

# 전력산업 IT화의 현황 및 전망

안 정 식

한국전력공사 전력연구원 전력계통연구실장

## 1. 머리말

디지털 경제와 지식정보사회로 접어들면서 산업 활동의 양상은 과거와는 달리 정보기술(IT: Information Technology) 확보가 기업의 성패를 좌우하는 형태로 전개되고 있다. 이에 세계 각국은 앞 다투어 IT화의 촉진을 통해 국가경쟁력을 향상시키려는 노력을 기울이고 있으며, 우리 나라도 산업계의 IT화 지원과 육성 등 '산업의 고부가가치화'를 국가의 정보화 비전으로 제시하고 있다.

그러나 전력산업을 비롯하여 조선, 화학, 기계 등 전통산업의 경우 많은 노력과 투자에 비해 만족할 만한 수준을 얻지 못하고 있다. 하지만 전통산업은 다른 산업 분야와는 달리 IT의 적용범위가 넓고, 다양하여 접근방법과 노력여하에 따라 획기적으로 부가가치를 제고할 수 있으며, 나아가 산업구조의 지식기반을 효과적으로 마련할 수 있다는 점에서 그 중요성이 인식되고 있다.

특히 전력산업의 경우 환경변화에 따라 전력사로서는 경영효율의 향상과 보다 나은 전력서비스 제공을, 정부와 산업체로서는 신 전력산업 창출을 통한 경쟁력 확보와 수출산업으로의 육성을 필요로 하는 상황에서 IT의 활용은 필수적이라 할 수 있으며, 다가오는 디지털 사회에서 요구되는 새로운 전력시스템을 효과적으로 구축하기 위해서도 전력기술과 IT의 융합이 전제되어야만 한다. 즉 전력산업의 IT화는 이제 더 이상 선택이 아니라 생존을 위한 적응의 문제라고 볼 수 있다.

따라서 본고에서는 전력 IT화의 역할과 국내의 전력 IT화의 현황을 살펴보고, IT화의 전망을 바탕으로 전력 산업 IT화의 목표 및 중점 IT화 분야, 그리고 이를 효과적으로 추진할 수 있는 방안에 대해서 모색해 보고자 한다.

## 2. 전력산업의 환경변화

시간에너지 공급의 한 축으로써 그 동안 산업사회를 지탱해온 거대한 전력산업의 최근 변화를 살펴보면 두 가지로 요약할 수 있는데, 하나는 전력부문 전반의 경제적 효율성 증가와 전력을 소비자 중심적이고 서비스 지향적으로 변화시키고자 촉발된 세계적인 전력산업의 규제완화이며, 다른 하나는 지구환경의 보호와 디지털 사회로의 변모에 따른 새로운 전력시스템 요구이다.

우선, 전력산업 규제완화로 예상되는 변화는 산업구조의 다원화, 복잡화, 이질화이다. 즉, 전력산업의 가치사슬에 많은 참여자가 등장하게 되고 이들 사이에 수많은 회계적 거래와 기술적, 관리적 인터페이스가 발생하여 복잡한 관계가 형성되며, 또한 추구하는 가치가 상이함에서 오는 이질성은 더욱 심화될 것으로 예상되고 있다. 발전사업자는 투자제약 하에서 설비의 최적운용을 통한 비용 절감과 시장에서의 입찰경쟁 우위가, 송배전망 사업자는 망의 안정적인 운영과 품질의 향상 및 설비관리 최적화가, 판매사업자는 다양한 부가서비스의 개발과 CRM

(Customer Relationship Management)을 통한 고객 유치, 그리고 소비자는 경제적이고 고품질의 전력공급자의 선택이 제일의 목표가 되고 있어 참여자 각각의 경영환경과 목표에 커다란 변화를 가져오고 있다. 이러한 변화에 성공적으로 적응하기 위해서는 다양한 IT기술의 뒷받침이 되어야 한다. 미국 캘리포니아 전력공급의 위기를 비롯하여 구조개편 선행국의 시행착오 사례 등은 이러한 변화에 대한 기술개발이 미흡했던 것에서도 기인되었다고 할 수 있다.

또 다른 변화로서, 오늘날의 사회는 디지털 기술에 의해 새로운 사회적, 경제적 경험의 세계로 움직이고 있다. 그 결과로 과거 어느 때 보다도 전력시스템, 인터넷, 통신망, 수송 등 복잡하고, 상호작용적인 네트워크의 원활한 기능에 전적으로 의존되어가고 있고, 이러한 상황은 네트워크에 전례 없는 품질과 신뢰성 그리고 안전성에 대한 필요성을 부각시켰다. 또한, 디지털 기기의 확산과 디지털 산업의 성장에 따른 고품질의 전력요구, 전력수급의 유형 변화, 소비자 생활양식의 변모 등에 의해 과거와는 다른 새로운 전력시스템이 요구되고 있다. 예로서 미국의 경우 디지털 사회요구에 부응하지 못하는 전력시스템으로 인한 경제적 손실이 연간 \$1,190~\$1,880억에 이르고 있다. 현재의 3 or 4 Nine(99.9%~99.99%)에서 6 Nine(99.9999%)으로 품질을 향상시키고, "24/7/365" 신뢰성을 갖기 위해서는 Electricity Network와 IT Network와의 결합을 바탕으로 다단계의 지능적 제어 능력을 보유한 전력 Superhighway가 필요하다고 보고 있다.

우리 나라 전력산업이 이와 같은 환경변화에 적절히 대응하기 위해서는 여러 분야의 전력기술에 IT 기술을 효율적으로 접목하여 전력산업의 고부가가치를 꾀해야 하는데 이는 곧 전력산업 전체의 경쟁력 강화는 물론, 21세기 지식산업강국 실현의 밑거름이 될 수 있다.

### 3. IT 기술과 역할

#### 가. IT 기술현황

IT는 다양한 형태의 정보를 생성, 도출, 가공, 전송, 저장하는 과정에서 필요한 정보통신과 컴퓨터 기술 모두를 의미하는데 "정보혁명"을 주도하는 것이 바로 IT이다. 이러한 IT는 21세기 지식기반사회에 필수적인 기술일 뿐 아니라, 기술의 부가가치 및 사회·경제적 파급효과가 매우 커서 산업적으로도 매우 중요하고, 국가 전체 산업구조의 고도화 및 지속적 경제성장의 동인으로서의 역할이 더욱 증대되고 있다. 또한, 기술간 상호연계 및 융합화를 가속화시키면서 양적인 면에서 뿐만 아니라, 국민의 삶의 질 향상과 사회적 효용을 증가시키는 매개체로서의 중요한 역할을 수행하고 있다.

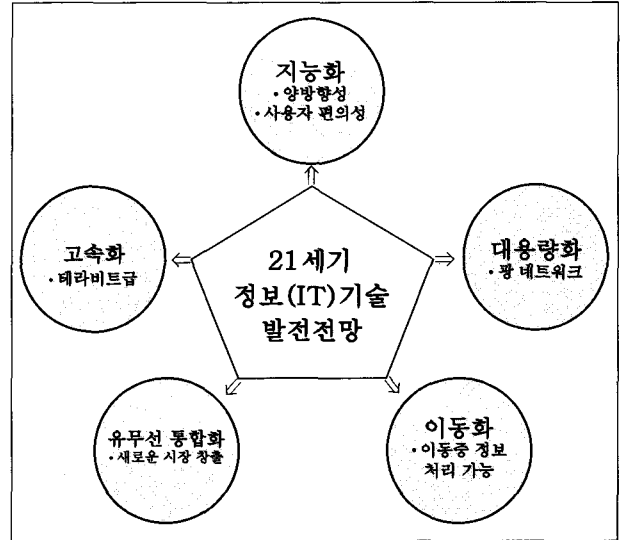
우리 나라의 경우 세계 최고 수준의 IT 인프라를 기반으로 IT산업이 단기간에 급성장한 국가로 ADSL과 같은 초고속 인터넷은 세계 최고 수준으로 평가받고 있다. 이러한 상황은 전력산업 측면에서 볼 때 매우 좋은 IT화의 토양을 제공할 수 있다고 볼 수 있는데, 전국적으로 산재해있는 전력설비의 제어와 자동화, 수요의 관리, 전력거래 및 e-Business의 활성화 등을 용이하게 구축할 수 있다는 점이다. 또한, 지리적 여건으로 전력수요의 밀집도가 높아 이러한 IT 인프라를 바탕으로 매우 경제적이고 효율적인 IT화를 꾀할 수 있다는 장점이 있다.

IT의 다양한 요소기술들이 전력산업에 활용될 수 있는데 그 중 하나는 인터넷을 비롯한 유무선 통신기술이다. 인터넷의 경우 전자상거래를 비롯한 e-Business의 기반으로 전력거래와 관련된 다양한 회계 상품을 창출할 것이다. 예로서 미국의 경우에는 2004년까지 전체 전력거래의 약 11%, 그리고 천연가스의 25%가 온라인상에서 거래될 것으로 예상하고 있다. 또한 인터넷의 실시간 기능 지원으로 설비의 제어 및 자동화 기반을 경제적으로

구축할 수 있다. 무선통신의 경우 무선 LAN과 TRS (Trunked Radio System, 주파수 공용통신망) 기술 등이 다양한 전력설비의 기동보수 등에 유용하게 활용될 수 있으며, 위성통신기술의 경우 산악과 같은 통신 음영지역에서의 전력설비 감시, 제어 등에 활용될 수 있을 뿐만 아니라 태풍, 폭우 등 비상재해시의 백업 통신망으로도 활용할 수 있다.

소프트웨어 기술의 경우에는 경영정보시스템 뿐만 아니라, 설비의 운영과 유지보수 등 모든 부문에 폭 넓게 활용될 수 있는데 Database 기술, 콤포넌트 구축기술, 사용자 인터페이스 기술, 정보 검색 및 관리기술, 지식기반 처리기술, 그리고 공간정보 처리기술 등이 대표적 기술들이다. 또한, 정보보호기술은 전력거래는 물론, 전력분야 전자상거래에 필수적으로 활용될 기술이며, 최근 제어·감시·자동화 네트워크 등 비 IP(Internet Protocol) 전용망에서의 보안에도 정보보호 기술이 중요하게 활용될 수 있다.

이러한 IT의 발전 전망을 보면, 우선 지능화되고 있다는 점이다. IT 자체의 기능보다는 기술 간의 연계와 상호작용을 통한 융합기술, 복합기술을 지향하고 있어, 보다 다양한 의사결정기능을 수행할 수 있도록 지능화 되어가고 있다. 이러한 특징은 여러 산업분야에서 요구하는 '지능적 IT'에서 기인되었다고도 볼 수 있다. 그리고 소자 기술의 발달로 정보처리 및 전송의 고속화, 대용량화가 이루어지고 있으며, 유무선통신기술의 발달과 관련 장비의 경제적 생산이 가능해짐으로써 언제 어디서나 쉽고 값싸게 네트워크를 구축, 활용할 수 있는 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경을 만들어가고 있다. 또한, 정보통신의 이동성이 부가되면서 GIS(Geographic Information System), GPS(Global Positioning System), LBS(Location Base System) 등 다양한 GIT(Geospatial Information Technology) 응용의 적용이 확



〈그림 1〉 21세기 IT 발전전망

대될 것으로 전망된다.

이와 같이 다양한 IT가 전력산업에 활용되어 왔고, 앞으로도 활용될 수 있으나 이에 대한 기술적, 산업적 측면에서의 심층적 분석과 평가가 매우 중요하다 하겠다. 지금까지 수많은 IT 신기술들이 출현하였다가 성숙되기도 전에 사라지는 등 기술의 생명주기가 매우 짧아 적절한 평가 없이 적용되어 실패한 사례는 시사하는 바가 크다 할 수 있다. 그리고 더욱 중요한 것은 IT 자체에 대한 평가보다도 그 기술의 적용에 대한 평가가 우선시 되어야 한다는 것이다.

#### 나. 전력산업에 있어서의 IT 역할

전력산업의 환경변화는 더욱 더 폭넓고 다양한 IT의 융합을 필요로 하고 있다. 그 주된 이유로는 첫째, 보다 효과적인 자원관리를 위해 지역적으로 분산된 설비자산의 제어와 관리의 중요성이 커지고 있고 둘째, 소비자 보호의 중요성이 커짐에 따라 전력공급자와 소비자 간에 보다 빈번하고 유익한 상호작용을 조성해야하며 셋째, 전력

사로 하여금 전력의 생산, 전달, 배분에 대한 보다 효율적인 결정을 해줄 수 있는 도구에 대한 요구가 커지고 있다는 점을 들 수 있다.

특히, 전력의 공급, 전달, 소비가 주체별로 분리된다면 의사결정이 분산되고, 시장 참여자의 사고, 행동 등 사회적 불확실성이 증가하며, 가격신호(Price Signal)의 시간적, 공간적 실제 이용이 이루어짐에 따라 다양한 참여자 사이의 반복적 상호작용을 공정하게 해주고 촉진시키는 데 있어 IT의 역할이 가장 중요하며 결정적 역할을 담당할 것으로 보인다.

또한, IT가 전력의 생산과 유통의 기능 분리 및 거대한 전력계통의 실시간 제어를 가능케 함으로써 전 세계적인 전력산업의 구조개편과 전력시장의 도입을 촉발시켰듯이 IT가 축진이 되어 과거에는 불가능하였던 새로운 부가가치를 가능케 하여 신 전력산업을 창출하거나, IT를 기반으로 서로 다른 영역에 있는 전력기술 간의 연계가 가능케 되어 다양한 시너지 효과를 발생시킬 수 있다.

이와 같이 전력산업의 효율성을 달성함에 있어 IT는 필수적인 기술이며, 전력기술과의 융합을 통하여 전력산업의 고부가가치화를 꾀할 수 있는 핵심적 수단이다. 그리고 세계적 수준에 이른 국내 IT 능력과 상당한 기술개발 역량을 확보하고 있는 전력기술간 협력과 융합으로 전력산업의 국제경쟁력을 확보할 수 있으며, 아울러 가스, 수도, 통신 등 소위 Network을 기반으로 하는 유틸리티 산업 전체의 파급효과도 적지 않기 때문에 전력산업에서의 IT 역할은 막중하다 하겠다.

## 4. 국내외 전력산업의 IT화 현황

### 가. 국내 현황

국내 전력산업의 IT화는 지금까지 주로 전력회사를 중심으로 추진되어 왔다. 한편의 경우, 경영혁신을 위해 정

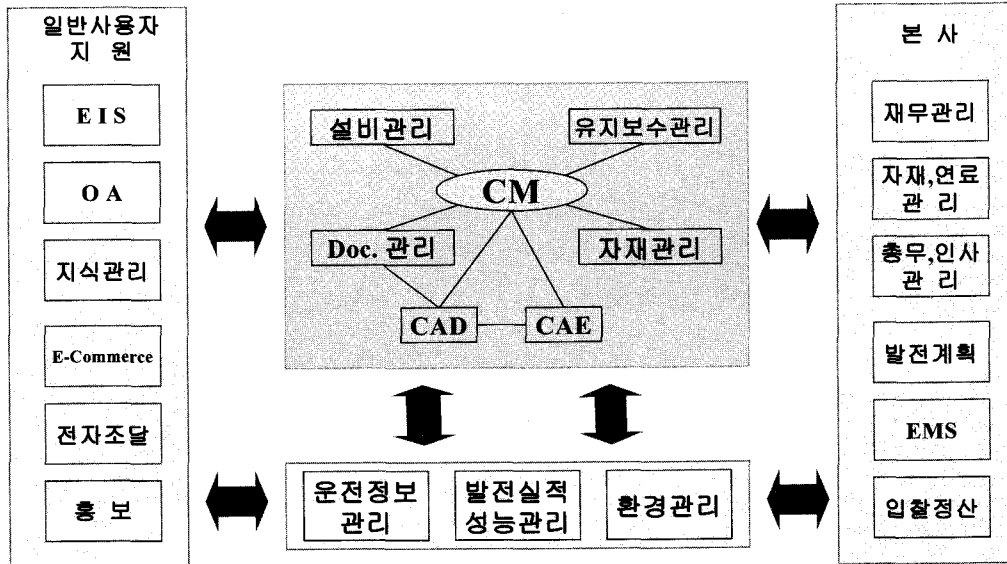
보화 계획을 근간으로 경영, 관리, 발전, 송·변전, 배전, 판매 등 여러 분야의 IT화를 추진하였는데, 초기에는 주로 관리의 생산성을 높이기 위한 경영정보시스템(MIS: Management Information System) 위주의 정보화를 추진하였다. 그러나 IT의 발전과 더불어 점차 전력설비 운영효율과 생산성을 높이기 위해 제어 및 자동화 분야에 IT화를 확대하여 왔으며, 최근에는 인터넷의 확산에 힘입어 전자상거래를 비롯하여 전사적 IT화 통합을 통한 e-Utility를 추진하여 왔다. 또한, 첨단 IT를 응용한 SCADA, EMS, DAS, 원격자동검침시스템, 발전소수명평가 시스템, 직접부하제어 시스템, 전력선통신 등 전 분야에 IT의 활용을 활발히 추진하고 있다.

전력산업계의 경우에는 전력기기 및 설비의 디지털화와 이들의 설계 및 생산자동화 분야에서 IT화를 추진하고 있으며, 산업의 기반조성 부문에서는 산업정보망(IIN: Industrial Information Network)과 기업간 B2B 마켓플레이스 시스템 등이, 전력시장 운영부문에서는 MOS(Market Operating System)와 같은 시장 운영 IT 시스템이 개발되고 있다.

### (1) 발전 분야

발전분야의 주요 기능인 계획, 설계, 건설, 운영, 설비 관리, 유지보수, 급전, 자재관리, 거래 및 정산 분야에 다양한 IT기술을 활용하고 있으며 이를 통합하기 위해 발전사별로 ISP(Information Strategy Plan)를 수립, 전사적 차원의 ERP(Enterprise Resource Plan)와 같은 IT 종합시스템을 구축중이다. 발전사의 경우 구조개편 이후 경영목표의 큰 변화가 있는 만큼 다음과 같은 IT화 목표 및 분야가 요구된다고 볼 수 있다.

- 목표 : 운전능력 향상과 발전자원의 효율적 관리
- 주요 IT화 분야
  - 최적 발전계획 및 입찰전략 수립



〈그림 2〉 발전분야 IT화

- 실시간 운전정보 및 설비의 성능관리, 최적화
- Plant CM(Configuration Management) 구축
- 설비의 신뢰도 평가 및 고장 예측
- 발전소의 수명기간 공동 활용 정보모델 구축

**(2) 송·변전 분야**

대규모화, 복잡화되고 있는 전력계통의 효율적 운용을 위해 다양한 IT융합 시스템을 통한 제어 및 자동화를 구현하고 있으며, 송·변·전, 계통분야의 각 단위 IT 시스템을 송변전 지리정보시스템(TGIS: Transmission & substation Geographic Information System)으로 통합하고 있다. 그리고 계통해석 및 시뮬레이션을 국내기술로 수행하고 있다. 그러나 제어·자동화는 계통 구조상 상호 유기적 운영이 전제되어야 하는데 구조개편에 따른 전력전달의 기능과 관리가 다원화되어가고 있어 각 시스템(EMS, SCADA, SCC, DAS 등) 간의 연계에 대한 준비가 필요하고 또한, 고품질의 전력요구에 부응할 수

있는 신기술 개발의 필요성이 커지고 있는 만큼 다음과 같은 IT화 목표 및 분야가 요구된다.

- 목표 : 설비 및 계통의 효율적 운영과 관리의 선진화
- 주요 추진분야
  - 전력계통 운전 자동화 시스템 고도화
  - 전력설비 감시 및 진단의 선진화
  - 고품질 전력공급 체계 구축
  - 계통 운용지원 전용 실시간 정보통신 인프라 구축
  - IT 접목 전력기기 표준화 및 전력용 IT 시스템 국산화

**(3) 배전 분야**

배전분야의 IT화는 현재 한전에서 구축중인 판매 SI 시스템의 NDIS(New Distribution Information System)를 근간으로 통합 추진되고 있으나 자동화 및 설비 운영을 위한 통신 인프라가 미흡하며, 실시간 부하 측정에 의한 설비 관리 등 최적화 기술개발과 SCADA

및 EMS 등 타 시스템과 유기적인 데이터 연계가 필요한 실정이다. 또한, 향후 배전분야의 환경변화와 더불어 비용 절감과 투자 최적화, 또한 고품질의 전력공급에 IT 융합의 필요가 크다고 볼 수 있으며 최근 배전업무의 이동성 지원과 설비의 과학적 운영을 위해 GIS, GPS, LBS와 같은 공간정보처리 기술의 수요가 매우 커지고 있다. 요구되는 IT화 목표 및 분야는 다음과 같다.

○목표 : 배전설비 운용효율 향상과 투자 최적화

○주요 추진분야

- 배전 계통 최적 구성
- 배전 자원관리(Asset Management) 및 고장예지
- 부하분석 및 장단기 부하 예측
- 전력품질관리 네트워크기술 개발
- 수용가 정보네트워크 연계기술 개발

#### (4) 판매 분야

판매 분야의 IT화는 현재 구축중인 판매SI 시스템의 NCIS(New Customer Information System)를 근간으로 통합 추진되고 있다. 특히 IT화의 대표적 응용인 자동검침은 그 동안 많은 노력과 투자의 결과로 전체 대용량 수용가에게 적용되었고, 전력선 통신과 무선통신 등 최첨단 IT를 이용한 다양한 시도가 이루어지고 있다. 그러나 전력산업의 환경변화에 따라 수용가 중심의 서비스 지향을 고려하면 요금 제도개선을 포함한 다양한 수용가 부가서비스 개발과 CRM(Customer Relationship Management, 고객관계관리), 수요관리 등에 IT 융합을 필요로 하고 있다. 예상되는 IT화 목표 및 분야는 다음과 같다.

○목표 : 부가서비스 개발과 수요관리 선진화

○주요 추진분야

- CRM 및 부가서비스 개발
- 경제적인 실시간 수용가 정보망 구축

-원격검침

-신 수요관리

-부하분석 및 패턴연구

-수요예측

#### (5) 전력기기 분야

전력기기의 IT화는 주로 3가지 분야에서 이루어지고 있는데 첫째는 계통사고를 미연에 방지하기 위한 전력보호·진단시스템 기술 분야, 둘째는 전력을 제어하고 전기 품질을 감시·진단·조절하는 전력제어·감시장치 기술 분야, 셋째는 고전압 및 대전력 현상들을 측정 분석하는데 필수적인 계측장비 기술 분야이다.

전력보호·진단시스템 기술 분야의 경우 1990년대 말부터 시작된 디지털 보호계전기 기술개발을 제외하고는 중전기기의 디지털화는 매우 미흡하며, 전력제어·감시장치 기술 분야의 경우 유연송전 및 고전압직류송전에 대한 필요성이 고조되고, 디지털정보기술을 응용한 고성능 및 고신뢰 기기개발에 대한 요구가 높아짐에 따라 1990년대 중반부터 고전압직류송전, 유연송전, 송변전기기 감시진단 등 신기술에 대한 기초적 연구에 착수하였다. 그리고 고전압 및 대전력 계측 기술분야는 선진국과의 기술 격차가 매우 커서 관련 장비와 기술의 외국의존도가 매우 큰 실정이다. 전력기기의 인텔리전트화, 네트워크화, 모듈화, 경량화가 요구되는 전력기기분야의 환경에 선도적으로 부응하고, 차세대 전력기기의 시장선점을 위해서는 적극적으로 IT 융합을 시도해야 하는 바 IT화 목표 및 분야를 다음과 같이 설정하는 것이 바람직하다 하겠다.

○목표 : IT 융합 고부가가치 첨단 전력기기 생산

○주요 추진분야

- 지능형 수배전반
- 디지털 보호계전기
- 대용량 전력제어설비/전력 컨디셔너

- 위상제어 차단기
- 전력기기 진단시스템
- 전력 에너지 종합관리제어시스템

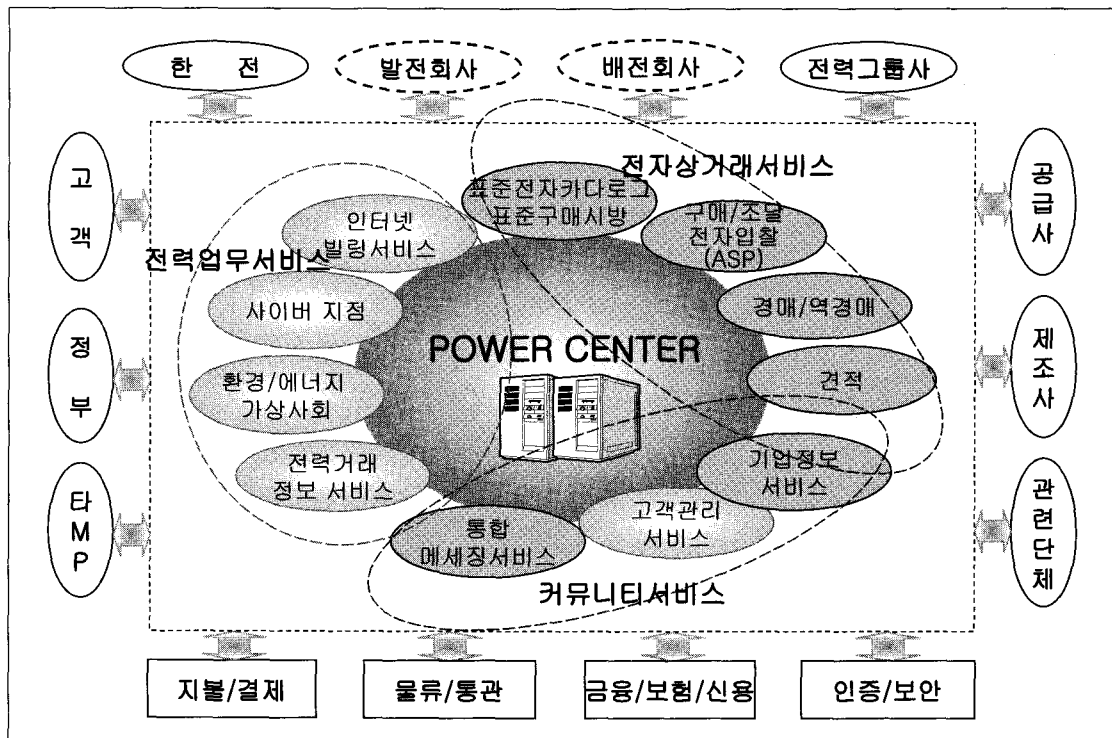
(6) e-Business 분야

정보기술과 인터넷의 발전에 힘입어 전력분야에도 e-Business가 활발히 적용되고 있고, 향후 2~3년 내에는 정부에서 주요 업종별로 구축중인 e-마켓플레이스에 참여할 것으로 전망된다. 전력산업 분야의 e-Business에는 전력생산과 거래에 관련된 분야와 전력기기의 생산, 유통, 판매를 위한 분야로 구분될 수 있는데, 전력산업의 경우 IT의 역할이 큰 만큼 B2B, B2C 모두 효과가 클 것으로 예상된다. 그리고 전력거래가 이루어짐에 따라 전

력거래시스템(PX, ISO 운용 시스템), 전력입찰지원 시스템, 수용가 토털 서비스, 실시간 전기요금 및 수요관리 시스템 등 새로운 e-Business 환경이 구축되고 있다.

그러나 전력기기, 특히 중전기기의 경우 다품종으로 구성되어 있고 주문생산 위주의 대면접촉 거래가 이루어지고 있어, 전자상거래를 위한 프로세스 및 표준화와 물류 정보망의 미흡 등이 문제점으로 지적되고 있다. 요구되는 IT화 목표 및 분야는 다음과 같다.

- 목표 : 전력 e-Business 표준화 및 종합거래 정보시스템 구축
- 주요 추진분야
  - 실시간 입찰/전력거래시스템
  - 수용가 정보서비스 확충



〈그림 3〉 전력산업 e-Business 환경

- 전력시장 운용 데이터 관리시스템
- 전력기기 물류정보(생산, 유통, 재고)시스템
- 전력기기분야 정보 콘텐츠 구축

이상에서 살펴본 바와 같이 국내 전력산업의 IT화는 그 동안 많은 노력과 투자의 결과로 비교적 높은 성과와 수준에 도달하였지만 아직까지 외국과의 경쟁우위에 있다고는 할 수 없는 실정이다. 이에 대한 문제점으로 전력산업의 경우 생산, 전달, 소비가 동시에 이루어지는 실시간성과 전국적으로 수요와 설비가 산재해 있는 광범위성으로 인해 근본적인 IT화의 기술적 어려움이 존재한다는 것을 들 수 있고, 또 다른 하나는 그 동안 전력은 공공재로서의 에너지산업으로 인식되어 자동차, 기계, 화학 등 소위 국가경제의 동인되었던 타 전통산업에 비해 국가 차원의 IT화 관심과 지원이 미흡하였다는 것을 들 수 있다.

#### 나. 해외 사례

최근 선진각국의 경우 디지털 시대의 전력산업 IT화 모델로서 'Digital Global Utility Industry Service'를 전력회사를 중심으로 추진하고 있는바 시스템의 효율향상과 전력시장운영 및 부가서비스 분야의 IT융합에 집중 투자하고 있다. 특히, 전력산업 구조개편에 가장 먼저 착수하여 정착단계에 진입하고 있는 유럽의 경우 유틸리티의 IT 지출이 5년간(1999~2004) 5.5Billion US\$에서 6.8Billion US\$로 23%의 증가가 예상되고 있어 IT화를 통한 전력산업의 고부가가치화에 매우 높은 관심을 갖고 있다.<sup>1)</sup>

전력회사 이외에서는 전력설비 엔지니어링 및 자동화 분야의 S&L사, 프 Alstom, ABB, GE, 웨스팅 등이 세계정상의 기술력을 가지고 전력산업의 IT화를 주도하고 있으며, EPRI(Electric Power Research Institute:

미국 전력중앙연구소), CRIEPI(Central Research Institute of Electric Power Industry: 일본전력중앙연구소), EDF(Electric De France: 프랑스 전력공사) 등의 전력관련 연구기관에서 최첨단 IT 융합 관련 연구를 수행 중에 있다.

전반적으로 해외의 경우, IT 원천기술의 경쟁우위를 바탕으로 국내보다는 높은 수준의 전력산업 IT화가 이루어져 있다고 볼 수 있으며, 참고할만한 다양한 사례가 진행되고 있어 주요 IT 융합 사례를 중심으로 살펴보고자 한다.

#### (1) 전력시스템 관리 및 규제 분야

전력산업의 규제완화에 의한 전력시장의 경쟁심화와 시장 요소들의 변화로 전력시스템의 혼잡성이 증가됨에 따라 NERC, FERC, PUC와 같은 미국의 전력규제기관에서는 전력시스템의 혼잡관리를 위해 다음과 같은 분야에 다양한 IT 융합을 추진하고 있다.

- 관리 데이터의 교환, 제공, 전송규격 개발, 관련 통신망 구축
- 미 전역 전력시스템의 실시간 동적 데이터베이스 관리
- 전력시스템의 분석 및 시장 예측
- 안정성 시뮬레이션 및 평가를 위한 시스템 모델링, 분석
- 소비자 보호 프로그램 개발
- Real Time Metering and Real Time Pricing
- 소비자의 공급자 자율선택을 위한 Energy Savings Calculator
- 전력시장 감시 및 경보 시스템

미국 텍사스 주의 ERCOT(Electric Reliability Council of Texas)에서는 시장 참여자들에게 보다 효과적이고 경제적인 IT 응용 개발을 지원하기 위해서 '공유 서비스 전략(Shared Service Strategy)/공유 서비스 IT 모델(Shared Service IT Model)'을 개발하고 전력

1) Datamonitor, 2002, Utility IT Survey



회사들에게 제공하고 있다.

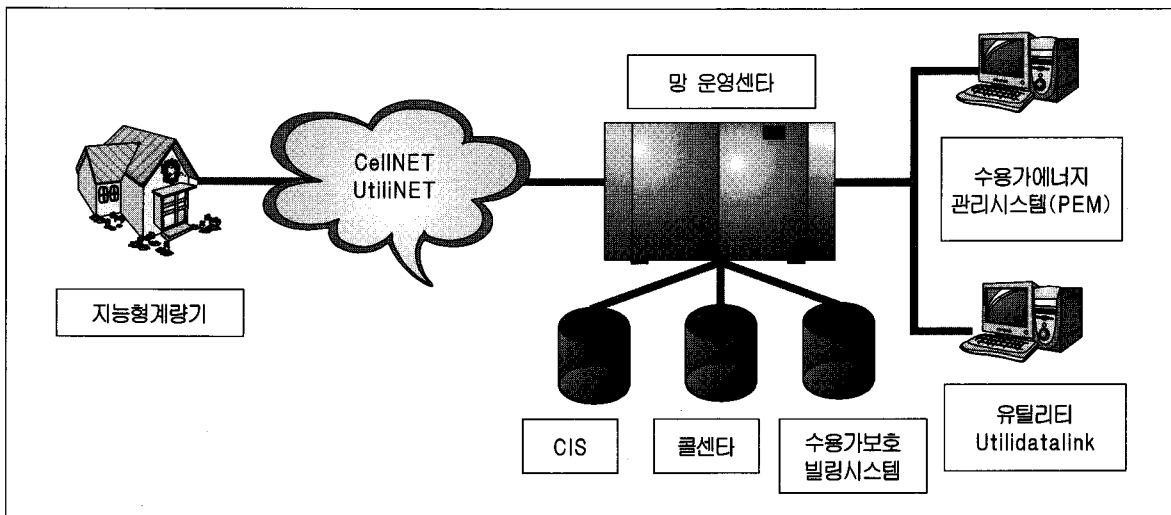
**(2) 전력거래 및 신 수요관리 분야**

전력시장이 세계적으로 확대 개편됨에 따라 다국적 에너지 분야 IT 기업인 SchlumbergerSema가 전력거래, 데이터 수집 및 관리, 정산 Matching 등의 기능을 갖는 IT 기반의 WEM(World Energy Market)을 개발, 세계시장을 공략하고 있다.

미 EPRI의 경우에는 효율적 전력시장 구축방안으로 가격과 신뢰도 신호와 같은 시장의 상태를 수요측에게 전달하고, 수요측으로 하여금 이에 따른 전력사용과 관련된 선택을 행사할 수 있도록 하는 MDDR(Market Driven Demand Response)을 개발하고 있는데, 전력사용에 있어 저장과 효율향상 기술에서부터 분산전원, 그리고 실시간 요금제, 부하제어 및 피크절감 프로그램에 이르기까지 모든 단계를 커버하는 개념으로 실시간 통신망과 자동 부하응답 및 제어 등 최선의 IT를 응용한 4개 Product를 개발하였다.

이와 유사하게 SchlumbergerSema의 경우에도 전력시장의 가격신호에 대해 수용가가 실시간으로 대응함으로써, 수용가의 전력사용 최적화를 꾀할 수 있도록 실시간 요금제를 기반으로 한 지능형 에너지 관리시스템 RTEMS(Real-Time EMS)를 개발하였는데, 수용가, 전력사, 시장참여자에게 제어와 선택을 제공해줄 수 있을 뿐만 아니라, 분배와 소비에 관한 상세한 정보를 관리함으로써 비용을 줄이고 성능과 효율을 향상시킬 수 있도록 하였다. 이 시스템은 미국 북서부의 Puget Sound Energy를 비롯하여 여러 유틸리티에서 운영 중에 있는데 지능형 계량기, 고정 네트워크 시스템, 실시간 에너지 관리 솔루션과 같은 최신 IT를 총망라하였다.

일찌기 구조개편을 경험한 영국에서는 전력시장의 효율성을 높이기 위해 인터넷 에너지 경매, 역경매 방식, RFP & RFQ(Request For Proposals and Request For Quotes)방식, 웹 기반 에너지 구매시스템 등과 같은 다양한 형태의 온라인 기반 에너지 소매시장을 운영하고 있는데 인터넷, 정보보호 등 첨단 IT를 응용하고 있다.



〈그림 4〉 RTEMS의 에너지정보 흐름도

**(3) 검침 및 부가 서비스 분야**

영국의 경우 전력산업 자유화 이후 자동검침, 배전자동화, 부하관리, Remote Meter Calibration, Tokenless Prepayment, Remote Tariff Management 등 전력사와 소비자간 양방향 통신에 의존하는 다양한 응용시스템을 개발, 운영하고 있다. 또한 OFFER(Office of Electricity Regulation)에서는 검침기술의 개발과 양방향 통신기술이 소비자에게 많은 혜택을 줄 것으로 보고, 전력시장의 경쟁을 위하여 30분 주기의 원격검침 결정을 내렸는데, 이에 많은 전력회사들이 AMR에 RF(Radio Frequency), 전화, PLC(Power Line Communication) 등 다양한 통신 기술들을 적용하고 있다.

이 외에도 PLC를 이용하여 전력사용 History, 공급 전압, 부하전류, 역률 등의 모니터링과 같은 다양한 기능을 전력량계에 추가하여 소비자에게 부가서비스를 제공하고 있다. London Electricity사의 경우에도 AMR, 복수계량, 원격 부하조절, Tamper/Alert/Fault Detection의 기능을 제공하고 가스, 수도, 전기의 통합 검침도 수행하고 있다. 이와 같이 검침 이외의 다양한 부가서비스를 제공할 수 있는 것은 양방향 통신시스템이 있기에 가능한 것이다.

구조개편에 따라 판매분야의 경쟁환경에서 중요시되는 분야 중 하나가 소비자 서비스 관리 및 보호인데 이를 위해 노르웨이 등 주로 구조개편이 비교적 성공적으로 정착되어 있는 북유럽에서는 Customer Care & Billing System, CRM(Customer Relationship Management), Supplier Change and Settlement Application 등 최신의 소프트웨어 기술을 접목하여 운영 중에 있다.

**(4) 신 전력시스템 분야**

오늘날 디지털 기반의 사회에서는 소위 고 신뢰도, 고

품질의 전력을 필요로 하는 'Digital Load'가 출현하고 있다. 그러나 현재의 전력시스템은 과거 100여 년간 산업사회를 지향한 하부구조를 지니고 있어 이러한 요구에 부응하기 위해서는 많은 노력과 투자가 필요하다고 보고, 이에 따라 미국 EPRI는 최근 전략기술 연구보고서에서 20년 후 차세대 사회에서 소요되는 기술 분야를 결정하고 R&D 투자를 계획하고 있는데, 그 중 대표적인 것이 E2I(Electricity Innovation Institute)에서 결성한 CEIDS(Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society)이다. CEIDS에서 주력하고 있는 대표적인 기술개발 분야는 다음과 같은데 이 모두 전력시스템과 정보통신 네트워크와의 결합과 지능형 IT의 적용을 근간으로 하고 있다.

- ① The Self-Healing, Digital-Quality Electricity Superhighway
  - 고품질, 고신뢰의 전력공급을 위한 지능형 자가 최적화 전력전달망 구축기술
- ② Energy Solutions for End-Use Digital Applications
  - 분산 전원 및 Power Conditioning 설비 등의 활용과 Digital 기기들의 수정, 보완 등을 통한 Power Disturbance의 허용한도 증가 기술
- ③ Value Added Electricity Services
  - 소비자가 전력관련 사업에 참여할 수 있는 기술과 응용프로그램 개발 기술
- ④ Digitally Enabled Energy Efficiency
  - 반도체 전자기기의 응용이나 부하관리 프로그램의 실시 등으로 소비자가 효율적인 전력 사용을 할 수 있는 혁신적 기술

**(5) 전력설비 운영 효율화 분야**

SchlumbergerSema의 경우 전력에너지 전달자원(송·변, 배전)의 계획에서부터 시공, 운용, 유지보수, 정

전관리 등에 GIS, OMS(Outage Management System), RCM(Reliability Centered Maintenance) 등 IT 신 기술을 접목함으로써 구조개편 이후 점차 중요시되는 자산관리와 환경변화에 신속히 적응할 수 있도록 유연성을 지닌 전력에너지 전달 시스템을 개발하여 여러 전력사가 운영 중에 있다.

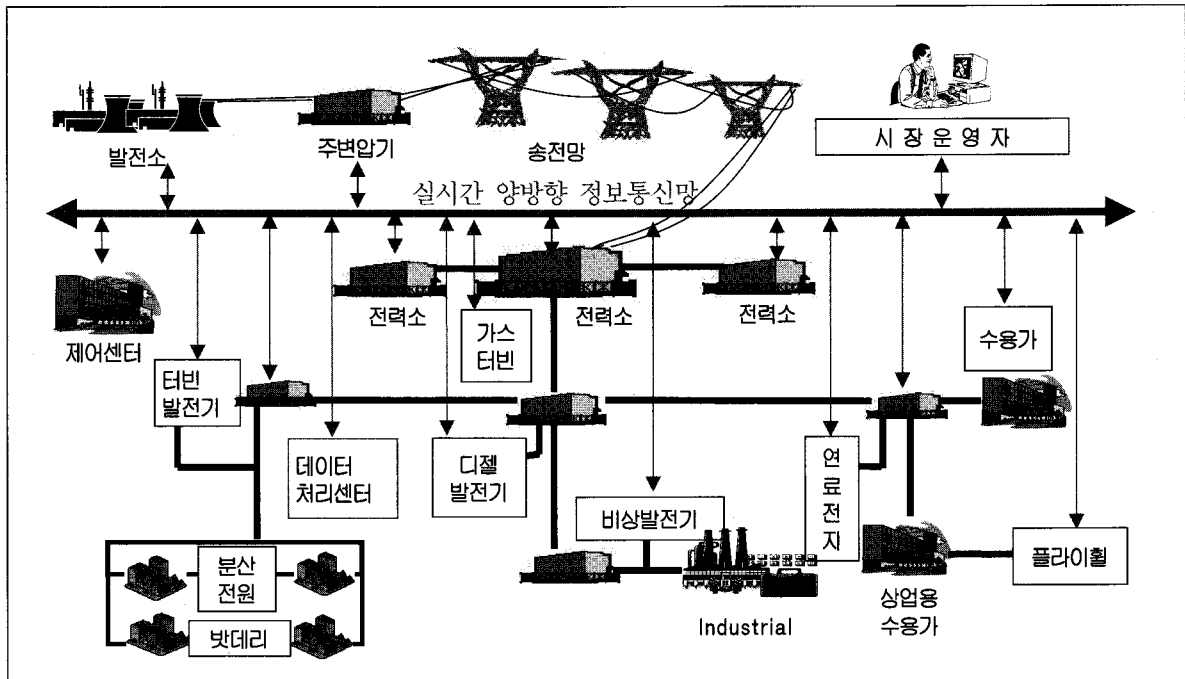
이 외에도 배전자동화, 디지털변전소 등 전력설비운영의 자동화와 제어 분야에 수많은 기업들이 원천기술의 우위를 가지고 세계 전력시장을 장악하고 있는 바, 그 시스템의 내부에는 모두 최신의 IT가 핵심적으로 작동한다는 것을 볼 수 있다.

(6) 전력 IT 인프라 분야

미국 EPRI에서는 Electricity Network과 IT Network

과의 결합을 통한 차세대 전력 시스템을 목표로 ElectriNet 구축을 시도하고 있다. 이 ElectriNet에는 중앙컴퓨터시스템, 검침시스템, 양방향 실시간 통신시스템, 재무처리시스템 등 통신 및 컴퓨터 관련 하드웨어 뿐 만 아니라 발전사업자, 판매사업자, 수용가 등 시장참여자들이 경쟁적 전력시장에서 합리적인 전력거래를 하기 위해 필요한 고도의 소프트웨어 등 매우 다양한 IT들이 총망라되어 있다.

통신 네트워크로는 전력설비의 감시, 제어, 자동화용 표준 프로토콜을 포함한 UCA(Utility Communication Architecture)가 개방형 구조로서 적용되고 있다. SchlumbergerSema의 경우에도 실시간 요금제, DR(Demand Response), 수용가의 전력사용 최적화, 검침, 배전자동화, 수용가 정보관리 및 Billing 등 새로운



<그림 5> ElectriNet 개념도

전력 환경을 지원할 수 있도록 개방형 확장구조를 지닌 지능형 무선 네트워크 CellNet을 구축, 운영하고 있다.

일본의 경우에도 향후 구조개편에 대비하고 새로운 전력시스템을 지원하기 위해 에너지 정보와 통신플랫폼으로서의 차세대 전력 정보통신 인프라구축에 관한 연구와 기술개발을 추진하고 있다. 전력정보 및 통신의 품질과 신뢰성을 유지하고 실시간성, 멀티미디어의 지원과 같은 다기능성을 부여하며, 이동성과 보안이 유지되는 전력정보 인프라 구축을 위한 기술개발을 추진 중에 있다.

### (7) 전력기기 분야

1990년대 말부터 디지털 정보기술이 발전함에 따라 이 기술을 전력기기에 응용한 전력기기의 성능개선, 신제품 개발, 고부가가치화를 추구하고 있는데 ABB, Siemens, Alstom, 일본 3사(Mitsubishi, Toshiba, Hitachi) 등은 전력보호기기, 전력기기진단시스템, 전력제어기기, 전력감시장치와 같은 디지털 전력기기를 개발 중이며, 전력기기의 고성능화, 컴팩트화, 경량화, 무유지보수화, 저설치비, 고신뢰성, 전기품질의 고급화 등을 달성하고 기술우위를 선점하여 새로운 시장 개척하고 있다.

또한 고전압직류(HVDC : High Voltage Direct Current) 송전기술의 경우 1990년대 전력용 반도체소자의 관련 제어기술이 발전하고, 직류송전기술에 대한 수요가 증가함에 따라 고전압직류 송변전기기에 디지털정보 기술을 응용하여 대용량 저손실 전기에너지의 수송, 전력계통의 안정화 등을 달성하고 있으며 인구밀집지역의 전기에너지 수요급증에 따른 송전용량증대의 방안으로 유연송전시스템(FACTS : Flexible Alternating Current Transmission System) 기술을 개발하고 IT를 활용한 새로운 유연송전용 기기를 채용하고 있다.

한편, 고전압 및 대전력 계측장비의 경우에는 최근 IT 응용이 확대된 고부가가치의 계측장비를 스위스의 Haefely,

독일의 High Volt, 이탈리아의 Passoni & Villa, 미국의 Hipotronics 등이 생산, 세계시장의 90%이상을 점유하고 있다.

특히, 디지털 변전소 시스템의 경우에는 Siemens, ABB, Alstom 그리고 GE Multilin 등이 기술을 선도하고 있으며 이들이 추구하는 방향은 분산시스템 형태로 전자기적 외란(Electromagnetic Disturbance)에 간섭을 받지 않는 광통신 방식으로 중앙장치와 현장에 설치된 지능형(Intelligent) 기기들 간의 결합을 구성하고 있다.

### (8) e-Business 분야

영국의 Scottish Power의 경우 인터넷 확산전략을 추진하여 전력판매부분 e-Business를 구축하였다. 이를 통하여 기존 고객에 대한 서비스향상과 비용절감 및 서비스 가치를 제고하고 있으며, 신규 고객시장에 대한 온라인 마케팅을 추진하는 전략을 수립하였다. 에너지 소매거래에서는 온라인 전기신청, 전자 청구/지불, 셀프서비스, 온라인 카탈로그, 고객서비스 등을 제공하고 있어 새로운 시장 선점과 신규매출 증대 효과를 거두고 있다.

일본 동경전력의 경우에는 전력산업의 전자거래(CALS/EC)구축 및 운영에 관한 대표적인 선진사례로 꼽히고 있다. 전력사업에 필요한 광 통신망을 보유하고 이 광대역 초고속정보통신망을 인프라로 활용하여 '90년대 초부터 전자거래(CALS/EC)체계를 도입하여 전력산업에 관련된 모든 정보를 공유 및 유통할 수 있는 정보인프라를 구축 하여 왔으며, 새로운 밀레니엄 시대의 지식경영 기반의 패러다임으로 추진 중이다. 또한 동경전력은 일본의 국가 정책 프로젝트인 NCALS의 핵심 참여자로서 전자거래(CALS/EC)의 모든 시나리오 및 기술개발, 구축 및 운영에 관한 철저한 계획과 과감한 투자, 주도면밀한 실천으로, 그 가능성을 검증하고 있다.

동경전력에서 CALS 체계를 도입하면서 설정한 전략

적 목표는 다음과 같다.

- 전사 공통의 정보표준 설정
- 핵심요소기술의 통합전문기술 확보
- 생산정보의 질 향상 및 비용절감
- 일본 내 전력산업 및 세계 전력시장에서의 경쟁력 확보
- 일본 내 CALS 정보기술(IT) 선도(통산성 및 NCALS)

이상에서 살펴본 바와 같이 전력산업 선진각국은 전력산업의 환경변화에 살아남기 위한 Key Success Factor는 바로 최첨단의 IT 융합으로 보고 IT화 투자를 대폭 늘리고, 연구개발 등 신기술 개발에 열의를 보이고 있다.

두드러진 특징으로는 우선 효율적이고 안정적인 전력시장 구축을 위한 기술개발에 박차를 가하고 있다는 점이다. 시장의 메커니즘을 최대한 살리고, 수급의 안정을 꾀할 수 있는 여러 기술들이 자동검침, 실시간 양방향통신 네트워크, 수요측의 부하관리시스템 등 최신의 IT들을 총망라하여 개발하고 있다.

또 다른 특징으로는 소비자의 서비스 강화 분야이다. 경쟁 환경에서 소비자와의 관계강화와 마케팅 분야에 다양한 IT를 활용하고 있을 뿐만 아니라 새로운 부가가치를 창출하는데 노력을 기울이고 있다. 이러한 점은 전력산업 전체의 효율 향상과 고부가가치화라는 측면에서 눈여겨볼 만 하다 하겠다.

한편, 미래 전력신기술을 선도하고자 중장기적 기술개발계획을 수립하고 지속적인 투자를 하고 있는 바 이는 향후에 요구되는 전력시스템을 효과적으로 구축할 뿐만 아니라 전력산업의 세계화 추세에 기술우위를 바탕으로 해외 전력시장 선점 목적이 크다고 할 수 있다.

## 5. 전력산업 IT화의 목표 및 추진방안

### 가. 전력 IT화의 전망

전력산업의 환경변화와 국내외 현황 및 사례를 종합하

면 앞으로 전력산업 IT화가 지향해야 할 방향을 다음과 같이 요약하여 전망해 볼 수 있다.

#### ○거대장치산업과 IT 기반의 지능형 분산 기능과의 조화

전력시스템의 효율과 직결되는 전력설비의 디지털화, 지능화 기술이 크게 요구될 것이다. 그리고 전력생산과 전달기술의 발달로 고기능 제어설비의 계통 설치와 분산전원의 이동성 부가 및 시장 연계 등이 요구되어 전력과 통신 및 제어의 결합을 통한 자동화, 지능화가 핵심으로 부각될 것이다.

#### ○전력과 IT의 결합으로 환경변화 촉진 및 거대 기반사업 창출

독점적 에너지로서의 전력이 부가가치형(Value-added) 서비스로 전환될 것이며, 소비자는 전력뿐만 아니라 전력에서 파생되는 각종 부가서비스에도 관심이 증대되어 수용가 중심의 새로운 지능형 서비스(Intelligent Service)가 생성될 것이다. 따라서 다양한 신규업종과 서비스 창출, 에너지 효율성 증대와 관련된 IT 수요가 급증할 것으로 예상된다.

#### ○전력공급자와 수요자 사이의 새로운 관계 정립

전력산업의 환경변화가 초래할 다원화, 이질화, 복합화에 해결방안이 요구되며, 이를 위해 전력요금의 효율적 관리, 시장의 안정과 공정한 거래, 수요측의 능동적 수요관리, 주문형 다품질 전력공급, 공급자 자율선택, 지능형 검침, CRM 기반 부가서비스, 직접부하제어, Load 기반 요금 등 새롭고 다양한 응용들이 등장할 것으로 예상되는데 이 모두 IT의 융합을 전제로 할 것으로 예상된다.

#### ○유비쿼터스적 전력 IT 인프라

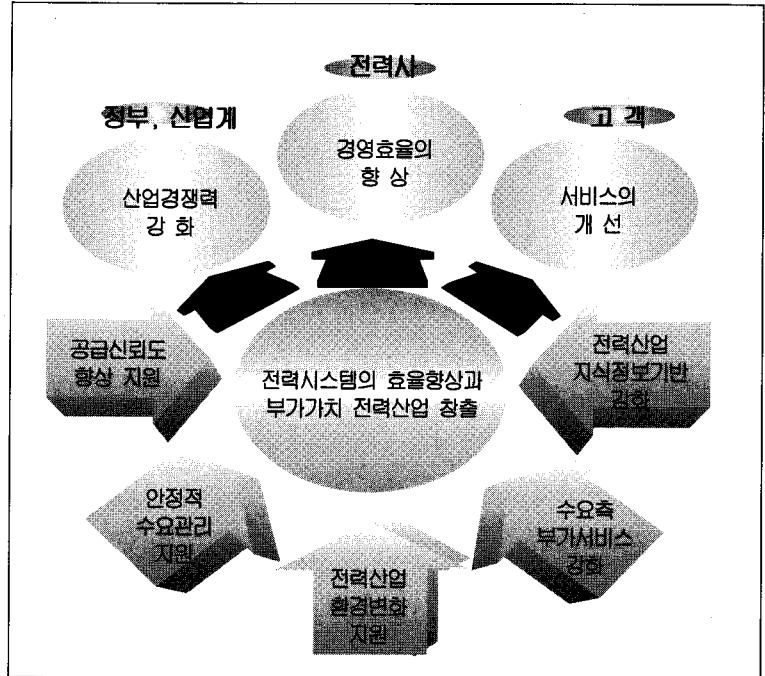
전력시스템의 효율 향상과 부가가치 창출 등 전력산업 전 분야에서 언제, 어디서나, 원하는 방식으로 전력정보를 처리할 수 있는 경제적이며 효율적인 유비쿼터스

(Ubiquitous) 전력IT 인프라 요구는 매우 높아질 것이며, 이를 뒷받침 할 IT 요소기술 개발 수요가 증가할 것이다.

**나. 목표 및 추진 방향**

전력산업의 IT화의 궁극적 목표는 '전력시스템의 효율 향상과 고 부가가치 전력 산업 창출'이다. 그리고 이를 뒷받침해 줄 세부 목표로는 전력산업의 환경변화와 IT화의 전망을 고려하여 다음과 같이 설정하는 것이 바람직하다고 판단된다.

- 공급 신뢰도 향상 지원
- 안정적 수요관리 지원
- 전력산업 환경변화의 효과적 지원
- 수요측 부가서비스 강화
- 전력산업의 지식정보기반 강화



〈그림 6〉 전력산업 IT화 목표

**다. 중점 IT화 분야**

전력산업 IT화의 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 추진의 비효율성과 중복투자, 향후 연계 및 통합의 어려움 등이 예상되는 분야는 지양하고 시급성, 파급효과와 활용성, 시장성, 기술적 가능성, 미래지향성, 공용성 등을 고려하여 다음과 같은 분야에 대해 중점적으로 IT화를 추진하는 것이 효과적이라 판단된다.

**(1) 공급 신뢰도 향상 지원**

|        |   |                      |                     |
|--------|---|----------------------|---------------------|
| 분야     | 전력시설의 효율 증대, 품질향상, 운영기술의 고도화를 기하고 전력사의 경쟁력확보를 위한 설비운영과 미래 신 전력 기술 수요에 대비한 IT 분야 |                      |                     |
| 중점 IT화 | GIT 기반 전력 설비 관리 시스템   | 차세대 전력 시스템 IT 인프라 구축 | RCM 기반 전력 설비감시 및 진단 |

**(2) 안정적 수요관리 지원**

|        |                                     |                                  |
|--------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 분야     | 전력수급의 안정성 확보를 위한 신 수요관리와 수요예측 IT 분야 |                                  |
| 중점 IT화 | 시장 기반의 수요자 능동적 수요관리                 | Load 분석 기반 부하예측 및 영업 및 배전 지원 시스템 |

**(3) 전력산업 환경변화 지원**

|        |  |                 |               |
|--------|--|-----------------|---------------|
| 분야     | 전력산업의 환경변화를 효과적으로 지원하기 위한 시장의 촉진과 안정화 분야 |                 |               |
| 중점 IT화 | 전력시장 모니터링 및 감시시스템                        | 통합 전력시장 네트워크 구축 | 전력거래 부가 응용시스템 |

**(4) 수요 측 부가서비스 강화**

|    |  |                   |                      |
|----|--|-------------------|----------------------|
| 비전 | 전력시스템 효율 향상의 효과와 편익이 소비자에게 분배될 수 있도록 수요측 부가서비스 개발 및 정보관리 인프라 구축 분야 |                   |                      |
| 목표 | 소비자 에너지 관리 전문가 시스템   | 품질감시 및 진단 자동화 시스템 | 수요자 정보관리 및 유통 인프라 구축 |

(5) 전력산업 지식정보 기반강화

|    |   |               |                 |                      |
|----|---|---------------|-----------------|----------------------|
| 비전 | 전력산업 전체의 효율향상과 경영여건 개선을 위한 IT 인프라 및 전력기기, e-Business의 IT 분야 |               |                 |                      |
| 목표 | 전력 정보통신 기반 구축   | 설비운영 및 제어 표준화 | 전력기기의 디지털화, 지능화 | 전력 e-Business 정착과 확산 |

라. 추진 방안

전력사와 산업계 모두 각자의 경영목표를 효과적으로 달성하기 위해 각 분야에서 독자적인 IT화를 활발히 추진하고 있다. 그러나 공공, 공익적 기능을 갖는 분야, IT 인프라 구축과 같이 단기간의 투자 회수는 어렵지만 장기적으로는 전력산업에의 파급효과가 크고 부가가치가 큰 기반조성 분야, 전력산업 전체의 활용성이 높고 공동이익이 기대되어 전력사, 혹은 산업계 공동으로 추진해야 할 분야, 그리고 미래 혁신적 신기술 개발과 같이 투자 위험을 안고 있는 반면, 기술개발시의 부가가치가 큰 선도적 분야들에 대해서는 국가차원의 적절한 예산 배정과 지속적인 지원, 그리고 효율적인 추진을 위한 제도적 뒷받침 등 보다 적극적인 IT화 여건조성이 필요하다 하겠다.

이를 위해 우선, 전력산업기반조성 연구개발사업에 전력산업 IT화를 독립적 사업으로 설정하고 자원을 배정하는 것이 필요하다고 할 수 있다. 그리고 기술개발의 중복을 피하고 상호 협조·보완을 통해 효율적으로 기술개발이 이루어질 수 있도록 추진주체를 설정하는 것이 필요하며, 기술개발의 결과가 다수의 전력사업자 내지는 산업체에 활용이 예상되는 경우, 또는 전력산업 전반의 효율을 위한 표준과 IT 공용 자원인 경우, 이의 활용을 위한 방안과 지원이 강구되어야 할 것이다.

또한 새로운 시장운영 기술과 미래 신 전력 기술의 경우, 경험과 기술력 부족으로 인한 어려움이 예상되는 바 기술선도 국가의 국제 프로그램에 가입, 공동연구를 추진함으로써 조속한 기술축적을 피하고 동시에 이에 대한 기

술소유권을 확보함으로써 국내 기술수요에 대처함은 물론, 향후 개도국 등 해외 전력 IT 수출의 기반을 마련하는 것이 필요하다.

이 외에도 IT화 촉진을 위해 다수의 전력산업계 관계자로 구성된 전력산업 IT화 추진 위원회와 같은 회의체 구성과 운영이 필요할 것으로 판단되며, 전력사 및 산업계의 투자와 개발을 기대하기가 어려운 공공성과 기반조성 성격을 지니고 있는 분야는 별도의 IT화 추진 기구 운영도 필요할 것으로 보인다.

7. 맺음말

본고에서는 전력산업의 전반의 효율 향상과 고부가가치화를 꾀하고 미래지향적인 전력시스템 구축을 촉진하기 위한 핵심요소로서 전력산업 IT화의 중요성에 대해 기술하였다. 그리고 최근 IT 현황과 전력산업에서의 IT 역할에 대해 살펴보았으며 아울러 국내외 IT화의 현황과 사례 분석을 통하여 IT화의 방향을 전망해 보았다. 이를 바탕으로 우리 나라 전력산업 IT화가 추구해야 할 목표를 설정하고 이 목표를 달성하기 위해 중점적으로 추진해야 할 분야를 모색해 보았다. 끝으로 IT화를 효과적으로 수행하기 위해서 전력사는 물론, 산업계, 정부 등 전력산업 전반의 관심과 지원 등 고려해야 할 몇 가지 추진방안에 대해서 살펴보았다. 전력산업의 성공적인 IT화를 통해 전력산업의 환경변화에 효과적으로 대처하고 나아가 국제 경쟁력을 확보함으로써 세계 전력시장과 기술을 선도하는 전력선진국의 모습을 기대해본다. ■