

# 일본의 원자력 이용개발계획

후지이에 요이치

일본원자력위원회 위원



**후**지이 요이치는 일본의 원자력 관련 기본정책과 원자력의 이용개발 현황을 소개하고자 한다.

여기에는 원자력이용개발 장기계획과 일본과 외국간의 국제협력에 대한 소개가 포함될 것이다.

먼저 일본의 원자력개발 역사에 대해 간단히 소개하고자 한다.

일본이 원자력에 대한 연구 및 이용개발을 최초로 시도한 것은 50년대 중반이었다. 이때에 원자력기본법도 제정되었다.

이 법은 일본의 원자력 이용개발의 방향을 제시하는 기본틀이 되어 왔다.

이 법에는 "일본은 원자력을 평화

적인 목적에만 사용한다"고 명시되어 있다.

이러한 취지에 따라 일본은 핵비확산조약을 준수하고 있으며, 원자력시설에 대한 안전성을 확보하고 있다.

일본 원자력위원회는 56년에 설치되었다. 이 위원회는 정부의 정책에 따라 계획된 원자력 이용개발을 효율적으로 추진하는 것을 그 기능으로 하고 있다.

일본 원자력위원회는 설치된 이후로 줄곧 장기적인 원자력이용개발계획을 수립해 왔다.

장기계획의 핵심은 경수로 기술자립, 개량형원자로 개발 및 핵연료주기의 완성으로 요약된다.

## 원자력 이용개발 장기계획

장기계획의 실천과정에서 몇가지 어려움이 있었으나, 원자력의 개발은 지속적으로 추진되고 있다.

일본 전체 전력생산량의 30%를 원자력이 차지하고 있으며, 조요 및 후젠원전도 안정적으로 운영되고 있고,

핵연료주기사업도 진전을 보이고 있다.

이와 더불어 방사선 및 방사성동위원소 등도 의료·농업·환경보전 및 기초과학연구 등 여러 분야에서 광범위하게 이용되고 있다.

원자력이용개발 장기계획은 5년마다 수정되고 있다.

최종수정은 94년에 이루어졌는데, 냉전시대의 종말 이후에 수정되었다는 측면에서 특별한 의미를 갖는다고 생각된다.

냉전의 종결로 인해 전 세계의 판도는 급격하게 변화되었다.

이제 우리는 우리가 처한 상황을 명확히 인식해야 하고 범지구적 차원의 문제에 대해 대응할 준비를 갖추어야 한다.

범지구적 차원의 문제란 에너지·인구·환경문제를 의미한다.

국내외적으로 관심이 고조되고 있는 플루토늄의 사용문제도 고려되어야 한다.

94년에 수정된 원자력이용개발 장기계획의 주요내용은 다음과 같다.

- 핵비확산에 대한 국제적 신뢰 확보
  - 일본은 원폭의 피해를 입은 유일한 국가로, 지구상의 모든 핵무기가 폐기되기를 진심으로 원하고 있다.
- 전세계 원전의 안전성 확보
  - 이러한 측면에서 일본은 옛소련·동구 및 아시아 여러나라에 전문가 파견, 운전원 교육훈련 제공, 안전규제정보 제공 등을 통한 협력을 시작할 준비를 갖추고 있다.
- 원자력 이용개발에 관한 국내의 이해증진
  - 여기에는 일반공중에 대한 원자력 관련정보의 개방이 포함된다. 향후의 원자력발전량 목표는 2000년에는 45.6GWe, 2010년에는 70.5GWe이다. 이 양은 전체 전력수요의 42%에 해당되는 것이다. 이를 위해서 원자력시설의 신규부지 확보에 노력하고 있다. 비등수형 원자로 및 가압수형 원자로의 개발과 병행하여 경수냉각로의 개발도 광범위하게 성공적으로 수행하고 있다. 일본은 서두르지 않고 20년 동안 42기의 원전을 건설해 왔다. 이러한 이유로 일본국민들은 원자력에 대해 큰 거부감을 갖고 있지 않다. 현재 9개 전력회사들이 일본 전국에 전력을 공급하고 있다.

원자력의 비중은 설비용량으로는 전체의 25%를 차지하고, 발전량으로는 30%를 차지한다.

지난 30여년간 이들 전력사들은 일본의 자체기술로, 안전하고 신뢰성 있으며 경제적인 경수로 원전을 개발해 왔다.

그러나 최근 일본 원자력계가 겪고 있는 가장 큰 어려움은 신규원전의 부지확보 문제이다.

경수로의 계통설계에 관해서는 개량형 비등수형 원자로 및 가압수형 원자로를 개발할 정도의 수준까지 많은 개선과 표준화가 이루어져 있다.

개량형 경수로의 건설은 이미 실현되었다.

또한 東京電力은 가시와자키 가리와 지역에 2기의 개량형 비등수형 원전을 건설하고 있다.

개량형 가압수형 원전(쓰루가 3·4호기)도 부지를 물색 중에 있다.

대용량의 경수냉각로 원전에 의한 기저부하운전은 전력수요의 증대와 현재의 부지확보난을 고려할 때 적절한 선택이라고 생각된다.

이러한 이유로 개량형 비등수형 및 가압수형 원전은 가까운 장래에 주도적인 역할을 수행할 수 있을 것이다.

마찬가지로 고유 안전성을 가진 단순화된 경수로도 주목을 받고 있다.

출력 600MWe급인 AP600과 단순화된 비등수형 원자로인 차세대 원자로의 가장 유력한 후보이다.

### 신형전환로, 고속증식로

우리들의 자원의 효율적 이용을 위한 방안의 하나로 경수로의 상업화에 이은 액체금속냉각 고속증식로의 개발도 국민들의 지지를 받아 왔다.

왜냐하면 고속증식로 개발의 성공은 자국의 고급기술로서 에너지원을 확보하고자 하는 일본 국민들의 꿈의 실현을 의미하는 것이기 때문이다.

고속증식로의 개발은 플루토늄의 생산과 더불어 악티늄계열과 방사성 핵분열생성물의 소모가 이루어지는 「자족형 원자력발전 시스템」으로의 접근전상에 있다고 할 수 있다.

이러한 기술을 완성하기 위해서 신형전환로 및 몬주원전의 건설에는 단계적인 개발전략이 채택되고 있다.

즉 건설기간 중 개발되는 진보된 소프트웨어 및 기술을 통합하여 건설과정에 반영하고 있다.

이 분야에서 국제적인 정보교환 및 협력관계가 이루어지고 있다는 것은 특기할 만하다.

이러한 노력이 몬주원전의 건설 및 운영상의 성공을 가져온 것이라고 할 수 있다.

몬주원전의 다음단계로, 「Top Entry System」에 의한 600MW급 고속증식로의 설계·연구개발 및 건설계획에 대한 논의가 이루어지고 있다.

계통설계 부문, 특히 원자로 노심의 외부계통과 기기에 선진기술이 도입

되어 적용되고 있다.

그리고 기존의 순환형 고속증식로에 비해 Top Entry 개념의 도입으로 계통배관 길이가 현저히 단축되었다.

발전소 위험도의 감소라는 관점에서, 원자로정지계통과 잔열제거계통은 다음과 같이 설계된다.

- 2개의 독립적인 정지계통(주제어봉 및 보조제어봉)과 같은 능동적 안전계통 외에 피동적 안전계통으로서 자체작동 정지계통(Self-Actuated Shutdown System)구비
- 원자로 직접냉각계통(Direct Reactor Cooling System)과 비정상시를 위한 자연순환 능력의 구비

### 핵주기계획

핵연료주기계획의 개발 및 핵주기계획에 의하면 일본은 플루토늄을 활용할 계획을 갖고 있다.

핵연료주기는 고속증식로의 상업화와 더불어 완결될 수 있다고 생각된다.

핵연료의 효율적인 사용을 위해서, 일본에 재처리설비를 건설함으로써 모든 사용후핵연료를 재처리한다는 것을 이미 56년에 결정한 바 있다.

그러나 부지확보의 지연으로 프랑스와 영국 등과 같은 외국의 도움으로 재처리를 수행하여 왔다.

국외로부터 플루토늄을 수송하는데

따르는 어려움은 프랑스로부터 1톤의 플루토늄을 일본 선박으로 수송하는 과정에서 잘 드러났다.

이러한 점을 고려하여 플루토늄은 MOX연료(혼합산화물연료)형태로 도입되고 있다.

연간 800톤을 처리할 수 있는 재처리시설이 아오모리현의 로카쇼무라에 건설되고 있다.

혼합산화물연료는 후젠원전(중수로)에서 사용되고 있으며, 경수로에서도 시험적으로 사용되고 있다.

그러나 주된 관심은 어떻게 플루토늄의 재고량을 국제적으로 용인된 범위의 적은 양으로 적절히 유지할 것인가 하는 것이다.

MOX연료 형태의 플루토늄은 경수로·후젠원전·고속증식로에 장전함으로써 관리 가능하며, 경수로원전의 사용후핵연료의 중간저장방식도 실현 가능한 해결책 중의 하나이다.

### 방사성폐기물 처분

방사성폐기물 처분과 원자력시설의 폐쇄 등은 향후 원자력분야의 주요문제가 될 것이다.

고준위폐기물 문제는 현재 뿐만 아니라 미래에도 지속될 것으로, 이에 대한 논의는 사회 제부문의 참여를 필요로 한다.

일본 원자력위원회는 고준위폐기물의 특수성에 주의를 기울여 왔으며, 사회 제분야의 여론주도층 인사와의

의견교환을 위한 특별위원회의 구성을 결정하였다.

특별위원회 외에도 고준위폐기물의 처분에 관한 지질학적 측면과 기술적 문제점을 논의하기 위한 전문위원회가 구성될 예정이다.

PNC는 고준위폐기물의 연구개발을 담당하는 국영기관이다.

도카이원전에서 고준위폐기물의 유리화는 성공적으로 수행되었으나, 지질학적인 거동에 대한 자료는 수집된 적이 없다.

단지 가마이시와 미주마리가 저온 실험에 대한 후보지로, 홋카이도가 고온시험에 대한 후보지로 언급되고 있을 뿐이다.

고준위폐기물 처분회사를 설립하는 것은 대략 2000년경이 될 것이다.

국외로부터 도입되는 고준위폐기물은 로카쇼무라 처분장에 옮겨져 30~50년간 저장된다.

원자력기술 분야에는 새로운 가능성을 가진 부분이 많다. 다음 세기를 향하여 우리는 더욱 노력할 것이다.

일본은 국제적인 문제인 에너지문제를 해결하기 위하여 미래의 원자력 에너지 시스템에 대한 개념의 연구개발에 노력하고 있다.

물론 여기에는 방사선의 이용과 핵융합의 개발도 포함된다.

### 국제협력

국제협력의 증진을 위해서, 일본

은 각국의 정책입안자 및 여론주도층 인사들과 의견을 교환할 필요성이 있다.

기술적인 협력만으로 해결될 수 없는 문제도 많다.

이에 대해서는 정책적 대화로 해결해 나가야 한다.

일본정부는 국제적인 회합에서 여러 전문가들과의 접촉을 통해 상호이해의 계기를 갖고자 한다.

특히 핵비확산과 탈냉전시대의 새로운 협력관계의 구축에 초점을 맞추고 있다.

본인은 능동적인 국제협력을 위한 제안을 하고자 한다.

장기적인 관점에서 볼 때 핵연료주기의 개발은 중요하다고 생각한다.

선진국에서 축적된 노하우와 데이터베이스의 효율적 이용을 위한 정보교환과 기술이전을 증진하는 것 또한 중요하다.

이러한 것들은 국제연구협력센터(가칭)의 설립 등을 통해서 실현될 수 있을 것이다.

보다 심도있는 연구개발을 위해 현재 전력운전을 눈앞에 두고 있는 고속증식로 문주와 다른 대형시설을 이용할 수도 있을 것이다.

일본 원자력위원회가 출력 165MW인 원형 신행전환로인 후겐원전을 국제협력에 이용할 수 있다는 결정을 했다는 것은 특기할 만하다.

후겐원전은 유용한 운전자료를 축적하였다.

MOX연료 사용경험은 세계최고를 자랑한다.

후겐원전은 중수를 감속재로 사용하는 비등수형 원자로이다.

후겐원전은 운전원 훈련 뿐만 아니라 여러가지 핵연료의 조사시험에도 활용될 수 있다.

일본은 악티늄계열에 대한 기술, 최종조치, 제어된 열핵융합과 방사선의 진보적 이용 등에 관심을 갖고 있다.

지금까지 일본의 주된 활동이었던 인력 및 정보의 교환 외에도 일본은 높은 신뢰도를 가진 원자력설비도 공급할 용의를 갖고 있다.

기기 공급사들 또한 외국의 관련사들과 협력할 수 있다.

일본정부는 쌍무협정을 등을 통해서 이러한 환경을 조성하고 있다.

민간부문에서는 원전 운전요원 및 경영층에 대한 교육훈련 등에 기여할 수 있을 것이다.

본인은 아시아 각국간의 협력의 중요성을 강조하고자 한다.

아시아 각국은 상호이익을 위해서 능동적인 협력관계를 실현하여야 한다.

말할 나위도 없이 일본은 아시아권의 한 나라로서 원자력의 평화적 이용을 위한 연구개발에 지속적인 노력을 경주하고 있다.

일본은 아시아의 여러 국가가 원자력을 개발하는데 도움을 줄 수 있는 충분한 능력과 기술 및 시설을 갖추고

있다.

어떤 의미에서 21세기는 아시아의 세기가 될 것이다.

아직도 아시아권의 많은 나라가 개발도상국에 속한다. 이러한 국가들은 다음 세기에 인구·에너지·식량 및 환경문제로 많은 어려움을 겪게 될 것이다.

따라서 본인은 원자력에 관한 과학기술이야말로 이러한 상호연계된 문제를 해결할 수 있는 관건이라고 강조하고 싶다.

원폭의 피해를 입은 유일한 국가로서, 우리 일본은 원자력을 평화적 목적으로만 사용할 것을 결정하였다.

그리고 일본은 지구상에서 핵무기가 완전히 사라지기를 간절히 원하고 있다.

오늘 본인은 일본의 원자력 이용개발을 위한 장기계획을 소개하였다.

우리는 21세기를 위한 원자력의 과학기술의 축진을 통해서 해결할 수 있는 많은 문제를 안고 있다.

원자력의 평화적 이용과 핵비확산을 위한 우리의 노력은 결코 용이한 것은 아닐 것이지만, 우리는 현재 꾸준한 성과를 거두고 있다.

그리고 우리는 우리 자신과 우리의 후손에게 보다 밝은 미래를 열어주기 위해 계속 노력해야 한다. ☉

이 글은 지난 9월 8일 열린 제73차 원자력계 월례기술회의에서 발표된 글이다.