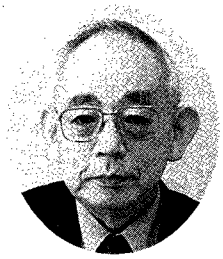
日本 原子力의 現況과 展望



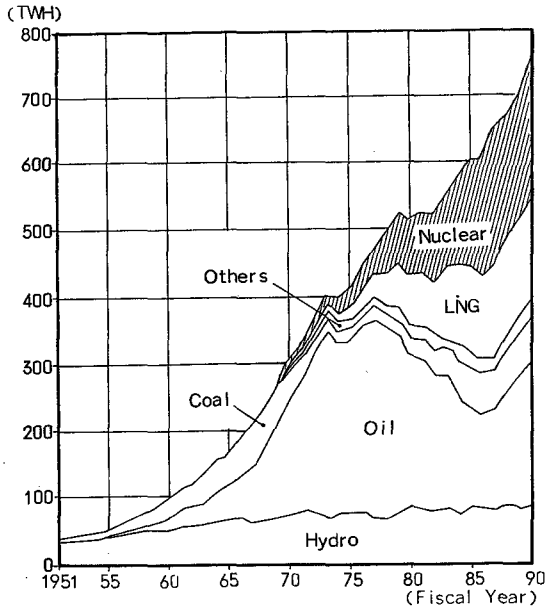
오오야마 아키라
일본원자력위원회 위원장대리

일본내 원자력의 현황

천연자원이 풍부하지 못한 섬나라인 日本은 에너지원의 대부분을 외국에서의 수입에 의존하고 있다. 따라서 에너지의 안정적인 공급을 위해 화석연료 특히 석유의 소비억제는 이미 60년대에 인식했듯이 절박한 문제다. 1966년 日本 최초의 원자력발전소가 가동됐다. 1973년 제1차 석유파동은 저렴한 수입석유를 사용하여 급속히 발전해오던 日本경제에 큰 충격을 주었다. 그 이래 에너지보존과 대체에너지활용이 대응방안으로 강구됐다. 1973년 수입석유는 日本에너지공급의 77%를 점유했다. 그러나 20년간 노력의 결과 석유의존도는 약 20%가 감소됐다. 이는 주로 원자력과 천연가스의 이용증가에 기인한다.

현재 가동중인 원자로는 42기이며 총발전용량은 33GW다. 42기 중 1기는 영국제 Magnox 원자로이며, 1기는 日本이 개발한 신형전환로(ATR)이고, 나머지 40기는 가압수형원자로(PWR) 19기와 비등수형원자로(BWR) 21기로 이루어진 경수로(LWR)이다.

〈그림 1〉은 日本의 전력생산용 주에너지원의



〈그림 1〉 일본에서 전력생산용 주요 에너지원의 변화

변화를 보여준다. 여기에서 원자력과 천연가스가 석유를 대체하고 있음을 볼 수 있다. 〈그림 2〉는 日本내 원자력용량(Net)의 변이를 나타낸다. 원자력용량은 20년간 매년 꾸준히 증가했다. 日本의 LWR개발은 미국기술의 도입으로 시작되었다. 오늘날 일본은 LWR을 충분히 제조할 수 있는 능력을 보유하고 있다.

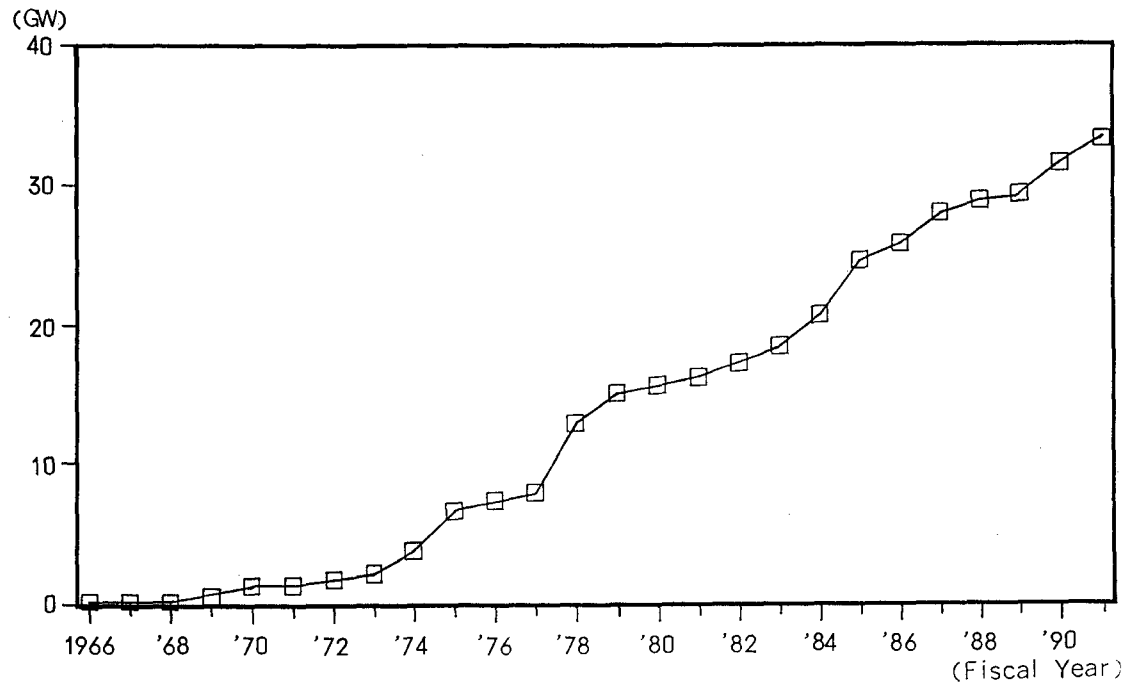
원자력개발에 있어 가장 중요한 요소는 안전이다. 日本에서 새로운 원자력발전소의 건설시 첫째 통상산업성(Ministry of International Trade and Industry, MITI)의 엄격한 안전검사, 둘째 원자력안전위원회(Nuclear Safety Commission)의 독립적 안전재검을 받는다. 이런 절차를 이중점검시스템(Double-Check System)이라 한다. 원자력안전위원회는 국회의 승인으로 총리가 임명한 5명의 위원으로 구성되며 중립성과 공정성을 지닌다.

연구소, 제조업체와 발전소는 LWR의 사고현상연구, 안전분석용 컴퓨터코드개발 등의 안전연구를 수행했다. LWR의 표준화와 성능개선은 통상산업성과 발전소 및 제조업체간의 협력을 통해 이루어졌다. 최근 개량형비등수형원자로(ABWR, 1,350MWe)가 건설되고 있다. 이 ABWR은 미국과 日本제조업체가 공동 개발했다. 다행히 이런 노력 덕분에 원자력의 도입 이래 26년간 원자력발전소의 종사자와 시민의 건강을 위협할 어떠한 사고나 고장도 없었다.

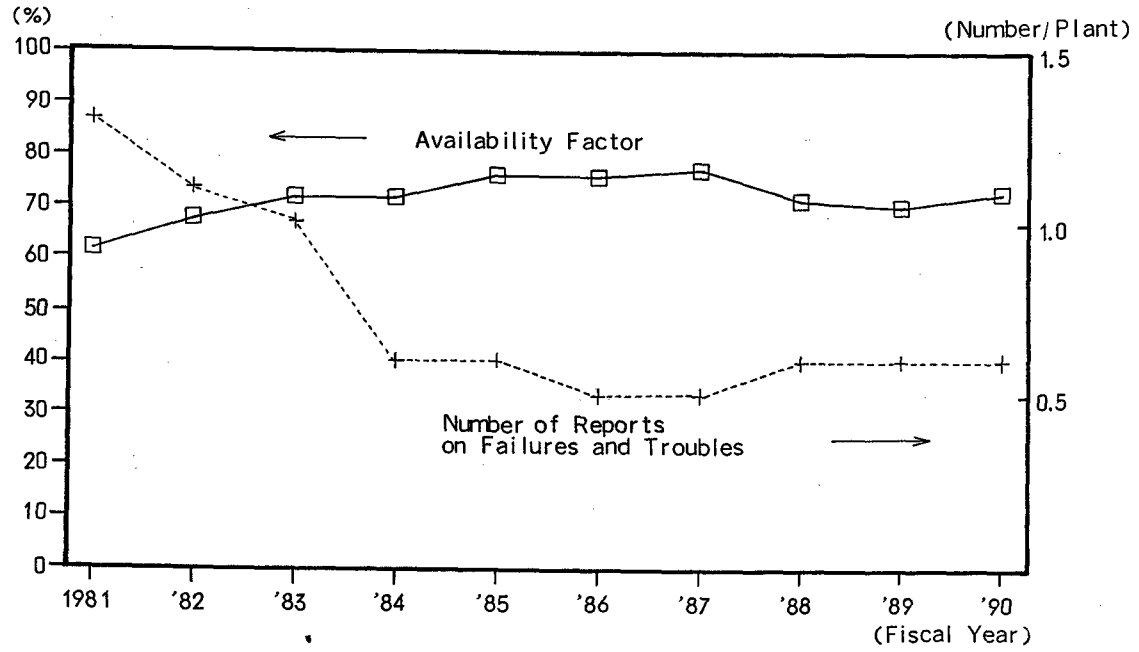
또한 초기에 가끔 낮았던 원전이용률은 지난 9년간 연속 70% 이상을 상회했다. 〈그림 3〉은 연간 원자로이용률과 보고된 고장횟수를 보여준다. 물론 우리는 이러한 성과에 만족해서는 안되며 고도의 안전운전을 위해 연구개발과 운전관리에 최선을 다해야 한다.

전망과 연구개발(R & D)

1990년 日本정부가 정한 석유대체에너지의 공급목표에 따르면 2010년의 원자력발전용량은 72.5GW이다. 이 목표는 日本이 향후 3~4%의



〈그림 2〉 원자력용량(Net)



〈그림 3〉 원자력발전소의 이용률과 보고된 고장횟수

경제성장을 지속하고 에너지절약책을 강구하며, 가능한 화석연료의 사용을 억제한다는 가정에 따라 산출됐다. 이 목표의 달성을 위해 향후 20년간 매년 새로운 2기의 1GW급 원자력발전소의 가동을 필요로 한다. 지금부터 6년후 작동예정인 11기의 LWR이 현재 건설중이며 이는 상기목표에 근접한다. 그럼에도 불구하고 차후계획은 아직 확정되지 않았다. 이는 불충분한 여론수렴과 부지선정의 어려움에 기인한다. 따라서 관련기관들은 목표달성을 위해 더 많은 노력이 요구된다.

이제 21세기 중반까지 장기적인 상황을 생각해보자. 세계인구는 그때 약 100억명에 달하리라 예측된다. 개발도상국에서 생활수준의 향상없이는 전세계의 평화와 안정은 달성될 수 없을 것이다. 따라서 선진국에서 에너지소비를 억제한다고 해도 세계 에너지소비의 대량증가를 막을 수 없다. 반면 화석연료소비의 대량증가는 한정된 자원과 지구환경보존 때문에 불가능하다. 장기간에 걸쳐 상당한 양의 에너지를 공급할 수 있는 非화석연료를 필요하게 하였다. 비화석연료 중 다음의 3가지 에너지가 유망하다.

1. 증식로에 의한 핵분열에너지
2. 핵융합에너지
3. 태양에너지

첫번째 대체에너지의 가능성을 실현하기 위해서 핵연료사이클과 증식로의 개발이 필요하다. 일본은 우라늄농축을 주로 미국에 의존했다. 그러나 日本의 「동력로핵연료개발사업단(PNC)」는 아오모리현 로카쇼무라의 새 상업농축공장의 건설에 적용된 기술인 원심분리기를 개발했다. 이 공장은 지난달부터 가동을 시작했다. 사용후연료의 재처리는 주로 프랑스와 영국에 의존하고 있었다. 한편 이미 15년간 소규모공장을 운영하여 경험을 축적했다. 현재 연간 800톤 처리능력을 지닌 재처리공장이 계획 및 안전검사중이다. 원자력발전소에서 나온

저준위폐기물은 현재 공장부지내에 저장되어 있고 아오모리현에 건설중인 매장시설에 저장하기로 계획돼있다. 재처리공장에서 발생한 고준위폐기물은 먼저 유리고화하고 그 다음 30~50년간 냉장시킨후 마지막으로 深地層처분하기로 계획돼 있다.

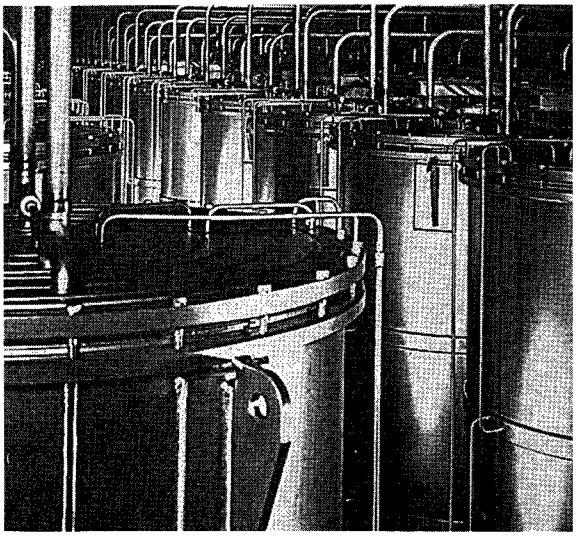
핵연료리사이클의 활용을 위해 2가지 신형원자로 즉 신형전환로(ATR)와 고속증식로(FBR)가 PNC에 의해 개발되었다. ATR의 원형로인 「FUGEN」은 10년 이상 순조롭게 운영되고 있으며, 현재 전력개발공사는 ATR의 60MWe 실증로 건설을 준비하고 있다. FBR의 경우 실험로인 「JOYO」는 10년 이상 운전되고 있고, 원형로인 「MONJU」는 거의 완성되어 내년 봄 첫 시운전을 기다리고 있다.

다른 가능한 수단인 핵융합은 일본원자력연구소(JAERI)와 다수의 대학들의 장기연구개발목표이다. 현재 JAERI는 대형 토카막형 플라즈마실험장치인 JT-60으로 연구를 하고 있다. 게다가 ITER의 Engineering Design Activities(EDA)가 곧 시작될 것이다. 이것은 미국, 유럽공동체(EC), 러시아, 일본의 공동연구이다. 공동중앙팀협력센터(Cooperation Center of Joint Central Team)가 일본원자력연구소의 Naka시설에 머지않아 문을 열 것이다.

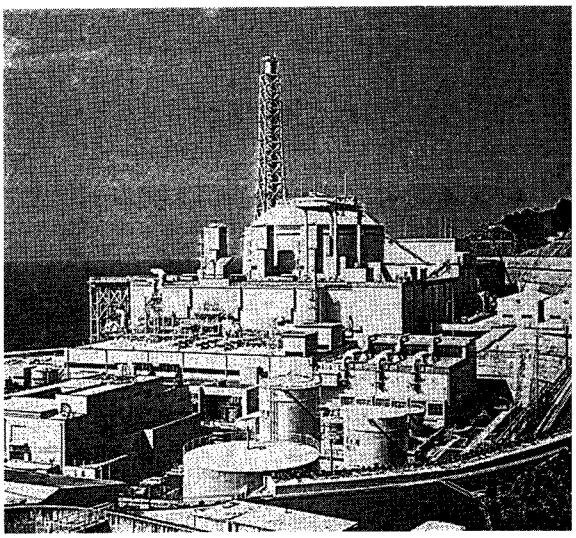
〈그림 4〉는 동력로핵연료개발사업단이 개발한 우라늄농축용 원심분리기(Demonstration Operational P lant Unit 2, DOP-2)를 보여준다. 우라늄농축 실제검증용 시설은 동력로핵연료개발사업단의 닌교토게제작소에 있다. 우라늄농축용 원심분리기는 연간 100톤SWU의 규모로 1989년 5월 가동을 시작했다.

〈그림 5〉는 거의 완성된 FBR 「MONJU」를 보여준다. 약 280MWe의 전력을 생산하는 MONJU는 미래의 상업용 원자로와의 사이에 교량역할을 할 것이다.

〈그림 6〉은 일본원자력연구소의 플라즈마장치인 JT-60의 현재 상태를 보여주고 있다. JT-60은 플라즈마의 임계상태를 달성하기 위해 만든 세계 3대 대형 토카막 중 하나이다. JT-60의 건설은 1987년에 시작했고 1985년

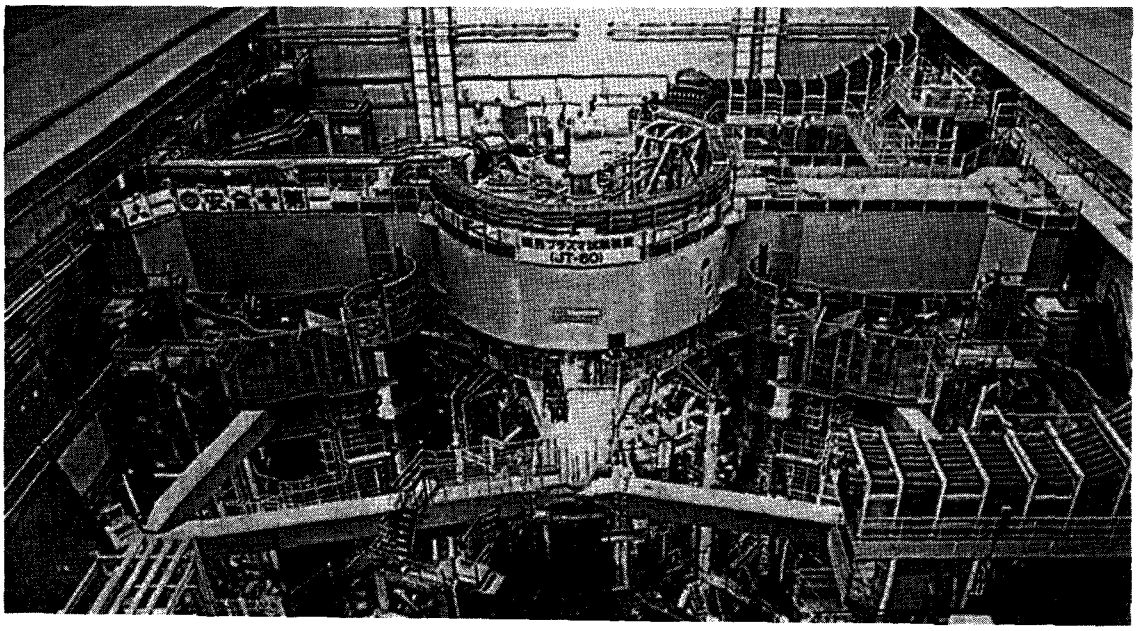


〈그림 4〉 DOP-2(Demonstration Operational Plant Unit 2)의 우라늄농축원심분리기



〈그림 5〉 FBR 「Monju」의 원형

첫 플라즈마가 생산됐다. 플라즈마전류를 증가시켜 플라즈마 대신 중수소플라즈마를 생산하기 위해 JT-60의 개선이 1990년부터 1년6개월 동안 수행됐다. JT-60의 개선후 고도의 실험이 행해졌다. 1985년 이후 독립적으로 이룩한 JT-60의 귀중한 변수들은 5MA의 플라즈



〈그림 6〉 JT-60의 현황

마전류, $3\times10^{20}m^{-3}$의 플라즈마입자밀도, 20keV의 이온온도와 0.9초의 가둠시간 등이다.

원자력 발전의 국제협력

원자력의 국제협력은 필수적이다. 日本은 원자력발전소의 도입 및 사용후연료재처리에 대해 미국과 유럽공동체에서 많은 도움을 받았다. 또한 정부의 안전규정도 미국을 포함한 외국의 규제에서 많은 것을 배웠다. FBR의 개발은 수년간 미국 및 유럽공동체와 정보교환, 공동연구, 인적교류를 수반했다. 핵융합의 ITER 프로젝트는 대규모 연구개발계획에 대한 국제협력의 전형적인 예이며 따라서 일본은 그 의무를 수행하고 있다. 日本은 WANO네트워크를 통해 정부간뿐 아니라 공공전력시설간 협력에 적극적으로 기여해야 한다.

日本원자력개발의 원칙은 「원자력기본법」에 명시된 것처럼 오직 원자력의 평화적 이용이다. 이는 日本 국민이 경험한 원자폭탄의 폐해에 근거한다. 다년간 日本은 핵물질과 시설에 대해 IAEA의 전면적 안전규정을 수용하고 NPT가입국으로서 책임을 이행하고 있다.

곧 시공할 재처리공장은 핵연료재사용프로그램의 명료성을 보장하고 이 재사용프로그램에 근거한 재처리를 실험하여 IAEA의 완전검사를 받는게 기본정책이다. 핵비확산과 핵무장해제노력은 국제적 규모로 강화되어 왔다. 이것은 핵무기폐지를 실현할 첫단계이며 따라서 우리는 최대한 이노력에 기여하기를 바란다.

(45page에서 계속)

렇게 간단한 것은 아니다. 구소련 지원에 적극적인 독일이 의장국을 맡게 되는 오는 7월 뮌헨정상회담에서는 어떠한 구체적인 대책이 제시될 것인지.

체르노빌사고의 경험이 말해주듯 원전사고에는 국경이 없다. IAEA에 의한 RBMK爐에 대한 안전평가프로젝트도 시작되었다. 구소련에 대한 자금제공에는 부정적인 의견도 있지만 제2의 체르노빌사고만은 어떻게든 막아야 한다.
(日本原産新聞 4月9日)