

# 스마트에너지 방식을 적용한 전력신산업 활성화 모델 사례 연구: ESS, 전기차 충전, 전력수요관리 중심으로

신재우\*

## New Energy Business Revitalization Model with Smart Energy System: Focused on ESS, EV, DR

Jae Woo Shin\*

### ■ Abstract ■

In respond to climate change caused by global environmental problems, countries around the world are actively promoting the advancement of new electricity industries. The new energy business is being applied to energy storage systems (ESS), electric vehicle charging business, and power demand response using cutting edge technologies. In 2022, the Korean government is also establishing a policy stance to foster new energy industries and making efforts to improve its responsiveness to power demand response with the innovative technologies.

In Korea, attempts to commercialize energy power are also being made in the private and public sectors to control energy power in houses, buildings, and industries. For example, private companies, local governments, and central government are making all-out efforts to develop new energy industry models through joint investment. There are forms such as establishing energy-independent facilities by region, establishing an electric vehicle charging system, controlling urban lighting systems with Information technologies, and managing demand between power suppliers and power consumers.

This study examined the business model applied with energy storage system, electric vehicle charging business, smart lighting, and power demand response based on information communication technology to examine the site where smart energy system was introduced. According to this study, company missions and government tasks are suggested to apply new energy business technologies as economical energy solutions that meet the purpose of use by region, industry, and company.

Keyword : Smart Energy, Energy Policy, Energy New Business, ESS, Demand Response

# 1. 서론

전 세계적으로 에너지 소비의 증가, CO2 배출량의 급격한 상승으로 인해 지구온난화와 그에 따른 기후의 변화가 발생함에 따라, 각국은 해결책을 찾기 위해 노력하고 있다. 이러한 에너지의 수요와 공급의 불일치는 세계 인구 증가율과 도시화 수준에 기인한다고 볼 수 있다. 이러한 에너지와 환경문제를 해결하기 위해서는 에너지 사용을 최적화하고 연료 소비와 이산화탄소 배출량을 최소화하기 위한 개발이 필요하다.

세계 각국은 정보통신기술을 활용한 전기소비의 합리화와 전력산업 선진화를 추진하고 있다. 전력산업은 '전력산업을 포함한 에너지 산업 분야에서 신기술과 정보통신기술을 활용하여 사업화하는 비즈니스군'으로 정의될 수 있다(이재용, 2020; 손성용, 2019; 한국스마트그리드협회, 2016).

환경친화적이고 지속가능한 에너지 시스템을 달성하기 위해 화석연료 사용에 대한 다양한 대안이 제안되었다. 전력산업 분야에서 에너지 저장 시스템(ESS)을 갖춘 에너지 관제 및 통제 기술은 여러 대안들 사이에서 널리 인정받는 솔루션으로 등장하였다(김지효, 2020; Olivier et al., 2016). ESS는 여러 가지 방법으로 재생에너지를 지원하고 적절한 전력사용량과 에너지 균형을 관리한다. 따라서 ESS의 안정성은 비수기 시간동안 에너지를 저장하여 비용을 절감함으로써 전체 전력 관리에 긍정적 영향을 미친다(Xiao et al., 2015; Liu et al., 2013).

본 연구의 목적은 에너지 신시장 창출을 위한 관련 현황 조사를 바탕으로 전력산업 중에서도 정보통신기술이 적용된 ESS, 전기자동차 충전사업, 스마트조명, 전력 수요관리에 대한 사업화 가능성을 점검해보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 에너지 정책

2022년 출범한 대한민국 20대 정부는 탈원전 정

책을 폐기하여 탄소중립 수단으로 원전을 적극 활용하면서 에너지 믹스를 합리적으로 조정하고, 에너지 수급 안정성을 확보하여 에너지 안보를 확립하는 것과 동시에 에너지 신산업을 창출하는 것을 목표로 삼고 있다.

구체적인 정책방향을 살펴보면, 20대 신정부의 대통령직 인수위원회는 에너지 자급률을 제고하고 에너지 신산업을 창출하기 위한 목표를 수립하였다. 에너지 공급 측면에서는 원전 비중을 상향하면서 타 에너지원 비중을 조정할 예정이다. 공공 및 민간부문에서는 에너지 공급망을 다각화하는 동시에 국가 온실가스 감축목표를 달성하는 방안을 수정할 계획이다.

에너지 신시장을 창출하기 위한 방편으로 4차 산업혁명 핵심기술과 연계한 에너지 신산업을 육성한다는 정책기조를 설정하였다. 구체적으로 태양광, 풍력산업 고도화 및 에너지 수요관리를 혁신적으로 개선할 방침이다. 에너지 공급과 수요 측면에서 신규 비즈니스 기회를 적극적으로 지원한다는 정책의지를 표명하였다. 전력시장과 요금체제도 미래선진형으로 개편한다는 아젠다를 수립하였다. 시장원칙에 입각한 전력시장을 구축하고 전력요금체계를 투명하고 합리적인 산정모델을 마련할 계획이다.

에너지	▶ 에너지 믹스의 조정
	- 원전 비중을 상향하면서 타에너지원 비중 조정 필요 - 부문별 국가온실가스감축목표(NDC) 달성방안 수정
에너지	▶ 에너지 수급 안정성 제고
	- 수소 등 핵심광물 비축 확대, 수입국 다변화 등으로 에너지 공급망을 다각화
	▶ 에너지 신산업 창출
에너지	- 태양광, 풍력 산업 고도화 및 에너지 수요관리 혁신
	- 4차산업 기술과 연계한 신산업 육성 추진
	▶ 미래형 전력망 구축
- 시장원칙에 기반한 전력시장 구축	
- 투명하고 합리적인 전력 요금체계 조성	

\* 출처: 제20대 대통령직 인수위원회 110대 국정과제.

[그림 1] 신 정부의 에너지 신산업 정책 방향

### 2.2 스마트 에너지

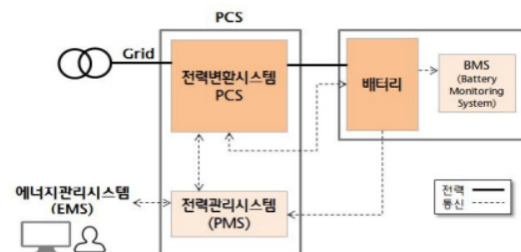
스마트 에너지 시스템은 전기, 열, 가스 Grid를 전

력 저장 기술과 결합해 개별적인 에너지 시스템 및 전체 에너지 시스템에 대한 최적의 해법을 제시하는 방식이다(Thellufsen et al., 2020; Lund, 2014; Connolly et al., 2013). 스마트 에너지는 일관성 있는 지속가능한 에너지 시스템을 구현하기 위한 에너지 패러다임 전환의 근거를 제공하기 위해 정의되었다(Lund et al., 2017).

스마트 에너지 시스템은 전기, 가스, 건물 및 산업 분야에서의 에너지 기술 제어 및 스마트 그리드 관제의 개념과 동의어로 사용되거나 전력 분야에서 제어 시스템이 광범위하게 적용되는 개념을 표현하기 위해 사용되었다. 지역사회 에너지 통합시스템이라는 보다 확장된 개념으로 사용되기도 한다(Chu et al., 2021; Mendes et al., 2011).

### 2.3 에너지 저장 시스템

에너지 저장 시스템(Energy Storage System)은 전력망의 전기에너지를 저장한 뒤에 필요할 때 다시 전기에너지로 변화하는 시스템을 의미한다(Guan, 2022). 이러한 과정을 통해 간헐적인 에너지원에서 전기를 생산하고 수요가 많거나 발전비용이 높을 때 또는 다른 발전수단을 이용할 수 없을 때 전기를 사용할 수 있다(Walawalkar, 2007). ESS는 휴대용 장치, 운송용 차량, 고정형 에너지 설비를 포함한 수많은 응용 분야가 있다(Koot, 2005).



\* 출처: 하나금융연구소 재인용.

[그림 2] ESS의 구성

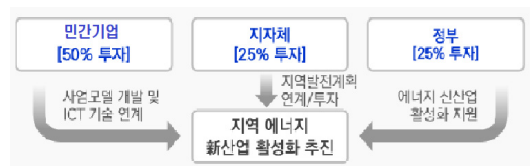
미국의 경우, 소규모 발전사업자들이 피크타임 전력수요의 1% 수준에 해당하는 ESS 설치 의무를 부

과하고 있다(강현준 외, 2016). 반면에 한국은 2016년부터 ESS 보급 확대를 위해 건물이나 공장에 도입할 경우, 피크타임 전력요금 절감액을 기본요금 절감액의 2배를 인하여주는 'ESS 전용 요금제'를 운영하고 있다. ESS 전용 요금제는 2015년에 처음 도입되었으며, 2017년 5월 개정되어 경부하 충전 전력량 요금 50% 할인, 기본요금 3배 추가 할인, ESS 용량에 따른 총 할인금액 추가 할인, 재생에너지와 함께 이용시 추가할인 등으로 혜택이 강화되었다(하나금융연구소, 2019). 또한 ESS를 태양광 발전소와 연계 운영할 경우 ESS를 통해 송전되는 전력량에 대해 신재생에너지 인증서(REC) 가중치를 5배로 부여해주는 제도를 시행하고 있다.

## 3. 스마트에너지에 기반한 에너지 신산업 모델

### 3.1 에너지 정책

ICT 기업이 주도하는 '지역 에너지 신산업 모델'은 신재생에너지 뿐만 아니라, ESS, 전기차 충전 인프라 및 스마트 조명 등과 같은 에너지 소비 인프라가 접목된 다양한 모델을 구성한 사업을 의미한다. 지역 에너지 신산업은 지역 커뮤니티 중심의 Micro Grid형 에너지 신시장을 창출하는 한편, 지역별 특성에 맞는 에너지 생태계를 구축하는데 기반이 될 것으로 기대되고 있다.



[그림 3] 지역 에너지 신산업 활성화 모델 개념

국내 ICT기업은 지방자치단체, 정부와 공동으로 지역 에너지의 자립화를 시발점으로, 대한민국의 신재생에너지 보급 및 육성모델을 선도하는 활성화 계획을 추진중이다. 활성화 계획은 Joint venture 성

격의 투자펀드를 모금하는 방식으로, 민간기업은 50% 투자를 부담하며 지방자치단체와 정부는 각각 25%를 투자해 에너지 신산업 모델의 성공에 대한 책임을 공동으로 부담하는 형태로 전개한다.

### 3.2 스마트에너지 기반 ESS 사례

ICT 기업 중심의 ESS사업은 핵심 운영시스템인 에너지 관리 시스템(EMS)을 개발해 건물의 에너지 절감이나 신재생에너지를 연계한 상용화를 추구하는 것이 핵심방향이다(강현준 외, 2016).

[그림 4]와 같이, KT는 통신 네트워크 기술과 전문 관제 노하우로 만들어낸 에너지 통합관제 센터(MEG)를 통해 스마트에너지 사업을 진행하고 있다. 빌딩 에너지 관리 시스템(BEMS), 공장 에너지 관리 시스템(FEMS) 기술을 확대하여 ESS 시스템의 두뇌에 해당하는 최적의 에너지 관리 시스템(EMS)을 자체 개발하고 있다.

#### 3.2.1 에너지 자립시설 구축

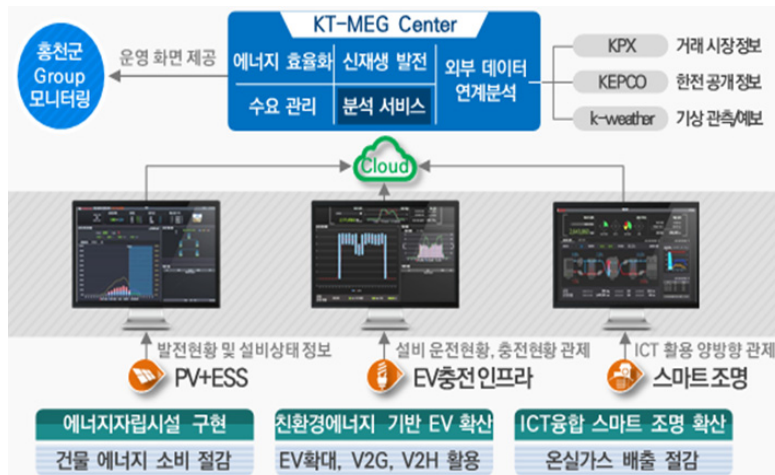
기존의 에너지 저장 시스템(ESS)용 EMS는 개별 사이트의 사용목적에 적합한 형태로 개발되어 주로 인버터업체에서 전력 관리 시스템의 형태로 공급되

어 왔다. 최근에 진화된 형태의 ESS는 피크타임 제어, 신재생에너지 안정화, 오프 그리드 전력망 제어, 주파수 조정 등의 알고리즘을 라이브러리 형태로 표준화함으로써 고객의 선택에 맞춤형으로 제공할 수 있도록 EMS에 장착되었다(Guan, 2022).

국내에서는 소프트웨어 기반의 SI업체가 EMS(Energy Management Service) 시스템 제조분야에 집중하는 반면, 통신기업인 KT는 인공지능 기반의 빅데이터 분석엔진을 탑재한 에너지 통합관리 플랫폼을 개발하여 고객맞춤형 ESS(Energy Storage Service) 컨설팅을 진행하고 있다.

첫 번째 단계로, EMS 통합 컨트롤러 기반의 플랫폼 기술을 적용하여 한 개의 EMS 시스템에 태양광, 풍력, 디젤 발전기 등 여러 형태의 발전원을 연결시키게 된다. 두 번째 단계로, 생산된 전력을 손실없이 송전하게 되며, 마지막 단계로 각종 기기들을 동시에 통합 운영할 수 있는 확장성을 구비하였다.

ESS는 현장에 설치된 EMS를 통해 에너지 통합관제 센터(KT-MEG)에 연결되어 종합적인 유지보수 서비스를 제공받게 된다. 실시간 전력 사용현황, 배터리 충전/방전 현황, 효율성 및 성과분석 등의 기본적인 정보가 취합되어 고객과 관리자에게 실시간으로 전달된다.



출처: KT제인용.

[그림 4] 에너지 통합 관제 시스템 모델



출처: KT 재인용.

[그림 5] 에너지 자립시설 체계

[그림 5]와 같이, KT의 에너지 통합관제 센터(MEG)는 전력사용 감축을 지시하는 예보서비스를 제공하고 있으며 고객의 모든 사업장에 5분 단위의 실시간 전력 계측장비를 설치하였다. 이를 통해 고객사별, 사업장별 전력 사용량을 모니터링하고 빅데이터 분석을 통해 철저하게 전력 사용량을 관리하고 있다.

### 3.2.2 전기차 충전시스템 구축

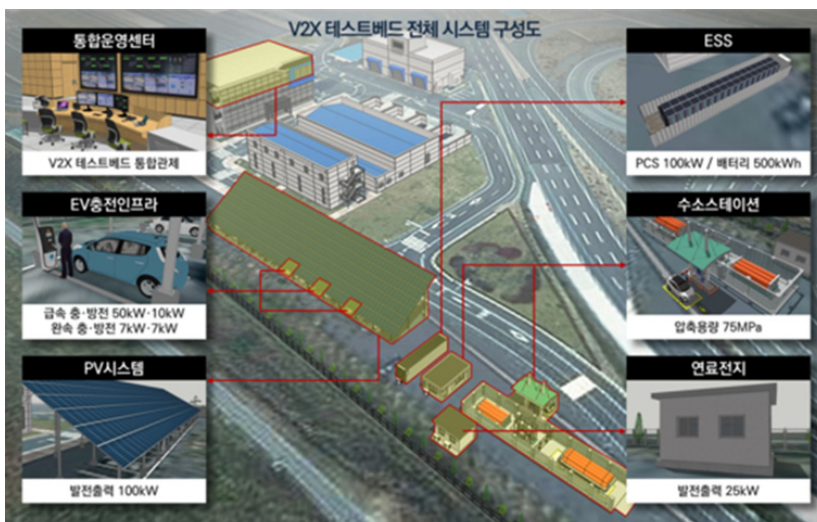
전기차를 도입하는 렌터카, 차량공유 등 법인사업자들은 충전기 설치와 전기차 충전 플랫폼, 모바일 전용 App을 포함한 맞춤형 충전 솔루션을 구축하고

있다. 환경부는 급속, 완속형 고정식 충전기 구축사업은 물론 세계 최초로 모바일 통신기반의 이동형 충전 서비스 상용화를 추진하였고, 공중전화 부스를 활용하여 공공형 전기차 충전기 보급사업을 추진하고 있다.

[그림 6]과 같이, Vehicle 테스트베드 구축사업은 태양광 발전소의 구축, 이로부터 생산된 전기에너지를 저장하는 시스템(ESS), 생산 또는 저장된 전기를 이용한 전기차 충전 시스템, 수소차를 충전하는 수소 스테이션, 수소 연료전지, 그리고 이 모든 설비들을 관제 운영하는 통합관제센터 구축 등이 주요 사업이다. ICT기업들은 전기차 배터리 등을 이용한 피크타임 관리와 전력부하를 관리하는 비즈니스 모델을 개발하고 사업을 실증할 계획이다.

### 3.2.3 ICT융합 스마트조명 구축

스마트조명 사업은 기존 메탈할라이드 가로등을 LED 조명으로 대개체하여 40% 이상의 전력사용량을 절감하고, 에너지 관제센터에서 주변환경(통행량, 조도, 계절 등)을 고려한 Dimming 기능을 작동시켜 15% 이상의 추가 에너지 절감과 동시에 실시간 전력 모니터링을 시행하고 있다.



출처: KT재인용.

[그림 6] Vehicle 테스트베드 전체 시스템 구성도



출처: KT제인용.

[그림 7] LED 가로등 교체 이전



출처: KT제인용.

[그림 8] LED 가로등 교체 이후

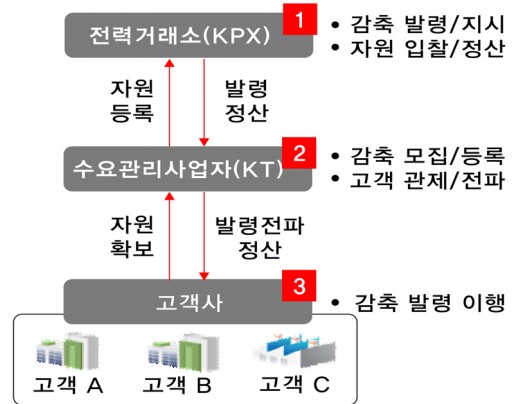
### 3.3 전력 수요관리(Demand Response)

전력 수요관리(Demand Response)는 고객이 절약한 전기를 발전소에서 생산한 발전 전력과 동등하게 전력거래 시장에서 판매하는 사업이다(이재용, 2018).

발전용량 대비 전력사용량이 급증하는 추세에서 발전소의 예비공급량이 현저히 부족한 상황이 발생하면 대규모 정전사태가 발생할 가능성이 증가하게 된다. 이러한 이유로 발전소에서 생산된 전기가 아닌 전력수요자가 절감한 전기도 거래되는 Demand Response 시장이 형성되면서 정전사태를 미연에 예방하는 많은 효과가 있을 것으로 예상된다.

Demand Response 사업에 참여하고자 하는 고객은 수요관리사업자에게 절감할 수 있는 전력 용

량을 선제 등록하고, 전력거래소의 요구에 따라 사용하던 전력을 일정시간에 아껴 사용하면 된다. 전력을 대규모로 사용하는 고객사인 공장, 빌딩 등이 다수 참여함으로써 Demand Response 사업의 밸류체인이 형성되었다.



출처: KT제인용.

[그림 9] Demand Response 사업 생태계 개념

## 4. 결 론

세계 각국에서 온난화에 따른 이산화탄소 배출에 대한 이슈가 대두되고 있으며, 우리나라 역시 탄소 배출이 높은 에너지 분야에서 탄소감축을 위한 대안으로 전력신산업의 중요성이 증대되고 있다. 미국 등 선진국들은 신재생에너지, ICT 기술을 접목한 전력산업에 대하여 적극적인 투자를 진행하고 있으며, 일부 국가는 신재생에너지 분야를 중심으로 전력신산업이 이미 상용화되고 있는 단계에 있다.

본 연구는 스마트 에너지 시스템이 지역의 ESS, 전기차 충전 인프라, 스마트 조명 등과 같은 형태의 전력산업 모델과 결합한 상태에서의 사업활성화 가능성에 대해 설명하였다. 첨단 정보기술과 에너지 소비 인프라가 접목된 다양한 사업모델을 제시하였으며, ICT 기업의 스마트 에너지 시스템 사례 연구는 에너지 저장 시스템(ESS)과 전력 인프라 요구사항에 대한 총체적이고 경제적인 솔루션으로서 미래

사회에서 지속가능한 에너지 해결방안으로 적용될 수 있는 가능성을 보여주었다. 이처럼 에너지 저장 시스템(ESS) 및 인프라 설계를 통해, 스마트 에너지 시스템은 보다 효율적이고 경제적인 솔루션을 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 한국은 2016년부터 국내 ESS 보급 확대를 위해 요금을 인하해주는 적극적인 정부정책을 펼치고 있어 국내 ESS 시장이 본격 성장할 것으로 기대되고 있다.

특히, [그림 2]에서 제안했던 “지역 에너지 신산업 활성화 사업은 ICT기업과 에너지공기업, 지자체가 ESS, 전기차 충전인프라 및 스마트조명 등과 같은 에너지 소비인프라까지 접목하여 구성한 사업모델이다. 총 투자비용으로 신재생에너지 전기를 생산하는 발전시설을 건설하며, 조성시설을 운영하면서 판매한 발전수익으로 이익을 창출하는 구조이다. 더불어 에너지 통합 관제 시스템을 통해 정확한 발전량 분석과 통합관리로 매년 에너지비용을 절감할 수 있으며, 탄소배출을 줄이는 환경적 효과까지 누릴 수 있다.

반면에, 전력 신산업 활성화와 성공을 위해서는 몇 가지 과제와 선결요건이 필요한 것으로 보인다. 스마트 조명 분야에서는 메탈할라이드 조명을 LED로 교체하는 기본적인 수준의 대안보다는 조명과 지능형 CCTV, 경광등 센서, 교통신호 체계와 연계할 수 있는 사물인터넷(IoT) 솔루션 개발이 요구된다.

단기적으로는, 전력 신산업 분야 중 기초적인 단계인 ESS를 시작으로 사업화가 가능한 분야에 기업의 적극적 기술투자과 참여를 이끌어내야 할 것으로 보인다. 중장기적 관점에서는, Smart Energy 산업의 성공을 위해 경제성 검증은 거친 후에 전체적인 도시정책과의 조화가 필요하며, 산업의 발전과 경제적 성과를 창출할 수 있도록 정부 및 지방자치단체와의 긴밀한 협력이 선결요건이라고 보여진다.

## 참고문헌

강현준, 이준태, 김천석, “에너지 신산업 기술동향 및 전력분야 비즈니스 모델 연구”, 한국전자통신학

회 논문지, 제11권, 제8호, 2016, 773-782.

김지효, “에너지전환 시대의 신산업 추진 현황 및 정책 방향 연구”, 에너지경제연구원, 2020, 1-157.

손성용, “기술혁신 기반의 해외전력신산업과 인공지능(AI)”, *전기저널*, 제514호, 2019, 32-37.

이재용, “전력산업의 신에너지·환경기술 글로벌 TOP 연구소 목표: 미세먼지 및 온실가스 저감기술 분야 주도적 역할 수행 전력산업 개도국 아닌 선도국... First Mover 위해 최선” *Electric Power*, 제14권, 제3호, 2020, 98-101.

이재용, “DR과 접목한 에너지신산업분야 융복합사업 진출”, *Electric Power*, 제12권, 제7호, 2018, 30-30.

하나금융연구소, “국내 에너지저장장치(ESS) 현황 및 전망”, 2019.

한국스마트그리드협회, “전력에너지 신산업 활성화를 위한 제도 연구”, 산업통상자원부, 2016.

Chu, W., W. He, Q. Jiang, S. Zhang, Z. Hu, G. Xu, Y. Yuan, and J. Fan, “Optimization of operation strategy for a grid interactive regional energy system”, *Energy and Buildings*, Vol.250, 2021, 111294.

Connolly, D., H. Lund, B.V. Mathiesen, P.A. Østergaard, B. Möller, S. Nielsen, and P. Sorknæs, “Smart energy systems: holistic and integrated energy systems for the era of 100% renewable energy”, Aalborg University, Denmark, 2013.

Guan, M., “Scheduled Power Control and Autonomous Energy Control of Grid-Connected Energy Storage System (ESS) With Virtual Synchronous Generator and Primary Frequency Regulation Capabilities”, *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol.37, No.2, 2022, 942-954.

Koot, M., J.T. Kessels, B. De Jager, W.P.M.H. Heemels, P.P.J. Van den Bosch, and M. Steinbuch, “Energy management strategies

- for vehicular electric power systems”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.54, No.3, 2005, 771–782.
- Liu, F., J. Liu, H. Zhang, and D. Xue, “Stability issues of Z+ Z type cascade system in hybrid energy storage system (HESS)”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, Vol.29, No.11, 2013, 5846–5859.
- Lund, H., “Renewable energy systems: a smart energy systems approach to the choice and modeling of 100% renewable solutions”, Academic Press, Burlington, USA, 2014.
- Lund, H., P.A. Østergaard, D. Connolly, and B.V. Mathiesen, “Smart energy and smart energy systems”, *Energy*, Vol. 137, 2017, 556–565.
- Mendes, G., C. Ioakimidis, and P. Ferrão, “On the planning and analysis of Integrated Community Energy Systems: A review and survey of available tools”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.15, No.9, 2011, 4836–4854.
- Olivier, J.G., K.M. Schure, and J.A.H.W. Peters, “Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions”, PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, The Netherlands, 2017.
- Thellufsen, J.Z., H. Lund, P. Sorknæs, P.A. Østergaard, M. Chang, D. Drysdale, S. Nielsen, S.R. Djørup, and K. Sperling, “Smart energy cities in a 100% renewable energy context”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.129, 2020, 109922.
- Walawalkar, R., J. Apt, and R. Mancini, “Economics of electric energy storage for energy arbitrage and regulation in New York”, *Energy Policy*, Vol.35, No.4, 2007, 2558–2568.



## ◆ About the Authors ◆

**신재우 (kucc89@hotmail.com)**

고려대학교 경영학과 학사, Purdue대학교 MBA, 연세대학교 정보시스템학박사를 취득했으며, 현재 BC카드 데이터결합사업 TF 팀장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 디지털 컨버전스, 핀테크, 스마트 에너지, ESG 및 저탄소 정책, e-business, IT정책경영 등이다.