

스마트 그리드

Smart Grid



글 | 鄭 春 炳

(Chung, Choon Byeong)

(주)이산 부사장, 공학박사 전기응용기술사,
건축 전기설비기술사, 한국 기술사회이사,
한국 조명설비학회이사,
국제조명위원회 한국위원회이사,
전기사랑실천연합 교육개발위원장.
E-mail : Chungcb@daum.net

Smart Grid is grafting IT(information technology) techniques on existing electric power network, supplier and the consumer to do real-time exchange of information lead to both direction and energy efficiency optimization, it is a next potential electric power network method. Because of applying various distributed electric power sources, the electric power network system will follow in size and it is dispersive and it will operate independently, and it become the intelligent electric power network, which in consumer demand reacts at real-time, because of using various sensors.

In this article explain concept, features, and contemporary background of Smart Grid, and describe improve reliability of the electric power quality.

I. 서론

인류는 에너지 사용량과 비례하여 발전되었으며 앞으로도 변함없을 것이다. 허나 머지않아 화석연료는 고갈될 것이며 또한 화석연료 사용에 따른 지구온난화와 환경파괴가 가속화되어 범세계적으로 대책을 수립, 시행하고 있으나 그 성과가 획기적이지 못하다. 기후변화에 대응하기 위하여 2009년 7월 선진 8개국 확대정상회의의 기후변화 중요국회의(MEF)에서 기후변화에 대응하기 위한 세상을 바꾸는 7대 기술 중 하나인 스마트 그리드 분야의 선도국으로 우리나라가 선정된 바 있다.

우리나라는 2008년 그린 에너지사업 발전전략의 과제로 스마트 그리드를 선정하여 법적, 제도적 기반 조성을 위해 지능형 전력망 구축위원회를 신설하였고, 제주특별자치도 구축읍에 실증 단지를 지정, 가동되고 있으며 스마트 그리드에 대한 Roadmap은 2009년말까지 확정 예정이다.

II. 스마트 그리드 개념과 특징

1. 스마트 그리드의 개념

최근 녹색성장의 핵심기술로 급부상하고 있는 스마트 그리드(Smart Grid)는 기존 전력망에 IT 기술을 접목해 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하고자 하는 전력망을 말한다.

현재의 중앙 집중형, 일방향인 전력 계통의 비효율성을 극복하기 위한 것으로, 신재생 에너지를 중심으로 하는 다양한 분산 전원이 도입되어 전력 계통을 규모에 따라 분산적이고 독립적으로 운영할 수 있는 유연한 형태를 갖추게 되며, 각 계통에 센서, 미터들을 장착하여 소비자의 요구에 실시간으로 반응하는 지능화된 전력망이다.

전력 산업의 패러다임이 양에서 질로, 공급 중

십에서 수요 중심으로, 중앙 집중에서 지역 분산으로, 100년전 기술이 전력IT 기술로 변화하는 것을 의미한다.

〈표1〉 현재전력망과 스마트 그리드 비교

비교항목	현재 전력망	스마트 그리드
전원 공급 방식	중앙 전원	분산 전원
통신 방식	단방향 통신	양방향 통신
사고시 복구	수동 복구	반자동 복구 및 자기 치유
설비 점검	수동 설비 점검	원격 설비 점검
제어 시스템	지역적인 제어 시스템	광범위한 제어 시스템
가격 정보	제한적인 가격 정보	모든 가격 정보 열람 가능
고객의 선택	고객의 제한적 선택 가능	고객의 다양한 선택 가능

2. 스마트 그리드가 시대적으로 요구되고 있는 배경

1) 에너지 이용의 효율 향상

전력 소비는 계절적으로는 여름, 시간대별로는 오후 시간에 피크(Peak)를 형성하고, 편차가 크기 때문에 비효율이 발생한다. 발전설비는 예비력을 감안해 증설될 수밖에 없고, 이로 인해 평균 설비 가동률은 떨어질 수밖에 없다. 이에 대해 스마트 그리드는 수급 상황별 차등요금제를 적용하여 전력 수요를 분산시키고, 소비자들에게 전기 사용량과 요금을 실시간으로 보여줌으로써 자발적인 에너지 절약을 유도한다. 또한 각 제품에 스마트칩이 내장되어 있어 최적의 전기요금 시간대를 찾아 전기를 소비하게 된다. 각 가정이나 빌딩마다 저장장치를 구비하여 저가 전기를 충전했다가 고가 시간대에 사용하고, 남은 전기는 전력 거래 시장을 통해 되파는 구조가 정착될 것이다. 스마트 그리드 구축시 에너지 절약 효과는 6% 내외로 추정되며 이 경우 국내에서 연간 약 2조원의 전기요금이 절감될 것이다.

2) 신재생 에너지의 확산 기반이 마련

환경적 측면에서 교토의정서 시대에 온실가스 배출 감소는 필연적 과제이다. 우리나라는 이산화탄소 배출량이 세계 10위인데, 배출량 증가율은 중국에 이어 2위를 기록하고 있다. 현재의 발전 체계는 화력 발전 비중이 높아 온실가스의 원인인 이산화탄소를 다량 배출하고 있다. 이산화탄소 배출을 줄이기 위해서는 신재생 에너지, 에너지 효율화, 탄소 포집 및 저장 등의 대안이 필요한데, 스마트 그리드가 담당해야 할 분야이다. 스마트 그리드 구축시 2020년에 이산화탄소 배출이 감축될 것으로 기대되고, 태양광, 풍력, 조력 등 친환경적 신재생 에너지가 스마트 그리드의 분산 전원 시스템의 주체가 될 것이다.

3) 전력의 품질과 신뢰도 향상

현재의 전력망은 자기 진단이 어렵고, 고장 및 정전 발생 가능성이 상존하며, 사고시 수동 복구를 해야 하는 반면, 스마트 그리드는 자기 진단이 가능하고 시스템의 보호와 단독 운전이 가능하며 사고시 반자동으로 복구하고 자기 치유를 할 수 있다는 특징을 가진다. 고장 요인을 사전에 감지함으로써 정전을 최소화하고 전기의 품질을 높일 수 있다. 또한 공급자 위주의 전력 사업이 수요자 중심으로 바뀌게 되고, 수요에 반응하여 공급을 결정하는 메커니즘으로 변하게 될 것이다.

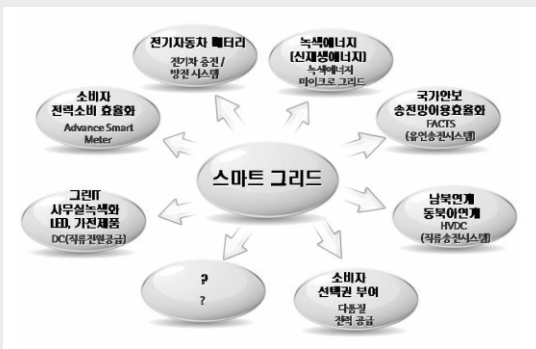
4) 전기자동차 시대를 예비한 새로운 인프라 구축

플러그인 전기자동차가 보급되기 위해서는 충전 인프라가 필요하고, 차등요금제 기반의 저렴한 전기 공급이 전제되어야 한다. 또한 지금의 주

요소처럼 막대한 규모의 전기충전소가 설치되어야 하고, 이를 관리하는 시스템을 필요로 하게 된다. 2030년에 우리나라의 전기자동차 보급률이 30%에 도달한다고 가정하면, 전력 인프라를 구축하는 많은 예산과 시간이 소요될 것이고 만약 국내 자동차가 모두 전기자동차로 바뀐다고 가정하면 현재 전력 수요의 2배가 증가하게 된다.

5) 새로운 성장 산업의 육성

정부는 2030년까지 세계 최초로 국가 단위의 스마트 그리드 구축을 완료한다는 비전을 선포했고, 가장 적극적인 행보를 보이고 있다. 우리나라가 Roadmap대로 선도적으로 스마트 그리드를 구축한다면, 스마트 미터 중심의 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 기기를 수출 제품으로 육성할 수 있을 것이다. 또한 스마트 그리드는 전력과 충전기는 물론이고 통신, 가전, 건설, 자동차, 에너지 등 산업 전반과 연계되어 큰 파급 효과를 미칠 것이다. 스마트 그리드는 이미 선택의 단계를 넘어 어떻게, 얼마나 빨리 구현할 지가 관건으로 보인다. 스마트 그리드의 필수구성요소와 세부내용을 요약하면 다음과 같다.



〈그림 2〉 스마트 그리드 필수 구성요소

3. 스마트 그리드 특징

1) 교류(AC)에 비해 직류(DC) 전기에 대한 수요가 증가한다.

〈표 2〉 스마트 그리드 세부내용

분 야	주요 구성요소
소비자중심 에너지 효율화	스마트계량기, 통신망, 홈·빌딩·공장용 에너지관리시스템, 서비스 플랫폼, 가정용 신재생·전기차 충전인프라 구축
전기운송수단 확대기반 구축	전기차 배터리교환소, 전기차 충전기, 통신기반 서비스 플랫폼 및 충전통신망, 모바일·내비게이터 정보제공
녹색에너지 활용기반 구축	신재생용 전력저장장치(Storage), 신재생용 마이크로그리드 운영기기·시스템, 통신망
지능형 송·수배전망 구축	지능형 송전망, 디지털 변전소, 스마트 배전망, 통신망과의 연계, 전력시스템 통합제어 솔루션 개발
개별형 통합 전력시장 활성화	녹색·품질별·실시간요금제, 전력컨설팅, 수요반응(DR)이 운영되는 신전력 서비스 설계 및 운영

직류는 품질이 우수하지만, 전압 변환이 어렵다는 단점으로 인해 현재 전력망에서는 대부분 교류가 사용되고 있고, 실제로 가정에서 사용되는 전기는 직류가 요구되기도 한다. 이에 대해 스마트 그리드에서는 전력용 반도체를 이용하여 직류도 장거리 전송이 가능하게 해준다. 태양광, 연료전지 등은 발전 전기 자체가 직류로 생산된다. 현재 교류용 설비는 대규모 변전소와 변압기를 필요로 하지만, 직류용 설비는 소규모의 변환기만으로 교류를 직류로 바꿀 수 있다. 그만큼 직류용 설비가 효율이 높고, 탄소배출이 적다는 장점을 가진다. 미국의 전력연구소(EPRI) 보고서에 의하면 현재는 교류와 직류의 사용 비율이 90%대 10% 수준인데, 2020년이 되면 50%대 50% 수준으로 바뀔 전망이다.

2) 스마트 그리드의 하부에 수많은 마이크로 그리드(Micro Grid)가 존재하게 된다.

마이크로 그리드는 소규모 분산발전 시스템을 연결한 저압 네트워크이다. 통상적인 발전량은 수백kW에서 200kW 정도의 소규모이다. 마이크로 그리드가 활성화될수록 EMS(Energy Management System)와 더불어 배전자동화 시스템 (DAS; Distribution Automation System) 등 각종 배전 설비의 수요 기반이 확대될 것이다.

3) 안전하고 신속한 통신 시스템 구축이 가능하다.

스마트 그리드는 정보의 양방향 교환이다. 광대역 네트워크와 홈네트워크로 대변되며 중간단계로 마이크로 그리드(Micro Grid)가 수없이 존재하게 된다.

III. 스마트 그리드 구축 Roadmap

1. 해외 선진 국가들의 추진 상황을 보면 미국은 우리나라와 더불어 스마트 그리드 구축에 적극적이다. 미국은 노후 설비에 대한 교체 필요성에서 스마트 그리드 논의가 본격화됐다. 송배전망에 대한 투자가 1960년대와 1970년대에 집중됐고, 이후 민영회사들이 투자를 유보하면서 설비가 노후화됐다. 송배전망에서의 전력 손실률이 1970년대에는 5% 수준이었던 것이 현재는 7% 수준으로 증가했다. 1990년대부터 2000년대 초반까지 빈번한 대규모 정전 사태를 겪고 나서 2003년에 에너지부(DOE)가 내놓은 2030년까지의 전력 인프라 발전 계획인 'Grid2030'이 논의의 시발점이 됐다. 이후 2007년에 에너지부가 제정한 '에너지 자립

및 안보법(Energy Independence and Security Act)에서 스마트 그리드를 명시하여, 2020년까지 국가 송배전망 고도화, 수용가 전력사용 효율화 등을 추진하기로 했다. 설비 투자시 연방정부가 20%의 보조금을 지급하는 내용도 포함되어 있다. 특히 오바마 정부는 스마트 그리드를 그린뉴딜 정책의 핵심 정책으로 삼고 적극적으로 지원하고 있다.

유럽은 전통적으로 풍력 등 신재생 에너지의 확산에 가장 적극적이다. 유럽이 추진하고 있는 스마트 그리드는 신재생 에너지 등 고효율 저탄소 분산형 전원의 보급 확대, 환경 보전, EU 국가 간 전력 거래에 좀 더 초점을 맞추고 있다.

2. 우리 정부가 스마트 그리드 구축에 가장 적극적이다. 저탄소 녹색 성장을 핵심 국정과제로 선정하고, 세계 최초로 국가 단위의 스마트 그리드 구축을 완료하는 동시에 수출 산업으로 적극 육성하겠다는 비전을 제시하고 있다. 일단 우리나라는 스마트 그리드를 구축하기에 유리한 여건을 갖추고 있다. 국토가 좁고, 초고속 인터넷망이 가장 발달해 있으며, 단일 송배전 회사 체제를 가지고 있다. 한전이 경쟁 체제를 수용하고, 스마트 그리드 체제에서 새로운 성장 기회를 찾고자 하면, 스마트 그리드 구축에 속도를 낼 수 있다. 미국과 비교하면, 미국은 전력망이 10개 지역망으로 나뉘고, 3,300개 이상의 전력회사가 참여하고 있어 이해관계를 조정하기가 쉽지 않을 것이다. 여기에 우리나라는 중전기 분야의 기술력이 유럽, 일본 등과 비슷한 수준에 도달하고 있고, IT와 통신 분야 기술력은 가장 앞서 있다는 자신감

이 결부되어 있다.

스마트 그리드 사업 추진 일정을 살펴 보자. 2004년부터 추진된 전력IT 정책이 현재 스마트 그리드의 모태가 되고 있다. 이후 2008년에 그린 에너지 산업 발전 전략으로 확대 개편되어 15대 유망 분야에 선정되었으며, 2009년 3월에 지식경제부 주도로 지능형 전력망 구축 추진위원회가 공식 발족하면서 Roadmap이 수립되고 있다.

먼저 2009년 일정은 ▶ 6월에 통합실증단지 제주 구좌읍으로 정하였고, 실증단지 조성 사업의 대상 가구 수는 3,000호이고, 2013년까지 1,260억원의 예산이 투입될 예정이다. ▶ 연내에는 Roadmap이 최종 확정되어 발표될 것이다. Roadmap은 지능형 전력망 촉진법(안), 실시간 전기요금제 도입 방안 등을 담은 법·제도적 지원체계, 기술개발 지원체계, 국제협력 체계, 단계적·계제적 보급 방안 등이 포함된다. 이와 함께 아파트 8,000호를 대상으로 전력 효율화를 위한 스마트 계량 시스템 보급 시범사업을 실시한다.

Roadmap이 수립되고 나면, 2011년에 시범도시를 지정하여 운영하고, 전국에 단계적으로 확산되어 2020년에는 전국 1,800만 가구의 현 전력량계를 전자식으로 바꾸는 등 소비자층의 지능화가 완료되고, 2030년에 국가 단위의 스마트 그리드가 완성될 예정이다. 정부의 재정지원 근거를 확보하고, 전력회사의 설비투자를 촉진하기 위한 '지능형 전력망 촉진법(가칭)'은 2010년에 제정될 것으로 예상된다.

정부는 그동안 각 부처별로 추진되던 그린IT 관련 계획을 통합한 '그린IT 국가 전략'을 발표했다. 이 내용에 따르면 올해부터 2012년까지 1단

계 과정에서는 AMI(Advanced Metering Infrastructure), 스마트 배전 등을 핵심 기술로 개발하고, 시범 서비스를 수행하며, 2020년까지 2단계 과정에서 양방향 전력시장을 창출하고, 다양한 전력망 서비스를 생성하기 위한 개방형 전력 인프라를 구축할 계획이다. 2010년부터 2013년까지는 실증단지 구축과 스마트 미터 보급이 이루어진다. 스마트 그리드의 조기 상용화를 위해 IT(Information Technology) 인프라와 연계 작업이 활발하게 이루어질 것이다. 2012년까지는 AMI와 초고속 인터넷, 홈네트워크를 연동한 기술의 개발과 표준화를 통해 사용자층 인프라를 구축하고, 2013년까지는 IPTV, 홈서버, 휴대단말 기반의 사용자 친화형 디스플레이 및 전력 제어 서비스를 개발하여 보급하는 동시에, 유무선 홈네트워크와 연계된 정보가전 및 전력기기 제어 및 응용 서비스를 창출할 계획이다.

3. 스마트 그리드가 Roadmap대로 구축되면 선결되어야 할 과제들

일단 실시간 전기요금제를 도입하기 위한 법·제도적 장치가 필수적이고, 기술적 측면에서는 기존 전력망과 통합 및 지속적인 발전을 이루어야 하며, 기술 표준화에 능동적으로 대처해야 한다. 보안성 강화도 핵심 과제이다.

스마트 그리드는 전력망의 사고 위험을 사전에 감시하고 보호하는 기능을 갖추게 되어 안전성이 향상되지만, 통신 네트워크와 결합되면서 해킹과 같은 보안위협이 확대될 수 있다. 각국 정부의 재원 마련도 관건이다. 전력 사업자들이 설비 투자를 부담하는 규모는 한계가 있고, 정부의 지원이

〈표 3〉 스마트 그리드 구축 계획

1) 지식경제부 Roadmap

시 기		내 용
2009	6월	통합실증단지 선정
	6월	미국과 정부 차원의 전략적 제휴 체결
	8월	분과별 Roadmap 초안 완료 : 법제도, 기술 협력, 보급
	11월	최종 Roadmap
2010~13		실증 및 스마트 계량기 단계별 보급
2010		지능형 전력망 촉진법(가칭) 제정
2011		시범도시 선정, AMI 보급 개시
2012		기술 모듈화 및 시범도시 구축 완료
2020		소비자측 전력망 지능화 완료
2030		국가 단위 최초 스마트 그리드 구축

자료: 지식경제부

전제되어야 한다. 신재생 에너지 발전 설비에 대한 보조금 정책이 필요하고, 스마트 미터도 수요자들이 자발적으로 동참할 수 있도록 보조금 정책 등이 뒷받침되어야 할 것이다.

IV. 결론

스마트 그리드는 전력, 전산, 통신, 소프트웨어, 계측, 제어 가전 등의 다양한 요소가 복합적으로 관련되어 있고 아직 스마트 그리드의 기술이 충분하지 못하므로 지속적으로 첨단 기술이 에너지 기술과 융복합 되어야 하는 과제를 안고 있다.

특히 공식적이고 개방적인 표준 개발이 정착되어야만 국제적 모델로 발전시킬 수 있으며 더불어 통신보안 중요성이 요구된다. 우리기술인 모두가 Win-Win 전략으로 한방향 정렬이 이루어져야만 차세대 국가성장 엔진으로 자리 매김 될 것이다.

2) 녹색성장위원회 Roadmap

구분	1단계				2단계	3단계
	'09	'10	'11	'12	'13 ~ '20	'21~ '30
미래시장 전망	AIM 시장				Smart 배전	Smart Grid 시장
기술획득	국제공동연구, 산학연협동연구				산업체 주도	
사업화 전략	실 증		배전급 상용화		발·송 배전급 상용화	
핵심기술	SMART 배전 기술		Smart Grid 기술		Smart Grid 상용화기술	
	AMI 기술		Broadband AMI 기술			
	초전도 부품 소재 기술		초전도 시스템 기술		초전도시스템 상용화 기술	
전략 제품 서비스	AMI		Smart 배전시스템		Smart Grid 시스템	
	배전급 초전도 기기		송전급 초전도 기기		초전도 시스템	
제도	Smart Grid 입법 중전기기 구매제도 개선		전기기기 최저효율 제도 도입 실시간 전기요금산전 제도 도입			
기대효과	국가전력에너지 2% 절감		국가전력 에너지 5%절감		국가전력 에너지 10%절감	

자료: 녹색성장위원회

참고문헌

1. Kiwoom 증권 (2009.6.2 산업분석 전선 | 중전기)
2. 정보통신진흥원 (주간기술동향 통권 1411호)
3. 2007 LG Global Challenger 탐방 결과보고서 요약본

〈원고접수일 2009년 10월 7일〉