

변전소 인텔리전트화의 동향

전력 규제완화, 지구환경문제 등의 사회환경 변화와 IT화를 비롯한 기술혁신으로 전력시스템을 둘러싼 환경이 크게 변화하고 있다. 이러한 동향을 두 개의 축으로 구분하여 분석해 보고자 한다. 하나의 축은 사회제도의 변화축이고 또 하나의 축은 전력의 공급측과 수용가측으로의 분류이다. 이 두 개의 축으로 나눌 수 있는 4개의 분야별로 새로운 비즈니스의 동향과 그에 맞는 기술개발의 방향을 소개한다. 전력거래를 위한 시스템 개발, 수용가토탈서비스의 인프라 만들기, ESCO 등의 에너지절약 비즈니스, 시설기의 라이프사이클을 통한 코스트다운 등이 각 분야에 대응한 니즈라고 할 수 있을 것이다. 이러한 가운데 전력시스템을 구성하는 네트워크 중 노드에 해당하는 변전소의 역할에 대한 변혁이 요구되고 있으며, 사회적 니즈인 라이프사이클을 통한 코스트다운을 지향한 변전소의 설계를 실시하기로 하였다. 기기의 코스트는 주어진 기능수에 대하여 비선형 특성을 갖고 있다. 그 때문에 기능 삭감에 의한 코스트다운은 참뜻의 코스트저감으로 이어지는 것은 아니다. 필요한 기능만을 쌓아올리는 설계가 필요하다. 이제까지, 하드웨어만으로 구성되어 있던 변전소에 소프트웨어를 도입하여 시스템으로서의 인텔리전스를 부가하도록 요망되고 있다. 어디까지 소프트웨어를 늘릴 수 있는지 그 최적화도 검토하고 있다. 변전소의 인텔리전트화의 니즈를 살펴보았다.

1. 머리말

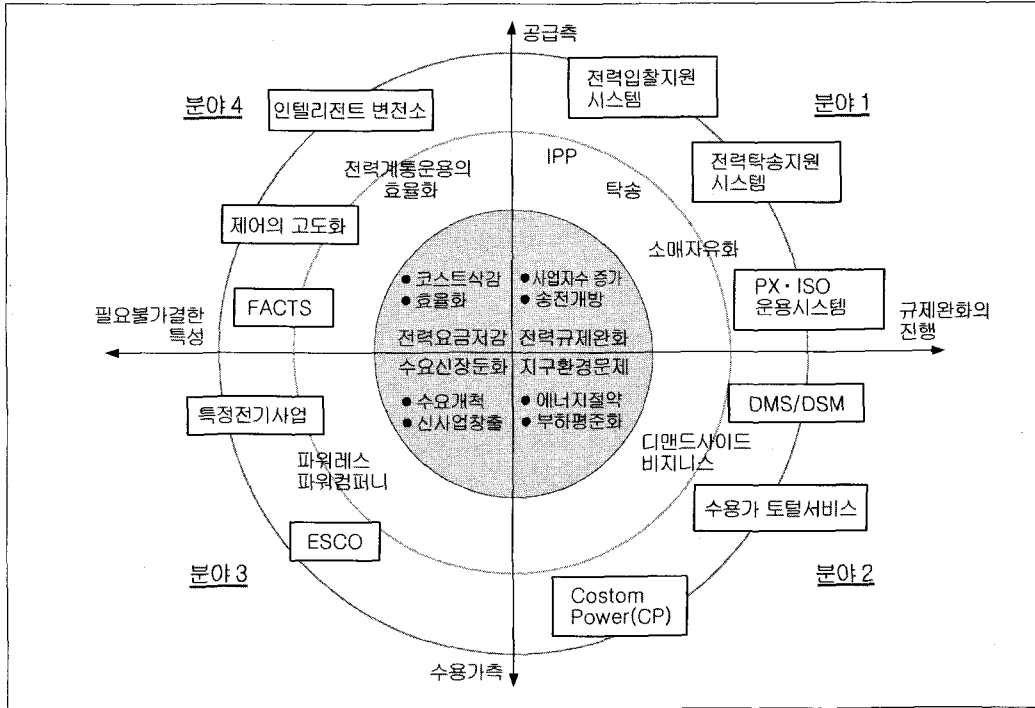
전력 규제완화, 지구환경문제 등의 사회환경 변화와 IT화를 비롯한 기술혁신으로 전력산업을 둘러싼 환경은 크게 변하고 있다. 본고에서는 전력산업이 지향하는 방향을 살펴보고 새로운 비즈니스 동향과 그에 부응한 메이커로서의 기술개발의 방향성을 소개한다. 이러한 가운데 전력시스템을 구성하는 네트워크 중의 노드인 변전소의 역할에 대한 변혁이 요구되고 있다. 전력시스템을 인간의 뇌신경망에 비유하면 변전소는 신경노드에 대응한다. 그

기능을 인텔리전트화하는 것이 필요하게 되었음은 분명하다.

2. 전력시스템을 둘러싼 환경의 변화

전력시스템을 둘러싼 변화를 두 개의 축으로 나누어 볼 수 있다.

하나의 축은 현재 추진되고 있는 규제완화, 자유화라고 하는 사회제도의 변화이다. 각국에서 전력의 규제완화가 진전되고 그러한 가운데 미국 캘리포니아에서는 제도상



〈전력분야에서의 비즈니스 동향〉

전력시스템을 둘러싼 환경을 2개의 축으로 분류하여 각 분야에서의 조류와 필요한 기술에 대하여 종합하였다. 이 중에서 인텔리전트 변전소의 필요성을 엿볼 수 있다.

의 실패로 인한 전력위기가 발생하고 있다. 일본에서도 전력요금의 적정화와 신산업의 창출을 위한 규제완화가 요구되고 있는데, 일본의 문화풍토에 맞는 독자적인 규제완화의 길을 찾을 필요가 있다. 또한 동시에 이러한 규제완화의 동향에도 불구하고 사회제도가 어떻게 변화하여도 전력시스템이 필요로 하는 필요불가결한 특성도 존재하고 있다.

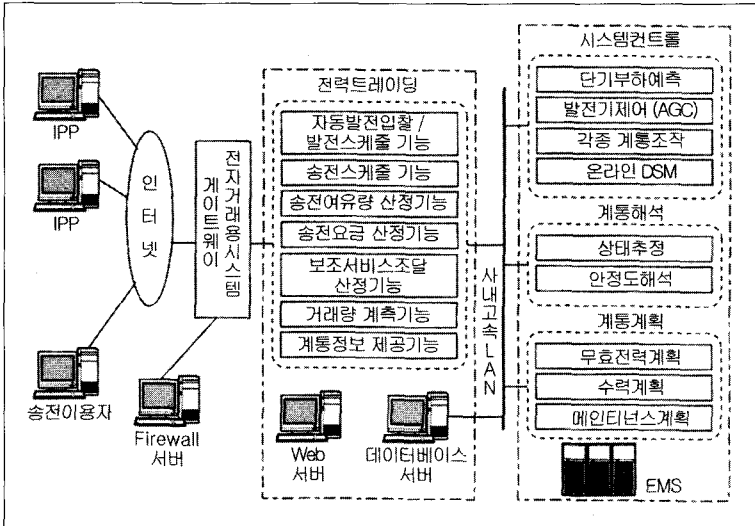
또 하나의 축은 환경변화속에서 사업의 전개를 전력의 공급측(발전에서 송변전까지를 포함)에 중점을 둘 것인가, 수용가측(배전에서 최종 수용가까지)에 중점을 둘 것인가의 방향이다. 이것을 종축으로 한다.

이 두 개의 축에 의해서 전력시스템을 둘러싼 동향과 검토하여야 할 기술개발 분야는 크게 넷으로 나눌 수 있

다(위 그림). 각각의 분야에 대한 특징을 살펴보자.

먼저 자유화가 진전되는 가운데 공급사이드분야(위 그림의 분야 1)에서는 송전계통의 개방, 새로운 발전사업자의 참가 등의 규제완화가 종래의 전력시스템에는 없었던 새로운 흐름이 된다. 전원 신규참가자의 증가와 앞으로 전력거래가 시작될 가능성이 있다. 그럴 때 필요하게 될 기술개발은 전력거래를 위한 정보관련기술이다(그림 1 참조). 이미 지난 4월부터 중앙급전연합지령소에서는 각 전력회사, 특정규모전기사업자(PPS) 간에서의 전력의 경제적유통이 인터넷상에서 개시되고 있다. 미쓰비시電機도 이를 위한 시스템을 납품하여 순조롭게 업무가 운용되고 있다.

다음으로 자유화가 진전되는 가운데 수요사이드분야

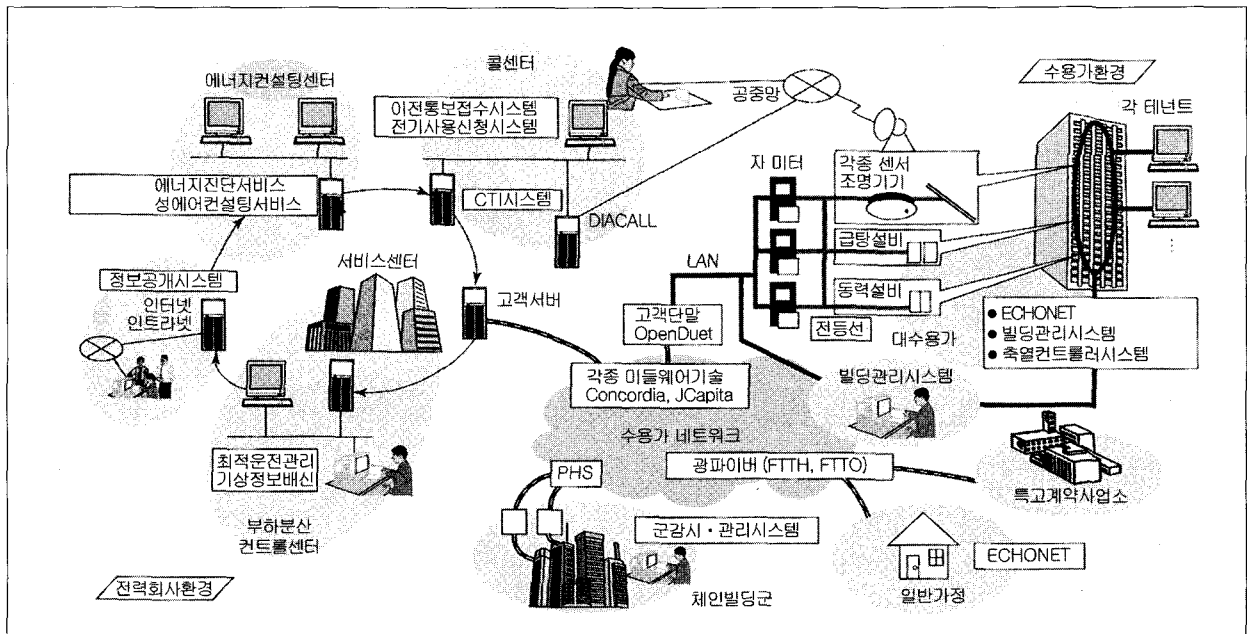


〈그림 1〉 전력거래기능을 도입한 전력계통제어시스템

로운 형태의 사업지원이 생긴다. 그를 위한 기술개발로는 배전변전소의 자동화를 진전시킨 Distribution Management System(DSM)과 전력회사가 중심이 되어 추진할 것으로 생각되는 수용가토털서비스시스템 등을 들 수 있다. 수용가토털서비스란, 수용가측의 전력에 관계되는 모든 정보를 리얼타임으로 전력회사에 전달하고, 전력회사측에서는 이들 정보를 처리하여 수용가측에 시기에 알맞은 정보를 제공함으로써 새로운 사업을 창출하는 구성(구조)이다(그림 2 참조). 현재 동사도 각 전력회사와 공동으로 이러한 시스템을 개발하고 있다.

(53p 그림의 분야 2)를 보자. 여기서는 전력회사의 수요측에서의 새로운 사업과 메이커로서는 배전측에서의 새

제3의 영역은 전력시스템의 필요불가결한 특성을 갖는 수요측의 분야이다(53p 그림의 분야 3). 이 분야에서는

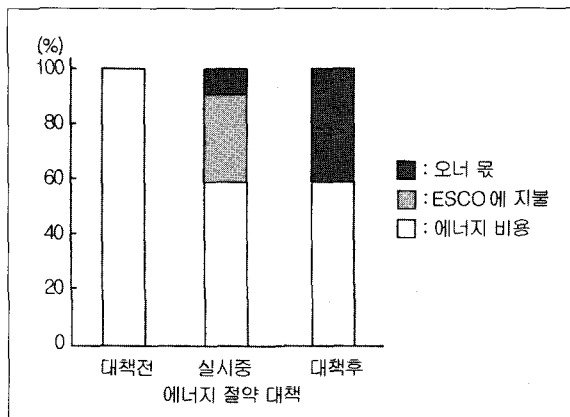


〈그림 2〉 수용가 토털서비스시스템

전력회사는 크게 그 사업범위를 바꾸어갈 것이 예상된다. 이러한 특성은 전력회사의 파워레스 파워컴퍼니화를 생각할 수 있다. 발전부문을 외부화함으로써 자체적으로 발전하지 않는다는 의미에서의 “파워레스”화, 에너지절약을 사업으로 한다는 의미에서의 “파워레스”화, 거기에다 종래 지역독점에 의해 갖고 있던 권력을 상실하는 의미에서의 “파워레스”화의 세가지를 의미하고 있다.

이런 가운데 새로운 사업으로서는 지구환경대응에서의 에너지절약사업과 ESCO 등이 이에 해당할 것이다. ESCO 사업이란 에너지절약·자원절약을 컨설턴트로서 지도하여 에너지절약 설비를 공급·설치함과 동시에 그것에 필요한 자금도 제공하는 것으로, 수용가에게도 커다란 메리트를 제공하면서 이익을 얻는 것을 말한다(그림 3 참조). 그를 위해 필요한 기술은 다기(多岐)하며 에너지절약기술 외에 코제너레이션 등의 발전기술도 포함되게 된다. 동사에서는 마이크로가스터빈의 사업화가 순조롭게 전개되기 시작하고 있다.

마지막으로는 전력시스템에 필요불가결한 특성에 있어서의 공급측분야이다(53p 그림의 분야 4). 이 분야에서의 기기·시스템 개발은 종래의 연장선상에 있는 것으로



〈그림 3〉 ESCO 사업

생각하기 쉬우나 새로운 컨셉트로서의 개발이 필요해지고 있다. 규제완화의 상황에도 불구하고 필연적으로 요구되는 전력기기의 코스트다운, 특히 라이프사이클에서의 평가를 니즈로서 받아들이게 되었다. 다음 장에서는 이 분야에서의 변전관계에 미치는 영향을 살펴보자.

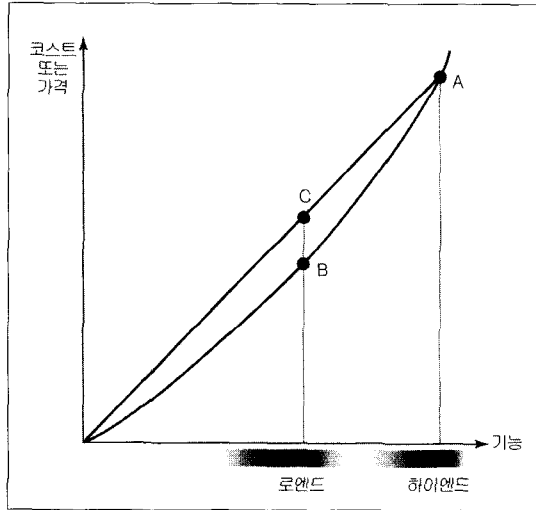
3. 변전기기에 미치는 영향

전력시스템에 있어서 필요불가결한 특성 중 공급측 송변전분야 기술을 우리들은 SMART라는 컨셉트로 제공하려고 생각한다. 이것은 Simple(간단), Maintenance-Free(메인テナンス 불요), Autonomous(자율적), Robust(완강), Transparent(투명)의 5개의 특성의 머리글자를 딴 것이다(그림 4 참조). 이러한 개념 아래서 제공하는 장치나 시스템을 설계·제작하는데 마음을 쓰고 있다. 이러한 컨셉트에 기초하면서 코스트다운 요구에 다음과 같은 생각으로 대처하고 있다.

기와 제어시스템의 코스트는 주어진 사양과 필요로 하는 복잡한 내용에 대해 선형(線形, 線狀)은 아니다. 즉 필요한 기능이 배가되었을 때에 코스트는 2배 이상인다는 것이다. 오히려 코스트는 2차곡선적인 특성을 갖는다는 것이 밝혀져 있다. 즉 2배가 아니라 4배가 된다는 것이다. 그 때문에 어떤 사양에 의해 만들어진 장치나 시스템에서 사양을 빼서 코스트다운을 도모하여도 바람직한 염가의 기기나 시스템은 제공할 수 없는 것이다. 오히려 다시 한번 기본부터 사양을 재검토하여 필요한 기능만



〈그림 4〉 SMART의 개념

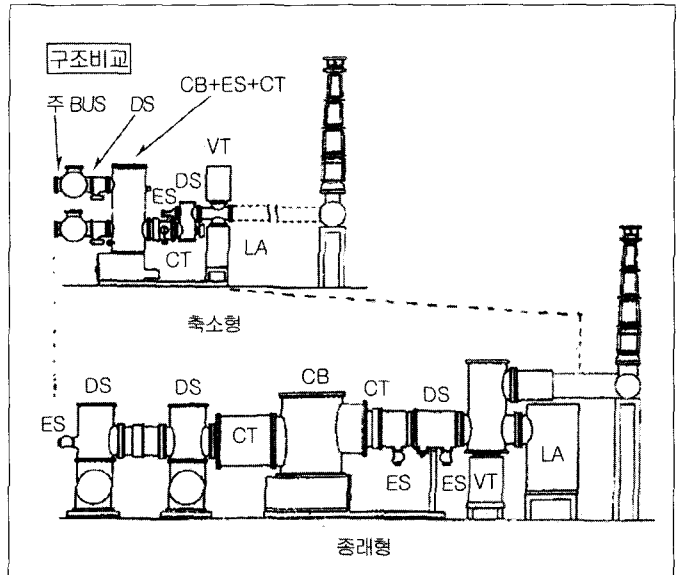


〈그림 5〉 참 코스트다운 방책

을 넣은 장치와 시스템을 설계하여야 할 것이다. 이 개념을 설명한 것이 그림 5이다. 즉 필요로 하는 기기 사양과 가격이 점A로 주어질 때 이 기기의 사양을 줄여 코스트 다운하려고 원점을 구해가면 점C를 얻는다. 한편 기본으로 돌아가서 필요로 하는 기능만을 취하는 즉 원점부터 스타트하면 점B를 실현할 수 있어, 이때의 코스트는 전술한 점C에 비하면 싸게 할 수 있다. 이러한 코스트다운을 SMART라는 개념하에 실현시키는 것이 필요하다.

현실적으로는 여러 가지 사양의 기기가 요구되는 일이 있다. 이에 대응하기 위해서는 기기 및 시스템에 ‘하이엔드’(고기능으로 고가)와 ‘로엔드’(합리적기능으로 염가)의 제품과 시스템을 준비하는 것이 바람직하다. 그 구체적인 예를 몇 가지 들어보자.

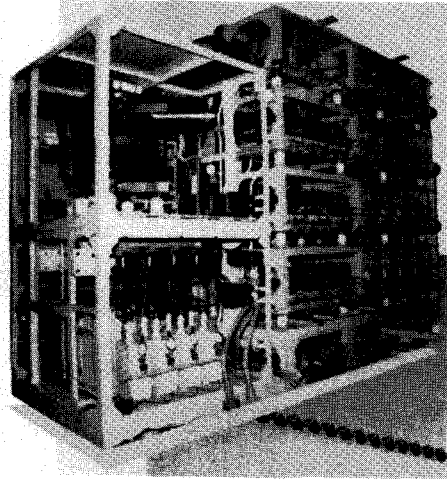
GIS에서는 대용량·고성능 기기의 대표로서 UHV(100만V)용 기기를 전형적인 것으로 들 수 있다. 그와 반대로, 기능을 합리화하여 저가격으로 실현할 수 있는 ‘로엔드’의 GIS도 개발하고 있다. 이것이 초고압용 축소형 GIS이다(그림 6 참조).



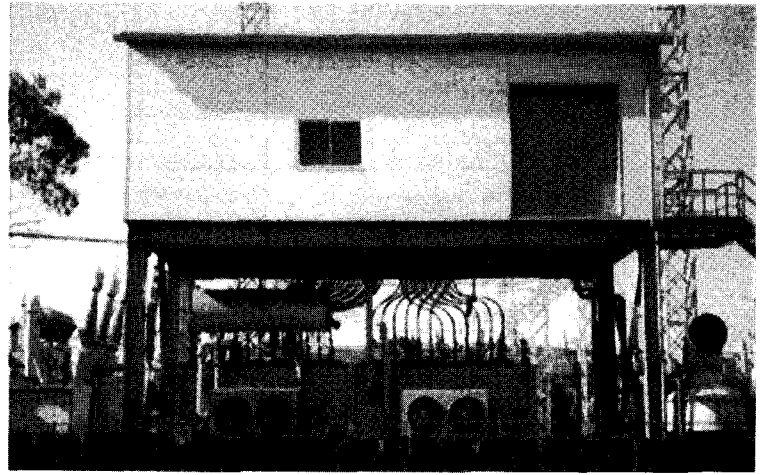
〈그림 6〉 GIS

또 직류송전용 기술을 보면 대용량의 계통연계나 주파수변환소에는 종래형의 300MW 규모의 사이리스터를 사용한 타력식(他勵式) 직류장치가 사용된다. 한편 소용량으로 단락전류가 적은 계통에서의 직류송전에서는 GTO를 사용한 자력식의 직류장치가 사용된다. 이것은 10MW 정도의 패키지화된 밸브를 쌓아올림으로써 실현할 수 있는 기기이다. 동사에서도 HVDC의 개발을 마치고 있는데(그림 7 참조), ABB(Asea Brown Boveri)사는 이러한 장치를 HVDC-light라고 명명하여 제품화하고 있다.

다음에 계통제어영역을 보자. ‘하이엔드’ 시스템으로서 는 중앙급전지령소용이나 계통급전제어소, 지방급전지령소용의 시스템 등 고기능이 요구되는 시스템을 들 수가 있다. 현재로는 오픈 분산아키텍처를 채용한 멀티벤더형 시스템이 도쿄電力의 지방급전지령소용 시스템과 도후쿠電力의 중앙급전지령소에 도입되어 있다(그림 8 참조). 한편 같은 생각으로 배전용변전소의 제어시스템으로서



〈그림 7〉 HVDC



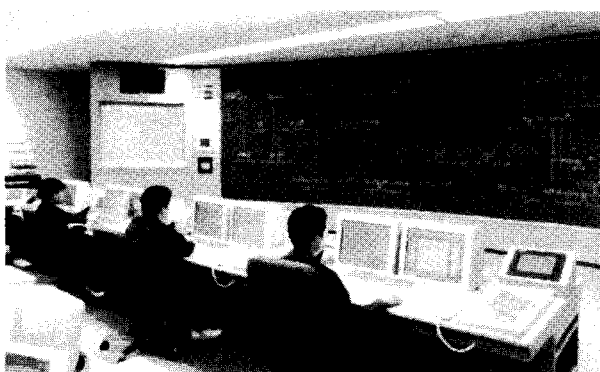
〈그림 9〉 STATCOM

DMS가 타이완電力용 등으로 패키지형시스템으로 개발되고 있다.

다음으로 최근에 널리 채용되고 있는 FACTS(유연한 교류송전시스템)로서 STATCOM(정지형무효전력공급장치)을 들어보자. 고기능·다기능형 STATCOM으로는 간사이電力에 납품한 SVG라고 하는 장치를 ‘하이엔드’ 제품으로 들 수 있을 것이다. 이것은 수력발전소로부터의 전력을 안정되게 송전하기 위하여 설치된 것으로, 80MVA라는 대용량으로 개별설계에 기초한 것이다.

한편 가반형(可搬型)로 콤팩트한 STATCOM으로서 20MVA의 것도 개발하고 있다. 이 장치는 필요한 용량과 설치장소에 따라 조합하여 사용하는 것을 목적으로 개발되고 있다(그림 9 참조).

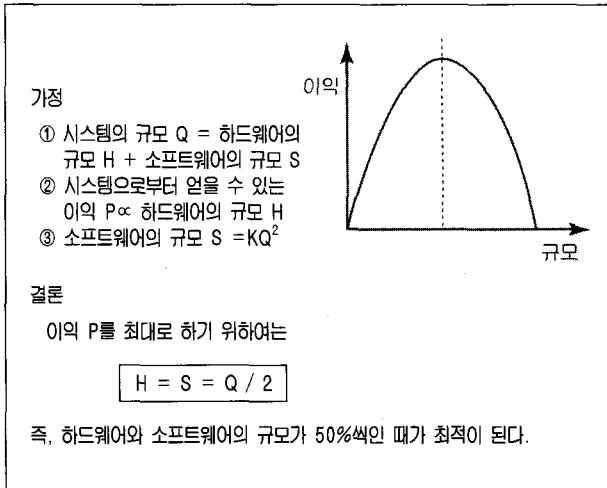
이러한 ‘하이엔드’와 ‘로엔드’의 2계열의 제품화 구상을 추진하여 보다 한층 더 표준화를 도모하는 것이 필요하다고 생각하고 있다. 예를 들어 해외 메이커에서는 완전한 표준화를 시행하고 있는 곳이 많다. 그런 경우에 특징적인 것은 표준제품의 변경방법도 표준화되어 있는 점이다. 즉 어떤 표준제품을 개발할 때 고객의 요구에 응하여 사양변경을 할 수 있는 기능도 처음부터 표준화하여 준비해 두는 것이다. 이러한 생각으로 이번에 개발·설계한 것이 “인텔리전트변전소”이다.



〈그림 8〉 SCADA

4. 변전소의 인텔리전트화

이러한 전력을 둘러싼 환경변화속에 IT가 미치는 기술혁신 효과는 크다. IT란 디지털기술을 네트워크상에서 활용하는 것으로 정의할 수 있을 것이다. 이상에서 기술



〈그림 10〉 소프트웨어와 하드웨어의 비율

한 SMART 컨셉트에 기초하여 IT를 활용하여 탄생한 것이 인텔리전트변전소이다.

이것은 고객니즈를 남보다 먼저 받아들여 필요한 기능을 쌓아올려 완성한 저코스트의 시대에 맞는 기기이다. 코스트측에는 변전소의 라이프사이클로서의 생애(生涯) 코스트 저감에 대한 생각을 도입하고 있다. 즉 설계, 제작, 설치, 운전, 유지보수 전체를 총합하였을 때의 코스트를 최소로 한다는 생각이다.

인텔리전트화란 하드웨어의 기기 그자체가 지적기능을 갖는 것으로, 당연히 소프트웨어를 도입한 시스템적인 것이 아니면 안된다. 인텔리전트는 시스템에 의해서 실현되는 것이다. 특히 시스템은 하드웨어와 소프트웨어의 화(和)로 성립되어 있다(그림 10의 가정 ①). 그 비율은 얼마가 좋은지, 여기서 검토하여 보자. 하드웨어가 필요한 규모는 그 시스템의 규모에 비례하여 요구된다. 한편 소프트웨어의 규모는 시스템규모의 2승에 비례하여 필요로 한다는 것을 알고 있다(그림 10의 가정 ③). 그런데 이익을 내는 것은 하드웨어이므로 이것들을 그림의 가정과 같이 정식화(定式化)할 수 있다. 그러면 이 식으로부터 이

이익의 최대를 구해 보면 하드웨어와 소프트웨어의 비율이 반(半)씩인 경우가 된다. 인텔리전트변전소에는 규모의 반을 소프트웨어로 실현하는 것이 요구된다. 지금까지의 기기는 모든 기능을 하드웨어로 실현하기로 하고 있었기 때문에 이러한 발상의 전환은 커다란 기술혁신을 부르고 있다.

5. 맺음말

본고에서는 전력을 둘러싼 사회환경, 기술환경을 널리 탐색하고 그 중에서 변전소 인텔리전트화에의 필요성을 기술하였다. 하드웨어로 실현해 온 기능을 소프트웨어로 바꿈으로써 표준화와 라이프사이클 코스트를 늘려서 밑으로 내릴 수가 있다. 환경대책과 안전대책도 도입할 수가 있을 것이다. 당연히 새로운 센서 개발도 중요하다. 다음 세대에서는 보다 더한 기술개발로 광디지탈기술의 채용, 접지개폐기의 생략 등을 제안하고자 한다. 또한 동시에 간이형 변전소로서 MITS(Mitsubishi Information Technology Substation)의 개발에도 이어 가고 있다. 이에 대해서는 다른 기회에 소개하고자 한다.

새로운 기기와 시스템의 개발은 유저에게도 메이커에게도 활기를 불어넣을 것이다. 전력을 둘러싼 사업환경에는 어려움이 있으나 지금까지 키워온 좋은 관계를 앞으로 더 중히 여기면서 시대에 맞는 제품의 제공을 위해 기술 개발에 정진하고자 한다. ☒

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.