

제3장 원자력연구개발사업

제1절 추진배경

21세기 초 원자력기술 선진국 진입을 목표로 원자력 핵심기술 자립 및 원전기술 해외수출기반 확충, 원자력산업 경쟁력 제고 및 국민 삶의 질 향상에 기여하고자 과학기술부가 주관하여 추진하는 원자력연구개발 중·장기계획 연구개발사업은 1992년 6월, 연구개발 사업을 착수한 이래 1995년 원자력법에 원자력연구개발사업 수립 근거가 마련됨으로써 1996년부터 특정 연구개발사업에서 분리, 추진되고 있다.

또한, 1996년말 원자력연구소에서 수행하던 방사성폐기물 관리사업, 원자로계통 및 원전연료 개발사업이 실수요자인 산업체로 이관됨에 따라 21세기를 향한 「원자력 연구개발 중·장기계획」으로 확대 개편되었고, 1999년 2월에는 원자력 연구개발을 수요 지향적이고 공개 경쟁적으로 개편하기 위하여 보완·기획한 「원자력연구개발 중·장기 수정계획」을 확정하 바 있다.

제2절 연구개발사업 추진근거 및 체계

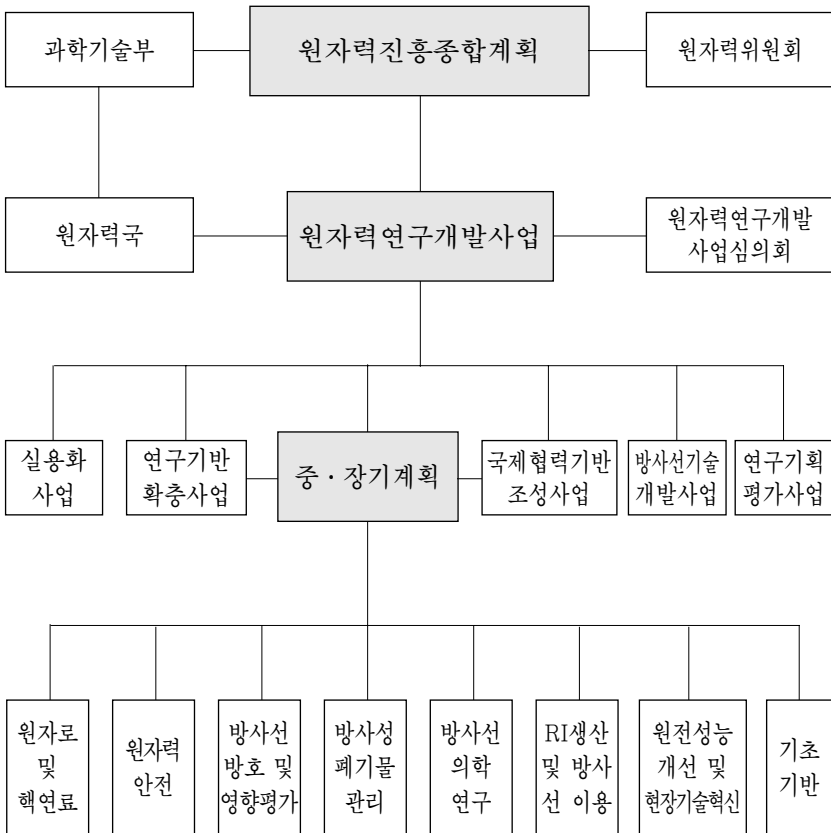
1. 추진 근거

원자력법 제8조의2(원자력진흥종합계획의 수립) 및 제9조의 2(원자력연구개발사업의 추진)

2. 추진 체계

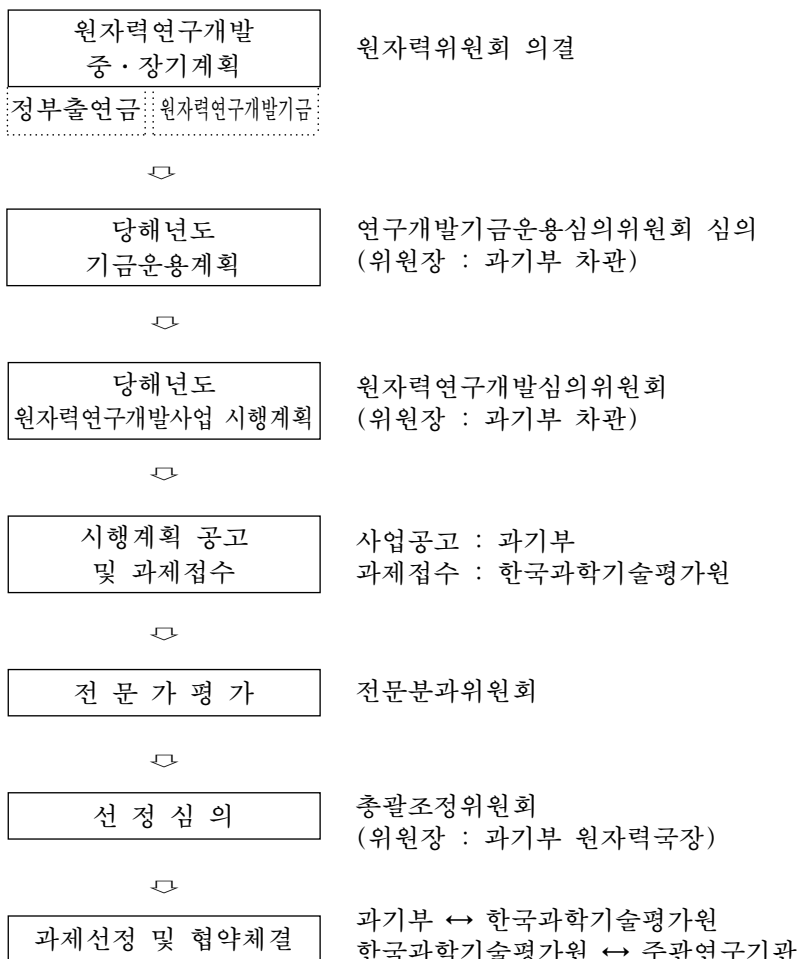
원자력 기초, 기반기술의 효율적인 개발 및 연구결과 활용을 위해, 정부계획으로 추진하며 연구개발 중·장기 계획 추진체계는 <그림 5-5>와 같다

<그림 5-5> 연구개발 추진체계



제3절 추진 절차

연구개발 중·장기 계획 추진절차는 <그림 5-6>과 같다.



<그림 5-6> 연구개발 추진 절차

제4절 연구개발 조달 및 추진내용

1. 재원조달

원자력연구개발사업 소요재원은 원자력발전소, 핵연료주기시설, 방사성폐기물 관리시설, 방사성동위원소 관련 시설 등의 건설 및 운영 해당산업체가 자체 조달하는 것을 원칙으로 하되, 원자력연구개발비의 안정적 확보를 위해 원자력연구개발기금을 효율적으로 활용하되 정부의 원자력연구개발 예산을 점진적으로 확대해 나가는 것이다.

또한, 원자력법에 따라 발전용 원자로 운영자가 전년도 원자력 발전량 kWh당 1.20원을 원자력연구개발기금 부담금으로 납부하되, 매 3년마다 원자력연구개발기금의 요율조정이 필요할 경우에는 재조정하며, 정부출연 연구개발비(기관고유사업 포함)는 2002년도 대비 정부출연 연구개발비(기관고유사업 포함)를 연평균 14%씩 증가시키는 방향으로 추진하며, 민간 주도 연구비는 원자력연구개발기금의 50% 수준에서 재원규모를 정하여 추진하는 것을 투자 방향으로 정하고 있다.(제2차 원자력진흥종합계획, '01. 07)

2. 추진 내용

과학기술부의 원자력연구개발사업은 “중·장기계획사업”을 포함하여 단위사업인 “연구기반확충사업”, “실용화연구사업”, “국제협력기반조성사업”, “연구기획정책평가사업” 등으로 편성 추진되고 있으며 2003년부터는 방사선관련 기술의 전략적 추진을 위해 “방사선기술(RT: Radiation Technology) 개발사업”이 추가적인 사업으로 신설되었다.

“원자력 중·장기계획사업”은 「원자로 및 핵연료」, 「원자력안전」, 「방사성폐기물관리」, 「방사선방호 및 영향평가」, 「방사선의학

연구」, 「RI생산 및 방사선이용」, 「원전성능개선 및 현장기술혁신」 및 「기초·기반분야」로 분류하여 추진되고 있으며 점차 방사선 관련분야 연구가 확대되는 경향을 보이고 있다.

원자력연구개발사업 사업별 개발내용은 다음 <표 5-7>과 같다.

<표 5-7> 원자력연구개발 사업별 개발내용

사 업 별	개 발 내 용
중·장기 계획사업	21세기초 원자력 과학기술 선진국 진입과 국가 전략핵심기술을 확보하기 위해 중·장기적으로 추진하는 사업 - 원자로 및 핵연료 - 원자력안전 - 방사선 방호 및 영향평가 - 방사성폐기물관리 - 방사선의학연구 - RI생산 및 방사선이용 - 원전성능개선 및 현장기술혁신 - 기초·기반연구
연구기반 확충사업	원자력 분야의 연구인프라를 구축하고 국가적 차원의 원자력연구개발 기반을 조성하여 원자력연구개발의 효율성과 생산성 제고 - 공동연구시설/장비 구축·운영 - 하나로 공동이용 - 차세대 초전도 핵융합연구장치 개발지원 - 기초연구 - 국가지정연구실 - 원자력인력양성 - 선진기술확보(한·미 공동의 NERI, I-NERI) - 원자력 이해증진 기반구축
실용화 연구사업	원자력 연구개발성과를 기업에 이전하거나 산업체에서 바로 활용할 수 있는 과제를 발굴하여 지원하는 사업
국제협력 기반조성사업	원자력 기술·물자의 수출기반 조성과 선진기술의 이전 촉진을 위한 선진국 및 국제기구와의 공동연구 및 협력 지원사업
연구기획 정책평가 사업	원자력연구개발사업의 조사·기획·평가·관리 및 제도개선 지원 원자력정책 방향, 관련 법령 및 제도개선 등을 지원하는 사업
방사선 기술 (RT)개발사업	냉중성자 연구시설 구축, 대전류 싸이클로트론 개발 등 방사선기술 기반시설을 확보하는 사업(방사선기술개발계획, 방사선 및 방사선동위원소 이용진흥법 근거)

〈표 5-8〉 원자력연구개발 중장기계획 과제별 개발내용

	과제명(연구기간)	연구목표 및 개요
1	액체금속로 설계기술 개발('02-'06)	액체금속로의 전략 핵심기술 확보(04년까지 전략 핵심기술 개발 및 신개념 정립)
2	핵비확산성 건식공정 산화물 핵연료기술개발('02-'06)	다량의 불순물을 함유한 사용후 핵물질의 소결 특성 평가, 건식 재가공 핵연료의 품질 특성 평가 및 조사시험용 건식 재가공 핵연료 제조
3	WH형 원전용 개량핵연료개발(01-'04)	웨스팅하우스형 원전용 17x17 및 16x16 개량핵연료 시범집합체 개발, 핵연료 독자개발역량 확보
4	미래형 핵연료개발('97-'06)	경수로용 혼합핵연료 기술 개발 및 검증, 감마상 우라늄합금(U-Mo계) 분산핵연료 개발, 일체형 원자로용 금속핵연료(HIMET) 기술 타당성 확인
5	경수로용신형핵연료 개발('97-'06)	국제 경쟁력있는 핵연료 고유기술 기반구축 및 독자 기술 소유권과 실시권을 갖는 한국 고유모델의 70,000MWt/MTU이상 고연소도 핵연료 기술 확립
6	일체형 원자로 개발('02-'07)	'07년까지 SMART 기술실증용 65MWt 파일럿 플랜트 (SMART-P) 설계 및 건설
7	원자력위험도 관리기술 개발('02-'06)	최적 위험도 평가 기술 개발, 위험도 관리 종합 DB구축 및 최적 위험도 평가 모델 및 활용기술 개발
8	원자력 열수력 실증 실험 및 평가기술개발('02-'06)	열수력 종합실험장치 구축 및 실험수행, 원자로 계통과 노심의 열수력 현상에 대한 개별효과 실험 결과생산 및 최적통합 안전해석 코드개발 및 활용 체계 구축
9	중대사고관리 최적방법 수립 및 대처 설비개발('02-'06)	중대사고 현상 해석 DB 구축 및 사고진단 시스템 개발, MIDAS전산코드 개발
10	원자력 안전규제 기술 개발('02-'05)	원전 수명관리 허용기준 및 설비성능기준 확립, 신기술 현안의 안전규제 기준정립, 가동원전 위험도 정보성능평가 규제 기술기반 확립
11	기기 및 구조물 건전성 향상기술개발('02-'06)	안전관련 구조물의 건전성 평가 기술 및 시스템 개발, 안전계통 기기 건전성평가 핵심기술 개발 및 기술실증, 중수로 압력관 건전성 평가 핵심 기술 개발
12	원자력 안전의 확인 체계 최적화 연구('02-'05)	합리적이고, 효율적인 안전규제 수행을 위한 원자력안전 확인체계의 최적화
14	중수로 안전성 평가체제 수립 및 안전현안 대처기술 개발('03-'07)	중수로안전성검증 및 설계/운영 평가코드 개발/개선 및 체제구축 및 안전성 평가방법론 개선 및 평가지침개발, 중수로 안전현안에 대한 평가기술 및 대처방안 수립

	과제명(연구기간)	연구목표 및 개요
14	원전부지 지진 안전성 평가기반 기술 개발 (‘03-’05)	원전부지 활성단층 평가기준 및 조사·평가지침 (안) 개발, 원전부지 인근의 신기단층 특성규명 및 분포도 작성, 활성단층 및 원전부지의 최대 지진력/지진재해도/지반응답스펙트럼 평가 및 전산프로그램 정립, 원전부지 지진안전성 평가 DB 전산프로그램 정립 및 지질정보 DB구축
15	원자력재료 내환경특성 평가 및 향상기술개발 (‘97-’06)	원자력재료 개량 및 미래 원자력시스템에 필요한 고성능/장수명화 신원자력재료 개발
16	방사선 안전규제 기술 개발 (‘97-’06)	방사선 방호 검증기술 확립, 방사성폐기물 관련 종합검증체제확립 등 국내 특성을 반영한 국제 수준의 방사선 안전규제 기술 확립
17	저선량방사선 기초 영향 연구(‘02-’06)	저선량(0.2Gy 이하)에서 선량-반응 관계 이해를 증진할 자료의 생산을 위한 실험수단 체계의 구축, 방사선 손상 DNA와 내재성 손상 DNA의 유의한 차이여부에 대한 근거자료 생산 등
18	원전방사선 방호 기술개발(‘02-’06)	원전 방사선방호 기술 자립을 위한 방사선피폭 저감 및 과피폭 방지 종합적용 및 C-14 방출 해석·선량평가 기술, 방사선 비상시 주민소개 시간 산정기술 개발
19	방사선 환경방호 기술개발(‘97-’06)	방사선 영향 해석 및 대책 기술 선진화, 방사선 계측 및 평가기술 고도화
20	사용후핵연료관리이용 기술 개발(‘92-’06)	후행핵연료주기 분야의 기술자립을 위한 사용후 핵연료 차세대 관리공정기술 개발·실증, 사용후 핵연료 특성제량화 기술확립 및 원격취급장치 개발
21	장수명 핵종 소멸처리 기술개발 (‘92-’06)	고준위폐기물의 감량 및 안정성 제고를 위한 장수 명 핵종군의 군분리 기술 확립, 고가원소의 회수 및 실용화 기술 확립
22	방사화학기반 연구 (‘92-’06)	핵연료 주기 기술 실증지원, 방사화학 연구기반 구축 및 선진화
23	고준위폐기물처분기술 개발(‘92-’06)	후행핵연료주기 분야의 기술자립을 위한 한국형 기준처분개념 설정 및 안정성 평가, 기준처분 개념 최적화 및 지하 방사성 핵종 이동모델 실증
24	분자 핵의학기술 개발 (‘02-’06)	혈관신생 관련 핵의학 영상기술 개발, 각종 질환 에서 다약제내성 유전자 발현여부와 그에 따른 임 상경과 판정을 위한 체내 영상기술 개발 등

	과제명(연구기간)	연구목표 및 개요
25	방사선 이용 표준화 및 의학물리 기반기술개발 ('02-'06)	방사선흡수선량 표준에 의한 표준측정법 개발, 방사선 치료 관련기기의 정도관리 기반기술 개발, 안정성과 적정성 보장을 위한 방사선치료 표준화 기술 개발 등
26	방사선유전자원 발굴 및 응용기술 개발 ('02-'06)	방사선 유전자원을 대량 발굴하여 방사선의학 관련 응용 기술 개발
27	방사선의 의학적 이용 기술개발('97-'06)	동위원소를 이용한 새로운 진료기술의 개발과 임상 이용, 방사선치료의 각종 진료기술 개발을 통한 방사선치료 수준의 향상 등
28	방사선 의료기기 핵심 기술개발('02-'06)	감마선 단층영상기기 핵심 기술 개발, 방사선 치료기기핵심기술개발, 디지털X선 촬영기기 및 CAD핵심기술개발 등
29	방사선 계측기 기반기술 개발('02-'06)	방사선계측기 설계/제작기반시설 및 기술확보, 계측기기술 산·학 이용자지원 체계 확립, 방사선 계측기 기반기술 확립을 위한 성능평가 기술 및 인증체계 확보 등
30	중소형 방사선 발생장치 핵심요소기술개발 ('02-'06)	산업용 X-선관 기술 개발, X-선 정밀 검색 기술 개발, 이동형 고선속 고속 중성자 발생 및 이용 기술 개발
31	의료 및 산업용 RI 생산 기술개발('02-'06)	산업 및 의료용 다수요 RI 품목의 국산화 - 신규 방사성 의약품 등 고부가가치 RI 제품의 상용화, 「하나로」 및 부대시설을 사용한 RI 생산기술 확보 등
32	방사선 식품생명 공학 기술개발('97-'06)	에너지 절약형 식량가공/저장기술 및 가공공정 개선법 개발, 화학약품 사용의 대체방법 개발 및 위생 제품생산 방법개발 등
33	방사선의 공업적 이용 개발('97-'06)	하이드로젤 제조기술 및 이용기술 개발
34	RI 및 중이온가속기핵심 기술개발('02-'05)	중이온 싸이클로트론 가속기술개발, 가속기 이용 BNCT 핵심기술개발, 가속기질량분석 생명공학적 이용기술 개발
35	방사선농업생명 공학기술 개발('97-'06)	우수형질 유전자 확보, 방사선 이용 형질전환기술의 선진화, 우수 형질전환체의 육성 및 실용화, 방사선 농생물자원 확보 및 이용 극대화 등
36	원자력 설비검사 및 정비 기술개발 ('02-'06)	원자로 압력용기 및 내장품의 검사기법, 자동화 시스템 및 정비엔지니어링기술 개발

	과제명(연구기간)	연구목표 및 개요
37	경수로 운전성능 향상 기술개발('02-'04)	비연소형 즉발응답 노내계측기 기술 개발, RETRAN/MARS를 기본으로 하는 통합원전 과도분석기 개발, 원자로 계통수의 용존산소 제거용 탈기막 제조기술 개발
38	증기발생기진전성 향상기술개발('02-'07)	원전 증기발생기 성능기준 진전성 평가기술 개발, 원자력발전 사업자의 “증기발생기 관리프로그램” 을 지원하기 위한 통합기술 개발
39	원전계측제어시스템 개발('01-'07)	차세대원전 설계요건을 만족하는 원전 디지털 계측제어 시스템 국산화, 감시 및 운전 지원 시스템 개발
40	원전 주기적 안전성 평가 기술개발('00-'03)	주기적 안전성 평가 수행에 필요한 기본기술, 후속조치에 필요한 안전성 향상기술 개발
41	중수로 운전성능 향상 기술개발('02-'04)	중수로 원전의 주요 운영현안 해결을 통한 운전 성능 향상 및 관련 기술수준의 선진화
42	원전 해양 생태계 관리 기술개발('02-'04)	취·배수 방식에 따른 해양생태계 변화 예측, 해양생물에 의한 취수구 폐쇄현상 방지기술 개발
43	원자력산업용레이저 응용 기술개발 ('97-'06)	레이저를 이용한 안정동위원소 제조기술 개발 및 실증
44	연구로이용기술 개발 ('97-'06)	다목적 연구로인 하나로를 활용한 첨단연구 기반 조성
45	양성자기반공학기술개발 ('97-'06)	양성자 빔 가속장치 완성, 빔 이용/응용 기술개발, 사용자 프로그램 확립

제5절 추진실적 및 향후계획

1. 추진 실적

원자력연구개발사업은 '92년 중·장기계획사업을 착수한 이래 정부 출연금과 발전용원자로 운영자의 출연금으로 1996년까지 중·장기계획사업을 추진하다 원자력연구개발기금 부담금 제도가 원자력법으로 법제화된 1997년 부터는 중·장기계획을 포함한 년도별로 원자력연구개발사업 계획을 수립하여 이를 추진하고 있다.

지난 1992년 이후 발전용원자로 운영자의 출연금 및 기금 부담금 납부실적은 <표 5-9>, <표 5-10> 및 그 동안의 분야별 주요 연구실적은 <표 5-11>와 같다

<표 5-9>

출연금 납부실적

(단위:억원)

구 분 \ 년 도	'92	'93	'94	'95	'96	계
중장기계획출연금	70	212	140	422	454	1,298
방폐기금연구비	181	210	192	180	196	959
핵융합과제출연금	-	-	-	-	15	15
합 계	251	422	332	602	665	2,272

<표5-10>

원자력연구개발기금 납부 실적

(단위:억원)

구 분 \ 년 도	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03(P)	계
원자력연구개발기금 부담금	887	918	1,048	1,130	1,308	1,345	1,398	8,034

- 30MW급 다목적연구로 · 하나로 · 자력 설계 · 건조('95년)
- 중저준위 방사성폐기물 소각로 설계 제조('97년)
- 경수로용 신형핵연료 소결체 제조기술 개발('98년)
- 핵비확산성 연구로용 핵연료 분말 미국, 프랑스 등에 수출('00년)
- 테크니슘(Tc-99) 용매 추출장치 개발 및 수출('00년)
- 세계최초 반도체 운반용기 양산기술 개발('00년)
- 전도성 표면 처리기술 개발
- 무진동/무충격 크레인을 이용한 폐기물드럼의 하역/적재작업 자동화기술개발('00년)
- 330MWt 중소형원자로(SMART) 개념설계기술 개발('01년)
- 중수로형 개량 핵연료(CANFLEX-NU) 개발('01년)
- 핵비확산성 연구용원자로 핵연료분말 세계 최초 개발('01년)
- 차세대형 600W급 다이오드 고체레이저 개발('01년)
- 국내신약 3호 홀뮴-166 간암치료제 신약 개발('01년)
- 비파괴검사용 방사선원(Ir-192) 국산화 성공('01년)
- 태풍에 강한 신품종 개발 및 국내 공급('01년)
- 한국표준형 개량핵연료(Plus-7) 개발('02년)
- 13Mev급 싸이클로트론 국산화('02년)
- 핵융합용 고주파 가열장치 「안테나」 개발('02년)
- 인간공학 연구용 원전 시뮬레이터 수출('02년)
- 고성능 신소재 지르코늄 핵연료 피복관 개발 성공 및 국산화 토대 마련('02년)
- 향후 5000만달러 이상의 수입대체 효과 및 수출기대

2. 향후계획

2003년도 원자력연구개발사업 추진방향은 국제 경쟁력이 있는 우리 고유의 핵심 원자력 기술개발에 중점을 두고 일체형원자로(SMART)개발, 양성자기반공학기술개발, 수소생산 가스로 등 미래 대비 선택과 집종의 원칙에 입각한 연구개발 과제의 지속적 추진과 경수로형 신형핵연료 개발 및 원전계측제어시스템 국산화, 원자력열수력실증실험 및 평가기술개발, 기기 및 구조물 건전성 향상기술개발 등 핵심 고유기술 확보의 전제가 되는 연구개발 과

제를 중점 추진하는 것이다.

또한, 원전 안전성 증진과 직결되는 원전성능개선 및 현장기술 혁신분야 연구는 지속적으로 추진하기로 정한 바 있다.

2003년도에는 국제협력연구사업으로 제4세대 원자력시스템 개발을 포함한 한·미 공동연구개발사업(Gen-IV)의 참여, IAEA 혁신형 원자력시스템(INPRO) 개발 참여 등 미래 원자력시스템 등 국제 공동연구를 활발히 추진할 계획이며, 신형원자로, 핵비확산성 핵연료주기 기술개발 등 한·미 공동 투자(I-NERI : 양국 각각 600만달러 투자) 연구를 본격화 할 계획이다.

미래 에너지 기술 확보차원에서 1995년도 국가 핵융합연구개발사업 기본계획이 확정된 이후 차세대 초전도 핵융합 연구장치 개발 및 운영사업이 원자력연구개발기금에서 계속 지원되고 있으며 2003년도 3월말 현재 68.5% 공정을 보이고 있다.

또한, 핵융합기술 확보차원에서 ITER(International Thermonuclear Experimental Reactor) 개발(700MW급 핵융합제어 기술 실증장치 건설 및 운영)사업이 EU, 일본, 러시아, 캐나다, 미국 중국 등을 중심으로 추진중에 있어 우리나라도 ITER 개발 회원국 참여를 추진중에 있다.

원자력 연구개발의 효율적 관리를 위해서는 우수한 연구과제발굴 및 연구성과 제고를 위해 원자력연구개발사업 성과 설명회의 활성화 및 산·학·연 연계 개발을 통한 참여를 유도하며 연구수요자 참여형 상시관리체제로 진도관리 및 평가체제를 강화함으로써 연차실적 및 과제선정, 평가업무의 실효성을 제고해 나갈 계획이다. 특히, 향후 연구개발 추진에 있어 여성과학자 및 원자력유공기관의 연구개발 참여시 가점 부여 등을 통하여 연구개발을 활성화할 계획이다.

〈표 5-12〉

2003년도 원자력연구개발사업 자원조달

(단위 : 백만원)

재 원	사 업 명	'02실적	2003계획
원자력연구 개발기금	원자력 중·장기계획사업	132,024	132,000
	원자력 연구기반확충사업	24,530	24,778
	원자력 실용화연구사업	6,100	5,725
	원자력 국제협력기반조성사업	293	-
	연구기획·정책·평가사업	2,680	2,600
	계	165,627	165,103
일반회계 예산	원자력 중장기계획사업/기초기반	28,079	21,700
	원자력 국제협력기반조성사업	1,000	1,300
	방사선기술(RT) 개발사업	-	3,000
	계	29,079	26,000