



## 01

## 스마트 그리드의 소개 및 제언

◎ 이흥재교수 | 광운대학교

## 1. 스마트그리드의 정의

## 1.1 세계 풍력발전 현황과 전망

기후변화에 대한 위기의식과 함께 최근 수년간 스마트그리드에 대한 관심이 전 세계적으로 고조되고 있으며, 그 정의와 개념, 목적 및 방법에 대해서도 오랫동안 많은 논의와 시행착오를 거쳐 왔다.

또한 지난 10년간 인터넷이라는 매체로 인해 야기된 경천동지할만한 산업구조의 변천을 통하여 신기술의 엄청난 위력을 체험한 기업들은 물론 일반 국민들까지도 이에 대한 관심이 높지만 스마트그리드의 기본적인 윤곽이 거의 결정되어진 현재에도 그 구체적인 내용에 대해서는 전공자들조차도 확실하게 예측하기 어려운 불확실한 부분이 있다.

스마트그리드는 녹색성장을 실현하기 위한 핵심적 기술이며 탄소배출로 인한 기후변화 및 환경과도 밀접한 관계가 있지만, 본 고에서는 이러한 기회를 맞아 국제적인 기술경쟁력을 확보하고 일부 핵심기술에서는 세계를 선도하기 위해 필수적으로 수행되어야 할 인력양성 및 연구개발에 대한 방안을 고찰해 보는 것이 목적이므로 스마트 그리드의 핵심인 전기에너지 분야에 대해서만 논의하기로 한다.

물론 최근 빈발하고 있는 지진과 급증하는 이상기후를 체험하고 있고, 정부차원에서의 홍보가 많이 되어 스마트그리드의 태동이 환경적인 영향에 기인

한다고도 볼 수 있지만, 공학적인 측면에서는 스마트그리드의 탄생이 지극히 정상적이고도 당연한 흐름인 바, 먼저 이를 잠시 살펴보는 것이 전기공학도들에게 보다 깊은 이해와 더불어 향후의 기술적 전망을 습득하는 데 도움을 줄 것으로 생각되어 잠시 전기공학적인 측면에서 기술의 흐름을 살펴보기로 한다.

현대문명의 태동에 대하여 논하려면 먼저 산업혁명과 전기의 발견으로부터 시작하는 것이 타당하겠지만 1947년 진공관형 ENIAC 컴퓨터의 개발에서부터 시작된 최근 60년간의 기술발전만을 생각해 보더라도 인류역사상 거의 상상하기 힘든 급속한 발전이라고 말해도 절대로 과언이 아니라는 사실에는 누구나 공감할 것으로 본다.

이후 트랜지스터와 반도체의 등장으로 컴퓨터 성능의 비약적인 발전은 대형 - 미니프레임 - 워크스테이션에서 PC로, PC는 이제 노트북 - 넷북 - 모바일로 진행되어가고 있다. 이에 따라 60년대에는 전자공학도가 분리되었으며, 1980년대에는 컴퓨터공학과, 제어계측공학과가 분리되었고 산업적 측면에서는 이른바 벤처 1세대가 등장한 시기이기도 하다. 이때에는 마이컴 또는 싱글칩을 이용한 소형 디지털 장치의 개발이 왕성히 진행되었고 이후 1990년대에는 이를 종합한 디지털 시스템의 구축이 활발히 진

행된 시기이다.

필자의 기억으로 90년대 초반에는 과학기술부의 연구과제 심의회에서 “시스템 개발”이 목적인 과제의 우선 지원을 고려하라는 내부적인 권유가 있었을 정도였고, 심지어 어떤 과제는 전혀 다른 특성을 가졌음에도 불구하고 항공기와 열차 및 자동차의 통합브레이크 시스템을 개발하겠다고 제시하여 한참 웃었던 경우도 있었다.

그리고 주지하다시피 90년대부터는 모뎀으로부터 LAN망에 이르는 통신능력의 비약적인 발전이 시작된다. 최초의 1200baud - 2400 - ... 38.8K에서 현재의 100M - 1G LAN에 이르는 통신망의 혁신적 성능개선은 얼마 전까지만 해도 상상할 수 없었던 방송과 통신과의 융합이라는 난제를 빠른 시간 내에 기정사실로 변화시켰을 뿐만 아니라 바야흐로 2000년대부터는 공학의 제분야에서도 융합기술의 도래를 선포하고 있다. 당연하지만 재미있는 현상이에 따라 분리되었던 학과들이 전기공학부 또는 유사한 이름으로 다시 합치게 되었다는 사실이다.

전술한 바와 같이 각종 산업/가전/제어시스템은 디지털화가 급속히 진행되었던 반면 전력망을 중심으로하는 에너지/전기 분야에의 적용은 EMS(Energy Management System)-SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)-SAS(Substation Automation System)로부터 DAS(Distribution Automation System)으로 구성된 계층형 분산제어 및 감시 시스템이 구축되는 지대한 변화가 있었지만 타분야와 대비해서 볼 때는 상대적으로 적용이 부진하였는데 그 주된 이유는 디지털 시스템의 신뢰도 때문이었다. 그러나 이제 디지털 시스템의 수명과 신뢰도가 급격히 향상됨에 따라 이러한 대규모로 구축된 컴퓨터/센서 네트워크를 이용하여 전력망의 효율과 신뢰도를 향상시키려는 노력이 일어나게 되는

것은 매우 당연한 것이다. 즉, 전력망에 IT와 Communication, Computer, Sensor 기술을 융합하려는 시도는 기후 변화 문제와 때를 같이 하여 스마트그리드라는 이름으로 시작되는 것일 뿐, 시절을 따라 나무에 풍성한 과실이 열리는 것과 같이 이제 그 시기가 자연스럽게 도래된 것 뿐이며 이는 EPRI에서 선포한 인텔리그리드의 기본 개념에서도 잘 나타나고 있다.

서론이 길었지만 이제 스마트 그리드의 정의에 대해서 알아보기로 한다.

우리나라는 2009년 7월 G8 확대정상회의에서 이태리와 공동으로 스마트그리드 선도국으로 지정된 이후, 회원국의 의견수렴을 거쳐 12월에 로드맵을 완성하였고, 지식경제부에서는 금년 1월에 스마트그리드 국가로드맵을 발표한 바 있다[1]. 여기서 우리나라는 스마트 그리드의 정의에 대해 “기존의 전력망(Grid)에 정보통신(ICT: Information and communication Technology) 기술을 접목하여, 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망”이라고 정의하였다. 조금 다른 표현이기는 하지만 기술적인 측면에서 볼 때 이는 “대규모 전력에너지망과 광역 컴퓨터 센서 네트워크와의 융합으로 이룩되는 인프라구조”라고 정의하는 미국의 입장과 [4] 표현만 다를 뿐 그 내용은 동일한 것임을 알 수 있다.

이러한 정의와 위에서 살펴본 기술의 흐름에서 살펴볼 때, 스마트그리드는 다양한 학문과 기술을 요구하는 융합기술의 대표적인 주자이며, 따라서 이미 이를 감지한 세계 각국은 기술주도를 위하여 치열한 물밑개발을 수행하여 왔고, 산업적 측면에서 가치가 있는 몇 개의 중요 기술은 말없이 준비해 온 몇 몇



- ② 마이크로그리드 시스템용 기기 개발 기술
- ③ 고효율 전기에너지 저장 기술
- ④ 전기차 배터리 기술 확보
- ⑤ 전기차 전기 동력 기술 확보
- ⑥ 충전 기술(완/급속 충전) 육성
- ⑦ 충전 방식의 다양화
- ⑧ 동시 충전 가능한 전력량 배분 기술
- ⑨ 마이크로그리드 통합관리시스템 구축 기술

스마트그리드의 도입에 따른 계통운영의 변화를 다음 그림 2와 같이 새로운 소비자의 등장과 함께 새로운 정보체제의 도입이 필수적일 것으로 예측하고 있으며, 이에 따라 중점적으로 개발되어야 할 5대 핵심기술을 다음 표 2와 같이 공표하였다.

다. 계통 운영 분야

- ① 전력 계통 운영 아키텍처 설계
- ② AMI 운영 프로세스
- ③ AMI관련 자산 관리 솔루션(장소, 수명, 유지 보수 기록 등)
- ④ MDMS 기술
- ⑤ 계통 연계 안정화 기술
- ⑥ 불확실성 예측기술
- ⑦ 전력망 감시 제어 기술
- ⑧ 협조 운영 제어 기술

라. 전력 시장 분야

- ① 도매전력 거래시스템 구축 기술
- ② 온라인 소매전력 거래시스템 구축 기술

마. 서비스 분야

- ① 양방향 서비스 플랫폼 아키텍처

바. 기타 분야

- ① 전력반도체 기술 및 변환설비 구축 기술
- ② 국제 호환 방식의 IED기술
- ③ 스마트 전력망 정보보호기술 개발

위 다항에 기술된 계통운영 분야에 대해서는 우리나라의 전력시장과 전력계통 운영을 시행하고 있는 전력거래소에서 입안한 것인데, 전력거래소에서는

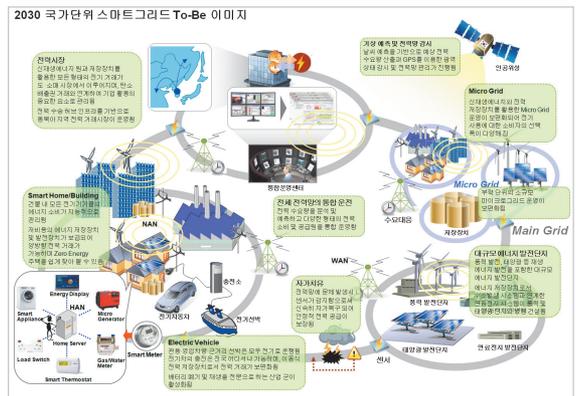


그림 7 | Vestas V80의 풍속에 따른 출력, 회전속도, 소음 특성

표 2. 5개 핵심기술에 대한 요소기술

핵심 기술 구분	제도
1 전력망 운영기술	Synchro-Phasor 기반의 실시간 광역계통 감시·제어시스템 구축
	지능형 전압·과도안정도, 미소신호안정도 판단·제어기술
	Advanced EMS 구축
	전력계통 실시간 운영 및 해석 기술 발송배전 통합보호계전 기술 Self-healing 기술
2 계통연계 안정화 기술	분산전원(신재생에너지 등) 계통연계기준 정립 신재생 및 전기자동차 계통연계안정화 기술 신재생 계통연계를 위한 전력저장장치 활용 기술·불확실성 예측기술전기자동차, DR 등 불확실성 증대를 고려한 수요예측시스템
	신재생 및 전기자동차를 고려한 발전기 공급능력산정 프로그램 개발 신재생 발전단지의 기후예측을 포함한 발전량 입찰제도 개선 시장가격 및 발전원별 적정 구성비를 고려한 예방정비계획 수립
3 불확실성 예측 기술	전력계통 운영자간 운영권 정립 및 협조운영 체계 확립 전력계통 운영설비 구성 체계 확립(EMS-DMS-MicroEMS)
	전력계통 최적운영 기술분산전원, 저장장치, DR 활용을 위한 운영규칙 개발(AS 등) 분산전원 및 Micro Grid를 고려한 계통복구 전략 개발 전력계통 운영설비간 통신범위 및 전달방식, 정보구성 요소
4 협조운영 제어 기술	중앙 EMS 계통운영자의 관리, 감시가 필요한 최적 정보 범위 계통운영자를 위한 간결하고 시각화된 화면구성 개발 취득정보의 관리 및 가공방식에 관한 연구

### 3. 스마트 그리드의 성공을 위한 인력양성과 R&D 기획

이상과 같이 스마트그리드 구성을 위해 요구되는 다양한 학문과 기술분야 중 전력에너지 분야의 핵심 기술 부분만을 살펴보았는데도 불구하고 거의 제목만 나열하는 것이 되어버릴 정도로 새로운 에너지원과 소비자의 등장 및 이에 따라 요구되는 새로운 기기와 시스템의 등장은 향후 실로 무한한 확장성과 새로운 시장의 도래를 잘 나타내고 있다.

이러한 새로운 인프라를 구축하고 이에 필요한 기기와 시스템을 공급하기 위해서는 많은 인력의 수급이 필수 불가결 할 것임은 자명하다. 특히 우리나라와 같이 부존자원이 부족하고 내세울 것은 오직 고도의 인력과 첨단기술 뿐인 나라에서의 인력양성은 숙명이라고 생각되는 바, 우리나라의 기술로드맵도 확정되었고, 세계적으로도 그 기술표준과 구성방안이 확립되어가고 있으므로, 이제는 스마트그리드 선도국으로서의 자리매김을 공고히 하고, 명실공히 기술 주도국으로 부상하기 위해서는 이제 인력양성에 대한 장기적이고 실제적인 계획이 수립되어야 할 시기가 도래하였다고 생각된다.

마지막으로 본 고를 통하여 연구개발에 관한 지속적이고도 합리적인 기획의 필요성을 지적하고자 한다.

스마트그리드는 최소한 20년에 이르는 장기간 대규모 투자가 소요되는 대역사이며, 이제 로드맵은 수립되었으나 중장기적으로는 각각의 요소기술을 성취하기 위한 기반연구조차 수행되어있지 않은 분야가 대다수이다. 이에 대해서는 지면 관계상 다른 기회를 통하여 분석할 예정이지만, 우리나라의 입장에서 는 실로 커다란 위기임과 동시에 절호의 기회가 틀림없다. 따라서 분산된 연구인력이 결집되고

유기적인 협력하에서 최선의 결과를 도출할 수 있도록 전문적인 기획정책이 필수적인 시점이라고 생각된다.

#### 참고 웹사이트

1. 스마트그리드 국가로드맵, 2010. 1. 25, 지식경제부
2. 스마트 그리드 기술 로드맵 및 추진전략 연구용역 최종보고서, 2009. 12. 한국전력, 대한전기학회
3. Smart Grid 체제로의 전환을 위한 기술개발 로드맵, 2009. 9. 한국전력거래소
4. EPRI Smart Grid Research update, 2008. 9. EPRI, USA
5. 스마트그리드 상호 운용성 표준로드맵에 관한 NIST 보고서, 2009. 6. NIST, USA