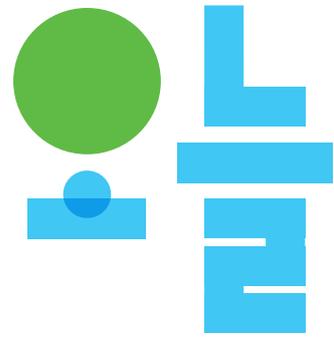


경남탄소중립



 경상남도환경재단
(탄소중립지원센터)



「경상남도 탄소중립 오늘」은 전 세계적인 이슈인 이상 기후변화와 이에 따른 다양한 분야에서의 탄소중립 정책 동향, 기술 및 산업 동향 등 정보를 제공하고, 경남도의 기후변화 및 탄소중립 현안 등을 분석하여 도민에게 정보를 제공 하고자 합니다.

탄소중립 사회 실현을 위한 IT 기술

- 01 탄소중립 목표 달성을 위한 혁신의 필요성
- 02 재생에너지의 확산을 위한 IT 서비스의 필요성
- 03 IT 기술을 통한 합리적인 재생에너지 자산의 관리
- 04 IT 기술 기반의 재생에너지 유통

2024.
Vol 2.

탄소중립 사회 실현을 위한 IT 기술

식스티헤르츠 김종규 대표



한국은 탄소중립 목표 달성에 있어 에너지 전환이라는 중대한 목표에 직면하고 있다. 그 간의 중앙 집중적인 에너지 시장은 전력의 안정적인 공급에 있어 기여하였으나, 재생에너지 조달 과정 전반에 있어서는 한계점을 노출하고 있다. IT 기술은 다양한 산업군과의 결합을 통해 혁신을 이끌어왔으며, 민간 주도의 신산업 창출을 통해 산업 전반이 직면하고 있는 문제를 다양한 각도에서 해결해 온 바 있다. 필자는 본고에서 재생에너지 확산, 관리, 유통 전반에 걸친 IT 기술의 활용 가능성 및 시사점에 대해 제시하고자 한다.

1 탄소중립 목표 달성을 위한 혁신의 필요성

기후 위기에 대한 인식과 정책적인 관심은 날이 갈수록 증가하고 있다. 기후 위기에 대한 대응에는 기후변화를 유발하는 온실가스 저감을 위한 논의가 지속되고 있으며, 우리나라를 비롯한 각국은 NDC(Nationally Determined Contribution, 국가 온실가스 감축 목표) 달성을 위해 다양한 정책적 수단을 도입하는 노력을 기울이고 있다. 우리나라의 경우, '21년 NDC 상향을 통해 국가적 차원의 온실가스 감축 목표를 법제화하였으며, 개략적인 내역은 아래와 같다.

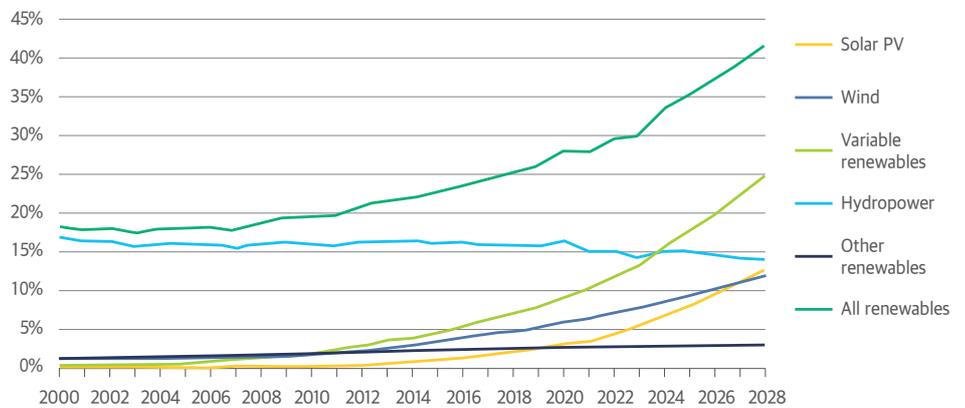
특히, 온실가스 배출량에 가장 높은 비중을 차지하는 발전 부문의 탈 탄소화를 위한 에너지 전환은 탄소중립 사회를 실현하기 위한 가장 핵심적인 수단으로, 미국, 중국을 비롯한 국가에서 공격적인 신재생에너지 보급이 이루어지고 있다. IEA(International Energy Agency, 국제에너지기구)에 따르면, '23년 재생에너지 용량이 전 세계적으로 전년대비 50% 증가한 4,163GW를 기록하였으며, 향후 '28년까지 약 7,300GW가 설치될 것으로 전망하고 있다.

<표 1> 대한민국 NDC 요약

구분	상세
감축 유형	상대량 감축
감축 목표	2030년까지 2018년 대비 40% 감축
감축부문세부계획	발전: 석탄화력 감축 및 재생에너지 발전 증가 산업: 배출 집약적 부문의 저탄소 전환 건물: 제로에너지 건축 촉진 교통: 무배출 차량 배치 농업: 저탄소 농업 가속화 폐기물: 재활용 비중 확대 및 폐기물 배출 저감 탄소흡수원: 지속 가능한 산림 관리 및 보존

자료) UNFCCC(2022), NDC Registry

그림 1 발전원별 전력생산 비중 전망치



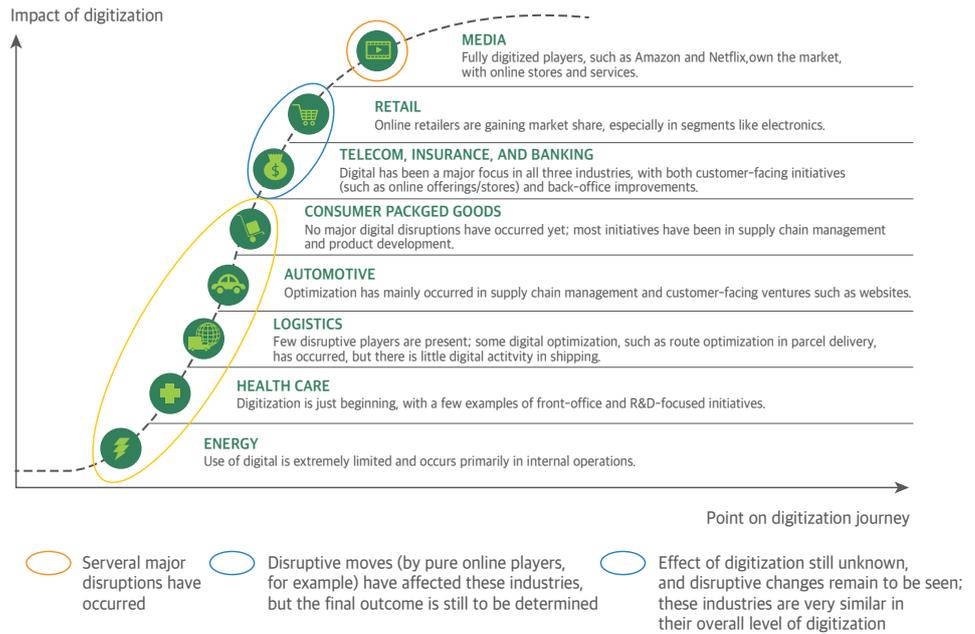
자료) IEA(2024), Renewables 2023

하지만 NDC의 수립 및 상향, 글로벌 시장에서의 재생에너지 확대가 이루어지고 있음에도 불구하고, 우리나라의 재생에너지 보급은 인허가를 비롯한 다양한 문제로 인해 보급이 지연되고 있으며, 계통에 미치는 영향 등 전력시장 운영 측면에서도 효율성 및 안전성에 대한 제고가 필요한 상황이다.

IT 기술은 다양한 산업군에서 전통적인 사업의 운영 형태를 탈피하고, 비용 절감을 비롯하여, 신사업을 통한 새로운 가치창출에 있어서 그 역할을 수행해오고 있다. 예를 들어, 미디어 산업에서는 동영상 플랫폼을 활용하여 더욱 폭넓은 계층의 사람들이 콘텐츠를 생산해오고 있으며, 소매품 유통에 있어서도 온라인 마켓플레이스를 통해 양질의 제품들을 발굴하고, 소비자들의 삶을 보다 윤택하게 하는 것에 기여한 바 있다. 보스턴컨설팅그룹의 보고서에 따르면, 에너지 업계는 디지털 전환 및 IT 기술에 대한 접목이 가장 더디게 이루어지고 있는 영역으로 분석되고 있다. 이는 에너지 업계가 여전히 전통적인 방식으로 시장에 접근한다고 해석할 수 있으나, 반면 IT 기술과의 결합을 통해 더욱 많은 가치를 창출할 수 있다는 점을 시사한다.

이에, 이 글에서는 에너지 전환을 위한 재생에너지의 확산, 관리 및 유통의 측면에서 IT 서비스를 통한 가치 창출이 어떻게 이루어질 수 있는지 살펴보고자 하며, 탄소중립 사회의 실현을 위해 우리가 나아갈 수 있는 기술적인 혁신방안에 대해 소개하고자 한다.

그림2 업종별 디지털 전환 비율



Source : BCG analysis.

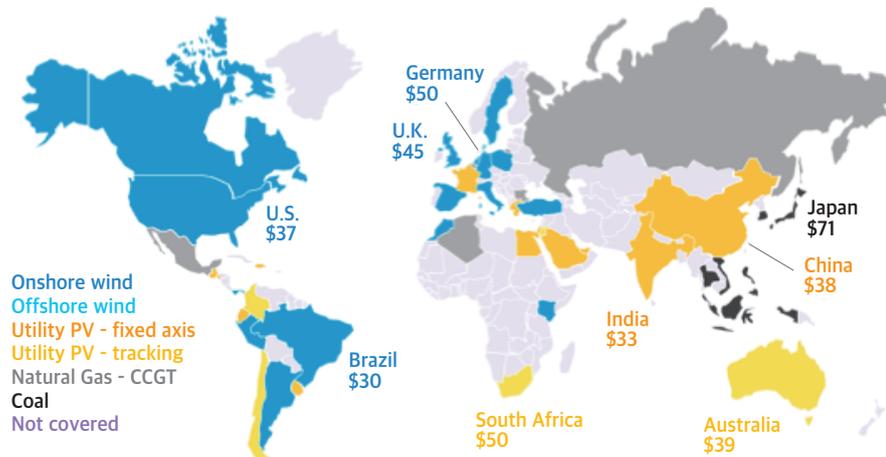
자료) BCG(2015), How to Jump-Start a Digital Transformation

2 재생에너지의 확산을 위한 IT 서비스의 필요성

재생에너지 확산을 위해서 가장 핵심적으로 논의되는 것은 비용 측면이라고 할 수 있을 것이다. 재생에너지의 LCOE(Levelized Cost of Energy, 균등화 발전원가)가 전통적인 화석연료 대비 낮아지는 시점을 Grid Parity라고 하며, 재생에너지가 풍부한 선진국들의 경우, Grid Parity에 도달하게 되어 시장경쟁에 따른 재생에너지의 채택이 자연스럽게 이루어지고 있는 상황이다.

그림3 국가별 가장 낮은 비용의 에너지원 분포

Figure 1 : Cheapest source of new bulk electricity generation by country, 1H 2020



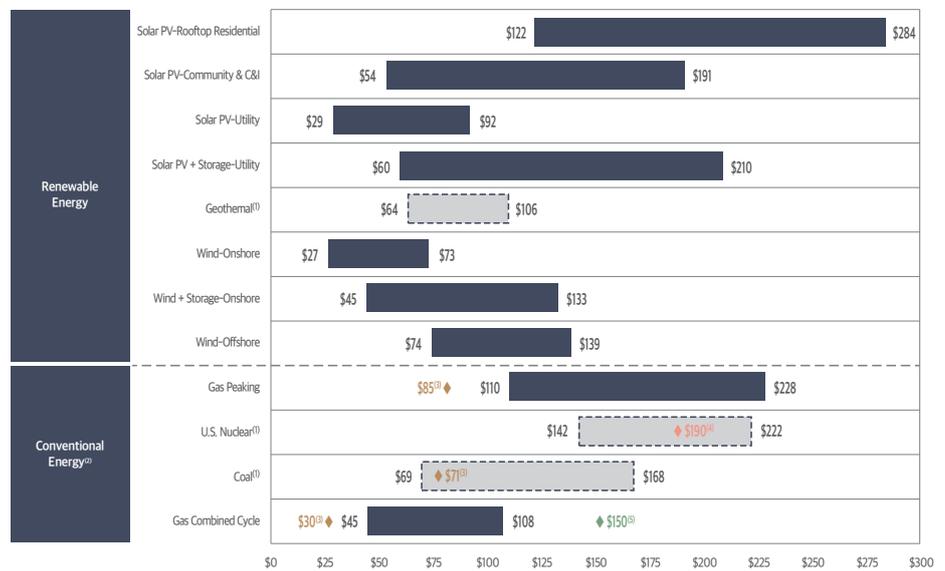
Source: BloombergNEF. Note: LCOE calculations exclude subsidies or tax-credits. Graph shows benchmark LCOE for each country in \$ per megawatt-hour. CCGT: Combined-cycle gas turbine.

자료) BCG(2015), How to Jump-Start a Digital Transformation

그림4 처럼 Grid Parity에 도달하는 국가의 비중이 점점 높아지고, 재생에너지의 LCOE가 석탄, 가스, 원자력발전과 같은 전통적인 전원 대비 낮은 수준으로 형성되고 있으나, 아직 한국은 석탄 발전기가 가장 낮은 수준의 LCOE를 보이고 있는 실정이다. Grid Parity로의 도달을 위해서는 설비투자나 EPC 외에 인허가, O&M과 같은 비하드웨어 비용도 높은 비중을 차지한다.

한국은 설비투자 등에 있어서도 Grid Parity에 도달한 국가들 대비 다소 높은 수준을 보이고 있으나, 비하드웨어 비용에 있어 유의미하게 높은 수준을 기록하고 있는 실정이다. 이철용(2019)의 연구에 따르면, 한국의 인허가 비용의 경우는 독일보다 10배, 중국보다 50배 정도 높은 수준으로 분석되고 있으며, 계통 연계 비용 또한 중국보다 4배 이상 높아, 재생에너지 사업의 경제성 확보에 병목으로 작용하고 있는 상황이다.

그림4 에너지원별 LCOE 현황



자료) Lazard(2024), Levelized Cost of Energy+

<표 2 > 태양광발전기 기준 한국-중국-독일 간 직간접비 상대수준 비교 (한국의 수준을 100으로 가정)

구분		중국	독일
하드웨어비용	모듈	65.6	88.9
	인버터	61.6	69.6
	기타 설비	147.9	80.2
	설치	41.9	29.2
비하드웨어비용	인허가	1.9	10.1
	계통연계비용	19.9	7.5
	보험 및 감리	12.9	7.5
	설계	44.6	20.2
	일반관리	7.2	8.8

자료) 이철용 및 김민규(2019), 사업용(100kW) 태양광 발전설비 원가구조 분석: 한국, 독일, 중국사례를 중심으로

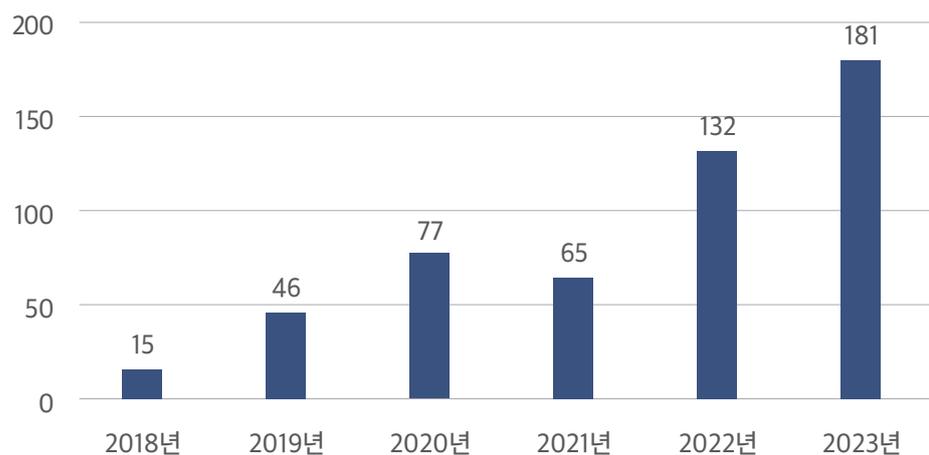
이러한 비하드웨어 비용은, 설치되는 용량 대비 비탄력적이라는 특성을 지니고 있으며, 즉, 설치되는 용량과는 무관하게 어느 정도 수준 이상의 지출을 수반한다는 의미를 지닌다. 하드웨어 비용에 대한 절감이 지속적으로 이루어지고 있는 상황은, 향후 LCOE에서 비하드웨어 비중이 점차 높아질 수 있다는 것을 시사하며, 이를 절감하기 위한 노력은 더욱 중요해질 것이다.

Digital O&M을 비롯한 IT 기술의 접목은 이러한 문제를 해소하기 위한 기술의 일환으로, 자동화를 활용한 비하드웨어 비용의 절감을 실현할 수 있는 방안이 될 수 있다. 아울러, 타 산업군에서와 같이 인허가·보험을 비롯한 다양한 부문에서 절차를 간소화·자동화할 수 있는 서비스를 개발하는 것 또한, 한국의 재생에너지 비용 감축에 기여함으로써, 보다 빠른 재생에너지의 확산에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

3 IT 기술을 통한 합리적인 재생에너지 자산의 관리

재생에너지는 탄소중립 사회의 실현을 위해 필수불가결한 요소이지만, 보급의 확대에 의해 날씨 변화에 따른 발전량의 간헐성으로 인해 공급-수요 간 불일치가 심화될 것으로 전망되고 있다. 아울러, 현재 우리나라는 실시간 시장과 예비력 시장, 재생에너지 입찰 제도 등 재생에너지를 전력 시장에 본격적으로 편입하기 위한 노력을 기울이고 있는데, 이러한 상황에서 계통에 대한 영향을 최소화하기 위한 수요-공급 관리의 중요성은 더욱 높아질 것으로 전망된다. 이러한 환경에서 안정적인 계통운영은 탄소중립 사회의 실현을 위한 중요한 도전과제로 부각되고 있으며, 이를 해소하기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있는 상황이다. 실제로, 풍력발전의 경우는 안정적인 계통 운영을 위한 출력 제어 조치를 받고 있어, 합리적인 재생에너지 자산의 관리가 현재 우리가 직면하고 있는 문제라는 것을 시사한다.

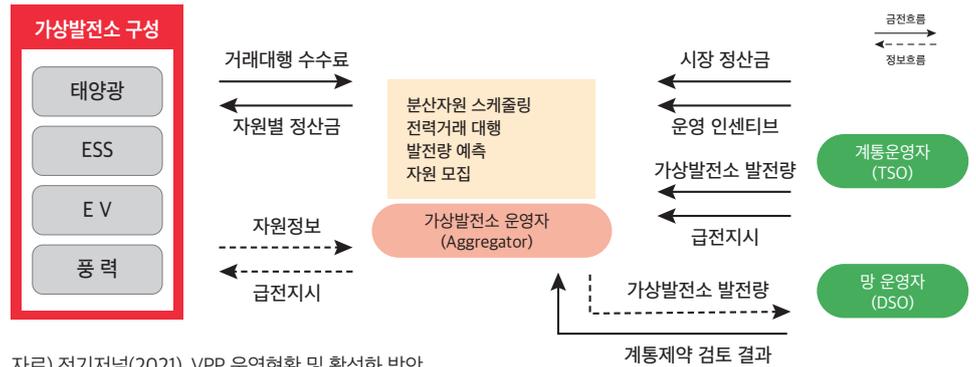
그림5 제주지역 풍력발전 출력제어 통계



자료) 미디어제주(2024), 제주 신재생에너지 출력제어, 해소는 커녕 앞으로 더 심화

VPP(Virtual Power Plant, 가상 발전소)는 이를 위한 대표적인 IT 솔루션으로, 분산화된 재생에너지 자산을 통합적으로 관리하고, 수요-공급을 매칭하여 안정적인 수익 창출이 가능토록 재생에너지 사업자를 지원한다. 즉, 태양광, 풍력, 에너지 저장 장치, 수요반응 등이 통합된 분산 자원의 집합으로써, 전력계통의 운영에 기여한다는 장점을 지닌다.

그림6 VPP 개념도

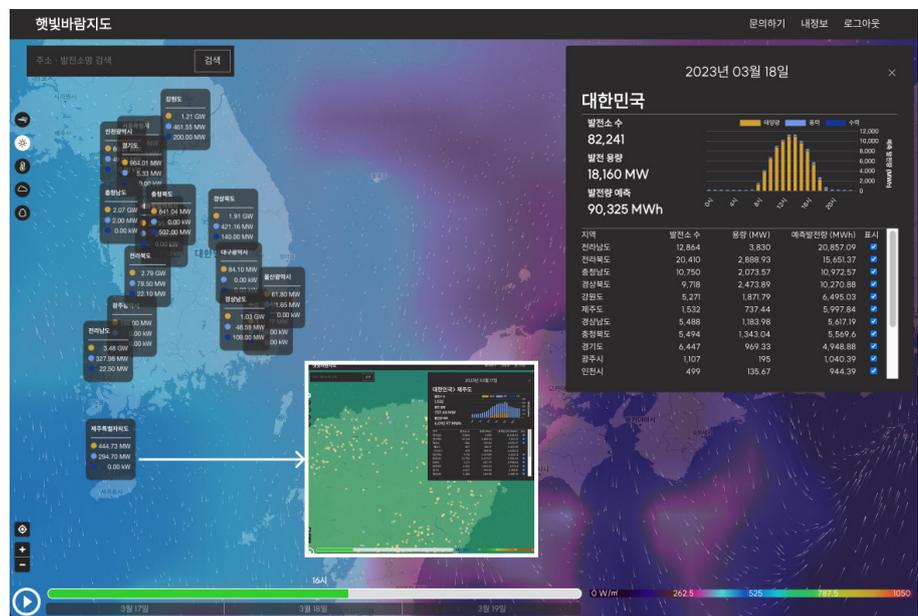


자료) 전기저널(2021), VPP 운영현황 및 활성화 방안

VPP는 그 목적에 따라 CVPP(Commercial Virtual Power Plant)와 TVPP(Technical Virtual Power Plant)로 구분되는데, CVPP의 경우 분산 자원의 전력 시장 참여를 유도하며, 이를 통해 RE100과 같은 다양한 비즈니스를 창출하는 것이 가능하다. TVPP는 배전계통의 안정화를 목적으로 운영되며, 주로 전력망 투자 및 운영을 책임지는 주체가 피크 저감 및 전압 안정 등에 활용하는 개념이다.

현재 선진국에서는 SI와 결합한 재생에너지 발전량 예측 서비스 및 잠재량 예측 등 VPP 관련 서비스를 육성하고 있는데, 우리나라도 재생에너지 발전량의 비중이 점차 증가하는 만큼, 다양한 사업군과 가치를 창출할 수 있는 에너지 신사업을 위한 노력을 경주해야 할 것이다.

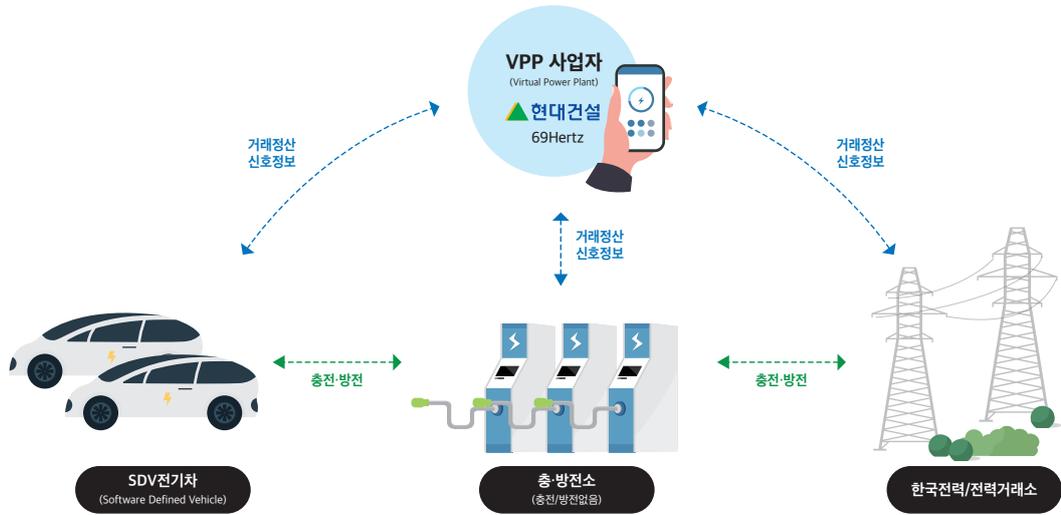
그림7 재생에너지 자원지도 예시화면



자료) 식스티헤르츠 제공 자료

이러한 노력의 연장선 상에서 도출될 수 있는 신사업은, V2G(Vehicle-to-Grid)와 같은 사례를 대표적 이라고 들 수 있다. 이는 비운행중인 전기차를 연결하여 가상의 에너지 저장 수단으로 활용하는 기술로, 높은 경쟁력을 지닌 국내 자동차 업계와 시너지를 창출할 것으로 전망된다. 해당 기술은 현재 재생에너지 등 분산 에너지 확대에 있어 계통 유지를 위한 다양한 편익을 제공할 수 있으며, 에너지 프로슈머로서의 고객을 유치하여 더욱 폭넓은 이해관계자가 에너지 시장에 참여할 수 있는 유인을 제공할 것이다.

그림8 SDV 연계 V2G 활용한 VPP 서비스 구조 개념도



자료) 현대건설(2024), 현대건설, 전기차 활용 양방향 충전 플랫폼 기술 상용화 나선다.

4 IT 기술 기반의 재생에너지 유통

이렇게 확산된 재생에너지를 수요 측면에서 효과적으로 활용할 수 있게 하는 서비스에도 IT 기술이 활용될 수 있을 것이다. 전 세계적으로 현재 화두가 되고 있는 RE100의 경우는, 사용전력의 100%를 재생에너지로 조달하는 것을 목표로 하는 민간 중심의 이니셔티브로, 현재 433개에 이르는 글로벌 기업들이 다양한 형태로 재생에너지 전력을 조달 받기 위한 로드맵을 수립하고, 이를 이행하기 위해 노력하고 있다. 재생에너지의 조달을 위해서는 RE100을 주관하는 비영리기관 CDP(Carbon Disclosure Project)의 기준을 충족하는 방법을 활용하여야 하는데, 한국전력공사가 일괄적인 판매를 추진하던 그 간의 조달 방안과는 상이하여, 많은 기업들의 애로사항이 발생하고 있다.

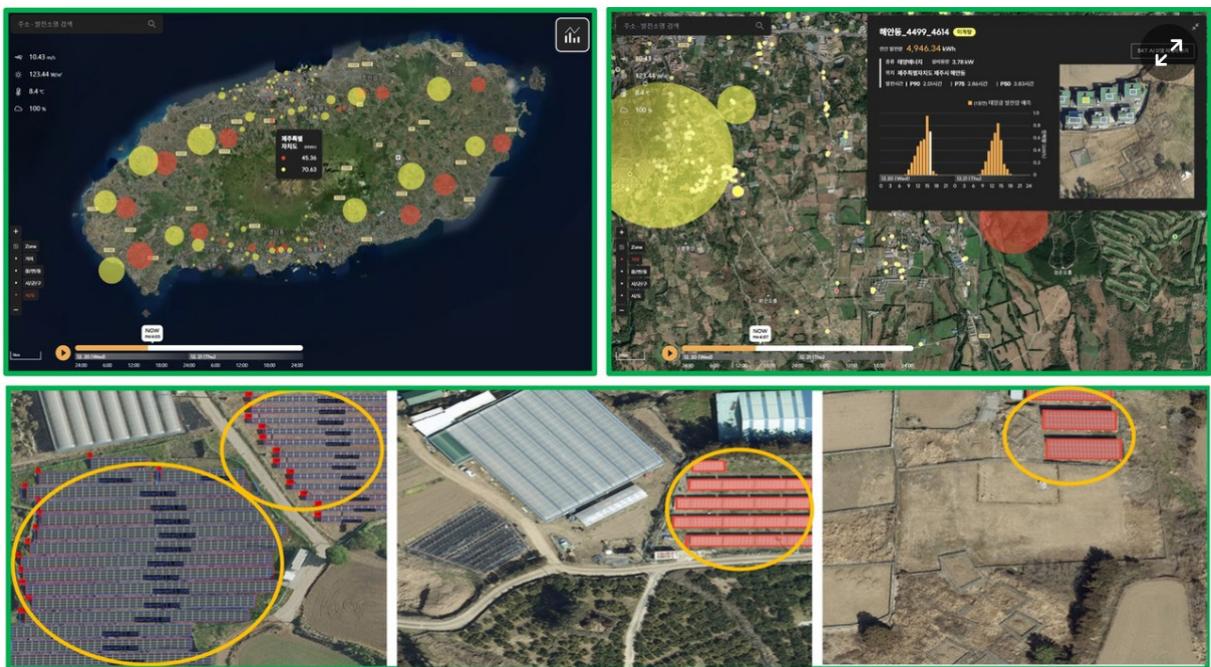
<표 3 > 한국의 RE100 이행방안

구분	상세
녹색프리미엄	기존 전력요금 외 프리미엄요금을 추가 납부 후 재생에너지 조달
REC 구매	전력 외 신재생에너지공급인증서 구매로 사용을 인증
제3자 PPA	한전 중개를 통해 3자간 재생에너지 구매계약을 체결
PPA	전력시장을 통하지 않고 발전사업자로부터 직접 조달
자가발전	자가소유 재생에너지 설비 설치 후 생산전력 직접사용

자료) 기업재생에너지 지원센터 내 RE100 이행수단 (<https://recenter.energy.or.kr/communication/re100-method/>)

이는 'RE100'에 대한 참여를 선언한 대기업만의 문제는 아니다. 공급망, 운송, 제품 사용 등 조직이 직접 소유하거나 통제하지 않는 자원에서 비롯되는 배출량인 Scope 3 배출량의 관리 필요성이 높아짐에 따라, 글로벌 기업들의 공급망에 포함되는 국내 중소기업들 또한 일정 수준 이상의 재생 에너지를 활용하여야 하는 문제로 이어지고 있다. RE100과 Scope 3 대응과 같은 이슈의 해소를 위해서는 수많은 소규모 발전 자산을 발굴해야 하는데, 현재 등록 및 관리가 이루어지고 있지 않은 자가소비형 태양광 발전기를 발굴하여 재생에너지 활용을 극대화하는 방향은 이러한 애로사항을 해소하는 것에 일조할 수 있을 것이다.

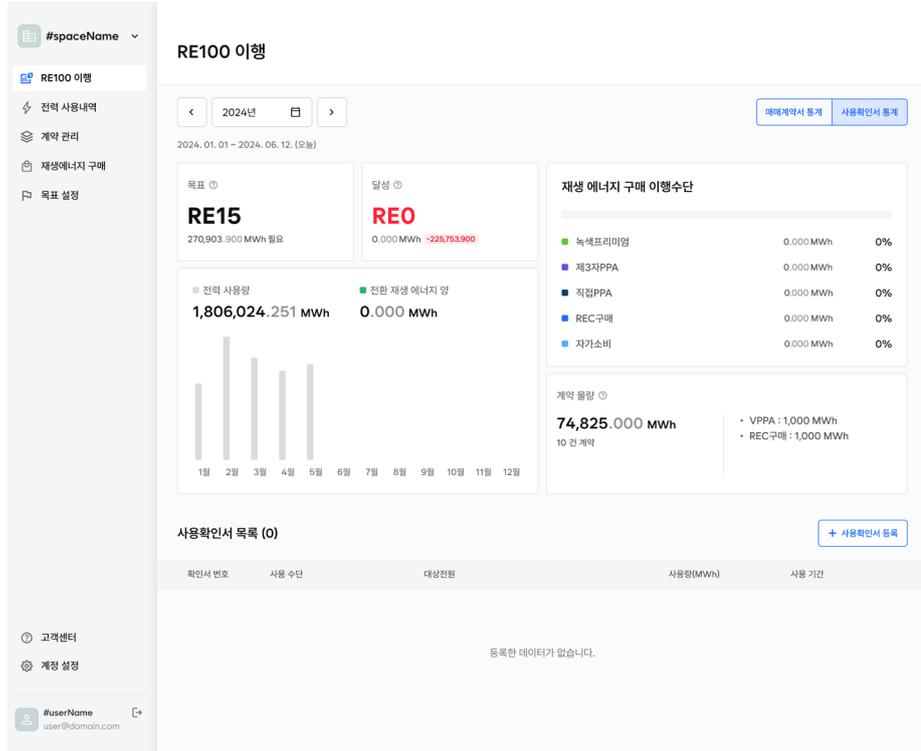
그림9 AI 영상 분석을 활용한 태양광 패널 검출 화면



자료) 시타임즈(2023), 식스티헤르츠, SKT와 AI 활용 미계량 태양광 탐지기술 개발

아울러, IT 기술을 활용할 경우, 공급자와 수요자를 연결시켜 재생에너지 조달 과정에서 비효율을 극복하고, 실시간으로 조달 현황을 파악하는 등 다양한 시너지를 창출할 수 있다. RE100의 이행 과정에서는 현재 재생에너지 조달 실적과 환경이 원활하게 조성되고 있는지, 그리고 보다 비용적으로 효과적인 재생에너지의 조달이 이루어질 수 있는 최적 전략이 무엇인지 파악하는 것이 중요한데, 이를 IT 기술을 통해 자동화할 경우, 기업들의 시행착오를 최소화할 수 있다.

그림10 RE100 이행을 위한 재생에너지 조달관리 플랫폼 화면 예시



자료) 식스티헤르츠 제공 자료

이러한 자동화는 재생에너지의 유통과정에서 발생하는 다양한 문제를 해결하는 것에 기여할 수 있다. 예를 들어, RE100 이행을 위한 기업들은 기업의 전력 수요에 적절하게 대응할 수 있는 발전 자산을 발굴하는 것에 높은 수준의 기회비용을 지불하는데, 전국의 재생에너지 발전자산을 등록한 플랫폼을 제공할 경우 RE100 수요기업과 발전소 간 매칭을 지원하여 유통에 수반되는 PPA 계약을 용이하게 할 수 있다. 재생에너지 공급인증서에 대한 거래에서도, 국가에서 제공하고 있는 복잡한 프로세스를 온라인으로 추진할 경우 이를 간소화하여 거래 당사자의 편의성을 제고할 수 있으며, 더 나아가서 다양한 국가의 재생에너지 공급인증서 유통에 탄력적으로 활용할 수 있다는 장점을 지닌다.

5 결론

기후 위기에 대한 대응은 이제 우리 피부에 와닿는 현실이 되고 있다. 이를 위해 우리나라 정부 또한 에너지 전환이 시급하게 요구되고 있음을 인지하고 다양한 대책을 수립하고 있으나, 정부 주도·정책 중심의 관리 패러다임으로는 재생에너지 확산, 관리, 유통 측면에서 발생하는 문제들에 시의적절하게 대응하지 못한다는 한계점을 노출하고 있다. 특히, 현재까지 유지되어왔던 중앙 집중적 의사결정 체계와 정보의 독점은 에너지 신사업 창출 및 현 재생에너지 시장의 애로사항 해소에 있어 병목이 되고 있다.

RE100을 비롯한 이니셔티브는 다양한 이해관계자들의 에너지 시장 참여를 확대하고 있으며, 이와 동시에 발생하는 다양한 발전원과 거래 수단의 등장으로 향후 물리적인 계통과 시장의 복잡성은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 아울러, AI와 데이터센터 등에서 비롯된 폭발적인 수요 증가는 이러한 이슈들을 점점 심화시킬 것으로 전망되어, 이를 해소할 수 있는 혁신적인 기술의 접목이 필요한 상황이다.

다행히 우리나라는 IT 기술에 있어 전 세계적으로 인정받고 있는 경쟁력을 보유하고 있으며, 에너지 산업 또한 자원이 부족한 나라에서 계통을 안정적으로 운영해 온 경험을 보유하고 있다. IT 기술을 통한 민간 주도의 에너지 산업 혁신은 재생에너지 조달 과정 전반에 걸쳐 많은 의사결정자들이 참여할 수 있도록 자양분을 마련할 수 있을 것이고, 이를 통해 에너지 산업에서도 다양한 부가가치와 편익을 창출할 수 있는 기회가 마련될 것이다.

참고문헌

- UNFCCC(2022), NDC Registry
- IEA(2024), Renewables 2023
- BCG(2015), How to Jump-Start a Digital Transformation
- BloombergNEF(2020), Cheapest source of new bulk electricity generation by country
- Lazard(2024), Levelized Cost of Energy+
- 이철용 및 김민규(2019), 사업용(100kW) 태양광 발전설비 원가구조 분석: 한국, 독일, 중국사례를 중심으로
- 미디어제주(2024), 제주 신재생에너지 출력제어, 해소는커녕 앞으로 더 심화?
- 현대건설(2024), 현대건설, 전기차 활용 양방향 충전 플랫폼 기술 상용화 나선다.
- 기업재생에너지 지원센터 내 RE100 이행수단 (<https://recenter.energy.or.kr/communication/re100-method/>)
- AITAIM즈(2023), 식스티헤르츠, SKT와 AI 활용 미계량 태양광 탐지기술 개발