



일본의 원자력 연구 개발 이용 장기계획

일본 원자력위원회 장기계획책정회의

머리말

1. 원자력위원회와 장기계획

일본 원자력의 연구·개발 및 이용은, 원폭의 참화로부터 얼마 지나지 않는 1950년대 중반에 평화적 이용을 원점으로 하여 시작된 이래 오늘에 이르기까지, 처음의 생각을 표명한 원자력기본법에 의거하여 평화적 목적에 엄격하게 한정시켜 시행되어 왔다.

원자력위원회에 대하여도 원자력 기본법에 위원회의 설치 근거를 두고 있었으며, 위원회의 중요한 임무는 평화적 이용의 보장과 원자력 연구 개발 이용에 관한 정부의 시책이 계획적으로 수행될 수 있도록 필요한 기획과 심의 및 결정을 하는 것이다.

이 때문에 원자력위원회는 1956년에 최초의 「원자력 연구 개발 이

용 장기 기본 계획」(이하 「장기계획」이라 함)을 결정한 이래 매 5년마다 지금까지 8회에 걸쳐 장기계획을 책정하여 왔다.

이 장기계획들은 원자력의 여명기로부터 일관되게 일본의 원자력 연구 개발 이용 시책을 계획적으로 수행하기 위한 견인력으로서 중요한 역할을 해왔다. 또한 이 장기계획들은 안전 확보와 평화적 이용의 관점 등 원자력 연구 개발 이용의 기본 방향을 제시하고, 보편성을 갖고 그의 확실한 이행을 촉진하는 역할을 해 온 것이다.

원자력위원회는 1999년 5월, 전회의 1994년 장기 계획 책정 이후에 일어난 여러 정세 변화를 반영하고, 21세기를 전망하면서 일본이 취할 원자력 연구 개발 이용의 기본 방침과 추진 방안을 국민, 국제 사회 및 원자력 관계자에게 분명하게 하기 위하여 새로운 장기계획의 책

일본원자력위원회는 1956년 최초의 「원자력 연구 개발 이용 장기 기본 계획」을 결정한 이후 매 5년마다 지금까지 8회에 걸쳐 장기 계획을 책정해왔으며, 이 계획들은 일본의 원자력 여명기부터 일본의 원자력 연구 개발 이용의 기본 방향을 제시하고 그의 확실한 이행을 촉진하는 역할을 해왔다. 본 장기 계획(안)은 지난해 11월 24일 원자력위원회에서 확정되었다. 본 자료를 2회에 걸쳐 게재한다.

(편집자)

정을 결정하였으며, 그 책정에 반영하기 위한 조사 심의를 장기책정회의(이하「책정회의」라 함)에 부탁하였다.

2. 책정회의 심의 경위

책정회의는 이번 장기계획 심의가 「몬주」 사고 등 일련의 원자력을 둘러싼 사고·불상사에 의한 국민의 불안과 불신 속에서 심의하게 됨을 고려하고 21세기를 맞이하면서 지금까지의 원자력에 관한 여러 가지 문제를 총괄하여 금후를 전망하는 심의를 수행해야 한다는 인식을 갖고, 원자력 연구 개발 이용의 원점으로 되돌아가 그 위에서 다시 21세기의 전망을 어떻게 그럴 것인가하는 자세로 검토에 착수하였다.

심의 개시 직후에 주식회사 JCO의 도카이무라(東海村) 우라늄 가공공장에서 임계 사고(이하「우라늄 가공공장 임계사고」라 함)가 발생하였기 때문에 국민이 원자력을 바라보는 눈은 한층 더 험하여져 새삼스러이 원점으로부터 논의의 중요성을 통감하였으며, 보다 광범위한 관점으로부터 그 후의 심의를 진행하였다.

책정회의는 원자력 관계자만이 아니라 경제계·법조계·입지 지역·매스미디어 등 각계의 학식 경험자(學識經驗者)로 구성됨으로써 종전의 장기계획 심의와 비교하여 많은 분야에 걸쳐 전문가가 참여하였다.

책정회의의 및 개개의 중요 과제별로 설치된 6개 분과회의 심의를 모두 공개하고, 또한 심의에 쓰인 자료 및 의사 진행을 인터넷 등을 통하여 공개하는 등 투명성을 높이는 심의가 되도록 노력하였다.

또한 심의에서는 1996년 이후 23회 연인원 210명이 참가하여 개최된 원자력정책 원탁회의의 논의나 동 회의가 정리한 에너지로서의 원자력 역할이나 「몬주」 운전 재개 후의 옵션 등에 대한 제언을 반영하는 등(결정에서는 국민으로부터 의견 수렴이나 전면적으로 공개된 「의견을 듣는 모임」 개최 등) 1994 장기계획 이상으로 폭 넓은 국민의 소리를 반영하도록 힘썼다.

3. 새로운 장기계획의 책정

책정회의는 종전의 장기계획과 비교하여 아래의 사항에 유의하면서 장기계획을 조사·심의하였다.

① 새로운 장기계획에서는 20세기의 원자력 역사를 참고로 해서 금후에 해결해야 할 과제와 원자력이 갖는 다양한 가능성에 대처해야 할 장기적 전망을 제시한다.

이 때 다른 에너지 옵션과 비교하고 국민·사회·국제 사회·더 나아가 과학 기술의 동향 등을 고려하면서 원자력의 평화적 이용의 원점에 되돌아가서 원자력의 의의와 역할을 새로이 검토한다.

② 원자력에 대한 국민의 불안이

나 불신이 고조되어 있는 심각한 상황 속에서 금후 원자력 정책을 추진함에 있어서는, 국민·사회 및 국제 사회의 이해와 신뢰를 얻는 것이 대전제라는 입장을 가지고 원자력 관계자를 위한 구체적 지침에 그치지 않는 국민·사회와 국제 사회를 향한 메시지로써 장기계획의 역할을 중시한다.

③ 정부와 민간이 맡아야 할 역할을 고려하면서, 앞으로도 견지하고 착실하게 실시하지 않으면 안될 이념과 정책을 제시한다. 동시에 정세의 변화에 따라 기동적으로 대응해야 할 연구 개발 활동 등에 대하여는 과제 해결을 위한 다양한 옵션을 마련하여 적시에 올바른 평가로 계획의 유연성을 갖고 대처할 것을 원칙으로 제시한다.

책정회의는 본 장기계획이 원자력 문제를 한사람 한사람이 스스로의 문제로서 생각하게 되는 계기가 되고, 국민 각계 각층에서 원자력 정책에 대한 이해가 깊어지기를 기대한다. 또한 장기계획의 내용을 이해하는 데 도움이 되도록 책정의 기초가 된 자료와 용어 해설을 첨부하였다.

원자력의 연구·개발 및 이용의 현황과 미래의 모습

1. 20세기의 과학 기술

20세기에 과학 기술은 비약적인



발전을 이룩하여 인류 사회와 생활에 커다란 변화를 가져왔고, 금일의 선진 여러 나라에서 물질적인 풍요로움과 번영을 실현하였다. 의료의 진보는 인간의 수명을 크게 늘리고, 교통 기관의 발달은 인간의 이동 공간을 지구의 구석구석까지 확대하였다.

대량 생산된 물건은 사람들의 사회 생활을 편리하고 쾌적하게 만들고, 정보 통신의 발달은 방대한 정보를 수집·처리하는 것을 가능케 하여 세계 속의 사람들이 정보의 공유나 교환을 짧은 시간 사이에 할 수 있게 되었다.

또한 사람들의 물질적 생활의 바탕이 되어 온 에너지원은 예전의 땀나 무나 수력으로부터 석탄·석유 등의 화석 연료로 변천하고 더 나아가서는 원자력도 실용적으로 사용하게 되었다.

그러나 20세기에 비약적으로 높아진 생산 활동은 인구의 폭발적인 증가와 더불어 자원의 고갈, 생태계의 파괴, 지구 온난화 문제, 폐기물 처분 문제 등을 야기시키고 있다. 물질적인 풍요로움을 향유해 온 선진국은 금후 대량 생산, 대량 소비, 대량 폐기의 사회 경제를 전환하여 순환형 사회를 지향하면서 지구 환경과의 조화를 도모하는 것이 절대적으로 필요하게 되었다.

오늘날 인류의 활동은 지역간·국제간에 상호 의존하며 커다란 영

향을 주고 받게 되고 있다. 21세기에는 개발 도상국에서의 인구 증가와 경제 발전의 추구로 에너지·자원 및 식량 수급의 어려움, 수자원의 부족, 열대 우림의 감소 등이 예상되고 있고 이러한 문제들에 대한 전인류적인 관점에 입각한 대처가 필요하게 되었다.

또한 원자력 등의 거대 과학 기술이나 급속히 발달하는 생명 과학에 대하여 사람들은 기대와 함께 불안도 갖게 되었다.

과학 기술이 사회적으로 의미 있는 편익을 가져다주기 위해서는 전문가와 사회 일반 사람들 쌍방의 지혜가 필요하게 되어 있다.

이와 같이 20세기에서 과학 기술의 발전은 인류 사회에 지구 환경 문제나 과학 기술과 사회와 관계 등 여러 가지 문제를 제기하고 있다. 다른 한편 이러한 문제를 해결해 나가기 위해서는 과학 기술의 효과적인 이용이 필요한 것도 사실이다.

더 나아가서 인류 활동의 미개척 영역을 확대하여 문명의 새로운 발전 가능성을 확실하게 하는 것에 인류 공통의 지적 재산으로서 과학 기술의 발전을 촉구하는 것은 효율적 일 것이다.

이 때문에 금후 인류 사회가 직면하는 여러 가지 문제의 해결 요청에 대하여 과학 기술이 어떻게 대응해 나갈 수 있을 것인가, 또는 과학 기술이 사회에서 받아들여지기 위해

서는 어떻게 해야 하는가하는 관점이 지금보다도 더욱 중요해진다.

2. 원자력 과학 기술의 발달

가. 원자력의 탄생

원자력 이용 역사는 약 100년 전 쾨르겐·베르켈·퀴리 등에 의한 방사선 및 방사능의 발견으로 시작된다. 1895년 X선이 발견된 뒤 얼마 안되어서 진단에 응용되고, 이어서 X선과 라듐이 암 치료에 쓰이는 등 방사선은 일찍부터 진단·치료 분야에 이용되어 왔다.

그리고 약 60년 전에는 핵분열 연쇄 반응이 발견되고 이후 20세기의 원자력은 방사선이 갖는 여러 가지 성질을 활용한 의료·공업·농업 등 분야에서의 이용과 핵분열로 방출되는 막대한 에너지를 활용하는 분야의 양쪽 분야에서 연구 개발이 되어왔고, 또한 이용되어 왔다. 실로 원자력은 20세기가 낳은 과학 기술이다.

나. 원자력과 군사적 이용

핵분열 반응의 발견으로 예견된 원자력 에너지 이용은 불행하게도 제2차 세계 대전에 군사적 이용으로부터 시작되었다. 더욱이 핵융합의 군사적 이용도 1950년대에 들어서서 수소 폭탄의 모습으로 시작되어 핵무기의 위협은 오늘날까지 반세기 가까이 인류를 무겁게 억누르고 있다.

냉전 종식 이후에는 핵무기의 대

폭적인 삭감, 「핵무기 비확산에 관한 조약(NPT)」의 무기한 연장, 「포괄적 핵실험 금지조약(CTBT)」의 합의 등 핵군축이나 핵비확산에 대한 시스템 구축이 진척되는 한편, 핵무기 해체 플루토늄 문제나 인도·파키스탄의 핵실험, 이라크의 핵개발 의혹 등으로 상징되는 것과 같은 새로운 핵확산의 우려도 볼 수 있다.

다. 원자력의 평화적 이용

원자력의 평화적 이용에 대하여는 1950년대에 들어서서 군사적 이용의 전용(專用)이라는 형태로 연구 개발이 진행되게 되었다. 특히 1953년에 미국 아이젠하워 대통령이 행한 「Atoms for Peace」 연설 이후, 핵무기의 확산을 막으면서 평화적 이용을 촉진하는 국제적인 틀이 정비되었다.

일본이 원자력을 만난 것은 히로시마·나가사키의 원폭 투하라는 불행한 체험으로 시작되었으나, 그때부터 약 10년 후에는 원자력기본법이 제정되고, 원자력은 평화적 이용에 철저하게 한정시킨다는 결의 아래 국민의 지지를 얻으면서 원자력 이용이 시작되었다.

원자력 발전에 관하여는 각국에서 기술 개발과 개량이 적극적으로 진행된 결과, 현재 전세계적으로 400기 이상의 원자로가 가동되고 있고 총발전 전력량의 약 16% (1998년)를 공급하고 있다.

미국에서는 전력 공급의 약 20%, 유럽에서는 약 30%를 원자력이 담당하고 있다. 일본에서도 석유 파동 이후 원자력 발전의 도입이 적극적으로 추진되어 현재 전력 공급의 3분의 1을 초과하는 기간(基幹) 전원이 되고 있다.

라. 세계의 원자력 개발 현황

전세계적으로 보면, 소위 선진국을 중심으로 하는 원자력발전소의 신규 건설은 정체 경향에 있다. 스웨덴에서는 1980년 국민 투표 이래 여러 가지 논의를 거쳐 바세빅 1호기가 1999년에 폐쇄되었다.

독일에서는 기존 원자력발전소의 운전 기간을 원칙적으로 32년으로 하였을 때의 발전 전력량을 상한선으로 하는 원자력 발전 철폐에 대하여 정부와 전력 업계가 합의하였다. 프랑스에서도 Super-Phenix 고속중수로의 폐쇄가 결정되어 있다.

이들 배경에는 미국의 Three mile island 원자력발전소 사고와 옛 소련의 체르노빌 원자력발전소 사고 등에 의한 안전성에 대한 우려와 더불어 전기 사업 규제 완화의 진전, 전력이나 천연 가스의 광역 공급망 정비, 에너지 절약과 재생 가능 에너지를 도입하려는 움직임의 고조, 원자력 발전의 철폐를 정강으로 하는 정당의 정권 참여 등 여러 가지 움직임에서 관찰될 수 있다.

미국에서는 원자력발전소보다 건

설이 용이하고 단기적 경제성에서 유리한 석탄·천연 가스 발전소가 전력 사업자에게 채택되게 되어, 신규의 원자력발전소는 20년 이상 발주되고 있지 않다. 그러나 가동률을 높임으로서 기존의 원자력발전소는 다른 전원과 경제성에 있어 충분히 경쟁하고 있다.

이와는 다르게 중장기적으로 높은 경제 성장과 이에 수반하는 에너지 수요 증가가 예상되는 아시아 지역에서는 이 지역의 화석 연료 자원이 풍부하다고는 할 수 없다는 사실로부터 원자력 발전의 도입이나 원자력 발전 규모의 확대를 고려하고 있는 국가도 있다. 이와 같이 원자력의 현황은 에너지를 둘러싼 각국의 고유 사정에 따라 차이가 크게 나타난다.

마. 방사선의 이용

원자력 이용의 하나로써 방사선은 기초·응용 연구로부터 실용에 이르기까지 폭 넓은 분야에서 이용되고 있다.

여러 가지 종류의 방사선은 원자·분자나 원자핵과 같은 미시적 세계의 관찰·계측·미세 가공 등 첨단 연구 개발에 필수적인 수단을 제공하고, 또한 물질의 본질에 대한 새로운 지식을 가져다주어 과학 기술 발전의 원동력이 되고 있다.

더 나아가서 의료 분야에서 X선 진단, 암 치료, 산업 분야에서 고무·플라스틱 등의 품질 개량, 의료



기기의 멸균, 방사선 육종, 식품 조사 등의 방사선 이용 기술은 보급에 정도의 차이는 있으나 전세계적으로 널리 정착해가고 있다.

바. 20세기의 원자력

원자력은 에너지 공급 측면에서 지금까지 중요한 역할을 해옴과 동시에 가속기 등 과학 기술의 발전에 없어서는 안될 수단을 제공하며 의료·산업 등 분야에서 방사선 이용을 통하여 건강하고 풍요로운 생활을 가져다주었다.

다른 한편 원자력 이용에 따라 핵확산, 안전성, 방사성 폐기물 처분 문제가 야기되고 있다. 앞으로 이러한 여러 가지 문제를 사회가 수용할 수 있도록 인류가 관리하고 또는 해결할 수 있을 것인가하는 물음이 사회로부터 오늘날 새삼스럽게 제기되고 있는 것이다.

3. 일본의 원자력 연구 개발 및 이용 현황과 미래

가. 원자력 발전

A. 원자력 발전 주변 상황

일본은 1966년에 최초의 상업용 원자력 발전소의 운전이 개시된 이래 오늘에 이르기까지 석유 대체 에너지원으로서 원자력 발전의 도입을 적극적으로 추진하여 평균적으로 연간 1.5기 정도 발전용 원자로의 운전을 개시해왔다. 그 결과 51기, 총발전 시설 용량으로서 4,492만kW의 상업용 원자력발전소가 가

동하기에 이르렀다.

이러한 과정에서 1970년대에는 고장이 연이어 평균적으로 낮은 가동률을 가졌으나, 그 뒤 고장의 원인 규명과 근본적인 대책 및 개량 표준화 등을 수행하여 점차 가동률이 향상되었고, 1990년대 후반에는 매년 80%를 넘게 되었다.

그 결과 1999년도에는 국내 총발전 전력량 9,176억kWh 가운데 34.5%에 해당하는 3,165억kWh가 원자력 발전에 의해 공급되고 있다. 또한 일차 에너지로 환산하면 1998년도는 원유 환산 약 8,084만kl에 해당하여 일본의 일차 에너지 공급의 13.7%를 담당한 것이 된다.

1990년대에 들어서면서 국제 사회에서 지구 환경 문제에 관심이 고조되어 일본에서는 온실 효과 가스인 이산화탄소(CO₂) 삭감의 유력한 대책으로서 원자력 발전에 거는 기대가 크다.

그러나 다른 한편 원자력 발전에 대하여는 1986년 체르노빌 원자력 발전소 사고에서 볼 수 있었던 것과 같이 한번 대규모의 사고가 일어나면 방사능 오염 피해와 사회적 영향이 막심하기 때문에 인류는 과연 원자력이라고 하는 거대 기술을 안전하게 관리할 수 있는 것인가하는 불안과 더불어 일본에서 최근에 발생한 일련의 원자력 관계 사고와 이와 관련된 오페·허위 보고 등의 불상사로 원자력에 대한 불안과 함께 원

자력에 관계되는 사람들에 대한 불신감이 생기고 있다.

이 밖에 정부나 사업자는 스스로에게 불리한 정보를 충분히 공개하고 있지 않는 것이 아닌가하는 의심을 국민들이 안고 있다는 사실, 방사선이나 원자력 시설의 사고에 관한 지식·정보가 국민들에게 알기 쉽게 설명되고 있지 않다는 사실 등도 국민의 불안과 불신의 원인으로 지적되고 있다.

또한 미국과 유럽 여러 국가에서 원자력 개발이 정체되어 있고 그 가운데에는 탈원전을 주장하는 국가도 있다는 것, 지구 온난화 방지책으로서 재생 가능 에너지를 도입한다는 움직임도 고조되고 있다는 것, 더욱이 원자력 발전에 수반되어 발생하는 고준위 방사성 폐기물의 처분 대책의 지연이나 후세대 사람들의 건강에 미칠 영향에 대한 우려 등으로 일본이 이 이상 원자력 발전이나 핵연료 주기 사업을 추진하는 것을 걱정하는 사람들이 많아지고 있다.

B. 에너지 공급

세계의 에너지 주변 정세를 살펴보면 아시아를 중심으로 하는 개발도상국에서 에너지 소비의 급속한 성장을 고려할 필요가 있다. 또한 세계는 21세기를 향하여 인구 증가, 환경 악화 등의 여러 가지 문제를 안고 있으나 이러한 것들은 에너지 문제와 밀접하게 관련되어 있고

어떻게 하여 에너지의 안정 공급과 환경 보존을 도모해 갈 것인가는 중요한 문제이다.

정부는 경제 효율성을 추구한다는 민간 사업의 장점을 최대한으로 살리면서, 장기적 관점에서 에너지의 안정적 공급의 확보나 환경 보전이라는 공익의 실현을 도모하는 방안을 강구해나가야 한다.

일본에서 에너지 공급의 첫 번째 과제는 국민 생활을 지탱하기 위하여 필요로 하는 에너지를 안정적으로 확보하는 일이다.

이 때 일본이 미국과 유럽 여러 나라와는 달리 송전선이나 파이프 라인으로 옆 나라들과 에너지를 서로 융통할 수 있는 상황이 아닌 섬 나라라는 것, 일본 국내에는 에너지 자원이 빈약하고 대부분을 해외에 의존하고 있다는 지리적·자원적 조건을 반영한 대책을 강구하는 일이 중요하다.

이를 위하여 주요 에너지 자원의 수입선 다변화를 기함과 동시에 공급 두절 등의 비상 사태에 대비하여 비축 제도를 정비하여 두는 것도 필요하다.

또한 일본은 선진국 가운데에서도 일차 에너지 공급에서 석유 의존도가 높고 석유 수입이 차지하는 중동 지역 의존도가 두드러지게 높기 때문에 에너지원을 실행 가능한 한 석유 대체 에너지로 바꾸어 가는 것이 중요하다.

두 번째 과제는 에너지 소비에 수반되는 환경 부하를 최소한으로 억제하는 일이다.

이를 위해서는 최대한의 에너지 절약을 추진함과 동시에 상대적으로 환경 부하가 적은 에너지원의 도입을 촉진할 필요가 있다.

우선 먼저 중요한 것은 이산화탄소나 메탄 등 온실 효과 가스 배출 삭감에 대한 대책이다. 일본은 지구 온난화 방지 교토(京都) 회의(COP3)에서 의장국으로서 온실 효과 가스의 배출량을 2008년에서 2012년까지 5년간 평균으로 1990년의 배출 수준에서 6% 삭감한다는 목표를 받아들이고 있다.

이를 위하여 열병합 발전의 도입 등을 비롯한 에너지 이용 효율의 향상을 도모함과 동시에 국민 생활 방식의 전환을 촉진하는 등 에너지 절약을 추진하기 위한 다방면에 걸친 노력을 하지 않으면 안 된다.

또한 동시에 화석 연료를 이산화탄소의 배출이 적은 원자력이나 재생 가능 에너지로 전환해 가는 일이나 당면과제로서 연료를 석유로부터 천연가스로 전환시키는 등의 대책이 필요하게 된다.

이 가운데 천연 가스는 단위 에너지 생산당 이산화탄소 배출량이 화석연료 중에서 적으며, 최근의 기술 수준 향상으로 발전 비용이 저렴해졌다는 것 등으로 주목받고 있다. 그러나 천연 가스의 이용을 더 추진

하려고 하여도 천연 가스도 연소에 따라 이산화탄소를 배출한다는 사실을 인식하고 에너지의 안정적 공급이라는 관점에서는 각각의 공급원이 그 특성에 맞게 균형을 유지하면서 정비되지 않으면 안된다는 사실을 참조할 필요가 있다.

한편 장기적 관점에서 에너지 절약 기술, 연료 전지 등의 연구 개발과 더불어 원자력이나 재생 가능 에너지에 대하여 보다 많은 가능성을 추출하는 기술에 대한 연구 개발과 더 나아가서는 이산화탄소 회수 기술 등의 실용화 가능성을 추구하는 연구 개발을 수행하여, 미래 사회에서 새로운 가치관에 입각한 수요나 새로운 제약의 출현에 대비하여 창조력을 갖고 다양한 가능성을 추구해 가는 것이 중요하다.

또한 그러한 관점에서 실용화가 가능한 성과가 얻어졌을 경우에는 이것을 의욕있는 민간이 실용화시켜 가는 활동을 지원해 가는 것도 중요하다.

이와 같이 일본이 에너지와 환경 문제 해결에 적극적으로 대처한다는 것은 국제 사회에 공헌할 뿐만이 아니라, 더불어 에너지 소비의 증대가 예견됨에도 불구하고 지역 내에는 화석 연료 자원이 풍부하지 못한 아시아 여러 국가의 에너지 문제 해결에 협력한다는 관점으로도 중요하다.

① 에너지 절약



1970년대 석유 파동을 계기로 일본은 에너지 절약 대책을 적극적으로 실시한 결과 1998년 GDP당 최종 에너지 소비량은 에너지 다소비국인 미국의 절반 정도, 유럽 여러 국가와 비교하여도 낮은 수준에 있다.

그러나 에너지 수요 측면을 살펴보면 민생·수송 부문은 꾸준히 증가하고 있을 뿐만 아니라 산업 부문에서는 최근의 경제 불황으로 에너지 소비는 감소하고 있지만 에너지 절약을 위한 투자가 정체되고 있음을 보아 앞으로 에너지 절약의 진전은 어려울 것으로 전망된다.

일본 사회를 지속 가능한 발전을 실현시킬 수 있는 순환형 사회로 변화시켜 가기 위해서는 대량 생산, 대량 소비형의 경제 사회를 수정하여 자원의 효율적 이용과 재이용을 위한 기술과 시스템의 정비를 충실하게 하고, 사람들의 생활 양식을 이 순환형 사회에 걸맞는 것으로 변혁하는 것이 필요하다.

이를 위하여 정부는 이의 실현을 위한 여러 가지 시책을 착실하게 그리고 계속적으로 실시해가지 않으면 안 된다. 그러나 이를 위해서는 설비의 개선이나 큰 의식의 개혁을 요하는 경우가 많아 효과가 나타날 때까지는 많은 시간을 요한다는 사실을 유념하지 않으면 안 된다.

◎ 재생 가능 에너지

재생 가능 에너지의 총량이 일차

에너지에서 차지하는 비율은 1998년도에 수력 3.9%, 기타가 1.3%이다. 수력·바이오매스나 지열에 대하여는 다른 재생 가능 에너지에 비하여 공급의 불안정성이 적다는 장점이 있다.

그러나 현재로서는 일본 국내에서 수력이나 지열의 미개발 자원은 환경 및 입지적인 제약, 송전선의 부설 등 경제적 제약 때문에 대규모 개발은 어렵고 또한 에너지 공급에 차지하는 비율이 대폭적으로 확대되기도 어렵다.

따라서 앞으로의 중점은 환경 보전을 중시한 중·소 규모의 수력발전소의 개발이나 고온암체 발전과 같은 혁신적인 기술의 개발에 힘쓸 것으로 생각된다.

다른 한편에서 입지 조건이나 자연 조건에 영향받는 태양광 발전·풍력 발전·파력 발전에 대하여는 이들에 의한 전력 공급은 불안정하며, 에너지 밀도가 적고 단위 발전량당의 설비비가 비싸기 때문에 현재로서는 풍황(風況)이 양호한 지점에서 풍력 발전이나, 주택 등에서 자가 수요로서 태양광 발전을 제외하고는 대규모 도입은 쉽지 않다.

태양광 발전이 직면한 최대의 과제는 경제성 향상으로서, 태양 전지의 효율 향상과 제조 비용의 감소, 설치 방법의 개선이 필요하지만, 예를 들어 한여름의 첨두 부하시 대응 전 원으로서의 가능성을 가지고 있다.

풍력 발전은 일본의 지형이 복잡하여 바람이 불안정하기 때문에 wind-firm으로서 대량으로 도입할 수 있는 지점이 그리 많지 않다. 그러나 입지점의 풍황을 면밀히 조사하여 특성에 맞는 풍차를 선택하고 단기 출력이 1,000kW 정도로 대형화하는 등 경제성 향상에 노력을 축적하면서 규모를 확대시켜 나가는 것은 기대된다. 그러나 불안정한 이 전원들이 전력 계통의 최저 부하 용량에 대하여 일정 비율을 초과할 경우에는 전력 계통에 안정 장치가 필요하게 되는 것도 비용 증대 요인으로 지적되고 있다.

또한 바이오매스의 일종으로 제지 공정의 폐기물인 흑액·폐재를 비롯한 폐기물에 의한 에너지 공급 능력은 이것을 배출하는 주공정의 규모에 좌우되고 자원량도 한정되어 도입량에는 한계가 있다.

재생 가능 에너지는 앞으로 더욱 분산형 에너지로서의 특징을 살려 이용을 촉진시키는 것에 대하여 여러 가지 수단을 써서 지원하는 등 중장기적 관점에서 서서 최대한의 노력을 경주하면서 합리적 도입을 도모할 필요가 있다. 그러나 이 에너지들은 수력을 제외하고는 보조적 수준을 초과하는 역할을 기대하기에는 어려운 것이 현실이다.

C. 원자력 발전의 특성과 과제

① 공급 안정성

원자력 발전은 다른 에너지원과

비교하여 연료의 에너지 밀도가 높아 비축이 용이하다는 기술적 특징이 있고, 추가하여 우라늄 자원은 석유 자원에 비하여 정치 정세가 안정된 국가들에 분산되어 있다는 것으로서 공급 안정성이 우수하다.

또한 장차 고속증식로 등으로 우라늄을 보다 높은 효율로 이용할 수 있는 기술이 실용 면에서 사용할 수 있게 되면 원자력 발전은 보다 장기간에 걸쳐 안정적으로 에너지를 공급할 수 있게 될 가능성이 있어 장래 인류에게 있어 필요한 에너지를 공급하는 데 유력한 기술적 옵션의 하나가 된다.

㉠ 환경 적합성과 방사성폐기물
원자력 발전은 발전 과정에서 온실 효과 가스인 이산화탄소나 질소산화물·유황산화물을 배출하지 않아 환경 부하가 작다는 특징을 가지고 있다. 그러나 사고로 환경에 방사선과 방사성 물질을 누출할 가능성이 있기 때문에 그 영향을 충분히 적게 만드는 조치를 강구할 필요가 있다.

또한 방사성 폐기물에 대하여는 원자력 이용 초기부터 적절한 관리가 실시되어 왔으나 앞으로도 장기간에 걸쳐 방사능이 생활 환경에 영향을 미치지 않도록 적절하게 관리하고 처분하는 일이 필요하다.

원자력 발전은 다른 에너지원에 비하여 에너지를 생산하는 경우에 발생하는 폐기물의 양이 적다고 하

는 특징이 있는 한편, 이것들은 방사성을 띠고 있어 그것의 최종 처분은 원자력 발전을 추진함에 있어 가장 중요한 과제 가운데 하나이다.

100만kW의 원자력발전소를 1년간 운전하는 경우 저준위 방사성 폐기물은 200리터 드럼통으로 수백개가 발생하고, 사용후 핵연료를 재처리하여 유용한 물질인 플루토늄과 우라늄을 분리한 뒤에 남는 고준위 방사성 폐기물의 유리 고화체가 150리터의 스테인리스 스틸 용기로 30개 정도 발생한다. 또한 장기적으로는 폐로에 따르는 폐기물도 발생한다.

저준위 방사성 폐기물에 대하여는 이미 매설 처분이 개시되고 있으나, 고준위 방사성 폐기물은 장기간에 걸쳐 강한 방사능을 계속 방출하기 때문에 방사능이 생활 환경에 영향을 미치지 않도록 장기간에 걸쳐 그것의 안전성을 확보하는 일이 필요하다.

이를 위한 처분 방식으로는 지하 수백 미터 이상 깊이의 안정한 지층에 매설하는 「지층 처분」을 실시하는 방법이 각국에서 계획되고 있다.

일본에서는 고준위 방사성 폐기물의 처분을 위하여 2000년에 「특정 방사성 폐기물의 최종 처분에 관한 법률」의 제정으로 제도적 장치가 마련되었고, 앞으로는 이 법률에 의거하여 처분 사업의 실시 주체 설

립과 처분 지역의 선정 등의 과정을 밟게 된다.

최종 처분 실시에는 심지층의 과학적 지식을 축적하고 동시에 국민과 대화를 통하여 국민의 이해와 협력을 얻으면서 지층 처분을 착실하게 실시하는 것이 필요하다.

㉡ 경제성

각종 전원의 발전 비용은 자원이나 인건비·자본비가 각 국가의 사회 경제 시스템이나 자원 유통 기구의 정비 상황에 의존하기 때문에 나라마다 달라 단순하게 국제적 비교는 할 수 없다. 일본에서는 운전 연수를 40년간, 평균 설비 이용률을 80% 등으로 계산할 경우 원자력 발전의 경제성은 다른 전원과 비교하여 손색이 없는 것으로 생각되고 있다.

㉢ 안전성

원자력발전소는 대량의 방사성 물질을 내장하고 있기 때문에 사고·트러블에 대비하여 다중의 안전 설계와 안전 관리 체제가 취해져 있다.

다른 한편 방사선은 오감과 같은 감각으로 느낄 수 없다는 것, 건강에 미치는 영향을 알기 어렵다는 것, 또한 안전 확보를 위하여 취하여지고 있는 여러 조치들이 밖에서는 잘 보이지 않는다는 것 등 일반 사람들에게는 사고·트러블이 발생한 경우의 영향이나 위험 정도가 알기 힘들다는 것과 더불어 체르노빌



원자력발전소 사고에 의한 피해의 심각성과 중대성, 또한 JCO 우라늄 가공 공장 임계 사고의 체험 등으로 사람들의 원자력 안전성에 대한 불안감은 크다.

정부와 원자력 사업자는 사고 원인의 철저한 규명에 기초한 재발 방지책을 강구하는 것은 말할 것도 없고 안전성 향상을 위한 기술 개발에 힘써야 하며, 안전 확보를 최우선 과제로 수행함과 동시에 만일의 사고 발생에 대비하여 재해 대책을 정비해 두는 것이 가장 중요하다.

㊤ 핵비확산에 대한 배려

핵물질이나 원자력 기술과 기소재는 핵무기 재료나 제조에 전용이 가능하기 때문에 원자력의 개발 이용에는 핵비확산의 배려가 절대적으로 필요하다.

일본은 핵비확산조약(NPT)을 체결하고 국제원자력기구(IAEA)의 보장 조치하에서 핵물질과 시설 등을 엄격히 관리하며, 이것으로 우라늄 농축이나 재처리 기술 등 소위 민감 기술의 실용화나 플루토늄 이용에 관한 국제 사회의 이해를 획득하여 왔다.

앞으로도 국제적 약속은 준수함은 물론이고 핵비확산에 대한 대책의 실효성을 향상시킨다는 관점에서 정보나 국제 규제 물질의 관리에 더 한층 투명성을 갖도록 노력하고 이에 관련된 기술을 개발하는 것이 필요하다.

D. 일본 에너지 공급에서의 원자력 발전의 역할

일본이 질이 높은 국민 생활을 지속하면서 21세기에 적절한 순환형 사회를 실현시키기 위해서는 에너지 수급 구조 그 자체를 전환시켜 가는 것이 중요하다.

이를 위하여 정부는 적절한 수준의 자원 비축 확보나 에너지 이용 기술의 효율 향상을 끊임없이 추구하면서, 또한 사회의 여러 가지 시스템이나 국민 생활 양식의 변혁도 고려하면서 에너지 절약, 재생 가능 에너지의 양적·질적인 특성을 감안한 이용 등을 여러 가지 규제적 혹은 유도 정책적 방법을 통하여 최대한으로 추진해 갈 필요가 있다.

이와 병행하여 에너지 자원이 빈약한 일본이 놓인 지리적·자원적 조건을 감안하고 또한 장래의 불확실성을 고려하면 이미 일본 국내 발전량의 3분의 1을 넘는 전력을 공급하여 에너지 자급률의 향상과 에너지의 안정적 공급에 공헌하여 원자력 발전을 계속하여 기간(基幹)전원으로 정하고 최대한으로 활용해 가는 것이 합리적이다.

또한 일본의 이산화탄소 배출량의 삭감에 원자력 발전이 커다란 역할을 담당하고 있다는 사실도 잊어서는 안된다. 따라서 일본의 에너지 공급 시스템을 경제성·공급안정성에서 우수하고 이산화탄소 배출량이 적은 것으로 한다는 관점에서 상

황의 변화에 적응하면서 전원 구성에서 차지하는 원자력 발전의 비율을 적절한 수준으로 유지시켜 나가는 것은 필요하다.

나. 핵연료 주기

A. 핵연료 주기 현황

현재 원자력발전소의 사용후 핵연료는 일정 기간 원자력발전소의 저장조 등에서 냉각하면서 저장된 뒤 재처리되고 있다. 지금까지 재처리는 주로 해외의 재처리 사업자에게 위탁시켜 왔으나 앞으로는 아오모리현 룩카쇼무라에 건설중인 상업용 재처리 공장에서 실시될 예정으로 있다.

또한 공장의 처리 용량을 초과하여 발생하는 사용후 핵연료에 대하여는 당분간 계속하여 발전소에 저장하거나 앞으로 발전소 부지 이외에서 사용후 핵연료 중간 저장 사업자에게 인도되어 재처리될 때까지 안전하게 저장하도록 되어있다.

더 나아가서 사용후 핵연료를 재처리하여 유용한 물질인 플루토늄과 우라늄을 분리한 뒤 남은 고준위 방사성 폐기물은 안정된 형태로 고화시킨 뒤 30년에서 50년 정도 냉각을 위하여 저장하고 그 뒤에 지층 처분하도록 계획되고 있다.

한편 회수된 플루토늄은 플루토늄 경수로 이용(Pu-thermal)이라 불리는 방식으로 경수로에 이용되거나 고속증식로의 연구 개발에 이용된다.

우라늄 자원을 보다 높은 효율로 이용하기 위해서는 주로 고속 증식자와 반응하는 고속증식로에서 플루토늄을 연료로서 연소시키는 것이 가장 효율적이다.

지금까지 일본에선 실험로 「조요」에서는 증식 성능의 확인, 이 원자로의 사용후 핵연료로부터 플루토늄 회수, 원형로 「몬주」에서 시험 발전 등의 성과를 얻어 왔으나, 「몬주」는 1995년 12월에 시운전 도중 나트륨 누출 사고를 일으킴으로써 운전이 정지된 상태이다.

외국에서는 프랑스 등과 같이 사용후 핵연료를 재처리하여 플루토늄을 이용하고자 하는 국가가 있는가 하면, 다른 한편에서는 미국 등과 같이 사용후 핵연료를 재처리하지 않고 직접 처분하기로 하는 국가가 있다.

또한 고속 증식로 관련 기술 개발에 대한 각국의 대처도 다양하여 러시아와 중국과 같이 적극적으로 개발에 열심인 국가가 있는 반면, 미국과 유럽의 여러 국가는 일정한 기술적 성과를 거두었음에도 불구하고 경제적 혹은 정치적 이유로 개발을 중지하거나 방침의 전환을 도모하고 있다.

B. 일본 핵연료 주기의 의의

인류 사회, 우선 일본의 에너지를 둘러싼 정세를 직시해보면 안정적인 에너지원을 기술적 방법으로 확보하는 것을 목적으로 정하고 장

기적 관점에 입각하여 여러 가지 노력을 계속할 필요가 있다.

원자력 발전은 일본 에너지 공급 시스템의 경제성, 공급 안정성 및 환경 적합성을 우수한 것으로 만드는데 공헌하고 있고, 핵연료 주기 기술은 이러한 특성을 한층 더 개선시켜 원자력 발전을 인류가 보다 오래 이용할 수 있도록 하는 가능성을 갖고 있다.

예를 들면, 사용후 핵연료를 재처리하여 플루토늄을 회수하여 연료로서 이용하는 기술은 우라늄 자원의 소비를 절약할 수가 있고, 안정적 공급이 우수하다는 원자력 발전의 특성을 더 한층 개선시킨다.

따라서 일본이 원자력 발전의 안전성과 경제성을 확보하면서 이들을 한층 더 향상시켜 나간다는 관점에서, 핵연료 주기 기술의 연구 개발 성과를 기초로 사용후 핵연료를 재처리하여 회수되는 플루토늄·우라늄 등을 효율적으로 이용해 가는 것을 기본으로 하는 것은 적절하다.

또한 고속증식로 및 관련 핵연료 주기 기술(「고속증식로 사이클 기술」이라 함)은 우라늄의 효율적 이용을 비약적으로 향상시키고 고준위 방사성 폐기물 속에 장기적으로 잔류하게 되는 방사능을 적게 하여 환경 부하를 더 감소시키는 가능성도 있음으로 불확실한 장래에 대비하여 장래 에너지의 유력한 옵션을 확보해 둔다는 관점에서 착실하게

고속증식로 사이클 기술을 개발하는 것은 중요하다.

이 때 이 기술 개발을 위한 기초 연구와 실용화에는 시간을 요한다는 사실을 고려하면서 일본만이 아니라 세계의 에너지 문제 해결에도 공헌할 것도 목표 중 하나로 넣어 일본 독자적인 장기 구상 아래 이 기술을 연구하고 개발하는 것이 중요하다.

그러나 플루토늄의 이용에는 국제 사회로부터 핵확산의 우려에 대한 이해를 얻어 가는 것뿐만 아니라 안전성과 경제성 양면에서 우수한 기술을 개발한다는 목표를 갖는 것도 중요하다.

다. 방사선 이용

현재 방사선은 의료·공업·농업 등의 분야에서 국민 생활이나 산업 활동에 널리 이용되고 있고 방사선 이용이 과학 기술의 발전이나 국민 생활의 향상에 기여하고 있음에도 불구하고 그것의 많은 것이 일반 국민에게 잘 알려져 있지 않다. 또한 식품 조사(照射)와 같이 조사 식품의 안전성에 대한 소비자의 불안 등으로 외국에 비하여 보급이 늦어지고 있는 분야도 있다.

앞으로 환자에게 신체적으로 부담이 적은 방사선 진료의 실현, 식품 조사에 의한 식품 위생의 확보, 배연(排煙) 물질 중 질소·유황산화물의 제거 기술 등에 의한 환경 보전, 고분자 재료의 품질 개선 등 효



올적인 공정 기술의 제조업에 응용 등 여러 분야에서 방사선 이용이 더 한층 기대되고 있다.

이러한 방사선을 이용한 기술 개발과 이용은 국민 생활의 질의 향상, 환경과 조화하는 순환형 사회의 실현, 활력 넘치는 산업의 유지 및 발전 등 21세기의 사회적인 요청에 대응하는 것이 될 것이다.

그러나 원자 폭탄에 추가하여 체르노빌 원자력발전소 사고, 최근의 JCO 우라늄 가공 공장의 임계 사고 등으로 방사선에 대한 국민의 불안감은 그 이전보다 더 강해졌다.

방사선 이용에 따르는 편익, 방사선이 갖는 특성, 방사선이 인체에 미치는 영향에 대한 국민들의 정확한 이해를 촉진하는 것이 앞으로 방사선 이용의 보급에 있어 중요하다.

특히 낮은 선량의 방사선이 인체에 미치는 영향이나 방사선 상해 치료 등에 관한 연구 개발을 한층 더 많이 추진하고 연구 성과를 국민들에게 널리 알려 나갈 필요가 있다.

라. 원자력 과학 기술

21세기의 일본은 지금보다 더 기초 분야 연구를 충실하게 하여 인류 공통의 지적 자산의 형성과 독창적·혁신적 기술의 창출에 노력할 필요가 있다.

오늘날 급속히 발전하고 있는 정보 통신 기술이나 생명 과학 등의 과학 기술은 앞으로 사회·경제 발전이나 국민 생활의 향상에 중심적

인 역할을 담당해 나갈 것으로 기대되고 있다.

그와 동시에 사회 전체의 발전을 생각하면 이것 이외의 기초적 과학 기술의 진흥이나 사회의 여러 가지 활동을 지탱해주는 에너지 연구의 중요성은 변하지 않았다.

또한 오늘날은 분야를 초월하여 서로 영향을 끼치며 발전해 가고 있다는 사실에도 유의할 필요가 있다. 이 때문에 이하에 서술하는 바와 같은 가능성이 있는 원자력 분야의 연구 개발에 계속하여 적극적으로 대처해 갈 필요가 있다.

원자력에 관한 과학 기술은 핵융합을 비롯한 새로운 에너지 기술 발전의 기반임과 동시에 레이저·가속기·원자로 등 미개척 분야에 도전하기 위한 효과적인 수단을 제공하는 것이다.

예를 들면, 이들 장치로부터 발생하는 여러 가지 방사선 등을 이용하여 DNA나 단백질의 미세한 구조 관찰, 새로운 원소나 재료의 창조가 가능하게 될 뿐만이 아니라 원자핵 내부 구조를 밝혀내어 물질의 궁극적인 구성 요소를 탐색할 수가 있다.

이와 같이 원자력 과학 기술은 물리학 등 기초 과학 분야에서 새로운 지식을 가져다주면서도 다른 한편에서는 생명 과학이나 물질·재료 계통 과학 기술 등의 분야에서 최첨단의 연구 수단을 제공하는 등 커다

란 가능성을 지니고 있다.

이들 원자력 과학 기술 발전은 앞으로 혁신적 기술의 창조가 기대되는 물질·재료 계통 과학 기술이나 생명 과학 분야 연구의 발달과 서로 어울려서 21세기 인류의 지적 프론티어 개척과 일본에서 새로운 산업의 창출에 공헌할 것으로 생각된다.

더욱이 가속기·원자로·핵융합 등의 기술은 여러 분야의 첨단 기술을 종합한 거대 시스템이고, 그것의 개발에는 다른 과학 기술 분야에 대한 파급 효과도 생각할 수 있다.

지금까지 일본 원자력 분야의 연구 개발은 미국과 유럽 선진국의 성공과 실패 사례로부터 배우면서 일정 수준의 효율적인 성과를 거두어 왔다.

그러나 이 때문에 새로운 아이디어를 창조하는 의욕이 미흡하여 기초적인 부분의 연구가 뒤졌다는 지적과 시장의 수요 변화에 순응하지 못하여 계획의 진행 방법이 경직되는 경향이 있었다고 지적되고 있다.

일본이 세계의 원자력 분야 선두 주자가 되고 또한 장애에 대한 불확실성이 증대되고 있는 오늘의 상황 하에서는 독창성이 넘치는 연구를 중시하며, 또한 최신의 지식과 변화하는 사회적 요청을 올바르게 계획에 반영하면서 착실히 진행시키는 유연성이 중요해지고 있다.

(다음 호에 계속)