

# 전력계통에 관한 최근의 과제와 앞으로의 기술동향

## 1. 머리말

일본의 전기사업은 1951년의 재편성 이후 커다란 변혁을 이루어 왔다. 전후의 전력부족, 고도경제성장에 따른 수요의 증가, 공해환경문제, 전원입지난, 오일쇼크 등, 그 시대의 요청에 응하기 위하여 여러 가지 어려운 문제들을 해결해 왔다. 미쓰비시電機도 제조업의 입장에서 전기사업 발전에 공헌하여 왔다고 자부하고 있다.

설비규모가 거대화되고 공급신뢰도가 훨씬 향상된 현재에도 새로운 문제가 연이어 顯在化하고 있으며, 우리들의 노력도 쉼새 없지만 그 문제의 본질이나 해결방법이 종래와는 크게 다르다는 것에 유의해야 할 것이다. 지금까지 "금후의 기술동향"을 논할 경우에는 새로운 공학적수법이나 새로운 전력기기에 대하여 해설하는 것이 상례였으나 본고에서는 지구규모의 에너지문제와 전기사업제도 등의 사회적문제에 대하여 많은 지면을 할애하기로 한다. 이들 문제

는 종래의 기술과제와는 성격이 달라 다각적으로 대처하여야 할 어려운 문제이기도 하다. 참된 해결을 위해서는 시대가 요청하고 있는 배경을 올바르게 이해할 필요가 있다.

## 2. 전기사업의 推移

전기사업 40수년에 걸친 역사속에서 가장 중요한 사명은, 증가하는 전력수요에 맞는 전원을 확보하여 안정된 전력을 공급하는 일이었다. 특히 고도성장기에 있어서는 10%를 초과하는 전력수요증가를 경험하였고, 전력기기의 單機용량도 증대를 계속하여 왔다. 국민 1인당 평균 연간전력소비량도 1,393kW(1964년)에서 5,535kWh(1993년)로, 모르는 사이에 생활의 질은 향상되었다. 계통의 신뢰도도 훨씬 향상되었다. 전에 일상적으로 일어나던 정전은 극히 드문 일이 되었으며, 초와 성냥을 소비품으로 갖고 있는 가정도 얼마 되지 않을 것이다.

**해외기술**

최근에는 정전도 수초 이내에 복구되기 때문에 백열등의 느린 점멸에 의한 脫調現象을 체험하는 일도 없어졌다.

그러나 기술력이 증가하면서 한편으로는 종전과는 異質的인 새로운 문제가 顯在化하고 있다. 우선 전력수요인데, 수요의 신장은 둔화되고 고도경제성장기와 같은 전원증설은 불필요하게 되었다고 생각되고 있다. 그러나 전력충수요의 신장은 둔화하였다고는 하나 충수요가 거대화된 현재에는 해마다의 발전설비 증설은 오히려 “큰 그대로이다”라고 해석하여야 할 것이다.

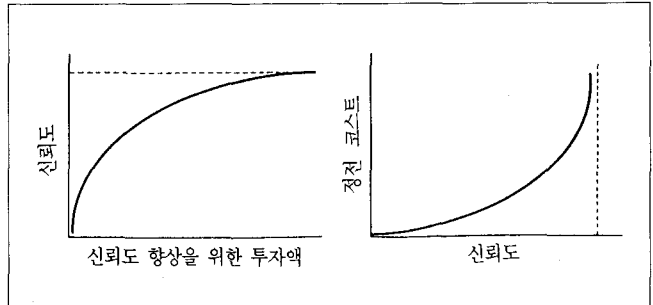
예를 들면 1993년과 1994년의 전국 피크수요는 각각 145GW와 167GW로 그 신장은 22GW이다. 이 신장은 1980년(89GW)에서 1985년(110GW)까지의 5년간의 신장에 필적한다.

안정화기술에 대하여도 같은 말을 할 수 있다. 옛날의 안정화제어기기는 현재시점에서 보면 단순한 것이지만 당시 그 효과는 절대적이었으며 안정도 개선량은 최신기기에 비하여 훨씬 컸었다. 그런데 최근의 계통에서는 안정화기술이 나날이 성숙해가고 있는 반면 보다 나은 신뢰도향상에 필요한 투자액도 더욱 커지고 있는 추세이다. 한편 신뢰성이 향상되고 정전빈도가 적어질수록 한 번의 정전으로 야기되는 사회적 손해(정전코스트)는 커지기 때문에 신뢰도 향상에의 노력을 게을리할 수 없다(그림1참조).

**3. 전기사업법의 개정**

· 전원확보와 신뢰도향상에 더하여 근년에는 일본국내전력의 전기요금에 대하여 비판적인 눈길을 받게 되었다. 엔高강세경향으로 단순환산으로는 일본의 전기요금이 다른 선진국에 비하여 돌출된 것처럼 보인다. 그러나 물가나 임금의 격차를 고려한 구매력평가환산치로 비교하면 제외국의 전기요금쪽이 높으며 연간사고 정전시간으로 본 전력의 품질은 일본이 훨씬 우수한 것도 사실이다(그림2참조).

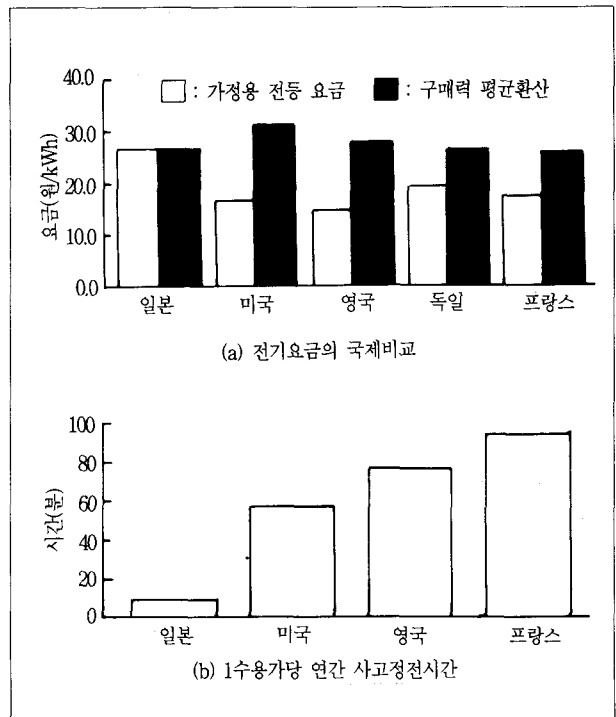
이와 같은 사회적으로청을 받아 전기사업법이 자유화를 위



〈그림 1〉 系統 信賴도와 投資效果, 停電코스트

해 31년만에 개정되어 다음과 같은 점이 변경되었다.

- 민간송전탑송업의 인가와 경쟁입찰제도의 도입
- 유지보수업무의 규제완화
- 특정전기사업자의 전기사업 참여
- 요금제도에 야드스틱 제도 도입



〈그림 2〉 전기요금·품질의 국제비교

[전기사업심의회요금제도부회 중간정리자료(1995-1-26)]

변경사항에 대해 상세한 것은 여기서 언급하지 않지만 규제완화로 건전한 경쟁원리를 도입하여 사회전체의 이익을 도모함을 목적으로 하고 있다. 전기사업의 내용이 밖에서 보더라도 투명도가 높고 공평·공정한 경쟁하에서 운영될 것이 기대되고 있으며 전력회사는 열린 시장경제 속에서 지금 이상의 경영 노력이 요구된다. 우리들 메이커로서도 더욱 원가저감노력을 계속하는 외에 전력회사의 업무에 새로이 필요하게 되는 기능을 지원하고 규제완화에 의하여 생겨나는 새로운 서비스나 비즈니스를 창조하지 않으면 안된다.

#### 4. 지구규모 문제

지구규모의 에너지문제는 근년의 새로운 과제이다. 전에 공해가 사회문제가 되었던 시대에는 주로 매연을 대상으로 한 脫硫脫硝裝置·集塵機 및 연료의 개량이나 LNG의 도입 등에 의해 대응할 수 있었으나 최근의 CO<sub>2</sub>문제에서는 연소 그 자체에 의한 이산화탄소의 발생이 문제시되고 있다. 이것은 지구규모에서 CO<sub>2</sub>의 대기중 농도를 어느 레벨로 유지하지 않으면 지구의 온난화현상이 심각하게 된다는 것이다. 이것은 종래의 排ガス규제보다 더 큰 틀 속에서의 규제로서 전력회사의 발전기운용에도 커다란 영향을 주게 된다.

또 에너지의 발생방법도 재생가능하고 고효율의 것이 요구되고 있으며, 경제적으로 채산이 맞으면 된다는 생각은 이

기적이라하여 세계적으로 받아들여지지 않게 되었다. 메이커로서도 기기개발(하드웨어)과 운용지원(소프트웨어)의 양면에서의 요청에 응하여 갈 필요가 있다.

### 5. Demand Side Management

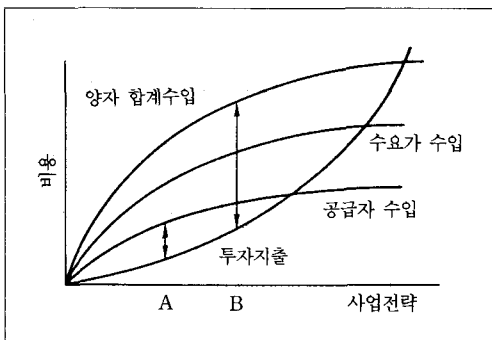
지금까지 논하여 온 변화는 주로 에너지 발생측의 문제였지만 에너지의 소비측에서도 큰 변화가 보인다.

DSM(Demand Side Management)은 다양한 전기이용 형태를 말단의 수요자에게 제공함으로써 공급측과 수요측 양자의 총이익을 최대화 하고자 하는 것이다. 종래의 Load Management가 공급측의 견지에서 부하제어를 하던 것에 대하여 DSM에서는 공급측과 수요측이 정보를 교환하며 상호 경제성을 추구하는 결과, 총합적인 효율화를 기할 수 있다(그림 3 참조).

지금까지 전력회사는 수용가가 필요로 하는 만큼의 전력을 공급하는 것을 의무로 하고 수용가의 소비억제에 대해서는 적극적으로 아니었다. 그러나 부하율의 악화에 따른 전원증설을 전력회사만이 불경제를 각오하고 부담하는 데는 문제가 있다. 그래서 수용가측의 노력과 협력을 얻어 부하율을 향상시키고 전원증설을 억제하여 경제효율을 높이는 것이 사회 전체로 보아 득책임을 인식하기 시작하였다. 최근에는 DSM도 전원계획에 큰 영향을 주는 한 요소로서 연구가 진행되고 있으며 수용가와 공급자간에 정보교환을 하면서 부하를 유연하게 운용하는 民生機器로서 새로운 비즈니스시장을 형성할 것으로 기대하고 있다.

### 6. 연대강화

전력회사간의 전력유통은 지금까지는 적게 억제되도록 시도되고 있었으나, 전국규모에서의 전원활용을 추진하기 위하여 연계선潮流를 증대시킬 필요가 있게 되었다. 이 때문에 연계선을 강화하기 위하여 직류송전과 전력용반도체기기를



(그림 3) DSM에 의한 종합적 효율화

## 해외기술

사용한 새로운 계통기기(FACTS)에 주목하게 되었다. 동사에서도 대규모시뮬레이터를 도입하는 등 개발에 힘쓰고 있다.

## 7. 전력계통의 장래에 대한 키워드

이상과 같은 전기사업에 대한 사회적 요청의 변화를 정리하면 전기사업을 지탱하는 메이커로서 다음과 같은 키워드를 의식하여 사회에 공헌함이 중요하게 된다.

### (1) 地球規模/社會的 視野로 문제를 포착한다

최근의 에너지·환경·경제문제를 보아도 알 수 있듯이 논의 기반이 지구규모로 되었기 때문에 국제적인 컨센서스를 의식하여 문제해결에 임할 필요가 있다.

또 국내문제일지라도 제품이나 서비스가 사회에 대하여 어떠한 공헌을 하는가를 이전보다 더 의식하면서 공급할 필요가 있다. 예를 들면 특정부분의 최적화만에 문제를 한정하면 사회나 조직이 바라는 시스템 전체의 최적화와는 일치하지 않는 경우가 있게 된다는 것에 유의하여야 한다.

### (2) 단순한 대규모 문제로서가 아니라 복잡한 소규모 문제로서 문제를 포착한다

종전의 문제해결에의 어프로치는 문제를 분리분할하여 단순화한 후에 개개의 문제를 단독으로 해결하고자 하였다. 컴퓨터기술의 향상으로 대규모문제도 어려움없이 풀 수 있도록 되었으나 많은 문제는 線形化되어 定式化하기 쉬운 문제로 바뀌어 왔다. 소규모라도 비선형을 포함하는 복잡한 문제는 아직도 어려우며 일반적인 해법이 확립되어 있다고는 말하기 어렵다. 문제를 축소시켜 풀기 쉬운 문제만을 푸는 것이 아니라 큰 시스템전체를 내다보는 橫斷的인 사고에 기초하여 문제의 해결에 맞서나아가야 하게 되었다.

### (3) 다른 분야에 걸친 문제로서 과제를 설정하고 해결한다 종전의 대학의 이학·공학계의 학과에서 보듯이 자연과학

분야는 종적으로 분류되고 또 개개의 전문분야로 세분화되어 왔다. 그러나 지금까지 논한 최근의 과제에는 분리분할이 어려운 것이 태반이다. 이학·공학이라고 하는 자연과학내의 융합뿐만 아니라 사회과학에 걸치는 것도 많아지고 있다. 종래는 각분야의 전문가가 횡적인 교류를 하기가 쉽지 않았으나 최근의 인터넷이나 정보미디어를 통하여 비교적 간단하게 정보교환을 할 수 있게 된 것은 特筆하여야 할 것이다.

### (4) 既成제도·개념을 재검토하여 재구축한다

지금까지의 제도나 업무의 흐름이 크게 변화하고 있는 현재, 그전의 틀을 전제로 일을 추진할 필요는 없다. 전기사업법의 개정으로 전력회사의 겸업규제가 완화되어 DSM기기의 제조·판매·리스사업이나 熱併合事業에의 직접참여가 자유롭게 되어 새로운 사업전개의 가능성이 있다. 또 전기사업 전체가 밖에서 보아 투명도가 높아지고 있는 현재, 지금까지의 업무에 대하여도 합리적이고 설득력있는 프로세스가 요망되고 있다. 메이커로서는 이와 같은 요청에 응할 수 있도록 업무지원을 창조할 필요가 있다. 또 메이커自社內的 업무에 대하여도 대폭적인 원가저감을 달성하도록 요망되고 있어 개발설계에서 제조·유지보수에 이르기까지의 프로세스를 재검토할 필요가 있을 것이다. 이와 같은 문제에 대하여도 최근의 컴퓨터네트워크기술을 구사하여 CALS(Commerce At Light Speed)와 CSCW(Computer Supported Co-operative Work)를 활용하는 것이 중요하다.

### (5) 전략적으로 집중과 분산을 도모한다

전력계통은 정보의 네트워크와 에너지의 네트워크가 혼재하는 복합시스템이다. 그래서 지금이라도 스케일메리트를 바랄 수 있는 대형기구나 분산화로 나아가는 정보망, 간소화·재구성되는 제어소 등이 복잡하게 혼재하게 된다. 특히 정보네트워크와 컴퓨터 시스템은 기술혁신이 빨라 지금까지의 기술적제약이 제거되려 하고 있다. 이들 제약은 취할 수 있

는 선택출기를 한정시키고 있었기 때문에 시스템설계자는 오히려 고민할 일이 없었지만 제약이 없어짐으로써 설계의 자유도가 높아지면 거기에는 창의나 독자성이 풍부한 설계 사상과 풀리시가 필요하게 된다.

### 8. 소프트계 사이언스의 중요성

고전적인 과학기술은 자연이나 물리현상을 취급하여 유일한 진리를 추구하여 왔다. 이 학문분야의 중요성은 현재도 쇠퇴함이 없으나 지금까지 논한 문제를 해결하기 위해서는 새로운 패러다임이 필요하게 된다. 소프트계 사이언스는 인간사회를 포함한 시스템을 취급하는 학문체계이며 광의로는 인간이나 사회의 지적활동·사고 그 자체를 대상으로 한다. 애매한 요소를 포함하고 있는 인간이나 사회의 영향을 강하게 받아 복잡하고 多用한 목적을 갖는 전력시스템의 금후의 연구개발에는 이들의 소프트계 사이언스가 중요하게 된다.

이 학문체계는 성과에 대한 객관적인 평가가 어렵고 異分野間的 상호연대가 아직 불충분하여 발전이 늦어지고 있으나 다음과 같은 전력분야의 과제에의 적용이 요망되고 있다.

#### (1) 건설계획

종래부터 발전소나 송전망의 계획은 계산기에 의한 지원이 어려웠으나 DSM의 보급과 IPP(Independent Power Producer)의 참여로 더욱 검토가 복잡해졌다. 환경이나 美觀에 관한 제약도 감정론이 아니라 객관적인 증거의 축적으로 콘센서스를 얻을 필요가 있다.

#### (2) 운전제어

시스템의 신뢰성을 99.999...로 표시하거나 “결코 있을 수 없다”라는 표현은 오히려 불성실한 것으로 받아들여 지게 되어 예상외의 事象에 대하여도 유연하게 대응할 수 있는 시스템이 요망되고 있다. 여기에는 휴먼에러라든가 천재와 같은 事象도 포함하는 것이 바람직하다. 또 운전지침

의 근거를 명확히 하거나 지침을 재검토하는 것과 같은 근본적인 작업도 기회를 놓치지 않고 행할 필요가 있을 것이다.

#### (3) 해석

해석툴, 모델개발, 계산기환경 등은 진전되고 있으나 데이터에 관하여는 과제가 많다. 예를 들면 부하특성은 안정도에 큰 영향을 미치게 되지만 실측데이터가 반드시 활용되지 않으며 그 설정은 유저의 판단에 맡겨지기도 한다. 또 해석결과를 보고 현상을 해석하는 기술은 계산기속도가 훨씬 늦던 시대의 기술자쪽이 우수하다고 하며 현상파악력의 테크놀로지 트랜스퍼는 큰 문제로 되어 있다.

### 9. 맺음말

동사의 표어는 “소시어 테크(사회에 공헌하는 기술)”이다. 이 표어가 만들어졌을 당시에는 개인주의가 한창인 시대여서 시대에 맞지 않는다고 생각한 사람도 있었다. 그러나 최근에는 이 표어가 의도하는 바를 재인식하는 사람이 많다.

시대는 여러 형태로 변화되어 가겠지만 앞으로도 새로운 전력계통기술을 확립하여 나가는 것이 우리들 종합전기메이커의 사명임을 명심하여 계속 노력하고자 한다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作権은 三菱電機(株)에 있고 번역 책임은 大韓電氣協會에 있습니다.