

# 전기과학의 변천과 신기술의 실현

이 승 원

서울대학교 공과대학 명예교수

인간은 자연에 존재하는 여러 가지 자원을 그들의 생활에 도움이 되는 물체로 변형시켜 왔고, 각종 에너지를 그들이 필요로 하는 형태로 변환시켜 왔으며 또 그들이 사는 환경을 더욱 안락하도록 개조하여 왔다. 이때 동원된 것이 바로 과학과 기술이다.

이 과학과 기술은 장기간에 걸쳐 자연의 관찰과 체험에 의하여 터득한 현상들을 지식화하고 그의 보편성을 추출, 법칙화하여, 그 법칙을 기반으로 갖가지 새로운 현상을 실현해보고 그 결과를 한층 더 정확한 법칙으로 정립하곤 했다. 이 결과가 과학기술이라는 이름으로 자리매김을 하기 시작한 것은 Renaissance시대의 Leonardo da Vinci, Copernics, Agricola 등과 같은 위인들이 체계적으로 검토한 결과를 종합적으로 정리 법칙화함으로써 19세기 초에 학문으로 정립된 것으로는 수학, 구조역학, 열역학, 전자기학 등이 있다.

이들의 대부분은 단순관찰이나 체험에 의해서 이루어진 것이 많다. 전기과학도 자석간의 인력(引力)·척력(斥力) 마찰전기에 의해 대전체 간에 작용하는 힘을 감지함으로써 시작되었으나 이것이 대전체간에 유기된 이종(+, -) 전자간에 작용하는 힘일 것이라는 가정이 사

실로 확인되었고 또 이때 이종전자가 상대적으로 이동할 때 그 힘이 크게 증가함도 알아내 법칙화했다. 이 외에 이와 같은 순서로 수많은 과학적 법칙을 유도해냄으로써 현재와 같이 대전력을 발생시키는 단계에 이르렀고 또 이의 수송(輸送), 배분(配分), 저장(貯藏) 및 각종 이용(利用) 기술을 탄생시킨 것이다.

이와 같이 전기과학은 다른 과학들과는 달리 단순한 경험에 의해서만 알아낸 것이 아니라 Renaissance 이래의 많은 전기과학자들 즉 Coulomb, Ohm, Faraday, Gauss, Ampere 등 여러 학자들이 전자력을 다루는 법칙을 정립한 과학으로서 그 난이도가 대단히 높아 화석연료의 연소시 발생한 열로 증기를 발생시킬 때 발생하는 압력을 다루기 위해 정립된 열역학 등과는 큰 차이가 있다.

이 전기과학은 열역학보다 늦게 탄생되기는 하였지만 그에 의해 발전하기 시작한

## 과학기술

공업사회를, 전기Energy의 변환에 의한 동력으로의 변환을 다루는 **전력공학**의 출현으로 현재와 같은 고도 공업사회로 발전케 된 것이다.

그 후 이 전기Energy는 그 변환의 용이성, 제어의 정밀·정확성, 전달의 신속성 때문에 동력으로 사용하는 외에 각종 신호를 전기신호로 바꾸어 통신수단으로 이용하기 시작함으로써 **전기통신공학**이라는 학문체계가 탄생했다. 이는 초기에는 전신전화로 교신하다가 Radio, TV방송을 실현시키기에 이르렀고 이에 관련된 기술 향상을 도모하던 중 진공관, 반도체 등이 출현하게 됨으로써 종전의 전기공학이나 통신공학과는 달리 전자가 진공상태에서 이동하는 현상을 실현시키는 진공관과 전자가 한 방향으로만 이동하는 반도체가 출현하게 됨으로써 이를 다루는 **전자공학**이라는 학문체계가 탄생되었다.

그 후 전기과학자들은 여기서 멈추지 않고 반도체의 성질을 이용하여 현재 인류문명을 크게 발전시키고 있는 Computer를 출현시켜 정보의 변형 축적도 가능하게 함으로써 Computer와 통신기술이 결합된 **정보통신공학**이라는 학문체계가 탄생되었다.

이는 Digital 수학의 발전과 더불어 이룩된 것인데 이로써 모든 정보 즉, 음성, 문자, 정지화상, 동화상, 음향 등 여러 정보를 증첩 및 압축시켜 전송할 수 있게 했을 뿐 아니라 광케이블이 개발됨에 따라 초고

속으로 전송될 수 있게 함으로써 현재와 같은 IT 기술을 탄생케 하였다.

이 IT기술은 인간이 그 목적하는 바를 성취하기 위하여 최적행보를 할 수 있게 하는 기술인데 이를 지상이나 공중을 막론하고 밤낮을 가리지 않고 전달받을 수 있게 하기 위해서 6대주 5대양을 광케이블 망으로 덮어 씌어 놓고 있다. 이로써 IT기술은 인간의 지적능력에 의한 부가가치를 크게 향상시키고 있으나 인간의 물질적 욕구까지를 충족시키는데는 그리 큰 기여를 하지 못할 것으로 생각된다.

그리고 이 IT기술을 탄생시킨 요인 중의 하나인 반도체를 대용량, 고전압 대전력계통에서도 사용할 수 있게 함으로써 전력의 이용범위를 크게 확장시켰는데 이 학문을 **전력전자공학**이라고 부른다. 이는 전력의 주파수까지도 임의로 변경시킬 수 있고 직·교류 전환도 용이하게 할 수 있어 전동기의 속도를 쉽게 조절할 수 있다. 그로 인해 전력도 대폭 절약되게 하였다. 또 축전지 전력을 교류전력으로 용이하게 변환시킬 수 있어 무정전 전원장치를 출현케 하는 등 전기산업을 한층 확대시키는 효과를 거두게 하였다.

다음은 전기한 바 있는 Computer를 일반 생산라인에 삽입하면 가공능력이 다양화 될 수 있을 뿐 아니라 생산라인 내에 인간 대신 Robot를 삽입함으로써 자동화할 수 있어 무인공장도 실현할 수 있게 했는데 이 학문체계가 **자동제어공학**이다. 현재 바이오공학 유전공학의 발달로 노동력이 없는 노인 인구는 증가하고 노동가능인구는 감소하는 시대가 다가오고 있음을 감안할 때 이 자동제어 공학은 더욱 발달되어 모든 공장을 자동화함으로써 인력이 필요 없게 해야 된다.

이상 전기공학은 변화를 거듭하면서 더욱 인간생활을 편리하게 하는데 공헌해 왔다. 그러나 전기과학은 여기에

서 멈추지 않고 계속 발전하고 있다. 현재 개발단계에 있는 분야로서 가까운 장래에 획기적으로 발전, 곧 실용화 되어 또 한번 인류 사회에 절대적인 공헌을 할 학문분야가 있는데 그것은 초전도 공학과 태양광 발전공학이다.

초전도 공학은 1911년 네덜란드의 Onnes 교수가 헬륨의 액화실험 중 그 온도를 측정하다가 수은의 전기저항이 4K (-277°C)에서 완전히 0이 되는 것을 발견함으로써 시작된 학문이다. 그 후 많은 실험을 거쳐 대부분의 순수원소가 극저온에서 초전도성을 발휘하는 것을 알게는 되었으나 초전도성 발휘점 온도가 너무 낮아 실용화가 어려워 빛을 보지 못하다가 1987년 미국의 Houston 대학의 Chu 박사가 98K (-175°C)에서 초전도체가 되는 휘도륨과 산화바륨 및 산화그리의 化合物을 발견하였는데, 이는 액체질소 분위기 온도 이상에서 초전도성이 발휘되는 고온초전도체였으며 이를 계기로 초전도체의 실용화 연구가 활발해져 드디어 실용화 단계에 이르렀다. 이는 앞으로는 전력시설이나 기구의 도체는 모두 초전도화할 수 있음을 뜻한다.

최근 대전력수송을 위한 전력Cable에의 실용화가 실현될 단계에 이르고 있는 것은 대단히 고무적이다.

두번째의 태양광발전은 1939년 Edmond Boocurel에 의해 발견된 광전효과에 의해서 시작된 것이다. 이는 반도체를 이용하여 가동부분 없이 태양광 Energy를 직접 전기에너지로 변환시키는 발전방식으로서 1954년 미국의 Bell 연구소의 Chapin 박사에 의해 pn 접합으로 이루어진 반도체에 금지대보다 큰 파장의 광선이 입사되면 광기전력이 발생하는 Solar Cell이 발견된 후 여러 가지 Solar Cell이 개발되었는데 현재 실용가능성이 있는 것으로서는 a-si Solar Cell이 으뜸간다고 평가되고 있다. 그러나 이의 제작비가 \$5/W로 현재 발전소설비비의 5배에 달하고

있어 앞으로 더욱 경제성이 있도록 연구가 진행되고 있다. 그러나 현재 si 가격이 철강의 1000배에 달하고 있고 앞으로도 계속 상승할 것으로 예상되는 바 그 가격의 인하는 그리 쉽지 않을 것 같다. 그러던 중 최근 염료반응나노입자 산화치타늄 태양전지가 개발되었는데 그 제작비가 \$1/W로서 현재의 발전설비 단가와 같다.

이는 1991년 스위스의 EPFL(Ecole Polytechnique Federale)의 Oratzel씨에 의해 개발되었는데 우리 나라 전자통신연구원(ETRI)에서 이의 개량형을 개발한 바 있어 이에 의한 대량 태양광 발전이 우리 나라에서 이루어질 수 있게 되었다.

그간 IT부문 기술(포스트 工業化 기술)에 밀려 많은 전기Energy 기술자들이 소외되고 있었으나 이제부터는 상기 두 기술 실현을 위해 전력해야 할 때가 온 것이다.

현재 전세계적인 Energy 상황을 고려해볼 때 인구의 증가, 화석연료의 고갈 및 그의 사용으로 인한 공해 등으로 20~30년 이내에 새로운 에너지가 출현되지 않을 경우 우리 인류는 다시 원시시대의 생활상태로 되돌아갈 수밖에 없는 지경에 이르게 될 것이 분명한데, 이의 해결사는 태양광 발전기술의 주역을 담당할 우리 전력기술자일 것이다.

태양은 지구로부터 1억 5000만km의 우주공간을 통해서 지구표면 1m<sup>2</sup>당 1.4kW의 Energy를 공급하고 있다.

과학기술

이것은 1시간에 지구 표면에  $177 \times 10^{12}$  kW의 Energy를 공급하고 있는 것으로서 현재 지구상의 전인류가 1년간 소비하는 Energy에 상당하는 양이다. 태양의 수명은 영원하므로 지구에 공급하는 Energy도 영원할 것이며, 또 공해도 전무할 뿐 아니라 영원히 무상으로 공급되는 인류를 위해 조물주가 창조해준 최대의 선물인 것이다.

그런데 이 Solar Energy는 그 밀도가 낮고, 지구의 위도에 따라 Energy 밀도가 상이하며 흐릴때나 비나 눈이 올 때는 그 강도가 낮아지고 밤에는 전혀 공급되지 않는 결점이 있다.

그러나 밀도가 낮다는 것은 넓은 수광면적이 필요함을 뜻하는데 현재 전인류가 소요로 하는 전력은 현재의 지구상의 사막면적의 4%가 수광하는 태양광 발전량이면 충분하다고 하니 96%의 여유사막지대가 있으므로 에너지소비량이 증가하더라도 아무 문제가 없을 것이다.

그리고 밤이나 비 또는 눈이 올 때는 초전도전력 저장장치(SMES)를 구축해 잉여전력을 저장했다가 부족시에 방출하도록 하면 된다.

이상의 대책 외에 현재 IT기술이 광 Cable로 지구 전체를 하나의 통신망으로 엮어 놓고 위치나 시간에 구애되지 않고 Computer만 두드리면 필요한 정보를 전달받을 수 있도록 하고 있는데, 이왕이면 전력도 지구상 언제 어디서나 콘센트에 플러그만 꽂으면 전력을 사용할 수 있도록

할 수 있다. 이상의 시나리오를 충족시키기 위해서는 적도에 인접한 사막 중 우선 10% 정도를 수요처에 가장 효율적으로 전력공급이 가능하도록 분포시켜 발전소를 구축하고 또 앞서 기술한 목적을 달성시키기 위해 SMES를 적절히 배치, 이들 발전소들과 SMES들을 초전도Cable로 묶어놓고 그로부터 각국의 발전소 송전변압기 1차측에 전력전자기술로 구축된 Inverter에 의해 높은 교류전압을 인가함으로써 Worldwide Solar Electric Power Network를 구축한다.

즉 상기와 같이 지구차원 전력망을 구축, 항상 지구차원 Peak 전력이 공급될 수 있도록 적소에 상기한 발전소와 SMES를 배치함으로써 기후변동 및 주야의 변동에 관계없이 항상 일정 전력의 공급되도록 한다.

이렇게 할 경우 현재의 송배전설비 및 전력이용기구는 아무런 변동없이 사용할 수 있을 뿐 아니라 정보와 Energy 양자를 지구상 어디에서나 밤낮을 가리지 않고 이용할 수 있는 세상이 된다.

이런 세상은 지구상의 천국이 아니고 무엇이겠는가? 우리 다시 소매를 거뒤틀리고 범지구차원 태양광 전력망 구축에 나섭시다.

이상과 같이 전기과학의 변천을 검토하다 보니 앞으로 당분간은 우리 인류사회에 기여하는 기술분야는 크게 3분야 즉, 현재 각광을 받고 있는 IT 기술산업분야 (POST 산업 기술분야), 노인 인구의 증가로 인한 노동력 감축에 대처하기 위하여 생산시설을 자동화하는데 필요한 자동제어기술분야, 고갈되는 화석연료에너지를 대체하기 위한 태양광발전 전력기술분야로 나눌 수 있겠다.

그리고 끝으로 바라건데 이 Worldwide, Solar Electric Power System 구축은 \$1/W의 Solar Cell이 개발된 우리 나라에서 꼭 그 실현의 첫걸음이 시작되기를 간절히 바라마지 않는 바이다. ■