

산 업 이 슈

스마트그리드 산업의 동향 및 산업화 방안

목차

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| I. 스마트그리드의 개요 | III. 국내 스마트그리드 사업 동향 및 전망 |
| II. 기술개발 동향 및 발전방향 | IV. 산업화 방안 |

I. 스마트그리드의 개요

□ 개념

- 스마트그리드는 현대화된 전력기술과 정보통신기술의 융·복합화를 통하여 구현된 차세대 전력시스템 및 관리체계를 의미
 - 현재의 전력망은 중앙에 집중되고 생산자가 통제하는 중앙집중적인 네트워크인 반면 스마트그리드는 다양한 공급자가 존재하며 수요자와 공급자 간에 상호작용을 가능케 하는 시스템

현재 전력망과 스마트그리드 비교

	현 재 전 력 망	스 마 트 그 리 드
통 제 시 스 템	아날로그	디지털
발 전	중앙집중형	분산형
송 · 배 전	공급자위주(단방향)	수요 · 공급 상호작용(양방향)
전 력 공 급 원	중앙전원, 화석연료 위주	분산된 전원의 증가(태양력 등)
고 장 진 단	불가능	자가진단
고 장 제 어	수동복구	반자동복구 및 자기치유
설 비 점 검	수동	원격
제 어 시 스 템	국지적제어	광범위한 제어
가 격 정 보	제한적(한달에 한번 총액만)	실시간으로 모든 정보 열람
가 격 제	사실상 고정가격제	실시간 변동가격제
전 력 수 요	급변(수요에 의존)	거의 일정(가격에 의존)
소비자 구매 선택	제한적	다양

자료 : 산업연구원

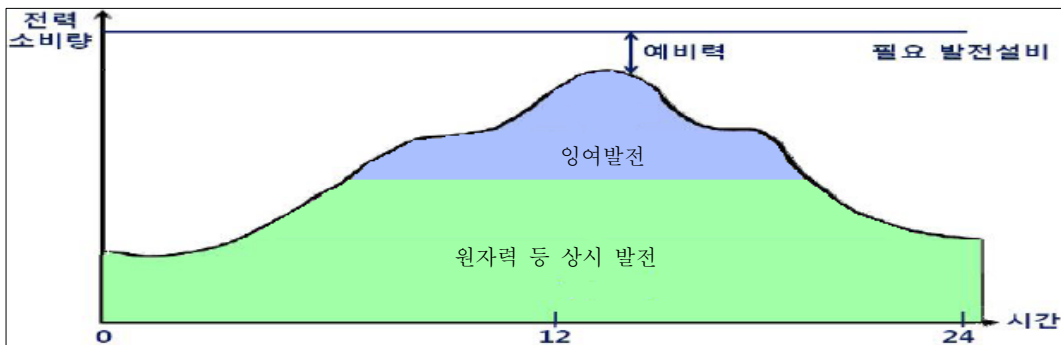
* 본고는 산은경제연구소 장두석 전임연구원이 집필하였으며, 본고의 내용은 집필자의 견해로 당행의 공식 입장이 아님

- 수요·공급자 간의 양방향 통신을 이용한 정확한 실시간 가격정보 교환 및 전력공급이 가능하여 기존의 고정화된 전력체계가 아닌, 변화하는 시장정보에 따라 계속 대응하는 지능화된 전력시스템

□ 스마트그리드로의 이행 배경

- 현 전력시스템은 100년 전에 설계돼 지금까지 사용되고 있으며 높은 안정성을 유지하는 대규모 전력시스템이나 잉여 발전시설을 필요로 하는 등 한계를 가짐
- 피크 수요¹⁾에 대비하기 위하여 1년에 50시간 미만으로 사용되는 잉여발전기가 존재하여 효율성이 낮고 전력생산비가 높음
- 기존 전력시스템은 잉여 전력을 저장하는 것과 전력수요를 실시간으로 예측하는 것이 거의 불가능

전력수요의 집중에 따른 잉여발전기의 필요



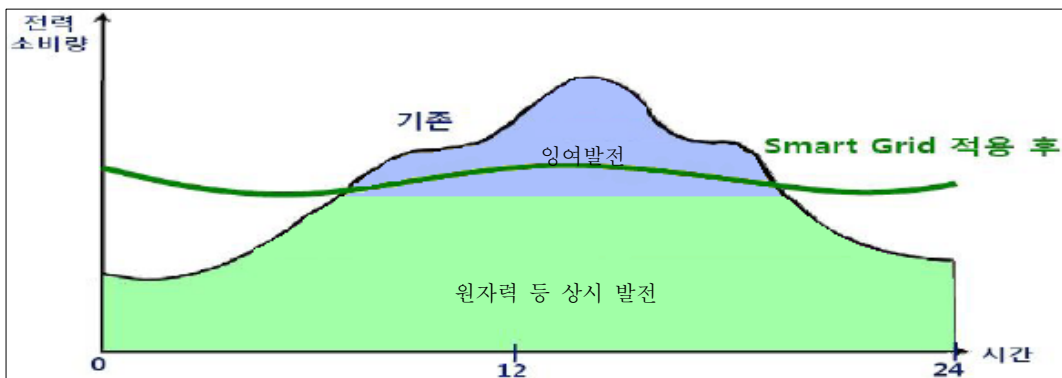
자료 : 지식경제부

- 온실가스 감축을 위해서 향후 신재생에너지 발전 및 전기차 보급 등의 확대가 필수적으로 관련 인프라 구축이 필요
- 화석에너지 1GWh를 신재생에너지로 전환시 약 700t의 CO2감축이 가능하며 전기차는 동급 가솔린차 대비 에너지 소비량이 작음
- 신재생에너지는 변동성이 높은 자연에너지에 의존하기 때문에 現전력시스템 하에서는 전력공급의 안정성을 확보하기 어려움
- 충전기 10개를 동시 충전할 경우 충전소의 전력소비량은 170여개 가구의 동시 소비전력에 상당

1) Peak Demand : 최대 전력수요량

- 전력사용의 분산을 통해 전력 소비의 고효율 달성
 - 특정 시간대에 사전에 정해진 가격으로 전력 공급
 - 정해진 가격은 시장의 수요와 공급, 날씨 및 전력사고 등에 따라 결정돼 하루 내지는 한 시간 전에 수요자에게 통보
 - 소비자들은 실시간 가격정보를 이용하여 다양한 형태의 전기사용 및 전력비용을 최소화하는 소비패턴의 변화를 통해 전체적인 에너지 비용 절감

하루 중 스마트그리드 적용 후 전력수요 추정

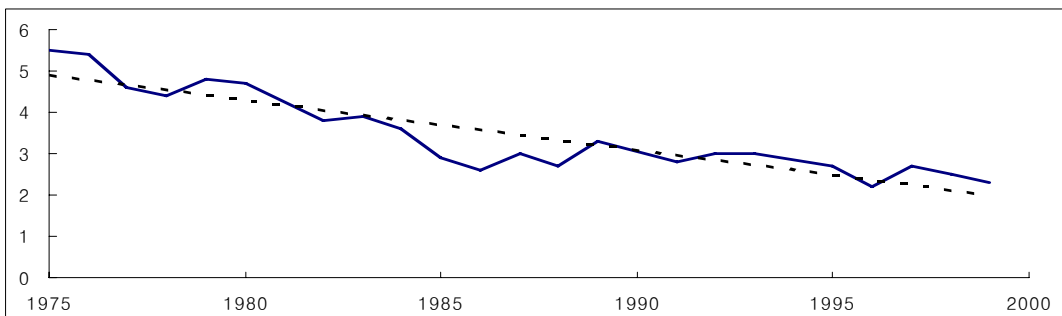


자료 : 지식경제부

- 미국 등 주요국은 전력망의 노후화가 심각하여 재투자과 함께 스마트그리드로의 이행을 검토 중
 - 미국의 송배전망 관련 투자가 감소하여 송전선·변압기의 70%가 25년 이상 되었으며, 차단기의 60%가 30년 이상의 노후 시설

미국의 송배전망 관련 투자 추이

(단위 : 10억달러)



자료 : Department of Energy(美), "Grid 2030"

- 전력망이 전국적으로 연결돼 한쪽의 정전이 전국적인 정전사태로 확대 가능
- '03년 오하이오(美) 지역의 전력망이 나무에 걸린 사고로 미국 북동부 지역과 캐나다 온타리오 지역까지 정전이 확대돼 약 100억 달러의 피해를 일으킨 사례도 있음

II. 기술개발 동향 및 발전방향

1. 기술개발 동향

□ AMI(Advanced Metering Infrastructure)

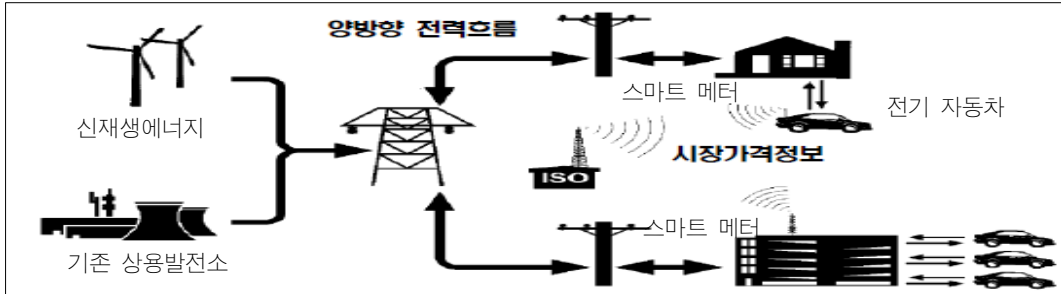
- 오픈 아키텍처(Open Architecture)²⁾를 통하여 수요자와 공급자간에 정보의 전달을 가능하게 하는 기술로 소비자의 전력사용 정보 등을 보내주는 스마트 미터(Smart Meter)³⁾와 스마트 미터가 생성한 자료를 전송하는 네트워크 시스템 등으로 구성
 - AMI는 실시간 지불시스템, 과부하 관리 시스템 및 사용자의 전력사용 습관 등 광범위한 전력관련 정보의 데이터베이스 구축 및 활용
 - 수요와 공급이 기반이 된 실시간 전력 시장의 기반 기술
- 스마트 미터는 소비자의 실시간 소비량 및 패턴 등의 계량화 및 실시간 가격정보를 전달하는 AMI의 기반 시스템
 - 공급자 및 수요자의 정보를 상호 소통하게 해주는 일종의 게이트웨이(Gateway)⁴⁾로 향후 다양한 사업기회가 파생될 것
 - 동메터를 이용하면 가정의 세탁기와 난방기는 자동으로 AMI에 접속하여 가격이 일정 밴드에 있을 때에만 작동할 수 있음
 - 태양광발전은 일정 가격 이상에서만 자동으로 판매하고 그 이하에서는 자체 소비하는 등의 시스템 도입을 가능하게 될 것임
- 네트워크 시스템은 다양한 소비자의 전체 전력 정보를 사용·분석하는 Application Layer와 분석된 정보를 사용자에게 제공하는 Transport Layer로 구성

2) 일반적인 통신망과 달리 전기기구가 어느 제조업체에서 제조되었는지는 무관하게 서로 연결돼 정보를 제공할 수 있게 해주는 기준 혹은 프로토콜(protocol)을 의미함

3) 종전의 기계식 전력량계에서 원격검침을 통한 실시간 요금부과를 위한 전자식 전력계

4) 인터넷 망 등에서 단위 부분의 네트워크의 소통을 가능하게 하는 입구

스마트그리드 시스템 관련 기기



자료 : 산업연구원

- AMI 기능의 원활한 구현을 위해 소비자와 대형 공급자간 다양한 통신네트워크가 요구되며 아직까지 표준적인 기술은 확립되지 않았음

AMI의 구성을 위한 다양한 네트워크

이름	내용	구분	장단점
RF Mesh Network	-다양한 연결점을 무선주파소를 통해 연결하여 정보를 전달하는 통신기술	장 점	-인터넷과 같이 확장성이 좋음
		단 점	-갱신주기가 길어 정전사태 등 긴급 상황에 대처가 어려움
3G Network	-SmartSync사와 AT&T사가 협약한 통신규약 -가정내 3G망을 사용하고 게이트웨이와 공급자는 기존 공중망(WAN 등)을 사용	장 점	-비용이 저렴
		단 점	-공중망은 AMI에 비적합
WiMAX	-할당된 무선 주파수 대역에 고속, 광대역의 무선자료를 제공하는 통신기술	장 점	-갱신주기가 짧음 -안정적
		단 점	-비용이 높음 -아직까지 많이 사용되지 않아 검증되지 않았음

자료 : GTM Research

- HAN(Home Area Network)는 주로 가정내에서 스마트 미터와 같은 게이트웨이와 소형 전력기기를 연결하는 통신망 혹은 통신규약
 - 주로 가정내 이용되는 근거리 통신망으로 전력기기들의 수요반응을 일차적으로 집중·취합하여 스마트 미터에 전달 및 연결
 - 전기 기기들의 전력사용량 감시·통제·운영을 위한 기반기술
 - Zigbee⁵⁾ 혹은 PLC(Power Line Communication)⁶⁾ 등 여러 통신망이 고려 중

5) 소규모 네트워크 규약으로 긴 배터리, 낮은 갱신비용, 높은 안정성을 구현하는 통신모듈로 가정의 자동화, 전력의 효율적 소비 등을 목적으로 함

6) 가정이나 사무실의 전기선을 통해서 음성, 데이터, 인터넷 등을 고속으로 이용할 수 있게 하는 서비스

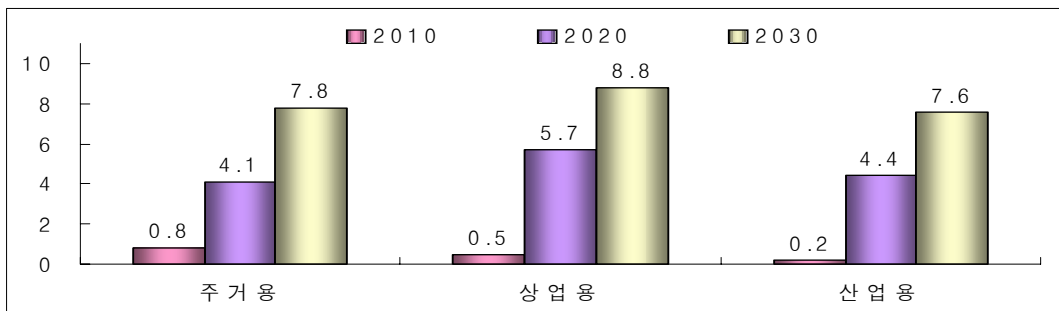
- Google은 가정내에서 스마트 미터와는 별도로 이미 Zigbee 및 인터넷을 이용하여 네트워크를 구성하는 등 응용사업 기회를 창출 중

□ 수요반응(Demand Response ; DR) 기술

- DR은 계약 혹은 자의에 의해서 전력피크시의 전력사용을 축소시키는 기술 혹은 시스템으로 스마트그리드의 핵심 분야 중 하나
 - DR의 구현에 필수적인 스마트 미터의 보급이 미국에서만 4천만대가 보급되는 등 향후 급속도로 확대될 전망
 - 전력 거래시장에서 실시간 전력가격이 형성돼 전력수요 급증시 바로 가격이 상승 및 소비자에게 전달
 - 소비자는 전력 피크시에 전기사용을 줄이는 계약이나 시장원리에 따라 전력사용량을 감소시킴
 - '30년에는 스마트그리드 확대에 따라 7~8%의 수요량 감소가 예상

스마트그리드 사용에 따른 전력사용 감소 전망

(단위 : %)



자료 : Electric Power Research Institute, GTM Research 재인용

- 에이전트는 일정 피크 시간대에서 전력사용을 줄이는 협정을 다수의 소비자와 체결한 후 발전사업자에게 판매할 수 있음⁷⁾
- DR에 의한 피크전력 분산은 경우에 따라서는 화석연료에 의하여 발전소를 더 건설하는 것보다 효율적일 수도 있음

DR과 기존 발전소에 의한 피크전력 대응 효과

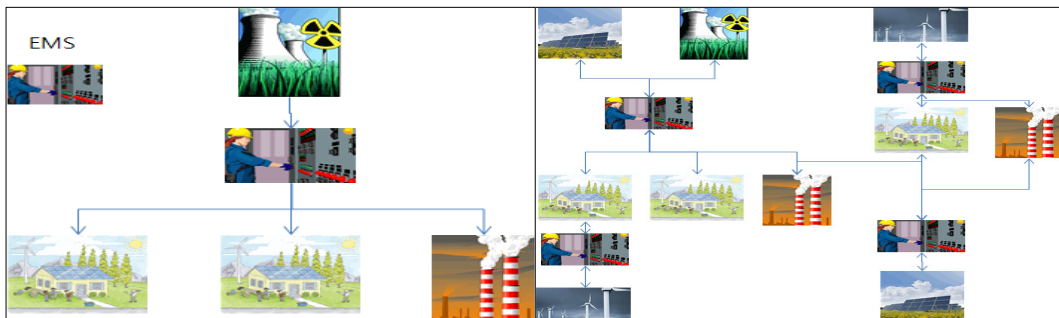
구 분	비용(1000\$/MW)	가동시간(분)
Demand Response	240	5
천연가스 발전소	400	30

주 : 가동시간은 피크전력이 예상되고 이를 감소 또는 보조전력의 사용까지의 예상 필요 시간

자료 : GTM Research

□ 분산형 발전

- 분산형 발전은 소규모로 소비지 근처에서 신재생에너지 혹은 기존 화석연료를 이용하여 발전하는 마이크로 그리드(Micro Grid)를 의미하나 스마트그리드에서의 분산형 발전은 신재생에너지에 의한 발전으로 한정
 - 소비지 인근에서 발전하여 전력 연결 비용 등이 저렴하고 신재생에너지를 주로 이용하여 환경 친화적
- 신재생에너지 보급의 가장 큰 문제점은 전력생산의 간헐성(intermittency), 다수의 마이크로 그리드(생산점)와 소비점 사이의 전력흐름을 적절히 통제하는 것
 - 간헐성은 다양한 신재생에너지를 교차 생산하거나 전력저장 기술을 활용하여 극복 가능
 - 폭풍이 치는 날은 태양광발전은 불가능하나 풍력발전은 가능
 - 대규모 전력저장 기술은 전력생산의 간헐성을 완화시킴
 - 대규모 연결점의 전력흐름을 통제하기 위해 다량의 AMI 및 EMS시설 필수
- EMS(Energy Management System)는 전력계통을 운영·관리하는 두뇌에 해당하는 시스템
 - 향후 분산형 발전의 증가는 기존의 중앙 집중적인 EMS시스템을 로컬의 분산 EMS 시스템으로 변화시키게 될 것임
 - 기존의 중앙집중식 EMS시스템(좌)와 로컬기반의 EMS 시스템(우)



□ 전기자동차

- 가솔린 엔진 대신 전기모터로 구동되는 자동차
 - 순수하게 배터리의 힘으로 움직여 탄소 배출량이 적고 연료를 덜 소모하는 친환경 자동차
 - 일반적으로 가솔린 자동차의 에너지 효율은 20% 안팎이나 전기자동차는 70~80% 수준
 - 배터리, 전기모터, 배터리시스템 등이 주요부품
 - 본격적인 확산을 위해서는 배터리 관련 기술과 지능화된 충전 시스템(Smart Charging) 기술의 향상이 선행되어야 할 것
- 배터리의 급속충전 기술, 고용량 배터리 기술 등 배터리 관련 기술 개발 동향
 - 방전된 배터리를 충전하는데 15~20분이 소요되는 급속충전 배터리 기술에 대한 연구가 활발하나 가솔린 충전시간인 3~5분에 비해 충전 시간도 길고 가격도 비싼 편
 - 4시그넷시스템(한), 레스터(미), M.A.C.(미), 지반(이탈리아) 등이 60kW 이상 급의 배터리를 개발 중
 - 최근 도요타는 기본 배터리보다 충전용량을 10배 이상 늘리는 기술을 개발하였다고 발표하였으나 아직까지는 연구실 수준
- 충전시스템 기술개발 동향 및 과제
 - 동일 시간에 다수의 전기자동차가 대용량의 급속충전을 하여 대규모로 전력을 사용할 경우 그리드에 영향을 줄 수 있음
 - 전기자동차와 스마트그리드의 무선통신을 통해 피크시간대의 전력충전을 연기하여 동시 집중 문제를 완화시킬 수 있으나 아직까지는 연구단계
- 배터리 및 충전시스템 문제를 해결하고, 향후 전기차가 대량 보급되면 충전 가능한 대규모 배터리가 지역내 설치되는 것과 비슷한 효과를 가져와 피크전력 분산에 도움을 줄 수 있음
 - 미국 자동차의 25%가 전기차로 변환될 경우 750GW의 전력을 전기차 배터리에 저장할 수 있음
 - 전력계통과의 연계로 저렴한 시간에 전력을 충전하고 미운행시 충전되었던 전력을 되파는 V2G(Vehicle To Grid) 가능

□ 전력저장 기술

- 대규모 잉여 전력을 저수지나 동굴에 저장하는 기술 등이 있으나 입지의 제약으로 적극적 활용이 어려움
 - 잉여전력을 발전기를 통해 아래의 저수지에서 위쪽 저수지로 올리거나, 동굴 등에 가스를 저장하였다가 전력피크시에 낙차 또는 압력을 통해 전력을 생산

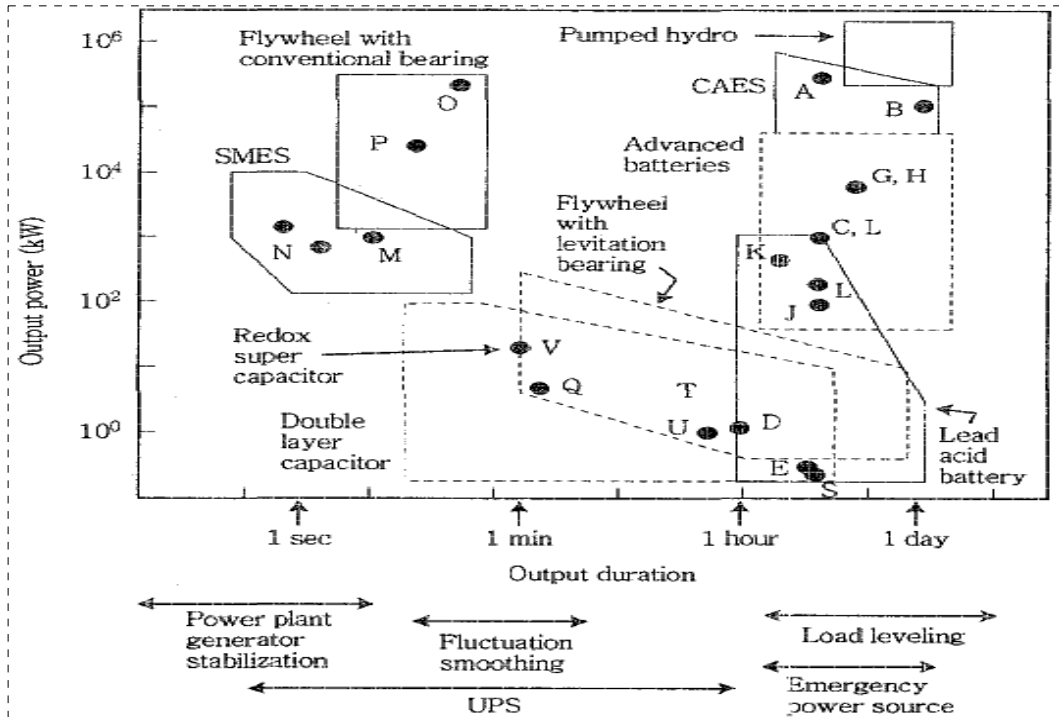
주요 에너지 저장 장치 비교

종류	2차 전지	울트라 캐퍼시티	플라이 휠	압축공기 저장
특징	화학전지와 변환장치를 통해서 저장	전기저항이 없는 초전도 코일에 자기에너지로 저장	회전자의 회전에너지로 저장	압축공기를 지하공동에 저장하여 연료와 동시에 연소, 이용
용량(MW)	1~20	0.5~5	0.1~5	대용량
가동시간	순시	순시(고속용)	순시(고속용)	-
수명(년)	10	30	30	20
효율(%)	65~70	90이상	70이상	65

자료 : 한국과학기술정보연구원

- 최근까지 광범위하게 사용되는 축전지 등은 환경오염의 문제, 짧은 사용가능연도 및 낮은 효율 등의 이유로 한계가 많아 다른 저장 방식의 연구를 적극적으로 진행 중
 - 울트라 캐퍼시티(Ultra Capacity)는 미래형 자동차 및 산업 전력시스템에 적용되는 차세대 핵심 에너지 저장장치로 기존 캐패시터의 낮은 에너지밀도와 이차전지의 낮은 출력특성을 보완하는 에너지 저장장치를 개발중
 - 초전도 플라이휠(Flywheel)은 여분의 전기에너지를 회전자의 회전에너지로 저장하는 기술로 초전도체를 이용하여 회전자를 부상시키고 마찰을 없애 변환효율이 97%에 이를 새로운 전력저장 기술
 - 최근 기술적 진전이 있어 상용화 추진 중으로 비콘파워(BeaconPower(美))社は 잉여 전력을 10개의 플라이휠에 저장하여 전력수급을 안정화하는 2MW급 에너지 저장형 시스템을 발전소에 설치

전력 저장 시스템별 출력과 송전시간



주 : 2005년 기준 실선은 상용화 기술이며 점선은 연구 중인 기술

자료 : 한국과학기술정보연구원

□ 기타

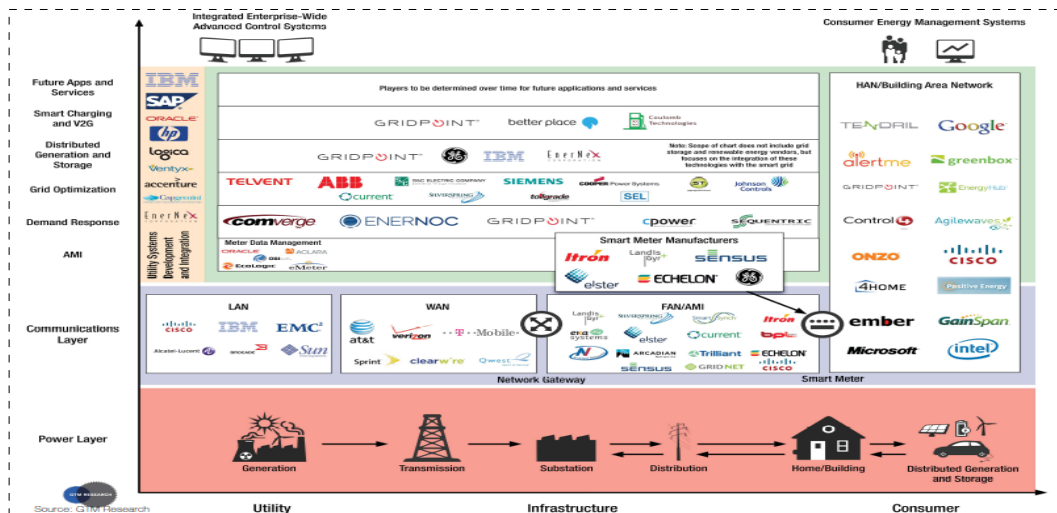
- 다양한 발전원에 의한 공급이 수시로 일어나는 스마트그리드는 현 전력시스템보다 더욱 정교한 감독·모니터링 시스템을 확보해야 함
- 처리해야 하는 정보량이 훨씬 복잡하여 일정 수준까지는 스스로 감시(self-monitoring)하고 치유(self-healing)하는 기술이 필요
- 다양한 정보를 쉽게 전달하기 위한 삼차원 시각화 기술 등도 정교화될 것임
- 위상측정기(Phase Measurement Units; PMU)는 특정 지역의 전력의 초당 전압 및 위상차 등을 측정하는 기계로 향후 더욱 정교해지고 광범위한 상황 인식을 바탕으로 전력의 병목현상을 줄이는데 활용될 것임

2. 업계 동향

□ 투자 동향

- 스마트그리드에는 전통적인 유틸리티산업과 IT 등의 기술 응용이 많아 이종업체 간의 제휴·협력을 통한 대응이 중요

주요 업체의 Value Chain



자료 : GTM Research

- 전력회사들은 정부의 예산지원 등을 통한 수익보장책을 통해 전자계량기 등 스마트그리드 사업 적극 추진 중

미국 전력회사의 스마트그리드 접근 전략

회사명	담당지역	내 용
PG&G	북서부	-1976년부터 수요관리 프로그램 추진 -2012년까지 23억달러 투자하여 510만개 전자계량기 및 42만개 가스계량기 교체
Edison	중남부	-530만개 전기 계량기 기운영 및 가스계량기 원격 검침 중 -2013년까지 17억 투자계획
SDGE	남부	-140만대 전기계량기, 90만대 가스계량기 교체 -2011년까지 6억불 투자예정
Xcel Energy	북동부	-관련 업체들과 콘소시움을 구성 스마트그리드 관련 사업확장 및 태양광, 풍력발전기의 전력사업화

자료 : KT경제경영연구소

- DR 및 네트워크 유지관리에 경쟁력을 보유한 통신업체들은 전력업체와 제휴하여 인터넷 기반의 가정용 지능형 전력망 시스템 제공
- DR분야에서는 Comverge, EnerNoc이 시장을 선도하고 있으나 아직까지 시장형성 초기 상태

주요 DR관련 업체 현황

업 체	내 용
Comverge	- Nasdaq상장
EnerNoc	- 초기에 시장 진입 - 기술장벽보다는 경험(이력)형성이 더 중요

자료 : GTM Research

- 이미 전력망 시스템분야에 진출한 통신업체외에 대형 IT업체들도 관련 기술을 보유한 업체들과의 제휴를 통해 역량을 높이는 중
- Google, Microsoft 등은 자사의 장악력을 높이기 위해 HAN(Home Area Networks) 관련 소프트웨어를 무료로 배포할 예정

통신업체들의 스마트그리드 접근전략

분류	회사명	내 용
통신	AT&T	-텍사스 전력회사와 공동으로 휴대폰을 이용하여 전력량계를 조절하는 서비스 개발 중 -계량기 네트워킹 기업인 SmartSync와 파트너쉽을 맺어 자사의 무선 네트워크 개방을 통해 새로운 사업모델 제시 -전력누출장치, 원격모니터링 관련 모바일 Applications공급
	Verizon	-자사의 광태이블 기반의 브로드밴드 서비스에서 홈에너지 모니터링 서비스 제공 -Itron사와 스마트 미터의 에너지 데이터 관련 공동개발 협의 -Ambient와 스마트그리드 프로젝트를 실시하며 데이터 수집, 분석, 관리, 실시간 가격제시 등 기능 제공
	T-Mobile	-스마트미터 기술업체인 Echelon과 파트너쉽을 체결하여 Sim(Subscriber Identification Module)카드를 이용 자사의 무선망에 접속하여 관련 서비스 제공
	BT	-유럽의 재생에너지 환경에서 스마트 미터의 연결을 위한 통신네트워크의 성장을 유도 -무선 게이트웨이인 홈허브에 홈에너지 모니터링 기능 추가
IT	Google	-09.9월 GE와 기술 및 정책 공동개발 발표 -스마트 미터와 에너지 관리 장치에서 나오는 정보를 Google에 제공돼 웹에서 확인하게 해주는 툴인 Power Meter 테스트 중 -AMI관련 전문업체인 Silver Spring Network에 1억달러 규모 투자하여 전기운영시스템 등 에너지 관리 주도권 확대 노력 중 -그린 IT전략의 일환으로 신재생에너지, Plug-in 자동차기술 및 환경제약대처 등을 연구 중 -HAN(Home Area Networks)관련 소프트웨어의 무료 배포 선언
	Microsoft	-HAN관련 소프트웨어의 개발 및 무료배포 선언

자료 : GTM Research, 경제경영연구소

- 설비업체들은 자사의 기술을 개방하고 타사와의 협력체계를 강화하는 등 안정적인 서비스 제공에 주력하고 있음
 - Itron, GE, Landis+Gyr, Elster, Sensus, Echelon 등 전통적인 중전기 관련 장비 판매업체들은 직접 Smart Meter 등을 통해 시장에 진입 중
 - 비교적 진입이 용이한 Smart Meter, Grid 최적화 등에 주로 진출

주요 설비업체들의 스마트그리드 진출현황

회사명	내	용
Tendril	-전력사업자의 Back Office와 대화가능한 Software와 협력기반 에너지 관리 H/W의 기술명세 및 API공개 ⁸⁾ 로 협력체계 강화 -지난 4년간 2000만달러를 투자하여 관련 기술 개발 -전력소비자의 인터넷 포털인 Vantage는 Internet을 통해 가정의 전력사용에 대한 모든 정보를 실시간 수집 -관련 시스템 가격은 약 100불(전력회사 부담)이며 설치 후 5~15%의 전력수요 감소	
GE	-Google과 스마트그리드 기술을 공동 개발중에 있으며 다양한 하드웨어와 소프트웨어 개발 중 -스마트그리드 보안문제 해결을 위한 파트너십 강화	
Alstom	-전통적인 유틸리티 회사인 Alstom은 Microsoft와 전략적 제휴를 통해 관련 사업에 진출 중	

자료 : GTM Research, 경제경영연구소

- 가장 유망한 분야 중 하나인 AMI는 전력기술과 IT 기술이 모두 필요한 분야로 주요 네트워크 업체와 IT회사들의 전략적 제휴를 통해 사업전개
 - 미국내 주요 AMI 회사들은 Smart Sync, AT&T와 같은 무선통신사업자나 GE, Gridnet과 같은 차세대 WiMax 사업자와 전략적 제휴 중
 - 주요 네트워크 업체들은 전세계 스마트그리드 프로젝트에 자사의 서버와 소프트웨어 등을 제공
 - AMI 관련 분야에 진출한 Itron은 아날로그 계량기를 만들던 회사에서 IT 관련 벤처회사를 흡수·합병하여 AMI 사업에 진출

8) Open Api 정책 : 특정 웹기술(언어)을 사용하여 웹사이트 상호간에 혹은 웹사이트와 응용프로그램간의 정보교환이 가능케 하는 일련의 기술

주요 네트워크 업체들의 스마트그리드 진출 현황

회사명	내 용
IBM	-미국 전력연구원 주도의 연구·개발에 참여하여 스마트그리드 구축기술과 방법론 개발 -다양한 시범사업에 참여하여 서버와 소프트웨어를 통해 데이터 수집과 분석 -IBEC사를 통해 BPL ⁹⁾ 서비스를 미국 동부에 제공하여 초고속기반의 Utility 점검, 통제관리 등 관련기술 제공 -IBM기술 중심의 표준화 및 개방형 기술 혁신 주력
CISCO	-보안기능을 보유한 네트워크의 인프라 솔루션을 스마트그리드의 기초 플랫폼으로 제공계획 발표 -스마트그리드 관리, 비용의 최적화, 자동화 솔루션 및 에너지 사용실태를 관리해 주는 솔루션 제공 -Duke Energy와 전략적 제휴
Silver Spring Networks	-5백만건의 계량기 연결사업 수주(최대규모) -리딩업체

자료 : GTM Research, 경제경영연구소

□ 향후 전망

- 미국, EU 등 주요국은 전략적으로 스마트그리드를 육성할 계획이며 중전기, IT 관련 높은 기술력을 보유한 우리나라도 스마트그리드 관련 대규모 투자를 계획 중임

주요국의 스마트그리드 추진 현황

국가	내 용
미국	-에너지부는 2020년까지 스마트그리드 설비투자시 연방정부가 20% 보조 -경기부양책 「경제회복 및 재투자법」에 따라 2009년부터 스마트그리드 개발 프로젝트에 45억 달러 지원
EU	-2022년까지 전 건물의 80%를 스마트그리드에 포함시킬 계획 -영국은 2020년까지 70억 파운드를 투자, 모든 가정에 스마트미터기 설치 예정 -이탈리아의 ENEL(국영전력회사)는 1999년부터 2700만 가구를 대상으로 원격검침, 보안 등을 구현하는 프로젝트 진행 중 -스페인의 Endesa(전력회사)는 2001년부터 대규모 스마트그리드 관련 연구 중 -프랑스는 2012년까지 4억유로를 투입, 2017년까지 스마트계량기 보급 완료
일본	-구주전력은 전력정보시스템에 IP 전송망을 채택 -도쿄전력 및 마쓰시타전공은 공동주택의 전기사용량의 측정 및 통제를 위한 시스템을 개발 중 -2007년 Ota-City 실증단지 등에서 Micro Grid를 실제 운영하고 있으며, 2010년에는 대규모 실증단지를 계획 중
한국	-2009년 6월, 미국과 전략적 제휴 체결 -2009년 7월, G8에 의해서 스마트그리드 글로벌 선도국가 선정 -2009년 11월, 최종 로드맵 확정 -2010~2013년까지 실증 및 스마트 메터 보급 -2020년까지 소비자측 전력망 지능화 완료 -2030년까지 국가 단위 최초 스마트그리드 구축

자료 : 지식경제부, Department of Energy(美)

9) Broadband Over Powerline의 약자로 전력선을 사용하여 데이터 전송 등 통신을 하는 기술

- 미국의 벤처캐피털의 스마트그리드 투자액은 '05~'08년간 연평균 97.3%씩 급성장 중이며, 금융위기의 여파로 '09년은 투자액이 급격히 감소하였으나 하반기부터는 다시 증가할 것으로 예상됨

미국 벤처캐피털의 스마트그리드 분야의 연간 투자액

(단위 : 백만불)

연 도	벤처 캐피털 투자액
2005	60
2006	281
2007	419
2008	461

자료 : GTM Research

- IEA는 '06~'30년 중 스마트그리드 관련 전세계 투자액이 3조달러에 이를 것으로 추정하였고 Pike Research는 '10~'15년간 2,100억달러의 시장이 형성될 것으로 추정

세계 스마트그리드 관련시장 부분별 비중('10~'15)

구분	송전망 개선	분산자동화	DR	AMI	전기차 관련	기타
비중(%)	44	24	11	11	8	2

자료 : Pike Research

Ⅲ. 국내 스마트그리드 사업 동향 및 전망

1. 국내 추진 배경

- 국내 전력망은 타국에 비해 높은 효율과 안정적인 시스템을 보유하여 국내 스마트그리드 도입은 낡은 전력망 교체차원에서 추진되고 있는 미국 등과 다소 차이가 있음
 - 미국, 일본, 한국의 송배전 손실률¹⁰⁾은 각각 6.6%, 4%, 5%이며 '06년 국내 기준 1% 송·배전 손실률이 증가하면 연간 2,000억원의 추가 비용 필요
- 우리나라의 스마트그리드 도입은 에너지 비용의 감소, 신재생에너지 발전의 확대

10) 발전소에서 생산된 전기가 최종 소비자에게 보내지는 동안 손실되는 비율

- 여건 마련 및 수출산업화 등 국제경쟁력 확보 차원의 전략적 추진 성격이 강함
- 화석연료를 수입하여 전력을 생산하는 구조상 생산비를 감소시키고 안정적인 전력생산을 위해 효율적인 전력생산체계 절실
 - 유가는 연초대비 64.8%증가하고 가채년수도 한계를 보임
 - 향후 수출산업화하기 위해서는 신재생에너지 발전의 확대, 이들의 스마트그리드로의 연결 및 국내시장의 테스트 베드화 등이 필요

세계 에너지 가채매장량 및 가채년수

구 분	석 유	석 탄	천연 가스
가채매장확인량	12,379억 bbl	8,475억톤	177조m ³
연간생산량	298억 bbl	64억톤	3조m ³
가채년수	42년	133년	60년

자료 : BP Statistical Review of World Energy, 2008.6

2. 기술수준 및 현황

- 국내 스마트그리드 기술은 AMI, Smart Meter 등 기계적인 측면에서는 선진국과 유사한 기술력을 확보하였으나 DR, 전기 자동차 관련 설비 등의 기술수준은 낮음
- 미국 등 선진국 대형 IT 업체들은 스마트그리드 관련 Hardware뿐만 아니라 Software 분야에서도 높은 기술수준을 보유하고 있는데 반하여 국내 관련 Software 분야는 취약
- 특히 대규모 수요자와 공급자의 통합·운영기술 등은 아직까지 미확보

국내 스마트그리드 기술 수준

(선진국 = 5)

구현기술	현수준	비 고
AMI	5	전력 IT 관제로 연구 중
Smart Meter	5	외국 수준 기술력 확보
모니터링 설비	5	기반기금과제로 연구 중
분산형 EMS	4	연구 중, 적용 가능
전기품질 보상장치	3	연구시 적용가능
전기 저장설비	3	외국도 개발 중
연계 운영, 협조제어, 보호	3	연구시 적용가능
전기자동차	2	준비 중
수요자원시장	2	시장이 있으나 활용도 낮음
실시간 가격제도(RTP)	1	제도 없음, 매우 중요한 기술

자료 : 한국전력

- 국내 배전자동화 기술은 선진국 수준이나 분산발전 및 다양한 소비패턴이 반영하는 지능형 배전시스템의 계획·운영 기술은 낙후

□ AMI

- '20년까지 보급을 완료할 계획으로 총 5조 4천억원 규모의 시장이 형성될 전망
 - 스마트그리드 구축을 위한 핵심사업으로, AMI의 구축만으로도 실질적인 전력 수요 감소 및 전기요금 절감 효과가 가능해 가장 먼저 산업화될 전망

국내 스마트그리드 시장규모 전망

(단위 : 억원)

구 분	2010~2012	~2015	~2020	~2025	~2030	합 계
전력 계통망	360	7,200	15,480	21,600	27,360	72,000
AMI	3,024	5,400	45,576	-	-	54,000
HEMS	375	7,500	16,125	22,500	28,500	75,000
기타 XEMS	450	9,000	19,350	27,000	34,200	90,000
가전제품 모뎀	135	2,700	5,805	8,100	10,260	27,000
전기차 인프라	-	216	1,605	1,886	1,886	5,594
합 계	4,344	32,016	103,941	81,086	102,206	323,594

자료 : 지식경제부

- 지식경제부는 '20년까지 1조 4,740억을 투입하여 기계식 계량기를 전량 스마트 미터기로 교체할 계획
- LS산전, 누리텔로콤은 각각 AMI 분야 선도업체인 Silver Spring Network(美), GE(美)와 제휴를 맺어 국·내외 보급 기반 마련

보급예정인 경제형 및 일반형의 스마트 미터

구 분	활 용 대 상	점 유 율	검 칩 범 위
		대 수	주 요 기 능
경제형	주택용(300kWh미만), 2만원	56%	소비전력량(유효전력량)
		1,000만대	원격검침, 시간별계량(1시간) · 통신
일반형	300kWh 이상 주택, 상가, 심야용, 5만원 이상	44%	경제형 + 역률, 피크전력 계량
		800만대	원격검침, 시간별계량(15분) · 통신

자료 : 지식경제부

- AMI관련 기기 뿐만 아니라 응용 소프트웨어, 운영 노하우 등도 중요한 시장을 형성할 것으로 예상돼 관련 기술 개발 및 축적 등이 필요

□ 전기자동차

- 국내 전기자동차의 보급 확대는 전력량 증가보다는 전력사용 패턴 및 관련 응용 분야 등에서 스마트그리드 보급을 촉발할 것으로 예상됨
- 최근 발표한 지식경제부의 전기차 보급 확대 정책이 실현되었을 경우 추가 전력소요량은 현 시설용량의 최소 0.2%에서 최대 2.2%
 - 지식경제부의 전기자동차 보급 목표는 '20년까지 소형차의 10%로 필요전력량은 현행 전력생산 시설용량의 최대 0.3%에 불과
 - 전력 예비율이 10%이상인 것을 감안하면 전기자동차가 대량으로 보급되더라도 단순 전체 전력사용량의 증가 효과는 크지 않을 것
- 배터리 및 전력 집중사용의 완화 기술 등의 개발이 강화되고, 충전소 등의 보급도 확대될 것으로 예상됨

국내 전기자동차 보급에 따른 필요 전력사용량 비중

(단위 : 대, %)

	2009.9	2020	2030
총 대수의 10%	1,780,228 (1.0)	2,683,159 (1.5)	3,896,011 (2.2)
소형차의 10%	366,550 (0.2)	611,365 (0.3)	887,716 (0.5)

주 : 1. 괄호안은 필요전력 사용량 비중

전력사용량 = 전기자동차의 총 필요 전기사용량 / 2009년 기준 시설용량

2. 평균 운행거리는 14,600km로 가정하고 에너지 효율은 1kwh에 8km로 가정

3. 자동차 등록대수 증가율은 2005년~2009년 9월 현재 연평균 증가치인 3.8% 적용

자료 : 지식경제부, 국토해양부

- 전반적인 국내 배터리 기술은 선진국 수준이나 계통연계 및 운영기술은 국내·외적으로 아직 초기단계
- 충전 관련 부품, 인터페이스 등 인프라 구축에 필요한 핵심분야의 기술은 본격적으로 개발 중
- 주요 핵심기술 중의 하나인 배터리 운영 기술은 아직까지 취약

□ 국내 신재생에너지 발전의 계통연계

- 전국적인 신재생에너지 발전의 기반이 되는 마이크로 그리드가 구축돼 소형 신재생에너지 발전단지가 확산될 예정
 - 건물에도 박막형 태양전지 등 소규모 신재생에너지 발전시설이 설치돼 에너지 자급자족형(zero energy) 빌딩 등장

제로 에너지 빌딩사업

(단위 : %)

2012	2020	2030
시범사업	10	30

자료 : 스마트그리드 국가로드맵(초안), 지식경제부

- 스마트그리드와 분산형 발전의 통합이 진행 중에 있으며 관련 범용기술의 선진 국대비 기술격차는 거의 없는 편이나 분산형 발전과 EMS의 통합기술, 발전예측 기술 및 최적 운용기술 등은 낙후됨

□ 제주도 실증 단지

- 정부는 본격적인 스마트그리드 확대에 앞서, 국내 제품 및 기술의 시험·평가, 연구자료 축적 등을 위해 제주도 구좌읍 6,000호를 대상으로 스마트그리드 실증사업을 추진 중
 - 전기연구원, 한전 등이 주축이 되어 '09년 7월~'10년 12월까지 18개월간 약 600억 원을 투자하여 실증단지 구축 추진
 - 구좌읍은 신재생에너지 연구단지와 풍력·태양광 등 신재생에너지 발전시설이 다수 포함돼 스마트그리드 실증을 위한 적지
 - 정부는 국내 기업뿐만 아니라 외국기업에도 개방하는 등 글로벌 스마트그리드 허브로 육성 계획
- 육성분야는 Smart Place에서 Smart Service까지 5개 분야로 주요 업체들은 향후 국내·외 스마트그리드 관련 사업을 선점하기 위해 컨소시엄을 구성하여 사업 참여를 모색 중

제주도 스마트그리드 관련 실증단지 주요 사업

(단위 : 억)

분 야	내 용	업 체	예산
Smart Place	- 가정 및 직장에서 스마트 미터 사용의 일상화로 전력사용의 분산화를 유도 - 전기사용의 분산화 유도 - 스마트 미터, 통신망, 에너지관리시스템 등	- 한전, LS산전, LS전선, 대한전선, 삼성물산, 삼성전자 등 39개사 - SKT, SK에너지, 삼성전자, 현대중공업, 안철수 연구소 30개기업 - KT, 삼성전자, 삼성SDI, 삼성SDS, 삼성물산, 효성, 미리넷 등 15개업체 - LG전자, LG과워콤, GS전선, GS EPS 등 - 3개 콘소시움 선정예정	200
Smart Transportation	- 거리 및 가정에서의 전기차 충전인프라 구축 - 전기차의 배터리교환소, 충전기 등 충전인프라 등	- 한전, SK에너지, GS칼텍스 콘소시움 - 3개 콘소시움 선정예정	90
Smart Renewable	- 풍력·태양광 발전 등의 전력망 연계와 잉여 전력의 타지역 사용 연계 - 신재생용 저장장치 및 마이크로 그리드 운영기기, 시스템 등	- 한전, 현대중공업, 일진전기, 포스콘 콘소시움 - 2개의 콘소시움 선정예정	90
Smart PowerGrid	- 양방향 전력전송, 자동치유 및 자동복구, 각종 첨단기기와의 통신을 통한 전력수요 제어 - 지능형 송전망, 디지털 변전소 및 전력시스템 통합제어 솔루션	- 한전, 중전기기사	100
Smart Elec. Service	- 소비자에 맞는 다양한 전력요금 제공 - 녹색·품질별 실시간 요금제, 전력 컨설팅, DR이 운영되는 전력서비스 설계 및 운영	- 한전, 전력거래소 등	100

자료 : 지식경제부, 전력신문

3. 향후 전망

○ 우리나라는 중전기 산업과 IT산업이 고르게 발전하여 향후 스마트그리드 산업의 주도권을 선점할 수 있는 역량 보유

- 국내 중전기 산업¹¹⁾의 '08년 기준 생산 및 수출은 각각 8조, 8.5조 규모
- 중국, 중국, 동유럽 등을 중심으로 중전기 관련 수출이 증가해 왔으며, 미국과의 교류확대를 바탕으로 4,000억 달러에 달하는 노후 전력망 교체 사업에도 진출 예정

11) 발전기, 전동기, 변압기, 차단기, 배전 및 제어기, 변환 및 안정기, 원자로 및 전기로 등을 포함

- 한국전력에 의한 독점적인 전력 공급체계는 스마트 미터기 등의 빠른 보급에 유리하며 관련 기술 습득 및 해외시장 선점이 용이
- 국내 실시간 전력거래 시장이 확대·발전하여 '30년에 국가간 전력거래까지 확대될 예정
 - 장기적으로는 전력관련 파생상품 등 금융상품과 연계돼 새로운 시장 형성도 기대됨

전력시장의 변화

연 도	2012	2020	2030
내 용	실시간 거래 가격 정보 형성	양방향 전력 거래	국가간 전력거래

자료 : 스마트그리드 국가로드맵(초안), 지식경제부

- 스마트그리드는 전력산업뿐만 아니라 자동차, 배터리산업, 반도체 및 가전산업까지 다양한 분야에 '30년까지 누적기준 20~50조원의 신규 수요를 창출할 것으로 전망됨
 - 전력분야는 송전, 변전 등 대규모 중전기 시장
 - 전기자동차의 보급과 관련된 배터리, 충전소 등 관련 시장
 - 에너지 저장을 위한 시장

스마트그리드 사업으로 창출될 산업분야

산업구분	2009년	2030년
전력산업	화석연료 위주의 발전원	신재생·분산 전원의 일반화 (스마트그리드)
	기저발전(원자력·석탄), 첨두발전	기저발전(원자력·석탄) 위주 ※스마트그리드→효율적 전력수요관리→첨두발전원 수요감소
	전력산업 영역이 계량기까지	전력산업 영역이 계량기이후 가전 제품까지 확대 ※전기절약 건설링 사업의 일반화
	공급자 위주의 제한된 전력시장	다수의 공급자와 수요자가 참여하는 완전경쟁 전력시장
중전산업 통신산업	각각 고유한 산업영역으로 구분	중전기와 IT 기술의 융합 제품 일반화 ※Smart Meter 등 신전력설비의 일반화
가전산업	기능·성능 위주	전력상황에 반응하는 스마트 가전제품(Smart Appliance) 개발 ※조명·에어콘·TV 등이 전기요금에 연동되어 전력사용 최적화
건설산업	편의성·디자인을 고려한 건물 설계	효율적 전력이용이 가능한 스마트 건물(Smart Building) 확대 ※스마트그리드·신재생에너지 수용으로 전력효율 극대화
자동차산업	가솔린·디젤엔진 위주	플러그인 전기자동차 일반화 ※수송분야의 電化 촉진, 탄소배출 경감
에너지산업	석유판매 위주	전력판매(전기충전소) ※전기자동차 활성화를 위한 新에너지 인프라

자료 : 지식경제부

IV. 산업화 방안

□ 전략 산업으로서의 인식제고

- 상대적으로 효율적인 국내 전력시스템은 스마트그리드 도입에 장애요인이 될 수 있음
- 스마트그리드는 산업 파급효과가 매우 큰 만큼 국가 차원의 전략산업으로 육성 필요

□ 스마트그리드 시스템의 확대 방안

- AMI의 기반기술인 스마트 미터의 보급 확대로 AMI 구축 촉진
 - 스마트계량기, 정보교환 시스템 등 하드웨어의 핵심기술뿐만 아니라 개별 전력 수요량을 실시간으로 파악하여 시장가를 도출·전달하는 소프트웨어의 개발이 요구됨
 - 스마트 미터 자체 시장은 상대적으로 크지 않으나 AMI 관련 시장의 확대 가능성은 매우 큰 편
 - 전력의 지능화뿐만 아니라 도시가스 등의 지능화에 이르기까지 응용영역 확대
 - 천연가스 등의 경우 저장이 가능하여 비교적 효율적인 편이나 AMI 및 DR의 적용은 전체적인 소비 절감의 가능성을 높임
- HAN 시스템의 관련 통신규약을 표준화하여 업체 및 업종간 호환성 강화
 - 신재생에너지에 의한 발전 시스템도 EMS 및 HAN 시스템에 연결하여 분산형 발전 시스템 확대 유도
- 전기차 관련 충전시스템의 확충
 - 전기차의 확대 보급을 위해서는 효율적인 배터리 기술이 기반이 된 충전스테이션의 확보가 필요
 - 전기차 보급 및 관련 스마트그리드 인프라 성장을 위해 고성능 배터리와 충전 시스템 등의 핵심기술 확보 필요

□ 초기 시장 조성

- 주요 IT 업체들과의 협력강화로 기술개발을 촉진하고 경쟁력을 제고하여 스마트 그리드 시장 선점

- 스마트그리드 시장의 실증단지 확대를 통한 국내업체의 참여기회 확대
 - 참여 업체수를 확대시켜 기술개발 및 운영노하우 획득기회 제공
 - 참여분야 세분화로 다양한 업종을 가진 업체의 참여확대
 - IT업체들의 참여를 늘려 IT와의 융합 확대

- 실시간 가격체제, 소비자의 소규모 공급자화, 통신 네트워크와 가정용 기기의 연결 등 새로운 전력공급체계의 도입을 뒷받침하기 위해 관련 법제 정비