



# 마이크로그리드 기술 개요 및 현황



이 학 주

한전 전력연구원 송배전연구소 선임연구원

## 1. 개 황

기존 전력시스템은 발전소에서 생산된 전기를 소비자에게 전달하는 단방향의 수직적 구조이다. 그러나 개방적, 경쟁적인 전력시장의 출현으로 현재 전력공급 네트워크에

의한 공급제약의 발생 가능성을 해소하고, 전력공급 안정성과 전력소비자의 서비스 확대에 의해 전력소비자가 직접 전기를 생산하여 공급하는 프로슈머가 등장하였다. 하지만 대부분 자급자족의 형태로 전력계통에 대한 기여도가 낮은 형편이다.

마이크로그리드는 이러한 문제점을 극복하고 기존의 전력시스템으로부터 독립된 분산전원을 중심으로 구성된 소규모의 전력공급 시스템으로 기존 전력시스템과 상호 보완적인 관계를 가지고 있다. 즉, 마이크로그리드에서 생산된 전기에너지를 활용하여 전체 전력계통의 에너지 효율을 극대화시키는 기술로 발전소에서만 전기를 생산하는 것이 아니라 양방향 송배전을 바탕으로 다수의 프로슈머가 전력생산을 담당하는 것이다. 이러한 마이크로그리드 기술은 분산전원 등의 에너지기술과 IT 기반의 통신, 제어기술을 융합하여 기존의 전력공급 체계에서 발생하는 전력손실, 발전설비 입지확보 등의 문제 해결은 물론 폐열을 이용하여 전력과 동시에 열 공급이 가능한 기술로 새로운 부가 가치를 창출할 수 있는 미래의 혁신적인 전력공급 시스템이다. 최근 핫 이슈로 부각되고 있는 스마트그리드의 중심에 있는 마이크로그리드는 신재생 에너지의 체계적인 보급 확대에 의한 온실가스 저감 효과, 피크부하에 대한 전력공급 유연성 확보, 전력품질 향상 등 전력소비자와 전력사업자 모두에게 이익을 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다.

이에 일본, EU 등 선진국 중심으로 마이크로그리드 요소 기기, 운영시스템 및 최적운영 기술 등 마이크로

그리드 시스템에 대한 제반 기술 개발을 포함하여 다양한 형태의 사이트를 구축, 실증에 의해 상업화 개발을 활발하게 진행하고 있다.

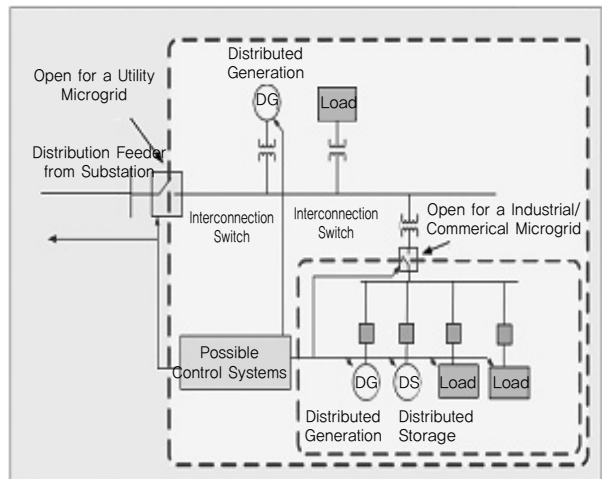
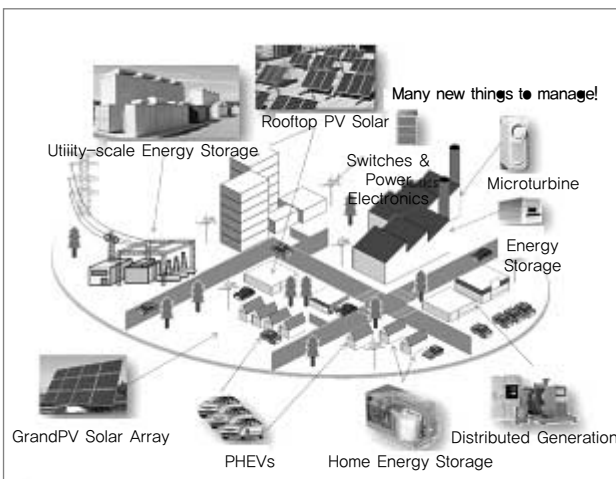
국내·외 마이크로그리드 기술개발 현황 및 실증 프로젝트와 마이크로그리드 기술의 나아갈 방향에 대하여 살펴본다.

## 2. 현황

### 가. 시스템 구성과 요소기기

마이크로그리드 시스템의 구성은 각각의 목적과 환경, 부하특성 및 적용 개소에 따라 그 구조가 다양하다.

그림 1과 같이 일반적인 형태의 마이크로그리드는 필수 요소 기기인 분산자원(Distributed Energy Resource :DER)부하, 통신장치 및 에너지관리시스템(Energy Management System : EMS)으로 구성된다. 여기서, 분산자원은 분산전원과 열을 저장할 수 있는 축열장치, 전기를 저장하기 위한 축전지 시스템, 플라이 휠 및



[그림 1] 마이크로그리드 구성 및 요소기기

[표 1] 마이크로그리드 요소기기의 기능

구 성 요 소	주 요 기 능
PCS (Power Conditioning System)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유효/무효전력 제어 및 전력품질 보상</li> <li>• 원격제어 및 감시기능, 계통연계/단독운전 겸용</li> </ul>
STS/IED (Static Transfer Switch/Intelligent Electronic Device)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단독운전 방지 등의 배전계통 연계 보호기능</li> <li>• 배전계통 고장시 독립운전 절체, 재동기 투입</li> </ul>
Network Gateway	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범용 통신 (직렬통신, 필드버스, 이더넷)과 IEC-61850 변환기능</li> </ul>
$\mu$ -Grid EMS (Energy Management System)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부하(전력, 열) 및 신재생에너지 발전량 예측</li> <li>• 경제급전, 자동발전제어 및 최적발전계획</li> </ul>

초전도 저장장치(Superconducting Magnetic Energy Storage) 등을 포함한다. 또한, 부하 또는 분산전원의 운전특성에 따른 전압변동을 보상할 수 있는 UPQC (Unified Power Quality Conditioner), DVR (Dynamic Voltage Restorer), APF(Automatic Power Filter) 등의 전력품질 보상 장치와 전력계통의 정전 등 이벤트 발생으로부터 분리, 독립운전으로 전환하여 부하 보호 및 마이크로그리드 내부에 무정전 전력공급이 가능하도록 하는 정지형스위치(Static Transfer Switch)도 마이크로그리드에서 중요한 역할을 담당하는 필수 구성요소이다. 마이크로그리드의 모든 구성 요소기기는 통신망에 의해 감시되고 마이크로그리드용 EMS에서 최적운전을 위한 제어를 담당하게

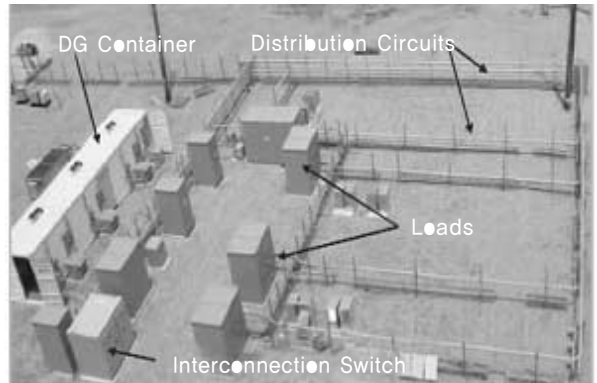
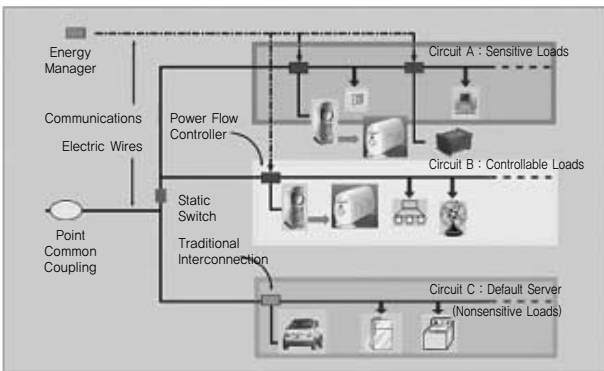
된다. 표 1은 마이크로그리드 구성을 위한 요소기기의 상세기능이다.

나. 국내·외 기술 동향

(1) 해외 실증사이트 구축 사례

**미국**

북미 대정전 이후 전력 공급의 신뢰성 및 안전도를 확보하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 기존 전력 계통에 마이크로그리드 시스템을 광역으로 연계하여 테러 등 비상사태 발생 시에도 전력공급을 유지하기 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 여러 개의 마이크로그리드 컨소시엄을 구성하여 5개의 실증 시스템을 운영하고 있다.



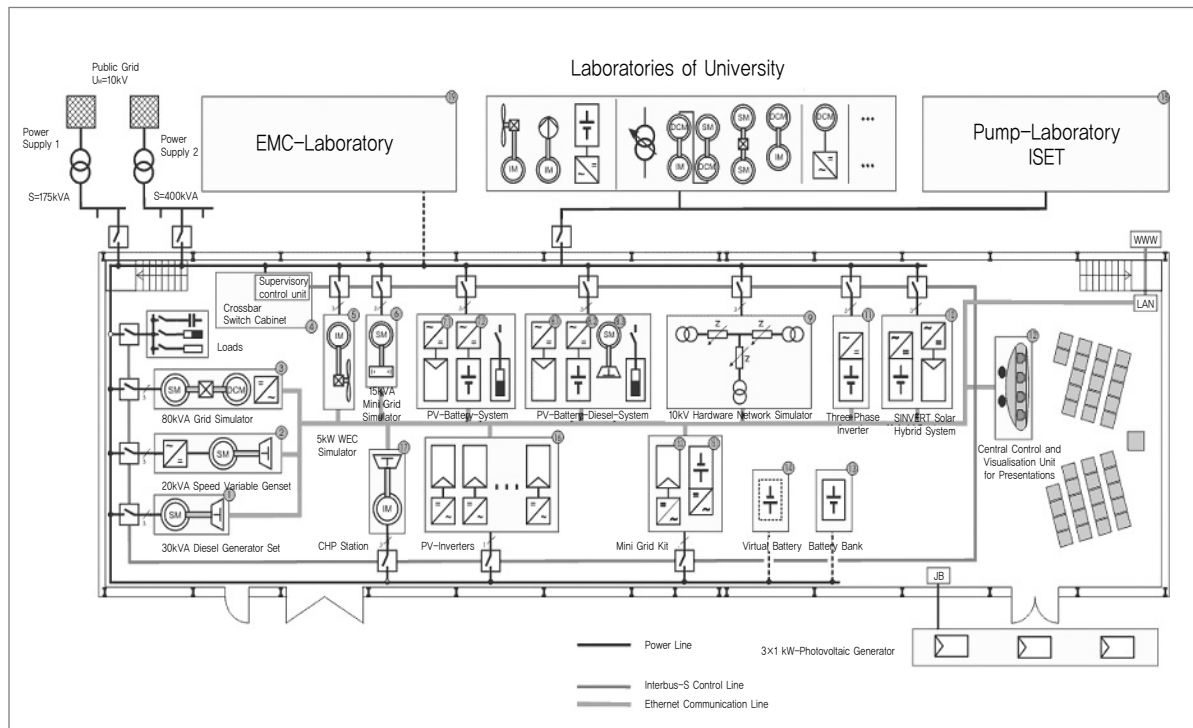
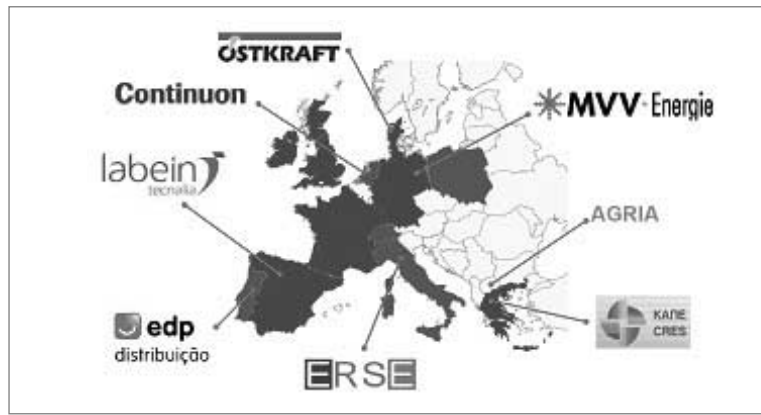
[그림 2] CERTS/AEP 마이크로그리드 구성도 및 테스트 베드

CERTS의 마이크로그리드 시스템 개념도 및 구성은 그림 2와 같으며, 마이크로그리드 전체 시스템 운영을 위한 전압제어, 조류 제어, 단독운전 시 부하 절체, 신뢰성 확보 등의 기능으로 구성된다.

**유럽**

유럽연합은 EU-Cluster 'Integration of RES +DG' 를 구성하며 업계, 전력회사, 연구소 등 100여 개의 단체가

참여하여 그리스, 스페인, 독일 등 8개의 마이크로그리드 실증시험 시스템을 운영하고 있다. 신재생에너지의 보급 촉진, 온실가스 배출 감축, 마이크로그리드의 정상상태 및 고립운전 방안 연구, 효율성·신뢰성·경제성을 보장하는 제어 기법 개발, 통신 하부 구조와 프로토콜의 정의·법률·행정·규제에 대한 대응 방안 제시, 상업화 등이 연구개발의 목표이다.



[그림 3] EU 실증사이트 구축 현황 및 ISET 구성도

일본

일본은 NEDO를 중심으로 90년대 초반부터 미전화 지역에 대한 해외 신재생에너지원 및 시스템 컨설팅을 목표로 다양한 해외 프로젝트를 진행하고 있으며, 5개의 실증 시스템을 운영하고 있다. 전력회사 보다는 중전기 회사, 건설 회사, 통신 회사와 같은 민간 회사 주도로 서로 다른 목적으로 마이크로그리드 개념을 실증하고 있으며 해외사업 진출을 시도하고 있다.

특히, 전력품질 서비스 차별화가 가능한 센다이 실증 사이트는 NTT-F라는 일본 통신회사가 동북북지대학 구내에 구축한 실증사이트로 가스엔진(700kW), 연료 전지(250kW), 태양광(50kW) 등으로 구성된 1MW 규모의 실증설비이다. 전기품질의 다양화와 무정전 고품질의 전력공급을 목적으로 기존 전력계통 이상 전력을 공급받지 못하는 경우 분산전원으로 구성된 단독계통(Power Island)을 구성하고 DVR과 같은 전기 품질 보상장치를 통해 무정전 독립운전이 가능하다.

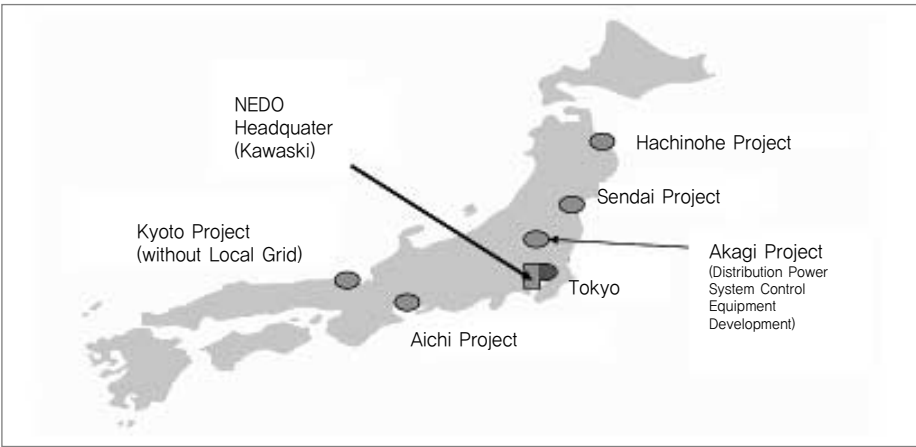
시미즈는 건설 회사가 독자적으로 미래형 에너지 자립형 건물을 상업화하기 위해 2006년 실 규모의 마이크로그리드를 구축하여 실증 시험을 진행하였다. 가스엔진 2대 (350kW : 단독운전 시 부하추종 운전, 90kW : 정출력 운전)로 열과 전력을 동시에 생산하고

400kW NiMH 배터리와 100kW EDLC (Electric Double Layer Capacitor)로 구성되어 있다. EDLC는 응답속도가 가장 빨라 단독운전 발생 시 과도상태에서의 전력수급 균형을 담당하도록 구성되었다.

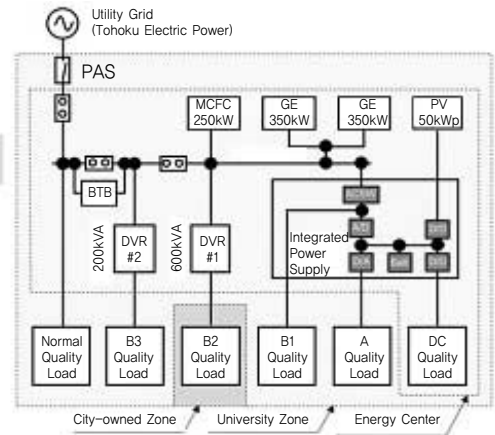
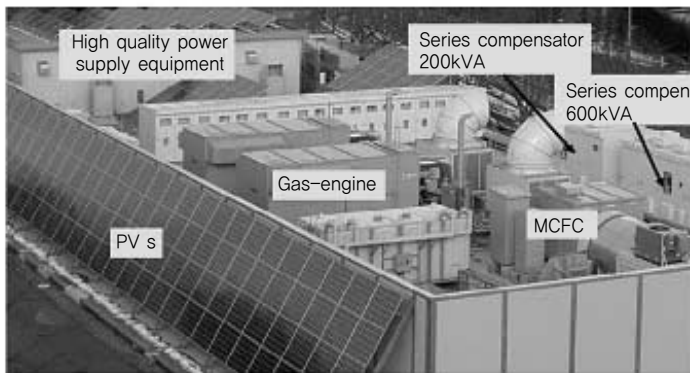
(2) 국내 연구개발 동향

국내의 마이크로그리드 관련 연구는 한국전기연구원의 '자율적 수요관리형 MicroGrid 개발' (2004~2005년)과 한국전기산업기술연구조합이 한전 전력연구원, LS산전 등과 함께 수행하고 있는 '마이크로그리드용 통합에너지 관리시스템 개발 및 실 사이트 적용기술 개발' (2007~2013년)이 실 사이트 구축을 목표로 하는 유일한 프로젝트로 1단계(2007~2009년)에서 마이크로그리드 구축에 필요한 마이크로그리드용 요소기기와 운영시스템 및 엔지니어링기술을 개발하였다. 2단계(2009~2013년)에서는 요소기기 및 운영시스템 기능 고도화 및 상용화를 위한 개발과 이를 기반으로 한전 전력연구원 구내에 계통연계형 마이크로그리드 실증 사이트를 구축, 성능 평가 및 시장 개화를 위한 엔지니어링기술을 진행 중에 있다. 계통연계형 마이크로그리드는 신재생에너지의 대량보급에 따른 계통의 전압 및 주파수 불안정 문제를 해소하여 계통을 안정적으로 운영함은 물론, 전력시장

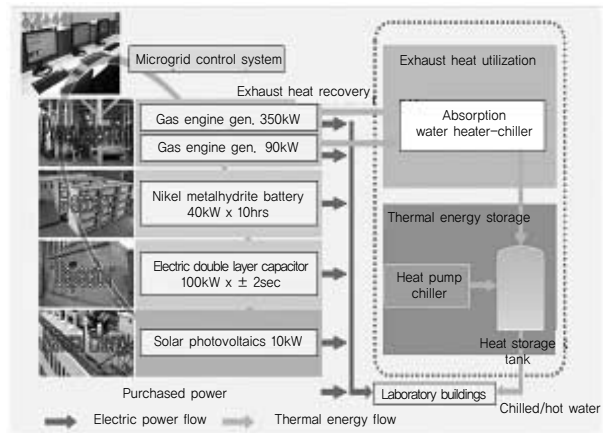
및 수요자 반응의 연동으로 에너지 이용효율 향상에 적용이 가능하다. 또한, 가파도에 만들어질 독립형 마이크로그리드는 섬 또는 미전화 지역을 대상으로 전력과 열을 공급하는 에너지공급 사업화 모델 개발을 목표로 실증연구를 수행 중에 있다.



[그림 4] 일본 마이크로그리드 사이트 구축 현황



[그림 5] 센다이 마이크로그리드 실증사이트 및 구성도



[그림 6] 시미즈 마이크로그리드 실증사이트 및 구성도

### 3. 전망

최근에 전 세계적으로 이슈가 되고 있는 스마트그리드의 등장으로 마이크로그리드의 중요성이 더욱 증가하고 있다. 마이크로그리드 기술은 현재 집중화된 전력공급 계통의 한계 극복은 물론 전력공급 신뢰도 확보와 환경문제에 대한 강력한 대응 방안으로 선진국을 중심으로 실증 및 상업화에 박차를 가하고 있는 전략적 기술 분야이다. 또한, 마이크로그리드 기술은 신재생에너지기술, 분산 전원 연계기술, 전력 및 IT기술이 포괄적으로 융합된 신성장동력산업으로써 충분한 가치를 지닌 기술이다.

이러한 마이크로그리드는 미래형 전원공급 기술임과 동시에 스마트그리드에서 분산자원의 수용성 제고, 에너지 효율 향상, 손실의 감소, 전력품질의 제고, 전기 자동차를 위한 충전 인프라 제공 등의 중요한 역할을 담당하게 될 것이다. 이에 스마트그리드 사업의 성공적인 추진을 위해서도 반드시 마이크로그리드에 대한 연구와 기술 확보가 필수적이다. 따라서 마이크로그리드 시장을 선점하기 위해 다양한 사업화 모델 창출과 특화된 기술 개발로 다가올 마이크로그리드 시대를 준비해야 할 것이다. KEA