(United Nations Institute for Training and Research(2020), “The Global E-waste Monitor 2020 – Quantities, flows, and the circular economy potential”, <https://ewastemonitor.info/> (2023.1.31).

15) WEEE Forum(2021), “International E-Waste Day: 57.4M Tonnes Expected in 2021”, <https://weee-forum.org/> (2023.1.31).

16) International Telecommunication Union(2020), “The Global E-waster monitor”, <https://ewastemonitor.info/> (2023.1.31).

17) European Institute of Innovation & Technology Digital(2022), “Digital Technologies and the Green Economy report”, <https://www.eitdigital.eu/> (2023.1.31).

18) European Environment Agency(2022), “Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe”, <https://www.eea.europa.eu/> (2023.1.31).



종합하면, 디지털 기술을 적절히 관리하면 주요 경제 분야의 에너지 및 자원 이용량을 줄이고 디지털 기술 자체의 자원효율성을 높여 기후중립적이며 자원효율적인 경제와 사회를 건설하는 데 기여할 수 있다.

■ 트위닝에 필요한 핵심 기술

에너지, 운송, 산업, 건물 및 농업은 EU에서 온실가스 배출량이 가장 많은 부문이다.¹⁹⁾ 따라서, “Fit for 55”에서 구상하고 있는 바와 같이 이 부문들의 환경 발자국을 줄이고 회복탄력성을 강화하는 것이 성공적인 트위닝을 위해 매우 중요하다. 그러나 적절한 기술과 정책이 없다면 해당 부문들의 부정적 환경영향을 완화하기 어려워질 수 있다. 이는 전 지구적 차원에서 볼 때 더욱 그러한데, 2050년경이면 인구가 97억 명에 이르며 평균 소득은 더 높아져, 더 많은 식량, 공산품, 에너지, 주택, 이동수단 및 물이 필요하게 될 것이기 때문이다.

2030년까지는 이산화탄소(CO₂) 배출 감축분의 대부분은 오늘날 이용할 수 있는 기술에서 비롯될 것이다. 그러나 2050년에 이르면 현재는 실험, 시범 또는 시제품 단계에 있는 신기술이 개발되어 기후중립성과 순환성이 실현될 것이다.²⁰⁾ 여기에는 전 부문에 걸쳐 트위닝을 촉진할 수 있는 다양한 디지털 기술이 포함된다.

에너지의 디지털화

러시아의 우크라이나 무력 침공으로 청정 에너지 전환의 지정학적 측면이 지니는 중요성은 더욱 커졌으며, 이러한 전환을 가속하고 힘을 합쳐 더욱 회복탄력성 높은 에너지 시스템과 진정한 의미의 에너지 연합을 구축해야 할 필요성이 강조되고 있다.²¹⁾ EU는 높은 에너지 가격

19) 2019년 EU에서 이 부문들의 온실가스 배출량 비중은 다음과 같다: 에너지 공급(27%), 국내 운송(23%), 산업(21%), 주거 및 상업용 건물(12%), 농업(11%)(European Environmental Agency(2021), “EEA greenhouse gases — data viewer”, <https://www.eea.europa.eu/> (2023.1.31)).

20) International Energy Agency, <https://www.iea.org/> (2023.1.31).

21) COM(2022) 230 final.

이 (특히, 에너지 빈곤 위험이 있는 취약층) 소비자와 산업에 미치는 충격을 줄이고 EU의 에너지 공급 안정성을 강화하기 위한 야심 찬 방안들을 제시하였다. 중기적으로, 청정 에너지 생산, 에너지 공급원 다변화, 모든 부문에서의 에너지 절감 및 에너지 효율 증대를 주요 기반으로 하는 통합적인 EU 체제를 구축하는 것이 화석 연료에 대한 EU의 의존도를 낮추는 가장 비용효과적인 해결 방안이다. 예를 들어, “Fit for 55”가 본격적으로 실행되면 EU의 가스 소비는 2030년까지 30% 감소할 것이다.²²⁾ 이는 이중전환이 진행되면서 전기에 대한 수요가 더욱 증가할 것이라는 점에서 한층 더 큰 의미를 지닌다.

디지털화는 EU의 에너지 안보를 강화할 수 있다. 디지털 기술은 에너지 캐리어(energy carrier)²³⁾의 더욱 효율적인 흐름을 지원하고 시장 간 상호연결성을 증진할 수 있다. 또한 더 세분된 단계에서 실시간으로 수요와 공급을 매치하기 위해 필요한 데이터를 제공할 수 있다. 에너지 생산 및 수요 예측은 디지털 기술, 새로운 센서, 위성 데이터, 블록체인에 의해 개선될 수 있다. 이렇게 되면 스마트 그리드(smart grid)²⁴⁾로, 가변적인 재생가능 에너지의 생산에 영향을 미치는 기상 상황에 맞추어 소비를 조정할 수 있다. 이는 재생가능 에너지의 효과적인 관리 및 분배를 가능하게 하며, 국경 간 교환을 촉진하고 중단 상황을 방지할 수 있다. 디지털화는 개인과 기업이 소비를 녹색 에너지원으로 전환하거나 소비를 조정하거나 심지어 에너지를 거래할 수 있도록 힘을 실어준다. “서비스로서의 에너지(Energy-as-a-service)”²⁵⁾와 데이터 주도의 혁신적 에너지 서비스는 에너지 공급자와 소비자의 상호작용 방식에 변화를 가져올 수 있다. 또한 마이크로그리드(microgrid)²⁶⁾와 자기조직 그리드(self-organized

22) *Ibid.*

23) 편집자 주: 스프링, 압축공기, 전기 등 에너지를 생산하지 않고, 단순히 다른 시스템에 의해 채워진 에너지를 담고 있는 물질 또는 현상(한인과학기술자네트워크(2018), 「화학적에너지 캐리어의 최근 동향 및 향후 전망」, <https://www.kosen.kr/> (2023.2.22)).

24) 편집자 주: 전기 및 정보통신 기술을 활용하여 전력망을 지능화·고도화함으로써 고품질의 전력서비스를 제공하고 에너지 이용효율을 극대화하는 전력망(한국전력공사, 「스마트 그리드란?」, <https://www.kepco.co.kr/> (2023.2.22)).

25) 에너지 서비스 공급자가 단순히 어떠한 형태의 에너지를 제공하는 데 그치지 않고 건물의 실내 온도를 특정 범위 내로 유지하는 등의 “턴키 에너지 상품(turn-key energy product)”도 제공하는 사업 모델.

26) 편집자 주: 작은 단위의 스마트 그리드로, 기존의 광역 전력 시스템으로부터 독립된 소규모 전력 공동체를 결성해 자체 전력망 내에서 전기수요를 100% 충당할 수 있도록 구성된 국소적인 전력 공급 시스템(한국IR협회의(2019), 「스마트 그리드/마이크로그리드」, <https://www.kirs.or.kr/> (2023.2.22)).



grid)²⁷⁾는 에너지 시스템의 상향식 관리방법이 될 수 있다. 다각도의 위협에 대비하여 회복탄력성을 높이기 위해, 에너지 시스템의 디지털화에는 향상된 사이버 보안 역량과 안전한 우주 기반 연결성 등의 안전하고 자율적인 유비쿼터스 커뮤니케이션 시스템이 요구될 것이다.

디지털 기술로 더욱 친환경적인 운송 실현

인구 증가 및 생활 수준의 향상으로 운송 수요는 지속적으로 증가할 것이다. 전 세계적으로 여객 운송은 2015년과 2050년 사이에 거의 3배 증가할 수 있다. EU의 경우 철도나 수상 등의 다른 운송 방식으로 전환하려는 노력에도 불구하고, 2050년까지 도로 여객 운송은 약 21%, 화물 운송은 45% 증가할 것으로 예상된다.²⁸⁾ 도시화, 소비자 의식 확대, (아직 상대적으로 높기는 하지만) 지속 가능한 운송 방식의 비용 변동, (공급망 관리 관련 등) 새로운 사업 모델도 이 부문에 영향을 미칠 것이다. 또한 디지털화는 직장의 하이브리드화(hybridisation)를 더욱 가속함으로써, 근로자들의 지역 내 및 국경 간 이동에도 영향을 미칠 수 있다.

디지털 기술과 더불어 차세대 배터리 응용제품 확대²⁹⁾는 모빌리티의 지속가능성에 커다란 진전을 가능하게 할 것이다. 여기에는 여객 및 화물, 대형트럭 또는 항공을 포함한 다양한 수송 방식이 포함된다. 가령, 전기 항공기는 EU 전역의 소규모 지역 공항들을 연결할 수 있다. 직접적인 전기화(electrification) 또는 항공 및 수상 운송과 같이 탈탄소화가 어려운 부문을 위한 재생가능한 저탄소 연료의 대량생산을 위해 운송 분야의 추가적인 전기 수요를 관리하는 동시에, 전기 차량의 에너지 효율 개선도 함께 이루어져야 한다. 또한 센서, 컴퓨터 성능 및 첨단 소프트웨어를 통합하기 위한 시스템 차원의 접근법도 요구된다. 차량 및 차량 센서 데이터를 사용하여 충전을 최적화할 수 있다. 양방향 충전은 스마트 전기 그리드에 유연성을 부여하여 재생가능 에너지 통합을 지원하고 에너지 이용을 극대화할 수 있다. 더 나아가 우주

27) 편집자 주: 외부의 제어 없이 자동으로 관리되는 스마트 그리드.
 28) “Fit for 55 MIX 시나리오”에 근거하여 2015년과 비교한 내용(European Commission(2021), “Policy scenarios for delivering the European Green Deal”, <https://energy.ec.europa.eu/2023.1.31>)).
 29) 가령, 전고체(solid-state)의 코발트 프리(cobalt-free) 리튬 이온이나 DRX 소재(리튬이 풍부한 무질서 암염, 니켈이나 코발트 없이 배터리 양극을 만들 수 있음)를 사용한 배터리.

기반 서비스와 결합되면 디지털화는 연결 및 자동화된 (자율주행 포함) 선박과 차량을 위한 신뢰할 만한 솔루션을 지원함으로써, 교통관리 효율 증대 및 연료소비 절감에 기여할 수 있다. 실제와 같은 환경에서 테스트할 수 있는 솔루션을 제공하는 테스트베드(testbed)³⁰⁾나 리빙 랩(living lab)³¹⁾ 등의 실험적 설계는 최종 사용자의 필요에 대한 이해를 도울 수 있다. 차량의 디지털 트윈은 실시간 성능, 서비스 이력, 구성, 부품 교체, 보증서에 관한 모든 데이터를 제공할 수 있다. 스마트 모빌리티를 위해서는 새로운 기술과 기반시설의 개발을 위한 대규모 투자와 인공지능, 클라우드, 반도체 등과 같은 다양한 디지털 기술에 대한 접근성이 필요하다. 또한 임계질량(critical mass)에 도달하고 일부 대규모 지배적 행위자들에 의존하지 않기 위해서는 해당 분야 당사자들이 파트너십을 구축하고 투자 풀을 형성하며, 공통표준, 인프라, 플랫폼, 거버넌스 프레임워크 등에 합의해야 할 것이다. 자율주행차량에 대한 사회적 수용과 비용 관련 접근성 또한 핵심이 될 것이다.

또한 디지털화와 인공지능은 “서비스로서의 모빌리티(mobility-as-a-service)”나 “서비스로서의 운송(transport-as-a-service)”과 같이 상호운영이 가능한 단일 플랫폼에서 모든 모드를 결합함으로써 더욱 효율적인 멀티모드 모빌리티 솔루션의 출현을 촉진할 것이다. 이는 특히 대중교통에 있어서 효율성, 소비자 선택 폭, 접근가능성, 경제성을 높일 수 있다. 또한 디지털 플랫폼은 풀링(pooling),³²⁾ 공유 등과 같은 다른 선택지들도 활성화할 것이다. 디지털 기술은 원거리 및 비도시 지역뿐만 아니라 도시에도 연결된 멀티모드 모빌리티 서비스가 등장하여 시민과 기업에 여객 및 화물 운송의 다양한 선택지를 제공할 수 있는 핵심 요소이기도 하다. 또한 드론과 같이 새로운 저배출(low-emission) 디지털 및 인공지능 기반 기술과 솔루션은 상품배송에서부터 의료지원에 이르는 광범위한 분야에서 새로운 응용제품과 서비스를 제공할 수 있다. 이를 위해서는 서로 다른 모드, 운영자, 플랫폼 사이의 상호운용성(interoperability)과 유틸리티 연결성을 더욱 높여야 한다. 특히 모빌리티 데이터에 대한

30) 편집자 주: 과학 이론, 계산 도구, 신기술에 대해 엄격하고 투명하고 재현 가능한 테스트를 수행하기 위한 플랫폼(The Science Times, 「신기술 시험 무대, ‘테스트 베드’」, 2017.8.8).

31) 편집자 주: 살아있는 실험실, 생활연구실 등 일상생활의 실험실이란 의미로, 정보통신기술(ICT)을 활용해 생활 속에서 발생하는 도시문제를 시민(사용자)이 직접 참여하여 해결하는 시민참여 정책(국토일보, 「시민과 함께, 인천생활연구소 ‘리빙랩’ 추진 … 스마트도시 정책 첫발」, 2019.1.28).

32) 편집자 주: 공동으로 이용하는 자금이나 물건.



원활하고 폭넓은 접근성이 확보되면 공공당국은 운송활동, 기반시설 및 서비스에 대한 모니터링 및 계획 수립이 가능해지며 비용과 환경 영향을 줄이면서 더욱 효과적으로 수요와 공급을 연결할 수 있다. 데이터 접근성은 교통 관리를 개선하고 고객 및 기업의 지속가능한 모빌리티 솔루션의 선택 폭을 늘리는 데도 핵심 요소다.

디지털 기술을 통한 산업의 기후중립성 진작

2050년 기후중립 목표를 예정대로 달성하기 위해 EU의 산업은 먼저 2030년까지 이산화탄소 배출량을 2015년 대비 23% 줄여야 한다.³³⁾ 전 세계적으로 산업은 전체 최종 에너지 소비의 약 37%,³⁴⁾ 온실가스 배출량의 약 20%³⁵⁾를 차지한다. 4대 에너지 집약 부문인 철강, 시멘트, 화학, 펄프·제지는 전 세계 이산화탄소 총배출량의 약 70%를 차지한다. 이 부문들은 EU에서도 산업에너지의 가장 많이 사용한다.

디지털 기술은 다양한 공급원을 갖춘 체계 안에서 대규모 산업에너지 사용처들의 수급을 관리하기 위한 중요한 수단이 될 것이다. 서브미터(sub-meter)³⁶⁾를 포함한 스마트 미터(smart meter)³⁷⁾와 센서는 에너지 소비에 대한 실시간 정보를 제공하고 이를 에너지 관리 톨로 전달함으로써 에너지 효율성을 높일 수 있다. 빅데이터 수집, 제어 및 분석 시스템³⁸⁾은 더욱 명료한 결정을 내릴 수 있도록 데이터를 처리할 뿐 아니라 산업 공정의 효율성을 개선할 것이다. 디지털 트윈은 시스템 설계 개선, 신제품 테스트, 예방적 유지관리 모니터링 및 보증, 상품 수명주기 평가, 최적의 원자재 선택을 가능하게 할 것이다. 데이터 중심의 최적화는 기존 재료의 개선, 더욱 환경 친화적인 대체재 개발 및 수명주기 연장에 기여할 것이다. 모니터

33) SWD(2021) 601 final.

34) International Energy Agency, *op. cit.*

35) United States Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/> (2023.1.31).

36) 편집자 주: 스마트 가전에서 소비하는 전력량을 측정하고 모니터링하는 장치(한국기계전기전자시험연구원(2022), 「스마트가전의 서브미터링 성능요구사항」, <https://standard.go.kr/> (2023.2.22)).

37) 편집자 주: 에너지 사용량을 실시간으로 계측하고 통신망을 통해 계량 정보를 제공함으로써 에너지 사용을 제어하는 디지털 전자식 계량기(한국에너지공단(2021), 「세계 스마트미터 시장 동향」, <https://www.energy.or.kr/> (2023.2.22)).

38) 장거리에 걸쳐 데이터를 수집하고 처리하여 운영제어를 실행하는 전산시스템.

링과 추적을 통해 제품에 사용된 재료나 부품에 대한 정보를 제공하며, 이는 개선된 유지관리 및 고품질의 재활용 과정을 통해 순환성을 촉진할 수 있다. 로보틱스나 3D 및 4D³⁹⁾ 프린팅과 같은 디지털 및 기타 첨단기술과 제조업의 통합도 중요한 역할을 하게 될 것이다. 산업 부문에 디지털 솔루션을 활용하기 위해서는 산업공정의 데이터와 그 기능의 무결성(integrity)을 보호할 수 있는 더욱 높은 수준의 기술 성숙도와 사이버 보안이 요구된다.

디지털화를 통한 건물의 친환경화

인구학적 동향과 도시화는 건물 수요의 변화를 촉진할 것이다. 도시인구의 증가로 전 세계 건물 수는 2060년까지 두 배로 증가할 것이다. EU의 경우, 주된 거주지가 도시 및 중간지역인 사람의 수는 2050년에 80%에 달할 수 있다.⁴⁰⁾ 또한 인원이 많은 가구에 비해 1인당 에너지 소비량이 큰 소규모 가구가 증가할 것이다. 이러한 동향에 더불어, 원격 근무 및 교육, 스마트 또는 독립 주거를 위한 디지털 기기의 사용이 늘어나면서, 건물의 에너지 소비는 더욱 높아질 것이다. EU에서는 이 부문이 전체 에너지 소비의 40%를 차지하는데, 현재 건물 양의 75%는 에너지 효율성이 낮다.⁴¹⁾

기후중립을 달성하고 “오염 제로(zero-pollution)” 달성을 위해, 2030년까지 신축 건물은 배출량이 0이어야 하며 기존 건물의 20%는 에너지 효율을 위한 리모델링을 마쳐야 한다.⁴²⁾ 이 부문에서 기후중립을 이루기 위해서는 화석연료 난방을 열펌프와 같은 지속가능한 대체품으로 교체하고 물 사용으로 인한 탄소 발자국을 줄이며, 전반적인 에너지 성능을 개선하는 동시에 이러한 솔루션을 모두가 이용할 수 있어야 한다. 이는 2030년까지 3,500만 채의 에

39) 4D 프린트로 제작된 물체는 열, 빛, 물, 자기장, 변화 과정을 활성화하는 기타 유형의 에너지와 같은 자극에 노출되면 시간 경과에 따라 모양이 바뀌거나 자체 조립될 수 있다.

40) Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/> (2023.1.31). 코로나19 팬데믹으로 비도시 지역 이주에 대한 관심이 높아졌다. 이러한 현상이 한시적일지 장기적 동향으로 유지될지는 무엇보다도 비도시 지역의 연결성에 달려 있다. 더 자세한 내용은 다음 참조: COM(2021) 345 final; European Network for Rural Development(2021), “Scenarios for EU rural areas 2040”, <https://enrd.ec.europa.eu/> (2023.1.31).

41) COM(2021) 802 final.

42) COM(2021) 558 final; COM(2021) 802 final.



너지 비효율적 건물을 개조한다는 EU의 목표 달성에 기여할 수 있다.⁴³⁾ 스마트 빌딩과 스마트 미터는 이러한 목표 달성에 도움이 되며 에너지 빈곤도 해결할 수 있다. 2030년까지 건물 정보 모델링을 통해 에너지 및 수자원의 효율성을 더욱 높이고, 건물의 건설과 사용에 있어 설계 선택에 대한 장기적인 분석 내용을 제공할 수 있다. 익명화된 데이터, 스마트 기기 및 소비자 행동 정보의 가용성은 건물 개조에 대한 표적투자를 가능케 한다. 디지털 로그북(digital logbook)과 수명주기 분석은, 전 생애 배출량에 대한 정보를 평가, 보고, 저장 및 추적하기 위해 필요하며, 물질의 환경 영향을 완화하는 데 기여하고 유해 물질의 사용을 방지하는 데 도움이 될 것이다. 디지털 트윈은 도시 공간을 계획, 모니터링 및 관리하는 방식도 바꿀 수 있다. 이는 도시의 탄소 배출량 감소, 자원효율성 증가, 삶의 질 향상, 건물 공간활용 개선을 의미할 수 있으며, 위험한 상황에 대비하여 건물의 회복탄력성을 높일 수도 있다.

더욱 스마트하고 친환경적인 농업

기후 및 환경 위기, 인구구조 변화 및 지정학적 불안정은 EU 농업의 회복탄력성과 이 분야가 지속가능성에 이르는 과정에 도전적 난제가 될 것이다. 정책적 조치가 취해지지 않으면, 2050년까지 전 세계 농업 배출량이 15~20% 증가할 수 있다. 이 시기에 이르면, 현재 작물과 가축에 적합한 전 세계 면적 중 10%가 기후적으로 부적합해질 것으로 예상된다.⁴⁴⁾ 생물권, 물, 토양, 생물다양성을 위협하는 다른 요소들도 등장할 것이다. 새로운 지정학적 상황에서 EU는 사료, 비료 및 기타 투입물의 수입에 대한 의존도를 줄일 필요가 있다. 이는 생산성, 식량 안보 또는 농업 부문의 친환경화는 저해하지 않고, 동시에 저소득 파트너 국가들의 식량 불안을 해소하면서 진행되어야 한다.

디지털 기술을 적절하게 이용하면 더욱 똑똑하고 친환경적인 농업이 가능해진다. (특정한 조건에 맞추어 처리하기 위해) 현장 측정을 디지털화하고 EU 우주 기반 서비스의 이용을 확대하면 물, 살충제, 비료, 에너지의 이용량을 줄일 수 있고, 이는 인간과 동물의 건강에도 득

43) COM(2020) 662 final.

44) Pörtner, H. O. et al.(2022), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*, Geneva: IPCC.

이 된다. 디지털 트윈은 상품의 다변화를 관리하고 기능적 생물다양성을 이용하기 위한 데이터를 제공함으로써 병충해 관리를 재설계할 수 있다. 양자 컴퓨팅은 생물정보학 및 식물 유전체학과 결합하여 살충제와 비료의 사용을 줄이기 위해 필요한 생물학적, 화학적 과정에 대한 이해를 높일 수 있다. 현지 유통을 촉진하고 음식 폐기물을 줄이는 디지털 플랫폼은 현지 생산을 활성화하고 소비 경로를 단축할 수 있다. 위성 데이터, 센서, 블록체인, 가치 사슬을 따라 발생하는 데이터는 추적가능성과 투명성을 높일 수 있다. 정밀 농업과 같이, 안전하고 신뢰할만한 데이터 공유 및 디지털 서비스의 기반을 제공하는 개방적 농업 디지털 플랫폼은 가치 사슬에서 공정한 협업을 강화하고 효율적인 시장을 생성할 수 있다. 이러한 기술들을 더욱 광범위하게 채택하기 위해서는 설치 및 유지 비용을 낮추고 근교 및 비도시 지역의 연결성을 높여야 한다. 또한 표준화된 공정을 위해 개발된 디지털 솔루션을 통해 더욱 다양한 농업 모델을 지원해야 한다. 신뢰, 높은 보안 수준, 적절한 기술이 트위닝 관련 기술활용도를 결정짓는 요소가 될 것이다. **KL1**