

# 21세기의 핵심기술 100

우리는 새로운 세기를 바로 9년 앞두고 있다. 지난 10년간 정보통신을 중심으로한 과학기술의 급속한 발전에 따라 기술력은 경제력이나 군사력과 함께 국력신장의 중요한 요소라는 인식이 더욱 높아져가고 있다. 이런 추세가 더욱 심화될 21세기의 핵심기술은 파연 어떤 것일까? 최근 일본경제기획청의 2010년 기술 예측위원회가 21세기초의 산업기술에 큰 영향을 줄 것으로 선정한 정보 및 전자기술, 신소재, 라이프사이언스, 에너지, 통신, 자동화, 환경, 운수 및 교통, 공간이용 등 9개분야에 걸친 1백항목의 핵심기술을 중심으로 21세기의 주요기술을 전망해 본다. <편집자>

경우라면 50정도이며 2015년 경에는 현재의 퍼크용 전원과 경합할 수 있다고 보고 있다. 연료전지 본체의 개발은 미국이 앞섰으나 일본은 맹렬하게 추격하고 있어 머지않아 따라잡을 것으로 보인다. 인산의 경우 민간베이스로 개발이 추진되고 있으나 실용화의 가장 큰 걸림돌은 코스트다운이다.

연료전지는 분산형전원으로서 가장 큰 기대를 걸고 있는 기술이다. 이 기술이 일단 시장에 도입되면 전기사업대 가스사업과 같이 에너지분야에서의 시장구조나 대규모 네트워크형 공급시스템을 주축으로 하는 전기사업의 비용구조와 대도시에서의 열·전력공급시스템등에 다양한 영향을 미칠 것으로 보인다.

## 에너지

### 39 연료전지

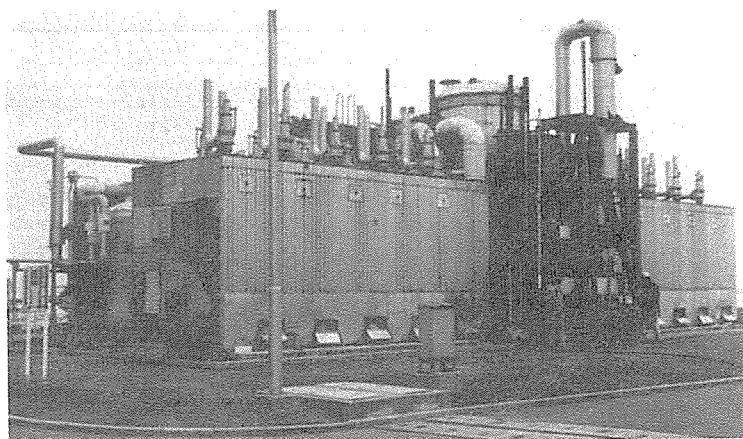
천연가스, 메탄올, 석탄 등을 연료로 하여 연소과정을 거치지 않고 이 자원들이 갖고 있는 화학에너지를 전기로 변환하는 기술이며 높은 에너지변환효율이나 또는 저공해성이 기대된다. 이미 인산형의 것은 개발되었으며 현재 용융탄산염이나 고체전해질을 사용한 연료전지의 연구개발이 추진되고 있다.

도심에 건설할 수 있는 소형의 전원으로서 그리고 열이용에 의한 에너지절약기술로 큰

기대를 걸고 있다. 실용화단계를 10으로 했을대 현시점의 연구개발단계는 인산에 한정하는

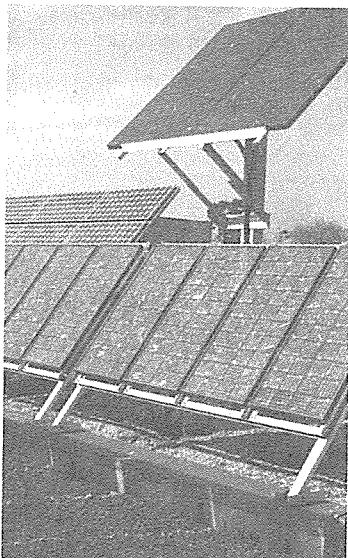
### 40 태양광전지

태양전지를 사용한 발전시스



◇ 일본 동경전력의 연료전지발전소 외관

템이다. 현재 택상용전자계산기, 방재용, 우주개발등 특수 용도에서는 이미 실용화되고 있으나 앞으로는 그외의 용도로 응용의 나래를 전개하는 일 이 당면한 과제가 된다. 일본



◇ 태양광전지패널

통신성의 「선샤인 프로젝트」에 서는 기존의 전력과의 경쟁이 가능한 20~30%엔/kWH의 수준까지 코스트를 끌어 내리는 것을 주요 목표로 삼고 태양전지의 제조코스트를 2000년까지 100-200엔/W로 달성하기 위해 양산기술 개발을 하고 있다.

실용화시기를 100으로 잡을 경우 현시점의 연구개발단계의 상대적수준은 60정도이며 실용화시기는 2010년경으로 잡고 있다. 연구개발의 국제적 비교를 보면 일본을 100으로 하는 경우 미국 80, 유럽 60정도로 보고 있다.

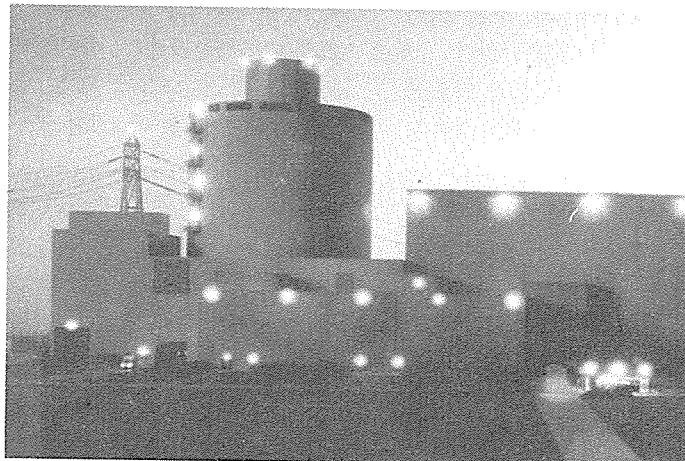
한편 태양광발전의 시장규모를 예측하는 일은 매우 어렵지만 어떤 보고에 따르면 2000년에는 약 5천억엔정도가 된다고 전망하고 있다. 태양광 발전이 산업경제에 미칠 긍정적인 영향은 전기기기산업(셀, 인버터, 전지)이나 비철금속산업(실리콘등의 가공)을 활성화시킬 것으로 보인다. 그러나 반면 종래의 석유, 석탄화력발전소 제조산업은 쇠퇴할 것으로 전망된다.

#### 41 소형고유안전경수로

고유안전성을 갖추고 플랜트 규모의 대형화에 의한 경제성보다는 유닛화 및 표준화에 의

간의 장기화등을 고려에 넣으면 이미 규모의 경제성을 상실하고 있는데 개발도상국에서의 이용을 고려에 넣으면 소규모의 로의 개발에 기대를 걸게 된다. 그래서 미국에서는 건설 단가의 저감, 공기의 단축, 운전보수의 용이성을 겨냥하는 연구가 추진되고 있고 1995-8년에는 미국전력연구소(EPRI)의 소형실험로의 설계증명취득을 계획하고 있다.

현시점에서는 미국의 개발이 단연 앞서고 있으며 일본에서는 대형경수로의 개량표준화와의 경합이나 고속증식로개발 및 플루토늄이용등 다른 것과 경합되고 있다 실용화단계를 100으로 하는 경우 현시점의



한 習熟效果 코스트다운을 시도할 목적의 소형경수로이다. 중력이나 자연대류, 축압 등 자연의 물리법칙을 이용하여 간소 및 정적인 안정성을 보전하는 것을 특징으로 한다.

미국의 원자력발전기술은 수요변동의 불확실성이거나 건설기

연구단계는 10정도이다. 2010년에는 실용화될 것으로 보인다.

소형경수로는 대형과 대치될 것이며 개발은 대형경수로와 거의 같은 전기기계나 수송기계가 핵심을 이루지만 관련부품이나 건설·보수점검분야는

◇ 경수로를 이용하는 원자력발전소 외관

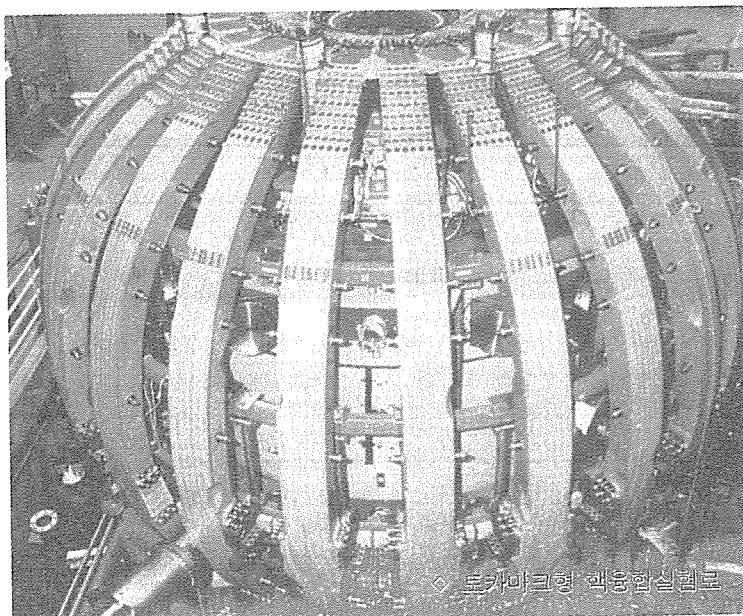
크게 바뀔 것으로 전망된다. 그러나 제조과정은 태반이 공장에서 이루어지게 될 것이며 시스템의 간소화로 관련서비스의 수요는 감소될 것이다. 또 소형경수로가 분산형 전원으로서 도입되는 경우나 화력 등 다른 전원과 경합되는 경우에는 전기사업의 계통운용등 비용구조에도 큰 영향을 미칠 것으로 보인다.

## 42 핵융합로

중수소나 3중수소등의 핵융합으로 발생하는 에너지를 이용하여 발전을 하는 장치다. 핵융합반응에는 중수소끼리 융합하는 D-D반응과 3중수소가 융합하는 D-T반응이 있다. 그러나 보다 기술적으로 어려운 D-D반응의 핵융합로가 실용화

되는 경우 해수속에 무한히 존재하는 중수소(해수 1입방m당 34g포함되어 있음. 이 1g은 석유 수톤에 상당한다)를 연료로 할 수 있기 때문에 인류는 에너지고갈문제에서 영원히 해방될 수 있을 것이다.

실용화시기를 100으로 하는 경우 현시점의 연구개발의 상대적단계는 20정도이며 실용화시기는 21세기 중반이나 될 것으로 보고 있다. 연구개발의 국제비교는 일본을 100으로 할 경우 유럽은 모두 120정도로 앞섰다고 보고 있다. 실용화에 앞서 해결되어야 할 기술에는 초전도자석의 개발, 플라즈마 가열장치의 개발, 강한 중성자 조사에 견딜수 있는 노구조재의 개발, 방사물질인 3중수소(토륨)의 취급기술의 개발, 핵융합에너지를 끄집어 내는 블랭킷기술 등을 들 수 있다.



핵융합로가 실용화되어 에너지원의 주류를 접하게 되는 경우에는 에너지산업의 구조변화가 일어 날 것으로 일부 산업에는 부정적인 영향을 줄 수 있으나 인류 전체로 볼 때 무한한 에너지원을 획득하게 되어 산업경제뿐만 아니라 전인류에게 헤아릴 수 없이 많은 긍정적 영향을 줄 것이다.

## 43 고속증식로

고속증식로는 발전하면서 소비한 것 이상의 핵 연료를 생성하는 회기적인 원자로이며 이 원자로가 실용화되면 우라늄자원이 수십배나 더 증가한 것과 같은 효과를 갖게 된다.

실용화시기를 100으로 잡을 경우 현시점의 연구개발의 상대적 단계는 60정도이며 실용화시기는 2025년경으로 전망하고 있다. 연구개발의 국제적 비교는 일본을 100으로 하는 경우 미국은 100, 유럽은 130정도로 보고 있다. 프랑스에서는 슈퍼피닉스라는 이름의 실증로(전기출력 1백 20만kw)가 1976년부터 운전중이며 현재 프랑스, 독일, 영국등이 공동으로 차기의 고속증식로 실증로의 개발을 하고 있다. 한편 일본은 1977년부터 실험로 ‘常陽’(열출력 10만kw)을 운전하고 있고 원형로 ‘몬주’(전기출력 28kw)를 1992년 후반을 목표로 건설중이다.

고속증식로의 시장규모를 예

축하기는 어려우나 원자력발전의 주류로서 건설이 추진되면 그 시장규모는 수십억달러로 어립된다. 산업경제에 미치는 긍정적인 영향은 최근 정체로 빠진 원자력관련산업이 활성화되는 한편 에너지공급의 안정화와 이산화탄소 배출의 억제 등에 기여할 것이다.

#### 44 고효율 히트펌프

종래의 2배정도 능력을 가진 냉난방, 급탕, 프로세스 가열용 히트펌프를 말하며 COP(성적계수)는 8이다. 일본은 84년부터 1992년 실용화를 목표로 개발을 추진해 오고 있다. 발전효율은 40%정도이기 때문에 전력을 열로 전환하는 경우 COP가 2.5미만일 때 전력 쇄어의 증대는 1차 에너지의 증가와 결부된다. 따라서 고효율 히트펌프는 에너지절약의 열쇠를 쥐는 기술로서 에너지분야에서는 중요도가 높은 기술이라고 할 수 있다.

일본의 경우 이미 연구개발은 상용화를 겨냥하여 추진되고 있고 온열전용형에서는 COP가 7.7에 이른다. 실용화 단계를 100으로 할 때 현시점의 연구개발단계는 85정도이며 1995년에는 실용화되고 2000년에는 경제성도 충분히 성립될 것으로 전망된다. 국제적으로 국제에너지기관(IEA)에서 개량형 히트펌프를 개발하고 있는데 이 분야에서는 일본이 앞섰다고 보고 있다.

수퍼히트펌프(SHP)로 냉난방과 급탕수요를 공급할 수 있고 발전효율도 끌어 올릴 수 있게 되면 실용영역의 COP 5 정도에서도 종래형의 비전력 냉난방, 공기조절기에 비해 일차에너지의 공급량을 반이하로 줄일 수 있다. 따라서 단순히 기존 에너지이용기를 대체하는데 머물지 않고 에너지와의 대체(에너지절약과 기기보급의 규모확대)가 진전될 것이다. 다만 기기의 제조는 기계부문에 속하기 때문에 극적인 구조 변화가 있으리라고는 생각되지 않는다.

산업부문에서도 전조나 저온 가열면에서의 기기대체가 진전되는 SHP는 식품등의 경공업을 보일러등의 대체가 이루어 질 것으로 보인다.

또 에너지산업에서도 냉난방·급탕을 주로 하는 가스사업이나 중소의 석유제품유통업은 가스(석유) 엔진HP를 개발하지 않는 한 큰 영향을 받을 것으로 전망된다.

#### 45 초전도전력저장시설

초전도전력저장시설은 극저온상태에서 전기저항이 0이 되는 초전도현상을 일으키는 대형코일을 지하에 설치하고 전기에너지를 저장하는 시설이다. 전력공급의 전원평준화시설로서 현재 양수식수력발전소, 압축공기저장 가스터빈발전시설 등이 개발되고 있으나 입지조건등의 제약이 있다. 그

래서 이 시설은 높은 효율의 전원평준화시설로서 21세기에는 주력시설이 될 것으로 전망된다.

실용화단계를 100으로 하는 경우 현시점에서의 연구개발단계는 30, 실용화시기는 2020년경이라고 보고 있다. 현시점에서의 연구개발의 국제비교는 일본을 100으로 하는 경우 미국은 250, 유럽은 30정도이며 일본은 미국보다 크게 뒤지고 있다.,

이 시설의 실용화에 앞서 해결해야 할 기술에는 경제적인 코일의 개발, 고온초전도기의 개발, 保冷시스템의 개발, 시설의 안전대책기술의 확립등을 들 수 있다. 초전도전력저장시설의 시장규모는 연간 약 80억 달러정도로 보고 있으며 관련기업연구소 수는 1백정도로 추정된다.

초전도전력저장시설이 산업에 미치는 긍정적인 영향으로서는 초전도코일을 제조하는 부품산업을 비롯하여 섭씨 영하 1백도이하의 극저온을 다루는 보냉기기제조 및 엔지니어링산업이 새로 형성되는 한편 종래의 중전기기산업, 금속재료산업 그리고 토목건설산업도 활성화될 것으로 기대되고 있다. 그러나 부정적인 영향으로서는 양수발전시설등과 관련된 산업이 위축될 것이다. 기술평가의 측면에서 볼때 발생 磁界의 생물, 지하수물질등에 대한 영향, 그리고 극저온열원의 지반등에 대한 영향을 들 수 있다.