스마트 그리드의 동향분석에 관한 연구

김소희, 허상운, 송석환, 김섭한, 노대석
한국기술교육대학교
e-mail: dsrho@kut.ac.kr

A Study on the Research Trend Analysis for Smart Grid System

Sohee Kim, Sangwoon Heo, Seokhwan Song, Seobhan Kim, Daeseok Rho
Korea University of Technology and Education

요 약

현재 우리나라 제주도에서 스마트 그리드 실증단지를 만들어 한국형 스마트 그리드의 효용성과 실효성을 검증하려고 하고 있다. 이는 우리나라에 적합한 스마트 그리드 시스템을 실행하기 위한 범 정부 차원의 프로젝트다. 또한 다른 국가들도 자국의 정치, 경제, 기술, 기타 환경에 맞는 최적의 스마트 그리드 시스템을 찾기 위해서 구상하고 실행에 옮기고 있다. 따라서 다른 국가의 스마트 그리드 동향을 알아봄으로써 우리나라가 스마트 그리드의 국제 표준화 선점 및 핵심기술 확보 등을 통한 신 비즈니스 모델을 창출할 수 있고, 최적의 스마트 그리드 시스템을 찾아 궁극적으로는 전기 에너지의 고효율화 사용으로 온실가스를 감축 할 수 있다. 이러한 이유로 본 논문에서는 국내 스마트 그리드의 동향 및 미국, 일본, 중국, 유럽등의 스마트 그리드 동향에 대해서 분석하였다.

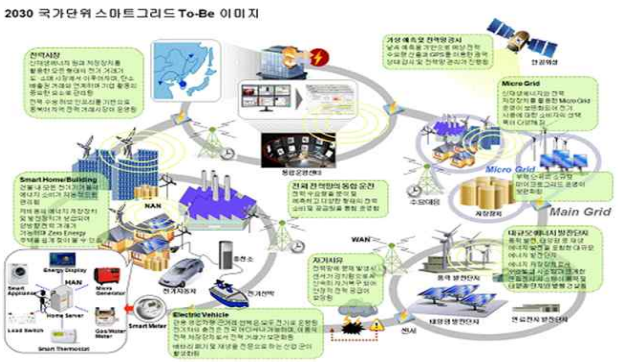
1. 서 론

국내 스마트 그리드 정의를 보면, '전력망에 IT(정보기술)를 접목하여 전력공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환하여 에너지 효율을 최적화하고 새로운 부가가치를 창출하는 차세대 전력망'이라고 되어있는데, 현재의 전력계통 설비구성과 운용수법으로서는 끊임없이 변화하는 상황에 대처하여, 다양한 요구들을 해결하기에는 한계점을 가지고 있다. 이러한 이유로 세계 국가들은 각 국이 처한 정치, 경제, 과학기술, 환경, 기타 조건에서 자국의 상황에 맞게 스마트 그리드를 추진하고 있으며, 국가정책으로써 추진되고 있다. 따라서 본 논문에서는 각 국의 스마트 그리드의 배경과 동향에 대하여 살펴보았다.

2. 국내의 스마트 그리드의 동향분석

2.1 한국형 스마트 그리드 추진배경 및 동향

한국형 스마트 그리드의 추진배경은 2009년 6월에 미국 에너지부와 에너지 분야 협력에 관한 포괄적 협력의향서(SOI)를 체결하고 2009년 7월에는 기후변화 주요국 회의(MEF)에서 스마트 그리드 선도국가로 선정되어 대외 협력 및 국제사회 주도 기반을 마련한데 있다. 한국형 스마트 그리드는'스마트 그리드 구축을 통한 저탄손 녹색성장 기반조성'을 정책비전으로 2030년까지 최초의 국가단위 스마트 그리드 구축을 목표로하며, 2020년까지 소비자 중심 광역단위의 스마트 그리드를 구축하고, 2012년까지 세계 수준의 스마트 그리드 City 구축을 목표로 움직이고 있다. [그림 1]은 2030국가단위 한국의 스마트 그리드 To-Be 이미지이다.

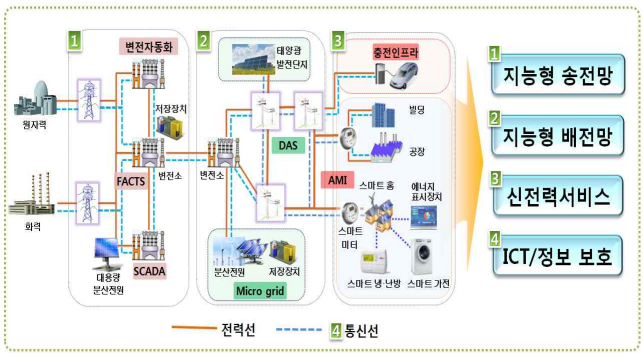


[그림 1] 2030국가단위 한국의 스마트 그리드 To-Be 이미지

한국형 스마트 그리드는 4개의 분야로 구성되어 있다. 첫째 지능형 전력망(Smart Power Grid), 둘째 지능형 신재생(Smart Renewable), 셋째 지능형 운송(Smart Transportation), 넷째 지능형 소비자(Smart Consumer), 다섯째 지능형 서비스(Smart Electricity Serv ice) 이며, 각각의 요소기술을 가지고 있다. 중점 추진하고 있는 기술로는 광역상황인식(WASA), 수요반응, 전력저장장치, AMI 시스템, 전기 운송수단, 배전그리드 관리 이다.

2.2 한국전력공사의 스마트 그리드 추진배경 및 동향

한전은 우리나라의 전체 송전전력망과 배전전력망을 소유하고 있으며, 대단위 발전회사를 자회사로 두고 있는 전력회사로 스마트 그리드 사업의 중심에 있다. 따라서 한전의 스마트 그리드 추진 전략은 곧 우리나라 스마트 그리드 추진 전략의 중심이라 할 수 있다. [그림 2]은 한전의 스마트 그리드이며, 크게 지능형 송전망, 지능형 배전망, 신전력서비스, ICT/정보보호의 4가지로 구분할 수 있다.



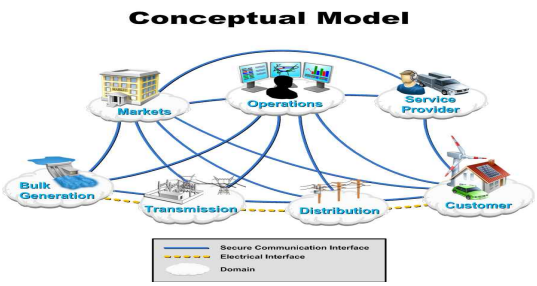
[그림 2] 한국전력공사의 스마트그리드

현재 한전의 스마트 그리드 대응전략은 첫째 저탄소 전력공급(다수의 신재생에너지의 대응, 원자력 발전 확대, 전기자동차, 전기철도 이용률 증가, 수요예측고도화), 둘째 전력시스템의 효율향상(수요관리, DC배전), 셋째 전력시스템의 고도화(전력망 지능화, 에너지 저장 장치 기술도입, 정보네트워크의 고도화, 스마트 그리드 표준화의 대응, 수소시대의 준비)의 세가지 방향으로 나아가고 있다.

3. 국외의 스마트 그리드의 동향분석

3.1 미국의 스마트 그리드 추진배경 및 동향

미국의 스마트 그리드의 추진배경은 첫째 전력시스템의 신뢰성을 이전에는 불가능했던 수준으로 끌어올림, 둘째 전력사용가격 수준은 그대로 유지, 셋째 세계적 경쟁력을 강화, 넷째 재생 가능 에너지원 및 전통적 에너지원을 완전히 수용, 다섯째 잠재적으로 탄소 배출량을 감소, 여섯째 아직은 상상으로나 가능한 진보와 효율성을 가져오는 데 있다. 100년의 전기역사와 100만MW의 발전용량을 가진 미국이지만, 송전선로 용량의 한계와 노후화된 전력망은 상당한 위험으로 다가오고 있어 이를 개선하는 것이 스마트 그리드의 핵심 배경 이라 할 수 있다. [그림 3]는 미국의 스마트 그리드의 개념적 상위 모델이며, 일곱가지 영역(고객, 시장, 서비스제공자, 운영, 대규모발전, 송전, 배전)으로 구성되고 각 영역에는 많은 Applicatios 와 참가자(Actors)들이 있다. 또한 사이버 보안 위험 관리전략을 세워 전력망에 침투하여 소프트웨어를 제어하여 위험에 빠뜨리는 행위에 대 비하고자 한다.

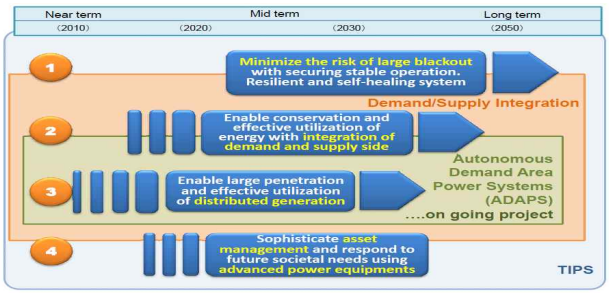


[그림 3] 스마트그리드 개념적 모델

그리고 미국은 스마트 그리드를 6개의 응용분야{광역상황인식(Wide Area Siatuation Awareness), 수요반응(D emand Response), 전력저장장치(Electric Storage), 전기 운송수단(Electric Vehicle), AMI(Ad vanced Metering Infrastructure), 배전 그리드 관리(Distribution Grid Management) 로 나누고 있고, 각각 세부적으로 추진하고 있다.

3.2 일본의 스마트 그리드 추진배경 및 동향

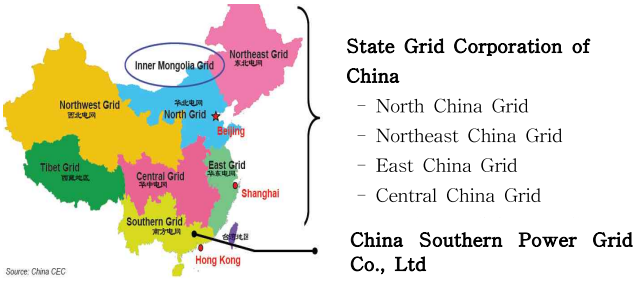
일본의 스마트 그리드 추진배경은 인구 감소, 2005년의 인구의 -30%, 고령화 사회, 전기의 중요성 증가, 지능화, 정보화 사회, 국제화, 온난화(여름 기온 지금의 1.5~3배), 자연 재난의 증가, -50%의 이산화탄소 배출, 송전 설비의 노후(40년 이상의 설비), 고효율, 무공해, 저탄소 배출 발전의 증가로 인한 것이다. 현재 노후된 6.6kV의 배전선로는 위의 필요사항을 수용하기에는 한계가 있다. 따라서 일본은 1980년대부터 moonlight project, sunshine project를 통해 신에너지 기술, 에너지 절약 기술을 꾸준히 개발해 왔으며, 특히 온실가스 감축을 목표로 새로운 기술 개발에 주력하고 있다. 일본은 그동안 새로운 형태의 전력시스템에 관한 연구로 FRIENDS (Flexible, Reliable and Intelligent ENergy Delivery System)과 ADAPS(Autonomous Demand Area Power Systems)을 수행하여 왔다. 일본은 온실가스 감축을 국가적 기술의 목표로 정하고 전력기술에서는 일본 전력중앙연구소를 중심으로 TIPS{Triple I (Intelligent, Interactive and Integrated) Power System} 프로그램에 따라 스마트 그리드 연구를 수행하고 있으며, [그림 4]는 TIPS의 개발 전략이다.



[그림 4] TIPS의 개발 전략

3.3 중국의 스마트 그리드 추진배경 및 동향

2009년 6월 3일 상하이 뉴스는 '중국의 스마트 그리드는 Inner Mongolia와 Shanxi 지방으로부터 수요가 높은 해안가 지역과 같은 전력중심점으로의 장거리 초고압 송전을 증가시킬 것이다' 라고 하였다. 중국 그리드 연합(SGCC; State Grid Corporation of China)의 Zhen-ya Liu는 2009년 4월 24일 미국의 에너지 장관을 만났다. Liu는 "SGCC는 초고압 직류 송전(+/-800kV, +/-500kV)과 교류 송전 시스템(1000kV, 500kV, 220kV)을 건설하고 있고 정보 기술과 자동화 기술을 기반으로 스마트 그리드의 구현을 꾀하고 있다"고 말했다. 중국은 석탄이 주 에너지 자원이고, 탄광이 주요 부하로부터 멀리 떨어져 있다는 사실을 바탕으로 전력 그리드 개발이 송전 네트워크 측면으로 이루려 하고 있다. 관련 프로젝트는 "West-East Electricity Transfer Project"라고 알려져 있으며, 3개의 메인 west-east 송전선로 설비 건설이 목표이다. 각 설비의 송전 능력은 2020년까지 20GW가 될 예정이다. [그림 5]는 중국의 전력 그리드 구성현황이다.



[그림 5] 중국의 전력 그리드 구성 현황

송전 네트워크의 구현내에서, SGCC는 WAMS(광역 측정 시스템)를 건설하고 있고 2012년까지 모든 300W이상의 발전기와 500kV 이상의 변전소에 PMU (Phasor Measurement Unit) 센서를 설치하는 것을 목표로 건설 중이다. SGCC는 중국 고전압 변전소를 통해 광통신 네트워킹을 구현하고 있다. 이러한 네트워크는 약 백만km가 넘는 엄청난 거리를 자랑한다.

3.4 유럽의 스마트 그리드 추진배경 및 동향

유럽의 스마트 그리드 전략 연구 아젠다는 스마트 그리드를 현실화 시켜 소비자와 모든 레벨에서의 판매자에 대해서 이득을 주는 것이다. 이러한 관점에서 스마트 그리드를 현실화하기 위한 첫 번째 단계는 3가지 큰 방향을 가지고 2007년에 시작하였다. 첫 번째로 일자리를 만들고 판매자로 하여금 스마트 그리드에 참여하도록 하는 것이다. 두 번째로 사적 공적인 투자를 유동적으로 만들기 위한 자금 조달 메커니즘을 만들어야 한다. 셋째로 유럽, 개별 국가, 그리고 지역의 연구 프로그램이 협력을 맺도록 하는 것이다.

3.5 덴마크의 스마트 그리드 동향

이 지역은 자체 수요 전기의 40%를 충족할 수 있는 풍력터빈 시설을 갖추고 있다. 덴마크는 불규칙

하게 전기를 생산하는 풍력발전기에서 나오는 전력을 초과시는 전기 자동차 밧데리에 저장하고, 바람이 불지 않는 시간대에 다시 전력망으로 보내는 프로젝트를 진행하고 있다.

3.6 독일의 스마트 그리드 동향

현재 Meregio(Minimum Emission Regio)라고 알려진 스마트 그리드 프로젝트는 현재 독일 남부 지역에서 시범운영중이다. 이 프로젝트는 최적의 지속가능한 전력망을 구축하여 CO_2 배출량을 거의 0에 가깝도록 하고 있다. 독일은 태양패널, 풍력터빈, 연료전지, 다른 분산발전 자원 등을 통해 만들어지는 에너지를 통합하고, 전력망 운영자에게 공급과 수요 차원에서 전체 전력망 관련 정보를 실시간으로 제공하는 것이다. 이로 인해 운영자가 전력 흐름을 예측할 수 있게 해주고, 변화하는 상황에 빠르게 적응할 수 있게 해준다. 그리고 소비자에게 가격신호를 보냄으로써 에너지 소비를 줄이게 하고, 전력부하가 큰 시간대에 특히 에너지 소비를 자제하게 만든다. 또한 최종 소비자까지 포함시킨 최종 소에너지 시장을 만들게 된다. 전력 소비자들은 그들의 에너지 소비와 CO_2배출량 수준을 모니터할 수 있고, 가격 신호에 따라 반응하며 소비를 적정화시킬 수 있다.

3.7 네덜란드의 스마트 그리드 동향

네덜란드 암스테르담은 유럽에서 최초로 스마트 그리드, 스마트 계량기, 전기자동차, 스마트 빌딩 디자인 구상을 통해 지능형 도시가 되겠다는 계획을 세웠다. 그 목표는 지능형 기술을 통해 상업용 제품, 공공 빌딩 및 장소, 가정, 운송 부문에서 에너지소비를 줄이는 것이다. 암스테르담은 최근 저탄소 프로젝트의 1단계를 추진하고 있다. 첫째 상업용 배와 강 크루즈선이 부두에 정착할 때 전력망에 연결되게 함으로써 배에서 이루어지는 에너지생산과 관련 오염을 줄인다. 둘째 스마트 계량기를 보급하고, 가정마다 피드백 디스플레이를 설치한다. 셋째 ITO 타워에 있는 Accenture 암스테르담 사무실을 스마트 빌딩으로 바꾼다. 거기에서 지능형 기술이 그 빌딩의 전력 관련 데이터를 수집하고, 모니터하며, 분석한다. 이는 에너지소비효율을 높이고, 건물의 탄소배출을 줄인다. 넷째 도심번화가인 Utrechtsestraat, 쇼핑 및 식당 거리를 기후거리(Climate Stre및)로 만든다. 이 기후거리에서는 지속가능한 폐기물처리, 전차 정류장, 간판 등을 설치한다. 또한, 스마트 계량기가 에너지소비관리를 돕는다.

3.8 핀란드의 스마트 그리드 동향

핀란드에서 입법화될 것으로 예상되는 정부의 규제정책은 설비업체들이 2013년 말까지 핀란드 가정의 80%까지 스마트 계량기를 설치해야 한다고 규정하고 있다. 또한 핀란드 3백만 가구 중에서 대략 20%정도는 이미 스마트 계량기를 가지고 있다. Landis+Gyr社는 2008년 초 Jyvaskylan Energia, Tampereen Sahkolaitos and Vaasan Sahkoverkko Oy(에너지 관련 기업들의 이름)社와의 계약서에 서명을 마쳤다.

3. 결 론

현재 우리나라는 제주도에 스마트 그리드 시범단지를 조성할 계획이다. 제주도는 육지와 HVDC로 연계되는 계통으로 풍력 발전을 늘리게 되면 제주계통의 안정도가 저해될 수 있다. 따라서 본홀름(덴마크)에서 진행되는 프로젝트를 적용하면, 기존의 풍력발전이 초과될 경우에도 안정도를 저해하지 않고, 또한 발전기를 추가로 증설할 수 있는 이점이 있다. 또한 현재 유럽 각국에서 진행되는 프로젝트를 고려해 우리나라도 스마트 그리드 관련 기술을 확보하여 가까운 미래에 조성될 스마트 그리드에 대비해야 함이 바람직하다.

참 고 문 헌

[1] 대한전기학회, “2009년도 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 Special Session 발표자료”, 2009. 11.

[2] 스마트그리드입문“, (재)한국스마트그리드사업단

[3] NIST, "Report to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap", 2009. 06. 17

[4] 지식경제부, “스마트그리드 국가로드맵(초안)”, 2009. 11.17