



## 스마트 그리드 표준화 동향 연구

장동원\* 이영환\*

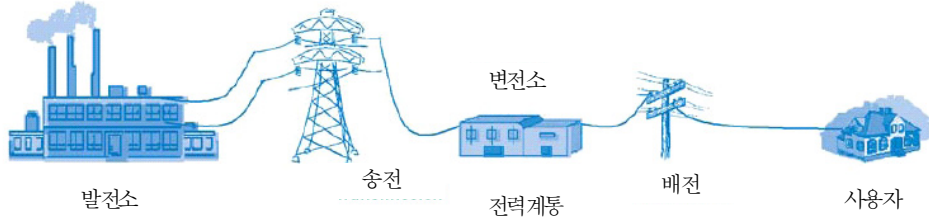
스마트 그리드(Smart Grid)란 정보 통신 기술을 활용해서 전기 공급자가 소비자에게 최적하게 전력을 전송할 수 있도록 현재의 전력 계통을 현대화하는 것이다. 여러 국가들에서는 기존의 전력 현대화 사업을 재검토해서 스마트 그리드를 구축하기 위한 개념 정립 및 계획이 매우 활발하게 연구되고 있다. 미국에서 처음으로 전력 사업자에 의해서 제안되어 관련 산업계나 정부가 이에 협력하고 있으며, 유럽과 아시아에서도 주목 받기 시작하고 있다. 주요 목표는 향후 요구되는 전력 전송망의 모습을 찾아내고 에너지의 낭비를 없애면서 최소의 비용으로 인텔리전트한 전력 전송망(스마트 그리드)을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 스마트 그리드는 에너지를 절약하고 비용을 줄이며 신뢰성과 투명성을 증진시키는 디지털 기술을 사용해서 전기 공급자가 소비자에게 전기를 제공한다. 이러한 현대화된 전력 전송망은 에너지 자립, 지구 온난화 방지, 지구 긴급 복원 등과 같은 문제를 해결하기 위해 여러 국가들에 의해서 보다 적극적으로 추진되고 있다. ☐

목	차
I.	서 론
II.	스마트 그리드 목적
III.	해외 선진국 동향
IV.	표준화 필요성 및 동향
V.	결 론

### I. 서 론[1],[2]

스마트 그리드(Smart Grid)란 정보기술(Information Technology)을 활용해서 공급자가 소비자에게 최적하게 전력을 전송할 수 있도록 현재의 전력 계통을 현대화하는 것이며 이를 위한 개념 정립 및 계획이 매우 활발하게 연구되고 있다. 미국에서 처음으로 전력 사업자에 의해서 제안되어 관련 산업계나 정부가 이에 협력하고 있으며, 유럽과 아시아에서도 주목 받기 시작하고 있다. 향후 요구되는 전력 전송망의 모습을 찾아내고 에너지의 낭비를 없애면서 최소의 비용으로 인텔리전트한 전력 전송망(스마트 그리드)을 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 스마트 그리드란 한마디로 말하면 정보기술이나 첨단기술을 활용한 차세대의 전력망을 가리키며 구체적으로는 전력 시스템의 인프라에 정보통신 인프라가 부가된

\* ETRI 전자과환경연구팀/책임연구원

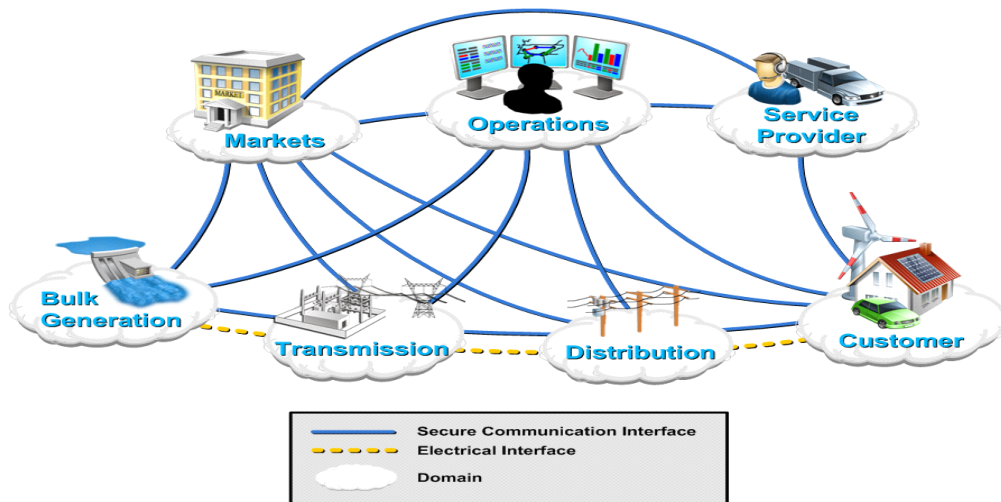


(그림 1) 전력 계통도

인프라를 구축해서 그리드 전체의 신뢰성 및 효율성을 높이는 것이다.

전력 계통에서 송전이란 전기를 고압 상태로 장거리 전송함을 의미하며 배전이란 변전소에서 사용자까지 중압 상태로 중거리 전송함을 의미한다(그림 1) 참조). 사용 기술이나 전기 공급자는 송전이나 배전에서 많은 부분이 중복되지만 소비자에게는 거의 중복되지 않는다. 이는 대부분의 전기시설이 개별적으로 분류된 영역에 있는 소비자들에게 전기를 공급하기 때문이다. 이러한 이유로 일부 시장 전문가들은 송전과 배전을 각각 다른 시장으로 구분한다. 그러나 일반적으로 송전과 배전을 하나의 인프라로 취급하여 이를 ‘그리드’라고 부른다.

‘스마트’란, 단어가 의미하듯이 IT 기술을 이용해서 인텔리전트한 전송망을 구축해서 전력 사용과 배전을 최적화하려는 발상이며 첨단 소재 기술인 고온 초전도 송전선과 같이 요소 기술 레벨에서 전력을 절약할 수 있는 것 등을 포함해서 대상으로 하는 기술이나 아이디어의 경계선은 명확하지 않다(그림 2) 참조).



<자료>: NIST(미국), Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap June 17, 2009

(그림 2) 스마트 그리드 개념 모델

<표 1> 현재 전력망과 스마트 그리드의 특성 비교

구분	현재 그리드	스마트 그리드
통신	없거나 일방통신(실시간이 아님)	양방향, 실시간
소비자와 상호작용	제한적	확대
검침	전기기기적	디지털화
운영 및 관리	수동장비 점검, 시간적인 관리	원격감시, 예측 가능한 상태 관리
발전	중앙집중	중앙집중 및 분산
전력 흐름 제어	제한적	종합적
신뢰성	고장 확산 및 연쇄적인 정전	사전 또는 실시간 보호/고장 확산방지
복구	수동	자력복구
전력선배선구조(Topology)	방사형	망형

일반적으로 전력 계통은 송배전망 내에서 전력의 공급(발전)과 수요(소비)가 항상 일치해야 할 필요가 있다. 이 때문에 송배전망의 확대를 위해서는 전력 계통 전체의 물리적 안정화를 도모함과 동시에 수요와 공급을 일치시키기 위한 시스템으로서 IT를 활용할 필요가 있다. 이 때문에 전력 계통에서는 IT 시스템을 도입할 때 스마트 그리드에서 원래와 같은 단일 방향의 IT에 의한 집중적인 관리가 아니라 ‘분산적이고 자율적인 양방향 관리’가 요구된다(<표 1> 참조).

실제로 스마트 그리드는 전력과 정보의 양방향 흐름에 의해서 자동화되어 넓게 분산화된 에너지 공급 네트워크라고 여겨진다. 원래의 시스템에서는 총수요를 전력 회사가 집중적으로 관리해서 총수요에 따라 발전량을 조절하는 시스템을 가지고 있었으나 스마트 그리드에 의해서는 수요와 공급 상황을 근거로 해서 발전량을 조절할 뿐 만 아니라 시장 구조를 활용하면서 개개의 수요도 자율적이며 분산적으로 관리하게 될 것이다. 따라서 스마트 그리드에서는 개개의 수요 관리를 실시하는 것이 특징이며 궁극적으로는 각 수요에 대해서 전력 사용 기기나 신재생에너지 발전기기, 축전지 등을 플러그로 네트워크에 연결하면 미리 설정되어 있는 프로그램에 근거해서 최적의 에너지 소비량 및 생산량이 자동적으로 조절되는 시스템으로 구축될 것이다.

스마트 그리드는 에너지를 절약하고 비용을 줄이며 신뢰성과 투명성을 증진시키는 디지털 기술을 사용해서 전기 공급자가 소비자에게 전기를 제공한다. 이러한 현대화된 전력 전송망은 에너지 자립, 지구 온난화 방지, 지구 긴급 복원 등과 같은 문제를 해결하기 위해 여러 국가들에 의해서 적극적으로 추진되고 있다.

## II. 스마트 그리드 목적[3],[4]

스마트 그리드를 도입하는 목적은 일반적으로 ① 전력의 신뢰성 및 품질 향상, ② 안전성과

&lt;표 2&gt; 시간당 정전으로 인한 IT 관련 산업별 손실 비용

(단위: 달러)

산업	손실 비용
Cellular Communication	41,000
Telephone Ticket Sales	72,000
Airline Reservations	90,000
Semiconductor Manufacturing	2,000,000
Credit Card Operations	2,580,000
Brokerage Operations	6,480,000

<자료>: Global Environment Fund, The Electricity Economy : New Opportunities from the Transformation of the Electric Power Sector, August 2008.

사이버 보안, ③ 에너지의 효율성 향상, ④ 환경 보호에 대응, ⑤ 직접적 경제 이익 등을 들 수 있다. 스마트 그리드는 수요 관리를 통해서 신뢰성을 향상시키고 비용을 절감시켜 준다. IT 를 적극적으로 활용해서 발전량의 조절 뿐만 아니라 시장 메카니즘에 근거해서 수요량도 조절이 가능하기 때문에 전력 계통의 확장 비용이 들지 않고(⑤), 자율적인 계통의 안정화를 달성해서 전력의 신뢰성을 확보하고 품질을 향상시킬 수 있으며(①), IT 의 도입으로 일반적인 보안 위험성은 높아지나 이에 대해서는 분산형 대응을 도모해서 위험성을 감소시킬 수 있다(②). 또한 스마트 그리드는 수요 관리 및 전원 분산 등을 통해서 환경 에너지 절약에 대응할 수 있도록 한다. 즉 시장 구조를 활용해서 수요를 관리하면 수요면에서 에너지 절약으로 연결되고(③) 축전지의 연계도 촉진된다. 이러한 결과는 최고 부하 감소로 연결되어 발전 설비의 투자 비용을 감소시킨다(⑤). 또한 전력 계통이 안정화되어 수요를 조절할 수 있으므로 화석연료에 의한 발전을 줄일 수 있으며 재생 가능 에너지에의 접속을 용이하게 한다(④). 이는 수요 대응(Demand Response) 이나 전원 분산의 도입을 가능하게 해서 스마트 그리드의 가치를 높이는 중요한 요소이다.

최근까지 미국을 중심으로 연구되고 있는 스마트 그리드의 목적은 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 전력 사업자 관점
  - 송전선망의 신뢰성 향상
  - 온실 효과 가스 절감 의무
  - 전기 자동차/플러그인 하이브리드 자동차의 인프라 정비
- IT 대기업 관점
  - \* 고기능 전력 미터를 사용해서 가정 IT 기기의 네트워크화를 독점
  - \* 개인의 전력 소비 데이터에 기초한 시뮬레이션을 행해서 전력 사업자에게 판매
- 정부 관점
  - \* 경기 촉진

- \* 전력 사업자 지원
- \* 새로운 규격을 자국 내에서 확립하고 차세대 인터넷 산업으로 자국 기업의 입장을 확고하게 함

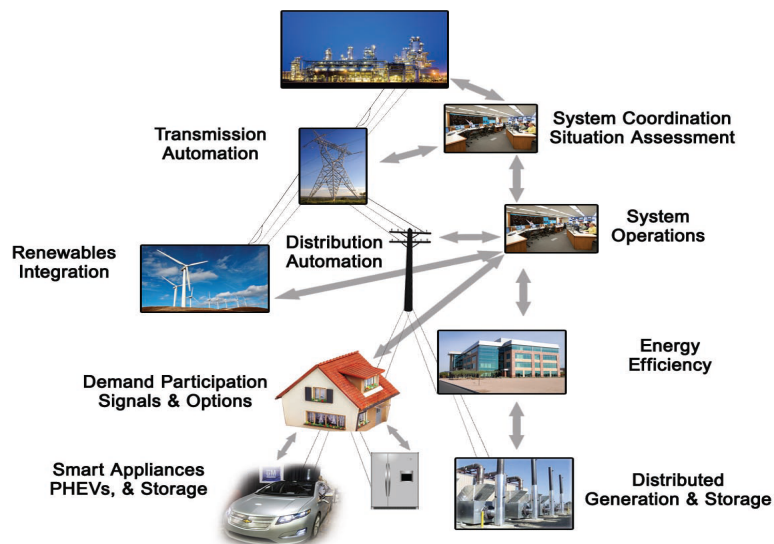
유럽에서는 전기 자동차/플러그인 하이브리드 자동차의 인프라 정비에 비중이 크며 아시아권은 각국의 취약한 송전선망의 신뢰성 향상에 우선적으로 적용하려는 의도가 있다.

또한 일본은 고기능 전력 미터와 같은 IT 기기뿐 만 아니라 전력 제어 기술 전반이나 초전도 케이블, 황화나트륨(NaS) 전지와 같은 대규모적 축전지 시스템을 판매하려는 산업계의 움직임이 있다.

### 1. 실현 서비스 예

스마트 그리드 자체는 개념적인 색채가 진하므로 계획 내에는 구체적인 예가 부족하지만 아래와 같은 서비스들이 논의되고 있다(그림 3) 참조.

- 스마트 미터
  - \* 전기 사용료의 검침 작업을 사람이 행하지 않고 기계가 자동적으로 전력 사업자에게 원격 보고
- 사고 발생시 신속 대응



<자료>: U.S. Department of Energy, Smart Grid System Report, July 2009

(그림 3) 스마트 그리드 응용 예

- \* 정전 사고 등 발생시 신속하게 문제 파악 및 해결
- 전력 사용 원격 조정
  - \* 전력 수요가 피크일 때 전력 사업자측에서 각 수요자에게 절전 의뢰 신호를 발신하고 불필요 불급의 전력 사용을 줄이도록 의뢰하거나 기기를 정지
- 분산 발전에 의한 전력 판매의 효율화와 복잡성 회피
  - \* 사업소 발전이나 개인별 잉여 전력의 판매시 원활히 ‘역방향’으로 전력을 흐르게 하고 위상이나 전압을 적정하게 유지하도록 조정
- 전기 자동차의 충전 및 방전 스케줄링
  - \* 전기 자동차나 플러그인 하이브리드 자동차의 충전을 전력 사업자의 발전 전력량에 여유가 있는 시간대에 행할 수 있도록 스케줄하고 전기 자동차에 남은 전기는 전력이 최고 수요에 있을 때 방전

### III. 해외 선진국 동향[5]-[8]

#### 1. 미국

미국에서는 캘리포니아주의 전력 위기나 뉴욕의 대정전을 계기로 송배전망을 정비해야 한다는 소리가 커졌다. 2003 년 대정전 사고 1 개월 전에 미국의 에너지부는 ‘Grid2030’이라는 송배전망의 현대화에 관한 보고서를 발표하였다. 2007 년 12 월에는 ‘스마트 그리드’ 관련 투자 자금 보조나 시험 프로젝트의 예산에 1 억 달러를 지출할 것을 법률로 정하였다. 버락 오바마 대통령 취임 1 개월 후인 2009 년 2 월에는 경기 촉진 전략으로 ‘미국 재생 재투자법(American Recovery and Reinvestment Act: ARRA)’의 일부로 ‘스마트 그리드’ 관련 분야에 110 억 달러를 지출할 것을 결정하였다. 이로 인하여 현재 미국의 통신 및 IT 기기 산업체 사이에 널리 확산된 스마트 그리드 붐의 계기가 되었다[15].

스마트 그리드 시장 조사 회사인 SBI 의 조사(2009 년 5 월)에 의하면 미국 시장은 현재 약 60 억 달러이지만 향후 연율 21%로 확대되어 2014 년 약 170 억 달러까지 확대될 것으로 전망하고 있다. 장기적으로는 스마트 그리드 시장은 2010 년 200 억 달러에서 2030 년 1,000 억 달러로 증대한다는 조사 결과(Morgan Stanley)도 보도되고 있다. 또한 시장 조사 회사인 ABI 의 조사(2009 년 2 월)에 의하면 2007 년에 세계적으로 설치된 스마트 미터는 약 4,900 만 개이며 2009 년에는 약 7,600 만 개에 이를 것으로 전망으로 하고 있다. 또한 Parks Associates 의 조사

에 의하면 미국에서 스마트 미터를 소유한 가정 수는 2009년 550만 가구에서 2012년 1,900만 가구로 증대될 것으로 전망하고 있다[16].

Frost and Sullivan(2009년 6월)에 의하면 캘리포니아주에 900만 대의 스마트 미터(가스 와 전력)가 가까운 장래에 도입될 것으로 전망하고 있다. 미국 이외에 캐나다에서는 80만 대, 유럽에서는 3,200만 대가 보급될 것으로 전망하고 있다. 그러나 한편에서는 이러한 스마트 그리드 관련 열풍이 거품이라는 견해도 있다.

## 2. 일본

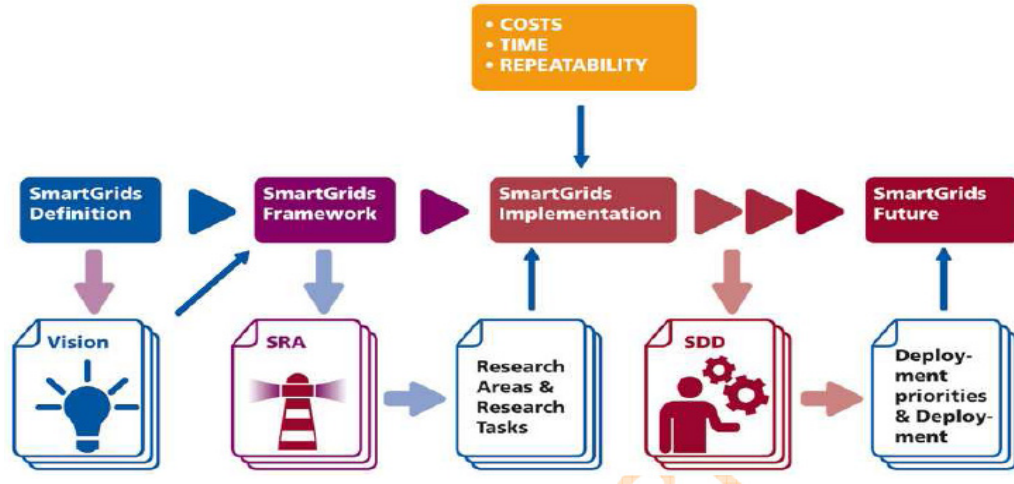
일본에서도 미국과 유사한 아이디어가 스미토모 전기 공업 등에 의해 제안되었는데 이는 태양을 이용한 재생 가능 에너지와 첨단 기술을 적용한 고온 초전도 직류 전력 케이블 조합에 의해서 글로벌한 전력망 부설을 단계적으로 추진하는 것이다. 이를 위하여 ‘PPLP(Polypropylene Laminated Paper) 솔리드 DC 초장거리 대용량 국제 연계 해저 케이블’이 필요하며 이것들에 의해서 최종적으로 인류가 필요로 하는 에너지를 재생 가능한 수단에 의해서 얻을 것으로 기대하고 있다[17].

일본 경제산업성은 2009년 2월 19일 기자회견에서 미국이 스마트 그리드를 추진하는 것은 송전망 결함으로 인해 자주 대정전을 일으키기 때문으로 일본은 이에 비해서 송전망이 잘 정비되어 있어 미국과 같이 서둘러서 쫓아 갈 필요는 없다는 견해를 보였다[18].

도쿄 공업대학, 도쿄전력, 도시바, 히타치 제작소 등이 공동으로 ‘일본판 스마트 그리드’ 실증 실험을 도쿄 공업대학 캠퍼스에서 2010년부터 3년간 실험을 수행할 예정이다. 실험에서 도시바나 히타치 외에도 도시바 미쓰비시 전기산업 시스템, 후지전기 시스템, 메이덴샤, 이토추 상사, 간덴코 등 산업체들이 참가할 것으로 정해졌으며 추후 더 많은 산업체들이 참여할 가능성이 있다고 발표하였다. 이 실험에서는 실제의 가정 생활을 기초로 가정용 태양광 패널을 설치하고 냉장고 등 일반적인 가전 제품이나 전기 자동차, 히트 펌프식 급탕기를 이용하고 남은 전력은 축전지에 모으거나 전력 회사로 판매한다. 전력의 매매 상황을 컴퓨터로 파악하고, 컴퓨터에서 시뮬레이션한 송전망의 영향을 분석하며 송전망에 영향을 주지 않으면서 태양광 발전을 유효하게 이용할 수 있는 시간대나 전기 자동차를 충전하기 위한 시간대 등을 검증할 예정이다[19].

## 3. 유럽[20]

유럽에서는 2004년 12월에 개최된 재생 가능 에너지원 및 에너지원 분산에 대한 국제 회의 개최 중에 산업체와 연구단체에서 미래 전력망을 위한 기술 플랫폼 구축에 대해서 제안하였



<자료>: EU SmartGrids Technology Platform, Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the Future, Sep. 2008

(그림 4) 유럽에서 스마트 그리드 전개

다. 유럽 연합 사무국에서는 100 여 개의 전력망 분야 단체들에 의한 현재의 재생 가능 에너지 및 발전 분산 통합을 위한 FP5+6 연합 지원 아래에서 기술 플랫폼 개념 및 가이드를 개발하였다. 이러한 유럽의 스마트 그리드 기술 플랫폼 연구는 2005 년부터 시작되었으며 유럽의 2020 년 이후를 내다보는 전력망의 청사진을 구체화하고 보완하였다.

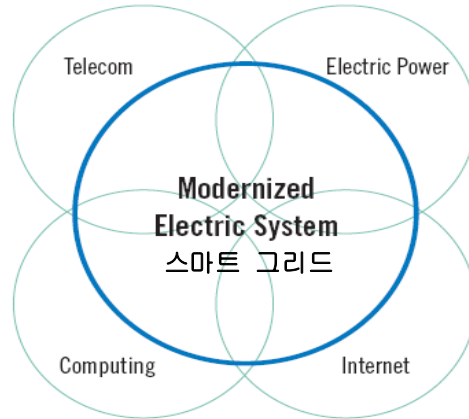
2006 년 4 월 유럽의 장래 전력망 기술 플랫폼 이사회는 스마트 그리드를 위한 전망을 발표하였다. 이 전망에서는 송배전망 모두에서 시장 자유화 효과, 환경 목표에 맞는 발전 기술 변화, 장래 전기 사용 등을 검토하였다. 2007 년에는 전략 연구 추진 일정을 발표하였다. 이 추진 일정에는 유럽 연합 및 회원국 내에서 기술적이든 기술적이 아니든 협조할 필요가 있는 연구 프로그램을 도출하기 위한 영역을 기술하고 있다.

최근에는 유럽 연합 회원국에서 많은 사람들이 기여한 전략 개발 문서를 발표하였다. 이 문서에서는 전력망의 혁신적인 전개를 위한 우선 순서와 이러한 혁신이 모든 참여자에게 가져다 줄 이익에 관하여 순서적으로 기술하였다. 이 문서는 앞으로 유럽이 스마트 그리드를 구현하게 될 지침서가 될 것이다.

#### IV. 표준화 필요성 및 동향[5]-[7],[9],[11]

스마트 그리드 구현은 우선 수요 단말 부분(주택(소비자))의 IT 도입에 의한 수요 대응(DR)이 열쇠가 되지만 이를 위해서는 주택(가정)에 적합한 AMI(Advanced Metering Infrastructure)





<자료>: Global Environment Fund, The Emerging Smart Grid, Second Edition, 2006.

(그림 5) 인접 기술 융합에 의한 스마트 그리드

가 구축되어야 한다.

AMI란 미국 에너지부(DOE)의 국립 재생 가능 에너지 연구소(NETL) 보고서에 의하면 스마트 미터, 자동온도 조절장치를 포함한 각 제어기기, 데이터 관리표시 제어기기, 매니지먼트 시스템 등 이러한 기기간의 통신 등에서 행해지는 홈네트워크(Home Area Network)를 포함한 인프라이며, 여러 가지의 기술, 제품, 서비스가 통합된 시스템이다. 이러한 AMI는 전력 사업자와도 양방향으로 데이터의 교환을 통해서 소비자에 의한 수요 대응(DR)을 가능하게 하므로 스마트 그리드 구축을 위해서 우선적으로 해결되어야 한다[21].

미국에서는 정책적인 지원과 함께 이를 구현하기 위한 기술적인 관심도 높아지고 있다. 이러한 기술에 대한 관심의 첫 번째 단계는 스마트 미터를 포함한 AMI라고 불리는 가정·주택용 네트워크 인프라의 도입이며, 각주 정부에서는 전력 사업자와 제휴하면서 스마트 미터 등의 도입에 대한 대책을 가속화하고 있다. 그러나 향후 스마트 그리드에 투자를 전국적인 범위로 진행하기 위해서는 스마트 그리드 아키텍처(architecture) 및 표준 확정이 전제되어야 한다. 이 때문에 정보기술(IT) 면에서의 상호운용성(interoperability)과 보안(security) 등에 관한 표준화에 대처하기 위해서 미국 국립 표준 기술 연구소(NIST)를 중심으로 급속히 움직이기 시작하고 있다. 이것은 향후 스마트 그리드의 ‘형태’를 결정하게 될 것이라고 생각된다.

### 1. 미국의 스마트 그리드 산업구조

전력망은 원래부터 IT가 도입되어 있다. 전력업체는 IT 도입을 위해 전력통신기기 제조업체

에게는 하드웨어 기기를 납품 받고 동시에 IT 서비스 사업자에게는 IT 시스템 구축을 지원받고 있다. 또한 전력 시스템의 특수성으로 인하여 전력 시스템에 관련된 매니지먼트, 컨설턴트, IT 서비스 기업이 많이 존재하고 있다. 최근에는 스마트 그리드에 관심이 높아지면서 이러한 기업들의 움직임이 활성화 되고 있다. 특히 소비자 관련 AMI 나 DR 과 관련된 시장(소비자를 위한 전력 관리 서비스)이 활성화 되고 있다. 이러한 시장은 원래 각 주택용 전력 미터를 제공하고 있던 기업 이외에 전력 시스템 관리 서비스 기업, 소비자 전용의 서비스를 제공하는 소프트웨어/인터넷 서비스 기업, 신규 벤처기업 등이 참가하고 있으며 가장 뜨거운 시장이 되고 있다.

## 2. 스마트 미터 등 AMI, 수요 대응(DR)에 관련된 기업[22],[23]

가장 활발한 스마트 미터 등 AMI/수요 대응과 관련되며 각종 제품, 서비스 시장과 관련되는 중요한 대기업 중의 하나인 Itron 사는 1990년에는 AMR(Automatic Meter Reading)에 참가하였으며 현재는 스마트 미터를 중심으로 Open Way 라고 하는 AMI 를 적극적으로 전개하고 있다. 세계의 8,000 개 전력회사들이 Itron 사의 제품 및 서비스를 이용하고 있다. 또한 AMI 의 네트워크 구축 서비스를 실시하는 Silver Spring 사도 급성장하고 있다. Itron 사는 최근 설립된 Google Ventures 의 제 1 호 투자사이기도 하다. 이러한 기업들은 반드시 동일한 업종에서만 경합하는 것은 아니며 AMI 의 각 요소 중에서도 각각 우수 분야를 가진 어느 기업과도 제휴하면서 서로 기업간에 경쟁하는 모습을 나타내고 있다. 이와 같이 합종연횡의 협력이 진행되고 있는 상황에서 중요한 문제는 표준이다. 예를 들면 Itron 사는 현재 전력 전용의 통신 프로토콜 등에는 ANSI C12.19/22, 표시 관리 기기 통신에는 ZigBee 를 이용하고 있으며 이러한 표준은 일반적으로 대부분의 다른 업체에서도 사용되고 있으므로 문제를 최소화할 수 있다.

## 3. 주요 미국 IT 관련 업계 동향

스마트 그리드 시장에서는 GE(General Electric)사 등 전력 기기 업체와 함께 IBM, Accenture 사 등 IT 서비스 업체도 원래부터 참가하고 있었지만 최근에는 기존에 별로 관계가 없었던 IT 업체들이 소비자를 위한 관리 서비스를 포함해서 이 시장에 새로이 참가하고 있다. 주요 참여 기업은 아래와 같다.

- AT&T 는 2009 년 3 월 16 일에 SmartSynch 사와 함께 스마트 미터와 전력시설 사이의 정보교환을 자사의 무선 네트워크를 활용한다는 전제하에 제휴 발표[24]
- Cisco 는 2009 년 5 월 18 일에 전력으로부터 가정에 이르기까지 IP 네트워크 지원과 관련

- 되는 Cisco Smart Grid Solution 을 발표[25]
- Oracle 은 2009 년 5 월 19 일 스마트 그리드에 대한 전력 에너지 관리 시스템과 소비자에 의한 액세스 시스템을 연결하는 각종 소프트웨어 제품을 발표[26]
  - Google 은 2009 년 2 월에 스마트 미터의 정보를 읽어서 표시하는 Google Power Meter 를 발표하고 2009 년 5 월 19 일에는 SDG&E 를 포함한 전력회사 8 개사와 제휴하였으며 Itron 과도 제휴 발표[27]
  - Microsoft 는 2009 년 6 월 24 일에 전력 기업으로부터 정보를 받아 가정용 에너지 소비량 등을 표시하는 'Hohm'(β 판)을 발표, Hohm 은 Lawrence Berkeley 연구소의 분석 시스템을 이용하고 있으며 현재 전력 기업 등 4 개사가 참가하고 있음[28]
  - 가전업체 GE 는 2009 년 7 월 8 일에 Tendril 사와 제휴해서 스마트 그리드(수요 대응)에 대응하는 온수기, 전자 레인지 등을 2009 년 여름부터 판매할 예정이라고 보도[29]

#### 4. 스마트 그리드 통신 표준화 현황

스마트 기기는 서로 통신을 하지 않는 한 부가가치가 발생하지 않는다. 이 기기들은 인터넷, 전력선 통신, 이동전화, 위성 등 다양한 매체를 통해서 서로 정보를 교환한다. 실제로 대부분의 스마트 그리드는 이러한 방법들을 혼용해서 통신한다.

통신 수단은 지원되는 프로토콜보다는 덜 중요하며 개방 프로토콜 표준을 사용하는 기기는 많은 다양한 방법으로 서로간에 정보를 주고 받을 수 있다. 이러한 다양한 접근성은 장점도 있지만 문제점도 있다. 다양하게 선택할 수 있다는 것은 장점이다. 실제적으로 밀집된 도시 환경에서는 무선랜을 사용하며 대도시 외곽의 상업지구와 같이 통신선을 가설하기 어려운 곳은 위성을 사용한다. 또한 시골과 같은 지역은 전력선을 통한 통신으로 해결할 수 있다. 그러나 이러한 다양한 선택은 혼란스러울 수 있으며 아직 광범위하게 채택된 안전한 선택은 없다. 대부분의 도심 지역에서는 케이블, 광섬유, DSL, 이동전화, 위성, 무선통신, 무선랜, 전력선 통신 등을 포함하는 다양한 통신 방법을 사용하고 있다. 각 서비스 사업자는 인프라를 최대한 활용하기 위해 투자를 하고 있지만 인프라는 일부 기능만을 활용하고 있다.

현재 스마트 그리드 도입이 진행되고 있는 중에도 스마트 그리드와 관련되는 표준에 관심이 높아지고 있다. 미국에서는 경제 대책법을 제정한 이후에 이를 집행하기 위해서 각 이해관계자들에 의해서 검토되고 있다. 여러 표준들이 도입되면 전국에 있는 지역 전력회사들이 서로 다른 제품 및 서비스를 이용할 수 있으며 이로 인하여 전국적으로 통일된 전력 시스템의 운용이 불가능할 수 있기 때문에 상호 운용성 표준의 확립이 매우 중요하다.

정책적인 관점에서 표준의 확립은 국가적으로 스마트 그리드 기술을 전개하는데 기여하기 때문에 미국 에너지부 장관도 스마트 그리드 전개에 필요한 것은 기술 자체가 아니고 정책과 표준이라고 그 필요성을 강조하고 있다. 그러므로 미국 정부는 NIST 에 기기 및 시스템 간의 상호 운용성 확보에 관련된 표준(기기, 시스템 자체의 표준 규격이 아님)의 선정을 지시하였다[30].

원래 스마트 그리드 표준은 2007 년 EISA(Energy Independence and Security Act of 2007) 65 의 ‘Title XIII- Smart Grid’에 근거해서 미국 상무부 산하의 NIST(National Institute of Standards and Technology)가 중심이 되어 개발할 것을 요구하였다. 이를 위하여 500 만 달러를 NIST 에 주고 법 시행 후 60 일 이내에 작업을 시작해서 1 년 이내에 표준과 프로토콜에 관련된 권고 및 의견 수렴 결과를 초기 보고서로 제출하도록 하였다.

이를 근거로 NIST 는 스마트 그리드와 관련된 홈페이지를 만들고 구체적으로 6 개의 그룹(Working Group)을 만들어서 스마트 그리드 상호 접속 가능성과 관련된 표준을 검토하였다. 이와 관련해서 2008 년 11 월 11 일에 Smart Grid Interoperability Workshop 인 ‘GridInterop 2008’을 개최하였으며 12 월에는 관련 보고서를 발표하였다.

스마트 그리드는 IT 를 구현한 시스템이므로 서버에 대한 보안을 확보할 필요가 있으며 이를 위한 기준 및 표준을 제정해야 한다. 미국의 FERC(Federal Energy Regulatory Commission) 는 전력 산업을 규제하는 기관이며 이를 위해서 각종 관련 기준 및 표준을 제정하고 이에 대한 수행 여부를 관리한다. 특히 스마트 그리드에 관해서는 EISA 에 근거해서 FERC 는 NIST 가 관리하는 표준 및 프로토콜을 근거로 해서 미국의 전력 시장에서 스마트 그리드가 상호 운용성을 확보할 수 있도록 요구하고 있다.

특히 사이버 보안에 관해서는 원래부터 중요 인프라의 보호 관점에서 미국 국토안전부 아래서 FERC 가 에너지부와 제휴하면서 전력 업계의 비영리 기관으로 전력의 안정된 공급을 위한 NERC(North American Electric Reliability Corporation)의 협력도 얻어서 규제 기준을 제정하고 있다.

최근에 FERC 는 스마트 그리드에 대한 관심이 높아지고 있고 경제 대책법 제정을 위한 일련의 움직임에 의해 기준 특히 보안, 신뢰성 확보의 관점에서 표준의 필요성을 향해서 움직이기 시작하고 있다. 구체적으로 FERC 는 2009 년 3 월 19 일에 스마트 그리드에 관한 정책 방침(Policy Statement)과 활동 계획(Action Plan)을 발표하였다. 이 정책 방침과 행동 계획에서는 사이버 보안과 시스템 신뢰성에 중점을 두고 있으며 아래에 기술한 것과 같이 4 개의 지침서를 확립하도록 요구하고 있다.

- 사이버 보안(Cyber Security)

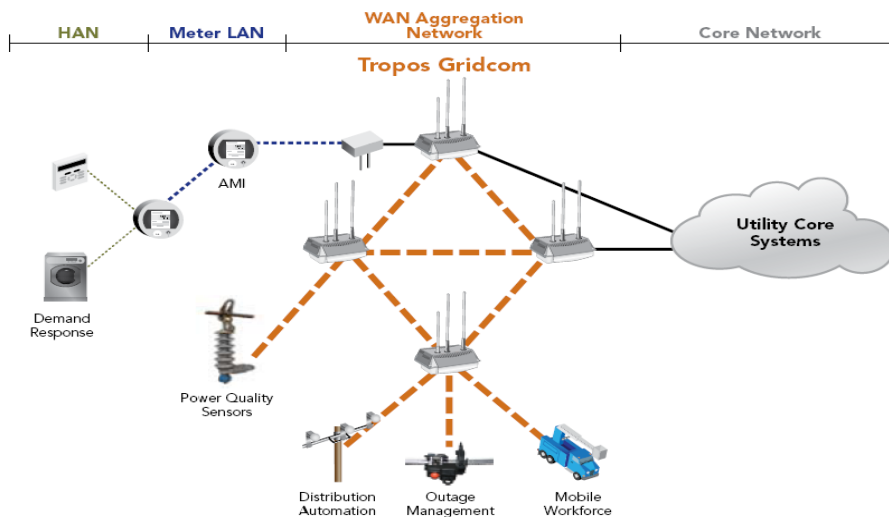
- 지역-전력-서비스 제공자-소비자 등 시스템간의 통신(Inter System Communications)
- 광역 상황 파악(Wide-Area Situational Awareness)
- 신기술에 의한 대량 전력 시스템과 조정(Coordination of the Bulk Power Systems with New and Emerging Technologies)

## 5. 스마트 미터의 주요 표준

### 가. ZigBee-HomePlug Alliance

ZigBee 란 IEEE 802.15. 4 를 기본으로 작성한 단거리 무선 규격이며 2004 년에 제정되었다. 이 표준은 특히 각 기기간의 접속을 위한 규격이며 WiFi 나 Bluetooth 등과 비교해서 저속이지만 소비 전력은 매우 적고 많은 메시(mesh)를 구성할 수 있는 것이 특징이다. 이 때문에 감시 및 제어용으로 우수하다.

ZigBee Alliance(본부: San Ramon, CA)는 이 표준의 표준화 단체이며 동시에 관련 제품의 인증을 실시하고 있다. 이 Alliance 에는 Itron 사, Landis Gyr 사, Tendril 사를 포함한 14 사가 회원이며 이외에도 약 150 사가 참가하고 있다. 이 표준의 구체적인 응용 분야로는 스마트 에너지 분야뿐 만 아니라 가전 분야, 의료 분야, 빌딩 자동화, 홈 오토메이션 등이며 스마트 에너지 분야에서는 현재 Itron 사의 제품이 인증을 받았다.



<자료>: TROPOS NETWORKS WHITE PAPER, Networking the Smart Grid, APRIL 2009

(그림 6) 스마트 그리드 통신 인프라 구성예

Homeplug Power Alliance 는 가정 내의 전력선을 이용한 통신의 표준을 규격화하는 단체이며 Cisco, Intel 을 비롯해서 9사가 스폰서이며 그 외 26 사가 참가하고 있다.

현재 관련 규격은 ITU-T SG15(G.9960)와 IEEE P1901 에서 국제 표준화가 진행 중에 있으며 ZigBee 와 제휴하여 Smart Energy Initiative 를 시작해서 양 규격간의 제휴를 진행시키고 있다.

#### 나. OpenHAN

OpenHAN 은 UCAIug(UCA International Users Group)의 오픈 스마트 그리드 소위원회가 작성한 표준이다. HAN 관련 기기와 전력 시설간 인터페이스인 UCAIug 라는 개방 표준 이용을 통한 전력업체의 통합 및 제휴의 촉진을 목적으로 하고 있으며 EPRI 와도 제휴하고 있는 전력 업체가 주도해 설립한 비영리 기관이며, 전력 업체와 제조업체 등 약 130 여 기관이 회원이다. 국제 표준을 제정하는 기관과 제휴하면서도 현지점에서는 전력 업체가 작성한 표준을 승인해서 보급을 촉진하고 있다. OpenHAN 은 ZigBee Alliance 와 협력하면서 표준화 작업을 진행하고 있으며 WiFi 나 Bluetooth 등도 이용할 수 있지만 ZigBee 와의 친화성이 더 높다.

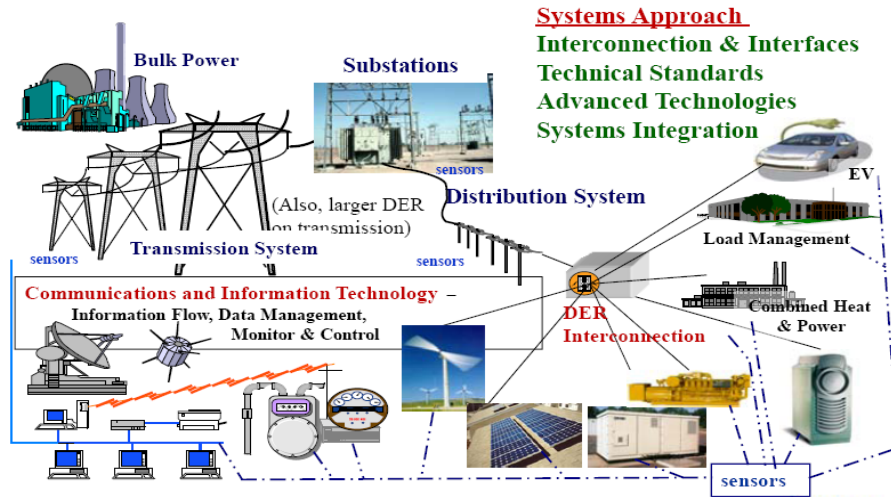
#### 다. ANSI C12.19

ANSI(American National Standards Institute) C12.19 는 전력업계에 의한 단말 기기의 데이터 테이블(Utility Industry End Device Data Tables)이며, 데이터 교환을 할 때의 포맷을 규정하고 있다. 구체적으로는 기초 구성에 부가해서 데이터 소스, 이용 시간, 부하 프로파일 등의 16 분야와 관련되는 164 의 테이블이 규정되고 있으며, 또한 최신판(2008 년)에서는 XML 포맷이 도입되고 있다. 또한 이 표준의 작성은 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)가 사무국으로 주관하고 있으며 IEEE 1377 표준과 동일하다. 이와 함께 이 데이터 테이블을 통신 네트워크상에서 전송하기 위한 프로토콜로서 ANSI C12. 22 가 표준화 되고 있다. NEMA 는 전기 검침 기기 및 전기 검침기의 통신 프로토콜을 포함하는 표준인 ANSI C12 계열을 포럼을 통해서 작성해야 하는 책임이 있다.

#### 라. IEEE P2030

IEEE 에서는 2009 년부터 P2030 통신 규격(Draft Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), and End-Use Applications and Loads)을 개발하고 있다.

이 표준이 완성되면 P2030 은 스마트 그리드 상호운용성을 위한 지침서를 제공하게 된다.



<자료>: IEEE P2030 Smart Grid Interoperability Standards Development Kick-Off Meeting June 3-5, 2009

(그림 7) IEEE P2030의 연구 범위 및 내용

이 지침서는 관련 용어, 특성, 성능, 평가 기준 그리고 전력 시스템에서의 스마트 그리드 상호 운용성을 갖는 설계 원칙에 따르는 응용 등을 제공한다.

### 마. IEC

IEC(International Electrotechnical Commission)는 세계를 선도하는 국제적인 전기기기 관련 표준 개발기구이다. 스마트 그리드 기술에 대한 최고 경험을 바탕으로 에너지 효율성 문제를 우선으로 해서 여러 국가에 도움이 되도록 표준화 체계를 개발하였다.

IEC는 2009년 8월 5일에 글로벌 에너지의 필요성을 만족하면서 지구를 보호하기 위해서는 에너지의 생산 및 분배 방법, 사용하는 방법의 효율성을 증가시켜야 한다고 결정하였다. 스마트 그리드의 목적은 에너지 분배를 최적화하고 소형 및 대형 발전소 또는 재생 가능 자원으로부터의 전기를 통합해서 사용하는 것이며 이를 위해서는 스마트 그리드 프로젝트는 현재와 미래의 기기 및 시스템간의 완전한 상호 운용성을 확보하기 위한 프로토콜 및 표준에 따라야만 한다고 결정하였다. 'IEC Global Standards for Smart Grid' 웹 포털을 만들어서 IEC가 안전하고 효율적인 스마트 그리드 프로젝트를 수행하는데 도움을 주고 있다. 이 웹 포털은 스마트 그리드 프로젝트에 참여하는 사람들에게 가치가 있으며 한번에 잘 정리된 표준의 포괄적인 카탈로그를 제공한다.



<자료>: [http://www.iec.ch/zone/smartgrid/grid\\_relevantstds.htm](http://www.iec.ch/zone/smartgrid/grid_relevantstds.htm)

(그림 8) 이미 개발된 IEC 관련 표준

## V. 결론

스마트 그리드는 현재의 송배전망을 효율적으로 운용하기 위해 정보통신 기술을 도입해서 지능화시키고 소비자와의 실시간 양방향 통신을 통해서 수요와 공급을 제어해서 에너지 효율을 극대화할 수 있다. 이를 기반으로 신재생에너지 개발 등을 통해서 전력 공급원을 다양화하고 분산화해서 전력 시장을 활성화시킨다. 뿐만 아니라 이러한 효율적인 에너지 관리를 통해서 각국은 에너지 자립, 지구 온난화 방지, 지구 긴급 복원 등 당면한 환경 오염 문제를 극복할 수 있을 것이다. 그러나 스마트 그리드를 구현하기 위해서는 많은 비용이 투입되어야 하고 참여하고 있는 정부, 전력회사, IT 회사, 제조업체 등의 자체적인 혁신과 관계자간의 긴밀한 협력이 요구된다. 이러한 시도는 여러 나라에서 자국의 전력 시설을 현대화하기 위해 꾸준히 노력해 왔으나 최근에 발생한 에너지 위기로 스마트 그리드에 대한 요구가 증폭되어 더욱 절실해지고 있다.

스마트 그리드 구현은 기존 전력시설의 현대화에 국한되지 않으며 신재생에너지, 저장장치, 전송케이블 등 새로운 혁신적인 기술 개발이 요구되며 실시간 정보통신망을 이용해서 전력 공급자와 소비자가 정보를 공유해서 최적의 전력 이용 환경을 구축한다.

전력망은 오래 전부터 배전망을 중심으로 자동화가 추진되어 왔으며 최근에는 각국에서 검침을 자동화하기 위한 노력을 해오고 있다. 스마트 그리드는 송배전망 자동화 및 검침 자동화를 모두 포함하여 구현되어야 한다. 개별적인 스마트 그리드의 구현은 표준화를 고려하지 않을 경



우에 상호운용성이 결여되어 스마트 그리드의 장점을 활용할 수 없으므로 최근에는 미국에서는 표준화에 대한 대책 연구가 NIST 를 중심으로 진행중에 있으며 이에 따른 스마트 그리드의 보안성에 대한 대책도 상무부를 중심으로 논의 중이다.

미국을 제외한 대부분의 국가에서는 아직 스마트 그리드에 대해서 체계적이고 집중적인 관심과 투자가 이루어지지 않고 있다. 일본의 경우에 미국의 전력망이 노후되어 이를 개선하기 위한 정책의 일환으로 보는 시각도 있으나 최근에는 미국이 1970 년대 이후에 국방부의 ARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) 프로젝트 성공으로 인터넷 등 정보통신 분야를 선도해 온 것처럼 스마트 그리드를 통해서도 계속해서 전세계의 첨단기술을 선도하기 위한 것으로 보는 우려의 목소리가 커지고 있다. 실제로 미국은 스마트 그리드 구축과 더불어 현재 농촌지역의 고속정보망 미비로 OECD 국가 중 광대역 서비스 보급률이 15 위라는 오명에서 벗어나기 위해서 NTIA(National Telecommunications and Information Administration), FCC (Federal Communications Commission), 농무부를 중심으로 국가 광대역망 전개 계획(Broadband Initiative)을 병행해서 추진하고 있다[31].

### <참 고 문 헌>

- [1] U.S. Department of Energy, The Smart Grid: An Introduction, 2009.
- [2] Global Environment Fund, The Electricity Economy: New Opportunities from the Transformation of the Electric Power Sector, August 2008.
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_grid](http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid)
- [4] U.S. Department of Energy, Smart Grid System Report, July 2009.
- [5] 뉴욕주다より, 「米国におけるスマート・グリッドの産業構造と標準化を巡る最近の動向」, 2009年7月
- [6] NIST, Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap, June 17, 2009.
- [7] NIST, Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap: Priority Action Plans, July 30, 2009.
- [8] EUROPEAN COMMISSION, Towards Smart Power Networks : Lessons learned from European research FP5 projects, 2005.
- [9] National Energy Technology Laboratory, A Systems View of the Modern Grid, January 2007.
- [10] National Energy Technology Laboratory Appendix B1: A Systems View of the Modern Grid – Integrated Communications, February 2007.
- [11] 장동원 외, “전력선을 이용한 유비쿼터스 고속 데이터 통신 연구”, 정보통신연구진흥원, Oct. 2008.
- [12] TROPOS Networks, A White Paper : Networking the Smart Grid, April 2009.

- [13] Gilbert M. Masters, Renewable and efficient electric power systems, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2004
- [14] <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%9E%E3%83%BC%E3%83%88%E3%82%B0%E3%83%AA%E3%83%83%E3%83%89>
- [15] [http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2009/04/23/AR2009042302577.html?prss=rss\\_technology](http://www.washingtonpost.com/wpdyn/content/article/2009/04/23/AR2009042302577.html?prss=rss_technology)
- [16] <http://www.reuters.com/article/earth2Tech/idUS300206488220090526>
- [17] 畑良輔 「GENESIS 計画と高温超電導直流ケーブル -究極の持続可能な「新エネルギー」の開発について-」、『SEI テクニカルレビュー』第172号、住友電気工業、2008年1月
- [18] “米国景気対策法案について”, 望月経済産業事務次官の次官等会議後記者会見の概要. 経済産業省 2009. 2. 19.
- [19] “東電など「日本版スマートグリッド」実証実験”, 産経新聞, 2009. 5. 1.
- [20] <http://www.smartgrids.eu/>
- [21] NETL, ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE V1.0, 2008
- [22] <http://www.drsgcoalition.org/>
- [23] [http://www.gridwise.org/gridwisealli\\_members.asp](http://www.gridwise.org/gridwisealli_members.asp)
- [24] <http://earth2tech.com/2009/03/17/att-taps-into-smart-grid-with-smartsynch/>
- [25] <http://japan.internet.com/busnews/20090519/12.html>
- [26] <http://www.oracle.com/us/corporate/press/018637>
- [27] <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0905/21/news020.html>
- [28] <http://en.wikipedia.org/wiki/Hohm>
- [29] <http://www.nytimes.com/external/gigaom/2009/07/08/08gigaom-ge-tendril-partner-to-hook-up-smart-ppliances-to-76195.html>
- [30] <http://greenlight.greentechmedia.com/2009/02/18/energy-secretary-chu-wants-standards-for-smart-grid-1113/>
- [31] “情報通信総合研究所,” 景気対策にガッチリ、米国は広帯域インフラ整備”, 2009年3月

---

\* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 NIPA의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.