2020년 4/4분기

전기 · 에너지 · 자원 인적자원개발위원회(ISC) 이슈리포트 (ISSUE REPORT)

■ 스마트/마이크로그리드 분야 전문인력 양성 방안

전기·에너지·자원산업
인적자원개발위원회

목 차

스마트/마이크로그리드 분야 전문인력 양성 방안

(요 약) ····· 1

Ⅰ. 스마트/마이크로그리드 개요 ····· 3

Ⅱ. 스마트/마이크로그리드 정책 및 기술 동향 ····· 8

Ⅲ. 스마트/마이크로그리드 시장현황 ····· 16

Ⅳ. 스마트/마이크로그리드 분야 전문인력 양성 ····· 22

Ⅴ. 결론 및 제언 ····· 27

[부 록] ····· 29

□ 비상업 목적으로 본 보고서에 있는 내용을 인용 또는 전재할 경우 내용의 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있으며, 보고서 내용에 대한 문의는 아래와 같이 하여 주시기 바랍니다.

□ 전기・에너지・자원산업 인적자원개발위원회 사무국
- 이기일 팀원 (02-3219-0597, leegiil@keca.or.kr)

□ 본 이슈리포트 작성은 한국전기산업진흥회 오성하 팀장이 작성하였습니다.

요 약

□ 스마트/마이크로그리드 분야 전문인력 양성 방안

1. 스마트/마이크로그리드의 기술 개요

○ 스마트그리드는 지능형(Smart) + 전력망(Grid)의 합성어로 기존 전력망에 정보·통신을 접목한 융복합 기술로 에너지 소비 관리 및 전력의 수요관리를 통해 에너지관리를 원활하게 하는 차세대 전력인프라 시스템임.

○ 마이크로그리드(Microgrid)는 분산 에너지 자원을 수용해서 소규모 단위로 에너지의 공급과 수요를 관리하는 지역 전력망이며, 신재생에너지원에 국한되지 않고 다양한 분산에너지 자원을 경제적으로 조합해 해당 구역에 필요한 에너지를 경제적으로 공급하는 지역적 커뮤니티 그리드임.

2. 스마트/마이크로그리드의 정책 및 기술 동향

○ 2009년 12월부터 3년 6개월간 추진된 제주 실증사업을 기반으로 2015년에는 에너지신산업 활성화를 위한 “2030 에너지신산업 확산 전략”을 수립하고 에너지신산업 중장기 추진계획을 달성하기 위해 100조원 규모의 시장창출, 50만명 고용창출, 5,500만 톤의 온실가스 감축을 추진하고 있음.

○ 중앙집중식 전력공급 확대에서 효율 향상 및 수요관리 중심의 분산전원 확산으로의 정책변화를 위해 태양광, 풍력 등 신재생에너지 발전원과 에너지저장장치(ESS)를 연계한 마이크로그리드가 가장 효과적인 대안으로 대두되었으며, 소규모 커뮤니티 기반의 기술 분야에 대한 관심이 고조됨.

3. 스마트/마이크로그리드 시장현황

○ 스마트그리드 시장규모는 2023년까지 연평균 4.9% 증가 추세를 보일 것으로 전망하고 있으며 수요중심, 신재생에너지 확대 등으로 新에너지 기조에 대응하기 위한 에너지 시스템 전환의 필요성에 따라 스마트그리드 시장은 지속적으로 발전할 것으로 예상하고 있음.

○ 전 세계의 마이크로그리드 설비 총 용량은 2019년 기준 9.5[GW]급으로 추정되며 약 16.9[%]의 연평균 성장률로 2022년까지 총 15[GW] 이상이 확보될 것으로 전망됨. 이 중 태양광발전 기반의 마이크로그리드는 2022년까지 연평균 29[%]대의 성장률을 보일 것으로 예상되고 있음.

ㅇ 스마트/마이크로그리드를 구성하는 시스템의 다양성에 따라 이러한 시스템들이 유기적인 동작 특성이 보일 수 있도록 관련 표준이 다양한 영역에서 개발되고 있으며 해외 표준화 동향 역시 미국을 비롯한 EU, 일본 등 선진국 중심의 신기술 표준 개발 및 표준 전력 IT 인프라 구축사업 등이 국가별로 진행하는 상황임

4. 스마트/마이크로그리드 교육과 전문인력 양성

ㅇ 지능형전력망의 구성은 에너지저장시스템(ESS), 지능형원격검침인프라(AMI), 분산전원, 에너지관리시스템(EMS), 배터리(2차전지), 전기차(EV), 신재생에너지 등으로 에너지신산업의 핵심기술 요소이며, 이와 관련된 교육과정 설계와 유기적인 운영을 통한 전문인력 양성이 필수임.

ㅇ 마이크로그리드는 기존의 일반 전력시스템과는 차별화된 구조로 해당 지역의 신재생에너지 자원을 에너지저장장치를 활용하여 통합관리하는 방식임. 이에 마이크로그리드를 설계, 계획하는 고급과정과 운영, 관리하는 전문인력 과정 등의 수준별 단계에 따른 교육 운영을 통해 내실화 방안이 마련되어야 함.

5. 결론 및 제언

ㅇ 스마트/마이크로그리드는 분산전원 등의 에너지 기술과 ICT 기반의 통신, 제어 기술을 융합하여 기존의 전력공급 체계에서 발생하는 전력손실, 발전설비 입지 확보 등의 문제 해결과 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 미래의 전력망으로 국가적 관심을 받고 있는 분야임.

ㅇ 신기후체제의 선도적인 대응을 위한 ‘재생에너지 3020 정책’에 따른 사유재 형태의 에너지 시스템 증가와 이를 계통에 수용하거나 자체적으로 최적 운영할 수 있는 플랫폼이 필수적인 환경을 토대로 에너지자립섬, 산업단지 및 캠퍼스 마이크로그리드 프로젝트등을 기반으로 한 전문인력 양성을 위한 교육이 필요함.

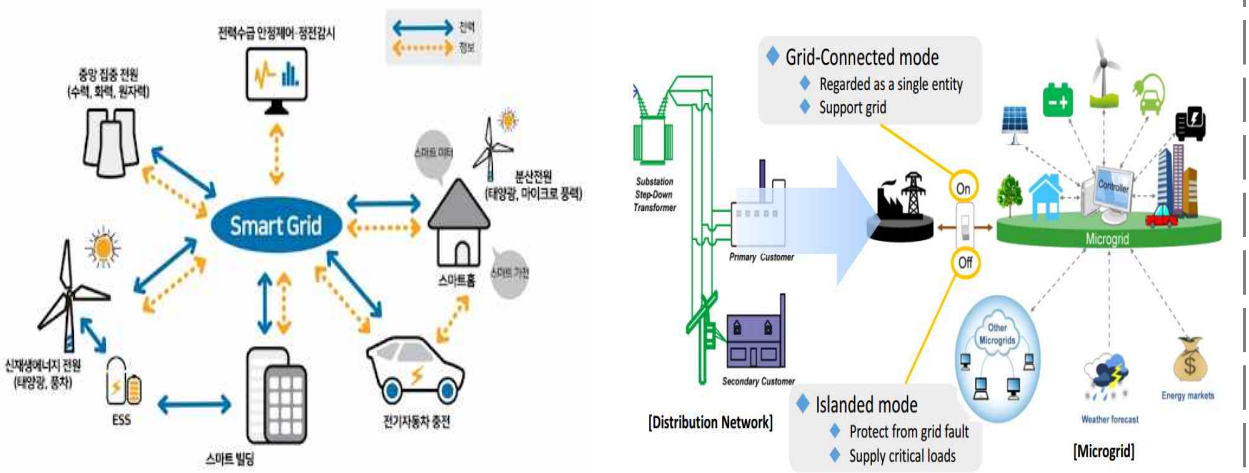
Ⅰ 스마트/마이크로그리드 개요

□ 스마트/마이크로그리드 개념

○ 스마트그리드란 공급자 중심의 전력망에 정보통신 기술인 실시간 정보교환 및 처리 기술을 적용하며, 전기 관련 공급자와 사용자 간에 실시간으로 정보에 대한 교환을 통해 전기의 수요/공급에 대한 관리가 가능한 시스템으로 에너지 이용효율을 극대화 하는 전력망임.

○ 마이크로그리드는 분산 에너지 자원을 수용해서 소규모 단위로 에너지의 공급과 수요를 관리하는 지역 전력망이며, 기존 중앙집중식 광역 전력 시스템으로부터 분리 운영이 가능한 국소적인 전력공급시스템으로 수용가 분산전원 및 신재생에너지원, 에너지저장장치 등으로 구성됨

[그림 Ⅰ - 1] 스마트/마이크로그리드 개념도



* 출처 : 광주과학기술원, 2019

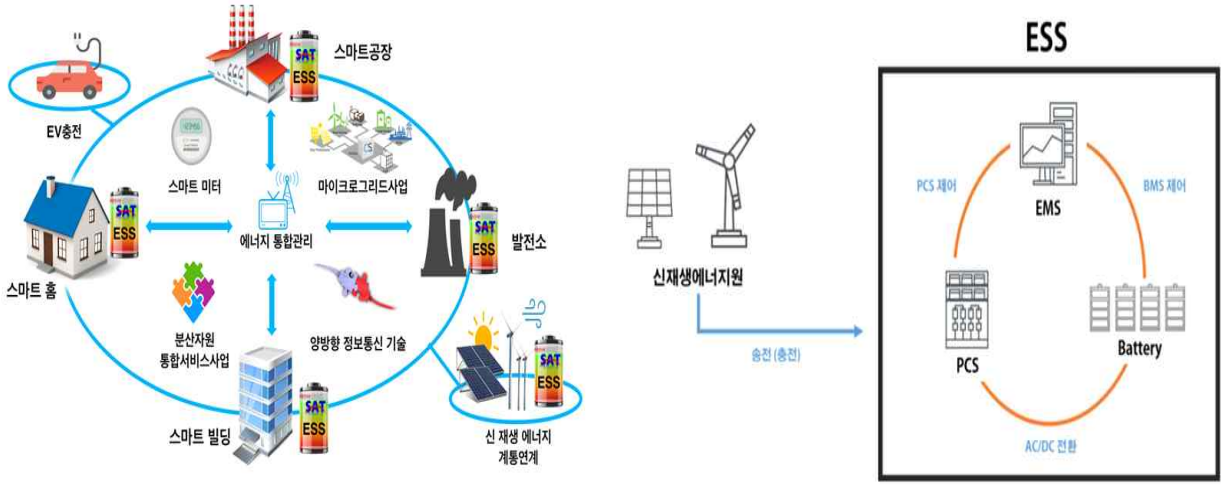
□ 스마트/마이크로그리드 구성요소

○ 스마트/마이크로그리드 구성은 에너지저장시스템(ESS), 지능형원격검침인프라(AMI), 분산전원, 에너지관리시스템(EMS), 배터리(2차전지), 전기차(EV), 신재생에너지 등으로 에너지신산업의 핵심기술 요소임

- (ESS, Energy Storage System) 전력 인프라를 구성하는 핵심 기술로 에너지를 배터리에 저장하여 전력이 필요한 시기에 에너지를 효율적으로 공급하는 시스템이며 저장장치와 연계(PCS), 관리(PMS) 장치를 포괄함

- 교류(AC) 전력계통으로 직류(DC) 전력 저장장치를 사용하므로 에너지저장장치 외에도 원활한 연계를 위한 전력변환시스템(PCS), 전력관리시스템(PMS)이 필요하고 이를 에너지저장시스템이라 정의

[그림 Ⅰ - 2] ESS 개념 및 구성

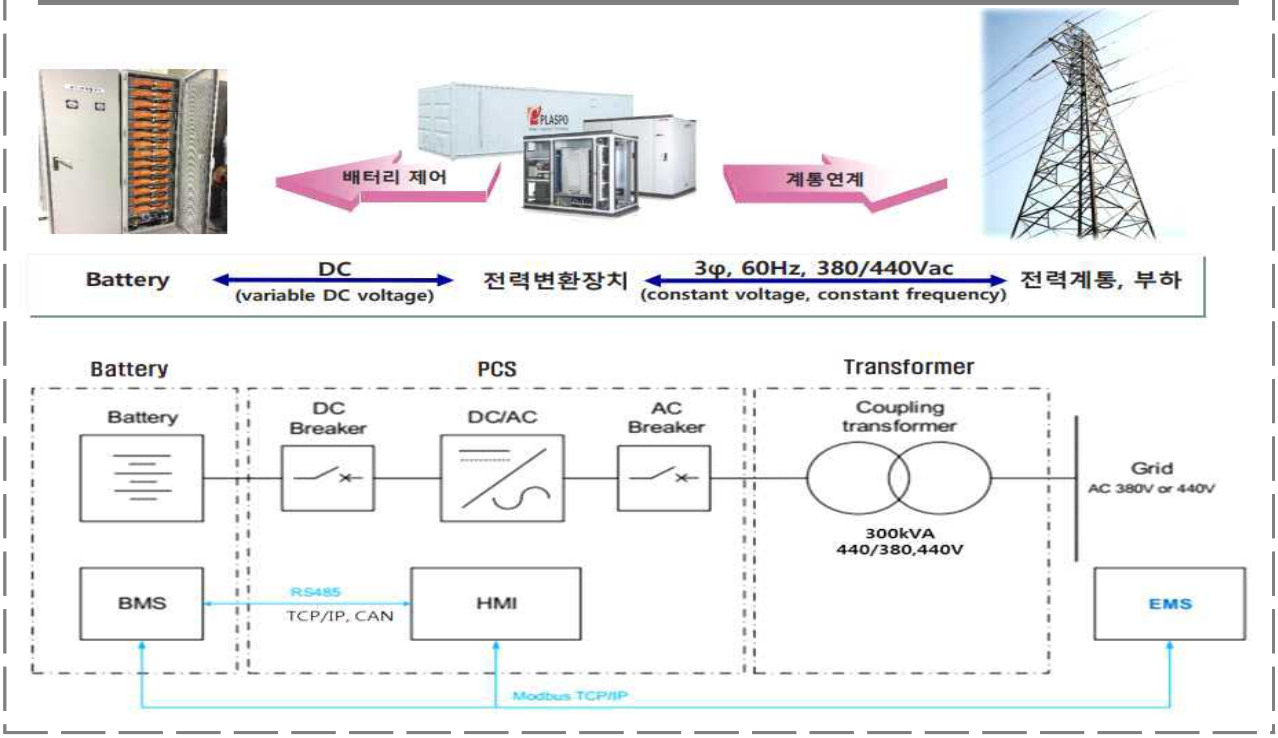


* 출처 : 한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원, 전문인력양성 강의자료, 2020

- (PCS, Power Conditioning System) PCS는 전원과 부하사이에 전압, 전류, 주파수(직류포함)위상, 상수 중 하나 이상을 변환시키는 전력변환시스템으로 마이크로그리드의 다양한 전원에서 생성된 전기는 주파수, 전압 및 AD/DC 전류 등 다양한 형태로 존재하기 때문에 사용목적에 맞게 적절한 형태의 전기로 변환이 요구됨

- PCS는 사용목적에 맞게 DC의 AC전환 혹은 AC의 DC전환, 전류/전압/주파수의 필요값 조정을 수행하며 ESS의 핵심 구성요소로 ESS용 PCS는 에너지저장장치의 직류전력을 전력 계통연계기준에 부합한 교류전력으로 변환하여 공급하거나, 교류전력계통으로부터 교류전력을 에너지저장장치의 직류전력으로 변환하는 양방향 전력변환의 동작이 요구됨

[그림 Ⅰ - 3] ESS용 PCS 구성



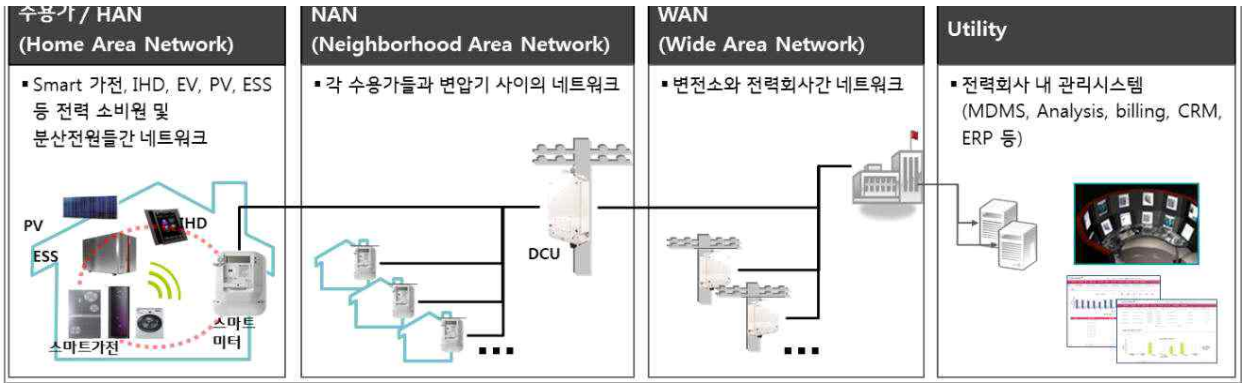
* 출처 : 한국IR협의회, 혁신 2020-3, 2020

- (STS/IED, Statics Transfer Switch/Intelligent Electronic Device) 마이크로그리드 전력계통 연계지점에서 계전 알고리즘을 통해 전력계통 및 마이크로그리드 내부 계통을 보호하는 계전기의 기능과 전압/전류 등의 계측 요소와 전력품질 요소를 검출하여 이상 검출 시 마이크로그리드를 전력계통으로부터 빠르게 분리하는 역할을 하는 정지형 스위치가 결합된 장치

- 해당 장치를 통해 계통사고가 발생하거나 전력품질 저하 시, 이를 검출하여 마이크로그리드를 계통에 재동기(Re-synchronization)하며 배전계통을 보호하고 안정적인 전력 공급

- (AMI, Advanced Metering Infrastructure) 각 가정에서 사용하는 전력 사용량을 자동으로 검침하고, 그 정보를 통신망을 통해 전달하는 지능화 전력량계인 스마트미터를 활용하여 전력 사용 현황을 자동 분석하는 기술로 이를 통해 소비자에게 실시간 요금 단가와 정보 및 에너지 사용패턴 등을 분석한 정보 제공이 가능함

[그림 Ⅰ - 4] AMI 시스템 구성요소

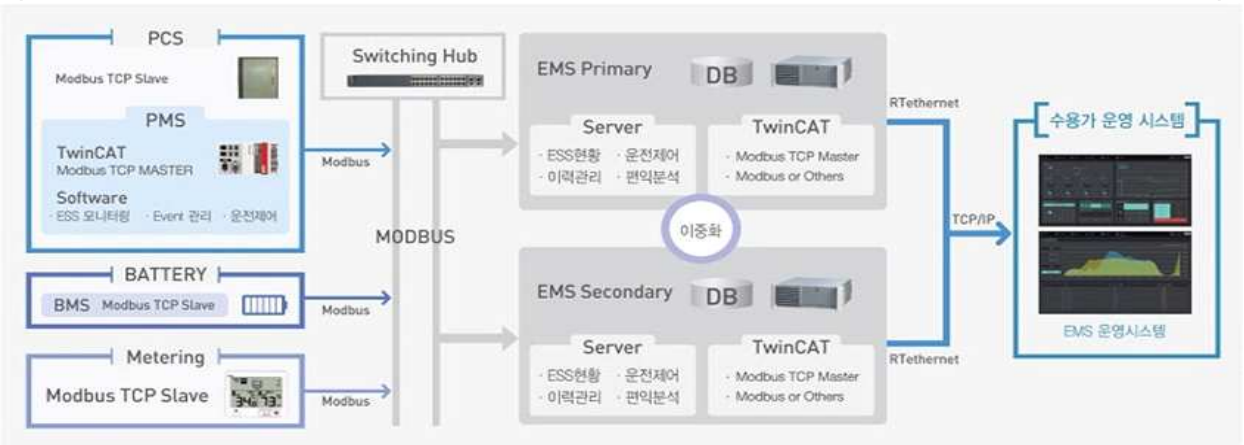


* 출처 : 한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원, 전문인력양성 강의자료, 2020

- 스마트미터, 통신설비, MDMS(Meter Data Management System), AMI 운영 시스템으로 분류 가능하며 기존 계량시스템과 비교시 검침 비용 감소 및 정확한 데이터 수집이 가능하고 전력망 원격감시, 부하차단 등의 기능도 병행가능

- (EMS, Energy Management System) 에너지의 생산, 공급 및 소비가 이루어지는 전과정의 각종 데이터를 수집하여 에너지나 비용 측면의 효율적인 관리가 가능하도록 지원해주는 시스템이다. 이를 위해 데이터 분석을 통한 예측, 가이던스, 직접적 제어 또는 지시, 실적정보 제공 등 다양한 기능을 수행하며, 관리 대상이나 범위, 목적에 따라 그 기능이나 명칭이 분류됨

[그림 Ⅰ - 5] EMS 구성



* 출처 : 한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원, 전문인력양성 강의자료, 2020

- EMS는 마이크로그리드 내 전력의 생산, 공급, 소비에 이르는 전 과정에 있어서 에너지 관리를 위한 필수적인 구성요소로 기존 시스템(Legacy System)이나 장치와 연계하거나 독립적인 시스템으로서 효율적인 에너지 운영이 가능하도록 에너지의 생산 및 소비 현황을 감시, 제어를 지원

- EMS는 기상 정보, 소비 패턴 등에 기반한 예측 알고리즘을 통해 발전량 및 수요량에 대해 예측하며, 산출된 예상량과 시장 현황을 고려하여 발전 장비, 저장장비 등 제어 가능한 장비에 대한 최적의 운전 계획을 수립

- EMS는 그 물리적 구성, 기능 및 역할, 적용 목적 및 범위에 따라 다양하게 분류되고 있으며 물리적 구성요소, 구현을 위한 기준 요건 측면에서 기술의 발전이 진행중

- EMS는 다음 3가지 요소로 구성

  ✓ 운영시스템 : Sever, Dashboard 등

  ✓ 통신시스템 : Switching Hub, Gateway 등의 Network 장치

  ✓ 통신변환장치 : 비통신 센서나 계측장치의 전기적 신호를 통신신호로 변환하여 전송하거나, 수신한 데이터를 전기적 신호로 변환하는 장치

□ 스마트/마이크로그리드 필요성

○ 지난 2011년 9월 발생한 대규모 순환 정전 사태로 인해 그동안 역점을 두어 추진해 왔던 중앙집중식의 대규모 전력생산 및 공급계획을 전면적으로 수정할 수 밖에 없는 상황에 이르렀으며, 수요관리를 통한 전력피크 억제 등의 운용계획 없이는 공급 확충을 통한 전력망 안정에 한계가 있다는 인식과 정책 방향의 전환이 확산됨

○ 스마트/마이크로그리드는 신재생에너지, 전력저장장치, ICT산업 등 다양한 산업들과의 시너지를 극대화 할 수 있는 융복합 기술로 전세계적으로 환경문제 및 신재생에너지에 대한 관심이 높아지면서 소규모 커뮤니티 기반의 마이크로그리드 시장의 증폭적인 확대가 예상되고 있음

Ⅱ 스마트/마이크로그리드 정책 및 기술동향

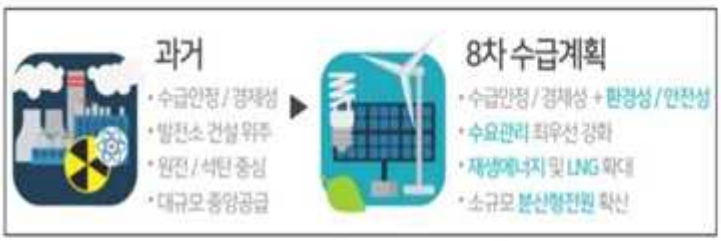
□ 스마트/마이크로그리드 국내 정책 동향

○ 정부는 신기후체제의 선도적 대응을 위해 ‘재생에너지 3020 정책(재생에너지 비율을 2030년까지 20%로 확대)’을 발표하였고, 이에 사유재 형태의 에너지 시스템이 급격하게 증가할 것으로 예상하여 이를 계통에 수용하거나 자체적으로 최적 운영해 나갈 수 있는 플랫폼의 필요성이 강조됨

[그림 Ⅱ - 1] 정부의 재생에너지 목표와 탈원전 정책

<에너지 3020 정책>

<탈원전 로드맵>



* 출처 : 정부,“제8차 전력수급기본계획(2017-1031)(안) 국회 보고 (보도자료), 2017

○ 산업부는 신기후체제 대응방안으로 ‘2030 에너지신산업 확산전략’을 추진 중이며, 전력 수요자원 거래시장(에너지 프로슈머시장), 에너지자립섬, 에너지저장장치(ESS), 친환경 에너지타운과 같은 수요관리 분야를 지원중

- 2022년까지 총 2조원을 투자하는 전기·가스 AMI 보급계획을 통해 에너지 컨설팅, 분산자원관리 등 관련 비즈니스 활성화 지원 및 AMI 기반 전국 스마트 그리드 보급

- ‘기후변화 대응 에너지신산업 창출방안’ 마련을 통해 에너지관리 통합서비스 사업 및 독립형 마이크로그리드 사업 추진

[표 Ⅱ - 1] 유형별 마이크로그리드 확산 목표

구분	캠퍼스	산업단지	유인도
목표	권역별 대표사업 발굴·확대(전국 10개소 이상)	단지별 특성을 고려한 실증을 통해 100개소 이상 발굴	울릉도 등 6개 도서('15) 에서 국내 유인도의 절반으로 확대('30)

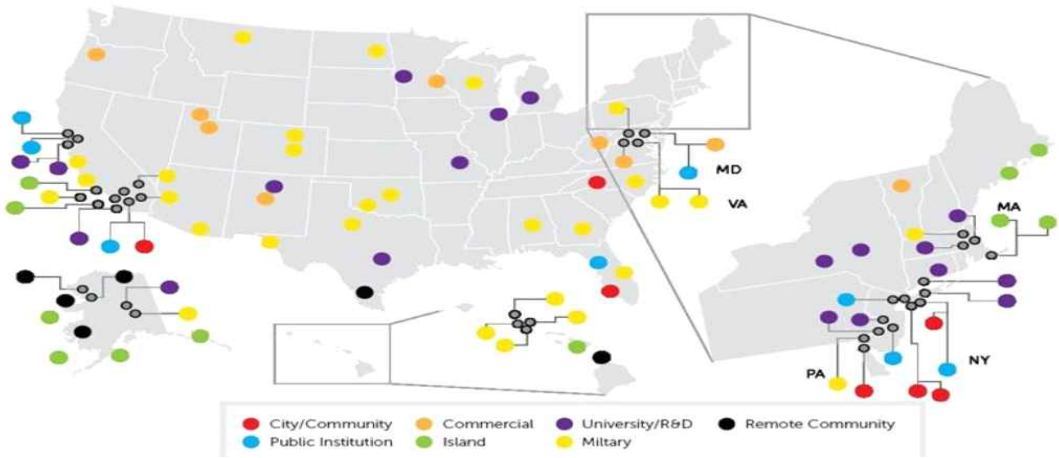
* 출처 : 한국IR협의회, 혁신 2020-3, 2020

□ 스마트/마이크로그리드 국외 정책 동향

○ 세계의 에너지산업 주요국들은 신재생에너지 연계 발전 및 에너지 효율 향상을 목표로 국가적 차원의 신재생 분산발전, 스마트그리드, ICT 연계 에너지 효율성 개선 등의 수요관리 관련 연구개발을 추진하고 지원제도를 통한 기술경쟁력 확보를 추진

- (미국) 전기 조달 및 에너지 인프라 현대화에 45억 달러 이상을 투자하였으며, 2025년까지 총 1,770억 달러를 추가 투자할 계획

[그림 Ⅱ - 2] 미국의 마이크로그리드 프로젝트 분포



* 출처 : 융합연구정책센터, 마이크로그리드 산업동향 2017

- (중국) 에너지발전 13.5계획(2016~2020년) 발표를 통해 전력망 운영구조 최적화 및 분산형 신재생 에너지 발전원 개발 및 에너지저장, 스마트 전력, 에너지 다원화 응용기술 프로젝트 추진중

- (일본) 에너지 혁신전략을 통해 산업/상업/가정/수송 부문별 수요 측면의 에너지 사용실태를 분석하는 기술 등 혁신적 에너지관리 기술 실현 및 신재생 에너지 기반의 분산형 에너지 시스템 활용을 촉진하고 있으며 2024년까지 모든 가정에 스마트 미터 보급을 통한 스마트그리드 인프라 확장을 목표로 설정

- (EU) 에너지 2020 전략에 따라 분산자원을 각 도시의 인프라 구조에 통합하여 신뢰성 높고 경제적인 도시형 마이크로그리드 구축을 추진하고 있으며, 'Grid 4 EU' 프로젝트를 통해 이탈리아, 스페인, 독일 등 유럽 전역에서 마이크로그리드 기술 검증 및 연구 추진

[그림 Ⅱ - 3] 유럽연합 Grid 4 EU 참여기업

* 출처 : 융합연구정책센터, 마이크로그리드 산업동향 2017

□ 스마트/마이크로그리드 국내 기술 동향

○ 대표적인 스마트그리드 실증 프로젝트는 2009년부터 2013년까지 진행된 제주 스마트그리드 실증사업이며 이를 통해 스마트그리드 전력시장개설과 스마트그리드 환경구축 및 관련기술 검증들을 목표로 한전, SK, KT등 12개 컨소시엄 규모 2,139억원이 투입되었고 5개 분야의 비즈니스 모델을 발굴

[표 Ⅱ - 2] 스마트그리드 5개 비즈니스 모델

분야	주요 실증내용	컨소시엄
Smart Power Grid	▶지능형 송/배전망 구축 - 전력망의 지능화 및 자동복구체계 구축	한전
Smart Place	▶소비자 중심의 에너지 효율화 - 소비자·공급자간 양방향 통신 기반의 효율적 에너지 수요·공급 체계 구축	한전, LG전자 KT, SKT
Smart Transport	▶전기 운송 수단 확대 기반 구축 - 전기자동차의 운행 핵심기술 확보 및 중앙관제 시스템 구축	한전, GS 칼텍스 SK이노베이션
Smart Renewable	▶녹색에너지 활용 기반 구축 - 신재생에너지원의 전력계통 연계 및 마이크로그리드 운영 플랫폼 구축	한전, 포스코ICT 현대중공업
Smart Elec. Service	▶신전력서비스 활성화 - 통합운영센터 구축. 신전력서비스 설계	한전·거래소

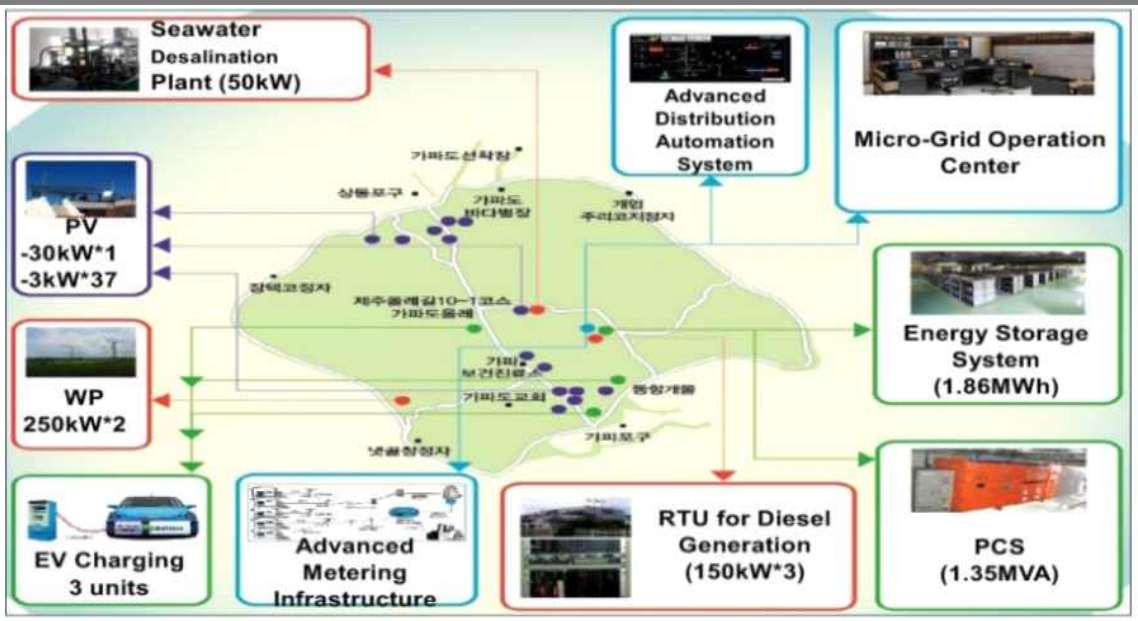
* 출처 : New & Renewable Energy Vol.12, 주요 선도국 스마트그리드 실증 추진전략 및 성과비교, 2016

○ 스마트/마이크로그리드의 경우 신재생 수용과 전력수요 대응 등에 있어 미래 전력망으로서의 역할이 크지만, 경제성 및 상용화 측면에서 해결해야 할 법적/제도적 한계가 존재하고 있다. 계통 그리드에서 분산 에너지 자원의 영향을 제한하거나, 안전 문제로 인한 단독운전 방지 등 계통 연계 접속 기준과 가이드라인은 마이크로그리드의 독립운전과 완전 배치되는 기능을 포함

○ 한전의 일방 전력 공급에서 벗어나 신재생·분산 자원 기반의 마이크로그리드로 급격한 전환이 이루어지고 있으며 에너지신산업에 의한 융합에너지 ICT 공공 인프라 망을 구성하기 위한 에너지 ICT 기반 기술의 개발이 활발하게 진행중

○ 마이크로그리드 기반 기술 중 전력거래를 통한 최적 경제성 확보를 위한 에너지저장장치 최적 제어에 관한 연구가 지속적으로 진행되고 있으며, 마이크로그리드가 적용된 에너지자립섬을 활용한 산·학·연의 시범사업 및 연구 프로젝트들이 빠른 속도로 진행중

[그림 Ⅱ - 4] 에너지자립섬 마이크로그리드 적용(제주시 가파도)



* 출처 : 탈핵에너지학회, 학술회의자료 2019

○ 제주시 가파도 마이크로그리드(에너지자립섬)

- 태양광 발전 30kW 1개소, 3kW 38개소가 설치되어 있으며, 풍력발전은 250kW 2개소가 설치됨
- 에너지저장장치로는 1MWh 리튬배터리, 860kWh 납축전지를 사용하였으며 인버터는 350kVA, 1,000kVA 2대로 구성되어 각각 납축전지와 리튬배터리에 연결되어 전력을 공급
- 매년 776톤의 이산화탄소 배출 감소 및 30만L의 발전연료 절감, 독립형 마이크로그리드 시스템 구축 엔지니어링 능력과 표준모델 개발

○ 진도군 가사도 마이크로그리드(에너지자립섬)

- 국내최초 EMS 기반 에너지 자립섬으로 풍력 400kW, 태양광 314kW, 배터리 3MWh 설치 및 계통연계 운전 성공
- IEC 61970 국제표준 기반 MG-EMS 및 국내 최초 독립형 마이크로그리드 응용 S/W (4종) 개발
- 마이크로그리드 구축 이후 발전단가 경감 및 연간 607톤의 탄소배출량 감소
- 도서 지역 연료비 및 유지보수비 50% 이상 절감 효과와 디젤발전기와 독립형 마이크로그리드의 경제성 비교 데이터 확보

○ 한국은 한국에너지기술평가원을 통해 지능형검침인프라(313억원), 에너지저장장치(33억원), 스마트그리드 시스템(55억원) 기술개발에 투자

- 수요반응 기술은 미국 대비 90% 수준이며 ICT를 활용한 수요반응 기술에 대한 잠재력이 매우 높음

- 전기차 시장 확대로 인한 ESS용 축전지 시장은 점차 확대되고 있으며, 완속충전기는 6개사가 8개 기종을 생산완료 하였으며 ESS 필수인 전력관리 솔루션 SW 기술은 중소기업이 보유

○ 국내기업 기술 경쟁력을 세계 권역별로 비교하여 기술 선도분야(AMI, ESS)와 기술 추격분야(EMS, DMS)로 도출

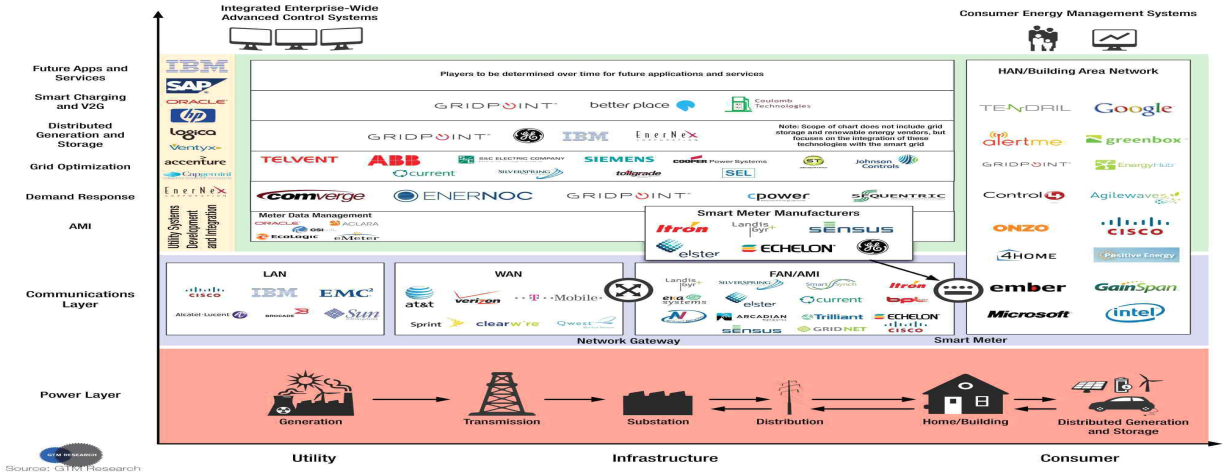
[그림 II - 5] 분야별 기술경쟁력 비교

* 출처 : KOTRA, 자료 19-014, 2019

□ 스마트/마이크로그리드 국외 기술 동향

○ 세계 스마트그리드 시장은 Turn-Key 형태의 솔루션을 제공하는 ABB, GE Energy, Siemens Energy, Itron 등이 시장을 과점하고 있는 형태로 그중 ABB가 32.7%의 점유율로 시장을 선도하고 있으며, 그뒤를 GE Energy 7.2%, Siemens Energy 6.8% 등으로 나타남

[그림 II - 6] 스마트그리드 시장 선도 기업 포지셔닝



* 출처 : 한국IR협의회, 산업테마2019-21, 2019

- (미국) 미국은 에너지 자립과 노후한 전력망의 현대화를 통한 경기 부양을 목표로 2030년 'Grid 2030'이라는 국가 비전을 발표하고 45억 달러를 투자하여 전력망 현대화 및 스마트계량기 보급을 추진중

- (미국) 국방부(DoD)는 에너지안보 강화 목적 하에 스마트그리드를 적극적으로 추진하고 있으며 2050년까지 자체 전력에너지 수요의 25%를 재생에너지를 통해 생산 조달하여, 스스로 제어 가능한 마이크로그리드를 구축하는 것을 목표로 설정

- (미국) 캘리포니아 주에서는 2020년까지 분산자원 시스템 12,000MW를 보급할 계획으로, 분산자원 시스템 중 하나인 스마트 인버터의 경우 California Rule 21에 의거하여 IEEE1547, IEEE2030.5 표준을 탑재한 제품을 보급하여 설치

- (중국) 미국 다음으로 스마트그리드에 많은 투자를 하는 국가로, 전력자원의 최적배분, 송전계통 강화 측면에서 스마트그리드 사업을 활발하게 추진하고 있으며 중국 국가전력망공사(SGCC)는 2020년까지 총 1조 7천억 위안을 투자하여 스마트그리드 구축을 완료할 계획임

- (중국) 현재 2단계(2011~2015)에 이어 3단계(2016~2020)를 추진 중이며 3단계의 스마트그리드 투자는 총 450억 달러에 달할 것으로 전망

- (중국) SGCC는 220개의 자체 표준, 97개의 산업표준, 30개의 국가표준 제·개정, 14개의 국제표준을 국제전기기술위원회(IEC)와 전기전자기술자협회(IEEE)와 함께 개발 추진 중

- (일본) 후쿠시마 원전사고 이후 전력공급 안정화를 위해 신재생 에너지의 보급 확대 등 스마트그리드를 적극적으로 추진중이며 2030년 태양광 발전량을 100GW까지 늘리는 로드맵을 수립하는 한편, 스마트그리드 분야의 표준화를 추진중

- (일본) 2013년에 수립한 재생에너지전략에 따르면, 2024년까지 모든 가구에 스마트미터를 보급할 예정으로 국가차원의 신재생에너지자원을 수용할 수 있는 마이크로그리드 개념의 신전력 인프라 개발 및 시범단지를 구축하여 개발기술의 상용화를 촉진

- (EU) 유럽은 회원국들의 다양한 특징을 하나의 스마트그리드 정책으로 통합하기 위해 EU Frame Work Project를 추진중이며 신재생에너지 보급 확대와 온실가스 감축을 위해 2006년 'Smart Grids Vision & Strategy'를 선포

- (EU) 기후·에너지 패키지 20-20-20 정책에 따라 신재생에너지 확대 및 회원국 간 전력거래 등의 활성화를 목표로 스마트그리드를 적극 추진 중으로, 2020년까지 스마트미터 보급에 연간 95억 달러를 투자할 예정

[표 Ⅱ - 3] 유럽 SG-CG 문서 목록

구분	문서명
SGCG/M490/A	Framework
SGCG/M490/B	First Set of Standards
SGCG/M490/C	Smart Grid Reference Architecture
SGCG/M490/D	Smart Grid Information Security
SGCG/M490/E	Smart Grid Use Cases Management Process
SGCG/M490/F	Overview of SG-CG Methodologies
SGCG/M490/G	Smart Grid Set of standards
SGCG/M490/H	Smart Grid Information Security
SGCG/M490/I	Smart Grid Interoperability
SGCG/M490/J	General Market Model Development
SGCG/M490/K	SGAM usage and examples
SGCG/M490/L	Methodology Flexibility Management

* 출처 : 국가기술표준원, 2016

- (EU) 스마트그리드 코디네이션 그룹(SG-CG)은 2014년 12월 스마트그리드 상호운용성 확보를 위해 아키텍처 및 마켓 모델, 관리방안 등 12종을 개발 완료함

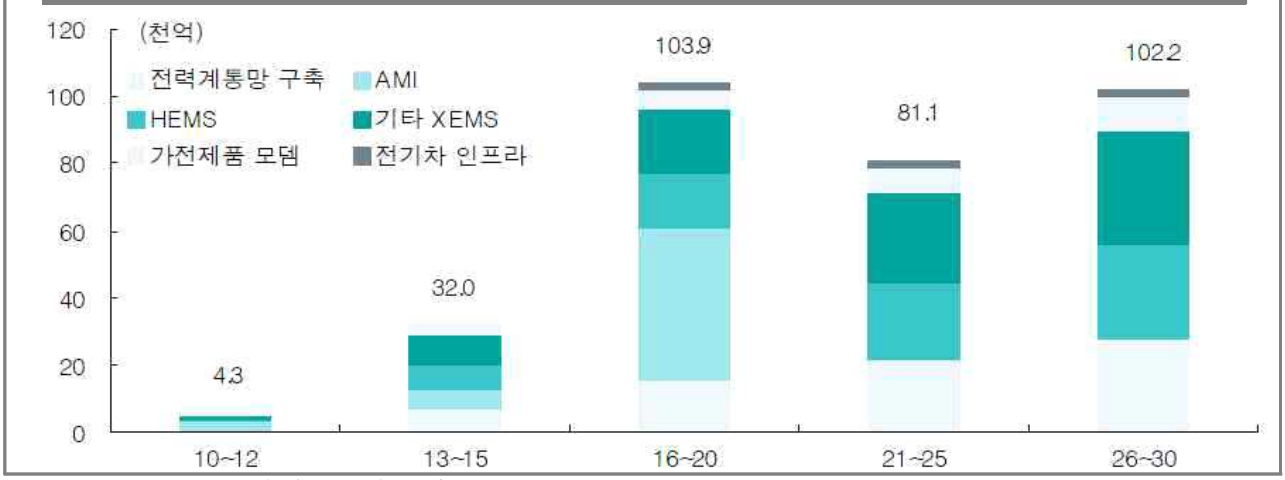
III 스마트/마이크로그리드 시장현황

□ 스마트/마이크로그리드 국내 시장현황

○ 한국에너지기술평가원은 2020년까지 AMI(지능형검침인프라) 구축을 완료하고 2030년까지 EMS와 전력계통망 구축을 완료함으로써, 국내 스마트그리드 시장이 2010년부터 2030년까지 총 누적 시장규모 32.3조 원에 이를 것으로 전망

○ AMI는 2020년까지 시스템 정비 및 설치비용을 포함하여 5.4조 원의 시장규모를 형성할 것으로 예상되며, 2030년까지 전력계통망구축, EMS 등이 각각 7.2조 원, 7.5조 원, 9조 원의 시장을 형성할 전망

[그림 III - 1] 국내 스마트그리드 시장전망



* 출처 : 한국IR협의회, 산업테마2019-21, 2019

○ 국내의 경우 시장 형성 초기 단계로 대기업 및 대형빌딩을 중심으로 에너지 관리 수요가 증가하고 있으며, 주로 에너지 사용량이 많고, 투자비 회수가 용이한 공장·빌딩에 EMS가 우선적으로 도입

○ FEMS의 경우, 대기업을 중심으로 2013년 2,096억 원에서 2020년 1조 1,152억 원으로 성장이 전망되며, 기존 노후 설비 교체 등을 통해 에너지를 절감해온 산업 및 제조업 분야에 대한 수요 증가가 예상

○ BEMS의 경우 대형 건축물을 중심으로 확대되고 있으며, 2013년 494억 원에서 2020년 3,790억 원으로 성장이 전망되며, 중소·중견기업 기술로드맵(2017-2019)보고서에 따르면 EMS 시장을 포함하는 국내 마이크로그리드 시장은 2016년 5,612억 원에서 연평균 29.4% 성장률로 성장하여 2022년에는 2조 6,344억 원에 이를 것으로 전망

[그림 Ⅲ - 2] 국내 마이크로그리드 시장규모

*출처: 중소벤처기업부, 중소·중견기업 기술로드맵, 2019

□ 스마트/마이크로그리드 국외 시장현황

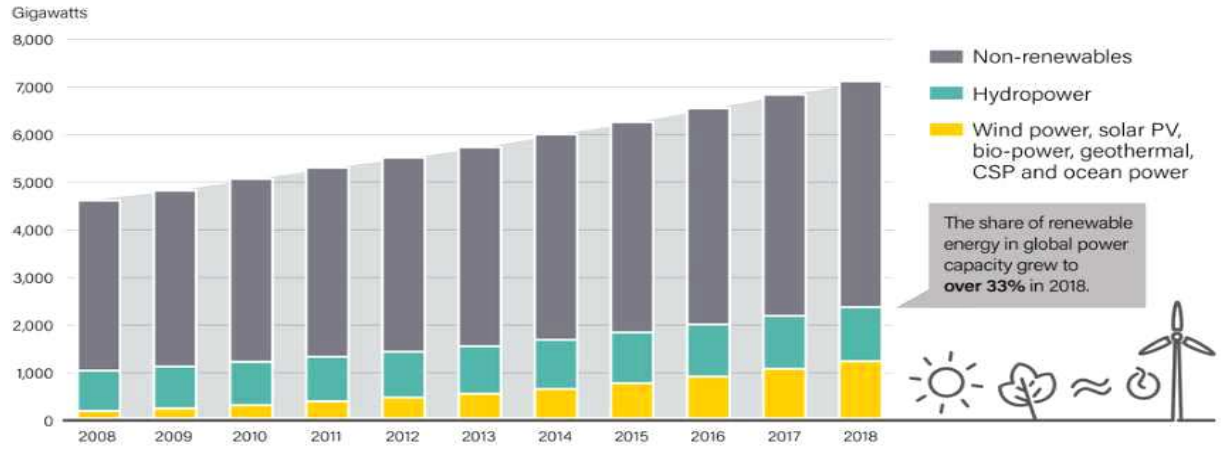
○ 수요중심, 신재생 에너지 확대 등으로의 新에너지 기조에 대응하기 위한 에너지 시스템 전환의 필요성 증대에 따라 스마트그리드 시장은 지속적으로 발전할 전망

○ 소규모 재생가능에너지의 경제성이 향상되면서 일부 국가 혹은 지역에서는 대체에너지의 단가가 일반 화석연료에 기반한 전력을 구입하는 가격보다 낮거나 동등한 수준인 '그리드 패러티(grid parity)'에 도달하는 경우도 발생하고 있음

○ 재생에너지의 경제성 향상과 더불어서 ICT기술이 발전하면서 다수의 소규모 재생에너지의 효율적인 운영이 가능하게 되었으며, 기존 단방향(one-way) 운영 방식에서 양방향(혹은 다방향)운영방식으로 전력계통 운영에 대한 변화가 이루어지는 중

○ Renewables 2019 Global Status Report에 따르면 2018년 기준, 세계 재생에너지 수요는 전체 전기에너지 중 약 26.2%에 이르렀으며, 발전용량은 2017년의 181GW만큼 증가한 2,378GW에 도달한 것으로 파악

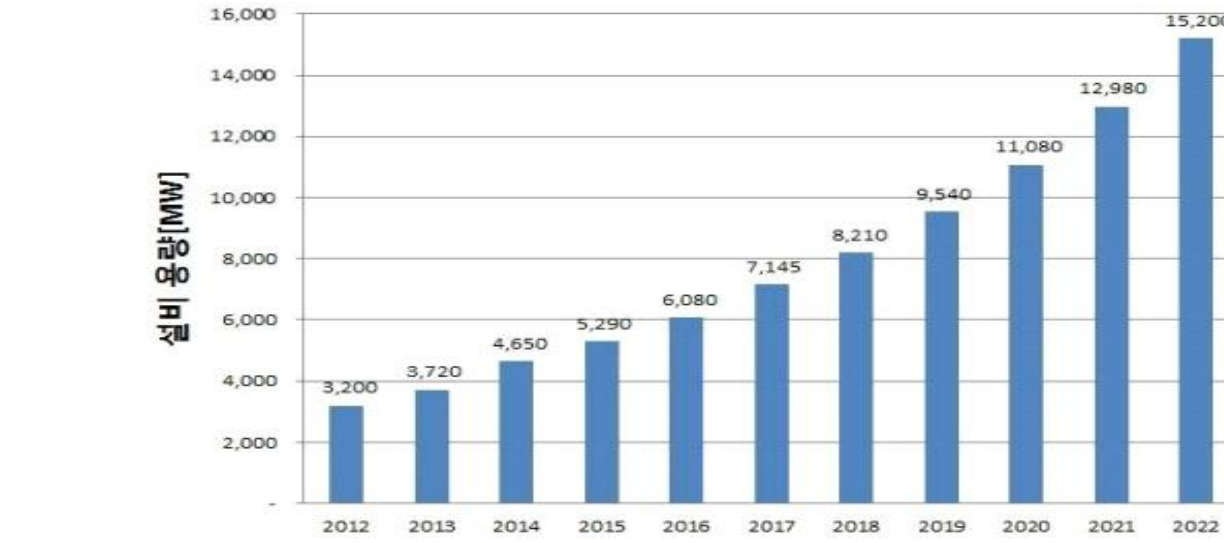
[그림 Ⅲ - 3] 세계 발전원에 따른 발전용량 비교



*출처: Renewables 2019 Global Status Report, 2019

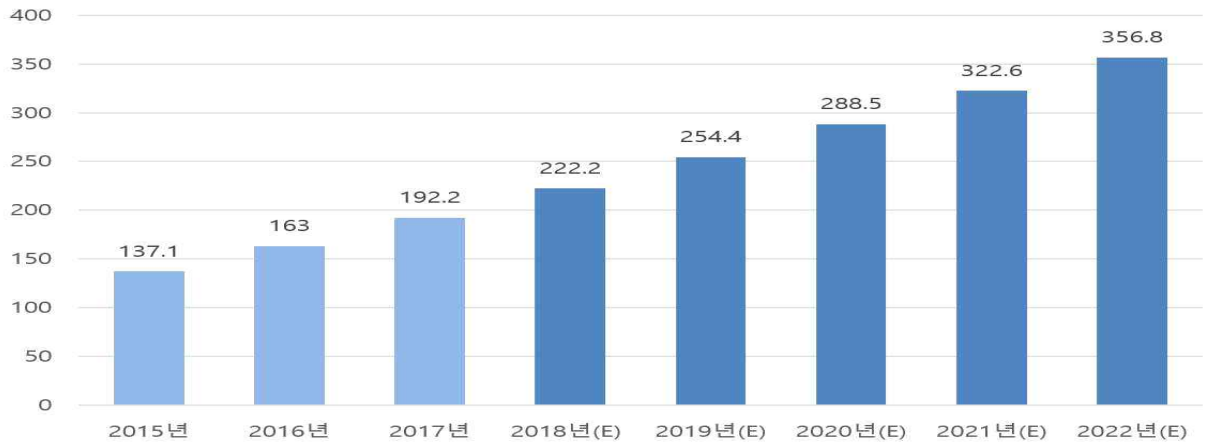
○ 전 세계의 마이크로그리드 설비 총 용량은 2019년 기준 9.5[GW]급으로 추정이 되고있는 상태이고 약 16.9[%]의 연평균 성장률로 2022년까지 총 15[GW] 이상이 확보될 것으로 전망되고 있다. 이 중 태양광발전 기반의 마이크로그리드는 2022년까지 연평균 29[%]대의 성장률을 보일 것으로 전망됨

[그림 Ⅲ - 4] 세계 마이크로그리드 설비 용량



*출처: Markets and Markets, 2018

[그림 Ⅲ - 5] 세계 마이크로그리드 시장 규모



*출처: Markets and Markets, 2018

○ 세계 마이크로그리드 시장규모는 2015년 137.1억 달러에서 연평균 18.4% 증가하여 2017년 192.2억 달러 규모이며, 2017년 이후 연평균 13.17% 성장하여 2022년에는 356.8억 달러의 시장규모를 형성할 것으로 전망

○ 형태별 시장규모는 2017년 기준 하드웨어 시장이 109.5억 달러, 소프트웨어 시장이 48.4억 달러, 서비스 시장이 34.3억 달러 수준

○ 지역별 시장규모는 미주 지역이 89.9억 달러, 아시아 및 태평양 지역이 46.6억 달러, 유럽 지역이 45.8억 달러 순으로 아시아 및 태평양 지역 내 국가별 시장규모는 중국이 15.5억 달러로 1위를 차지하였으며, 일본 9억 달러, 호주 8억 달러, 인도 7.4억 달러 순

[표 Ⅲ - 1] 나라별 마이크로그리드 도입 목적 및 현황

구분	목적	현황
미국	▶에너지 이용효율 향상 ▶시스템 안전성 확보(캠퍼스,군시설)	▶Grid2030을 통해 45억$ 투자(~2030)
중국	▶송배전이 어려운 도서지역 전력공급	▶2020년까지 40GW 규모 사업구축
일본	▶지진 등 자연재해 대비 안정성 확보 ▶차량에 ESS 탑재하여 전력공급	▶제로E 2030 수립을 통한 실증 확산
EU	▶환경 개선을 위한 분산전원 확산 ▶소규모 지역사회 대상 도입	▶Grid 4 EU를 통해 실증사업 추진

* 출처 : 한국IR협의회, 혁신 2020-3, 2020

○ 미국, 유럽연합, 일본, 중국 등 다수의 나라에서 마이크로그리드 구축 사업을 진행하고 있으며 각 나라별 사업에 대한 목적은 조금씩 상이하다. 현재 북미 지역에서 시장을 주도하고 있는 것으로 파악되며, 중국 등 아시아 지역에서 시장이 확대 될 것으로 전망

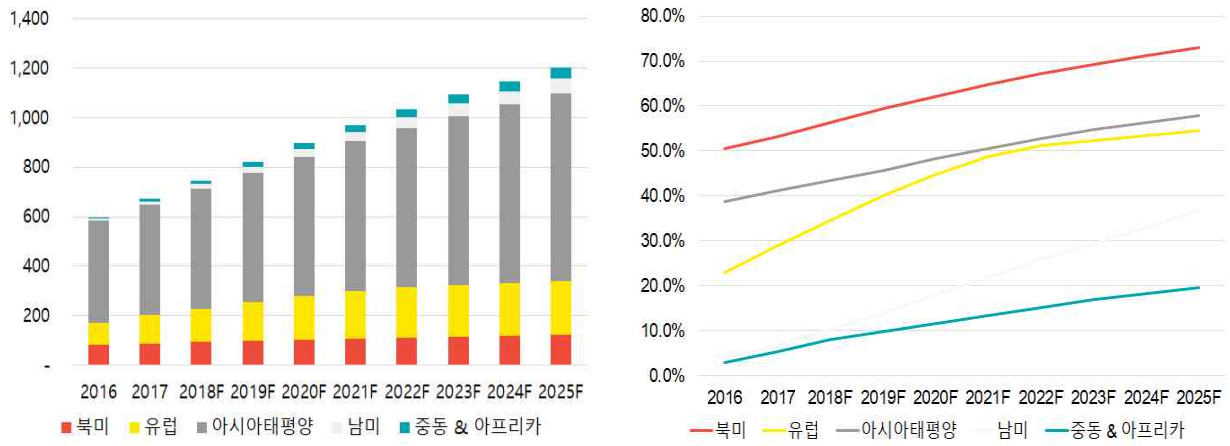
□ 스마트/마이크로그리드 관련 품목별 시장현황

○ (AMI, Advanced Metering Infrastructure)

- 세계 AMI 시장 규모는 2018년 누적기준 7.5억대가 설치될 것으로 전망되며, 2025년에는 12억대까지 증가할 것으로 예상

- 글로벌 AMI 설치율은 2018년 기준 약 37%이며, 2025년에는 53%까지 증가할 전망

[그림 Ⅲ - 6] 세계 AMI 설치대수 및 설치율



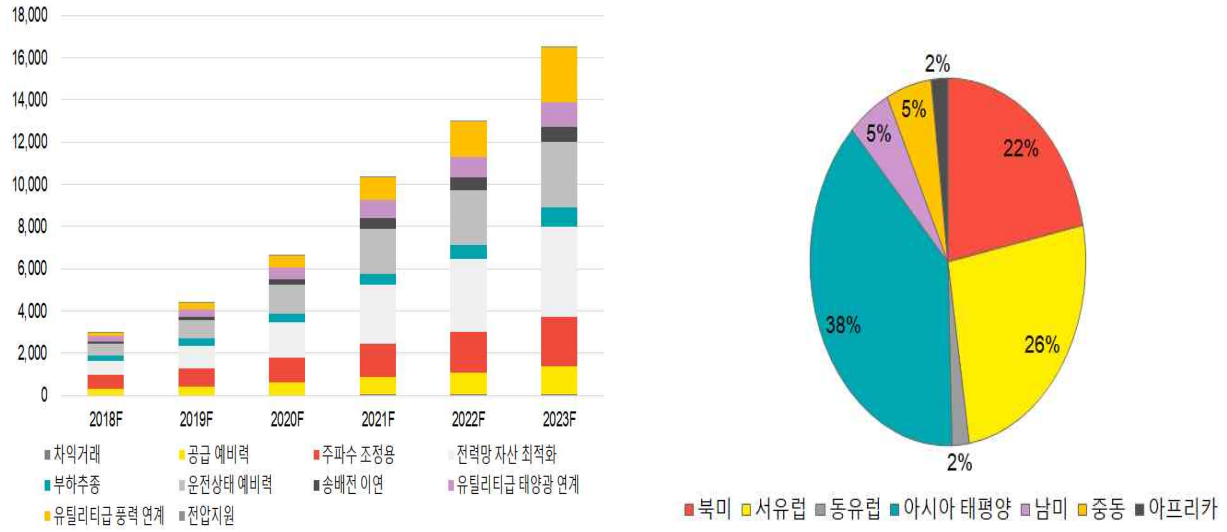
* 출처 : Navigant Research, 2018

○ (ESS, Energy Storage System)

- ESS의 전력망 및 보조서비스부문 시장규모는 2018년 3GW에서 2023년에는 16.5GW로 증가할 전망이며 첨두부하 절감을 위해 운전상태 예비력, 전력망 자산 최적화 등의 분야에 ESS를 활용한 전력망 투자가 증가할 것으로 예상

- 아시아태평양 지역의 ESS시장 점유율은 2018년 26%에서 2023년 38%로 증가할 것으로 예상되며, 한국외 일본, 중국, 동남아 지역 (말레이시아, 인도네시아, 필리핀,태국 등)이 성장을 주도

[그림 Ⅲ - 7] 어플리케이션별 설치용량 및 설치비중 전망

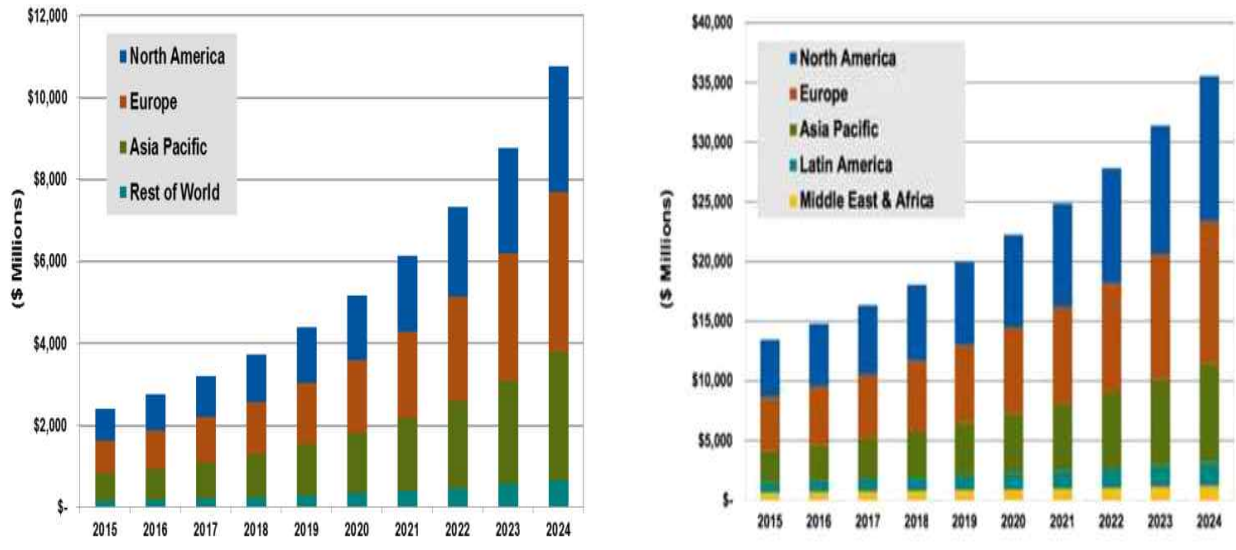


* 출처 : Navigant Research, 2018

○ (EMS, Energy Management System)

- 세계 EMS 시장은 BEMS와 FEMS가 주도할 전망이며 BEMS 시장은 2016년 27억 달러에서 2025년 128억 달러로 연평균 약 19% 성장할 것으로 전망
- FEMS 시장의 성장 중심축은 향후 북미에서 아시아로 이동 예상

[그림 Ⅲ - 8] 세계 EMS 시장동향 및 전망



* 출처 : Navigant Research, 2018

Ⅳ 스마트/마이크로그리드 분야 전문인력 양성

□ 스마트/마이크로그리드 관련 교육의 필요성

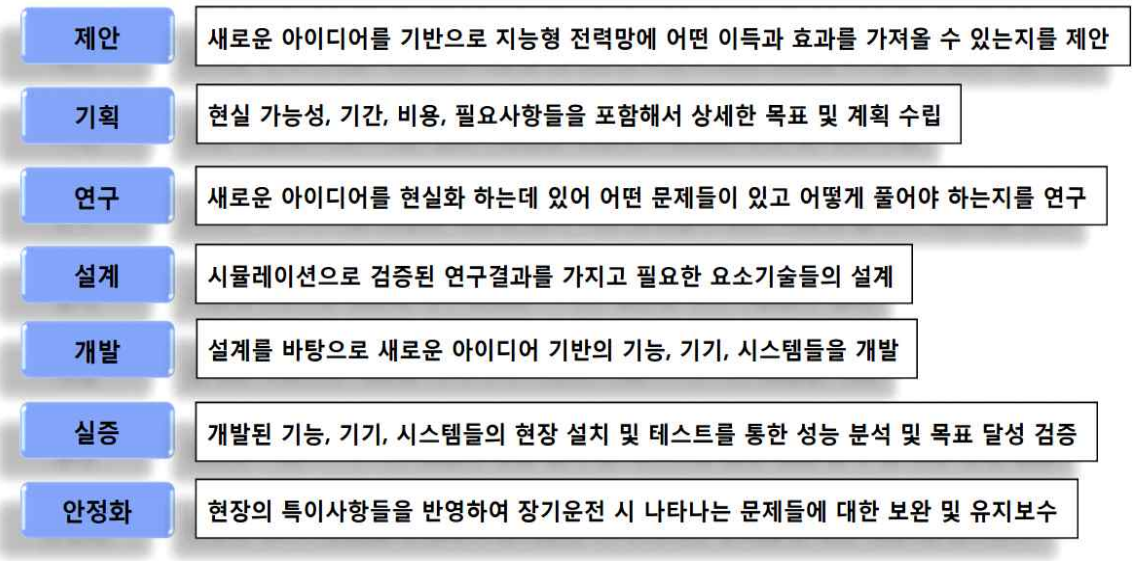
○ 스마트/마이크로그리드 산업은 스마트미터기에서 네트워크 보안에 이르기까지 그 범위가 광범위하고 적용범위도 매우 다양하기 때문에 전력산업의 일부분이 아니라 미래의 성장동력산업으로 분류하여 산업 차원에서의 정책적 지원이 필요함

○ 대기업 뿐만 아니라 중소기업도 스마트/마이크로그리드 산업에 참여할 수 있도록 장려하여 중소기업이 스마트그리드 산업과 함께 성장할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있으며, 이를 위한 교육 지원이 필수적임

○ 스마트/마이크로그리드 관련 산업은 전기, 전자, 통신, 기계, 부품소재 등 다양한 기술이 융합된 산업으로 전문인력 및 기능인력 확보없이는 신기술을 창출하기에 어려움이 존재

○ 지능형전력망의 실증단계에 따른 복합적인 교육과정 도출이 필요하며 관련 산업체에서 요구하는 전문인력을 체계적인 교육을 통해 양성해야함

[그림 Ⅳ - 1] 지능형 전력망의 실증 단계



* 출처 : 한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원, 전문인력양성 강의자료, 2020

○ 관련 산업의 지속적인 성장발전을 위하여 전문인력, 기능인력의 안정적 공급 및 현장인력에 대한 지속적인 재교육을 통해 스마트/마이크로그리드 분야 기업의 우수인력 유지 및 확보를 지원해야 함

○ 스마트/마이크로그리드 관련 산업의 성장과 함께 다차원적 인력양성 지원은 필수적이며, 효과의 시너지를 극대화 하기 위하여 R&D와 연계하여 추진할 필요가 있음

□ 지능형 전력망 산업 인력 현황

○ 지능형 전력망과 밀접한 연관이 있는 전력신산업 업종별 기업을 살펴보면 신재생에너지 52개사(26%), ESS 47개사(24%), AMI 22개사(11%) 순이며 4차 산업혁명과 맞물려 미래성장가능성이 높은 산업으로 관련 산업 및 사업체는 증가할 것으로 예측됨

[표 Ⅳ - 1] 나라별 마이크로그리드 도입 목적 및 현황

8대분야	대기업	중견기업	중소기업	공기업	공공기관	기타	합계
AMI	1	2	16	2	0	1	22
DR	3	1	12	0	0	1	17
EMS	3	1	11	0	0	1	16
ESS	7	4	32	3	0	1	47
EV충전	3	1	12	1	1	1	19
지능형 송배전	1	0	5	1	1	1	9
마이크로 그리드	5	0	7	3	0	1	16
신재생 에너지	6	3	37	4	1	1	52
전체	29	12	132	14	3	8	198

* 출처 : 스마트그리드데이터센터-업종별-기업형태, 2018

□ 스마트/마이크로그리드 관련 국가직무능력표준(NCS) 개발현황

[표 Ⅳ - 2] 스마트/마이크로그리드 관련 국가직무능력표준(NCS) 분류체계

대분류	중분류	소분류	세분류	능력단위
19. 전기·전자	01. 전기	04. 지능형전력망 설비	01. 지능형전력망 설비	01. 지능형송전망 구축
				02. 디지털변전소 설계
				03. 지능형배전망 구축
				05. 지능형전력통신망인프라구축
				07. 지능형소비자 전기설비 구축
				08. 지능형 소비자 시스템 구축
				09. xEMS 구축
				10. 마이크로그리드 분석
				11. 마이크로그리드 설계
				12. 마이크로그리드 설치·운영
				13. 신재생 계통연계설비 구축
			01. 지능형전력망 설비소프트웨어	01. 발전설비 소프트웨어 설계
				02. 송전설비 소프트웨어 설계
				03. 변전설비 소프트웨어 설계
				04. 배전설비 소프트웨어 설계
				05. 지능형전력망 소비자 소프트웨어 설계
				06. 지능형전력망 서비스 소프트웨어 설계
				07. 마이크로그리드 소프트웨어 설계
				08. 지능형전력망 운송소프트웨어 설계
				09. 전력정보 보안 소프트웨어 설계
				10. 전력 빅데이터 분석소프트웨어 설계

[표 Ⅳ - 2] 스마트/마이크로그리드 관련 국가직무능력표준(NCS) 분류체계

대분류	중분류	소분류	세분류	능력단위
19. 전기·전자	01. 전기	12. 전기저장장치	01. 정기저장장치개발	01. 전기저장장치 설계조건 분석
				02. 전지·모듈 설계
				03. 전지·모듈 제작
				04. 전지·모듈 테스트
				05. 전력변환장치 설계
				06. 전력변환장치 제작
				07. 전력변환장치 테스트
				08. 전력관리장치 설계
				09. 전력관리장치 제작
				10. 전력관리장치 테스트
				11. 전기저장장치 테스트
			01. 정기저장장치설치	01. 전기저장장치 설치조건 분석
				02. 전지·모듈 설치
				03. 전력변환장치 설치
				04. 전력관리장치 설치
				05. 전기저장장치 설비공사
				06. 전기저장장치 안전점검
				07. 전지·모듈 유지보수
				08. 전력변환장치 유지보수
				09. 전력관리장치 유지보수

* 출처 : 국가직무능력표준

○ 현재 개발된 국가직무능력표준을 기반으로 스마트/마이크로그리드 분야의 핵심기술과 산업체에서 실제로 수행하고 있는 직무들이 융합된 교육과정의 설계가 필요하며, 각 기술별 능력단위 레벨에 맞는 교육대상을 선별하여 눈높이에 맞는 교육을 단계적으로 운영해야 함

○ 스마트/마이크로그리드 분야는 전기, 전자, 통신, 기계, 부품소재 등 다양한 기술이 융합된 산업이기에 각각의 구성요소와 구성요소들이 연계되는 기술을 이해할 수 있도록 교육과정을 설계하여 효율적인 교육이 운영될 수 있는 기반을 마련할 필요성이 있음

[표 Ⅳ - 3] 스마트/마이크로그리드 전문인력 양성을 위한 과정설계(안)

연번	커리큘럼
1	지능형전력망 기술 및 동향
2	AMI 활용분야 및 최신기술
3	에너지관리시스템(EMS)과 2차전지
4	에너지저장기술 주요동향
5	ESS 전력계통 활용
6	ESS 전력변환장치(PCS) 기술
7	분산자원 기반 마이크로그리드 주요기술
8	마이크로그리드 시스템 제어
9	마이크로그리드 설계
10	마이크로그리드 분석 및 시뮬레이션

* 출처 : 한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원

V 결론 및 제언

- 지난 2011년 9월 발생한 대규모 순환 정전 사태로 인해 그동안 역점을 두어 추진해 왔던 중앙집중식의 대규모 전력생산 및 공급계획을 전면적으로 수정할 수 밖에 없는 상황에 이르렀으며, 수요관리를 통한 전력피크 억제 등의 운용계획 없이는 공급 확충을 통한 전력망 안정에 한계가 있다는 인식과 정책 방향의 전환이 확산됨

- 정부는 신기후체제의 선도적 대응을 위해 '재생에너지 3020 정책(재생에너지 비율을 2030년까지 20%로 확대)' 을 발표하였고, 이에 사유재 형태의 에너지 시스템이 급격하게 증가할 것으로 예상하여 이를 계통에 수용하거나 자체적으로 최적 운영해 나갈 수 있는 플랫폼의 필요성이 강조됨

- 중앙집중식 전력공급 확대에서 효율 향상 및 수요관리 중심의 분산전원 확산으로의 정책변화를 위해 태양광, 풍력 등 신재생에너지 발전원과 에너지저장장치(ESS)를 연계한 마이크로그리드가 가장 효과적인 대안으로 대두되었으며, 소규모 커뮤니티 기반의 기술 분야에 대한 관심이 고조됨

- 관련 산업의 지속적인 성장발전을 위하여 전문인력, 기능인력의 안정적 공급 및 현장인력에 대한 지속적인 재교육을 통해 스마트/마이크로그리드 분야 기업의 우수인력 유지 및 확보를 지원해야 하며 교육 효과의 극대화를 위해 R&D와 연계하여 추진할 필요가 있음

- 스마트/마이크로그리드 관련 산업은 전기, 전자, 통신, 기계, 부품소재 등 다양한 기술이 융합된 산업으로 전문인력 및 기능인력 확보없이는 신기술을 창출하기에 어려움이 존재하며 이를 해소하기 위한 방안으로 지능형전력망의 실증단계에 따른 복합적인 교육과정 도출이 필요하며 관련 산업체에서 요구하는 전문인력을 체계적인 교육을 통해 양성해야함

참고문헌

【1】 한국IR협의회, 혁신성장품목분석보고서, 2020

【2】 한국IR협의회, 산업테마보고서, 2019

【3】 대한무역투자진흥공사, 스마트그리드 시장동향 및 해외시장 진출전략, 2019

【4】 융합연구정책센터, 마이크로그리드 산업동향, 2017

【5】 이명우, 스마트그리드환경에서 중소형 BEMS 수용요인에 관한 연구, 2018

【6】 지식산업정보원, 스마트/마이크로그리드 신기술 및 국내외 EMS/ESS 시스템 운영전략, 2018

【7】 채우규, 독립 마이크로그리드의 능동형 보호기법, 2020

【8】 장미금, BESS 기반의 독립형 마이크로그리드 최적 운영 알고리즘 개발, 2019

부록 스마트/마이크로그리드 주요 정책

1 제2차 지능형전력망 기본계획(2018~2022)

Ⅰ. 지능형전력망 기본계획 개요

□ 법적 근거

○ 지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률 제5조

□ 계획기간 및 주기

○ 5년을 계획기간으로, 5년마다 수립·시행

* 제1차 지능형전력망 기본계획(’ 12.7월)

□ 주요 내용

① 지능형전력망의 **중장기 정책목표 및 방향**에 관한 사항
② 지능형전력망 **기술의 개발, 실증, 보급 및 확산**에 관한 사항
③ 지능형전력망의 **운영 및 이용**에 관한 사항
④ 지능형전력망 **산업의 진흥**에 관한 사항
⑤ 지능형전력망 **표준화, 시험.검사 및 인증**에 관한 사항
⑥ 지능형전력망 **전문인력의 양성**에 관한 사항
⑦ 지능형전력망 **산업의 국외 진출 및 국제협력**에 관한 사항
⑧ 지능형전력망 **정보의 보호 및 안정성 확보**에 관한 사항
⑨ **지능형전력망에 대한 투자**에 관한 사항 등
⑩ 지능형전력망의 **제도개선**에 관한 사항

□ 수립 절차 및 추진 경과

○ 연구용역, 민·관 TF를 구성·운영하여 기본계획(안) 마련(‘17.6 ~ 12월)

○ 관계부처 협의(‘17.12월~), 녹색성장위원회 에너지전환 분과 사전검토 (‘18.5 ~ 6월, 4차례)

○ 녹색성장위원회에서 심의 · 확정되면, 공고 후 시행

Ⅱ. 추진계획

1차 계획 한계 보완	◇ AMI 인프라 보급 ⇨ AMI 정보 활용, 서비스 창출에 집중 ◇ 공급자 관점의 기능 구현 ⇨ 소비자가 체감하는 서비스 실증

환경 변화	◇ 재생에너지 확대, 기술 혁신으로 전력시장 변모 ⇨ 보다 유연한 전력시장으로, 새로운 시장생태계 조성 ◇ 에너지전환으로 재생에너지 확대 ⇨ 미래 대비한 똑똑한 전력망으로 인프라·기반 확충

2차 계획 방향	**에너지전환 시대, 소비자가 중심이 되는 전력시장 생태계 조성**

정책 과제		
	① 스마트그리드 新서비스 활성화	**② 스마트그리드 체험단지 조성**
	계절별·시간대별 요금제 확대	스마트그리드 서비스 체험단지 조성
	국민 DR로 확대 개편	**④ 스마트그리드 확산 기반 구축**
	전력 빅데이터 기반 新사업모델 확충	민관 정책 협력 네트워크 강화
	전력중개사업 도입·시행	5대 부문별 기술개발·표준화
	③ 스마트그리드 인프라설비 확충	상호운용·표준기반 확충
	AMI 인프라 확충	산업진흥 및 수출산업화 지원
	실시간 기반 전력망 운영체계 구축	소비자 권리·개인정보 보호 강화
	전력망의 ICT 인프라 확충	융합형 혁신인력 양성