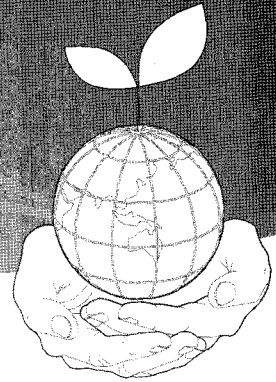


저탄소 녹색성장과 스마트 그리드



문승일 | 서울대학교 공과대학 교수, 녹색성장위원회 위원

1. 머리말

저탄소 녹색성장은 대한민국의 국가비전이자 발전 전략일 뿐만 아니라 이 시대를 살아가는 전 인류의 화두가 됐다. 이산화탄소를 줄여 지구 온난화를 막고 새로운 성장동력으로 더욱 풍요로운 미래를 열고자 하는 일은 누구도 반대하지 않을 것이다. 정부는 '녹색성장 5개년 계획'을 2009년 7월에 발표하면서 녹색산업 분야에 대한 국가투자 계획을 밝혔고 2020년까지의 중기 온실가스 감축목표를 발표했다.

하지만 저탄소 녹색성장이 말처럼 쉬운 일만은 아니다. 우선 화석연료에 의존했던 자동차를 전기자동차로 바꿔야 하는데, 여기에 사용하는 전기를 신재생에너지나 원자력에너지를 이용해서 만들어야 하는 문제가 있다. 지금 우리가 사용하는 전력망으로는 이런 일을 해내는 데 많은 어려움이 따른다. 풍력이나 태양광을 이용하여 만드는 신재생에너지는 적은 양의 발전설비를 현재의 전력망에 도입해도 전력을 안정적으로 공급하기가 무척 어렵기 때문이다. 또 전기자동차는 충전하고 방전하는 설비를 적재적소에 만들지 않는다면 이용하려는 사람이 많지 않을 것이다.

저탄소 녹색에너지를 대규모로 활용하여 전기를 만들고 더 나아가 전기자동차와 같은 새로운 성장동력을 창출하면서 지금보다 더 나은 품질의 전기를 공급하려면 지금의 전력망을 혁신적으로 바꾸어야 한다. 이 일을 가능하게 만드는 것이 스마트 그리드이다. 스마트 그리드란 기존의 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망이다. '발전(發電)-송전·배전-판매'의 단계로 이루어지던 기존의 단방향 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'을 가리킨다. 발전소와 송전·배전 시설과 전력 소비자를 정보통신망으로 연결하고 양방향으로 공유하는 정보를 통하여 전력시스템 전체가 한몸처럼 효율적으로 작동하는 것이 스마트 그리드의 기본 개념이다. 더 넓은 의미로 살펴본다면 스마트 그리드는 중전기, 통신, 가전, 자동차, 에너지 등 여러 유관산업들이 융합되어 최적으로 운영될 수 있는 기반을 제공하는 녹색 성장의 인프라스트럭처(Infrastructure)로서의 의미를 갖는다(그림 1).

■ 2. 스마트 그리드 구축의 의의

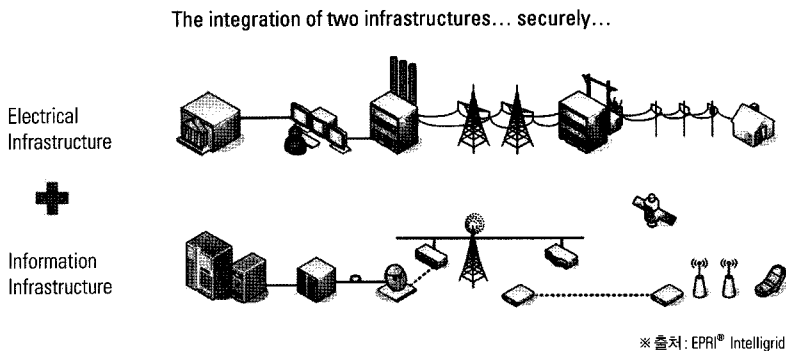
스마트 그리드 사업은 비단 전력 산업만을 대상으로 추진되는 사업이 아니라 전력, 통신, 자동차, 원자력, 신재생 에너지, 반도체, 배터리, 가전 산업 등 수많은 관련 산업들과 유기적으로 연관되어 있으며 이를 총체적으로 구현하는 국가단위 인프라 구축 사업으로서 의의를 갖는다.

스마트 그리드를 구축함으로써 우선 얻을 수 있는 효과는 저탄소 에너지 이용의 극대화이다. 최근 국제적인 탄소 배출관련 제약 및 환경에 대한 고민은 녹색 에너지에 대한 관심을 크게 불러일으킨 바 있지만 안타깝게도 현재의 전력 계통은 대규모의 신재생에너지를 수용하기에는 기술적인 한계가 있는 상황이다. 특히 풍력발전과 같은 녹색에너지 발전원들은 자연현상의 변화에 따라 발전량이 급격히 변화하는 특성이 있어 녹색에너지 발전원은 안정적인 전력 공급을 저해하는 요인이 된다. 따라서 전력 계통의 측면에서 이와 같은 녹색에너지를 수용하기 위한 기술적인 대안이 스마트 그리드이다.

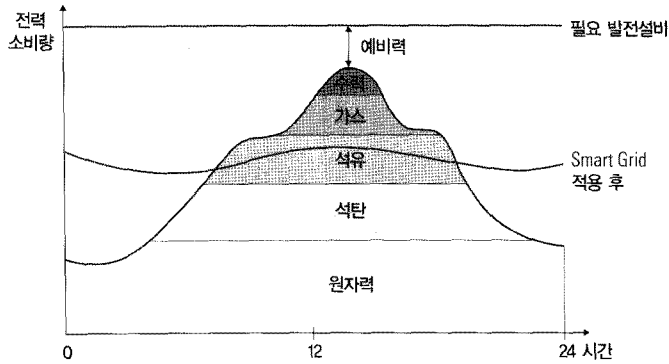
또한, 전력 공급자는 전력 사용현황을 실시간으로 파악해 공급량을 탄력적으로 조절할 수 있고, 전력 소비자는 전력 사용 현황을 실시간으로 파악함으로써 이

에 맞게 요금이 비싼 시간대를 피해 사용시간과 사용량을 조절할 수 있다. 현재의 경우 소비자는 시간과 상관없이 일정한 요금을 내고 있는데, 스마트 그리드가 도입되고 나면 전기 요금이 실시간으로 미터기 및 인터넷을 통하여 소비자에게 제공되고 소비자는 이를 바탕으로 자신의 전기 소비 형태를 결정할 수 있다. 또한 스마트 미터의 도입으로 정방향 전력 조류뿐만 아니라 계통으로 나가는 역방향 조류를 허용함으로써 태양광 발전이나 연료전지, 전기자동차의 전기에너지 등 가정에서 생산되는 전기를 판매할 수도 있게 된다.

전기에너지 이용의 효율화도 가능해질 것으로 보인다. 전기는 일반적으로 밤에 비해 낮 시간대의 사용량이 많은 편이다. 하지만 지금까지의 발전 설비는 모두 낮 시간대의 사용량을 고려하여 건설되어 왔는데, 만약 기존의 전력 시스템에 가전, 통신 기술과 접목하여 전력 소비 수요를 최적으로 분산할 수 있다면, 전력 피크를 해소하고 불필요한 발전설비 투자를 감소시키는 효과를 기대할 수 있다. 스마트 그리드의 핵심 요소 기술 중 하나인 '에너지 저장 배터리' 및 '전기자동차' 기술이 보편적으로 적용된다면, 이와 같은 수요 분산 효과는 더욱 더 커지게 될 것이다. 즉, 에너지 저장 기술을 통해 전기 생산량이 남는 시간대에 전기를 저장할 수 있게 되고 이를 전기가 부족할 때 사용하는 것이 가능



[그림 1] 스마트 그리드의 구조



[그림 2] 전력수요 곡선

해진다. 현재는 양수발전소가 이와 같은 기능을 수행하고 있지만, 에너지 저장 배터리가 이 기능을 대체하게 될 경우 기존 양수 발전소보다 훨씬 효율적인 대안이 될 수 있을 것이다(그림 2).

스마트 그리드 기술은 다품질의 전력 공급을 가능하게 한다. 지금의 요금 체계는 어느 누가 사용해도 동일한 품질, 일정한 전기 요금을 적용하고 있다. 하지만 스마트 그리드의 도입으로 반도체 산업과 같이 고품질의 전기를 필요로 하는 곳부터 전력의 품질을 크게 중요하게 생각하지 않는 곳까지 용도에 맞는 품질의 전기를 선택할 수 있게 된다. 이로 전기 소비자들은 자기가 필요한 전기의 품질을 이용하며 합리적인 가격으로 전기를 공급받을 수 있게 된다.

3. 스마트 그리드를 위한 기술

스마트 그리드는 현재 전력 시스템의 개념을 전체적으로 뒤바꾸는 하나의 개혁으로 볼 수 있다. 이를 위해서는 지금 사용하고 있는 기술들과 차별된 기술들이 필요하다. 특히 통신, 측정, 관리, 보호 등의 기술들의 개발이 필수적이다.

먼저 지금은 소비자 측의 전기 계량기는 소비자가 사용한 누적 전력량만을 표시해주고 있지만 스마트 그

리드에서의 계량기는 양방향 정보통신이 가능하여야 한다. 소비자는 실시간으로 자신의 시간당 전력 사용량 및 전기 요금을 확인 할 수 있을 것이며 이를 자신의 소비 패턴에 반영할 수도 있을 것이다. 양방향 정보통신 시스템의 핵심 기술은 스마트 미터링이다. 스마트 미터링은 소비자의 전력소비를 실시간으로 측정하여 알려줄 뿐만 아니라 사용자가 사용하고 있는 전력의 품질, 중앙장치와의 통신, 계약에 의해 자동으로 전력 소비량을 제어하는 기술 등이 집합적으로 이루어진 기술이다.

소비자 측에서 뿐만 아니라 계통 측면에서는 분산형 에너지 관리 시스템의 개발이 필요하다. 스마트 그리드의 성장과 더불어 신재생에너지의 도입도 늘어나면서 원자력, 화력 발전과 같이 대규모의 발전기가 아닌 소형 발전기들이 여러 곳에 분산되어 설치되기 때문에 이 분산전원들을 효율적으로 관리하는 시스템이 필요하다. 이와 더불어 신재생에너지의 발전량은 자연의 영향을 많이 받기 때문에 전기품질 문제를 야기할 수 있다. 이를 방지하기 위해 정확한 감시 모니터링 설비 및 전기품질의 유지를 위한 전기품질 보상장치가 추가적으로 설치되어야 한다.

전기에너지 저장 설비 관련 기술도 더욱 중요해 질 것이다. 대용량, 고효율화 만큼이나 가격적인 경쟁력

도 가질 수 있도록 기술 개발이 시급한 상황이다. 대규모 에너지 저장 설비의 효율적인 운전을 통해 전력 수요의 분산 효과 및 신재생에너지 설비의 출력 변동 억제 효과도 기대할 수 있을 것이다.

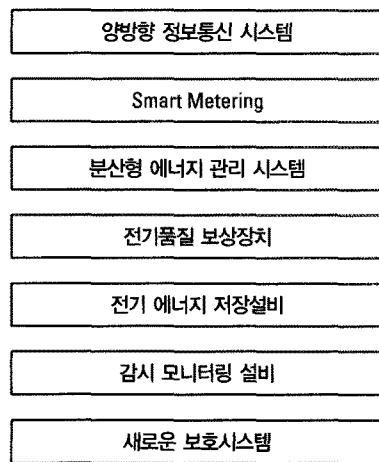
스마트 그리드 내에서의 보호 기술도 향상되어야 한다. 새로운 시스템 및 설비들이 전력 계통의 여러 지점에 P&P(Plug and Play) 형태로 연결되게 되면, 전력 계통의 구성(Topology)이 매번 변화하게 될 것이다. 이러한 경우에도 안정적으로 전력 계통을 보호하고 설비 보호 기능을 수행하기 위해서는 새로운 보호 기술이 필요하며, 또한 보호 설비들도 새롭게 개발, 도입되어야 할 것으로 보인다(그림 3).

■ 4. 스마트 그리드 현황

우리나라는 2004년부터 산학연 기관과 전문가들을 통하여 기초기술을 개발해왔으며, 2008년 그린에너지 산업 발전전략의 과제로 스마트 그리드를 선정하고 법적, 제도적 기반을 마련하기 위하여 지능형 전력망 구축위원회를 신설하였다. 이러한 노력의 결과로 지난 2009년 7월 8일부터 10일까지 열린 G8 확대 정상회의에서 세상을 바꿀 7개의 전환기술에 합의했는데, 이 중 우리나라는 스마트 그리드 분야의 선도 국가로 선정되었다. 이를 통해 향후 스마트 그리드 분야에서 제품 개발, 표준화, 해외 시장 진출 등에서 유리한 고지를 점하게 될 것으로 보인다. 동시에 스마트 그리드를 빠르고 안정적으로 도입해서 전력 계통을 재구성해야 할 책임이 생긴 것이기도 하다.

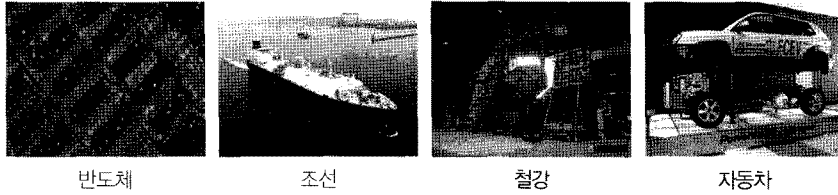
최근 제주도 행원 지구 인근에 스마트 그리드 실증 단지가 유치된 바 있다. 스마트 그리드 관련 여러 설비를 시험하여 자체 성능을 실증하며, 전력 계통에 연계되어 통합 운전하는 연계 실증도 수행하게 된다. 이곳에서의 기술 실증은 관련 기술 개발뿐만 아니라, 스마

트 그리드 시범 도시 건설 계획에도 큰 역할을 수행하게 될 것이다. 이는 지난 1월 25일 발표된 정부의 스마트 그리드 로드맵에 따른 것으로 이는 2012년까지 스마트 그리드 시범도시를 구축하고, 장기적으로는 2030년까지 국가 단위 스마트 그리드를 세계 최초로 구축하고자 하는 목표를 이루기 위함이다. 이러한 스마트 그리드 실증단지를 통해 녹색에너지 기술 혁신 및 신성장 동력 육성 및 저탄소 녹색사회 구현이 이루어질 것으로 기대하고 있다.



[그림 3] 스마트 그리드 구현을 위한 기술

미국은 2003년 뉴욕대정전 이후 경제적, 국가 안보를 위해 미국의 전력공급체계 현대화의 필요성을 인지하였다. 이에 미국은 'GRID 2030'이라는 이름 하에 2010년, 2020년, 2030년으로 10년 단위의 목표를 가지고 미래의 수요증가를 충족시키고 전기 기반시설을 신뢰할 수 있고 안전하게 유지할 수 있도록 국가 송배전 계통의 현대화를 지원하기 위한 스마트 그리드 정책을 시행 중이다. 특히, 미국 에너지부는 전력망 업그레이드와 관련된 약 39억 달러 규모의 스마트 그리드 재정기준에 대한 확립 및 구체적 가이드라인을 제공하여 기술 개발을 지원하고 있다. 또한 2008년부터 2012년까지 3단계로 약 50개 기업이 4개의 스마트 그리드 실



스마트 그리드

[그림 4] 대한민국의 신성장 동력

증단지 건설 사업을 추진하고 있다. 현재는 미국의 콜로라도 볼더시에 초보적인 수준이지만 스마트 그리드 시범도시가 만들어져 있다.

유럽은 EU의 지원을 받아 2005년에 사업 추진 조직을 구축하였다. 유럽의 스마트 그리드는 재생 에너지 활용, 효율성, 탄소저감이라는 목표달성을 위하여 2020년과 2050년까지 수행할 10가지 핵심과제를 제시하여 연구를 수행 중이다. 특히 유럽은 유럽 스마트 미터링(smart metering) 산업 그룹(ESMIG)을 설립하여 스마트 미터링에 대한 정보를 공유하고 있다. ESMIG는 2020년까지 온실 가스 배출 20%감소, 에너지 효율 20% 향상, 전체 에너지 공급의 20%를 신재생 에너지로 공급이라는 '유럽 스마트 미터링 : 20-20-20' 목표를 설정, 미터링을 스마트 그리드의 핵심 기술로 설정하고 끊임없는 투자 및 연구를 수행하고 있다.

5. 맺음말

현대 전력 시스템은 지난 한 세기에 걸쳐 안정적이고도 성공적으로 인류의 발전을 이끌어 왔다. 이제 스마트 그리드가 다음 한 세기 동안 여러 기술을 통합 구현하기 위한 중추(Backbone)의 역할을 수행해야 할 것이다.

저탄소 녹색 성장은 현 정부가 가장 야심차게 내세우는 슬로건이다. 실제로 신재생(풍력, 태양광) 업계 및 자전거 산업, 전기자동차 관련 산업 등이 지난 1~2년간 크게 주목받았고 성장하고 있다. 국제적인 탄소 배출권 거래제도의 도입은 이제는 환경, 에너지 문제를 위해 움직여야 할 때임을 말해주고 있다. 우리나라는 정부의 적극적인 의지, 세계 선도 국가로서의 위상 및 책임, 새로운 성장 동력의 필요성 등을 고려할 때 스마트 그리드 사업을 성공적으로 추진할 수 있는 좋은 배경이 마련된 셈이다. 보다 성공적인 스마트 그리드의 도입을 위해서는 관련 제도 개선 및 투자 지원, 기업의 적극적이고도 공격적인 기술 및 제품 개발, 학계와 연구계의 지속적인 연구가 필요할 것이다.

대한민국 스마트 그리드는 저탄소 녹색 성장을 성공적으로 이끄는 플랫폼이 되어야 하며 반도체, 철강, 조선, 자동차 산업을 대체할 수 있는 새로운 성장 동력을 탄생시킬 기반이 되어야 한다[그림 4]. **TTA**