

# 스마트그리드 네트워킹 기술 동향

A Study on the Networking Technology of Smart Grid

스마트 시대의 IT 정책 및 표준화 동향 특집

박창민 (C.M. Park)    표준기반연구팀 책임연구원  
조평동 (P.D. Cho)    표준기반연구팀 팀장

## 목 차

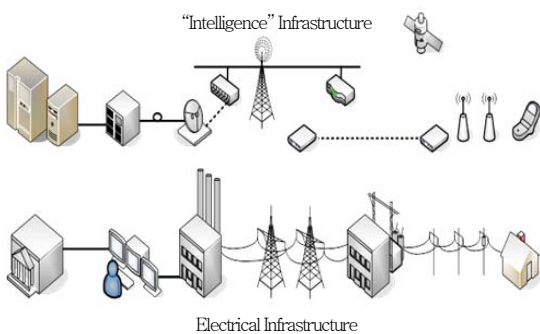
- .....
- I. 개요
  - II. 스마트그리드 서비스
  - III. 상호 운용성 기술
  - IV. 네트워킹 기술
  - V. 맺음말

최근 그린 환경을 위한 CO<sub>2</sub> 배출 절감과 에너지 자원의 효율화를 위하여 전력과 ICT의 융합인 스마트그리드 사업이 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 우리나라에서도 스마트그리드 제주 실증사업이 진행되고 있으며, 이를 성공적으로 구축하기 위해서는 다양한 분야의 시스템들을 서로 연동하기 위한 상호 운용성 기술에 대한 중요성이 많이 강조되고 있다. 이러한 스마트그리드의 상호 운용성 기술은 다양한 분야의 많은 복잡한 요소들의 효율적인 통합을 가능하게 할 뿐 아니라 응용 서비스를 위한 새로운 요소를 쉽게 추가 가능한 확장성을 지원해 준다. 본 고에서는 스마트그리드 사업을 성공적으로 수행하기 위한 상호 운용성 기술에 대하여 알아보고 최우선적으로 적용이 필요한 스마트그리드 통신 표준 기술의 종류들과 이들의 특성에 대하여 알아보려고 한다.

## I. 개요

스마트그리드는 그린 ICT 기반의 에너지 효율 성능을 향상시키고 CO<sub>2</sub> 배출을 절감하기 위한 것으로, 기존의 전력망(grid)에 ICT 기술(smart)을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력 정보를 교환함으로써, 에너지 효율을 최적화하는 차세대 전력망 기반의 개방형 시스템 네트워크 기술이다. 따라서 스마트그리드는 (그림 1)에 나타난 바와 같이 전력과 ICT의 두 가지 인프라의 통합으로 이루어진다. 이러한 통합된 인프라를 기반으로 자가 치유와 적응력, 소비자와 시장의 상호 작용, 자원과 장비들의 최상위 활용, 위급 상황에 대한 반응 보다는 예측 방어 기능, 그리고 감시, 제어, 보호, 유지, EMS, DMS, 시장, ICT의 통합화 등과 사이버 공격으로부터 더욱 안전한 특징을 가지는 지능형 전력망 시스템 구축이 가능하게 된다. 즉, 통신, 정보 그리고 전력을 통합 사용이 지능형 전력망을 구축하려는 스마트그리드의 목표이다.

그러나 한국형 스마트그리드는 전력-ICT 기반의 지능형 전력망의 한계를 넘어 중전, 통신, 가전, 건설, 자동차, 에너지 등과 같은 유관 산업과의 융합 및 시너지 기회를 제공하는 국가 단위의 녹색성장 플랫폼으로 정의하였다[1],[2].



(그림 1) 스마트그리드 개념도

한국형 스마트그리드는 개방형 전력 시스템으로, 신재생 에너지, 전기 자동차 등 청정 녹색 기술의 접목, 확장이 용이한 녹색성장 및 저탄소 배출을 위한 녹색 환경을 기반으로 하는 신성장 동력 인프라이다. 이러한 한국형 스마트그리드를 성공적으로 수행하기 위하여 국제 표준화 기구에서 정의하고 있는 기술을 바탕으로 스마트그리드 서비스에 대한 개념을 살펴보고, 다양한 기기 및 시스템들이 plug and play 방식으로 연동 가능하도록 상호 운용성 기술의 필요성 및 상세 기술들에 대하여 알아본다. 그리고 상호 운용성 기술의 가장 기본인 통신 네트워킹 기술의 분류와 각 기술들의 특성에 대하여 알아보기로 한다.

## II. 스마트그리드 서비스

한국의 스마트그리드는 전력-IT 기반의 지능형 전력망 구축을 넘어 중전, 통신, 가전, 건설, 자동차, 에너지 등과 같은 유관 산업과의 융합 및 시너지 기회를 제공하는 국가 단위의 녹색성장 플랫폼으로 정의하였다[1],[2]. 즉, 스마트그리드는 개방형 전력 시스템으로, 신재생 에너지, 전기 자동차 등 청정 녹색 기술의 접목, 확장이 용이한 녹색성장 및 저탄소 배출을 위한 녹색 환경을 기반으로 하는 신성장 동력 인프라이다. 이러한 스마트그리드 개방형 플랫폼은 다음과 같은 6가지의 응용 서비스를 제공 가능하여야 하고 이들 서비스의 적용 범위가 크면 클수록 시스템의 효율성은 커질 수 있을 것이다[3].

- 1) 광역 상황인식: 상호 연결망과 광역에 걸쳐 전력계통 구성요소들과 성능을 실시간 모니터링 하는 서비스로 정전 발생에 대비하여 사전 문제점 예견 및 방지와 대응을 위한 방안을 제공한다. 그리고, 전력망의 구성요소들의 움직임 및 성능 관리를 최적화 한다.

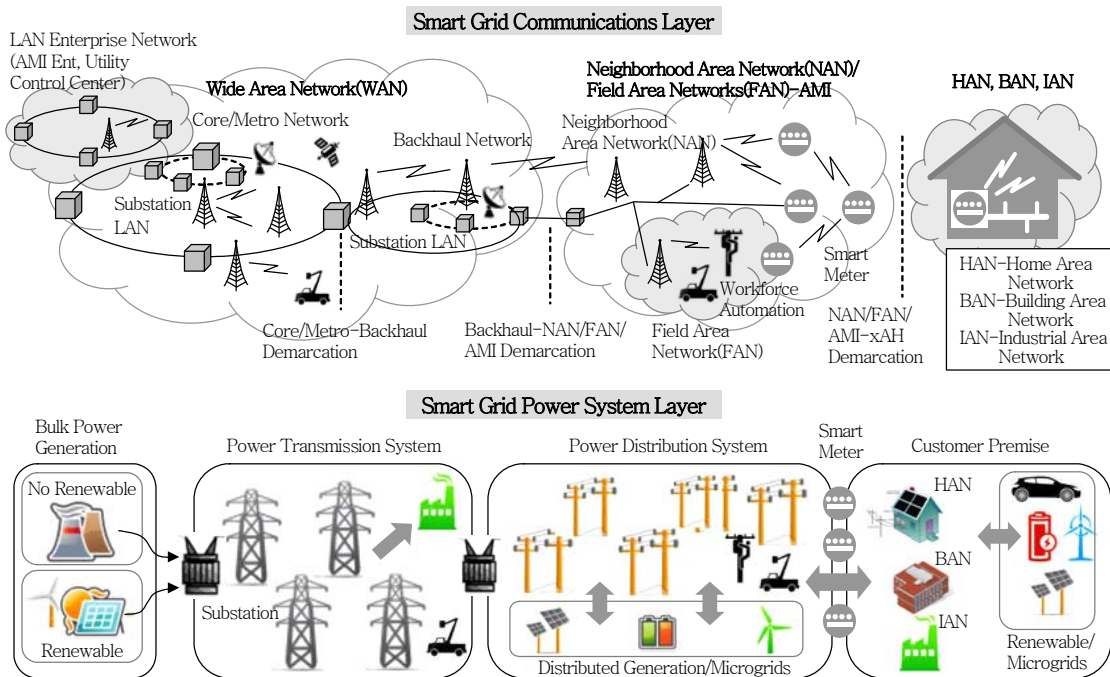
- 2) 수요반응: 최대 전력 수요 시간 중이거나 전력 신뢰도가 위험일 경우, 고객들의 에너지 사용을 줄이는 방법으로 이를 위하여 에너지 고객에게 인센티브를 제공하는 방법으로 전력 공급의 균형을 최적화 하는 방법이다.
- 3) 전력저장: 양수식 수력 발전과 같이 전력을 직/간접적으로 저장하는 기술로서, 새로운 방식의 신저장 능력인 분산에너지자원(DER)의 사용으로 발전에서 실수요자까지 전체 전력망에 이점을 제공하는 서비스이다.
- 4) 전력수송: 플러그 방식의 전기 자동차들의 대규모 전력 집적 능력으로 원유 절감 및 재생 에너지 사용의 증가와 탄소 배출량의 감소를 실현 가능하게 해준다.
- 5) 첨단계량 인프라(AMI): 전력 회사들이 고객사이트에서 계량기와 상호 작용할 수 있는 1차적인 수단으로, 양방향 통신을 제공하여 많은 기

능을 사용 가능하게 하고 고객에게 실시간 요금 정보를 제공하는 인프라 역할을 제공한다.

- 6) 배전망 관리: 급전선, 변압기 및 네트워크로 연계된 배전계통 구성요소들의 성능 극대화를 제공하고 송전 계통과 고객 운영의 통합을 지원한다.

이러한 스마트그리드 핵심 응용 서비스를 지원하기 위하여 네트워크 통신 인프라 적용과 개방형 통신 인프라 이용에 동반되는 사이버 보안 대책에 대한 다음과 같은 2개의 우선 인프라 기술이 필요하다.

- 1) 사이버 보안: 스마트그리드 사이버 보안을 위하여 에너지, 정보 기술 및 텔레콤 인프라의 관리 및 보호가 필요하고 전자, 정보, 통신 계통의 비밀성, 무결성 및 가용성을 제공할 수 있는 조치들의 준비가 필요하다.
- 2) 네트워크 통신: 스마트그리드 제어 인프라를



(그림 2) 스마트그리드 인프라 기술

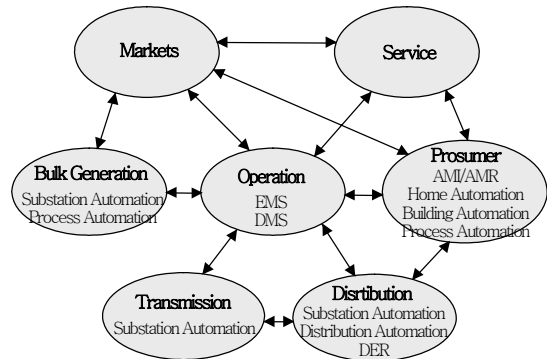
위하여 공공 및 사설 네트워크들의 연결과 상이한 응용들과 이용자 및 각 스마트그리드 영역의 네트워킹 기술들과 이들의 통신 요건을 맞추기 위한 준비 작업이 필요하다.

스마트그리드 시스템을 구성하는 하위 전력 시스템과 상위 제어 시스템들 간의 상호 연결은 기존의 열악한 통신 환경과 단순한 연결을 위한 네트워크 환경에서 (그림 2)에서와 같이 다양한 유선 및 무선 통신 네트워크로 구성되는 향상된 네트워크 기반의 통신 인프라 환경으로 개선되어 효율적이고 안전한 시스템 제어가 가능하다. 스마트그리드에서 사용되는 통신 인프라 기술은 하위 전력 시스템의 발전, 송전, 배전, 소비자 단에 대응하여 구성되며, 이들을 연결하는 통신망 구조는 HAN, NAN(FAN), WAN의 다양한 네트워크로 구성되어진다.

### III. 상호 운용성 기술

스마트그리드는 많은 제어 시스템과 하위 전력 시스템들의 네트워크로, 네트워크들의 네트워크라 불린다. 즉, 다양한 소유권과 관리 운용 영역을 가지는 많은 시스템들이 이해 관계자들간 및 지능형 전자기 기들(IEDs) 간의 단대단 서비스를 제공할 수 있도록 상호 연결되며 전력 공급을 경제적으로 안전하고, 신뢰성 있게 제공하기 위하여 빠르고, 효율적이고, 신뢰성 있는 통신 인프라의 상호 연동 지원이 반드시 필요하다.

전력과 ICT의 융합인 스마트그리드는 (그림 3)과 같이 전력망을 구성하는 발전, 송전, 배전, 소비자 도메인의 많은 전력 관련 필드 장치들과 이들과 연동되는 운용, 시장, 서비스 도메인들로 구성된다[3]. 스마트그리드는 개방형 전력망을 기반으로 상호 연동되는 다양한 전력 시스템 장치들을 위한 보안 대책뿐



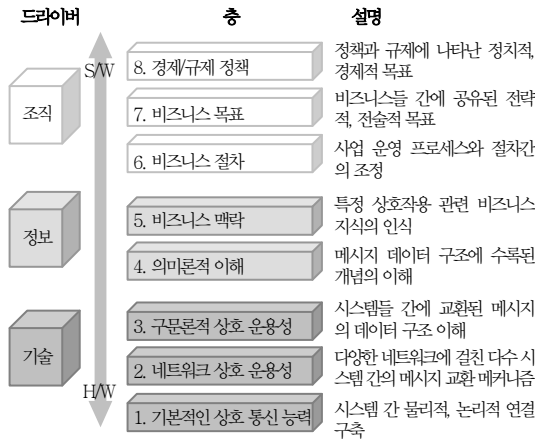
(그림 3) 스마트그리드 상호연동

아니라 여러 도메인들의 각 시스템들과 다른 도메인들의 시스템들간의 상호 연동을 위한 운용성 표준이 매우 중요하다.

ICT 기반 스마트그리드를 구축하기 위해 최우선적으로 추진되어야 할 사항은 상호 운용성 표준화 규격 및 구조를 정립하는 것이라고 할 수 있다. 이를 위한 단계적 절차를 살펴보면, 첫째 스마트그리드에 적용해야 할 표준을 식별, 정의 및 구현하고 둘째, 구현된 표준의 적합성과 인증을 위한 상호 운용성 시험 단계가 필요하며, 셋째, 실질적 실험을 통한 기능 검증 과정이 필요하다. 넷째, 표준과 실험을 바탕으로 스마트그리드 서비스를 위한 기반 구조가 정립되어야 한다.

이러한 기반 구조상에서 전력 시스템 특유의 스마트그리드 설계 작업이 진행되어야 상호 운용성 및 확장성이 보장되는 효율적인 스마트그리드 구축이 가능하게 된다.

스마트그리드 시스템을 성공적으로 구축하기 위해서는 (그림 4)와 같이 상호 운용성 제공을 위한 3계층별 표준화 작업 즉, 1) 기술적 연동, 2) 정보 연동, 3) 조직간 상호 연동을 위한 표준화 작업과 계층상호 운용성 지원 및 기능이 요구된다. 즉, 기술적 연동인 시스템간의 물리적/논리적 연동 기능을 바탕으로, 상위에 메시지 개념 및 데이터 구조의 정보 지식



(그림 4) 계층별 상호 운용성 표준 기능

에 대한 정보 연동 기능이 필요하며, 이러한 기술, 정보 기능의 상호 운용성 기능을 바탕으로 새로운 사업 및 비즈니스가 발굴되어 다양한 서비스의 생성이 가능할 것이다[3],[4].

스마트그리드 관련 상호 운용성 표준화 작업을 주도하고 있는 미국은 스마트그리드를 성공적으로 구축하기 위하여 스마트그리드 시스템을 구성하는 각 도메인간의 상호 운용성 표준이 중요하다는 것을 인식하고 NIST를 중심으로 스마트그리드 운용의 중심 축을 구성하는 3가지 구성요소인 전력, 통신, 보안 분야의 표준 전문가들간 컨소시엄을 통한 상호 운용성 표준화 작업을 진행하고 있다.

이러한 스마트그리드 상호 운용성을 위한 표준화 작업내용은 IEC, IEEE 802, IETF, ANSI, ETSI 등과 같은 표준화 기구에서 정의된 표준들을 기반으로 IEC, IEEE P2030, SGIP 등에서 스마트그리드를 위한 상호 운용성 표준화 작업을 진행하고 있다.

이러한 표준화 작업의 일환으로 NIST에서는 스마트그리드를 성공적으로 수행하기 위하여 가장 중요한 사항이 상호 운용성을 위한 표준화 기술 지원임을 인식하고, 스마트그리드 시스템 구축을 위하여 최우선적으로 고려해야 할 사항인 “필요의 시급성,

<표 1> 스마트그리드 우선실행계획

서비스	스마트그리드 우선실행계획
미터링 지원	PAP 0: 스마트 미터 업그레이드 표준
	PAP 5: 표준 미터 데이터 프로파일
향상된 고객 상호 작용	PAP 3: 가격과 제품 정의용 공통 명세서
	PAP 4: 에너지 거래용 공통의 스케줄링 통신
	PAP 9: 표준 수요 반응 시그널
스마트그리드 통신 지원	PAP 10: 에너지 사용 정보 표준
	PAP 1: 스마트 그리드에서 IP 프로토콜 사용 지침
송·배전 지원	PAP 2: 무선 통신 사용 지침
	PAP 15: 홈에서 가전 통신을 위한 PLC 표준 조화
	PAP 6: 배전망 관리용 공통의 정보 모델(CIM) 개발
	PAP 8: CIM 배전 모델과 조화
	PAP 12: IEC61850 객체에 대한 DNP3 매핑
	PAP 13: IEC60850과 정확한 타임 동기화용 IEEE C37.118 조화
	PAP 14: 송/배전 전력 계통 모델 매핑
신규 스마트그리드 기술 지원	PAP 07: 에너지 저장 상호 연결 지침
	PAP 11: 플러그 인 전기차(PEV) 지원용 상호 운용성 표준
	PAP 16: 풍력 발전기 통신 표준

스마트그리드 기능 연관성, 필요에 부응한 기존 표준의 가용성, 관련 기술의 배치 범위 및 단계”에 따라 <표 1>과 같이 15개 우선실행계획을 선정하여 작업하고 있다.

스마트그리드 우선실행계획들의 세부 수행 기술의 내용은 다음과 같다.

- 1) 미터링 지원: 전력회사나 규제 기관들이 직면한 중요 문제로 전력회사들이 선택하는 기술과 해결책들이 상호 운용 가능하도록 하고 아직 구축되지 않은 미래의 국가 표준을 따르게 하는 것이다. 전력회사가 선택한 시스템이 표준이 진화되면서 진화와 성장을 가능하도록 하고, 스마트 미터의 투자와 배치를 지속 가능하도록 하기 위하여 스마트 미터 업그레이드 표

준(PAP 0)을 수용하는 것이다. 그리고, 스마트 그리드 응용 서비스를 위하여 전력회사와 고객 그리고 에너지 사용기기(온도 조절장치, 건물 자동화시스템)들이 공통으로 필요로 하는 프로파일인 표준 프로파일의 미터 데이터를 정의(PAP 5)하는 것이다.

- 2) 향상된 고객 상호 작용: 스마트그리드 응용에 전반적으로 사용되는 가격과 제품 정의용 공통 명세서(PAP 3)를 산출하는 것이다. 공통의 가격 모델은 정보의 효율적인 소통을 지원하기 위하여 에너지 특징, 가용성 및 일정에 관한 데이터 교환 방식을 규정하여야 한다. 그리고 분산 에너지 자원이 증가하여 전력망에서 수요 공급의 조정 작업이 매우 중요하다. 스마트그리드는 서로 다른 시간에 상이한 가격이 책정되고, 예측 가능하고, 다른 여러 영역을 모두 수용 가능한 에너지 거래용 공통의 스케줄링 통신(PAP 4)의 정의가 필요하다. 스마트 미터의 신속 배치와 DER의 전력망 통합을 위하여 수요반응(DR) 표준(PAP 9)이 필요하며, 일관된 신호는 전력망 전반의 자동화 정도를 높이고 DR 능력을 개선시킨다. 표준화된 에너지 사용정보(PAP 10)는 옥내 미터기를 통하여 제공 가능하며, 에너지 수송 시스템이나 소비자 기기와 웹이나 인터넷을 통하여 소비자에게 에너지 사용 정보를 제공할 수 있다.
- 3) 스마트그리드 통신지원: 스마트그리드 IT 인프라의 네트워크 및 시스템 관리 요건을 정의하는 것으로 IPv4와 IPv6를 둘러싼 네트워킹 프로파일 문제와 스마트그리드 네트워크 구조와 기본적인 이동성 제공 및 보안 요건 등을 위한 IP 프로토콜 사용 지침(PAP 1)을 정의한다. 그리고 스마트그리드를 유사한 무선 환경/그

룹으로 분류하고 무선 표준에 관한 속성과 성능 측정 기준을 마련하는 무선 통신 사용 지침(PAP 2)이 필요하다. 홈에서는 PLC 상호 표준, 선택, 수렴에 대한 자재적 수용 방법과 복수의 PLC 프로토콜간 상호 공존을 위한 홈에서의 가전 통신을 위한 PLC 표준(PAP 15)을 정의한다.

- 4) 송·배전 지원: 신재생 에너지(풍력, 태양력, 지열 등)의 신속한 통합과 폭 넓은 자원을 이용하기 위하여 전력망의 신뢰를 높이고, 면역성을 부여하기 위한 배전망 관리용 공통의 정보모델(CIM) 개발(PAP 8)이 필요하다. 그리고 변전소의 통신 네트워크와 안정된 시스템 기능 지원을 위하여 북미 전력망의 사실상 송·배전용 표준인 DNP 3의 부족한 기능을 보완하기 위하여 IEC 61850 객체에 대한 DNP 3.0 매핑(PAP 12) 작업을 수행한다. 그리고 스마트 그리드를 풍력, 태양열 등의 가용성이 큰 변동과 지진과 같은 자연 재해나 테러 등의 교란 사태에 탄력적으로 대응하기 위하여 실시간 운영의 핵심 기술인 IEC 61850과 정확한 타임 동기화된 IEEE C37.118 조화(PAP 13)를 위한 작업이 필요하다. 전력망의 신뢰성, 견실성, 탄력성 향상을 위하여 첨단 보안, 자동화 및 제어 응용을 위하여 송·배전 전력 계통의 정보 모델 매핑(PAP 14) 작업이 필요하다.
- 5) 신규 스마트그리드 기술지원: 에너지 저장 상호 연결 기술(PAP 7)은 전력망의 진화에서 중요성이 가중되고 모든 저장은 재생 가능하며, 상호연결과 정보모델 표준이 에너지 저장(ES), DER의 전기전자 상호연결, 하이브리드 발전-저장시스템(ESDER) 및 PEV에 필요하다. 그리고 PEV의 채택과 이점을 제공하기 위해 PEV를 충전

가능하게 하는 데이터 표준 등과 같이 PEV 지원용 상호 운용성 표준(PAP 11)이 필요하다.

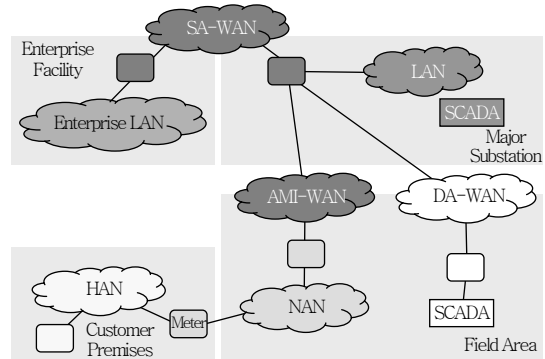
#### IV. 네트워킹 기술

스마트그리드에서 ICT의 역할로 통신 인프라의 상호 운용성을 지원하기 위하여 네트워크 계층의 프로토콜은 인터넷 프로토콜(IP)을 이용하여 상호 호환성을 제공하고 하위 전달 계층의 통신 네트워크로는 다양한 무선 및 유선 통신 네트워크의 사용을 지지하고 있다. IP 기반의 네트워크는 스마트그리드 정보 네트워크의 상호 운용성을 위한 핵심 역할을 할 것으로 기대된다[5].

스마트그리드에서 사용되는 통신 네트워크 기술은 크게 공중 네트워크와 사설 네트워크 기술로 나눌 수 있다[6],[7]. 공중 네트워크 기술은 1) 전용선(dedicated/dial-up), TDM Services(T1, Fractional T1, DS3) 그리고, Cable Broadband Technology와 같은 유선 네트워크 기술과 2) 2G/3G Cellular와 4G Tech.(WiMax, LTE) 기술인 무선 네트워크 기술 등이 있다.

사설 네트워크 기술로는 1) Low Speed PLC, Narrowband PLC, BPLC, Inhome PLC 등과 같은 다양한 PLC 기술들, Fiber Optic Communication 기술, Dedicated Copper Communication 기술과 같은 유선 네트워크 기술과 2) Proprietary RF Mesh 기술, IEEE 802.15.4(ZigBee), IEEE 802.15.4g(SUN), IEEE 802.11 WiFi, Microwave P2P Links, Proprietary P2M Communication, WiMAX, Satellite Communication 등과 같은 무선 네트워크 기술들이 존재한다.

스마트그리드에서 구성되는 각 시스템들의 연결을 위한 통신 인프라를 살펴보면, 이들을 구성하는



<자료>: Pike Research

(그림 5) 스마트그리드 통신 구조

전달 네트워크는 (그림 5)에서와 같이 사용자 영역, 필드 영역, 주 변전 영역 그리고 기업군 영역으로 분류 가능하다[8].

- 사용자 영역, HAN: 스마트 소비자 분야의 홈, 빌딩, 산업체 영역의 통신 전달 네트워크 기술로 기존의 전력선 통신인 PLC 기술과 WPAN 영역의 대표 기술인 ZigBee 기술, WLAN 기술인 WiFi 기술 등이 이 영역의 대표 후보 기술로 사용되고 있으나, 저전력 및 저가격 기반의 안전한 통신 기술 제공을 장점으로 각 기술들간의 시장 점유를 위한 경쟁이 아주 치열한 영역이다.
- 필드 영역, NAN: 스마트그리드의 필드 영역을 담당하는 통신 전달 네트워크 기술로, IEEE 802.11s WiFi 메시와 IEEE 802.15.4g 기반의 SUN 등의 무선 메시 네트워크 기술과 전력선 통신인 PLC 기술, WPAN 영역의 대표 기술인 ZigBee 기술 등이 NAN 영역의 대표 후보 기술로 사용되고 있다.
- 주 변전 영역, WAN: 전력계통의 송/배전을 담당하는 변전 시스템들을 관리하기 위한 네트워크는 이더넷 기반의 유선 네트워크가 주로 사용되고 있다.
- 기업군 영역, Enterprise LAN: 이들 기업체들

〈표 2〉 스마트그리드 통신 상대비교

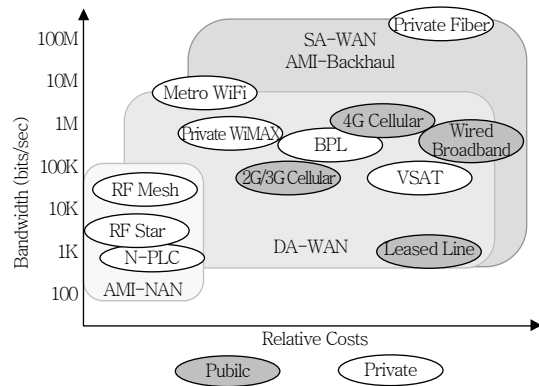
Technology	Bandwidth	Latency (Amount/Variability)	Reliability	Security
Leased Lines	Low	Low/Low	Medium-High	Medium
Wired Broadband	Medium-High	Low/Low	Medium	Medium
Private Fiber	High	Low/Low	High	High
Narrowband PLC	Low	Medium/Medium	Medium	Medium
BPL	Medium-High	Medium/Medium	Medium	High
RF Mesh	Low	High/High	Medium	Medium
Metro WiFi Mesh	Medium-High	Medium/High	Medium-High	High
Private RF Pt-to-MPt	Low	Medium/Medium	Medium	High
Private WiMAX	Medium-High	Medium/Medium	Medium	High
2G/3G Cellular	Low	Medium/Medium	Medium	Medium
4G Cellular	Medium-High	Medium/Medium	Medium-High	Medium
VSAT Satellite	Low-Medium-High	High/Medium	Medium-High	High

〈자료〉: Pike Research

의 영역은 근거리 기반의 유선 네트워크인 이더넷이 사용 가능하다.

이러한 스마트그리드 통신 인프라는 구간별로 시설 및 공중 네트워크로 구성 가능하나 이들 인프라를 구축함에 있어서 사전에 반드시 보안을 고려한 설계를 기반으로 구축되어야 한다. 이들 중 특히, 전력 제어 네트워크인 DA-WAN과 미터 데이터를 위한 AMI-WAN는 각 서비스 특성에 따른 네트워크 성능 및 보안이 통신 네트워크의 선정에 중요한 요소가 될 것이다. 이러한 통신 네트워크의 선정은 통신 방식의 특성뿐만 아니라 통신 전력 소비량과 경제성을 고려하여 구축하여야 한다.

스마트그리드에서 NAN과 WAN 네트워크 구성은 사설 네트워크와 공중 네트워크 모두가 이용 가능하다. 전력 사업자와 통신 사업자간의 네트워크 설치 및 임대 비용에 따른 가격 경쟁력과 보안과 관련한 민감한 사항에 따라서 자체적으로 사설 네트워크를 구축하여 사용하거나 아니면 통신 사업자의 네트워크를 임대하여 사용할 수 있다.



〈자료〉: Pike Research

(그림 6) 통신 기술의 성능과 가격 비교

이러한 방식으로 구성된 네트워크는 〈표 2〉에서 나타난 바와 같이[8] 각 기술별 트래픽 용량, 전송 지연, 신뢰성 그리고 보안성의 특성에 따라서 AMI-NAN, DA-WAN, SA-WAN 등의 어느 구간에 이들을 이용하여 성능 및 보안을 고려한 통합적인 차원에서 네트워크 구축 설계가 필요하다.

스마트그리드 통신 기술은 (그림 6)에서 제시하는 바와 같이 AMI-NAN, 배전 자동화(DA) 그리고 변전 자동화(SA) 단에서의 연결에 사용되는 각 통신 기

솔들의 트래픽 용량과 가격 경쟁력을 고려하여 각 서비스에 맞는 통신 네트워크를 구축 가능하다[8]. 이들 통신 네트워크 기술들은 각 지역 및 국가의 통신 네트워크의 환경에 따라 서로 상이할 수 있으며 그들에 가장 효율적이고 경제적으로 적합한 방식을 사용하는 것이 필요하다.

## V. 맺음말

본 논문에서는 우리나라에서 추진 중인 스마트그리드 시스템을 성공적으로 구축하기 위하여 현재의 시점에서 가장 중요하게 고려되고 있는 상호 운용성 기술과 통신 네트워킹 표준 기술에 대하여 알아보았다. 이러한 스마트그리드의 상호 운용성 기술 중에서 가장 기본이 되는 네트워킹 기술은 우리 나라의 초고속 인터넷 및 무선 이동성 기술과 같은 향상된 통신 기술을 스마트그리드 네트워킹 기술에 적용하여 스마트그리드 시스템 성능 향상과 기술 경쟁력을 확보하여야 할 것이다.

### ● 용 어 해 설 ●

EMS(Energy Management System): 홈, 빌딩 등의 에너지 절감을 위한 관리 시스템으로 에너지를 사용하는 기기들을 연결하여 자동으로 대기 전원을 차단하는 시스템 기술

DMS(Distribution Management System): 송전된 전력을 소비자에게 전달하기 위한 마지막 배전 단계에서 전력 공급을 관리하는 시스템 기술

HAN(Home Area Network): ZigBee, PLC 등과 같이 건물 내부에서 주로 사용하는 통신 기술

FAN(Field Area Network): SUN, PLC, WiFi, WiMAX 등과 같이 건물 외부인 스마트미터와 DCU 사이에서 주로 사용하는 통신 기술

NIST: 미국 상무성 산하의 표준기술연구소로 스마트그리드 상호 운용성 표준을 총괄함

SGIP(Smart Grid Interoperability Panel): 스마트그리드 민간표준화 기구로 상호 운용성 표준화 작업을 진행함

## 약어 정리

AMI	Advanced Metering Infrastructure
BPL	Broadband-over-Power-Line
DA	Distribution Automation
DER	Distributed Energy Resource
ES	Energy Storage
HAN	Home Area Network
IEDs	Intelligent Electric Devices
IP	Internet Protocol
NAN	Neighborhood Area Network
N-PLC	Narrowband Power Line Communications
SA	Substation Automation
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SGIP	Smart Grid Interoperability Panel
SUN	Smart Utility Network
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WAN	Wide Area Network

## 참고 문헌

- [1] 지식경제부 스마트그리드사업단, “한국 스마트그리드 로드맵 2차 공청회,” 16 Dec. 2009.
- [2] 지식경제부 기술표준원, “스마트그리드표준화 로드맵(초안),” Dec. 2009.
- [3] 한국정보화진흥원, “스마트그리드 방송통신 융합 확대 방안,” 30 Sep. 2009.
- [4] NIST, “NIST Framework and Roadmap Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0 (Draft),” Sep. 2009.
- [5] Claudio Lima, “Smart Grid Communications – Logical Reference Architecture,” IEEE P2030-09-0110-00-0011, 27 Oct. 2009.
- [6] 박창민, “스마트그리드 상호 운용성 표준 동향,” *TTA Journal*, No.129, 2010년 5.6월.
- [7] Bob Dohn and Clint Wheelock, “Smart Grid Networking and Communications,” Research Report, 3Q 2010.
- [8] IEEE P2030: [http://grouper.ieee.org/groups/scc21/2030/2030\\_index.html](http://grouper.ieee.org/groups/scc21/2030/2030_index.html)