

에너지 IoT, ICT기술 등을 활용한 에너지신산업 비즈니스 모델 개발 연구

(최종보고서)

2017. 12

연구기관 : 한국전기연구원

산업통상자원부

제 출 문

산업통상자원부 장관 귀하

본 보고서[과제명: 에너지 IoT, ICT기술 등을 활용한 에너지신산업 비즈니스 모델 개발 연구]를 연구과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 12.

한국전기연구원

연구책임자 : 정 구 형

참여연구원 : 김 태 현

참여연구원 : 김 종 울

1. 추진배경

- 최근 전 세계적으로 신재생에너지, 다양한 에너지 신기술 및 ICT의 결합체를 활용하는 에너지신산업 모델 개발에 대한 다양한 시도가 진행 중
 - 에너지신산업은 기후변화 대응, 에너지안보 및 수요관리 등 에너지 분야의 주요 현안을 효과적으로 해결할 수 있는 문제 해결형 산업으로서 그 중요성이 더욱 고조
 - 이와 동시에 에너지 산업 전반의 성장 모멘텀을 창출할 수 있는 새로운 기회로 활용
- 에너지신산업 활성화를 촉진하기 위해서는 ICT 융·복합 기술 활용의 주체가 되는 소비자 또는 에너지 프로슈머 중심의 새로운 비즈니스 모델 개발이 필수적
 - ICT 융·복합 기술은 에너지 소비자의 에너지 이용을 유연하게 함과 동시에, 수요측 자원으로서 에너지 소비 최적화의 가치를 증대시키는 요인으로 작용
 - 이를 바탕으로 다양한 에너지 서비스 및 신규 시장 창출을 통한 에너지 산업 활성화 도모 가능
 - 또한 신재생에너지 및 다양한 분산형자원의 보급 확대 및 이에 따른 신 기후체제에 대한 능동적인 대응을 가능하게 하는 새로운 산업동력 창출의 플랫폼으로써의 역할 수행을 기대

2. 에너지-ICT 융·복합 기술

가. 에너지-ICT 융·복합 기술 개념 및 활용

- 에너지 기술과 ICT 기술의 융합은 과거 기술공학 또는 전기공학 측면에서 추진되었던 에너지 분야의 기술 혁신을 한층 강화할 수 있는 기반을 제공
 - 에너지-ICT 기술의 융합은 서로 다른 건물 및 기기 간 에너지 거래 및 공유를 가능하게 하며, 에너지 생산 및 소비 단계에서의 공급 및 수요예측을 통한 효율적인 에너지 이용을 실현
 - 통신기술을 통해 수집한 정보를 분석하여 기존에는 예측하지 못했던 다양한 부분에서의 에너지 절감 달성 또한 가능

□ 최근의 지속가능한 에너지원과 온실가스 배출저감에 대한 노력은 기존의 에너지 산업구조를 분산형자원 중심의 양방향, 지역분산적인 형태로 변화

- 분산형자원 특히, 풍력 및 태양광과 같은 소규모 신재생전원의 보급 확대는 전력공급의 안정성 및 전력품질 저하를 유발할 수 있기 때문에, 이에 대한 상시 감시 및 전력품질 유지를 위한 장치가 필요
- ICT 기술은 다양한 소규모 분산형자원의 연계를 통해 규모에 따라 분산적이고 독립적으로 운영할 수 있는 유연한 분산형 에너지 공급망을 구축을 가능하게 함
- 또한 소비자 측의 모든 전기기기와 네트워크로 연결되어 전력공급자와 소비자 간의 상호작용을 통한 에너지이용 효율향상을 실현

□ 최근 들어 에너지 산업 패러다임의 전환에 있어 ICT의 역할은 더욱 중요

- 에너지-ICT 융·복합 기술은 소비자의 에너지 소비패턴을 분석하고 이를 시각화함으로써 소비자들의 행동 변화를 유도하며, 자동화된 형태로 에너지 소비를 실시간으로 최적화시키는 형태로 적용
- 이를 통해, 소규모 분산형자원과 최종소비자의 에너지 소비를 하나의 일관된 시스템으로 통합하여 전체적인 에너지 수급 흐름을 최적화하는 데 기여 가능

□ 대표적인 에너지-ICT 융·복합 기술 활용분야는 다음과 같음

- 스마트그리드(Smart Grid)
- 에너지 인터넷(Internet of Energy)
- 에너지관리시스템(Energy Management System; EMS)
- 사물인터넷(Internet of Things; IoT)

나. 사물인터넷(IoT)의 정의 및 에너지 산업에서의 활용 전망

□ IoT는 기본적으로 모든 사물을 인터넷으로 연결하는 것을 의미

- 최근에는 인터넷에 연결되는 대상이 사물, 사람, 서비스로 확대되고 연결뿐만 아니라 그것에 의해 만들어진 가치까지 포함하는 것으로 확장
- IoT의 궁극적 목표는 주변의 모든 사물의 인터넷 연결을 통해 사물이 가진 특성을 더욱 지능화하고, 인간의 최소한의 개입을 통해 자동화하며, 다양한 연결을 통한 정보 융합으로 인간에게 지식과 보다 나은 서비스 제공에 있음

- 이를 위해서는 기존 인터넷에서 추구하던 컴퓨터의 연결이 아니라, 인간·사물·공간·무형의 데이터 등을 서로 연결하고 이로부터 수집된 다양한 정보를 분석하고, 서로 공유하도록 하는 것이 중요

□ 에너지 산업 또한 IoT를 이용한 원격 점검, 자산 추적, 첨단 제어, 예측적 유지보수 등의 기능을 활용하여 부가가치를 창출할 수 있는 유망한 분야로 인식

- Cisco는 2013~2022년까지 IoT를 활용한 지능형 공장(smart factory)의 시장 규모를 약 1조 9,500억\$로 예상하였으며, IoT를 활용한 마케팅 및 홍보 분야 또한 같은 수준에 이를 것으로 전망. 또한 에너지 부문에서는 스마트그리드 시장이 약 7,570억\$ 규모로 전체의 약 5%를 차지할 것으로 전망함
- GE는 IoT 활용을 통해 주요 비용항목의 1%를 절감하였을 경우, 2011년부터 2025년까지 향후 15년 간 에너지 분야에 해당하는 전력 및 석유·가스 부문의 IoT 활용의 경제적 가치가 약 900억\$ 수준에 이를 것으로 전망. 이는 다른 산업 분야에 대한 예상치와 비교하여 비교적 높은 수준임
- Mckinsey는 전력분야에서의 IoT 활용의 경제적 가치를 약 2,000억~5,000억\$ 수준으로 전망하였으며, 또한 자원개발 분야에서의 IoT 활용에 대한 경제적 가치는 약 1,000억~2,000억\$ 수준으로 전망
- CERP-IoT 또한 에너지 분야를 도시, 건물, 건강관리, 수송 등과 함께 IoT 활용이 유망한 핵심 분야로 선정
- Accenture는 IoT 주요 응용분야로 발전, 배전, 석유·가스부문을 항공·철도·제조 분야와 함께 제시
- 영국의 GO Science는 에너지 분야를 수송·건강관리·농업 부문과 함께 IoT 활용 유망 분야로 강조

다. 해외 IoT 추진 동향

□ 4차 산업혁명의 핵심으로 IoT에 대한 관심이 고조됨에 따라, 해외 주요 국가에서는 정부 차원의 IoT 산업 육성 및 활성화 정책을 추진

- 이는 IoT 기술경쟁력 강화를 통해 관련 국민 생활 편의를 도모함과 동시에 전세계 시장 선점을 위한 기반을 구축하는 것을 목적

- 미국은 연방 정부 차원에서 직접적으로 IoT 활성화를 추진하는 정책을 제시하고 있지는 않지만 각 부처별로 산발적이고 파편화된 정책을 추진하고 있으며, 정부 보다는 오히려 민간 부문에서 IoT 관련 연구를 활발히 진행. 다만 최근에는 개인정보 보호문제가 제기되고, 다양한 주체간 역할 조정이 필요해짐에 따라, 국가적 차원의 최소한 개입 및 전략 마련에 대한 논의가 시작됨
- EU는 비교적 일찍부터 매우 적극적으로 IoT 시대를 대비하였으며, 범유럽 차원에서 추진하고 있는 R&D 프로그램을 통해 EU IoT 시장의 원활한 성장과 관련 생태계 발전을 위한 기반조성 및 국제적 협력을 도모하고 있음. 최근에는 디지털 단일화 시장전략(Digital Single Market Strategy) 발표를 통해 IoT를 EU의 글로벌 핵심역량으로 채택하는 등의 투자 확대를 계획 중임
- 독일은 산업체 주도의 Industrie 4.0 전략을 통해 IoT를 통해 생산기기와 생산품간의 정보교환이 가능한 제조업의 완전한 자동 생산체계를 구축하고 전체 생산 과정을 최적화하는 산업정책을 추진함. 하지만 Industrie 4.0의 진행이 지체됨에 따라, 최근에는 정부 주도의 Platform Industrie 4.0으로 방향을 재설정함
- 영국은 장기적인 ICT 산업 발전 촉진을 위해 스마트 시티(smart city) 분야에 상당한 투자를 계획하는 반면, R&D는 IoT를 활용하는 민간 기업에 기술개발 주도권을 이양하고 있음. 또한 영국은 IoT 확산을 위한 국제적 협력 추진을 위한 다양한 시도를 진행하고 있음
- 중국은 정부가 IoT 산업의 최대 소비자가 될 것으로 예상하고, 이를 위해 국가 전략적 차원에서 IoT 관련 정책을 수립하여 기술개발 및 활성화를 주도적으로 지원함. 전반적으로 중국은 정부 주도의 top-down 방식으로 IoT 발전을 위한 기반을 마련하고 있으며, 동시에 시장 개방 및 민간 육성을 동시에 도모함으로써 산업 역량 강화를 추진하고 있음
- 일본은 2000년대 초반부터 IoT 활용을 통해 사회문제를 해결하고 국가경쟁력을 강화할 수 있도록 정부 차원에서 지속적으로 지원하고 있음. 최근에는 IT 융합에 의한 신산업 창출 전략 발표를 통해 부품기술 의존에서 탈피한 신시장 창출, 글로벌 시장으로의 진출, 디지털화·네트워크화를 통한 IoT 시대로의 전환 등 3개 비전을 제시함
- 한국은 정부차원에서 정보통신 인프라 고도화와 지식정보 서비스 확대 정책을 수립하고 추진하였으며, 최근에는 사물지능통신 기반구축 기본계획을 수립함으로써 IoT 관련 정책추진을 본격화함. 이를 통해, 2020년까지 경제·산업의 생산성

을 30% 이상 향상시켜 국내 시장규모 30조원, 수출기업 수 350개, 고용인원 3만 명을 목표로 하고 있으며, 이러한 목표 실현을 위한 4개 추진전략과 3개 과제 수행을 계획함

□ 에너지-ICT 융합 기반의 비즈니스 모델 개발 관점에서는 IoT 플랫폼 기술개발이 무엇보다 중요한 요인임

- 현재 이러한 플랫폼 기술은 단일 사업자별 폐쇄형 서비스 플랫폼 구조에서 글로벌 의미검색과 등록을 지원하기 위한 개방형 의미기반 협업 플랫폼 구조 및 표준 플랫폼 구조로 변화함
- 개방형 API 기반 인터페이스를 통해 전 세계 IoT 단말로부터 데이터를 수집하여 사용자와 사물 간 정보 공유를 통해 지능형 서비스를 제공하는 방향으로 비즈니스 모델을 정립하는 추세임
- 인텔(Intel), 구글(Google), 마이크로소프트(Microsoft), ARM, SKT 등 국내·외 주요 IT 기업들은 독자적인 개방형 IoT 플랫폼 공개를 통해, 자사 기술을 중심으로 하는 IoT 생태계 구축에 상당한 노력을 추진하고 있음

□ 이와 더불어, 일부 IT 기업은 적극적인 신재생에너지 투자 및 관련 사업 진출 경험을 바탕으로, 보다 진화된 형태의 사업 추진을 고려하고 있음

- 에너지 자회사를 설립한 애플(Apple)과 구글, 소프트뱅크(Softbank)는 신재생에너지를 직접 생산 및 판매할 수 있는 권한을 확보
- 테슬라(Tesla) 모터스는 태양광 회사인 솔라시티(SolarCity)를 인수함으로써 전기자동차와 연결된 하나의 비즈니스 생태계를 구축
- 이러한 IT 기업의 에너지 사업 진출은 단순한 에너지 판매로 인한 수익 창출보다는 이를 자사의 IT 기술을 연계함으로써 새로운 사업으로의 확장을 가능하게 할 것으로 예상

3. 분산형자원 중심의 친환경 에너지정책 동향 분석

□ 분산형자원의 전력거래는 ICT 기술과의 융합을 통해 에너지산업 창출의 핵심 플랫폼 역할을 할 것으로 예상됨

- 전 세계적으로 분산형자원에 대한 개별 요소기술 개발 및 보급 확대를 위한 다양한 지원제도가 시행되고 있으며, 최근에는 개별 요소기술의 개발 및 보급에

대한 재무적인 인센티브보다는 분산형자원의 시장참여를 통한 사업기회 확대에 보다 집중하고 있음

가. 분산형자원 지원제도 일반

□ 요금상계제도(Net Metering)

- 요금상계제도는 태양광 발전설비 보급 확대 및 가격경쟁력 향상에 크게 기여한 것으로 평가되고 있음
- 요금상계제도의 확대는 향후 소규모 분산형전원의 증가 및 에너지 프로슈머 활성화에 기여할 수 있을 것으로 예상되지만, 최근에는 요금상계제도의 규모가 증가함에 따라 전력회사의 수익성 저하에 대한 우려가 제기되고 있음
- 일부에서는 판매요금보다 낮은 고정단가로 이를 보상하거나 전력회사의 공급구역 내 소규모 분산형 발전설비의 용량상한(Cap)을 설정하는 등의 중재 방안이 적용되고 있으며, 가상 요금상계제도(Virtual Net Metering; VNM)와 같은 요금상계 참여방식의 다변화를 도모

□ 발전차액지원제도(Feed-In Tariffs; FIT)

- FIT는 전 세계 신재생전원에 대한 대표적인 지원 방안으로, 전력계통에 연결할 수 있는 신재생에너지 발전사업자의 권리를 의미
- FIT는 적정 수준보다 많은 설비투자를 초래하며, 이를 지속하기에는 상당 수준의 비용지출이 불가피하다는 문제가 제기됨에 따라, 전반적으로 FIT 지원수준은 감소하는 추세임

□ 접속 및 허가 기준

- 접속기준은 전기소비자가 소규모 분산형 발전설비를 계통에 연결시키는 데 필요한 기술표준 및 절차를 명시하는 것으로, 설비소유자와 전력회사가 준수해야 하는 기술, 계약, 계량 및 요금에 대한 합의사항을 포함
- 이와 더불어, 다수의 국가에서는 적정 분산형자원의 계통연계에 대한 승인 및 허가 절차를 간소화함으로써 분산형자원의 보급 확대를 도모하고 있음

□ 공익기금(Public Benefit Funds)

- 공익기금은 1990년대 말 전력산업구조개편 시기 동안 신재생에너지, 에너지 효율화 및 저소득층 에너지 프로그램에 대한 지속적인 지원을 보장하기 위해 미국

내 일부 주에서 수립된 제도로, 주로 전기소비에 대해 매우 낮은 수준의 요금을 부과하는 형태로 지원됨

- 이 외에도 신재생에너지 발전설비에 대한 리베이트 프로그램, 용자 프로그램, R&D 및 에너지 교육 프로그램을 지원하는 등 다양한 형태로 운영

□ 리베이트 프로그램 및 보조금

- 다수의 국가 및 전력회사들은 신재생에너지 발전설비와 에너지 효율화 설비의 촉진을 위해 리베이트(rebate)와 보조금(grants)을 제공
- 리베이트 및 보조금 수준은 분산형자원 설비의 보급 확대를 통해 해당 기술의 비용경쟁력 강화에 기여하고 있으며, 대상 기술 및 프로그램 유형에 따라 상당히 다양하게 운영되고 있음

□ 신재생에너지 공급의무화 제도(Renewable Portfolio Standards; RPS)

- RPS는 일정 기간 동안 전력회사가 자신의 전력판매량의 일정 수준 또는 발전용량 대비 일정량에 해당하는 부분을 신재생에너지 또는 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Credits; REC)를 통해 공급하도록 의무화하는 제도임
- RPS 제도는 시장원리의 도입을 통해 신재생 전원기술의 비용절감을 유인함으로써 관련 기술의 경쟁력을 제고함과 동시에 신재생에너지 확산에 소요되는 비용을 최소화할 수 있으며, 별도의 보조금 지원을 필요로 하지 않기 때문에 재정적으로도 부담이 낮은 제도로 평가받고 있음
- 이에 따라, 일부에서는 분산형전원의 공급전력에 대해 REC를 발급함으로써 해당 설비 소유자에게 추가적인 수익을 보장하는 방향으로 RPS 제도를 확대하면, 이를 통해 DER의 보급 확대 및 관련 산업의 활성화를 보다 효과적으로 유인할 수 있을 것으로 예상하고 있음
- 하지만 현재 분산형 전원기술 간 경제성 수준이 서로 상이하기 때문에, 단순히 RPS 기반의 시장원리로 분산형전원의 도입을 추진하는 경우에는 비용경쟁력이 우수한 특정 기술에 분산형자원의 포트폴리오가 편중될 가능성이 있음

나. 해외의 분산형자원 전력거래 제도

- 독일은 2014년 재생에너지법 개정(EEG 2014)을 통해 신재생에너지에 대한 정부 지원을 축소하고 에너지원별 보다 효율적인 분배를 목표로 하는 시장 중심의 인

센티브 메커니즘으로 신재생에너지에 대한 정책 기조를 전환

- 독일 내 친환경 전기의 공급비중을 법적으로 상향·확정함과 동시에 신재생전원에 대한 FIT 기준보상가격 감소를 명시하였으며, 일정 수준 이상의 신재생에너지 발전설비에 대해서는 발전량을 도매전력시장에 직접 판매(direct marketing)하도록 규정
- 이러한 신재생에너지 발전량의 도매전력시장 직접 판매 의무화는 신재생에너지 발전사업자가 전력시장에 직접 참여하여 상호 경쟁함으로써 보다 효율적인 신재생전원의 운영·관리를 수행하도록 유인하기 위한 것으로, 이를 통해 FIT를 단계적으로 폐지하여 신재생에너지 확대에 대한 재무적 부담 완화를 도모하고 있으며, 이는 독일 내 VPP 사업을 수행할 수 있는 기반을 제공하고 있음
- 한편 독일은 Solar Storage Incentive 프로그램을 통해 계통연계형 소규모 PV 발전설비에 연계하여 설치하는 ESS에 대해 보조금을 지급함으로써, PV 공급전력의 자가소비를 보다 효율적으로 유도하고 있음
- 이에 따라, 독일 내 지역밀착형 에너지기업(Stadtwerke)들은 에너지 프로슈머 사업을 위한 고객 확보 및 직접 거래가 가능한 P2P(peer-to-peer) 커뮤니티를 조성하여 자신의 고객 네트워크를 보다 견고히 함으로써 에너지 프로슈머 시장 선점에 적극적으로 대응하고 있음

□ 호주 정부의 적자예산 축소정책과 신재생에너지 건설비용 하락으로 인해, 신재생에너지에 대한 FIT 축소 및 폐지가 진행 중

- 이러한 상황은 대부분 판매사업자와의 계약으로 전력을 거래하는 소규모 분산형 자원에 대해 도매전력시장 참여기회를 제공함으로써, 소규모 분산형자원의 도입에 따른 사회적 편익 극대화 및 해당 자원의 수익성 강화와 동시에 이를 기반으로 효율적인 도매전력시장 운영을 도모하는 원인으로 작용함
- 이에 따라, 호주는 소규모 발전중개사업자 제도(Small Generation Aggregator Framework)를 도입함으로써, 소규모 발전중개사업자를 통해 소규모 발전기의 발전량을 도매전력시장에 판매할 수 있는 선택권을 제공함. 호주의 소규모 발전중개사업자 제도는 전력시장에 참여하고자 하는 소규모 발전기의 거래비용을 감소시키기 때문에, 분산형자원의 전력시장 참여에 대한 진입장벽 완화에 기여할 수 있을 것으로 예상
- 또한 전력시장 운영자 입장에서는 소규모 발전중개사업자 제도 도입으로 최대부

하 발전기를 소규모 발전기로 대체함으로써 시장운영의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상

□ 일본은 2011년 후쿠시마 원전사고의 영향으로 지역 내 전력수급 불안에 대한 우려가 확대됨에 따라, 신재생에너지 및 분산형자원을 보다 적극적으로 활용하고 시장경쟁과 가격기능이 작동하는 전력시스템 구현을 추진함

- 전력시스템 개혁으로 일본 내 전력판매 부문이 전면 개방됨에 따라, 기존의 전력회사뿐만 아니라 가스, 통신, 전자, IT, 건설 등의 이종 기업들도 전력판매 사업에 진입함으로써 새로운 유형의 에너지 사업이 활성화될 것으로 예상
- 특히 가스, 수도, 통신 등의 다른 서비스와 전기판매를 결합하는 방식의 에너지 사업이 확산될 것으로 예상되는 가운데, 이미 기존 에너지 및 IT 사업자 중심으로 가스, 통신 등을 전기와 결합하여 판매하는 방안을 검토하고 있음
- 2017년으로 예정된 도시가스 소매시장 전면 개방은 이러한 에너지 결합 판매사업을 더욱 촉진할 것으로 전망되며, 이는 일본 내 에너지 산업의 환경을 다양한 주체가 참여하는 분산형자원 기반의 새로운 에너지 공급구조로의 변혁시키게 될 것으로 예상

□ 미국은 다른 나라에 비해 신재생에너지 확대를 위한 요금상계제도가 조기 도입 및 활성화되어 있으며, 또한 전 세계적으로 가장 성숙한 DR 시장을 보유함으로써 분산형자원의 보급 확대를 위한 기반을 확보하고 있음

- 다만 요금상계제도 참여자와 비 참여자 간 전기요금 형평성 논란 및 전력회사의 수익성 문제가 제기됨에 따라, 전력회사 입장에서는 신재생에너지 발전량에 대한 보다 합리적인 가치 산정에 대한 필요성을 제기하고 있음
- 2005년 에너지정책법(Energy Policy Act; EPA) 및 이후 FERC Order No. 719, No. 719-A, No. 719-B, 2008, 2009를 통해 주정부나 지방자치단체 법에 의해 금지되지 않는 경우에는 ISO/RTO에 대한 DR 자원의 참여를 허용하고 있으며, 이를 위해 부하관리사업자가 소비자들을 대신해 DR을 시장에 입찰할 수 있도록 시장제도를 개선함. 이는 미국이 전 세계에서 가장 성숙한 DR 시장을 구축할 수 있는 기반으로 작용함
- 미국 내에서 가장 적극적으로 신재생에너지 도입을 추진하고 있는 California에서는 신재생전원 연계에 따른 전력계통 신뢰도 유지에 ESS가 필요하다는 판단을 기반으로, 전 세계에서 최초로 ESS 설치 의무화 법안(Energy Storage Bill, AB

2514)을 채택함

- 한편 3MW 이하의 분산형 ESS에 대해서는 0.33~1.31\$/W의 설치 보조금을 지원하는 자가용 소규모 발전설비 지원제도(Self Generation Incentive Program; SGIP)를 운영하고 있으며, 지붕형 PV에 연계 설치되는 ESS에 대해서는 계통연계에 소요되는 800\$의 접속요금을 공제함으로써 분산형 ESS 자원의 설치를 적극적으로 유인하고 있음
- 이와 더불어, California는 분산형자원이 미래 전원구성의 주요 부문으로 부상할 것으로 예상하고 이를 위해 해당 자원의 전력시장 참여를 촉진하기 위한 단계적 조치를 강구하고 있음. 이에 대한 일환으로, CAISO는 분산형자원의 도매전력시장 내 전력거래를 허용하는 시장규칙 개정안에 대한 승인 요청서를 FERC에 제출함
- 해당 개선안은 분산자원공급자(Distributed Energy Resource Provider; DERP)라고 하는 새로운 유형의 시장참여자 개설에 대한 것으로, DERP는 최소 참여용량 기준인 0.5MW 이상의 분산형자원을 모집하여 해당 자원들에 대한 대리인(agent) 자격으로 CAISO 전력시장에 참여함. 단, DERP는 분산형자원 모집 및 전력거래에 대한 재무적 책임만을 수행하며, 실제 개별 분산형자원에 대한 계량 및 급전 운영은 급전계획운영자(Scheduling Coordinator; SC)라고 하는 별도의 사업자를 통해 수행하도록 규정
- California는 일정 기간 동안의 초기 운영을 통해 DERP 제도가 계통운영에 미치는 영향을 평가할 예정이며, 이를 바탕으로 해당 제도 운영에 대한 기준을 재조정하는 것을 계획 중임

4. 에너지-ICT 융합 에너지신산업 비즈니스 모델

가. ICT 기반 분산형자원 운영기술 및 관련 비즈니스 모델

- 최근에는 분산형자원의 활성화를 위해, ICT를 이용하여 이를 통합·운영하기 위한 기술개발 및 비즈니스 모델에 대한 제안이 다양하게 이루어지고 있음
- 마이크로그리드(Microgrid)
 - 마이크로그리드는 지역 전력망에 연결된 다수의 소규모 발전원을 이용하여 기존의 중앙 전력계통 즉, 송전망 및 고전압 배전망을 통해 공급되는 전력공급량

을 감소시킬 수 있다는 가정을 바탕으로 함

- 마이크로그리드가 독립운전 모드로 운영되고 있는 경우에는 외부로부터의 전력 공급 없이 자신의 전력수요를 충족시킬 수 있으며, 연계운전 모드로 운영되고 있는 경우에는 외부의 전력계통에 연계되어 전력을 생산하는 일종의 전력공급 사업자의 역할을 수행함
- 마이크로그리드는 기본적으로 독립적인 전력망의 개념으로, 현재는 기존의 중앙 전력망에서 멀리 위치해 있거나 전력망 확장비용이 매우 높은 경우에 주로 적용되고 있음
- 가상발전소(Virtual Power Plant; VPP)
 - VPP는 다양한 유형의 분산형자원을 ICT를 이용하여 통합 운영함으로써 중앙급 전발전기와 같은 운영상의 공급유연성과 제어가능성을 확보하기 위한 기술임
 - 실제로 소규모 분산형자원은 중앙계통에서 개별적인 관리가 불가능하지만, 이들을 하나의 발전 프로파일로 통합하여 계획발전량, 증·감발률 전압제어 능력, 예비력 등을 가시화 할 수 있다면 중앙급전발전기로의 활용뿐만 아니라 전력시장에서의 전력거래 또한 가능할 수 있음
 - 아직까지 VPP는 개념 수준에 머물러 있으며, 이에 대한 공통된 정의는 존재하지 않는 신기술임. 배전단에서 DR, DG 및 ESS를 포함한 다양한 분산형자원을 통합·운영한다는 측면에서는 마이크로그리드와 유사한 개념으로 고려되지만, VPP는 도매전력시장과의 전력거래를 통한 계통 수준에서의 수급균형에 기여하는 것을 목적으로 한다는 차이가 있음
- 제로에너지건물(Net-Zero Energy Building; NZEB)
 - 제로에너지건물은 에너지 효율성을 극대화하고 건물 자체에 신재생에너지 설비를 설치함으로써 외부로부터 추가적인 에너지 공급 없이 생활을 영위할 수 있는 공간을 의미함
 - 제로에너지건물은 고효율 저에너지 소비 실현, 건물 내 자체적인 에너지 생산 설비 확보 및 전력망과의 연계를 기본 조건으로 하고 있음. 이는 결과적으로 제로에너지건물이 개념적으로는 마이크로그리드와 동일함을 의미함
 - 따라서 제로에너지건물의 활성화는 향후 계통연계형 마이크로그리드의 확대 및 관련 사업모델의 개발에 크게 좌우될 것으로 예상됨
- 전력망 연동기술(Vehicle-to-Grid; V2G)
 - V2G는 EV 배터리에 있는 전력을 평상시에는 차를 주행하는데 사용하고, 전력사용이 많은 최대부하 시간대에는 충전된 전력을 전력망으로 역송하여 에너지

- 를 효율적으로 사용하는 것을 의미하는 일종의 에너지 프로슈머 기술임
- V2G 기술은 EV를 개별적인 전기소비 장치가 아닌 효율적인 전력공급을 위한 분산형자원으로 활용할 수 있도록 하기 때문에, 향후 융합형 에너지 신사업의 중심으로 성장할 수 있을 것으로 예상됨. 하지만 국내의 경우에는 V2G용 전력 거래가 제도적으로 허용되고 있지 않으며, 기술적으로도 해결해야 할 사항이 상당히 많이 존재함
- V2G 기반 서비스를 시행하기 위해서는 국제표준과 EV, 충전기, 전력시장 등의 인프라가 적정 수준으로 갖춰져 있어야 함. V2G 국제표준 규격개발은 현재 진행 중에 있는데, 2017년까지는 성능 및 점검과 관련한 제도가 모두 제정될 것으로 예상됨
- V2G 사업은 일정 규모가 갖춰져야 비로소 효과가 나타나기 때문에 EV의 보급이 가장 중요한 핵심 사항임. 국내의 경우 2020년까지 100만 대의 EV 확보를 목표로 적극적인 EV 보급 확대를 추진하고 있음

나. 에너지-ICT 융합 플랫폼으로서의 국내 분산형자원 전력거래제도

□ 국내의 경우, 「제2차 에너지기본계획」에서는 분산형전원의 확대를 6대 중점과제의 하나로 설정하였으며, 이에 따라 전체 발전량 중 분산형전원이 차지하는 비중을 2035년까지 15%로 확대한다는 계획을 발표

- 이를 위해, 「제2차 에너지기본계획」에서는 자가발전 설치 유도, 집단에너지 확대 및 분산형 신재생에너지 보급 등의 추진 방안을 제시함. 다만, 보다 구체적인 추진 방안은 향후 발표될 「분산형전원 활성화 계획」에서 확정할 계획임
- 또한 2020년 이후 출범하는 신(新)기후체제(즉, 전 세계 기후변화에 대한 책임을 모든 국가에 부여하는 국제 협정)에 대응하기 위해, 「2030 에너지 신산업 확산 전략」을 발표함

□ 현재 에너지-ICT 융합 플랫폼으로써 국내에서 분산형자원의 전력거래와 관련하여 시행 중이거나 논의 중인 대표적인 정책 제도는 다음과 같음

- 이웃 간 전력거래 제도
 - 2016년 1월, 산업통상자원부의 「전력분야 10대 프로젝트」 추진방안에서는 에너지 신산업 육성을 위한 규제완화 조치의 일환으로 일정 지역 내 프로슈머와 이웃 간 전력거래 허용을 발표
 - 이는 기존의 요금상계거래와 달리, 프로슈머는 자신이 소유한 발전설비로 생산

한 전력 중 스스로 소비하고 남는 전력을 누진제 등으로 전기요금 부담이 큰 이웃에게 판매함으로써 추가 수익 창출이 가능

- 또한 정부는 프로슈머 이웃 간 전력거래 대상을 주택 단위에서 학교·빌딩·상가 등의 대형 프로슈머로 확대하기 위한 2단계 프로슈머 거래를 추진하기 위해, 「소규모 신·재생에너지발전전력 등의 거래에 관한 지침」을 개정함으로써 이에 대한 근거 마련 및 시범사업 착수
- 향후에는 대형 프로슈머와 대형 전기소비자 간 전력거래를 확산할 예정이며, 거래요건에 맞는 프로슈머와 소비자 발굴은 민간기업의 역량을 최대한 활용할 것으로써 에너지 컨설팅 등 새로운 비즈니스 기회로 활용할 계획임

· 분산자원 중개시장 거래제도

- 정부는 소규모 분산자원의 전력시장 참여 확대와 효율적 관리를 통한 계통운영의 급전유연성 강화를 위해, 「전력분야 10대 프로젝트」 추진방안을 통해 에너지 신사업자의 전력시장 진입제한 완화를 위한 분산자원 중개시장 거래제도의 도입을 발표
- 이는 에너지 프로슈머가 생산한 전력을 다른 소비자에게 직접 판매하는 이웃 간 전력거래와는 달리, 다수의 에너지 프로슈머가 생산한 전력을 중개사업자를 통해 모집하여 이를 도매전력시장에 판매하는 형태의 전력거래임
- 현재 분산자원 중개시장과 관련된 세부 내용은 아직 설계 중에 있지만, 해당 시장은 전력중개사업자와 소규모 분산자원 소유자 간 중개계약을 체결 및 이행을 위해 전력거래소가 운영하는 별도의 시장이 될 것으로 예상됨
- 분산자원 중개시장은 중개사업자와 소규모 분산자원 소유자 간 1대1 상대매매에 의한 계약시장으로 매매거래에 대한 시장균형가격은 생성되지 않으며, 중개사업자는 자신이 모집한 집합발전기의 위탁거래 및 유지관리에 대한 일정 수준의 중개수수료를 취하는 형태의 사업을 수행할 것으로 예상됨
- 전력거래소는 중개사업자를 통해 전력시장에 참여하는 분산형자원에 대해서는 당분간 거래수수료를 면제하고, 소규모 분산자원으로 구성된 집합발전기의 예측가능성 및 출력안정성 제고하기 위해 해당 집합발전기가 일정 조건을 만족하는 경우에는 추가적으로 인센티브를 제공할 계획이며, 이를 통해 소규모 분산자원을 기존 발전자원과 경쟁할 수 있는 보다 전략적인 자원으로 활용하기 위한 기반구축과 관련 기술개발을 도모하고 있음
- 분산자원 중개시장은 전력중개시장 외에, 소규모 분산자원의 건설을 중개사업자에게 위탁하기 위한 시공중개계약과 중개사업자가 자신이 건설할 소규모 분산자원을 선분양하기 위한 분양중개계약을 체결하는 개발중개시장으로 구성될

것으로 예상되며, 향후 분산자원 중개시장의 성공적 운영 실증 이후에는 소규모 분산자원에 대한 투자를 유치하기 위한 투자중개계약을 체결하는 투자중개시장의 도입에 대해서도 검토할 것으로 알려져 있음

- 향후에는 관련 기술개발 및 고도화를 통해 모집된 분산자원에 대한 통합제어 및 급전여부에 따라 전력시장에서 거래할 수 있는 서비스를 차등함으로써 소규모 분산자원의 가치를 극대화할 수 있는 기반 구축을 도모할 예정임

다. 에너지-ICT 융합 비즈니스 모델로서의 가상발전소

□ VPP는 소비자, 전력회사 및 계통운영자를 위한 전력공급 서비스 제공을 목적으로 기존의 전력계통을 이용하는 에너지 인터넷으로 표현

- VPP는 소프트웨어 및 ICT 혁신을 통해 최종소비자와 전력회사의 가치를 극대화함과 동시에 대규모의 인프라 개선에 대한 비용지출 없이도 기존의 분산형자원과 DR 프로그램 등을 통해 전력공급 능력을 향상시킬 수 있음
- VPP는 소비자에게는 에너지 비용지출 절감과 새로운 수입원 확보를 통해 보다 많은 가치를 제공하며, 기존의 배전회사에게는 배전망 인프라 또는 예비발전기 등에 대한 자본투자를 회피할 수 있도록 함
- 또한 송전계통운영자에게도 순동예비력과 같은 계통보조서비스를 공급함으로써 상당 수준의 편익을 제공할 수 있을 것으로 기대됨

□ VPP를 구성하는 기본 구성요소인 분산형자원, 지능형 계량 및 통신기술, 자동제어 및 관리기술 등의 주요 요소기술은 대부분 이미 개발되어 활용되고 있음

- 기술적인 측면에서는 다양한 유형의 분산형자원을 전력시장 및 계통운영과 연계하여 최적으로 활용할 수 있는 분산형 EMS(Distributed EMS)의 개발이 VPP 기술의 구현가능성을 좌우하는 핵심 요소기술임
- 오히려 VPP의 도입은 요소기술의 경제성 제고 및 VPP를 통한 전기사업을 허용하는 전력시장제도 정비 여부가 결정적인 요인으로 작용함

□ 기본적으로 VPP는 기술중립적으로 개별 분산형자원을 통합하여 상위 전력계통 및 도매전력시장에 대한 인터페이스로 기능하는 고유의 역할을 수행

- VPP 기술을 선도하는 유럽에서는 도매전력시장 환경 하에서 운영되는 VPP 표준 모델 및 이를 바탕으로 시장기반의 VPP 제어전략 설계가 진행 중임

- VPP는 분산형자원에 대해서만 통합 운영을 수행할 것인지 아니면 부하를 포함한 에너지 프로슈머들의 부지 전체에 대해 통합 운영을 수행할 것인지에 대한 선택권을 가지고 있으며, 이러한 부지 내 최종소비자에 대한 전력공급의 의무 여부에 따라 독립발전사업자 또는 전기판매사업자의 역할을 수행할 것으로 예상
- 도입 초기에는 VPP가 중개사업자 형태로 전력시장에 참여할 것으로 예상되며, 이러한 중개사업자형 VPP 시스템은 1일전(day-ahead) 도매전력시장에 참여하기 위해 다수의 분산형자원에 대한 통합 거래 프로파일을 개발하는 것을 목적으로 하게 됨
 - 이는 우선 예측을 바탕으로 익일에 대한 시간대별 입찰전략(bidding blocks)을 생성하며, 해당 급전시간에서는 중개사업자형 VPP가 낙찰량과 가능한 동일한 양으로 실시간 전력공급을 수행할 수 있도록 매 분마다 가격신호를 조정함
 - 또한 지역 배전계통운영자와 지속적인 협조체제 구축을 통해, 계통 비상시에는 사전에 정의된 비상시 서비스를 제공할 수도 있음

라. 블록체인 기술을 적용한 에너지 프로슈머 거래 모델

- 블록체인(block chain)이란 분산형 데이터베이스와 유사한 형태로 데이터를 저장하는 연결구조체 리스트를 의미
 - 즉, 블록체인에 참여한 모든 구성원이 네트워크를 통해 서로 데이터를 검증하고 저장함으로써 특정인의 임의적인 조작이 어렵도록 설계된 저장 플랫폼으로 정의 가능
 - 이러한 블록체인 플랫폼에서의 거래 프로세스는 다음과 같이 수행됨
 - 거래당사자 간에 거래가 발생하면 해당 거래정보는 네트워크를 통해 블록체인 상의 모든 참여자에게 전송
 - 거래정보를 전송받은 블록체인 구성원들은 상호검증을 통해 암호화된 거래정보가 타당한 거래인지 여부를 결정
 - 구성원 간의 유효성 검증을 통해 타당성이 입증된 거래정보는 신규 블록에 저장되어 기존의 거래블록에 연결됨
 - 최종적으로 당사자 간 거래 및 정산을 완료
 - 블록체인 플랫폼이 전통적인 시스템과 구별되는 가장 큰 차이는 신뢰를 담보해주는 ‘제3의 기관(Trusted Third Party)’ 이 없다는 것임
 - 신뢰할 수 있는 제3의 기관의 설립·운영에는 비교적 높은 사회적 거래비용이

소요

- 블록체인 기반 시스템에서는 거래정보를 P2P 네트워크에 분산시켜 참여구성원들이 공동으로 기록하고 관리하기 때문에, 제3의 기관을 설립·운영에 따른 인력 및 자원 투입이 불필요하고, 모든 거래기록이 구성원들에게 암호화되어 공개되기 때문에 거래의 투명성을 제고시킬 수 있음
- 따라서 에너지 프로슈머 단위의 소규모 전력거래에 적합한 거래 플랫폼 제공이 가능함

□ 에너지 프로슈머 단위의 소규모 전력거래를 위해 기존의 중앙집중형 거래시스템을 별도로 구축하는 것은 비용효과적인 측면에서 매우 비효율적임

- 또한 중앙 서버 및 관리자의 규제·감독에 따른 부담으로 인해 에너지-ICT 융합을 통한 신사업 창출에 있어서도 상당히 제한적임
- 에너지 프로슈머와 소비자 간 P2P 전력거래의 구현은 자동화 기반의 전력거래 플랫폼 및 운영기술의 적용이 반드시 선행되어야 하며, 블록체인 기술은 이러한 P2P 전력거래에 필요한 환경을 제공할 수 있는 신뢰성 기반의 자동화된 전력거래 플랫폼을 제공할 수 있음
- 결과적으로 블록체인 기반의 전력거래 시스템은 신뢰성이 높고 외부의 개입을 최소화할 수 있는 자동화된 분산형 거래시스템이며, 거래주체의 편리성을 위해 IoT 기기와 ICT 기반 스마트그리드 기술 및 블록체인의 스마트계약을 통한 전력거래 자동 제어기술의 융합으로 정의할 수 있음

□ 이러한 블록체인 기반의 전력거래는 기술적 특성상 에너지 프로슈머와 전기소비가 직접 거래하는 P2P 방식으로 구현

- 전력거래를 하는 모든 주체가 블록체인 알고리즘 기반으로 개발한 전력거래용 블록체인 플랫폼과 네트워크에 연결되어 있는 전력거래 장치를 통해 수행
- 수집된 에너지 프로슈머 및 소비자의 거래의향들은 소규모 전력거래 운영시스템으로 전달되어 블록체인 노드에서 스마트계약으로 체결됨으로써, 참여한 모든 거래주체들에게 통보되어 분산 저장하는 구조로 구현
- 블록체인 기반의 전력거래 플랫폼은 배전선로에 직접 접속한 소규모 분산형자원들이 배전선로에 있는 소비자에게 전력을 공급하고, 도매시장이 아닌 판매자와 소비자의 직거래 또는 대리인을 통해 판매량을 포집하여 도매시장에서 거래하는 환경을 구성하게 될 것으로 예상

마. 다중 에너지 프로슈머 거래 모델로의 확대

□ 현재 논의 중인 에너지 프로슈머 사업은 대부분 전력거래에 편중

- 열 및 가스 등 다른 에너지원의 거래 및 이를 포함한 융합 에너지 서비스 사업 모델의 개발에 대해서는 상대적으로 관심이 부족한 상황임
- 전력거래에 편중된 사업모델은 현재 다른 에너지원에 비해 경제성이 우수한 분산형 신재생전원 및 DR 자원의 집중적 보급 확대만을 유인할 가능성이 높음
 - 전기 이외의 에너지 공급기술 개발 및 이를 기반으로 하는 에너지산업의 확장성 제한에 대한 우려 존재
 - 에너지 프로슈머의 대상을 전기 외에 열 및 가스까지 확장함으로써 다중 에너지 거래를 통해 보다 효율적인 에너지 이용을 유인함과 동시에, 궁극적으로 사업화를 통한 분산형 에너지 기술의 경제성 제고에 대한 기반 마련 필요성 존재
- 다중 에너지 프로슈머 거래 모델은 기본적으로 이웃 간 전력거래를 확대한 형태
 - ICT 기술 및 블록체인 기술을 기반으로 다수의 에너지 프로슈머와 다수의 소비자가 참여하여 다양한 에너지를 거래하는 방식을 제안
 - 에너지 프로슈머의 에너지 판매수입은 직접적인 금전 보상이 아닌 적립가능한 크레딧(credit) 형태로 제공함으로써, 에너지 프로슈머가 이를 이용하여 다른 에너지 요금을 상계할 수 있도록 허용
 - 이는 시간 및 주변 상황에 따라 서로 다르게 변화하는 에너지의 가치를 극대화함으로써, 미활용 에너지의 효율 향상 및 에너지 프로슈머가 보다 적극적으로 에너지 거래에 참여하고자 하는 유인을 제공할 수 있을 것으로 예상됨
- 다만 현재의 제도 하에서 이러한 사업모델을 구현하기 위해서는 상위의 에너지 공급사업자가 다양한 에너지를 공급할 수 있어야 할 것으로 판단됨
 - 이는 개별 에너지의 거래가 서로 다른 법·규정을 적용받고 있으며, 에너지 공급사업자 간 거래기준이 부재하기 때문임
 - 현 상황에서는 열·전기 또는 가스를 동시 공급하는 집단에너지사업자나 구역전기사업자가 이러한 다중 에너지 프로슈머 거래를 위한 기반을 제공할 수 있을 것으로 판단됨
- 해당 사업은 계통연계형 마이크로그리드 및 제로에너지건물에 적용가능한 사업 모델로 활용을 기대
 - 최종적으로는 에너지 프로슈머를 대상으로 하는 전국 단위 거래시장 개설까지

확장이 가능할 것으로 예상

5. 에너지-ICT 기반 비즈니스 모델 활용 및 추진 방안

가. 에너지-ICT 융·복합 기술 도입을 위한 고려사항

□ 에너지-ICT 융·복합 기술 도입과 관련된 주요 장애요인

- 높은 초기 투자비용과 금융제약
- 최종소비자의 위험회피적 성향과 혁신 유인의 부재
- 혁신적인 에너지 기술 수용에 대한 제도적 불확실성
- 관련 기술 인프라 및 표준 구축 문제
- 정보 독점 및 보안에 대한 우려
- 에너지-ICT 융·복합 기술에 대한 인식 부족

□ 에너지-ICT 융·복합 기술 확산을 위한 발전방향

- 사이버 보안 강화의 필요성
- 빅데이터 활용 역량 강화
- 에너지-ICT 융·복합 촉진을 위한 정책적 지원방안 수립
- 에너지-ICT 융·복합 기술에 대한 소비자 수용성 확보
- 에너지-ICT 융·복합 기술 전문 인력 양성

나. 에너지-ICT 기반 비즈니스 모델의 전력거래제도 개선방안

□ 마이크로그리드의 전력거래

- 전력거래 제도 현황
 - 일부 도서 지역 내 독립형 마이크로그리드 실증 운영 중
 - 마이크로그리드를 대상으로 하는 별도의 전력거래제도 없음
- 전력거래 지원 현황
 - 다수의 마이크로그리드 기술개발 및 실증사업 지원 중
- 추가 전력거래 지원방안
 - 독립형 마이크로그리드 운영을 위한 특수목적사업자 허가 완화
 - 해당 지역에 대한 전력공급사업자 지위 또는 한전의 전력공급의무를 대행하는 별도의 특수목적사업자의 사업 허가 완화

- 계통연계형 마이크로그리드에 대한 구역전기사업자 지위 부여
 - 계통연계형 마이크로그리드는 기술적으로 중앙 전력계통과의 연계운전과 독립운전이 모두 가능해야 함
 - 따라서 현행 전력시장운영규칙 하에서는 구역전기사업자의 지위 확보를 통해 도매전력시장에서의 전력거래 수행이 가능

□ VPP의 전력거래

- 전력거래 제도 현황
 - VPP 관련 거래제도 및 운영규칙 없음
- 전력거래 지원 현황
 - 분산자원 중개시장 도입 준비 중
 - 현재 개설 준비 중에 있는 분산자원 중개시장이 VPP 전력거래의 기초를 제공할 것으로 예상됨
 - 향후 관련 기술의 상용화 가능성이 완료되면 분산자원 중개시장의 진화를 통해 본격적인 VPP 사업이 가능할 것으로 기대
- 추가 전력거래 지원방안
 - VPP 기술개발 및 상용화 지원
 - VPP의 전력거래는 현행 전력시장 운영체제 하에서 큰 무리 없이 구현이 가능할 것으로 예상됨
 - 다만 기술적으로는 아직 검증이 완료되지 않은 신기술이기 때문에, VPP 운영 기술에 대한 실증 및 상용화 가능성 검토가 전제되어야 할 것으로 판단됨
 - VPP 사업자에 대한 발전사업자 지위 부여
 - VPP는 분산형자원의 통합운영을 통해 도매전력시장에 참여하여 발전사업을 수행하는 형태의 사업모델 적용
 - 해외의 경우, VPP 사업자의 법적 지위 확보와 이를 통한 도매전력시장 참여를 유도하는 방향으로 관련 사업을 전개하고 있음

□ 제로에너지건물의 전력거래

- 전력거래 제도 현황
 - 제로에너지건물 관련 전력거래 제도 및 운영규칙 없음
 - 분산형전원의 경우, 건물 내 자가소비용으로 활용
 - DR의 경우, 수요관리 거래시장 또는 한전의 전력수요 조정제도 참여 가능
- 전력거래 지원 현황

- 이웃 간 전력거래제도 도입
 - 제로에너지건물은 이웃 간 전력거래제도 특히, 대형 프로슈머의 전력거래 주체가 될 것으로 예상됨
 - 제로에너지건물은 마이크로그리드와 기술적으로는 동일한 개념이지만 작은 설비규모로 인해, 구역전기사업자로 도매전력시장에 참여하기보다는 에너지 프로슈머 사업의 형태로 참여하는 것이 비용효과적일 것으로 판단됨
- 추가 전력거래 지원방안
 - 이웃 간 전력거래 시 제로에너지건물에 대한 전력판매 우선권 제공
 - 제로에너지건물에 대한 전력판매 우선권 제공을 통한 이웃 간 전력거래 촉진 유도
 - 이는 결과적으로 제로에너지건물에 대한 투자를 보상받을 수 있는 기회를 확대함으로써, 소비자의 투자 부담 완화 및 지속적인 투자 유인을 제공할 것으로 예상됨
 - 계통연계형 마이크로그리드 사업모델 적용
 - 향후 계통연계형 마이크로그리드 사업모델 개발 시, 이를 제로에너지건물에 적용함에 있어 기술적 어려움을 없을 것으로 예상됨

□ V2G의 전력거래

- 전력거래 제도 현황
 - V2G에 대해서는 아직까지 기술 검증단계임
 - 현 수준에서는 부하관리를 위한 자가소비 형태로 이용
- 전력거래 지원 현황
 - 충전사업자용 EV 충전전력 전기요금제도
 - EV 충전요금에 대해서는 별도 요금제를 통해 간접 지원
 - 반면 V2G를 통한 EV의 전력판매에 대해서는 관련 제도 미정립
 - 충전사업자의 도매전력시장 직접 구매 허용
 - 현재 관련 제도 수립에 대한 논의 중
 - 현행 전력시장운영규칙 하에서는 중앙급전 ESS의 형태로 전력시장 참여가 가능할 것으로 예상
- 추가 전력거래 지원방안
 - 충전사업자의 수요자원 거래시장 또는 분산자원 중개시장 참여 허용
 - ESS를 기반으로 하는 V2G는 신재생전원 및 EE 자원을 기반으로 하는 다른

- 분산형자원 통합운영 플랫폼에 비해 보다 적극적인 전력거래 참여가 가능
- 따라서 V2G는 단순히 잉여전력을 판매하는 형태의 이웃 간 전력거래보다는 급전지시에 응동하는 것을 전제로 보다 많은 보상을 제공하는 수요자원 거래 시장이나 분산자원 중개시장에 참여하는 것이 계통운영 관점에서도 유리함
- 이를 위해서는 충전사업자에 대해 수요관리사업자 또는 분산자원 중개거래사업자의 지위 부여 필요
- 비 사업용 V2G에 대한 수요반응자원으로 인정
 - 일반 건물 내 비 사업용 V2G에 대해 수요반응자원으로 인정
 - 이를 통해, 해당 자원이 수요관리사업자를 통해 수요자원 거래시장에 참여하거나 한전의 상시 수요관리제도 또는 별도의 V2G 전용 부하관리 프로그램에 참여하도록 유인
- 공공기관 ESS 설치 의무화 이행수단으로 인정
 - V2G는 EV 집단을 활용함으로써 일정 수준의 공급능력을 제공하는 기술임
 - 따라서 V2G 공급용량을 공공기관 ESS 설치 의무화의 이행수단으로 반영함으로써, ESS 설치에 대한 경제적 부담 완화와 EV 보급 확대를 동시에 도모할 수 있음
- VPP 사업모델의 적용
 - 현 수준에서는 V2G 기술개발 및 상용화 지원 선행이 필수
 - 향후 V2G 기술이 성숙되면 이를 일종의 VPP로 활용하여 도매전력시장에 직접 참여가 가능할 것으로 예상됨

다. 에너지-ICT 기반 가상발전소 도입을 위한 선결사항

- 아직까지 VPP에 대한 공통된 정의가 존재하지 않기 때문에, VPP를 어떻게 정의할 것인지에 대해서는 VPP 도입과 관련된 이해관계자들의 관점에 따라 매우 다르게 해석하고 있음
- 이러한 VPP에 대한 정의 및 운영체계에서의 혼란은 VPP 도입을 지연시키고 이에 대한 부정적인 시각을 형성하는 원인으로 작용
- 이에 대해, 국내 전력산업 환경을 고려하여 다음과 같은 VPP에 대한 정의를 제안함: “가상발전소(VPP)는 도매전력시장 및 계통운영에의 참여를 목적으로 전력망 내에 산재해 있는 다양한 유형의 분산형자원을 최신 ICT 및 자동제어 기술을 이용하여 단일 발전시스템으로 운영하기 위한 통합관리시스템을 의미”

□ 현 수준에서는 VPP 자체를 대상으로 하는 제도적, 정책적 지원보다는 VPP를 구성하는 요소기술 개발 및 보급을 위한 인센티브 제도와 지원정책을 통해 VPP 도입을 추진 중임

- VPP의 도입 목적이 도매전력시장 및 계통운영에의 참여를 통해 기존의 중앙급 전발전기와 동일한 역할을 수행하는 것이기 때문에, VPP 기술의 구현은 전력산업구조 또는 전력시장제도 수준에서 허용되어야만 가능
 - VPP 개념 자체가 수직독점구조 하에서는 정립될 수 없고 도매전력시장 구조 하에서도 시장규칙을 통해 이러한 새로운 유형의 시장참여자를 허용해야만 존재할 수 있는 자원이기 때문에, VPP 도입을 위해서는 시장규칙의 기술중립성 보장이 필수적임
 - 반면, VPP 운영자는 도매전력시장에 참여함으로써 사업을 영위할 수 있기 때문에, 최종소비자를 대상으로 하는 소매경쟁의 개방 여부는 VPP 기술혁신에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단됨
- 다양한 기술을 활용한 수요측 자원이 경쟁에 참여하여 정확한 가치평가를 위해서는 현재의 비용입찰시장을 가격입찰시장으로 전환해야 할 필요성이 존재
 - 그 수가 많고 소규모인 분산형자원에 대한 비용평가, 특히 이를 통합 운영하는 VPP에 대한 비용평가는 현실적으로 불가능하기 때문에, 현재의 비용기반 시장은 이러한 새로운 유형의 공급자원을 수용하는데 제한적임
 - 또한 소규모 분산형자원의 시장참여를 활성화하기 위해서는 현재의 전국 단일 가격제보다는 지역별 또는 모선별 가격제를 도입함으로써 이들 자원이 갖는 강점을 극대화 시킬 수 있어야 함
- 계통보조서비스 시장 개선 및 용량시장 도입 또한 이러한 전력신기술의 도입을 촉진하는 하나의 방안이 될 수 있음
 - 전력 관련 서비스를 에너지 서비스, 계통보조서비스 및 용량 서비스로 분리하고 각 서비스에 대해 가장 낮은 가격을 갖는 자원들이 시장에서 선택될 수 있는 기회 제공
 - 이는 VPP의 요소기술인 ESS 및 DR과 같은 전력신기술들이 시장을 통해 수입을 확대할 수 있는 가능성을 제고할 수 있도록 함
- 경쟁적인 도매전력시장은 시장참여자가 금전적인 보상을 얻을 수 있는 기회를 제공하고, 서비스 가치 평가에 대한 투명성을 제공하며, 넓은 범위의 소비자들에게 서비스를 판매하려는 참여자들에게 공평한 경쟁의 장을 제공하고, 가격과 성능으로 승자를 결정하는 구조를 조성하여 혁신을 유도함으로써 전력신기술 시장

을 성장시킬 수 있음

□ VPP 도입을 위한 단계별 추진 방안

- 1단계: 지능형 계량기(smart meter)의 보급 확대
 - 전력회사 및 관련 사업자에게 비용효과적으로 보다 정확한 요금청구와 관련된 데이터를 수집할 수 있는 능력과 소비자에게 동적인 도매전력시장과 연동하는 판매 가격신호를 제공할 수 있는 능력을 부여
- 2단계: 에너지 프로슈머 활성화 및 전력망 연계
 - 에너지-ICT 융·복합 기술을 통해 최종소비자에게 수요감축을 자동화 할 수 있는 설비 및 기술을 이용하여 실시간 시장상태에 반응하는 능력을 부여
 - 에너지 프로슈머가 소유하는 이러한 유형의 설비 및 공급능력은 VPP를 구성하는 핵심임
- 3단계: AMI를 기반으로 하는 지능형 네트워크 시스템을 이용하여 전력공급 서비스를 소비자 단에서 송전단 수준으로 확장
- 4단계: 자동화 기술을 통한 개별 소비자 자원과 상위 전력망의 자원 및 계통운영자와의 연계 및 네트워킹 구현
- 5단계: IT 기업의 VPP 참여 허용을 통한 전력계통 아키텍처 기술 환경의 혁신 유인
- 6단계: 효율적인 데이터 흐름 구축을 통한 새로운 서비스 제공 및 비즈니스 모델 개발 가능성 제고
- 7단계: 모든 VPP 관련 이해관계자들에게 유리한 해결책을 제시할 수 있는 규제 구조 수립
 - 새로운 개념, 비즈니스 모델 및 최첨단 기술 도입시 이와 관련된 정책 및 규제는 기술의 진보를 따라가지 못하는 것이 일반적임
 - 따라서 기술 구현을 바탕으로 VPP 개념을 보다 구체화시킬 수 있어야만 이와 관련된 정책 및 규제를 보다 정확하게 수립할 수 있을 것으로 판단됨

라. 에너지신산업 활성화를 위한 제도개선 방안

□ 에너지-ICT 융·복합 기술의 확산은 근본적으로 에너지신산업 활성화를 근간으로 함

- 현재의 에너지 시스템의 규제체제가 유지되는 상황 하에서 새로운 형태의 에너지신산업을 창출하기 위해서는 정부의 주도적 역할이 필수적임
- 다만, 정부 주도 하의 에너지신산업 활성화는 초기 시장창출에 한해 효과적일 뿐이며, 이를 자발적으로 지속할 수 있도록 하기 위해서는 다음과 같은 에너지 산업 관련 제도개선이 수반되어야 함

□ 에너지신산업 활성화를 위한 제도 개선방안

- 에너지 시장 활성화
 - 에너지신산업을 촉진하기 위해서는 우선적으로 에너지 시장 활성화를 통한 적정 가격신호를 제공해야 함
 - 소비자의 선택권 강화 및 이를 활용하는 구조로 변화는 에너지 이용효율 향상을 위한 자발적인 에너지-ICT 융·복합 기술의 활용가능성을 확대시키는 요인으로 작용
 - 이를 위해서는 에너지 공급자의 요금설계 자율성을 부여할 필요가 있지만 소비자 이익을 존중하고 이를 보호해야 할 의무와 관련해서는 규제기관을 통한 에너지 요금의 적정성과 공정성 측면에서 지속적인 시장 감시와 공정한 경쟁여건 조성이 전제되어야 함
- 경쟁적 시장구조 형성
 - 에너지신산업 활성화를 위해서는 사업자 간 경쟁을 통한 새로운 기술개발 및 비즈니스 모델 창출의 기반을 형성하는 것이 중요
 - 사업자 간 경쟁이 작동하는 시장 구조 하에서는 자신의 사업경쟁력 제고를 위해 사업자는 소비자에 대한 다양한 서비스를 제공함으로써 이러한 서비스의 가치를 극대화시키고자 하는 유인이 존재
 - 이러한 소비자에 대한 서비스 가치의 극대화를 위한 사업자의 노력은 결과적으로 보다 경쟁력 있는 에너지-ICT 융·복합 기술을 선택하게 하는 자발적이고 효과적인 동인이 될 것으로 판단됨
 - 사업자에 대한 공정한 경쟁 환경 조성은 시장참여에 대한 공정한 규칙 적용뿐만 아니라 에너지 및 통신 네트워크의 완벽한 개방을 전제해야만 구현이 가능
- 관련 정보의 개방 및 공유
 - 에너지 관련 정보 공유를 통해 소비자는 자신의 에너지 소비를 보다 효율적으로 도모하고자 하는 유인이 발생할 뿐만 아니라 사업자는 이를 활용하여 다양한 서비스 결합 및 새로운 비즈니스 모델을 창출할 수 있음

- 따라서 현재 논의되고 있는 정부 차원의 빅데이터 센터 및 정보 공유 플랫폼 구축과 같은 인프라 확보와 이에 대한 법적, 제도적 기반 확립은 필수적임
- 이는 에너지 관련 정보의 공유와 객관적인 분석을 다양한 이해관계자를 대신하여 수행 및 제공함으로써, 최종소비자 및 관련 사업자 입장에서는 이러한 정보 취득, 가공 및 생성에 대한 비용을 절감시킬 수 있도록 할 뿐만 아니라, 모든 이해관계자들이 이러한 객관적인 정보를 바탕으로 효율적인 의사결정을 수행하도록 함으로써 전반적인 에너지 이용효율 향상을 도모할 수 있도록 할 것으로 예상됨