

스마트그리드 소개(1)

손종천 <한국스마트그리드사업단 전략계획팀장>

1. 스마트그리드 소개

1.1 스마트그리드의 개념

스마트그리드(Smart Grid, 지능형전력망)는 기존의 전력망(Grid)에 정보·통신기술(ICT, Information & Communication Technology)을 접목하여, 전기 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환할 수 있도록 함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망을 의미한다.

그런데 차세대 전력망인 스마트그리드를 구현하기 위해서는 다양한 분야에서 첨단 정보통신기술을 바탕으로 한 기반이 구축되어야 한다.

먼저 전력망을 지능화해야(지능형전력망, Smart Power Grid) 하고, 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력정보를 교환할 수 있도록 해야(지능형소비자, Smart Place) 하며, 전력망과 전기자동차가 양방향으로 자유롭게 접속하는 시스템을 갖추어야(지능형운송, Smart Transportation) 한다.

그리고 발전이 간헐적이고 출력제어가 어려운 신재생발전원을 기존의 전력망에 안정적으로 연계·운용할 수 있는 인프라를 구축해야(지능형신재생에너지, Smart Renewable)하며, 다양한 전기요금제도를 개발하고 소비자 전력거래 시스템을 구축하여 전력망의 효율을 증대시켜야(지능형전력서비스, Smart

Electricity Service) 한다.

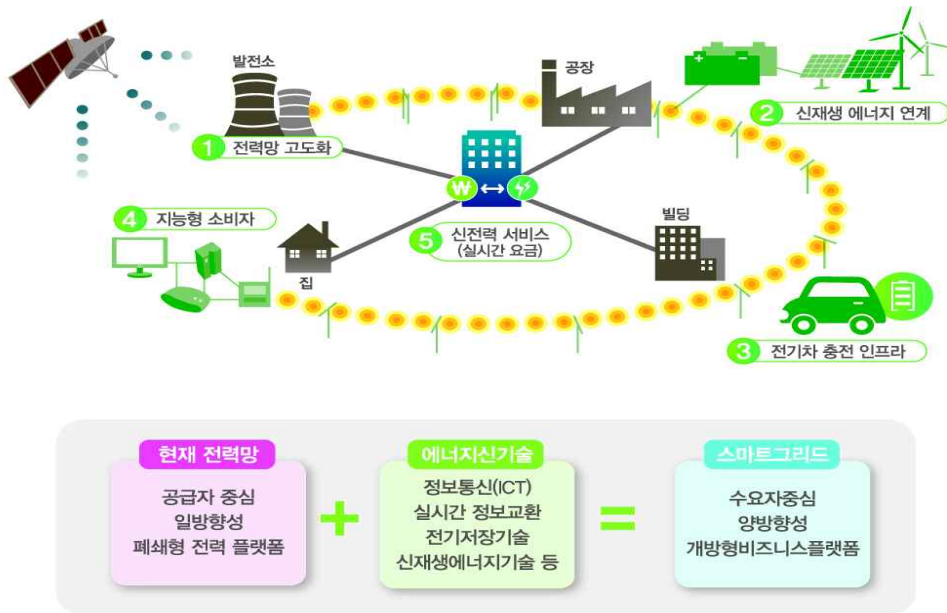
또한 첨단 전력망에 대한 사이버 공격을 사전에 차단하거나, 즉각 대응할 수 있는 보안 시스템이 필요하며 첨단 시스템이라 할 수 있는 스마트그리드를 최상의 상태로 운영할 수 있는 인재들도 양성하여야 한다.

앞에서 언급한 이 모든 것들이 스마트그리드를 구현하는 데 있어 필수 조건에 해당한다. 향후 이러한 필수 조건들이 충족되어 스마트그리드가 우리 실상에 구축되면 전기 생산자와 소비자 간에 실시간으로 전력 정보를 교환할 수 있게 되어 합리적인 에너지 소비를 유도할 수 있으며, 고품질의 에너지 및 다양한 부가서비스를 제공할 수 있게 된다.

그뿐만 아니라, 스마트그리드는 신재생에너지, 전기자동차, 에너지저장장치 등 청정 녹색기술의 접목 및 확장이 용이한 개방형 시스템으로서, 이러한 특성으로 인하여 산업간 융·복합을 통한 새로운 비즈니스 창출이 가능하게 된다.

1.2 기존 전력망과의 차이 및 특징

기존의 전력망은 왜 이러한 스마트한 운영이 불가능한 것일까. 이는 현재 우리가 사용하고 있는 전력망과 스마트그리드가 갖고 있는 구조적 특성을 비교해보면 쉽게 알 수 있으며 그 구조적 특성을 살펴보면, 스마트그리드의 특징도 알 수 있다.



* 출처 : 스마트그리드 국가로드맵(2010), 제주테크노파크(2010), Smart Grid Test Project Guide 수정 편집

그림 1. 스마트그리드 개념

표 1. 기존 전력망과 스마트그리드의 차이점

구분	기존 전력망	스마트그리드
통신	단방향, 비실시간	양방향, 실시간
소비자와 소통	제한된 범위	다양한 범위
미터링	전자기계적 미터링	디지털 미터링, 실시간 요금제 가능
운전	수동 감시 정기적 유지보수	자동 감시 상태 기반 유지보수
발전	집중식	집중식 + 분산전원
전력 제어	제한적	자동, 광범위
신뢰도	신뢰도 낮음 사고 파급 수동 대비	신뢰도 높음 사고 한정 또는 자동 치유 자동 대비
복구	수동	자가 복구
시스템 토폴로지	수직상 정해진 방향 전력흐름	네트워크 다양한 전력 흐름

* 출처 : 지식경제부(2010), 스마트그리드 국가로드맵

기존의 전력망은 발전 → 송·배전 → 판매의 순서를 거치게 되는데, 이는 전기 생산자가 전기를 생산하여 보내면, 소비자가 그 전기를 필요할 때마다 받아서 쓰는 일방적인 구조이다.

이를 구체적으로 나열하면, 발전소에서 생산된 전기는 인근 변전소까지 송전선로를 통하여 수송되고, 이 변전소에서는 전압이 높은 전기의 전압을 낮추어 배전선로를 통하여 집 주변의 전주 위에 설치되어 있는 변압기로 보내게 된다.

이후 이 변압기는 일반 가정에서 사용하는 전압인 220V로 낮추어 최종적으로 각 가정에 공급하게 되고 우리는 이 전기를 이용하여 냉장고, 세탁기, TV 등 가전제품을 사용하게 된다.

그런데 이 과정에서 하나의 문제점이 발생하게 되는데, 이는 바로 소비자들에게 현재 공급되고 있는 전기에 대한 정보가 전혀 전달되지 않는다는 점이다. 이

러한 소통의 단절은 소비자들로 하여금 비효율적인 전기 사용을 조장하여 전기 사용에 대한 통제도 불가능하게 만든다.

이와 같은 통제 불가능성으로 인하여 현재의 전력망에서는 전력사용량이 가장 많은 때(피크)를 기준으로 하여 전기를 생산할 수밖에 없다. 따라서 전기를 많이 사용하지 않는 다른 시간대에 생산된 전기는 모두 버려지게 된다.

반대로 전기 사용량이 급증하여 전기가 부족하게 될 경우에는 정부나 전력회사들이 단지 소비자들에게 전기 사용을 자제하여 줄 것을 요구하는 방법밖에는 뾰족한 수가 없게 된다.

이에 반하여 스마트그리드는 양방향 통신이 가능한 구조이다. 즉 스마트그리드에서는 공급되는 전기에 대한 요금, 예비율 등의 모든 정보들이 첨단계량인프라(AMI)를 통하여 제공됨에 따라 소비자들이 선택하여 전기를 소비할 수 있게 된다. 반대로 전기를 공급하는 입장에서는 소비자들의 시간대별 전력수요량을 정확히 파악할 수 있게 된다.

이런 구조에서는 전기 사용량이 급증하여 공급량이 부족하게 될 경우, 전기요금을 실시간으로 올려 책정할 수 있게 되어, 소비자들이 피크시간대에 사용하지 않아도 되는 전기수요를 전기요금이 낮은 시간대 사용하도록 이동시키는 효과를 볼 수 있다.

반대로 전기 사용량이 줄어 전기가 남게 될 경우에는 요금을 싸게 책정함으로써 피크 시간 때에 사용하려던 전기를 공급량이 여유로울 때 사용하도록 이동시키는 효과도 볼 수 있게 된다.

여기서 더 나아가 스마트그리드에서는 전기요금이 쌀 때 전기를 에너지저장장치, 전기자동차 등에 저장해 두었다가, 전기요금이 비쌀 때 사용하는 것이 가능하게 된다.

이러한 과정들이 축적이 되면 ‘부하의 평준화’를 이룰 수 있게 되고, 결국 불필요한 전기 생산을 줄일 수 있게 됨으로써 최종적으로는 국가 전체의 경쟁력을

높이게 되는 것이다.

그리고 기존 전력망과 스마트그리드의 또 다른 차이점은 전원 공급 방식에서 찾을 수 있다.

기존의 전력망은 대규모 발전소에서 생산된 전기를 중심으로 움직이는 중앙집중형 전원 공급 방식을 채택하고 있다. 이는 전기가 사용되기 시작한 후 지금까지 100여 년이 넘는 기간 동안 화석 연료를 바탕으로 한 발전기를 중심으로 모든 전력계통 기술들이 발전되어져 왔기 때문이다.

그런데 최근에 들어서는 지구온난화 방지를 위하여 화석연료를 사용하지 않는 신재생에너지에 대한 관심이 높아지고 있으며, 실제로도 많은 신재생에너지원들이 현장에 설치되어 가동되고 있다.

이러한 신재생에너지의 경우 고갈될 걱정이 없고, 친환경적인 자연 에너지를 이용하기 때문에 매우 유용한 에너지원으로 각광을 받고 있지만, 미래 예측이 불가능한 바람, 태양, 바다 등을 이용하기에 출력이 불안정한 특성을 갖고 있다.

즉 수많은 시행착오를 통하여 이제는 안정화된 발전을 중심으로 짜여진 기존 전력망에 출력 자체가 매우 불안정한 신재생에너지를 연계한다는 것은 기존의 전력계통 전체를 위협에 빠뜨릴 수도 있게 된다는 의미이다.

2. 스마트그리드 필요성

2.1 기후변화 대응을 위한 최선책

스마트그리드는 지구온난화 방지라는 명제를 전제로 하고 있기 때문에 세계 각국의 관심을 받으며 급성장하고 있다. 지구온난화 등 기후변화로 인한 대응책 마련이라는 명제는 스마트그리드의 대동 배경이라 할 수 있을 만큼 스마트그리드의 필요성을 설명하는 데 있어 중요한 위치를 차지한다.

18세기 중반 영국에서 시작된 산업혁명으로 인하

여 세계는 비약적인 발전을 이룬 반면에 다량의 오염 물질이 배출되면서 지구의 환경은 극심한 몸살을 앓게 되었다. 특히 석탄, 석유 등 화석연료를 무차별적으로 사용하면서 이산화탄소 등 다량의 온실가스를 배출하여 지구 온난화의 원인을 제공하였다.

이러한 지구 온난화 현상으로 인하여 빙하가 녹으면서 해수면을 상승시켰고, 또 홍수, 가뭄, 폭설, 폭서, 한파 등 다양한 이상 기후 현상을 불러일으켰다. 무엇보다 더 이상 환경적인 문제를 넘어 인류의 생존을 위협하는 단계로까지 번지게 되었다.

이에 국제 사회는 이러한 재앙을 막기 위해 과거 산업혁명을 통해 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국 38개국을 대상으로 제1차 공약기간인 2008~2012년 동안 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축을 규정하는 ‘교토의정서(Kyoto Protocol)’를 제3차 당사국총회에서 채택하여 2005년 2월 공식 발효시켰다.

그리고 2009년에는 에너지와 기후에 관한 주요 경제국 포럼의 17개 협력국 정상들이 기후 변화로 인하여 대두되고 있는 위협에 대한 적극적 대응의 일환으로서 저탄소 경제로 이동하지는 못하더라도 뜻을 같이하였다. 이러한 21세기 초반의 환경과 경제에 대한 일련의 행동들은 ‘녹색 혁명(Code Green)’으로 일컬어진다. 즉 세계 각국들이 기존의 성장 패러다임으로는 인류의 지속가능한 생존과 삶의 질 향상을 보장할 수 없다고 판단하여, 새로운 생존 번영의 패러다임으로 ‘녹색 성장’을 기치로 내세운 것이다.

과거에는 경제성장이라는 한 마리 토끼만 쫓았다면, 앞으로는 ‘환경’과 ‘경제성장’이라는 두 마리 토끼를 함께 잡겠다는 의미이다.

우리나라도 국제 사회의 움직임과 관련하여 다양한 정책들을 내놓았다. 우선 2008년 에너지 저소비·저탄소 사회로의 이행을 위하여 국가 에너지 효율을 46% 개선하고 에너지 사용을 대폭 절감하겠다는 내용을 주요 골자로 하는 국가에너지기본계획을 발표하

였으며, 2009년에는 녹색성장위원회에서 2020년까지 국가 온실가스 감축 목표를 배출전망치(BAU) 기준 30%까지 감축하기로 결정하였다.

특히 이러한 저탄소 녹색성장 정책의 효과적인 추진을 위한 법적·제도적 기반으로 2010년 1월 ‘저탄소 녹색성장 기본법’을 제정하고, 같은 해 4월부터 본격적으로 시행에 들어갔다. ‘저탄소 녹색성장 기본법’에는 녹색성장 국가전략 수립, 녹색기술·산업의 육성·지원을 통한 국제경쟁력 제고 및 새 일자리 창출, 녹색금융·펀드 조성, 화석연료의 수입의존도 감축, 온실가스 감축 등에 대한 목표관리제 도입, 배출권 거래제 도입 근거 마련, 친환경적 세계 추진 등의 내용이 포함되어 있다.

이처럼 21세기 들어서면서부터 우리나라를 비롯한 세계 각국은 온실가스 배출을 줄일 수 있는 방안을 찾는 데 총력을 기울이게 되었는데, 그 방안 중 가장 관심을 갖고 주력하는 분야가 전력 분야이다. 왜냐하면 전 세계 이산화탄소 배출량의 약 24%가 발전 산업에서 발생하고 있기 때문이다.

우리나라 역시 2013년 초 온실가스종합정보센터가 발표한 자료에 따르면 2010년 온실가스 총배출량은 총 6억 6,900만 톤(CO₂ 환산기준)이었다. 그리고 전력거래소의 자료에 따르면 2011년 전력부분의 온실가스 배출량은 전년대비 소폭 증가한 2억 2,000만 톤이었다. 즉 우리나라에서 발생하는 온실가스 중 1/3 정도가 전력부분에서 발생하고 있다는 것이다.

표 2. 우리나라 연도별 온실가스 총배출량 추세

구분	2006	2007	2008	2009	2010
총배출량(백만 톤)	575.4	590.3	604.1	609.1	668.8
전년대비 배출량 증가율(%)	1.2	2.6	2.3	0.8	9.8
GDP 증가율(%)	5.2	5.1	2.3	0.3	6.3

* 출처 : 온실가스종합정보센터(2013)

그런데 전력 분야에서 온실가스를 줄이는 방법에는 온실가스 배출을 막을 수 있는 기기를 설치하거나, 아니면 화석 연료를 이용하는 발전을 줄이고 신재생에너지 등 친환경 에너지의 사용을 늘리는 방법밖에는 없어 스마트그리드가 전기의 합리적인 사용을 유도함으로써 ‘부하의 평준화’를 이루고 석탄, 석유, 가스 등 화석연료를 사용하여 생산하는 전기의 양을 줄이는 가장 유력한 대안으로 떠오른 것이다.

특히 스마트그리드는 화력발전을 대체할 수 있는 가장 확실한 대안인 신재생에너지를 자유롭고 안전하게 전력망에 연계시킬 수 있는 유일한 대안이며, 전기 자동차 보급 등 온실가스 저감을 위한 친환경 교통수단의 확대 보급을 위해서도 필수적인 시스템이다.

2.2 합리적인 에너지 소비 유도

온실가스 저감을 위하여 화석 연료를 사용하는 발전소의 가동을 줄이려면, 전기 사용을 줄이거나, 다른 친환경 발전원으로 대체하여야 한다. 대체하는 부분과 관련해서는 신재생에너지가 최적의 대안이지만 아직까지 경제성 및 효율적 측면에서 화력발전소를 대체하기에는 역부족인 것이 사실이다.

그렇다면 가장 효과적인 방법은 전기 사용을 줄이는 것이다. 하지만 인간의 소비 습성 때문에 전기 이용 습관을 줄이는 데는 한계가 따른다. 이미 가정에서는 냉장고, TV, 세탁기 등 각종 가전제품의 용량이 대형화되었고, 예전에는 몇 대 없던 에어컨도 지금은 보편화되었으며 과학기술의 발전으로 과거에는 없던 가전제품들이 지속적으로 쏟아지며 각 가정에서 전기를 이용하여 가동되고 있다.

2013년 초 정부가 확정·발표한 제6차 전력수급기본계획에서는 우리나라의 연간 전력수요량은 2013년 4,854억kW에서 2027년에는 7,710억 kWh에 달할 것으로 전망되었다. 이는 향후 15년간(2013~2027년) 연평균 3.4%씩 증가한다는 의미

이다. 이러한 전기 사용량 증가 현상은 비단 우리나라만의 경우는 아니다. 전기는 타 에너지원에 비하여 제어가 용이하고, 깨끗하면서도 대용량 수송이 가능하기 때문에 전 세계적으로도 사용량 비중이 매우 높은 에너지이다.

표 3. 우리나라 전력소비량 및 최대전력 예측 결과

구분	전력소비량 (GWh)	최대전력(MW)	
		하계	동계
2013	485,428	78,998	80,374
2014	505,315	81,657	82,309
2015	526,356	83,532	84,658
2016	547,794	86,919	86,499
2017	569,141	91,031	89,694
2018	590,257	94,694	92,699
2019	610,823	98,621	96,243
2020	630,964	102,205	100,809
2021	651,845	105,852	104,714
2022	672,544	109,476	108,528
2023	693,056	113,065	111,913
2024	713,310	116,602	114,442
2025	733,060	120,078	116,982
2026	752,364	123,450	119,345
2027	771,007	126,740	121,684

* 출처 : 산업통상자원부(2013), 제6차 전력수급기본계획

정리해 보면, 전기 사용량은 매년 증가하고 있는데 반하여 대량의 전기를 생산하여 내고 있는 화력발전소는 줄여나가야 하는 매우 어려운 문제를 풀어나가야 한다는 결론에 이르게 된다.

이는 에너지를 합리적으로 생산하여 소비할 수 있도록 함으로써, 버려지는 전기를 줄여나갈 수 있는 방법, 즉 에너지 효율을 향상시키는 방법을 모색하여야 한다는 의미로 해석된다. 이를 위하여 현재 우리나라는 2014년 발표된 제2차 국가에너지기본계획에 따라 2035년까지 2011년 대비 13.3%의 에너지 효율

을 향상시켜나간다는 계획이다.

그리고 이러한 목표 달성을 위하여 △수요관리 중심의 에너지정책 추진 △분산형 발전시스템 구축 △에너지정책의 지속가능성 제고 △에너지섬 탈피를 위한 에너지안보 강화 △에너지원별 안정적 공급체계 구축 △국민과 함께하는 에너지정책 추진의 6대 중점 과제를 추진하여 나아갈 계획이다.

이렇듯 에너지 저소비 사회로의 전환이 시급한데, 바로 이 부분에서 전력수요의 분산 및 실시간 제어로 합리적인 에너지 소비를 유도할 수 있고, 고품질의 에너지 및 다양한 부가서비스의 제공을 통하여 에너지 이용 효율을 향상시킬 수 있으며, 전력 부하의 평준화를 이루어 부하가 클 때 발전되는 화력발전소의 가동을 줄일 수 있는 스마트그리드가 반드시 필요하게 된다.

2.3 新성장동력으로 고용효과 창출

지금 세계 각국에서는 고용 시장 창출을 위한 정책 마련에 고심하고 있다. 과학기술의 발달로 인하여 생산성이 크게 향상되며 급진적인 경제성장을 이뤄내었지만, 그에 따른 자동화 및 기계화로 인하여 고용 효과는 크게 늘지 않았기 때문이다.

반면에 인구는 지속적으로 증가하고 있고, 특히 고령화 사회로 진입하면서 일을 할 수 있는 능력을 갖춘 이들이 크게 늘어나 어느덧 사회적 문제로까지 부상하게 되었다. 이미 대부분의 경제학자들은 이러한 고용 없는 성장이 우리 사회를 ‘말기암’으로 몰고 가는 병이라고 진단을 내린 상태이다.

이에 각국 정부에서는 고용 창출을 위하여 다양한 경기부양책을 마련하여 추진하고 있지만, 경제성장을 달성에는 성공하면서도, 유독 고용 창출 부분에서는 대부분 실패하고 있다. 이미 산업 구조 자체가 고용 창출 효과를 낼 수 없는 수준으로 전환되었기 때문이다.

결국 고용 창출을 유발할 수 있는 새로운 산업을 찾아야 하는데, 세계 각국은 이 문제의 해답을 저탄소

녹색성장에서 구하고 있다. 에너지 효율을 향상시킴으로써 기후변화에 적극 대응할 수 있는 녹색 에너지 산업에 대한 투자를 통하여 고용창출 효과를 거두려는 계산이다.

우리나라 역시 당면한 글로벌 경제 위기를 극복하고, 더 많은 고부가가치의 일자리 창출을 위하여 에너지 효율 및 신재생에너지 등 녹색 산업을 중심으로 한 녹색 뉴딜 정책(Green New Deal)을 추진하고 있다. 특히 우리나라를 비롯한 세계 각국은 스마트그리드 구축 및 국제 주도권 선점을 위하여 경쟁적으로 기술개발에 나서는 등 이미 총성 없는 전쟁에 돌입한 상태이다. 이러한 반응은 스마트그리드가 그만큼 성장 가능성이 매우 높다는 것을 의미한다.

시장조사·컨설팅 기관인 Zpryme이 전망한 자료에 따르면 전 세계 스마트그리드 시장의 경우 2009년 약 76조 2,000억 원 규모에서 2014년에는 188조 5,000억 원 수준으로 성장할 것으로 발표하였다. 같은 기간 미국의 스마트그리드 시장과 관련하여서는 23조 5,000억 원 규모에서 47조 원으로 연평균 약 14.9% 성장할 것으로 전망하였다. 이밖에도 시장 조사 업체인 Pike Research는 2015년 스마트그리드 시장 규모가 2,100억 달러 수준에 달할 것으로 전망하고 지역별로는 2008~2015년 사이에 아시아가 가장 큰 비중을 차지할 것으로 예상하고 있다.

표 4. 스마트그리드 시장규모

구분	내 용
전력 시장	○ 2030년까지 누적 시장 규모: 1경 5,000조 원 - 발전 시장 규모: 7,500조 원 - 송·배전 시장 규모: 7,500조 원
스마트 그리드 시장	○ 미국시장 : (2009년) 23조 5,000억 원 → (2014년) 47조 원 ○ 세계시장 : (2009년) 76조 2,000억 원 → (2014년) 188조 5,000억 원

* 출처 : IEA(2009), World Energy Outlook 2008, Zpryme Research & Consulting(2009)

이러한 스마트그리드 시장에 대한 전망의 경우 그 범위를 어디까지 설정한 것인가 또는 연간 누적 성장률(CAGR) 예측에 따라 다소 상이한 결과를 보이지만, 세계 각국은 스마트그리드가 반도체와 IT 산업의 뒤를 잇는 신성장동력이라는 점에 대하여서는 이견이 없다.

특히 스마트그리드는 전력 및 중전기 산업은 물론, 통신·가전·건설·에너지·자동차 등 산업 전반과 연계되어 큰 파급효과를 기대할 수 있는 대표적인 융·복합 산업이다. 아직 성장 초기 단계로서 성장 잠재력이 매우 크기에, 향후 고부가가치의 녹색 일자리를 대거 창출할 수 있을 것으로 보인다.

우리나라의 경우 스마트그리드 국가로드맵에 따르면 스마트그리드 설비에 대한 투자는 2012년부터 2030년까지 약 30조 원에 달할 것으로 전망되는데, 그에 따른 일자리는 연평균 약 5만 개 정도가 창출될 것으로 기대된다.

2.4 NIMBY 현상에 대한 근본적 대처 가능

현재의 전력망은 늘어나는 전기 수요를 감당하기 위해 지속적으로 발전소를 건설해 나가야 한다. 그리고 발전소 건설에 따른 전력 수송을 위하여 송전선로, 변전소, 배전선로 등도 함께 건설되어야 한다.

그런데 이러한 전력설비 건설이 날이 갈수록 힘들어지고 있다. 그 이유는 바로 ‘넘비(NIMBY)’ 현상으로 인하여 부지 확보 자체가 어려워지고 있기 때문이다. 따라서 정부는 전기 사용량 증가에 맞춰 발전소 및 송전선로, 변전소 등 전력설비를 건설하려는 계획을 미리 잡아 놓고 있다.

하지만 현실에서는 전력설비 건설을 반대하는 지역 주민들의 민원으로 인하여 부지를 확보하는데 너무 많은 시간이 소요되면서, 정부의 계획대로 설비 건설이 제때 이뤄지지 못하고 있으며 향후 이런 현상이 더욱 심해질 것으로 예상되고 있다.



그림 2. 전력설비 건설에 대한 지역주민들의 반대가 점점 거세지고 있는 실정으로, 합리적인 전기 소비를 통하여 발전소 및 송전선로 신규 건설을 회피할 수 있는 스마트그리드가 이를 해결할 수 있는 최적의 대안으로 떠오르고 있다.

결국 대안은 전기 사용량을 최대한 합리적으로 줄임으로써 전력설비 건설을 최소화하는 것인데, 여기서 전기 사용량을 줄이는데 최적 방안이 바로 스마트그리드인 것이다.

3. 스마트그리드의 미래

스마트그리드가 구축되면 각 가정, 기업, 산업, 그리고 더 나아가 한 국가의 미래상(象)이 변화될 것이다. 먼저 스마트그리드는 기존 발전-송·배전-소비자로 이어지는 계층 구조의 전력망에서 다양한 주체들이 소비자이자 공급자인 네트워크 구조의 전력망으로 변화하게 된다.

또한 전력망이 전력 공급을 위한 인프라에서 가전·통신·건설·자동차·에너지 등 다양한 비즈니스의 플랫폼 역할을 하는 전력망으로 진화하게 되며, 이러한 전력망을 바탕으로 각 산업의 융합 속도도 가속화 되게 된다. 아울러 전력 공급자와 소비자 사이에 양방향 통신이 구현되고, 실시간 요금제, 수요반응, 전기자동차 등 다양한 신기술이 등장하게 된다. 공급



* 출처 : ETRI(2009), 한국형 스마트그리드 추진 방향

그림 3. 한국형 스마트그리드의 미래 예시도

및 소비 정보가 실시간으로 공유되면서 시스템의 효율을 높이는 전력망으로, 또 신기술이 소비자의 선택권을 높임으로써 소비자의 욕구를 충족시키는 전력망으로 변화하게 된다.

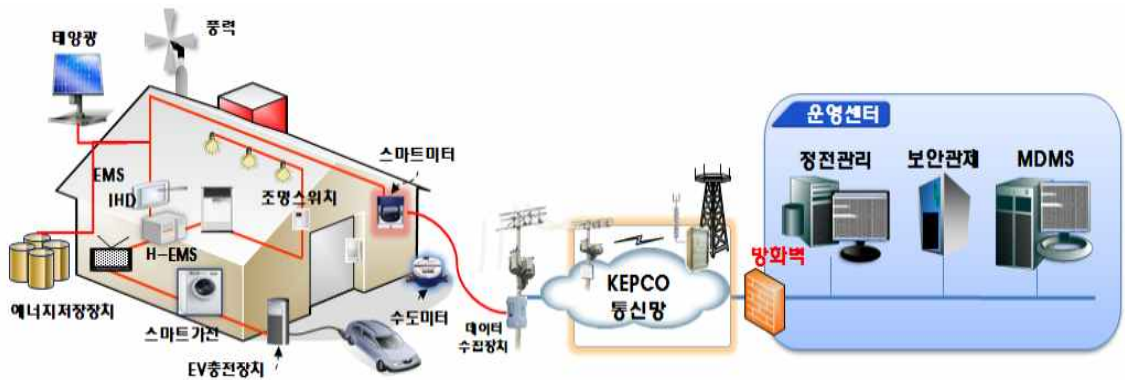
3.1 단순한 소비자에서 프로슈머로 전환

스마트그리드가 실현되면 우리 가정에서의 모습이 획기적으로 변화된다. 우선 각 가정에는 첨단계량인 프라(AMI) 시스템이 모두 구축되어, 실시간으로 전기요금 정보를 받아 볼 수 있게 된다. 스마트그리드에서는 실시간 요금제, 계절·시간별 요금제, 피크요금제 등 다양한 전기요금 제도들이 시행되게 되는데, 소비자들은 이러한 요금제를 AMI를 통하여 실시간으로 파악하면서 전기요금이 비쌀 때는 사용을 줄이고, 전기요금이 쌀 때 사용량을 늘리는 등 자신들이 선택

하여 합리적으로 사용할 수 있게 된다.

그리고 이러한 합리적인 전기 사용을 돕기 위하여 가정용 에너지관리시스템(HEMS, Home Energy Management System)이 구축되게 되는데, HEMS의 옵션을 선택하면 선택 옵션에 따라 가전기가 작동되며, 각 가정에 구비된 스마트 가전제품은 적용된 요금제와 실시간으로 받은 요금 정보를 바탕으로 가장 경제적인 방식을 적용하여 자동으로 작동하게 된다. 특히 이러한 HEMS는 우리가 지금 갖고 다니는 휴대폰 등을 통하여 완벽하게 제어할 수 있게 된다. 그리고 스마트그리드가 구현되면 각 가정에서 사용하는 대부분의 전기는 곳곳에 설치된 신재생 에너지 설비로부터 공급되게 된다.

단독주택이나 아파트 지붕에는 태양광 및 풍력 발전설비가, 땅속에는 지열 발전설비가 설치되어 시시각각 전기를 만들어 우리가 가정에서 사용하는 가전



* 출처 : 지능형전력망협회(2012), 2013 스마트그리드 연감

그림 4. 각 가정에서의 스마트그리드 시스템 구성도

기기 등에 직접적으로 전기를 공급하게 된다.

또한 신재생에너지 설비에서 생산된 전기가 남게 되거나, 전력회사에서 공급하는 전기 요금이 매우 저렴할 때에는 에너지저장장치(ESS)를 이용하여 그 전기를 저장하여 두었다가, 전기가 필요할 때마다 꺼내 쓸 수 있다.

이밖에도 각 가정에는 전기자동차를 충전할 수 있는 인프라들이 구축될 것이며, 외출을 할 때에는 충전된 전기자동차를 이용하게 된다. 여기서 더 나아가 신재생에너지로 생산된 전기 및 에너지저장장치에 충전되어 있는 전기를 필요시 전력망 운영자에게 전송함으로써, 즉 전력을 거래함으로써 이윤을 창출하여 낼 수도 있게 된다.

이로써 일반 가정은 단순한 전력 소비자(Consumer)가 아닌 소비와 판매를 동시에 수행하는 생산적 소비자(Prosumer)의 역할도 가능하게 되어 진정한 의미의 고객이 되는 것이다.

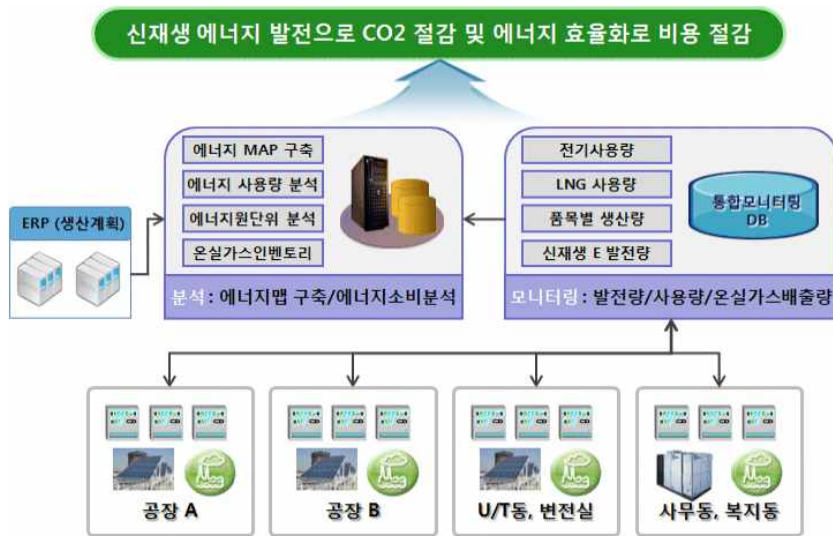
빌딩이나 상가 등도 각 가정에서와 유사한 변화가 일어난다. 주차장에는 전기자동차 충전설비들이 설치된다. 각 건물 옥상에는 태양광 및 풍력발전 설비가 설치되어 전기를 생산하고, 유리창도 태양광을 이용하여 전기를 만들어 각 사무실에 공급을 하게 된다.

그리고 이러한 신재생에너지를 통하여 얻은 전기와 전력회사에서 공급되는 전기를 가정의 HEMS처럼 BEMS(빌딩 에너지관리시스템, Building Energy Management System)나 FEMS(공장 에너지관리시스템, Factory Energy Management System)를 통하여 효과적으로 관리를 하게 된다.

여기서 BEMS는 빌딩에서 거주하고 있는 이들이 기존과 같은 수준의 쾌적도를 유지하면서 에너지 사용과 비용을 줄여주는 자동화·일원화된 시스템을 말하며, FEMS는 공장에서 이루어지고 있는 주요 공정에 스마트그리드 기술을 적용하여 모든 에너지 흐름을 실시간으로 분석, 낭비 요소를 제거함으로써 에너지 효율화를 지원하는 시스템을 의미한다.

이처럼 기업들은 에너지관리시스템을 통하여 전기·수도·가스 등 다양한 에너지 정보를 실시간으로 수집·분석하여 관리 및 제어를 할 수 있기 때문에 에너지 사용 효율을 향상시키고 비용을 절감할 수 있게 된다.

그뿐만 아니라 부하관리사업자(DR) 등과 계약을 맺고 최대 부하(피크) 시의 전력 수요 감축 또는 자가용 발전기 및 에너지저장장치의 전력 판매 등을 통하여 수익을 창출할 수 있게 된다. 이외에도 가정에서처럼 신재생에너지 설비나 에너지저장장치를



* 출처 : 지능형전력망협회(2012), 2013 스마트그리드 연감

그림 5. FEMS 구성요소 및 기능

통하여 생산, 또는 저장된 전기를 전력회사로 되팔 수도 있다.

3.2 전력회사에게도 다양한 이점 제공

스마트그리드는 현재 운영되고 있는 전력시장의 구조 자체를 완벽히 변화시키는 것이기에, 전력을 생산하여 공급하는 회사에도 큰 변화를 가져오게 된다.

먼저 전기를 생산하는 발전회사는 발전소 건설을 최소화할 수 있게 된다. 양방향으로 전력거래가 이뤄지고 합리적인 전기 소비가 진행된다면 부하의 평준화가 이뤄지게 되고, 또한 최대 피크를 적절하게 제어할 수 있게 되기 때문에 불필요하게 최대 피크를 예상하여 발전소를 건설하지 않아도 되는 것이다.

다음으로 발전회사에서 전기를 구매하여 소비자에게 공급하고 있는 한전의 입장에서도 상당한 변화가 예상된다. 우선 발전회사가 스마트그리드를 통하여 발전소 건설을 최소화할 수 있는 만큼 한전은 그에 따른 송전·변전·배전 설비에 대한 투자를 줄일 수 있

게 된다.

또한 전력망을 지능화하였기에 송전·배전망 고장을 자동으로 복구할 수 있게 되어 유지 보수 비용을 최소화할 수도 있다. 여기에 전력의 이동 경로를 자동으로 파악하여 시행하기 때문에 전력손실을 그만큼 줄일 수도 있다.

무엇보다 중요한 변화는 AMI 시스템을 통하여 전력수요 조절이 가능하게 된다는 점이다. 전력수급이 불안하게 될 경우 한전이 계약을 맺은 각 가정, 기업 등에 전력 감축 신호를 보내면 에너지관리시스템이 각 가정의 에어컨, 냉장고와 같은 스마트 가전에 신호를 보내 제품의 동작 시간을 적절히 조절하여 전력수요를 감소시킬 수 있게 된다.

3.3 전력시장의 변화로 다양한 사업자 발생

현재의 우리나라 전력시장은 발전회사가 생산한 전기를 한전이 전력거래소를 통하여 구입하여 소비자에게 공급하고 있는 일방적인 구조를 가지고 있다. 그

그러나 스마트그리드가 실현되면 이러한 전력거래시장의 구조 자체가 완벽하게 변화하게 된다. 바로 소비자들도 전력을 생산하여 팔 수 있게 되기 때문이다.

또한 수요반응(Demand Response) 시장도 열리게 되는데, 이는 전력이 부족할 경우 소비자 스스로 전력사용을 줄임으로써 전력공급의 안정화를 유도하고, 또 그에 상응하는 대가를 받아가는 시장을 말한다.

DR 시장에서는 다양한 부하관리사업자들을 창출하여 낼 수 있다. 이들은 다양한 요금제도를 설계하여 고객에게 제공하고, 정보통신기술을 활용하여 가정·주택 단위의 소규모 부하자원을 모집한 후 수요관리 시장에 참여함으로써 수익을 창출해 내는 역할을 담당하게 된다.

또한 에너지저장장치 사업자도 생겨나 전기요금이 쌀 때 전기를 저장하였다가 전력회사에 각종 서비스를 제공하여 수익을 내는 경우도 발생할 것이고, 에너

지관리사업자도 출현하여 다수의 빌딩을 관리하며 에너지를 절감한 비율에 대한 일정 부분을 수익으로 챙겨가게 된다.

무엇보다 다양한 신재생에너지 발전 사업자들이 생겨나게 된다. 지금은 태양광, 풍력, 조력 등 신재생에너지원을 이용한 발전사업의 경우 대부분 대규모 투자를 바탕으로 하고, 또 건설을 하여 운영하더라도 적절한 경제성을 보장받지 못하고 있기에 일부 기업들만이 사업을 추진하고 있는 상황이다.

그러나 스마트그리드가 실현되면 신재생에너지와 관련한 다양한 기술들이 개발되어 경제성을 실현하게 되고 이러한 신재생에너지원을 안정적으로 전력계통에 연계하는 기술 또한 발전하여 지금보다 훨씬 유리하게 사업을 운영할 수 있다.

이외에도 다양한 분야에서의 변화가 예상된다. 가장 먼저 스마트그리드는 전력 분야에 ICT를 접목하

표 5. 스마트그리드 관련 산업의 미래

구분	2010	2030
전력산업	○ 화석연료 위주의 발전원	○ 신재생·분산형전원 일반화
	○ 기저발전(원자력·석탄) + 첨두발전(LNG·양수)	○ 기저발전(원자력·석탄) 위주 ○ 지능형전력망 → 효율적 전력수요 관리 → 첨두발전원 수요 감소
	○ 전력산업의 영역 : 계량기까지	○ 전력산업의 영역 : 계량기 이후 가전제품 계열까지 확대 ○ 전기절약컨설팅사업 일반화
	○ 공급자 위주 제한된 전력시장	○ 다수의 공급자와 수요자가 참여하는 전력시장
중전산업 및 통신산업	○ 중전산업과 통신산업이 각각 고유한 산업영역으로 구분	○ 기존 중전기와 IT 기술이 융합된 제품의 일반화 ○ 소비자전력관리장치 등 새로운 전력설비의 일반화
가전산업	○ 기능 및 성능 위주의 제품 개발	○ 전력 상황에 반응하는 스마트 가전제품(Smart Appliance) 개발 ○ 조명·에어컨·TV 등이 전기요금에 연동되어 전력 사용 최적화
건설산업	○ 편의성/디자인을 고려한 건물 설계	○ 효율적 전기 이용이 가능한 스마트 홈·빌딩 확대 ○ 지능형전력망, 재생에너지 수용으로 전력 효율 극대화
자동차 산업	○ 가솔린/디젤 엔진 위주	○ 전기자동차 일반화 ○ 운송 분야의 電化 촉진 ○ 탄소배출 저감
에너지 산업	○ 석유 판매(주유소)	○ 전력 판매(충전소) ○ 전기자동차 활성화를 위한 새로운 인프라

* 출처 : 지식경제부(2010), 스마트그리드 국가로드맵

는 사업으로, 양방향 통신이라는 스마트그리드의 핵심을 구현하는 데 있어 정보통신산업의 수요는 무궁무진할 것으로 전망된다.

또한 각 가정에 AMI 시스템 등이 설치됨에 따라 건설 및 가전산업에도 많은 변화가 생겨나게 된다. 스마트 가전 시장이 대폭 성장할 것이고, 효율적인 전기 이용이 가능한 스마트 홈과 스마트 빌딩이 확대되는 등 가전 및 건설업계에도 새로운 시장을 형성시켜 줄 것으로 예상된다.

그리고 스마트그리드는 운송 분야에 혁신적인 화두를 던져 줄 것이다. 바로 전기자동차가 스마트그리드로 인하여 대폭적으로 보급될 것이기 때문인데, 이는 비단 전기자동차의 활성화뿐만 아니라 전기자동차를 충전할 수 있는 인프라 사업 등도 새로운 사업으로 각광을 받게 될 것이다.

3.4 국가적으로 더 큰 혜택 발생

스마트그리드가 완성되면 소비자는 변화하는 전력 가격 및 시스템 상황에 실시간으로 반응하여 전력소비를 조정할 수 있게 되고, 수요와 공급의 다양한 참여자가 각기 보유한 전력자원을 자유롭게 거래하여 에너지 효율의 극대화를 이룰 수 있게 된다.

이를 국가적인 관점에서 보면, 스마트그리드가 저탄소 녹색성장이라는 국가 계획을 달성하는 데 있어 핵심적인 역할을 담당하게 된다는 것을 의미한다.

특히 전력 수요의 분산 및 제어가 가능해져 에너지 이용의 효율을 향상시킬 수 있고, 에너지관리시스템을 통하여 소비자의 전기사용 행태 및 요금을 실시간으로 제공함으로써 소비자의 자발적인 에너지 절약을 유도할 수 있게 된다.

아울러 스마트그리드의 구축으로 인하여 신재생·분산형 전원의 보급을 확대할 수 있는 기반이 마련되어, 관련 산업의 발전과 함께 해외 수출 증대라는 효과도 얻을 수 있다. 또한 무정전·고품질의 전력서비

스 제공이 가능하기 때문에 반도체, 석유화학, 철강 등 우리나라의 주력 산업의 경쟁력을 높일 수 있어 그 파급 효과를 극대화시킬 수 있다는 분석이다.

스마트그리드 소개(2) 연재 안내

· 게재예정월 : 2014. 7월호

· 게재내용

4. 스마트그리드 정책추진 현황

4.1 국내 스마트그리드의 시초인 '전력IT' 사업 추진

4.2 제주 스마트그리드 실증단지 구축

4.3 스마트그리드 국가로드맵 수립

4.4 지능형전력망 특별법 제정·시행

4.5 제1차 지능형전력망 기본계획 확정·추진

4.6 스마트그리드 확산사업 추진

◇ 저 자 소개 ◇



손중천(孫鍾天)

서울과학기술대학교 컴퓨터공학과 졸업.

美 UNH 기술경영(MOT) 졸업 (석사).

UN-ESCAP APCICT (Asia Pacific

Center for ICT Development) ICT

Program Expert(교육 프로그램 팀장). 현)한국스마트그리드사업단 전략기획팀장.