

# 한국형 스마트그리드 보안 전략에 관한 연구

이동범\*, 곽진\*

\*순천향대학교 정보보호학과

e-mail : dblee@sch.ac.kr, jkwak@sch.ac.kr

## A Study on Smart Grid Security Strategy of Korea

Dongbum Lee\*, Jin Kwak\*

\*Dept of Information Security Engineering, Soonchunhyang University

### 요 약

최근 신재생 에너지 및 전기차 보급 등 저탄소 녹색성장에 대한 관심이 고조 되면서 기존의 전력망에 ICT 기술을 접목하여, 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 스마트그리드를 도입하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 국내에서는 스마트그리드와 관련된 기반시설을 구축할 뿐 보안과 관련된 법, 제도는 미흡한 실정이다. 이에 본 논문에서는 미국에서 진행되고 있는 스마트그리드 보안 전략을 분석하여 한국형 스마트그리드에 대한 보안 전략을 도출한다.

### 1. 서론

스마트그리드(Smart Grid)는 기존의 전력망에 정보기술(IT)을 접목하여 전력 공급자와 사용자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 지능형 전력망이다. 지능화된 고효율의 전력망은 단순히 전력시설의 발전이 아니라 미래의 성장하는 수요에 적합한 환경 친화적인 전력망으로서 환경문제를 해결할 것으로 예상되기 때문에 전 세계적으로 스마트 그리드에 대한 기대가 높은 실정이다.

국외에서는 미국, 호주 등 8개국이 지능형 전력망 개발을 추진하고 있으며, 미국은 오바마 행정부가 들어서면서 녹색뉴딜정책 차원에서 종합개발계획을 마련하고 있다. 특히 미국은 지난 2007년 정부 차원에서 '에너지독립및안보법'에 의해 지능형 전력망 지원 체계를 마련하고 설비투자시 20%의 연방정부 보조금 지급을 결정했다.

국내에서는 향후의 국가발전 신 패러다임으로 "저탄소 녹색성장"이라는 비전을 제시한 바가 있으며 이를 위한 구체적인 실행방안으로 세계 최초 국가단위 스마트 그리드를 2030년까지 구축할 계획을 가지고 있다[1].

하지만 국내에서는 스마트그리드와 관련된 기반시설을 구축할 뿐 보안과 관련된 법, 제도는 미흡한 실정이다. 이에 본 논문에서는 미국에서 진행되고 있는 스마트그리드 보안 전략을 분석하여 한국형 스마트그리드에 대한 보안 전략을 도출하고자 한다.

### 2. Grid 2030 로드맵

2003년 2월 6일 부시 전 대통령은 경제와 국가적인 안보를 위해 미국의 "전기 공급 시스템의 현대화"의 필요성을 강조했다. 부시 전 대통령의 진술과 "국가 송전 그리드

연구(National Transmission Grid Study)"로 나타내진 51가지 제안을 바탕으로 에너지부(DOE : Department of Energy) 산하에 신설된 스마트그리드 "송전및배전기관(Office of Electric Transmission and Distribution)"은 2003년 7월 "21세기 최고의 엔지니어링 결과"로 간주 될 것으로 기대하고 북미를 위한 미래전기 시스템의 비전을 나타낸 "Grid 2030-A National Vision for Electricity's Second 100 Years"를 발표했다[2].

"Grid 2030" 비전 문서는 위에서 언급한 바와 같이 2003년 4월 2~3일에 워싱턴 DC에서 개최된 "미국 전기 시스템(Grid)비전 회의"에 참가한 65명의 전력 산업 기기장비 제조업체, IT업체, 연방 및 주 정보 관계부처, 이익집단, 대학, 국가 연구소 대표의 의견과 우선과제를 반영한 것이다. 2003년 4월 Grid 2030 비전 컨퍼런스는 부시 행정부의 에너지 정책, 국가 송전 그리드 연구(National Transmission Grid Study)와 에너지부 장관의 전력 자문회의 보고서(Report of the Secretary of Energy's Electricity Advisory Board)에 보인 여러 가지 제안을 지원한다. 이 회의 결과를 정리한 "Grid 2030" 문서는 미국의 전기 공급 시스템을 현대화해서 확장하기 위한 비전과 로드맵을 보여주고 종합적인 접근의 개요를 설명하고 있다.

"Grid 2030" 문서에서는 미래의 전력계통(후에 "스마트그리드"라고 함)의 비전을 실현하기 위해서는 다음의 3단계 방식의 종합적인 접근방법을 보여주고 있다.

[표 2] Grid 2030 로드맵

구분	내용
1단계 (~ 2010년)	·수요자 중심 운영과 분산전원 개발로 전력 시장에 소비자 참여 ·양방향통신이 가능하고 요금거래 인터페이스를 갖춘 차세대 스마트미터 개발
2단계 (~ 2020년)	·원거리용 초전도 케이블 개발 ·전압, 주파수 등의 자동제어로 완벽한 전력품질 제공
3단계 (~ 2030년)	·국가 초전도 케이블 전력망 구축 ·소비자가 원하는 안정적이고 효율성 높은 디지털화된 전력 시스템 ·전국 어디서나 저탄소 청정에너지의 사용 가능

### 3. 스마트그리드 관련 법

#### 3.1 에너지정책법

2005년 7월에 설립한 "에너지정책법(EPACT-Energy Policy Act)"은 수요반응(Demand Response) 및 스마트미터기(Section 1252)에서 에너지부에 대한 수요에 따라 이용 시간별로 전기요금의 가격을 요구하는 수요반응의 잠재적 가능성을 전국적으로 평가하는 것과 미국 연방 규제 위원회(FERC : Federal Energy Regulatory Commission)에 대해 연간 수요반응 평가와 수요반응을 가능하게 하는 선진적 스마트미터기의 전력 업계에 대한 조사를 하도록 지령했다.

에너지정책법의 설립으로 연방의회는 정책과 사업의 양면에서 수요반응을 미국 전기 시스템과 통합 할 것을 표명하고, 선진적인 차세대 전력 그리드 개발을 위한 중요한 열쇠가 되는 수요반응과 그것을 가능하게 하는 기술을 인식하고 구현하기 위한 여러 정책과 수단을 강구하게 되었다[3].

미국 에너지부 산하의 국립 연구소인 "National Energy Technology Laboratory(NETL)"은 2007년 4월 "A Vision for Modern Grid(현대 그리드 비전)"을 발표하고 21세기 선진적인 그리드의 목표로 ① 신뢰성, ② 보안(확실한 보안), ③ 경제성, ④ 친환경, ⑤ 안전성을 삼고 있다. 또한 현대 그리드의 비전으로 ① 자기발열(Self-heating), ② 소비자의 그리드 참여 동기, ③ 물리적 공격과 사이버 공격의 방어, ④ 21세기 사용자들의 요구에 대응할 수 있는 전력의 질, ⑤ 모든 종류의 전력 및 전기저장을 수용, ⑥ 시장 가능성, ⑦ 자산의 최적화와 효율적인 운영을 설명하고 있다[4].

#### 3.2 에너지독립및안보법

미국의 스마트그리드 정책은 원래 "청정에너지 법안"이라고 부른 "2007년 에너지독립및안보법(EISA-Energy

Independence and Security Act of 2007)"에서 처음으로 법률로 제도화 했다.

부시 전 대통령은 2007년 12월 19일 자동차 연료의 경제성을 높이고 대체 연료의 비율을 높이기 위한 미국의 석유의존도를 줄이는 "에너지독립및안보법"에 서명했다. 이 법은 2007년 1월 국정 연설(State of the Union Address)에서 진술한 "Twenty in Ten(10년간 가솔린 소비량을 20% 절감)" 제안을 지원하는 것으로 에너지 독립과 안전보장을 증진하고, 제품, 건축물 및 자동차의 효율성을 높이고 온실 가스 연구 개발을 촉진하여 연방 정부의 에너지 성능을 높이는 목적으로 한 것이다.

에너지독립및안보법은 Title 13(스마트그리드)에서 미국 법률에서 처음으로 전력 시스템의 현대화의 필요성을 인식하고, "스마트그리드(Smart Grid)" 도입을 위한 규정을 마련하여 스마트그리드를 광범위하게 설치하는데 따르는 규제와 기술적 문제를 해결하기 위한 노력을 보이고 있다.

에너지독립및안보법에 규정된 스마트그리드(Title 13)의 "전력망의 현대화 정책(Section 1301 : Statement of Policy on Modernization of Electricity)"에서는 미국의 스마트그리드 정책과 향후 수요 증가를 충족시킬 수 있는 "신뢰성 있는 안전한 전력 기반시설을 유지하기 위해서 미국의 송전 시스템 및 배전 시스템의 현대화를 지원"하는 것으로 규정하고 있다.

에너지독립및안보법은 스마트그리드 법의 첫 번째 규정으로 "Section 1301"에서 확실한 신뢰성과 보안을 보장하는 핵심 기반시설인 전력망의 현대화를 지원하는 정책을 실시하는 것을 표명하고 있다.

미국은 장래의 에너지 수요의 대폭 증가에 대응하기 위해서 발전소의 신설과 송전선의 증설에 의해 기존의 송전계통 및 배전 계통(T&D)의 기반 아키텍처를 증강하는 것이 아니라, 선진적인 정보기반 기술을 활용하여 전력망의 효율성, 신뢰성 및 보안을 개선하는 것을 목표로 한 것이다[5].

미국 전자기기제조협회(NEMA : National Electrical Manufacturers Association)와 미국 의회 조사국(CRS : Congressional Research Service)에 의하면 스마트그리드 정책의 목적은 정보기반 기술을 이용하여 전력망의 효율성과 신뢰성 및 유연성을 향상시키고 전력 기반 확장 요금을 낮추는 것이다.

에너지독립및안보법의 스마트그리드 정책의 배경으로는 지능형 IT를 이용해 기존의 그리드 기반을 "현대화"하고 가능한 효율적이고 안정적이고 높은 보안 지능형 전력망(즉, "스마트그리드")으로, 전력 생산, 공급과 소비의 가치를 개혁하는 것이 목표라고 해석할 수 있다.

#### 3.3 재생및재투자법

오바마 대통령은 취임 한 달 후 2009년 2월 17일 "2009년 미국 재생및재투자법(ARRA-American Recovery and Reinvestment Act)"에 서명했다. 오바마의 새로운 정권은

2008년 9월 리먼 쇼크로 야기된 경제 위기를 극복하기 위한 정책으로 총 7,872억 달러(GDP 대비 5.7%)를 재정 투입하기로 결정했다. 이 비상 대책을 통한 에너지 예산은 390억 달러이다. 감세 장치를 포함하면 630억 달러에 따르는 에너지 투자는 ① 스마트그리드에 대한 110억 달러의 자금(2010년 말까지 진행), ② 재생 가능 에너지 및 송전 기술의 신용 보증 60억 달러, ③ 전력망의 현대화를 실시하는 전력공급및에너지안정기관(EDER)에 45억 달러, ④ 전기 자동차(EV) 기술에 4억 달러 등의 내용으로 되어 있다. 110억 달러의 스마트그리드 비상 경제 대책 예산은 스마트그리드 기술, 송전 계통의 확장과 설비 갱신, 송전 기반시설의 현대화와 개선 등에 충당된다. 미국 전력망을 현대화하고 스마트하며 에너지 효율이 높은 안정적인 전기 공급을 이루는 기반에 대한 투자는 ① 에너지 저장, ② 사이버보안과 연구 투자, ③ 스마트그리드 기술의 개발과 실증, ④ 에너지 기반의 보안과 안정성 향상, ⑤ 에너지 공급 문제에 대한 회복 촉진 등이 있다[6].

에너지부의 전력공급및에너지안정기관이 담당하는 2010년도 예산은 전년도에 비해 7,100만 달러 증가한 2억 800만 달러이다. 요구 예산 증액의 주원인은 에너지 저장, 스마트그리드 기술, 사이버보안 등의 연구 개발 투자이다.

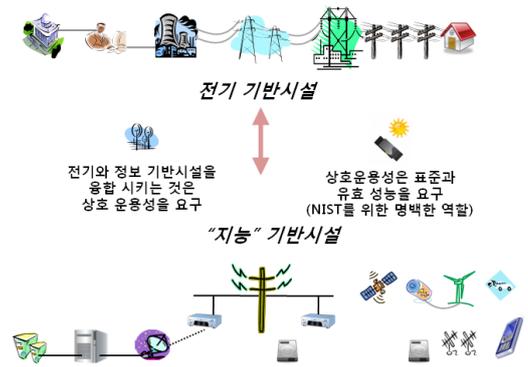
**4. 스마트그리드에 대한 상호 운영성**

NIST(미국 국립 표준 기술연구소)는 미국 상무부(DOC : Department of Commerce) 산하에 있는 비 규제 연방 기관의 측정 표준 연구 기관이다. NIST의 역할은 첨단 측정 과학, 표준 및 기술의 발전은 미국의 이노베이션과 산업 경쟁력을 강화하는 것이다. 2009년 예산 규모 액수는 16억 달러로 과학자, 엔지니어, 기술 전문가 및 예비 직원의 수는 2,900명에 이른다. NIST의 주요 프로그램은 ① NIST 연구소(기반시설을 발전시키는 연구를 실시), ② Baldrige 국가 품질 계획(Baldrige National Quality Program), ③ HMEP(Hollings Manufacturing Extension Partnership), ④ 산학 공동 연구를 촉진하는 기술 혁신 프로그램(TIP)의 4가지이다.

NIST는 에너지부의 연방 에너지 규제 위원회(FERC)와 협동 작업을 실시하고 공익사업 회사, 장비 제조업체, 전력 계통 사업 관계자도 측정 기술 및 국제 표준화 활동 지원을 실시하고 있다.

에너지독립및안보법에 기초를 두고 NIST에서는 스마트그리드의 장치 및 시스템의 상호운영성을 실현하는 정보 관리를 위한 프로토콜 및 표준 모델을 포함하는 프레임워크 개발 조정의 책임을 맡고 있다. 특히 오바마 정권의 에너지 자립 및 온실 가스 배출의 삭감을 위한 경제대책인 2009년의 "미국 재생및재투자법"에서는 에너지부에서 1,000만 달러의 예산을 받고, 에너지독립및안보법에서 지정한 책무를 수행하게 된다. 또한 NIST는 재생및재투자법의 펀딩에서 500만 달러의 보조금을 받고 전력 계통에 적합한 상호호환성이 있는 미국 전체 규모의 스마트그리드

에 대한 포괄적 프레임워크의 공동 개발을 지원한다.



(그림 1) 스마트그리드의 전력기반과 인텔리전스 기반의 관계도

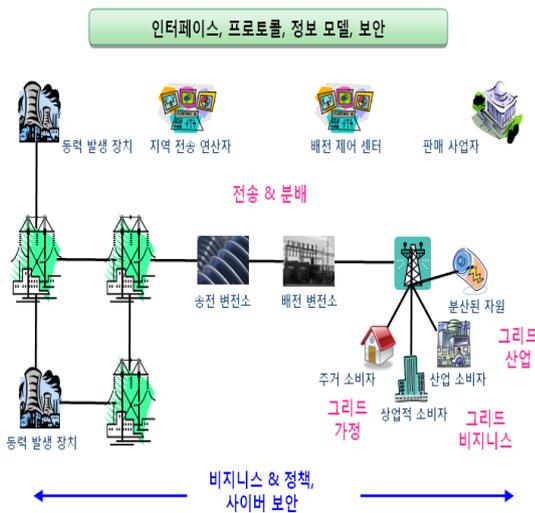
전력 계통의 장치와 구성 요소를 상호 연결하는 상호 운영성의 확보는 전력망의 수많은 상호 접속된 요소간의 통합과 양방향 통신을 가능하게 하는 스마트그리드의 성능에 매우 중요하다. 실효성이 높은 상호운영성은 인터페이스, 프로토콜 및 기타 합의 표준의 통합 프레임워크 기반으로 구축된다. 예를 들면, 스마트그리드의 "스마트 장치" 미터기는 소비자가 어느 정도의 전력을 소비하고 얼마의 전력 요금을 사용하는지 알려주고 소비자가 전기의 소비와 전기 요금을 제어할 수 있도록 한다. 또한 이 합의 표준, 태양광 발전, 풍력 발전이나 대체 에너지 자원 등 다양한 에너지 공급원의 사용 관리를 도모하는 것을 가능하게 하며 기후 변동에도 대응할 수 있다. NIST의 역할은 차세대 통신 네트워크의 표준 개발과 흡사하다. 텔레콤 네트워크와 같이 스마트그리드는 업체가 완전히 소유하고 운영하는 것이다. 따라서 스마트그리드의 상호운영성과 사이버보안의 표준은 필요에 따라 정부를 주도로 업체와의 합의를 반영하고, 업체의 적극적인 참여를 유도할 필요가 있다. 위와 같은 사고방식을 배경으로 NIST는 선진적 네트워크 기술과 사이버보안의 지식과 노하우를 바탕으로 스마트그리드 상호운영성의 표준 프로젝트에 착수하고 있다.

<표 3> 스마트그리드 상호운영성 표준 프로젝트(NIST)

구분	내용
탄소 환원	·그리드에 분포된 재생 자원의 집적화 ·에너지 저장
신뢰성	·플러그 접속식 하이브리드 전기 자동차 ·실시간 측정 방법, 모니터링과 제어
효율성	·요구 반응, 동적 가격 산정, 스마트 미터링

다음은 NIST에서 고려하는 도메인 분야의 기준에 대해서 설명한다.

- 에너지부 산하에 설치된 전원 공급 및 사용자 단체인 GWAC(Grid Wise Architectural Council)와 연계하고 도메인 전문 파트 그룹을 마련하여 다음 테마에 노력을 기여하고 있다.
  - 송전과 배전
  - 그리드 구축
  - 그리드 산업
  - 그리드 가정
  - 비즈니스 및 정책
- 사이버보안 코디네이션 태스크 그룹을 설치하고 다른 도메인 전문 파트 그룹과 함께 중복 과제의 해결에 노력하고 있다.
- GWAC와 협력하여 NIST는 이해 관계자를 위한 프레임워크 개발 계획의 홍보 활동을 스마트그리드의 도메인 분야로 주요 사업 목표와 장애물 등 우선순위를 결정하고 있다. 또한 표준 로드맵 개발에 필요한 단계로 NIST는 현재의 스마트그리드 상호운영성과 이해 관계자 활동 계획을 평가하고 있다.
- 전력 산업과 비즈니스 사례집을 수립하고 표준 개발 가이드 제작을 지원하고 있다.
- 상호운영성 지식 기반(Interoperability Knowledge Base) 개발에 착수하고, 매년 상호 이해를 재촉하고, 스마트그리드의 표준, 항목 분류, 인터페이스 및 전문 용어 등의 의견 일치를 도모하고 있다.



(그림 2) NIST에서 고려하는 도메인 분야

정확한 서비스 제공을 위한 의식이 결합되어 현재와 같은 IT 환경을 이루었다고 할 수 있다.

이러한 IT 환경을 기반으로 추진되고 있는 국내 스마트그리드 구축은 보안과 관련된 실질적인 법·제도는 미국에 비해 아직은 미흡한 실정이다.

이에 본 논문에서는 미국에서 진행되고 있는 스마트그리드 보안 전략을 분석하여 한국형 스마트그리드에 대한 보안 전략을 도출한다.

국내에서는 스마트그리드의 보안을 위해 적용할 수 있는 법률이 존재하지 않는다. 따라서 스마트그리드 관련 정보보호 사항은 기존의 정보통신망 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률과 정보통신기반보호법을 활용해야 한다. 필요시 미국의 에너지독립및안보법과 같이 스마트그리드에 대한 독립적인 법률을 제정하여 보안에 대해서 직접적으로 규정하는 정보보호 관련법을 고려하여 입법을 검토해야 한다.

### 참고문헌

- [1] 지식경제부, “스마트그리드 국가로드맵”, 2010. 1
- [2] US Department of Energy Initiative, “Grid 2030: A National Vision for Electricity’s Second 100 Years”, July 2003
- [3] Federal Legislation, “Energy Policy Act of 2005”, PUBLIC LAW 109-58, AUG. 8, 2005
- [4] U.S. Department of Energy, “A VISION FOR THE MODERN GRID”, March 2007
- [5] Federal Legislation, Energy Independence and Security Act of 2007. PUBLIC LAW 110-140, DEC. 19, 2007
- [6] Federal Legislation, “American Recovery and Reinvestment Act of 2009”, PUBLIC LAW 111-5, FEB. 17, 2009

## 5. 결론

국내 IT 기반시설의 지속적인 구축은 국내 가정의 91% 이상이 초고속 인터넷을 사용하도록 만들었으며, 세계적으로도 IT 강국이라는 이미지를 가져왔다. 이는 사용자의 다양한 서비스에 대한 욕구와 서비스 제공자의 신속하고