

세계의 原子力發電 開發動向

—運轉中 26個國 425基 3억 3,600만kW—

日本原子力産業會議는 최근 1989년말 현재 세계 원자력발전소의 동향을 조사하여 「세계의 原子力發電 開發動向」報告書を 발표하였다. 다음에 이 보고서의 개요를 소개한다.

17%의 電力供給, 年間 4억톤의 石油節約

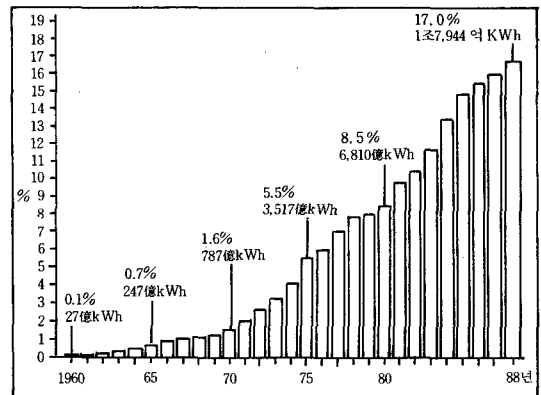
운전중인 원자력발전소를 보유하고 있는 나라는 1989년 12월말 현재 세계 26개국에서 설비용량은 3억3,600만kW가 되며, 세계 총 발전 전력량의 17%를 공급하고 있다. 이것은 연간 약 4억톤의 석유에 상당하며, 중동의 제1, 제2의 산유국인 사우디아라비아와 이라크의 연간 석유생산량(각각 2.57억톤, 1.27억톤 : 1988년 실적)을 합한 석유가 절약된다. 이 원자력 발전을 둘러싼 세계의 동향은 1989년 1년동안 급진적인 변화를 보였다.

세계의 원자력발전이 앞으로 어떤 성장을 보일 것인지 그 예측은 어려운 상황에 있으나, 국제원자력기구(IAEA)의 1989년 7월 예측에 의하면 원자력발전설비는 1995년에 3억7,700만~3억 8,300만kW이고, 총 발전설비에서 차지하는 비율은 각각 11% 정도일 것이라고 한다.

또 원자력발전전력량은 1995년에 2조 2,780억~2조 3,540억kWh, 2000년에는 2조 7,100억~2조 9,820억kWh에 이르고, 총 발전전력량

에서 차지하는 비율은 각각 16~17%가 될 것으로 예측하고 있다.

IAEA의 추정에 의하면 1988~2005년까지의 연간 평균성장률은 인구가 1.5%, 에너지소비량이 1.6~2.2%, 전력소비량이 3.2~4.2%, 원자력발전 설비용량이 2.7~3.6%, 원자력발전 전력량이 3.3~4.2%로 되어 있다. 일본 원산의 동향조사에서도 현시점에서의 신규 원

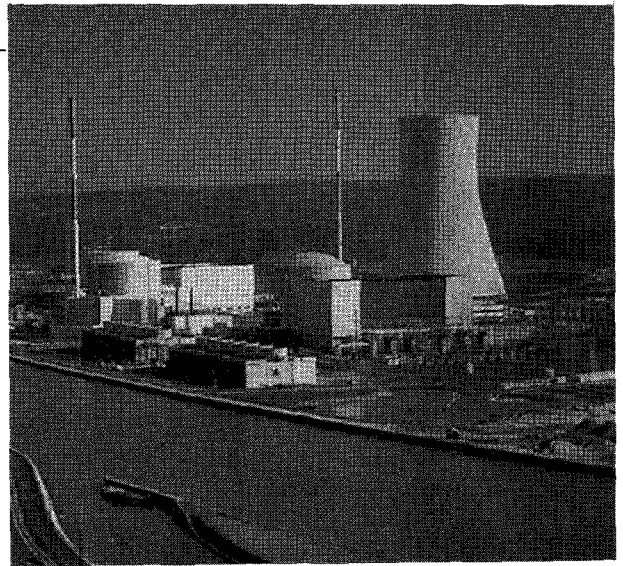


〈원자력발전량과 총발전량에서 점하는 비율〉
(1960년에서 부터 1988년까지의 실적)

자료발주계약이 없다고 가정하여 1995년에 506기 4억kW, 2000년에는 534기 4억 3,000만kW에 도달할 수 있다는 예측이 나왔다.

더욱이 1988년의 실적치에 의하면 프랑스에서는 총 발전전력량에서 차지하는 원자력발전의 비율이 세계에서 가장 높아 69.9%(1989년 74.6%)이다. 원자력발전전력량의 비율이 20%를 넘는 나라는 13개국인데 주요국으로서 벨기에 65.5%, 한국 46.9%, 스웨덴 45.2%, 일본 26.2%, 미국 19.5%로 되어 있다.

인구 1인당 원자력발전량을 보면 스웨덴이 7,805kWh로 가장 높고, 이어서 프랑스 4,660kWh, 벨기에 4,090kWh, 핀란드 3,720kWh로 계속되어 구주제국의 국민이 원자력의 혜택을 크게 받고 있다.



原子力 國際協力 크게 進展

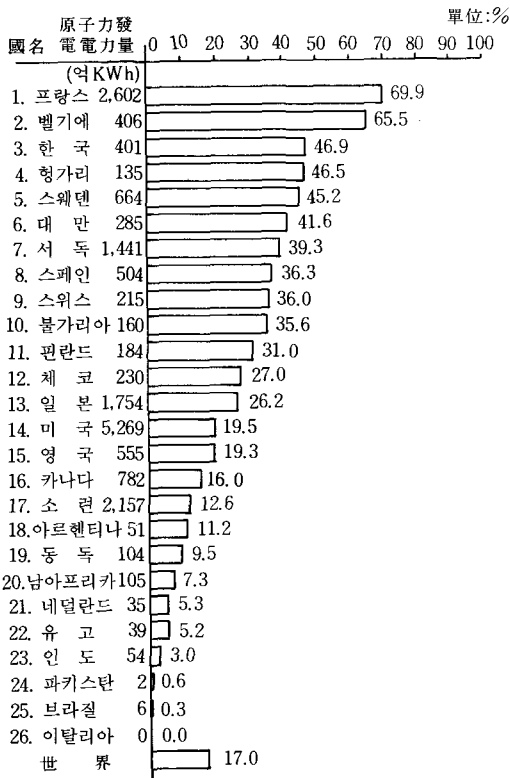
지난 1년간 각 나라에 따라 정도의 차이는 있지만 큰 변화를 보였다. 즉, 원자력 반대운동의 고조에 따라 퍼블릭·익셉션스(PA)문제가 매우 중요해진 점, 예상을 웃도는 에너지 및 전력수요의 신장에 대해 안정공급확보의 문제가 절실한 것이 되어 전원개발을 착실히 추진해 가야 하는 상황에 있는 점, 탄산가스의 배출규제 등 지구환경보전에 대한 국제적 요청의 고조를 배경으로 에너지정책 및 원자력개발에 그 영향이 나타나고 있으며 원자력 역할의 재인식이 되고 있는 점, 더욱이 원자력발전소의 안전운전 향상을 위한 동서간을 포함한 국제협력이 더욱 진전을 보인 점을 들 수 있겠다. 이와 같은 상황에서 각국 모두 21세기에 있어서 원자력발전의 발전을 위해 개발체제, 기반의 재구축이 추진되었다.

1986년 4월 소련의 체르노빌사고 이후 세계의 많은 나라에서 원자력개발의 슬로다운이라는 어려운 상황을 볼 수 있지만, 사고시와 비교해 현재까지 세계에서 운전중인 원자력발전규모는 약 6,000만kW 이상의 증가를 보여 중요한 전원으로서의 역할을 다해 왔다.

오늘날 각국에서 정도의 차이는 있지만 원자력의 퍼블릭·익셉션스가 중요과제로 되어 있고, 원자력의 필요성·안전성 등에 대한 이해 촉진활동이 추진되고 있다. 국민의 원자력발전

〈각국의 총발전량에서 점하는 원자력발전량 비율(%)〉

- 1988년도 실적 -



에 대한 신뢰의 회복에 있어서는 각국 원자력 발전소의 안전 및 안전운전이 불가결하며, 이 면에서 원자력발전소를 보유하고 있는 세계의 전기사업자가 서로 협력하기 위한 조직으로서 세계원자력발전사업자협회(WANO)의 설립총회가 1989년 5월 모스크바에서 개최되었다.

〈世界の運轉中인 原子力發電規模 推移〉

연도	基數	出力	1973 年比	備考
1973年	147	5,032 万kW	1	10月 第一次 石油危機
1979年	228	1億3,106 万kW	1.6 倍	3月 TMI事故
1986年	376	2億7,698 万kW	5.5 倍	4月 체르노빌
1989年	425	3億3,568 万kW	6.7 倍	

또 작년 가을부터 동구제국에서 급속한 민주화의 움직임에서 소련에서 이전에 도입한 플랜트에 대한 우려가 표면화됨과 동시에, 원자력발전계획의 지연이 밝혀졌다. 이런 상황에서 동구제국이 서방측에게 협력을 구하는 움직임이 높아져 동서협력이 활발화되고 있다.

地球環境問題에서 原子力の 役割 期待

지구환경문제에 대한 관심이 높아진 것이 1989년의 큰 특징이다. 7월 파리에서 개최된 선진국 정상회담의 경제선언에서 「원자력발전이 온실효과가스 배출을 제한하는데 중요한 역할을 하고 있음을 인식한다」고 명기되어 있으며, 9월에 몬트리올에서 개최된 세계에너지회의에서도 원자력발전은 (주로 지구환경의 면에서도) 공업국의 증대하는 전력수요에 대해 경제적이고 안전한 전력을 공급하는 중요한 수단으로서의 인식이 고조되고 있다는 취지가 강조되고 있다.

현재 원자력발전은 연간 약 16억톤의 탄산가스 배출 저감에 공헌하고 있다. 이것은 세계 전체의 연간 탄산가스 배출량 200~300억톤에 비하면 1할에도 못미치지만, 네덜란드의 노르드 베익에서의 세계환경장관회의에서 「2000년까지 탄산가스의 배출량을 일정한 수준으로 동결해야 한다」는 취지가 선언되고 있는 점에서 고려하면 에너지절약, 재생가능에너지의 이용과 아울러 특히 전력부문에서는 화석연료 대신 원자력발전의 이용을 확대함과 동시에, 열이용의 부문에서도 원자로 열 이용의 추진이 장래의 탄산가스 배출 억제에 큰 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

지구환경문제에 대한 관심의 고조를 배경으로 환경단체와 원자력 반대파에서는 원자력 절대반대에서 “안전한 원자력”에 대해서는 용인하는 자세로 변경하는 측도 나왔다.

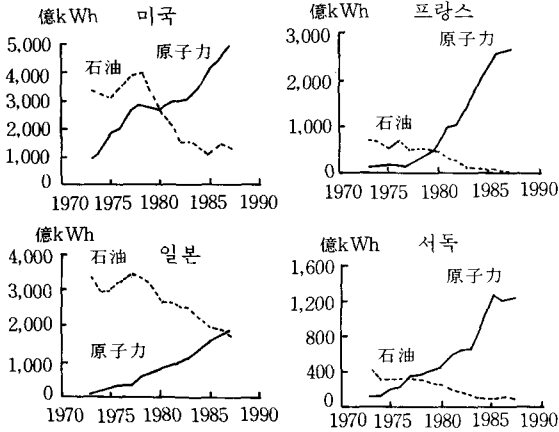
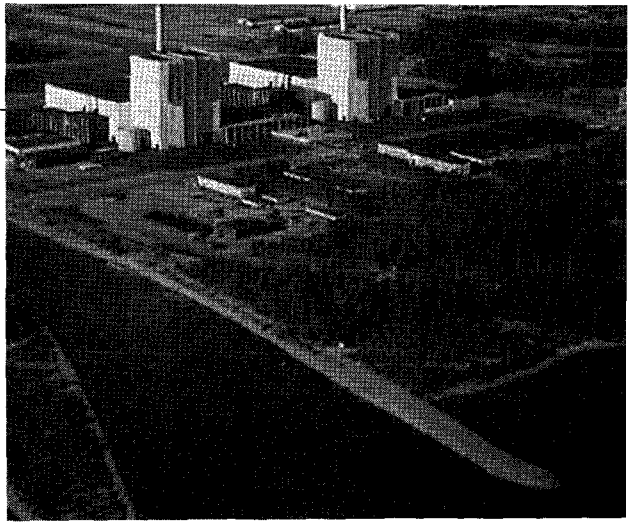
原子力再生으로 움직이기 시작한 美國

세계 최대의 원자력발전국인 미국의 원자력 발전소는 1987년에 100기 체제, 1988년에 1억 kW체제에 들어가 현재 전 발전전력량의 19.5%를 차지해, 석탄화력(55%)에 이어 제2의 전원으로 되어 있다.

최근에는 ①전력수요의 확실한 신장(1988년은 대전년비 4.9%의 증가)과 전력설비 부족의 위기 표면화, ②석유위기 이전의 수준을 웃도는 수입석유에의 의존도 증가, ③지구온난화에 대한 경고 증대에 의해 원자력발전 부흥의 징조가 보이고 있고, 여론조사에서도 응답자의 약 8할이 원자력발전이 중요하다라는 인식을 보여주고 있다.

원자력규제위원회(NRC)가 1989년 4월에 원자력발전소 인허가수속의 간소화를 결정한 것은 큰 진전이며, 또 동년 1월에 발족한 부시 행정관은 원자력 재생에 강한 의욕을 나타내 21세기를 위한 국가에너지전략의 수립작업에 들어갔다. 금년 4월에는 그 드래프트가, 12월에는 권고를 포함한 최종안이 정리될 예정이다.

한편 전출력 운전인가를 받은 Shoreham 원



〈석탄화력 및 원자력발전 발전량 추이〉

자력발전소의 폐기계획이 결정되거나, 주민투표에 의해 Rancho Seco 원자력발전소의 운전 계속이 부정되는 등 개별적인 특수사정에 의한 문제도 일부에 안고 있다.

금년 1월 31일 지금까지 원자력에 강력하게 반대해온 「우려하는 과학자동맹(UCS)」의 후원을 받아 49명의 노벨상 수상자와 700명의 전미 과학자카데미회원의 서명에 의한 지구온난화를 방지하기 위해 원자력과 클린에너지의 이용확대를 포함한 제안이 부시대통령에게 제출되었다. 지구환경문제를 앞두고 UCS라 해도 원자력을 용인해야 했고, 또 거부할 수 없었던 것일까.

캐나다에서는 온타리오·하이드로사가 1989년 12월 19일 90만 kW급 CANDU로 10기를 2014년까지 운전할 에너지개발 25개년 계획을 발표하여 장래의 에너지공급에서 원자력에 강한 기대를 나타냈다.

EC統合에 맞춘 原子力開發戰略

한편 구주제국에서는 1992년말의 구주공동체(EC) 시장통합에 맞춰 각국의 원자력개발체제의 재검토가 추진됨과 동시에, 작년 가을부터 동구제국에서의 급격한 개혁에 대해 동서협력이 크게 이루어지기 시작하고 있다.

세계 제일의 원자력발전 점유율인 프랑스는 원자력발전의 의한 저코스트의 전기를 자국내

에서 소비할 뿐 아니라 잉여 전력에 대해서는 구주 각국에 수출하고 있는 실질적인 전력수출국이기도 하다. 1988년에는 대형 원자력발전소 4기분의 연간발전량에 상당하는 370억kWh(1989년 420억 kWh)를 수출하고 있으며, EC의 시장통합을 목표로 유럽에서 원자력대국으로서의 지위를 더욱 확고한 것으로 해 갈 것이다. 나트롬누출 때문에 1987년 5월 이래 정지되어 있던 고속증식로 실증로 슈퍼피닉스가 1989년 4월에 2년만에 운전을 재개했다.

영국에서는 국내산업 활성화를 위해 금년 3월말까지 전기사업의 민영화가 시작되지만, 1989년 11월 9일 모든 원자력발전소를 민영화의 대상에서 제외하여 국영 원자력발전회사의 관리하에 둠과 동시에, 현재 건설중인 사이즈웰 B 원자력발전소는 완성시키지만, 그에 이은 3기의 PWR계획에 대해서는 재검토할 것이 결정되었다.

영국정부는 결정이유로서 경제성을 들고 있으나, 지금까지의 원자력발전 추진방법도 영향을 주고 있는 것 같다. 단 영국정부로서는 전력공급의 다양화와 환경보호의 관점에서 원자력발전의 전략적인 역할을 유지해 갈 것을 강조하고 있다.

原子力 早期廢止 再檢討 움직임

1995년과 1996년에 원자로를 1기씩 폐지할 것을 에너지정책으로 하고 있는 스웨덴에서는 그 재검토의 움직임이 현저히 나타나고 있다.

1989년 8월에 정부여당인 사회민주당내의 에너지정책검토그룹이 ①원자력의 조기폐지,

수력의 증설 금지, ③환경규제(탄산가스의 방출 억제)라는 현행의 에너지정책을 동시에 충족시킬 수 없다는 의견서를 종합·정리했다.

1990년 1월 9일의 내각개편에서 환경에너지성이 개편되어 환경성이 되는 한편, 원자력을 포함한 에너지정책은 산업성의 소관이 되었고 신임 산업장관에는 원자력의 조기폐지에 비판적인 스웨덴 노동조합연합의 모린부회장이 취임했다.

1990년 가을에 의회에서 에너지정책에 대한 재검토가 예정되어 있어서 어떤 결론이 나올지 주목되고 있다. 그리고 1989년 11월에 실시된 여론조사의 결과에 의하면, 응답자의 약 8할이 2010년 이후도 원자력발전소의 운전을 바라고 있다.

서독에서는 1989년 국내의 사용후핵연료 재처리에 대해서는 프랑스와 영국에서 한다는 새로운 백엔드정책을 결정했다. EC의 시장통합도 노린 EC 범위내에서 원자력정책의 채택을 의미하는 것 같다. 그리고 베를린장벽의 철거를 계기로 문제가 많다고 보도되고 있는 동독 원자력발전소의 안전성 향상에 서독측이 협력에 착수함과 동시에, 전력을 중심으로 한 에너지협력을 추진해 가기로 되어 있다.

동구 공산권제국에서는 소련에서의 플랜트 도입을 베이스로 원자력발전 개발이 추진되어 왔는데, 최근의 급속한 민주화 움직임에서 소련기술의 뒤떨어짐과 비효율이 두드러지게 나타났다. 이 때문에 이 나라들은 서방의 발전한 기술을 도입해야 하기에 서방제국에 협력을 요청하고 있으며, 앞으로 동서간 원자력협력의 추이에 주목할 필요가 있겠다.

原子力産業의 再編과 國際化 進展

원자력시장의 정체에 대응하기 위해 원자력산업의 재편·국제화가 진전된 것도 1989년도의 큰 특징이다. 종래 원자력의 수출국이었던 미국은 100기 이상의 원자력발전소를 보유하고 있기 때문에 매우 매력적인 시장으로서 이해되기 시작했다. 당장은 원자력 서비스분야에 중점

을 두고, 장래에는 원자로 판매를 위한 포석이 착착 진척되고 있지만, 이것도 미국시장의 장래에 대한 신뢰의 현상이라 할 수 있겠다.

원자력산업계의 재편, 국제화의 주된 움직임으로는 1989년 4월 프랑스 프라마톰사와 서독 시멘스사 KWU사업부에 의한 합작회사의 설립, 동 9월에 프랑스 프라마톰사와 미국 B&W사에 의한 합작회사의 설립, 동 11월의 아세아·브라운·보베리(ABB)사에 의한 미국 컴버스천·엔지니어링(CE)사의 합작발표를 들 수 있다.

미국, 구주제국 이외에서도 원자력발전을 둘러싼 활발한 논쟁이 있었다. 소련에서는 체르노빌사고의 영향과 그라스노스티(정보공개)정책에 준해 원자력 반대운동이 갑자기 고조되어 신문 등에서도 원자력 논쟁정보가 빈번하게 게재되었다. 소련은 원자력발전은 중요한 에너지원이라는 기본방침은 바꾸지 않았지만, 앞으로 퍼블릭·익섹턴스면에서의 대응 여부가 원자력계획의 진전에 크게 영향을 줄 것이다.

원자력발전의 종합적 발전과 안전확보대책의 더한층 향상을 목표로 하여 1989년 7월에 원자력행정체제의 개혁이 결정되어 원자력발전·산업성이 신설되었다. 또 원자력개발, 특히 안전확보는 한나라 뿐 아니라 세계전체의 문제로서 WANO의 창립총회를 5월에 모스크바에서 개최하였고, 서방측 제국과 새로운 협력관계를 맺는 등 국제협력을 전개하고 있다.

그밖에 아시아에서는 한국, 대만이 착실한 원자력개발의 길을 걷고 있으며, 원자력발전 전력량 점유율이 각각 46.9%, 41.6% (1988년)로 일본보다도 훨씬 높지만, 양국 모두 최근의 해외동향에 영향을 받아 퍼블릭·익섹턴스문제가 중요해졌다.

중국에서는 4월 이후 북경을 중심으로 한 민주화운동에 의해 대혼란이 보였으나, 자주개발에 의한 秦山원자력발전소의 건설은 1990년말 운전개시를 목표로 진행되고 있다. 중국은 금세기 말까지 600만kW의 원자력발전 개발을 목표로 하고 있다.

동남아시아지역의 개발도상국(특히 인도네시

아)에서는 경제의 급속한 성장에 따르는 에너지 수요에 대응하기 위해 원자력발전의 도입을 진지하게 검토하기 시작했다.

原子力發電所 動向

세계의 원자력발전소는 1989년 12월말 현재 운전중인 것 425기 3억 3,568만kW, 건설중인 것 102기 9,121만kW, 계획중인 것 75기 7,515만 8천kW로 합계 602기 총용량 5억 204만 9천kW(Gross 전기출력)가 되었다.

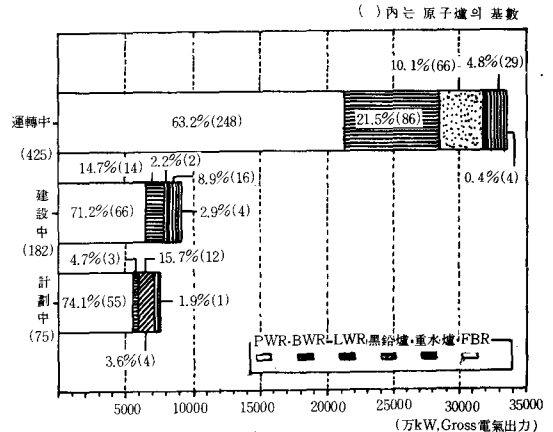
〈世界の 原子力發電設備容量〉

	基數	總容量(Gross 電氣出力)
運轉中	425	3億3,568萬1,000kW
建設中	102	9,121萬kW
計劃中	75	7,515萬8,000kW
合計	602	5億204萬9,000kW

1988년말 현재와 비교하면 작년 1년동안에 원자력발전소 13기, 용량으로 1,235만4천kW의 신규 원전의 운전개시가 확인되었다. 그 내역은 소련 3기 300만kW, 미국 2기 244만6천kW, 일본 2기 139만 9천kW, 프랑스 1기 136만3천 kW, 서독 1기 130만1천kW, 불가리아 1기 100만kW, 한국 1기 95만kW, 영국 1기 66만kW, 인도 1기 23만5천kW이다.

신규로 건설중에 포함된 원자력발전소는 일본의 中部電力 浜岡 4호기(113.7만kW, BWR) 및 東北電力의 女川 2호기(82.5만kW, BWR)이다. 또 새롭게 원자력발전소의 건설계획이 밝혀진 것으로는 영국의 사이즈 C(118.2만kW, PWR)가 있는데, 영국의 원자력정책 방침 변경에 의해 최종적인 결정은 1994년 이후로 미루어졌다.

한편 1962년에 운전개시한 영국중앙전력청(CEGB)소유의 버크레이 1, 2호기(각 16만 kW, GCR)가 3월 31일에 상업운전을 종료했고, 소련의 노보보로네지 1호기(27.8만kW, PWR)와 아르메니아 1, 2호기(각 40.8만 kW,



〈노형별 원자력발전 설비용량 비율〉

PWR)의 폐쇄가 밝혀졌다. 서독의 THTR-300발전소(30.8만 kW, HTGR) 및 미국의 포트센트브레인발전소(34.2만kW, HTGR)는 경제성의 면에서 비교적 비싸 운전을 정지했다. 그리고 이번 조사에서 미국의 TMI 2호기(95.9만kW, PWR)를 폐쇄하기로 했다.

이번 조사에서 새롭게 원자력발전국이 된 나라는 없어, 운전중인 원자력발전소를 가진 원자력발전국은 세계에서 26개국으로 변함이 없으나, 멕시코의 라그나베르데 1호기(67.5만kW, BWR)가 시운전을 개시하여 1990년내에는 상업운전을 개시, 원자력발전국이 될 것이 기대된다.

또 운전중인 원자력발전소의 규모에 대해서는 세계 전체의 30.6%를 차지하는 1억200만 kW대의 미국을 제1위로, 5,300만kW대의 프랑스, 3,700만kW대의 소련, 2,900만kW대에 달한 일본, 2,300만kW대의 서독, 1,500만kW대의 영국, 1,200만kW대의 캐나다, 그리고 1,000만kW 이상의 스웨덴으로 이어지고 있다.

원자력발전 설비용량을 노형별로 보면 운전중, 건설중, 계획중 모두 경수로(LWR)중의 가압수형 경수로(PWR)의 비율이 높아 운전중인 설비용량에서는 63.2%를 차지하였고, 건설중 및 계획중으로 감에 따라 71.2%, 74.1%로 증가하고 있다.

또 경수로중의 비등수형 경수로(BWR)에 대해서는 운전중, 건설중, 계획중이 각각 21.5%,

〈世界の原子力発電設備容量(1989年12月31日現在)〉

(단위 : 만kW, Gross 전기출력)

順位	國名	運轉中		建設中		計劃中		合計	
		出力	基數	出力	基數	出力	基數	出力	基數
1	미국	10,263.7	109	1,427.8	12			11,691.5	121
2	프랑스	5,364.8	54	1,250.0	9	606.0	4	7,220.8	67
3	소련	3,755.1	50	1,880.0	19	1,900.0	19	7,535.1	88
4	日本	2,944.5	38	1,337.1	14	353.7	3	4,635.3	55
5	서독	2,358.4	21	32.7	1	283.5	2	2,674.6	24
6	英國	1,509.0	40	118.2	1	354.6	3	1,981.8	44
7	캐나다	1,291.9	18	374.0	4			1,665.9	22
8	스웨덴	1,017.2	12					1,017.2	12
9	스페인	785.2	10	381.0	4	104.0	1	1,270.2	15
10	韓國	761.5	9	200.0	2	267.8	3	1,229.3	14
11	벨기에	570.0	7					570.0	7
12	臺灣	514.4	6			400.0	4	914.4	10
13	불가리아	376.0	6	200.0	2	200.0	2	776.0	10
14	체코	350.0	8	370.4	6	194.4	2	914.8	16
15	스위스	307.9	5					307.9	5
16	핀란드	240.0	4			104.0	1	344.0	5
17	동독	228.0	6	326.0	5	388.0	4	942.0	15
18	남아프리카	193.0	2					193.0	2
19	헝가리	176.0	4			200.0	2	376.0	6
20	인도	146.5	7	164.5	7			311.0	14
21	이탈리아	115.2	2	4.0	1			119.2	3
22	아르헨티나	100.1	2	74.5	1			174.6	3
23	유고	66.4	1					66.4	1
24	브라질	65.7	1	261.8	2	811.2	6	1,138.7	9
25	네덜란드	53.9	2					53.9	2
26	파키스탄	13.7	1			90.0	1	103.7	2
27	中國			210.0	3	120.0	2	330.0	5
28	루마니아			198.0	3	132.0	2	330.0	5
29	멕시코			135.0	2			135.0	2
30	쿠바			88.0	2	176.0	4	264.0	6
31	폴란드			88.0	2	88.0	2	176.0	4
32	터키					274.6	3	274.6	3
33	이집트					187.2	2	187.2	2
34	이스라엘					187.2	2	187.2	2
35	태국					93.6	1	93.6	1
	合計	33,568.1	425	9,121.0	102	7,515.8	75	50,204.9	602

14.7%, 4.7%로서, 세계 전체의 원자로시장에서 보면 경수로가 주류이다.

후연로는 소련과 영국, 중수로는 캐나다와 인

도가 집중적으로 개발하고 있는 것이 두드러지지만, 소련은 앞으로 PWR을 개발해 나가기로 했다.