



주요 선진국의 원자력 연구 개발 체제 비교 분석 및 시사점(1)

정만태
산업연구원 연구위원



머리말

원자력은 향후 예상되는 에너지 수요 증가와 지구 환경 문제의 대두로 인해 그 역할이 증대될 것으로 전망된다. 주요 선진국들은 산업 체제의 효율화와 신형 원자로 개발 등을 통해 미래에 대비하고 있다.

먼저 미국은 에너지 정책 변화로 향후 신규 원전 건설 등 원자력 산업이 확대되고 원자력 연구 개발도 활성화될 것으로 전망된다. 또한 NERI 프로그램을 시작으로 21세

기 원자력 기술의 주도권 확보를 꾀하고 있다.

일본의 경우 최근의 장기적인 경기 침체를 반영하여 원자력산업의 규모나 연구 개발 등의 관련 예산은 1990년대 들어 거의 정체 상태를 보이고 있다.

영국은 공적 자금으로 지원되는 대규모 원자력 프로그램은 고속증식로 프로그램의 중단과 함께 1994년 중단되었으며, 원자력 분야에서 영국 중앙 부처가 지원하는 대규모 원자력 프로그램으로는 핵융합 프로그램이 있다.

프랑스의 원자력 정책은 정부 주도의 일원적 개발 체계를 확립하여 정부 기관과 국영 기업을 중심으로 연구 개발 및 산업화 등 원자력 개발 계획을 강력하게 추진하고 있다.

독일은 정부와 4개 전력 회사들의 원전 폐쇄 합의에 따라 원자력 관련 연구 개발 및 산업 규모의 축소가 예상되고 있으며, 자국 내 원

전 관련 생산 업체들은 수출 시장의 확보에 주력하고 있으며 원전 건설이 활발하게 진행되고 있는 아시아 지역의 시장에 마케팅 능력을 집중하고 있는 것으로 나타났다.

이하에서는 미국·일본·영국·프랑스·독일 등 주요 선진국의 원자력산업 동향, 원자력 연구 개발 관련 기관별 역할, 연구 개발비 규모와 재원 조달 방식, 연구 개발 관리 체제 등 연구 개발 체제를 분석하고, 우리에게 주는 시사점을 모색하고자 한다.

미 국

1. 원자력산업 동향

1980년 이후부터 20년 이상 신규 원전의 건설이 없었던 미국은 원자력산업과 원자력 연구 개발 분야의 형편이 악화되었다고 볼 수 있다.

특히 1992년 에너지정책법의 제

정을 계기로 전력 시장의 자유화가 본격적으로 추진되자 상대적으로 천연 가스 등에 비해 경제성이 떨어지는 원전에 대하여, 당초 40년이던 운전 허가 기간을 채우지 않고 조기 폐쇄하는 경우까지 발생하기도 하였다.

한편 시장 자유화에 따르는 경쟁에서 생존하기 위한 원자력계의 개편 작업도 활발해졌다. 운전의 효율성을 위해 다수의 원전을 보유하고 집중적인 관리를 통해 운영 경비를 절감하려는 경향이 있었으며, 운전 실적이 저조한 전력 회사는 운전 관리를 위탁하거나 단독 또는 공동으로 전문 관리 회사를 설립하려는 움직임도 있었다.

이러한 산업계의 여파로 인해 원자력 연구 개발이 위축되어 미국의 국립 연구소들은 원자력 분야 연구 인력을 타기술 분야로 이전하고, 대학에서는 원자력공학과가 타관련 학과에 통폐합되기도 하였다.

그러나 1997년 클린턴 대통령은 국가과학기술자문위원회(PCAST : the President's Council of Advisors on Science and Technology)에 미국의 에너지 연구 개발 포트폴리오를 평가하고, 다음 세기 미국의 에너지 수급 계획을 수립할 것을 요구한 바 있다.

이에 PCAST는 대통령에게 원자력은 다음 세기에도 존속 확대되어야 하는 미국의 전력 사양(Option)

이라는 보고를 하고, 이에 따라 에너지부(DOE)는 NERI(Nuclear Energy Research Initiative) 프로그램을 출범시켰다.

이후 부시 미 대통령은 2001년 1월 캘리포니아주 전력난 및 유가 급등 사태를 우려하여, 전력난 해소 방안 및 장기 에너지 수급 대책 등을 포함하는 종합 에너지 대책을 강구하도록 지시하였다.

이와 같이 NERI 프로그램 그리고 부시 행정부의 신에너지 정책 등으로 인해 미국의 원자력 산업계 및 연구계는 다소 활발한 분위기를 띠고 있다. 또한 MIT 등에서 선구적으로 연구하고 있는 제4세대 원자로가 기존 화석 연료와 가격 경쟁력에서 우위를 유지할 수 있다는 전망도 나오고 있다.

이에 따라 일부에서는 미국 내에 원자력의 르네상스 시기가 도래했다는 다소 이른 전망을 내놓기도 하고, 원자력 사업자가 매각 대상으로 내놓은 원자력발전소의 값이 급등하거나 매물을 아예 취소하는 사례도 발생하고 있다.

신국가 에너지 정책에는 105개에 달하는 세부 정책을 제시하고 있고 에너지 위기 상황을 극복하기 위해 과거 클린턴 행정부 당시 상대적으로 등한시했던 에너지원 개발 및 공급 확대를 강조하고 있다.

미국의 국가 에너지 정책은 지금까지의 미국 정책과 달리 원자력의

이용 확대를 천명하고, 이를 위한 정부의 노력을 권고하였다. 또한 NRC의 인허가 절차 신속화, 원자력 손해 배상법 연장, 방사성 폐기물 처분장 건설 촉진 등 원자력 발전의 활성화를 위한 조치의 검토 및 이행을 권고하고 있으며, 방사성 폐기물 감축을 위한 핵연료 컨디셔닝 및 재처리 기술에 대한 재검토 등을 권고하고 있다.

이러한 정책 변화로 향후 미국에서는 신규 원전 건설 등 원자력 산업 확대와 원자력 연구 개발이 활성화될 것으로 전망되고 있다.

향후 원자력 연구 개발 측면에서 보면, ① 전반적으로 DOE에서 주도하고 있는 원자력 연구 개발 프로그램(NERI, I-NERI, Gen-IV 프로그램 등)의 활성화가 전망되며 ② 그간 중단되어 왔던 Pyro-processing에 근거한 고속중식 프로그램이 다시 추진될 것으로 예상되며 ③ 선진 재처리 기술에 대한 연구 개발이 국제적 협력을 통해 다시 추진될 것으로 예상된다.

원자력산업 측면에서 살펴보면, ① 향후 미국 전력 회사들의 원전 합병을 통한 거대 회사의 탄생 및 원자력 발전의 확대가 이루어질 것으로 전망되며 ② 미국 내 대부분 원자력 발전 회사의 원전 출력 상승 및 수명 연장이 추진될 것으로 전망되며 ③ 미국 전력 회사들의 신규 원전 도입이 예상되나 ④ 이러한 원



자력 발전 확대를 추진하는 데 있어 설계·기자재 제작·인허가 등의 분야에서 미국 내 인력 및 시설이 부족할 것으로 예상된다.

2. 원자력 연구 개발 지원 체제

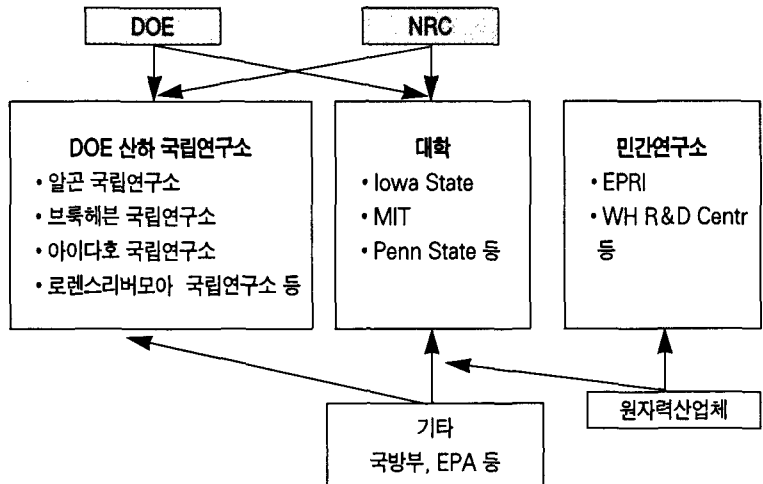
미국은 세계 최대의 원전 가동국이자 동시에 세계 원자력 연구 개발을 주도하고 있는 국가로서 수십 개의 국립 연구소와 대학, 그리고 기업 연구소들의 연구 능력이 미국의 원자력 연구의 저변과 주류를 이루고 있다.

미국에는 원자력 전문 국립 연구 기관은 없으나 국립 연구소들이 고에너지 물리학, 생명화학, 재료과학 등 대규모 설비 및 재원을 필요로 하는 기초 과학 연구에서 주도적 역할을 하면서 기본적인 연구 시설들을 대학이나 기업 연구소들에게 제공한다.

미국은 원자력의 이용 개발과 우라늄 농축 사업 등은 에너지부(DOE)가 주도하고 있으며, 원자력의 안전 규제 및 안전 규제 관련 연구는 원자력규제위원회(NRC)가 담당하고 있다.

NRC는 독립된 규제 기관으로 준입법권 및 준사법권을 가지고 있으며, 원자력의 안전 이용에 필요한 규정을 제정하고, 이를 위반하는 주체들에 대하여 벌금 부과 등의 불이익을 부과할 수 있다.

미국의 대학은 자신들의 독특한



(그림 1) 미국 원자력 연구 개발 주요 지원 체계(화살표는 연구비 지원 흐름 표시)

아이디어를 기반으로 하여 미국 연방 정부의 연구 개발 예산을 확보하거나 원자력 사업체로부터도 특정 주제에 대해 연구비를 따내기도 한다.

원자력 연구는 민간 연구 기관에서도 진행되고 있으나, 웨스팅하우스의 연구개발센터 등 민간 연구 기관들은 대체로 원자력 산업체와 연계되어 있으며, 기초 연구보다는 이미 개발된 상용 원자로의 설계와 개선에 초점을 두고 있는 것이 특징이다.

3. 원자력 연구 개발비 규모

미국의 전체 기술 분야 연구 개발비 규모는 1999년 기준 2,470억 달러(약 296조원)로서, GDP(국내총생산)의 2.79%를 차지하고 있는

것으로 나타났다. 이 중 69%에 해당되는 부분이 기업체 투자분이며, 27%가 연방 정부 투자분이다. 나머지는 대학·비영리 법인 및 지방 정부가 투자한 것이다.

연방 정부 투자는 미국 국가 전체의 연구 개발 투자에서 상대적으로 작은 부분을 점유하고 있음에도 불구하고, 국가 과학 기술 개발 측면에서 연방 정부의 역할은 지대하다.

연방 각 부처는 국가 기초 연구에 거의 60%에 가까운 부분을 지원하고 있으며, 미국 대학에서 수행중인 연구 개발의 60% 정도를 지원하고 있다.

대학에서의 연방 정부 지원 연구는 차세대 과학기술자 교육에 중요한 역할을 하고 있을 뿐만 아니라, 미국 연방의 응용 연구 및 개발 프

〈표 1〉 연구 수행 주체 및 연구 자원별 연구 개발 투자(1999)

단위 : 백만 달러

구분	자원별					
	연방 정부	기업	대학	비영리 법인	합계	
연구 수행 주체	연방 정부	17,362	-	-	-	17,362
	기업	19,937	165,955	-	-	185,892
	대학	16,137	2,163	7,923	2,032	28,256
	연방연구센터 (FFRDCs)	9,171	-	-	-	9,171
	비영리 법인	3,246	1,194	-	1,880	6,319
	합계	65,853	169,312	7,923	3,913	247,000

로그그램은 국민 건강, 의료, 환경 오염 정화, 우주 탐험, 국방 유지 등과 같은 주요 정부의 임무를 지원한다.

미국 정부가 수백 개의 연구소를 운영하고 있을지라도, 단지 연방 지원 연구 개발의 약 24%만이 연구소에서 수행되고, 나머지 많은 부분은 계약에 의해 기업이 수행하고 있다.

상당한 부분은 시카고 대학이 운영하는 DOE Argonne National Laboratory와 같이 계약에 의해 운영되는 연방지원연구개발센터(FFRDCs: Federally Funded R&D Centers)를 포함하는 기타 비영리 법인 및 대학에서 연방 보조 하에 수행되고 있다.

기업이 자기 자금으로 지원하는 연구와 정부 계약하에 수행하는 연구를 포함하여 전체적으로 국가 전체 연구 개발의 75%를 담당하고 있

다. 대학은 약 11%, 연방 연구소, 병원 및 기타 연구소의 비영리 법인과 연방지원연구개발센터는 나머지를 담당하고 있다.

원자력 연구 개발비와 관련하여, 미국 연방 정부 및 산업체를 포함한 전체 원자력 연구 개발비 규모를 파악하기는 힘들며, 가용한 미국 DOE의 원자력 관련 예산 자료만을 토대로 원자력 연구 개발비 추이를 살펴보면, 2000년 3,500억 달러, 2001년 4,700억 달러 수준으로 나타났다.

4. 연구 개발 관리 체계

미국 DOE의 경우, 기초 및 응용 과학 연구 개발 과제의 선정, 연구비 지원 및 성과 관리 등의 절차를 연방법에 근거하여 수행하고 있다.

이와 관련된 대표적 연방법인 「10 CFR Part 600 - Department of Energy Financial Ass

istance Rules」를 토대로 미국 DOE의 연구 개발 관리 체계를 살펴보기로 한다.

미국 DOE의 연구 개발 사업 관리 체계는 국내의 연구 개발 사업 체계와 거의 유사한 형태를 띠고 있다.

DOE의 평가 시스템은 「10 CFR Part 600.13 Objective merit review」에서 규정하고 있는 절차 및 시스템에 따라 이루어지는데, 10 CFR Part 600.13에서 규정하고 있는 DOE 평가 시스템에 대한 일반 원칙 및 절차를 살펴보면 다음과 같다.

DOE는 '가치에 근거한 선정과정 (Merit-based Selection Process)'을 통해서만 연구 개발의 재정적 지원을 이행한다는 것을 기본 정책으로 삼고 있다.

이를 위해 연구 개발 사업 신청서에 대한 '객관적 가치 평가(Objective Merit Review)' 시스템을 갖추고 있는데, 10 CFR Part 600.13에서는 객관적 가치 평가를 '해당 분야의 지식을 보유한 전문가의 가설정된 기준에 따른 신청서의 철저한(Thorough), 일관된(Consistent) 그리고 독립적인(Independent) 평가'로 정의하고 있다.

또한 '연구 개발 프로그램을 관장하는 사무국에서는 객관적 가치 평가를 위한 시스템을 반드시 갖추고 있을 것'을 규정하고 있는 조항



에 따라, 각 연구 개발 프로그램 관리 사무국에서는 객관적 가치 평가 시스템을 갖추고 있다.

10 CFR Part 600.13에서 요구하는 가치 평가 시스템은 기술적 행정적 요건 등을 별도의 단계에서 평가하는 다단계 평가 시스템으로서, 전문 평가위원은 기술적 또는 행정적 요건만을 심사할 뿐 정책적 인자에 대한 평가는 수행하지 않는다.

DOE의 평가 시스템 중 가장 특이할 만한 사항은 상기의 '객관적 가치 평가 시스템'에 의한 연구 개발 신청서의 평가 결과는 지원 여부를 결정하기 위한 권고 사항만으로 작용하며, 연구 개발 신청서의 지원 여부를 최종적으로 결정하는 것은 프로그램(또는 프로젝트)의 과제 담당관(Official)의 몫이라는 것이다.

따라서 신청서의 지원 여부를 최종적으로 결정하는 과제 담당관은 신청서의 '객관적 가치 평가'에 참여하지 않으며, 신청서의 가치 평가와 연구 개발 프로그램(또는 프로젝트)의 정책적 사항을 종합적으로 고려하여 최종 지원 여부를 결정하게 된다.

그러나 과제 담당관의 객관적 평가를 보장하기 위해, 사무국에서는 평가 위원, 평가위원회 또는 그룹, 프로그램(또는 프로젝트)의 정책적 고려 사항을 조언하는 프로그램(또는 프로젝트) 관리자, 그리고 최종 의사 결정권자의 관계를 '객관적

가치 평가 시스템' 내에 갖추어 놓고 있으며, 최종 의사 결정권자가 가치 평가 권고 사항을 수용 또는 거부하는 과정에 있어서의 의사 결정 등을 기록하도록 명시하고 있다.

또한 외부 평가위원의 경우, 객관성 확보 및 신청인(또는 기관)의 보유 지식을 보호하기 위해 외부 평가위원에게 자필 또는 온라인상으로 '신청서 심사를 하며 취득한 정보는 단지 평가만을 위해 사용하고, 특별한 경우를 제외한 어떠한 경우에도 비밀리에 취급'할 것을 동의하는 서약서에 서명할 것을 요구하고 있다.

또한 평가가 종료되면, 평가위원은 평가에 사용된 신청서 관련 문서를 DOE로 반환토록 하고 있으며, 외부 평가위원이 신청서 내용과 관련하여 신청인과 접촉하기 위해서는 반드시 DOE의 승인을 받아야 한다.

한편 DOE는 연구 개발이 종료되면, 연구 성과의 홍보 및 확산을 장려하고 있으며, 이러한 내용을 「10 CFR Part 605.20 - Dissemination of Results」에서도 담고 있다.

또한 DOE는 연구 성과의 민간 부문으로의 기술 이전 및 실용화를 촉진하고 중소기업의 연구 개발 활성화를 위한 프로그램을 수립하여 수행하고 있다.

5. 주요 기관별 연구 개발 체제와 특징

가. 에너지부(DOE)

DOE에서는 연구 개발을 직접 수행하고 있지는 않으며, 원자력 연구 개발 프로그램 수립·시행·관리 등을 통해 미국 내 원자력 연구 개발을 주도하고 있다.

현재 DOE의 원자력 연구 개발 프로그램은 DOE 산하 원자력과학기술국(NE)에서 총괄하고 있는데, NE가 추진하고 있는 프로그램 가운데 대표적인 것은 NERI (Nuclear Energy Research Initiative) 프로그램, 국제 NERI 프로그램, 대학 원자로 핵연료 지원, 원자력발전소 최적화 프로그램, 원자력공학 교육 연구 지원, 4세대 원자력 시스템 등이다.

특히 DOE는 미래 원자력 에너지 사용에 대한 주요 과학기술적 현안 과제들을 다루기 위하여 NERI 프로그램을 발족시켰다.

NERI 프로그램은 원자력산업의 장기적 침체로 그 동안 위축되었던 미국 내의 대학·연구소·산업계의 원자력과학 및 원자력공학의 인프라를 보존하고, 미국의 원자력 기술에 대한 국제적 경쟁력 보존을 주목적으로 하고 있다.

DOE는 미국 내 기관과 기업들의 창의적 창조적 연구 아이디어를 NERI를 통해 지원함으로써, 중요한 원자력 현안 과제에 대한 해결책

을 강구하고, 미국 내에서 원자력 에너지에 대한 새로운 시각이 부상할 것으로 기대하고 있다.

DOE가 지원하는 중요한 프로그램의 하나는 「원자력공학 교육 연구(NEER)」 프로그램이다. NEER 프로그램은 한때 중단되기도 했으나, 원자력공학의 학문적 인프라를 강화한다는 목적으로 1998년 다시 시작되었다.

NEER 프로그램은 대학 내의 원자력공학 관련 연구 및 연구용 원자로 프로그램에 직접 연구비를 지원하는 방식으로 그 목적을 달성하고 있다. 연구비를 증가시키고 대학생들의 참여를 고취함으로써, 이 프로그램은 종국적으로 미국의 원자력 교육 체계를 유지하고자 하는 것이다.

이 NEER의 연구비는 최근(1999~2000년)에 연간 5백만 달러씩 안정적으로 지급되고 있다.

DOE는 원자력 연구 개발 성과의 홍보 및 확산을 장려하고 있다.

DOE에서 원자력 분야에 국한된 사업은 아니나 연구 개발 성과의 확산을 위해 추진중인 대표적 프로그램인 SBIR/STTR 프로그램이 있다.

1억 달러 이상의 외부 연구 개발 예산을 확보하고 있는 연방 기관은 연간(확보) 예산의 2.5%를 SBIR 프로그램 운영에 사용하도록 요구 받고 있으며, 현재 SBIR 프로그램

을 운영중인 연방 기관으로는 환경청(EPA), 국립항공우주청(NASA), 국립과학재단(NSF), 농업 통상 국방 교육 에너지 보건 및 교통부 등이 있다.

지금까지 SBIR 프로그램에 의해 100억 달러 이상이 중소기업에 지원되었다.

DOE가 SBIR 프로그램으로 지원하는 기술 분야는 ① 기초 에너지 과학 ② 생물학 및 환경 연구 ③ 고 에너지 및 핵물리 ④ 핵융합(Fusion Energy Sciences) ⑤ 고등 과학 전산 연구 ⑥ 에너지 효율 및 재생 에너지 ⑦ 원자력 ⑧ 화석 에너지 ⑨ 환경 관리 핵비 확산 및 국가 안보 등이다.

SBIR/STTR 프로그램은 다음과 같이 3단계로 구성되어 있다. 1단계에서는 제안된 혁신적 연구에 대한 6개월간의 실험적 또는 이론적 조사와 아이디어 또는 개념의 타당성을 조사한다.

1단계에서는 12개월간 연구 기관과의 공동 연구로 이루어진다. 1단계 연구는 2단계 및 3단계 후속 연구 목적 및 내용과 부합하여야 하며, 궁극적으로 상업화 가능한 제품, 공정, 기기 또는 기법을 개발하는데 목적을 두고 있다.

2단계에서는 1단계에서 수행한 타당성 연구를 토대로, 과학적·기

술적, 그리고 상업적 가치에 대한 평가 결과와 기타 정보를 통합하여 제안된 개념을 개발한다.

단계 연구를 성공적으로 완수하고, 1단계 연구의 최종 보고서를 제출한 1단계 수혜자만이 2단계 과제를 제안할 수 있다. 2단계는 통상 24개월 동안 지원한다.

3단계 목적은 정부 지원 연구 과제에 상업적 응용을 추구하는 데 있다.

나. 원자력규제위원회(NRC)

NRC는 1974년 미국 국회의 「에너지 재구성법(Energy Reorganization Act of 1974)」에 의해 설립된 원자력 규제 관련 독립 기관이다. 즉, 미국 대통령의 직속 기관이라 할 수 있으며, 미국 대통령이 NRC 위원장을 지명한다.

NRC의 임무는 핵물질 이용에 따른 국민의 건강 및 안전의 보장이다. NRC에서 수행하고 있는 연구 분야는 크게 ① 원자로 안전 연구(Reactor Safety Research) ② 재료 안전성 연구(Materials Safety Research), 폐기물안전연구(Waste Safety Research)로 구분할 수 있다.

NRC는 미국 연방규제법령에 근거하여 다음과 같은 인허가 등의 규제 행위를 통해 임무를 수행한다.

① 원자로 및 기타 원자력 시설(핵연료 주기 시설, 비발전용 실험 원자로 또는 연구용 원자로 등)의



건설 및 운영에 대한 인허가 및 이러한 시설들의 폐기에 대한 감시, 또한 핵물질 소지·이용·가공·취급 및 판매에 대한 인허가

② 저준위 방사성 폐기물 처분장의 부지 선정, 설계·건설·운전 및 폐쇄에 대한 인허가와 고준위 방사성 폐기물 처분장의 건설·운영·폐쇄에 대한 인허가

③ 발전용 원자로 및 연구용 원자로의 원자로 조종사 인허가

④ 인가 받은 시설 및 행위에 대한 검사

⑤ 경수형 원자로 안전과 관련된 미국 정부의 주요 연구 프로그램 수행

⑥ 규제 판단을 적시에 내리고 독립적이고 전문적인 지식 및 정보를 확보하기 위한 연구 및 잠재적이고 중요한 안전 관련 문제점들을 예상하기 위한 연구의 수행

⑦ 인가받은 원자력 행위를 규제하는 법령 및 규정의 개발 및 이행

⑧ 원자력 사고 및 NRC 규제와 관련된 모든 문제에 대한 진술 조사

⑨ 사업자들에게 NRC 규정 및 조건을 집행

⑩ 원자력 및 방사선 안전, 환경 문제 등에 대한 공청회 진행

⑪ 발전소 운영 및 핵물질 규제와 관련된 주(州)들과 효율적인 업무 관계 개발

⑫ NRC 운영센터를 포함한 NRC 사고 대응 프로그램 유지

〈표 2〉 EPRI의 연도별 수치 추이

단위 : 백만 달러

구분		1992	1993	1994	1995	1996	1998	1999
수입	회원사	400	412	424	341	303	250	240
	기타	131	126	172	176	161	129	125
계		531	538	596	517	464	379	365
지출		531	568	521	492	455	410	351

⑬ 상용 원자로 운전 및 기타 비 원자로 행위의 운전 안전성 관련 정보 수집 분석 전파 등이다.

NRC는 DOE 산하의 연방 기관이므로 연간 예산은 연방 정부로부터 대부분을 지원받으며, 일부(약 15%)는 「방사성 폐기물 기금(Nuclear Waste Fund)」으로부터 조달하는 것으로 나타났다.

NRC는 연구 개발을 직접 수행하지 않는 대신 필요한 연구 개발은 대부분 산하 국립연구소·대학·산업체 연구 센터에 위탁 발주하여 수행하고 있다.

NRC는 기관 성격상 규제에 직접 적용할 수 있는 안전 규제 관련 연구를 수행하므로, 기술의 실용화 및 상용화를 위한 노력을 크게 하지는 않으며, 직접 자신들이 규제에 활용하고 있다.

다. 미국 전력연구원(EPRI)

EPRI(Electric Power Research Institute)는 비영리 재단 법인으로 인원은 약 650명으로 구성되어 있고, 1999년 기준 연구비 규모는 약 3억 5,000만 달러에

달한 것으로 나타났다.

연구 분야는 원자력·발전·전력 시스템·수용가 시스템·환경 기술 및 기타 분야로 구성되어 있다.

조직은 5개 사업 그룹과 3개 지원 그룹, 그리고 종합 조정 및 계획 업무를 담당하는 3개의 이사장 직속부로 구성되어 있다.

재원 조달은 미국 내 700 여개 회원사로부터 약 65~70%가 이루어지며, 나머지는 국내외 프로그램 이전 등 자체 수입으로 충당하고 있다.

회원사로부터의 지원금, 즉 회비는 판매량(kWh)과 판매 수입(달러) 각각에 대하여 정해진 계수에 의해 산정하나, 회원사에 따라 약간씩 상이하다. 연간 수입 규모는 1994년 5억 9,600만 달러를 정점으로 감소 및 정체 상태이다.

연구 분야별 구성비는 원자력과 발전 부문이 각각 39%, 전력 시스템이 20%, 수용가 시스템이 21%, 환경 기술이 12%, 전략적 R&D가 8%를 점유하고 있다.

총지출 규모는 1993년 5억 6,800만 달러를 정점으로 하향 추

세이며 1999년에는 3억 5,100만 달러 규모로 나타났다.

EPRI는 전통적으로 회원사로부터의 기금을 각출하여 왔으나, 최근 들어 이러한 부분이 점차 축소되고 있다. 회원사들 또한 회사의 이익을 극대화해야 하는 경영 여건에 직면하고 있는 관계로 과거와 같은 포괄적인 출연에서 경제성이 검증되고 성과의 가시화가 가능한 개별 프로그램이나 프로젝트를 중심으로 담당 부서 차원에서 접근하고 있다.

전반적으로 전력 산업 구조의 개편으로 인해 R&D 환경 또한 매우 경쟁적으로 변화하고 있으며, 전력회사들의 R&D 지출 규모가 점차 감소하는 추세이다.

EPRI는 현재 사실상 그룹별로 독자적인 운영을 하고 있으며, 프로그램 개발이나 전달을 위한 조건 및 규정이 서로 상이하다.

EPRI는 우리나라의 한전 전력연구원(KEPRI)을 비롯, 세계 15개 기관과 회원사 관계를 유지하고 있으며, 그밖에 100여개 기관과는 소규모의 협력 프로그램을 유지하고 있다.

EPRI가 비영리 법인이기는 하지만 경영은 철저한 고객 지향주의를 표방하고 있으며, 이에 따른 성과는 회원사의 R&D 지원 프로그램에 충당한다.

EPRI는 자체 그룹의 활동에 대해 세세한 간섭이나 통제를 하지 않

으며, 이는 전적으로 자신들의 성과에 의해 그룹이나 프로그램의 유지 및 발전이 결정되는 현실적 여건에 기인한다.

EPRI는 고객에게 얼마만한 이익을 돌려주었는가에 관심이 있을 뿐, 기관 차원의 학문적 성과나 업적, 즉 논문·특허 등과 같은 형식적인 성과물은 고려하지 않는다. 성과 측정은 오직 R&D에 따른 회원사의 비용-편익을 기준으로 하고 있으며, 따라서 모든 연구는 회원사에 의해 평가되고 있으며, 지금까지 대체로 비용에 비해 약 3배의 편익이 발생하는 것으로 나타나고 있다.

과제 선정 방법을 보면 각 전력회사 대표들로 구성된 이사회·자문협의회·연구자문위원회에서 주어진 예산 내에서 과제를 선정하고, EPRI는 주로 연구 관리를 담당하고, 연구 수행의 많은 부분을 외부에 위탁한다.

EPRI는 매년 회원사로부터의 주요 조사를 통해 향후 3년간의 R&D 계획을 수립한다. 수립 과정은 회원사의 과제 요청서(Solicitation Report)를 토대로 각 그룹 차원에서 수립된 그룹별 계획과 이를 자문회의(Advisory Committee)에서 통합한 EPRI R&D 계획의 절차로 이루어진다.

자문회의는 이중 가장 핵심적인 토의 및 협의 기구로 매년 1월 1일부터 차년도의 계획을 준비하여 하

반기에 확정하며, 이러한 과정에는 EPRI의 내부 조직과 이사회간에 적절한 균형과 통제가 이루어지고 있다.

일본

1. 원자력산업 동향

일본의 원자력 발전은 1999년 기준으로 시설 용량 약 4,500만kW, 실제 발전량은 약 3,900만kW에 달한다. 전체 발전에서 원자력이 차지하는 비중은 시설 용량 기준으로는 약 20%, 발전량 기준으로는 36%로, 원자력은 화력에 이은 제2의 전원에 해당한다.

1999년 현재 2기의 원자력발전소가 새로이 착공되었고 4기가 건설중이어서 향후 원자력 발전이 차지하는 비중은 지금보다 다소 높아질 전망이다.

한편 일본의 원자력산업은 1998년 말 기준 약 420사, 5만 6,000명이 종사하고 있고, 매출액은 약 1조 5,000억엔, 연구 개발 지출은 약 530억엔 수준으로 연구 투자율이 3.5% 정도이며, 원자력 관련 예산은 약 4,700억엔 수준이다.

최근 장기적인 경기 침체를 반영하여 원자력산업의 규모나 연구 개발 등의 관련 예산은 1990년대 들어 거의 정체 상태를 보이고 있다.

일본은 원자력위원회가 주축이 되어 1956년부터 매 5년마다 「원자



〈표 3〉 일본의 원자력산업 관련 지표

항목		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
원자력 발전	운전 기수	41	42	46	48	49	50	52	51
	설비 용량(만kW)	3,324	3,442	3,838	4,037	4,119	4,255	4,508	4,492
	총발전 설비 중 비중(%)	18.8	19	20.4	20.6	20.5	20.6	20.8	20.2
	발전량(억kWh)	2,099	2,174	2,390	2,638	2,883	2,955	3,160	3,313
	총발전량 중 비중(%)	27.8	28.8	31.8	32.2	34	34.6	35.2	36.4
원자력 산업	설비 이용률(%)	73.8	74.2	75.4	76.6	80.2	80.8	81.3	84.2
	기업수(사)	516	512	488	469	456	419	416	419
	매출액(억엔)	18,387 (1.04)	22,410 (1.22)	22,063 (0.98)	19,375 (0.88)	20,387 (1.05)	20,391 (1.00)	18,040 (0.88)	15,020 (0.83)
	전기 사업 지출액(억엔)	18,258 (1.05)	18,349 (1.00)	17,904 (0.98)	19,126 (1.07)	16,678 (0.87)	16,218 (0.97)	17,161 (1.06)	16,963 (0.99)
	광공업 지출액(억엔)	18,713 (1.01)	20,967 (1.12)	20,597 (0.98)	19,696 (0.96)	18,208 (0.92)	16,894 (0.93)	16,064 (0.95)	14,268 (0.89)
	광공업 연구 지출액 (억엔)	819 (0.85)	768 (0.94)	758 (0.99)	722 (0.95)	686 (0.95)	802 (1.17)	897 (1.12)	532 (0.59)
	연구 투자율(%)	4.5	3.4	3.4	3.7	3.4	3.9	5	3.5
	광공업 설비 투자(%)	1,365 (1.76)	1,917 (1.40)	2,345 (1.22)	2,215 (0.94)	1,969 (0.89)	1,655 (1.00)	1,921 (1.16)	1,931 (1.00)
	종사자 수(명)	57,120	61,007	61,442	60,147	60,540	59,195	55,378	56,228
	기술자 수(명)	33,587	35,812	35,656	34,970	35,686	35,071	33,266	33,795
	원자력 예산(억엔)	4,097	4,260	4,513	4,470	4,831	4,946	4,908	4,691

자료 : 일본원자력산업회의, 「원자력연감」, 2001.

력 개발이용 장기기본계획」을 책정 발표하고 있다. 최근 발표된 2000년의 장기계획에 의하면, 정부는 기본 방침의 명확화, 안전 규제 실시, 평화 이용의 담보, 위기 관리 체계의 정비, 기초 기반 연구 개발의 추진을 담당할 것을 천명하고 있다.

한편 연구 개발의 추진과 관련하여서는 경쟁적 연구 환경하에서의 연구 개발 진흥과 다양한 선택지와 유연성을 갖춘 연구 개발 추진, 투

명한 연구 평가 등을 중요한 기본 방침으로 제시하고 있다.

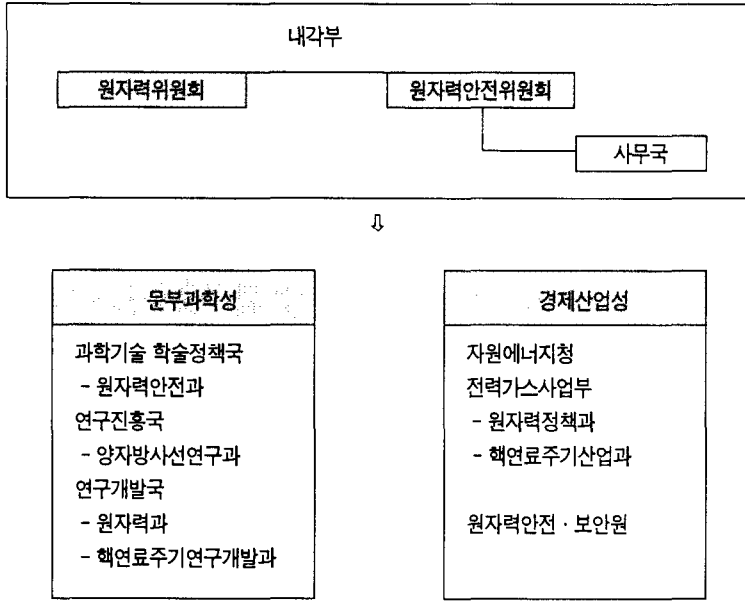
전체적으로 볼 때 일본의 원자력 정책의 특징은 핵연료 재순환 정책의 중시, 그리고 특히 1995년 12월 당시 PNC 산하의 고속증식 원형로 「몬주」 나트륨 누출 사고를 계기로 크게 강화된 원자력 이용에 대한 안전과 대 국민 이해 증진의 강조 등을 들 수 있다.

2. 원자력산업 관련 부처 및 역할 분담

가. 원자력위원회 및 원자력안전위원회

일본의 중앙 부처의 대표적 원자력 관련 기구로서는 내각부 산하의 원자력위원회/원자력안전위원회를 들 수 있다.

원자력위원회는 원자력기본법에 근거하여 일본의 원자력 정책을 계획적으로 수행하고, 원자력 행정의



〈그림 2〉 일본의 원자력 행정 체제

민주적 운영을 목적으로 1956년 1월 설치되었으며, 원자력 연구 개발 및 이용에 관한 사항(안전 확보를 위한 규제에 관한 사항은 제외)에 대해서 기획·심의·결정하는 권한을 갖고 있다.

내각 총리는 원자력위원회가 결정한 사항에 대해 보고를 받았을 경우 그것을 충분히 존중하지 않으면 안되며, 원자력위원회는 업무에 있어서 필요할 경우 내각 총리를 통해 관계 행정 기관의 장에게 권고할 수 있다.

따라서 원자력위원회는 실질적으로 일본 원자력 이용 개발 정책의

입안 및 수행에 큰 역할을 담당하고 있다.

2001년 1월의 중앙 관청 개혁 이후 원자력위원회는 내각부 산하에 있으며, 지금까지는 과학기술청 장관이 위원장을 맡아 왔으나, 학식 경험이 풍부한 민간인이 위원장을 맡게 되었다. 원자력위원회는 위원장 외에 내각 총리가 임명하는 4명의 위원으로 구성되어 있다.

한편 원자력안전위원회는 1978년 10월 원자력기본법의 일부 개정법이 시행되면서 종래의 업무 중 안전 규제에 관한 사항을 담당하기 위하여 설치되었다.

원자력안전위원회는 원자력 연구 개발, 이용에 관한 사항 중 안전 확보를 위한 규제 관련 사항에 대해서 기획·심의·결정하는 권한을 가지고 있으며, 통상 자문 기관에 비해 대단히 강한 기능을 가지고 있다.

원자력안전위원회는 5인의 위원으로 구성되어 있으며 위원장은 위원으로부터 선출된다. 원자력안전위원회에는 60명 이내의 심사위원으로 구성되는 원자력안전전문심사회 및 40명 이내의 심사위원으로 구성되는 핵연료안전전문심사회가 설치되어 있다. 또한 필요에 따라 전문 사항을 조사 심의하는 전문부회를 설치하여 약 200명의 전문위원이 소속되어 있다.

나. 문부과학성 및 경제산업성의 역할

일본의 원자력 관련 정부 부처로서는 문부과학성과 경제산업성이 있다. 문부과학성은 2001년 1월의 중앙 관청의 개혁에 의해 기존의 과학기술청과 문부성이 통합된 부서로서, 원자력 관련 업무로는 과학 기술 측면에서의 원자력 정책, 원자력 과학 기술의 수준 향상을 도모하기 위한 원자력 기술 개발, 시험 연구용 원자로 시설, 핵연료 및 핵연료 물질의 사용에 관한 규제, 방사선에 의한 장애 방지 등을 담당한다.

문부과학성에서 원자력 관련 업무를 담당하는 부서는 과학기술·



학술정책국의 원자력안전과, 연구진흥국의 양자방사선연구과, 연구개발국의 원자력과 및 핵연료주기연구개발과가 있다.

경제산업성은 2001년 1월 중앙관청의 개혁에 의해 기존의 통상산업성이 조직 개편된 부서로서, 담당하고 있는 원자력 관련 업무로는 에너지 측면에서의 원자력 정책, 에너지로서의 이용에 관한 원자력 기술개발이 있다.

경제산업성 산하 원자력안전보안원의 업무는 원자력 관련 제련·가공·저장·재처리 및 폐기 사업 그리고 발전용 원자력 시설에 대한 규제 등이 있다.

3. 원자력 연구 개발비 규모 및 자원 조달 방식

가. 공공 부문 규모

일본 정부의 2001년도 원자력 관련 예산 규모는 약 5,000억엔에 달한다. 정부의 원자력 관련 예산은 주로 경제산업성과 문부과학성에서 지출된다. 그 밖에 일부 예산이 외무성·내각부 등에서 사용되고 있으나 규모는 상대적으로 미미하다.

먼저 문부과학성의 경우 2001년도 원자력 관련 예산 규모는 약 3,480억엔으로 이중 전원 입지 관련 사용 예산 약 390억엔을 제외한 나머지 약 3,090억엔이 원자력 연구 개발 예산에 해당한다.

문부과학성의 원자력 관련 예산

〈표 4〉 문부과학성의 원자력 관련 예산 규모

단위 : 백만엔

사항	2001년도 예산액	2002년도 예산 요구액	증감액
일반 회계	163,391	137,661	△ 25,730
전속 회계	151,053	155,747	4,694
(전원 입지)	38,704	39,205	501
(전원 다양화)	112,348	116,542	4,194
국립학교 특별 회계	33,459	32,390	△ 1,069
합계	347,903	325,798	22,105

자료 : 문부과학성 자료 참조 작성

〈표 5〉 문부과학성의 원자력 일반 회계 예산 사용처

단위 : 백만엔

기관	2001년도 예산액	2002년도 예산요구액	증감액
1. 일본원자력연구소	103,331	90,975	△12,356
2. 핵연료사이클개발기구	29,609	17,390	△12,219
3. 방사선의학총합연구소	14,827	15,036	209
4. 이화학연구소 (원자력 관계)	8,498	7,223	△1,275
5. 국립시험연구기관	2,405	2,165	△ 240
6. 문부과학성내국	4,721	4,872	151
합계	163,391	137,661	△25,730

자료 : 문부과학성 자료 참조 작성

은 주로 산하 연구 기관의 운영 예산으로 사용된다. 2001년도의 경우

일본원자력연구소에 투입되는 비중이 가장 크고, 이어서 핵연료사이클개발기구·방사선의학총합연구소 등에 많은 예산이 투입되었다.

2002년도에는 원자력 관련 예산이 약 3,260억엔, 이중 연구 개발 예산이 약 2,870억엔으로 2001년도보다 약 6% 감소할 것으로 전망

된다.

2002년도 예산 감소의 가장 큰 이유는 현재 추진되고 있는 특수법인 구조 개혁의 일환으로 일본원자력연구소를 비롯한 연구소의 예산이 대폭 삭감된 것이다.

한편 경제산업성의 원자력 관련 예산은 2001년도에 1,600억엔 규모이다. 경제산업성의 원자력 관련 예산의 가장 큰 사용처는 원자력발

〈표 6〉 경제산업성의 원자력 관련 예산 규모와 내역

	2001년 예산액 (억엔)	2002년도 예산 요구액 (억엔)	전년 대비 증감률 (%)
원자력 안전 관계	278.7	283.7	1.8
원자력 발전 안전 대책	132.9	119.3	△10.2
노후화 대책	45.9	50.5	10.0
내진 신뢰성 실증	21.4	25.7	19.7
안전성 평가 기술 고도화	31.2	26.5	△15.0
인적 부담 경감	3.5	1.8	△48.9
폐지 조치 안전 대책	9.3	4.5	△51.6
환경 부하 경감	21.6	10.4	△52.1
핵연료 사이클 시설 안전 대책	38.2	46.4	21.6
사용후 연료 저장 안전 대책	13.9	20.7	48.4
핵연료 사이클 시설 등 안전 대책	24.2	25.7	6.2
지적 기반의 창조	0.0	1.7	-
원자력 방재 대책	93.8	101.7	8.5
국제 협력	7.1	7.5	5.7
기타	6.8	7.1	4.4
원자력 정책 관계	1325.5	1444.6	9.0
원자력 발전 관련	62.4	74.1	18.7
신원자력 기술 개발	22.5	31.7	40.7
원자로 폐지 조치 대책 추진	12.7	16.7	31.5
신형 경수로 대책	27.1	25.6	△5.5
핵연료 사이클 관련	100.5	87.6	△12.8
우라늄 농축 관련 기술 개발	14.6	13.9	△5.1
재처리 사업 추진	7.3	4.3	△40.9
방사성 폐기물 대책 추진	71.6	62.4	△12.8
우라늄 가공 시설 사고 대책	7.0	7.0	0.0
국제 협력	0.8	0.9	11.2
홍보 및 입지 촉진	1160.9	1281.7	10.4
이해 증진 활동	85.3	99.3	16.4
전원 입지 촉진 대책 강화	1075.6	1182.5	9.9
기타	1.0	0.4	△60.0
합 계	1604.2	1728.3	7.7
일반 회계	7.8	7.5	△3.8
전원 입지 계정	1334.8	1464.3	9.7
전원 다양화 계정	261.5	265.5	△1.9

자료 : 경제산업성 자료 참조 작성.



전소 입지 관련 정책으로 2001년도의 경우 동 부문에 약 1,160억엔이 투입되었다. 입지 관련 예산을 제외한 나머지는 대체로 연구 개발 관련 예산이라 볼 수 있다.

연구 개발 예산은 주로 원자력 안전 관련과 원자력 발전 및 핵연료 관련 기술 개발 부문에 사용된다. 2002년도의 경제산업성 원자력 관련 예산은 1,730억엔으로 2001년도 대비 약 7% 증가할 것으로 예상된다.

나. 민간 부문 규모

일본 민간 기업 부문의 1999년도의 원자력 관련 연구 개발 투자 규모는 약 750억엔 수준이다. 이 중 약 48%에 해당하는 360억엔이 전력 부문에서, 52%인 390억엔이 여타 제조업 부문에서 지출되었다.

한편 전력 부문을 제외한 여타 제조업 부문에의 연구 개발 투자 내역을 보다 자세히 부문별로 볼 때 가장 큰 비중을 차지하는 것은 원자로 기자재 부문으로 약 212억엔이 투자되었고 이어서 핵연료 사이클 관련이 약 71억엔, RI 및 방사선 기기(서비스) 분야, 건설 토목 기계 분야가 각각 56억엔 수준으로 투자가 이루어졌다.

다. 원자력 연구 개발 자원 조달

여기서는 주로 공공 부문 연구 개발을 중심으로 연구 개발 예산의 재

원 조달 방식을 살펴보기로 한다.

일본의 공공 부문의 원자력 연구 개발 재원은 통상적인 정부 예산에 근거하는 일반 회계와 전원 개발 촉진 대책 특별 회계의 2부문으로부터 조달된다.

문부과학성의 경우 원자력 관련 예산 중 일반 회계 조달과 전원 개발 촉진 대책 특별 회계(이하 전특 회계(電特會計)) 조달분이 각각 절반 정도를 차지하며, 경제산업성의 경우는 원자력 관련 예산의 거의 대부분이 전특 회계에 의해 조달된다.

전특 회계는 일본의 소위 전원3법을 바탕으로 하는 것으로 석유 대체 에너지 개발과 원자력 등 발전 시설의 설치를 촉진하기 위하여 일반 전기 사업자의 판매 수익에 전원 개발촉진세를 부과하여 조달하는 방식이다.

전원3법은 전원개발촉진법, 전원 개발 촉진대책 특별회계법, 발전용 시설 주변지역 정비법의 3개법으로 구성된다. 현재 전원개발촉진세는 판매 전기 kWh당 0.445엔이 부과된다.

동 특별 회계를 통해 조달된 재원은 발전소 주변 지역 지원(입지·환경감시·비상 대책·교육 및 홍보)과 일본원자력연구소 등의 출연 및 보조금 등으로 사용된다.

전특 회계의 규모는 약 5,000억

엔에 육박하는 수준으로 전원 입지 계정과 전원 다양화 계정이 각각 절반 정도의 비슷한 비중을 점하는 구조이다.

대체로 전원 다양화 계정에 해당하는 항목은 연구 개발 관련 예산에 해당하는 경우가 많다.

전특 회계는 문부과학성과 경제산업성에서 사용하며, 전체 사용 규모는 경제산업성이 더 크나, 원자력 관련에 국한하면 양 부서가 대체로 비슷한 금액을 사용하고 있다.

기금의 성격상 원자력 부문은 동 기금의 주요 수혜 부문이다. 자원 조달에서 원자력 부문이 차지하는 비중은 30% 내외이나 자원 사용에서 원자력 부문이 차지하는 비중은 60% 이상이다.

2001년의 경우 동 특별 회계의 총규모 약 4,860억엔 중 원자력 부문에 사용된 금액은 3,100억엔을 넘었다.

4. 주요 기관별 연구 개발 체제와 특징

가. 일본원자력연구소(JAERI)

JAERI(Japan Atomic Energy Research Institute)는 1956년 설립된 원자력 종합 연구소라는 성격에 맞게 다양한 분야에 걸쳐 연구 개발을 수행하고 있다.

현재 본부 및 산하 5개 연구소에

1) 자료 출처 : <http://www.jaeri.go.jp/>

수행 중인 분야별 연구 과제는²⁾ 원자력 안전, 원자력 시스템, 보건 물리, 핵융합, 고온 공학 시험, 중성자 과학, 방사공학 및 싱크로트론 방사선 과학, 방사선 응용, 재료과학, 환경과학, 기초과학, 고등전산 과학 공학, 원자로 운전, 원자력 시설 해체 기술, 방사성 폐기물 관리, 방사선 관리 등이다.

종합 연구소로서 기초 연구와 실용 연구를 모두 수행하고 있으나 사업 규모의 비중 등으로 본다면 기초 연구의 비중이 높다고 할 수 있다.

JAERI의 조직은 본부, 5개 산하 연구소 및 1개 사업소로 구성되어 있다. 2001년 기준 2,294명의 정규 직원을 보유하고 있으며, 이외에 타업무 협력원, 박사 연구원, 외래 연구원, 특별 연구생, 리서치 펠로우, 유학생 등 다수의 인력이 연구 개발 업무에 종사하고 있다.

2001년 기준으로 연구 인력(기술 인력 제외)은 1,119명이며, 이중 452명이 박사 학위 소지자이다.

JAERI의 예산 규모는 2001년도 기준으로 약 1,152억엔이다. 이는 2000년의 1,209억엔에 비해 약 5% 감소하였다. 이같은 예산의 감소는 행정 개혁의 일환으로 추진되고 있는 특수 법인 예산 규모 삭감 조치에 따른 것이다.

연구 개발 사업 중 가장 많은 예

산이 투입되는 분야는 핵융합 연구(111억엔)이며, 이어서 방사광과학 연구 및 고도 계산 과학 연구(각 54억엔) 등에 대한 투자 규모가 크다.

JAERI의 조달은 대부분(약 90% 정도)을 정부 출연금에서 지원받으며, 또한 일부 자체 수입이나 민간 출자금으로부터의 예산 지원도 받고 있다. 정부로부터의 예산은 문부 과학성의 예산으로 조달된다.

JAERI는 기관 성격상 자체 연구가 주류를 이루고 있으나, 대학·국립 기관 및 산업계와 공동 연구·협력 연구·위탁/수탁 연구 등의 방식을 통해 협력 체계를 구축하고 있다.

대학이나 민간 기업 등과의 연구 협력의 경우, 수·위탁 연구는 물론 공동 및 협력 연구, 시설 공동 이용 등의 형태로 활발히 추진되고 있다. 2001년에 공동 연구 183건, 협력 연구 275건, 수·위탁 연구가 212건, 시설의 공동 이용이 823건이 수행되었다.

JAERI는 1997년 8월 내각 총리 대신이 결정한 「국가 연구 개발 전반에 대한 공통의 평가 실시 방법의 대강적 지침」에 따라 자체 평가 요령인을 제정하여 시행하고 있다.

평가 지침은 외부 평가의 도입, 평가 결과의 공표, 연구 개발 자원의 효율적 배분을 골자로 하며, 제3

자 평가에 의한 연구소 평가위원회와 연구평가위원회의 이원 체제로 시행되고 있다.

또한 JAERI에서는 연구소에서 산출한 연구 성과를 주로 연구소가 간행한 연구 보고서(JAERI 리포트 및 JAERI-Research 등) 또는 학회지 논문으로 소개하고 있다.

한편 원자력 연구소가 개발한 연구 성과의 보급 및 실용화를 도모하고, 원자력 이용 촉진에 기여한 것을 목적으로, 원자력연구소 직원이 '벤처 기업'을 설립할 경우 적절한 지원을 해 주는 벤처 지원 제도를 실시하고 있다.

벤처 지원 제도는 벤처 기업 설립을 위한 정보 제공 및 상담, 벤처 기업 설립 인증, 인증시 공동 연구를 위한 연구비 및 인력 지원, 연구 시설 대여 등을 통해 지원하는 제도이다.

나. 핵연료주기개발기구(JNC)

핵연료주기개발기구(JNC)는 1998년 5월에 가결된 「원자력기본법 및 동력로핵연료개발사업단법의 일부를 개정하는 법률안」에 근거하여 발족된 기구로서, 일본 전력 공급을 위한 핵연료 전주기 기술 개발을 위한 다음 4가지 프로젝트를 중점 수행하고 있다.²⁾

즉, 고속중식로(The fast breeder reactor), 플루토늄 핵연료 제

2) 자료 출처 : <http://www.jnc.go.jp/>



조(Plutonium fuel fabrication), 사용후 연료 재처리(Spent fuel reprocessing), 고준위 방사성 폐기물 처리 및 처분(Radioactive waste treatment and disposal) 등이다.

JNC는 그 전신인 PNC가 1995년 12월의 몬주 사고 이후 일련의 사고 및 그에 대한 부적절한 대응으로 인해 원자력에 대한 일본 국민의 불안감·불신감을 고조시켜, 그 결과 과학기술청(지금의 문부과학성)이 PNC의 개혁안을 제출하게 되면서 발족하였다.

또한 JNC는 연구 개발 시설에 2기의 원형 원자력발전소(Monju와 Fugen)와 1기의 실험로(Joyo)를 운영하고 있으며, 핵연료 생산과 재처리를 위한 우라늄 전환 농축 시설과 사용후 연료를 위한 방사성 폐기물 시설도 운영하고 있다.

JNC에는 5개의 연구 개발 시설, 4개의 국내 사무소, 그리고 2개의 해외 사무소에 약 2,700명의 직원이 근무하고 있다.

JNC의 2000년도 예산은 특별회계를 포함하여 약 1,209억 엔으로 알려져 있다. JNC 역시 일본원자력연구소와 마찬가지로 예산의 대부분은 문부과학성을 통해 정부의 일반 회계 예산으로 조달되고 있다.

JNC에서는 연구 개발을 포함한 사업의 효율적 추진을 위해, 먼저

향후 20년 이상의 원자력 증장기 전망을 토대로 향후 5년간의 중장기 계획을 수립한 후, 이에 따라 당해 연도의 「업무 실시 기본 계획」을 수립하여 시행하고 있다.

또한 관련 연구 기관 및 대학 등과의 협력 체계를 구축하고 있으며, 핵연료 주기의 연구의 속성상 국제 협력이 필수적이므로 미국·러시아 등과의 긴밀한 협력 체계를 구축하고 있다.

JNC는 일본원자력연구소와 마찬가지로, 「국가 연구 개발 전반에 대한 공통의 평가 실시 방법의 대강적 지침」에 따라 자체 평가 요령인 「일본 핵연료주기기구의 연구 개발 평가 실시 요령」을 제정하여 시행하고 있다.

JNC는 연구 개발 성과의 확산을 위해 자체 간행물(동력로 기보, 동력로핵연료개발사업단 기보, 핵연료주기기구 기보 등)과 인터넷을 통해 공개 홍보하고 있으며, 자체 내에서 공모 방식으로 성과 확산 사업을 수행하고 있다.

JNC가 추진하는 대표적 성과 확산 사업으로는 「핵연료 주기 공모형 연구」와 「첨단 원자력 관련 기술 성과 전개 사업」 등이 있다.

다. 전력중앙연구소(CRIEPI)

CRIEPI는 1951년 전력기술연구소로 설립되었으며, 1952년에 전력중앙연구소(Central Research Institute of Electric Power

Industry)로 변경되었다.

CRIEPI는 원자력을 포함한 모든 전원 관련 사항을 다루고 있으며, 그에 따라 연구 개발 분야가 매우 폭넓게 걸쳐 있다.

원자력 분야의 주요 연구 개발 활동분야를 살펴보면 고준위 방사성 폐기물 처분 부지 조사를 향상, 핵연료 재순환 신형 기술 개발, 경수로의 경제성 향상, 새로운 유형의 원자로에 대한 개념 설계, 원자력에 대한 국민 신뢰성 증진 등이다.

CRIEPI는 1999년 기준 856명의 직원이 있으며, 이를 세분해 보면, 연구원(researcher)은 654명, 연구 보조원(research assistants) 63명, 행정 직원(administrative staff) 139명으로 구성되어 있다.

CRIEPI의 1999년도 연구 개발비의 규모는 216억엔(CRIEPI 총예산 348억엔)이며, 이를 세분해 보면, 위탁 연구에 44억엔, 시설 유지 비용으로 61억엔, 자체 연구에 111억엔이 소요된 것으로 나타났다.

CRIEPI의 연구는 자체 기관, 전력 회사 또는 정부 등에 의해 연구과제를 선정하여 과제를 수행하며, CRIEPI 산하 연구소 및 센터를 활용한 자체 연구와 위탁 연구를 통해 수행된다.

CRIEPI는 국내 전력 회사, 대학 및 관련 연구 기관뿐만 아니라 해외 기관과의 공동 연구 및 자료 교환을

하고 있다.

Science and Technology Agency Fellowship 프로그램의 참여를 통해, 그리고 객원 연구원 및 방문 연구원 제도를 채택하여, 일본 및 해외로부터 많은 수의 연구원을 초빙하고 있다. CRIEPI는 기술·인력·정보의 국제 교류를 활발히 행하고 있다.

연구 결과는 학술 회의에서 발표를 하며, 연구 보고서는 대학·국립 도서관에서 읽힐 수 있도록 공개하며, 인터넷을 통해 검색할 수 있다. CRIEPI는 또한 연구 결과를 발표하는 포럼과 심포지엄을 개최한다.

매년 봄과 가을에 CRIEPI는 일반인에게 시설을 개방하고 있다. 스텝은 몇몇 연구 과제를 방문객에게 소개하고, 이러한 이벤트는 일본 지역 사회와의 협력 및 상호 이해를 깊게 해주는 기회를 제공하고 있다.

라. 방사선의학융합연구소(NIRS)

NIRS는 독립 행정 법인으로서 방사선의 생체 영향과 방사선 장애의 진단 치료 및 사회적 대책, 방사선이나 동위원소를 이용한 질병 치료와 진단 등에 대한 연구 개발 업무를 수행하고 있다.

NIRS의 주요 연구 개발 분야는 크게 방사선 안전 연구, 중입자 의과학 연구, 긴급 피폭 의료 연구 등으로 구성된다.³⁾ 1957년 창립 이래

NIRS는 과학기술청 직할의 국립 시험 연구 기관으로서 운영되어 왔으나, 행정 개혁에 의해, 2001년 1월 6일부터 문부과학성 소속으로 되었으며, 4월 1일부터는 특정 독립 행정 법인으로서 탄생하였다.

주요 조직으로는 방사선안전연구센터, 긴급피폭의료센터, 중입자의과학센터, 그리고 5년 시한으로 설립한 프런티어센터가 있다. 또한 연구 활동을 원활하게 추진하기 위한 방사선방호안전부, 연구기반부가 기술 지원과 개발에 종사하고 있다.

사무적 지원은 총무부·국제연구교류부·홍보실이 담당하며, 연구 및 운영의 기획은 기획실이 담당한다. NIRS의 정원은 2000년 말 기준 376명이다.

2000년도의 연구 개발 예산은 약 150억엔이고, 재원 조달은 문부과학성의 예산 지원을 받으며, 일부 수탁 과제를 통해 연구비를 지원받고 있다.

연구 개발의 수행은 NIRS 장기 업무 계획을 기본으로, 관련 연구 분야의 동향을 파악 분석하고, 향후 연구 개발의 방향성을 예측하여 연구 개발에 대한 기획 조정을 한다.

연구 개발 활동에 대해서는 연구평가위원회에 의한 평가가 이루어진다. 연구 개발 방향은 원자력위원

회·원자력안전위원회·각료회의·방사선심의회 등의 요구 사항을 반영하여 설정하고 있으며, 후생성, 문부성, (재)방사선영향연구소, 일본원자력연구소, 핵연료사이클개발기구 등 관련 기관과의 협력 체제를 구축하고 있다.

또한 연구소의 활성화 및 연구 업무의 효율적 효과적 추진을 위해, 객원 연구원 제도와 외래 연구원 제도를 운영하고 있다.

다른 국립 연구소와 마찬가지로, 「국가 연구 개발 전반에 대한 공통의 평가 실시 방법의 대강적 지침」에 따라 자체 평가 요령을 제정하여 시행하고 있다.

NIRS는 연구 개발 성과의 홍보 및 확산을 위해 연보 등의 보고서를 정기적으로 간행함과 함께 인터넷에 공개한다. 또한 NIRS 심포지엄, 세미나 연구 발표회 등을 개최하여 연구 성과를 적극 홍보하고 있다.

영 국

1. 원자력산업 동향

영국의 전력 산업은 제2차 세계 대전 이후 중앙 계획 체제로 운영되었으나, 1979년 이후에는 자유시장주의 원칙하에 중앙 정부 통제로부터 탈피하려는 시도가 지속되었다.

이에 정부는 1986년 British

3) 자료 출처 : <http://www.nirs.go.jp/>



Gas를 민영화시키고, 1989~1990년에는 Electricity Supply Industry를 두 개의 민간 회사로 분리하여 통상산업부(DTI)가 담당하였다.

그러나 애당초 민영화하고자 했던 14개의 원자력발전소는 시장에서의 경쟁력이 없어 공공 기업으로 이관되었고, 민간 기업 및 공공 기업에서의 원자력발전소의 추가 건설 계획이 없었으므로 시장 경제 체제하에서 영국의 원자력산업은 한계를 보이게 되었다.

자유 시장 경쟁 제도의 도입에도 불구하고 전통적으로 원자력 발전을 지지해왔던 보수당은 시장 경쟁 체제하의 경쟁력 유지를 위해 원자력 설비에 대해서는 지원 및 보호 정책을 시도하였다.

1990년 「The Non-Fossil Fuel Obligation (NFFO)」이라는 법령을 통해 민영화된 기업은 일정량의 비화석 연료에 의한 전기 사용을 의무화했고, 화석 연료에 의한 전기 생산에 부담금을 부과하여 비화석 연료의 사용을 지원하였다.

영국의 원자력 정책 추이를 보면 1973~1974년의 오일 쇼크 이후에 석유 의존에서 벗어나 자원의 다양화가 강조되면서 중앙 정부의 통제하에서 원자력 프로그램 확대와 재생 가능 에너지 프로그램이 시작되었으나, 1990년대에 이루어진 공기업 민영화, 국민의 반대, 그리고 고

속증식으로의 연구 개발 중단 등으로 인해 원자력은 주요 정책적 관심에서 벗어났다.

이를 반영하듯 공적 자금으로 지원되는 대규모 원자력 프로그램은 고속증식로 프로그램의 중단과 함께 1994년 중단되었으며, 현재 원자력 분야에서 영국 중앙 부처가 지원하는 대규모 원자력 프로그램은 핵융합 프로그램뿐이다.

영국에서 원자력이 사양길에 접어들고 이에 따라 원자력에 대한 지원이 미미한 상태지만, 영국에서 표방하고 있는 원자력 기본 정책은 다음과 같다.

독자적 원자로에 맞는 핵연료주

기 완성, 우라늄 자원 공급의 다변화, 고속증식로 개발 추진으로 재순환 핵연료주기 추진, 재처리 연구 개발 및 사업화 촉진, 국가가 방사성 폐기물 관리 담당 등이다.

2. 원자력산업 관련 부처 및 역할 분담

영국의 원자력 이용 개발 체제를 살펴보면, 원자력을 전담하는 정부 부처는 없으며, 통상산업부 산하 과학기술청(OST)을 중심으로 외무 및 영연방의 환경, 과학 및 에너지실 등 여러 내각에서도 유사한 기능을 담당하고 있다.

통상산업부(DTI) 에너지실에서

〈표 7〉 영국의 원자력 관련 부처

구 분	통상산업부		환경부	비 고
	원자력국	전력국		
원자력 이용 개발 정책	○			군사 부문은 국방부와 연계
원자력 안전 정책/안전 규제			○	원자력시설검사국
원자력 발전 정책		○		전력부 산하에 NE와 SN사 운영
원자력 연구 개발	○			UKAEA 산하 연구 기관 방사화학센터
원자력 발전/전력 판매		○		• NE, SE • 비원자력 분야의 송배전은 민영화하여 경쟁 체제 도입
원자력산업				
- 핵연료 주기 분야	○			BNFL, AEA Technology
- 원전 설계/제작 분야	○			NNC, AEA Technology
- 방사성 폐기물 관리		○	○	NIREX

주 : UKAEA(United Kingdom Atomic Energy Authority) : 영국원자력공사, AEA Technology : UKAEA의 사업 수행시 명칭, BNFL : 영국핵연료공사, NE : Nuclear Electric사, SN : Scottish Nuclear사, NIREX : NE와 SN 및 UKAEA가 출자한 법인, NNC : GEC plc가 소유

원자력 정책과 전력 정책을 관장하고, 환경부 산하의 안전 규제 기관(NII)에서 원자력안전규제 업무를 담당하고 있으며, 보건/사회보장부 소속의 국립방사선방호청(NRPB)이 방사선 방호 업무를 담당하는 등 원자력 관련 행정 체제가 여러 부처에 분산되어 있다.

영국의 원자력 연구 개발 체제와 관련한 특징은 통상산업부(DTI) 에너지실에서 원자력 정책과 전력 정책을 관장하고 있지만 안전규제기관(NII)은 환경부 소속이고, 국립방사선방호청(NRPB)은 보건/사회보장부 소속이라는 점이다.

2차 세계 대전 이후 영국은 군사용 및 민수용 원자력 이용 개발 계획을 수립하여 추진하였다. 초기 민수용 원자력 이용 개발에 있어 영국 원자력공사(UKAEA)가 관련 연구 개발 및 실용화 기지의 역할을 수행하였으나, UKAEA는 최근 UKAEA -GD와 AEA Technology로 분리되었다.

1992년에는 원자력 업무를 관장하던 에너지부가 폐지되고 통상산업부(DTI)로 관련 업무가 이관되었다.

민간 부문에서는 에너지 관련 주요 기업들(BNFL 등)이 전통적인 전력 생산 시스템 및 원자력 발전 시스템에 관한 연구 개발 계획에 참여하고 있다.

독자적 원자력에 맞는 핵연료 주

기를 완성시키고자 하는 원자력 기본 정책에 따라 핵연료 주기 사업을 전담하는 전담 기관(BNFL)을 UKAEA에서 1971년 분리하여 설립하였다.

BNFL의 담당 업무는 핵연료 가공 사업, 우라늄 농축 사업, 재처리 사업 및 방사성 폐기물 관리 사업이다.

또한 방사성 폐기물 관리 사업 전담 기관(NIREX, Nuclear Industry Radioactive Waste Executive)을 1982년 설립하여, 중저준위 방사성 폐기물 처분장 후보지 선정, 설계, 건설 및 운영, 고준위 폐기물 처분, 그리고 방사성 폐기물 관리 관련 연구 개발을 담당토록 하고 있다.

OST의 설립과 동시에 교육과학부(현 교육고용부) 소관하에 연구 지원 행정을 담당하던 독립적인 연구협의회(Research Councils)들이 OST 산하로 소속을 변경하였으며, 1995년에는 우수 과학 기술 연구 기반 조성 및 산업계와의 효과적 연계를 위하여 OST가 무역산업부(DTI: Department of Trade & Industry) 산하로 흡수되었다.

1992년 정부 조직 개편에 따라, 과학기술자문위원회를 폐지하는 대신에 기획 기능을 보강한 과학기술위원회(CST: Council for Science & Technology)가 신설되었다.

CST는 연구협의회에 대한 연구

지원 방침을 설정하는 기술 예측 프로그램(Foresight Program) 계획을 수립하고, 과학 공학 기술 분야의 문제에 대한 대정부 조언과 정부 연구 개발 투자의 전망 및 균형의 유지에 관한 자문을 담당하고 있다. 위원장은 무역산업부 장관이 맡으며, 부위원장은 수석과학고문(CSA: Chief Scientific Advisor)이 맡고 있으며, 산업계와 학계의 대표 10명이 위원으로 위촉되어 있다.

3. 원자력 연구 개발비 규모

영국의 국가 연구 개발 자금 배분은 각 부처가 자신의 필요에 따라 개별적으로 의회에서 예산을 획득하고, 그에 대한 책임 역시 각자 지는 것을 원칙으로 하고 있어 별도의 예산 관련 부처가 없는 것이 특징이다.

공공 연구 개발 자금을 실제 연구 수행자들에게 배분하는 기능을 담당하는 조직은 연구협의회와 대학 교육기금위원회(HEFC: Higher Education Funding Council)이며, 연구협의회는 자신이 담당하는 고유 연구 분야를 대상으로, 대학교육기금위원회는 연구 주체나 영역의 제한 없이 자금(인프라·인건비·순수 기초 연구·교육비 등)을 지원하고 있다.

영국의 원자력 이용 개발 및 연구 개발 체제는 전담 부처 없이 다양한



〈표 8〉 영국 정부의 사회 경제적 목적을 위한 R&D 지출 중 원자력 프로그램의 비중

단위 : %

구 분	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
에너지 (원자력 프로그램)	2.9 (2.5)	2.6 (1.7)	2.4 (1.7)	1.8 (1.4)	1.1 (0.5)	0.9 (0.4)	0.7 (0.3)	0.7 (0.3)	0.5 (0.2)

부처에서 담당하는 다원적 체제를 구성하고 있으므로 모든 관련 부처에서 지원되는 원자력 연구 개발비 지원 규모를 추정하기는 매우 어려우므로 통상산업부(DTI) 지원의 원자력 연구 개발비 규모만을 살펴보기로 한다.

영국에서 공적으로 지원된 원자력 연구는 최근 들어 상당히 감소하였으며, 핵분열 원자로에 대한 공적 지원 연구는 고속증식로 프로그램 중단과 함께 1994년에 중단되었다.

고속증식로 프로그램으로 건설된 원형 고속로 및 Dounreay 고속로는 현재 해체중이며, 현재 원자력과 관련하여 남아있는 공적 지원 프로그램은 핵융합 프로그램뿐이다.

영국의 핵융합 연구 프로그램은 UKAEA의 Culham에서 수행중이며, DTI는 연간 약 15만 파운드가 이 프로그램에 지원하고 있다.

그 밖에 HSE/NII에 의해 산업체로부터 징수한 자금으로 원전의 안전성 향상을 위한 프로그램을 수행하고 있다.

DTI의 각 기술 분야별 연구 개발 지원 규모와 원자력 프로그램 지원

규모에 대한 추이를 살펴보면 1994년부터 원자력 프로그램 지원 규모가 대폭 줄어들었음을 확인할 수 있다.

영국에 1992년 과학기술청(OST)이 설치되기 이전부터 정부의 연구 개발 추진 체제는 부처별로 자율적이고도 분산된 의사 결정 체제를 구축하고 있었다. 각 부처는 필요에 따라 개별적인 횡적 협력 체제를 활용하고 있었으므로, 영국 전체적으로 거시적인 예산 결정 및 정책 입안에 대한 종합적 조정을 하는 담당 기구나 각료는 존재하지 않았다.

현재 국가 연구 개발 예산 규모는 CST의 기술 예측 프로그램(Foresight Program)에 의해 과학 공학 기술 분야 연구 개발 사업의 우선 순위를 결정한 후 정부 연구 개발 투자 규모를 결정하며, 원자력 분야만에 대해 수립된 연구 개발 예산 자료는 별도로 책정되어 있지 않다.

OST 산하 6개 연구협의회 중에서 EPSRC(Engineering and Physical Sciences Research

Council)에서 원자력 관련된 연구 개발 과제를 지원하고 있다.

4. 원자력 연구 개발 관리 체계

영국의 경우도 연구 개발 관리 체계는 우리 나라 및 미국의 경우와 유사한 형태를 띠고 있어서 국가 연구 개발 사업은 OST 산하 기술 분야별 연구협의회(Research Council)에서 주도적으로 담당하고 있다.

OST 산하의 연구협의회는 BBSRC · EPSRC · ESRC · MRC · NERC · PPARC · CCLRC 등 7개로 구성되어 있다.

각자 담당하고 있는 기술 분야에 따라 연구 지원 분야가 다르지만, 연구 개발 관리 체계는 유사하다. 연구협의회 중 공학 및 물리 분야의 연구 개발을 담당하고 있는 EPSRC의 연구 과제 선정 절차를 중심으로 살펴보면, 먼저 연구협의회에서 연구 과제 신청 공고를 하게 되면 연구자들은 과제 제안서를 작성하여 연구협의회에 제출한다.

신청된 과제 제안서는 다단계 선정 평가를 거치게 되는데, 단계별 평가 절차를 개괄하면 다음과 같다.

일차적으로 사전 평가를 하는데, EPSRC에서는 이를 위해 최소 3명 이상으로 전문가 그룹을 구성한다. 1차 평가 단계의 심사 기준은 ① 과학 기술적 우수성 ② 연구 수행 능력 ③ 연구 계획 실현 가능성 ④ 기

술 수혜자와의 연관성 ⑤ 소요 연구비 등이다.

탈락 처리된 과제에 대해서 EPSRC에서는 신청 후 6개월 이내에 탈락 사유를 통보하게 된다.

다음 단계의 평가는 Ranking이라 하며, 본 단계에서는 1차 평가를 통과한 과제에 대해 일단의 심사위원회를 구성하여 평가하고, 과제 제안서의 우수성에 따라 우선 순위를 정하게 된다.

마지막 단계의 평가는 결정이라 하며, 여기에서는 2차 심사위원회의 우선 순위 결과와 가용한 재원 등을 고려하여 EPSRC Program Manager가 2차 심사위원장의 도움을 받아 지원 대상 과제를 최종 선정한다.

본 선정 평가 절차 중 특이점이라 할 수 있는 것은 기술 수혜자와의 연관성을 1차 선정 평가의 주요 기준으로 삼아, 연구 개발 성과의 활용성을 선정 평가시부터 고려한다는 것이다.

영국의 연구 개발 정책에서는 연구 개발 성과의 확산을 위해 다양한 프로그램을 준비하고 있으며, 특히 인력의 교류를 통한 지식 및 기술의 전수를 통한 성과 확산에 주안점을 두고 있는 것을 특징으로 한다.

5. 주요 기관별 연구 개발 체제와 특징

가. 과학기술청(OST)

OST는 1992년 4월에 과학 기술 정책을 총괄 조정하는 기관으로 설립되었으며, 그 주된 활동 내용은 과학 기술 자원의 효율적 활용, 정부 전체의 과학 기술 정책과 국제 활동의 조정 및 촉진, 정부 과학 기술 투자의 우선 순위 결정의 지원, 여러 부처에 관련되는 과학 기술 문제에 대한 종합 토의 및 정책의 조정 등이다.

OST는 연구 개발 투자의 종합 조정 및 우선 순위 설정을 위한 예측 프로그램을 운영하고 있다.

예측 프로그램은 1993년도 5월에 공표된 「잠재력의 실현: 과학 공학 기술을 위한 전략」 백서 중의 핵심 내용 중 하나로 시작되었으며, 정부의 재원으로 지원되는 과학 공학 기술 분야 연구 사업의 우선 순위 결정에 대한 공개와 함께, 기업 전략의 수립에 영향력을 행사함으로써 영국의 과학 기반인 연구계와 산업계 상호간의 이해 증진 및 협력을 강화하는 것을 목표로 하고 있다.

이를 위한 수단으로 산업 및 기술 분야별로 구성된 총 16개의 독립적인 패널이 주축이 되어 미래의 시장 및 기술 예측에 기반을 둔 전략적 중점 연구 분야를 도출하였으며, 각 패널에는 산업계·연구계 및 정부 부처 전문가가 참여하였고 1,000여 명에 가까운 별도의 외부 전문가들의 자문도 함께 활용하고 있다.

예측 프로그램의 지속적인 추진을 실질적으로 주도하는 조직은 각 부분별 패널인데, 패널의 핵심적인 역할은 다음과 같다.

패널의 예측 결과를 관련 산업계에 확산, 분야별 패널의 예측 결과에 대한 토론을 위하여 특정 지역 및 국가적 차원에서 과학기술계와 산업계간의 네트워크를 형성, 패널의 예측 결과가 실질적으로 활용되도록 관련 기업과 연구협의회, 정부 부처 및 대학간의 파트너십 형성을 중재, 연구협의회와 정부 부처가 예측 결과를 적절히 활용하고 있는지에 대한 모니터링, 전문가 및 패널들의 예측 결과에 대한 지속적인 검토 및 평가 등이다.

영국의 예측 활동의 총괄 운영은 기술예측선도그룹이 담당하고 있는데, 수석과학고문(CSA)이 그룹장이고 민간 기업·대학·은행 등으로부터 14명(그룹장 포함)의 전문가가 참여하고 있으며, 이외에도 별도의 자문관 3명을 두고 전문적인 자문을 받고 있다.

OST는 예측 프로그램 전반에 대한 조정, 패널 및 기술예측선도그룹에 대한 지원을 위해 내부에 기술예측국을 운영하고 있다.

예측 프로그램의 실질적인 추진을 위해 핵심적인 역할을 수행하는 주체는 연구협의회, 무석산업부의 관련 부서, 지방 정부, 타정부 부처, 대학교육기금위원회(HEFC),



관련 학회 및 협회 등이 있다.

OST에는 각 부처의 횡단적인 사항과 연구협의회에 관한 사항으로 크게 구분된 2가지 기능을 달성하도록 부처간 총괄조정그룹(TDSTG)과 과학공학기초그룹(SEBG)을 설치하고 있다.

부처간 총괄조정그룹(TDSTG)은 수석과학고문(CSA)의 사무국 기능을 수행하며, 국제 관계를 위한 각 부처간 조정, 정부 자금을 의한 과학기술의 미래 계획이나 전망을 나타내는 Forward Look의 작성을 위한 각 부처간 조정 등을 담당하고 있다. 또한 기술 예측 프로그램(Foresight Program), 산업계와 과학계간의 협력 연구를 활성화하기 위한 연계(LINK)프로그램을 담당하고 있다.

과학공학기초그룹(SEBG)은 연구협의회사무총장(DGRC)의 연구협의회 예산 관련 결정을 지원하며, 연구협의회 의장(DGRC)은 국무장관에게 통상 산업에 대한 조언과 연구협의회 의 과학 예산 배정에 대한 조언을 주요 기능으로 삼고 있으며, 과학공학기초그룹(SEBG)의 지원을 받는다.

OST는 연구 개발을 담당하는 기관이 아니므로, OST의 연구 개발 예산은 대부분 산하 기관인 연구협의회 등의 지원 예산으로 구성되어 있다. 연구 개발 자원의 조달은 의회를 상대로 하여 지원을 받는 정부

예산과 다양한 재단으로부터의 기부 등을 통해 조달하고 있다.

OST는 연구 개발을 직접 수행하지 않으며, 필요한 연구 개발은 국립 연구소, 대학, 산업체 연구 센터에 연구 개발 과제를 위탁한 후 적정 과제를 선정하여 지원하고 있다.

OST에서는 연구 개발 성과의 확산을 위해 다양한 프로그램을 마련하고 있으며, 산업체와 연구 기관 사이의 공동 연구 수준을 높이기 위해 노력하고 있다.

영국에서는 연구 개발 성과 확산에 가장 중요한 요인을 인력으로 인식하고 있다. 이러한 인식은 “혁신 없이 경쟁력이 있을 수 없으며, 적절한 인력과 마음가짐이 없으면 혁신도 없다”라고 밝힌 문구에서 충분히 그 의도를 읽을 수 있다.

따라서 과학 공학 기관으로부터의 연구 성과를 경제산업체로 이전하기 위한 가장 중요한 경로가 인력의 이동, 특히 대학의 연구자와 민간 기구 연구자 사이의 접촉을 강화하는 데 있다고 보고 있다.

나. 영국원자력공사(UKAEA : United Kingdom Atomic Energy Authority)

UKAEA는 1954년 설립된 정부투자 공사 형태의 원자력 회사로서, 주요 연구 분야 및 사업 추진 분야는 연구 시설 폐지 및 폐기물 관리, 사용 중지된 시설의 안전한 해체, 환경 및 안전 연구, 핵융합 연구 등

이다.

UKAEA-GD의 기능을 살펴보면, 영국 원자력 R&D 관리, 연구 시설 폐지 및 폐기물 관리, 그리고 UKAEA 산하 연구소의 유지 및 관리 등이 있으며, AEA Technology는 상업용 원자로의 연구 개발 사업을 담당하고 있다.

AEA Technology의 이윤 창출 비율을 살펴보면 연구 개발 50%, 서비스 30%, 제품 판매 20%로서 이윤을 추구하는 기업화를 추진중이다.

UKAEA의 역할을 살펴보면 자체 보유 원자로와 원형고속로, 방사성 폐기물 처분, 사용후 핵연료 재처리, 핵융합 연구 및 시설 해체 담당, 사용이 중지된 시설의 안전한 해체, 방사성 폐기물의 처분, 원자력 시설과 물질의 안전 보장, 기존의 각종 UKAEA 자산의 효과적 활용 및 처분, 핵융합 연구의 수행 및 프로그램 관리 등과 같다.

최근 UKAEA는 원자력 사업 이외의 방위 산업·제조업·수송·자원 에너지·화학 등의 분야에까지 기술 용역 업무 수행중에 있으며, 강력한 관리 구조 형성, 기술력 향상, 국제 시장에서의 참여, 각 전문분야별 협력 등을 통하여 비용 효과 및 경쟁력 향상을 시도중에 있다.

UKAEA에서 원자력과 관련하여 가장 활발하게 추진되는 연구 분야는 핵융합 연구로서, Culham 부지

에 유럽 최고의 핵융합 시설인 JET(Joint European Torus)를 유치하고 이를 관리 운영하고 있다. 또한 UKAEA는 원자력 사업 이외의 방위 산업·제조업·수송·자원 에너지·화학 등의 분야에까지 기술 용역 업무를 수행중이다.

2001년 기준 UKAEA의 인원은 총 10,968명이다. 1994년 UKAEA는 UK AEA-GD와 AEA Technology로 분리되었으며, UKAEA-GD는 공영 회사 형태로 남아있고, AEA Technology는 민영화되었다.

UKAEA-GD는 Harwell에 본부를 두고 있으며, 산하에 5개의 지부를 두고 있다.

UKAEA의 총매출액의 많은 부분(2001년 기준, 약 72%)이 DTI가 지원하는 프로그램에 의해 지원되는 것으로 조사되었다.

UKAEA의 연구 개발은 산하 연구소와 UKAEA로부터 분사되어 민영화된 AEA Technology를 비롯한 여러 엔지니어링 회사와의 계약을 통해 수행하고 있다.

UKAEA에서는 작업 수행 능력 및 연구 성과 향상을 위해 ISO 9000 인증 시스템에 의해 품질 보증을 수행한다.

또한 종업원에 대한 신분을 단일 체계로 정리하여 고용 상태를 안정

화시키고, 프로젝트 관리 절차를 개선하여 프로젝트 조기 달성 및 비용 절감을 도모하고 있다.

다. 영국핵연료공사(BNFL)

BNFL(British Nuclear Fuel)은 1954년에 설립되었으며, 1971년 사업본부의 분리 독립을 거쳐 1984년 공사화되었다.

BNFL의 주요 업무는 우라늄 조달, 핵연료 제조, 전력 생산⁴⁾, 핵연료 이송, 사용후 연료 관리, 해체 등의 핵연료 주기 전체에 관한 업무이며, URENCO·CENTEC·UNIREP·NTL 등의 영국측 창구를 맡고 있다.

BNFL은 최근 미국의 WH와 ABB-CE를 합병함에 따라, 15개 국가에 걸쳐 23,000명 이상의 인력을 보유한 다국적 기업이 되었다.

BNFL의 본사 실무 담당 부서 조직은 ① 핵연료 제조 및 원자로서비스 ② Magnox 생산 ③ 사용후 연료 재처리 ④ 원자력 시설 제염 및 해체를 담당하고 있는 부서로 구성되어 있으며, 부서의 인력은 각각 8,770명, 3,576명, 7,031명, 그리고 1,719명으로 구성되어 있다.

BNFL은 연간 약 100만 파운드 의 자체 연구 개발비를 연구 및 기술 개발에 투자하고 있다. 주로 전문 인력 양성 및 연구 시설에 투자하고 있으며, 영국 내에서만 연구


및 기술 개발에 900명의 직원이 투입되고 있다.

BNFL은 연구 개발을 위해 자체 연구 인력뿐만 아니라 외부 기관의 협력 체제를 구축하여 연구 개발을 수행하고 있다.

BNFL은 산업체의 매우 중요한 분야에 대해서는 다양한 국내 대학들에 의한 연구 협력체를 설립하여 운영하고 있다.

BNFL은 내부 연구 개발 수요와 전반적인 산업체 동향을 토대로 개발한 장기 전략에 근거하여 연구 개발을 추진하고 있다.

BNFL은 체계적 연구 개발의 추진을 위해 1997년 「Platforms for Future Growth」을 수립하여 추진하고 있으며, 여기에는 기존 BNFL의 사업 범위를 뛰어넘어 향후 10년 이상 원자력 산업을 주도할 수 있을 것으로 예상되는 전략적 사업 분야를 포함하고 있다.

이 프로그램에는 WH의 AP 600 및 남아프리카공화국의 Pebble Bed Modular Reactor와 같은 새로운 소형 원자로뿐만 아니라 핵연료 전주기에 걸친 새로운 연구 개발 항목을 포함하고 있다. 

* 다음 호에 계속됩니다.

4) BNFL은 7개의 Magnox 원자력 발전소와 1개의 수력 발전소를 운영하고 있음.