

제2장 원전기술 고도화 계획

제1절 추진 배경

우리의 원전 기술능력은 기술습득, 기술도입 단계를 거쳐 원전 건설 기술자립 과정을 거치면서 현재는 자체의 기술능력으로 한국 표준형 원전을 설계, 건설하는 단계까지 이르렀으며, 또한 운전중인 원전의 운영, 정비경험을 통해 우수한 기술능력을 보유하게 되었다.

그러나, 이러한 괄목할 만한 성장에도 불구하고 아직도 일부 핵심기술에 대해서는 기술을 활용할 능력(know-how기술)은 보유하고 있으나 기술을 원천적으로 개선·응용할 수 있는 능력(know-why기술)이 부족함을 인정하지 않을 수 없다.

또한, 대외적으로, WTO체제하의 국제적 무역환경 변화와 정부조달협정 체결에 따른 원전기술 선진국들의 시장개방 확대 요구, 지적 재산권 보호 확대 추세는 우리에게도 또 하나의 극복해야 할 장애요인이 아닐 수 없다. 이에 우리의 원전기술의 현 주소와 외적인 장애요인에 능동적으로 대처하고, 극복하기 위해서는 국내 원전산업의 국제 경쟁력 확보가 절실했다.

이를 위해 원전기술고도화 추진전략 수립을 위한 연구(1996. 4~10)결과를 토대로 전력그룹사 의견을 반영, 원전기술고도화기본계획(안)을 수립(1997. 9) 하였으나, 국내 경제여건 변화 및 공공기업 구조조정 과정에 맞추어 기본계획을 수정·보완하여 정부계획으로 원전기술 고도화계획을 확정(1999. 3) 추진하게 되었다.

제2절 추진근거 및 목표

1. 추진 근거

- 원자력법 제8조의 2에 따라 수립되어 제247차 원자력위원회 (1997. 6)에서 의결된 「원자력진흥종합계획」 중 「원자력산업 육성 및 진흥」 부문계획
- 전기사업법 제84조에 따라 수립되어 제249차 원자력위원회 (1998. 9)에서 의결된 「방사성폐기물 관리대책」 중 관리기술 추진방안

2. 추진 목표

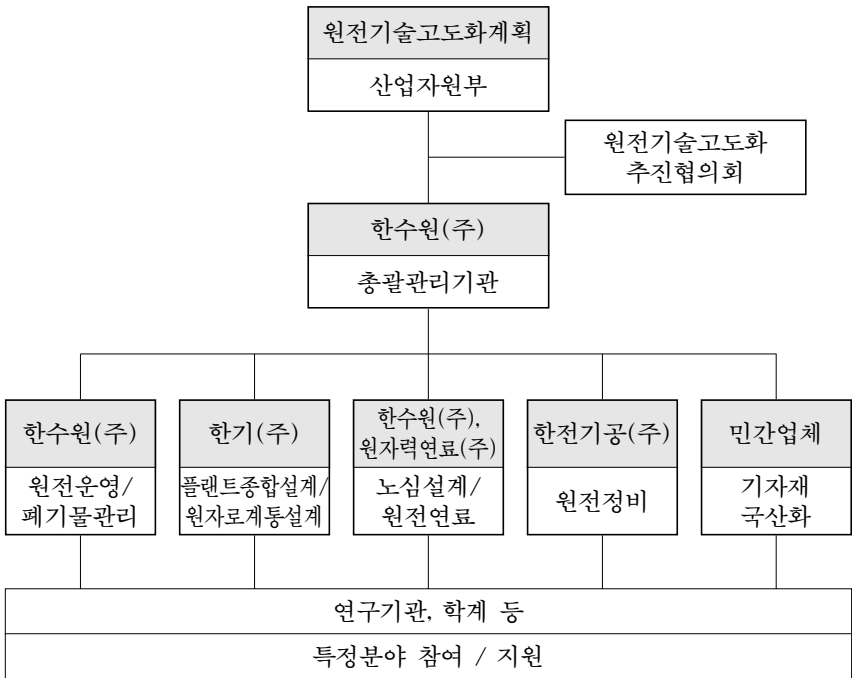
2006년까지 원전 건설 및 운영분야의 핵심기술 개발을 통하여 국제경쟁력이 있는 독자기술 능력을 확보하는 것을 목표로 단계별 세부목표를 설정하였다.

1999~2002년까지를 1단계 핵심기술의 개발단계로서 취약(부족) 기술을 확보, 보완하고 보유기술의 개선, 개량 등 전략적 가치가 있는 기술을 중점적으로 개발할 예정이고, 또한 2003~2006년까지를 2단계 핵심기술의 고유화단계로 개발된 기술의 최적화 및 우리 기술화시킴으로써 실용기술의 해외수출에 따른 제약요소를 제거하는데 역량을 집중시켜 기술고도화를 달성 할 예정이다.

또한 27개 고도화 대상기술별 세부 추진목표를 설정하여 기술 개발을 추진함으로써 원전기술고도화 기본목표 달성에 만전을 기하고자 한다.

제3절 추진 체계 및 절차

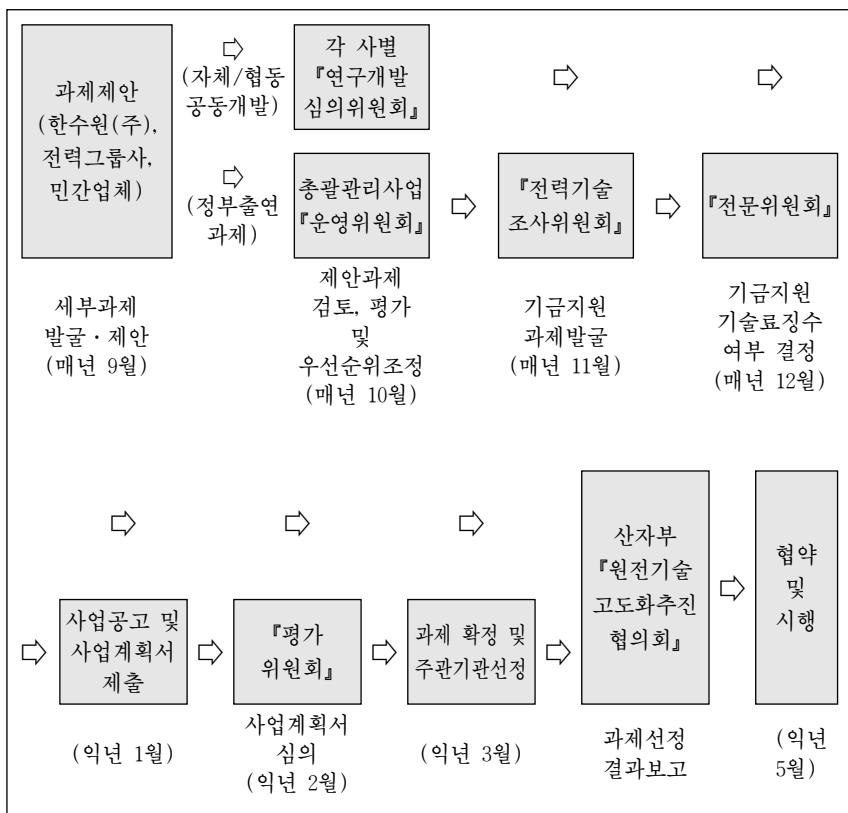
1. 추진 체계



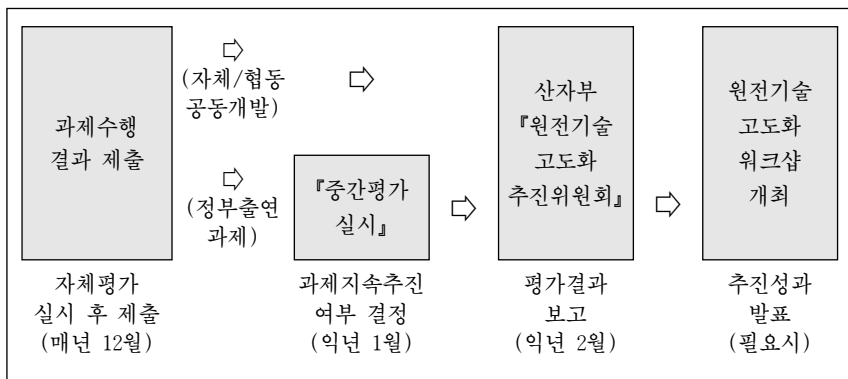
〈그림 5-1〉 기술개발 추진 체계

2. 추진 절차

기술개발과제 선정은 기술향상 기여도 및 국산화 효과가 큰 과제를 중점선정하며 각 사별 내부 과제 심의단계를 축소하여 기술개발의 효율성을 제고하고자 하며, 원전기술고도화 기술개발 세부 추진절차는 〈그림 5-2〉와 같다.



〈그림 5-2〉 기술개발 추진 절차



〈그림 5-3〉 기술개발 평가 절차

한편 기술개발결과 평가는 해당분야 전문가를 중심으로 「평가위원회」를 구성하여 발표평가, 현장평가 등 다원적 종합평가를 실시하고, 성취도를 각 사에 공식 통보하여 차기년도 과제제안·평가지 반영하도록 하며 필요시 기술개발 성과의 확산을 위해 「원전기술고도화 워크숍」을 개최할 예정이다.

원전기술고도화 기술개발 평가절차는 <그림 5-3>와 같다.

제4절 투자규모 및 추진대상 분야

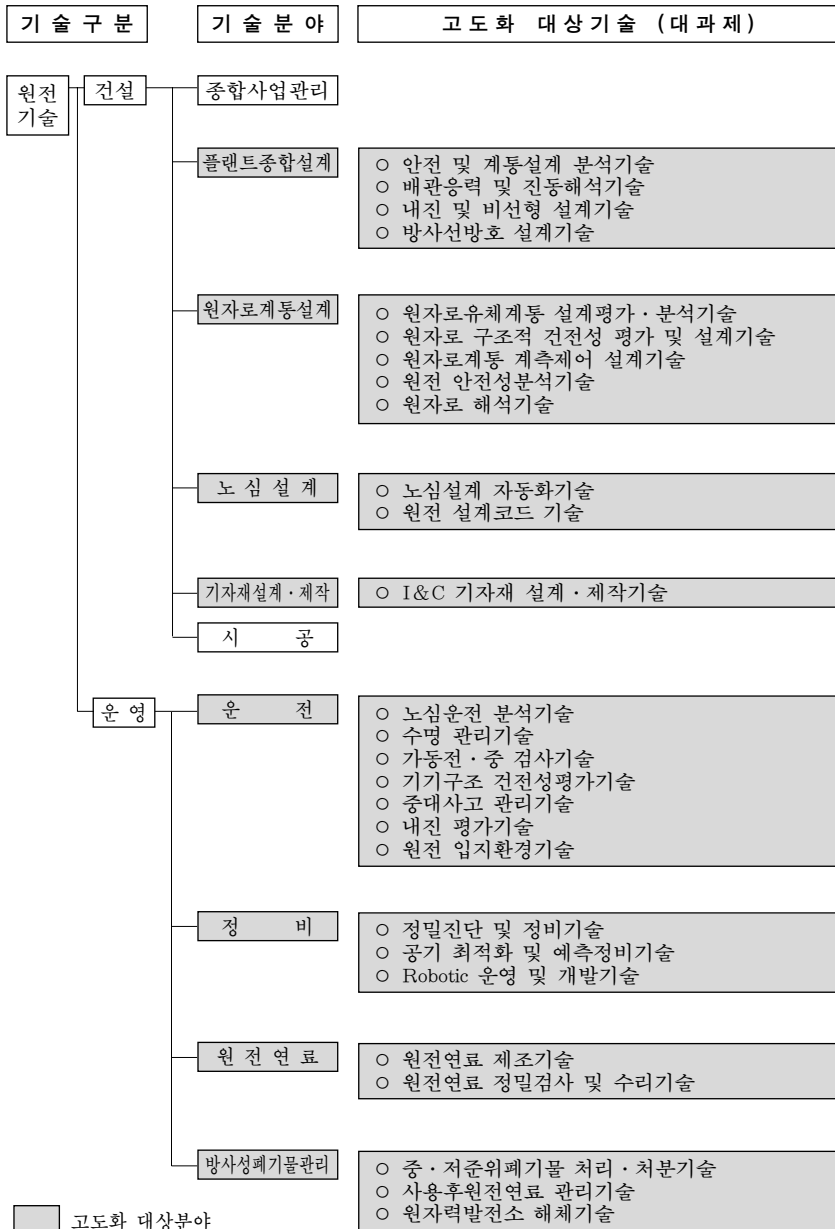
1. 투자 규모

국내 원자력사업을 담당하고 있는 정부 및 관련사가 공동으로 부담한다는 원칙 하에, 연구개발 위험성이 높은 기반기술이나 공익기술분야 또는 전기요금 인하나 안전에 기여할 수 있는 기술분야의 기술개발은 정부가, 자체 기술능력 향상을 위한 기술개발은 분야별 주관기관이 자체적으로 부담하여 개발하는 등 8년에 걸쳐 약 5천억 원을 투자할 예정이다.

2. 추진대상 분야

추진대상 분야는 원전건설 및 운영 2개 부문, 8개 분야의 핵심 기술을 중점적으로 개발할 예정이다.

원전건설 부문은 플랜트종합설계, 원자로계통설계, 노심 설계, 기자재 설계·제작분야의 12개 대 과제를 중심으로 개발하며, 원전 운영부문은 운전, 정비, 원전연료, 방사성폐기물 관리분야의 15개 대 과제를 중심으로 핵심기술을 개발할 예정이다. 기술고도화 대상 기술은 <그림 5-4>과 같고 과제별 개발내용은 <표 5-3>과 같다.



〈그림 5-4〉 기술고도화 대상 기술

〈표 5-3〉

과제별 개발내용

번호	과제명	개발내용	주관기관
1	안전 및 계통설계 분석기술 고도화	원전 주요계통의 열수력학적 거동해석, 성능 분석, 위험도 기준의 설계요건 등 설계 최적화기술 개발	한기 (A/E)
2	배관 응력 및 진동 해석기술 고도화	유체유동에 따른 배관진동의 특성 규명과 열성충 현상에 따른 배관계 건전성 평가·개선 기술 개발	한기 (A/E)
3	내진 및 비선형 설계기술 고도화	실증시험을 통한 내진해석이론 검증 및 충격 사고에 대한 안전관련 구조물의 동적 비선형 거동 해석기술 개발	한기 (A/E)
4	방사선방호 설계기술 고도화	최신 방사선방호 요건 및 대기확산 평가기술 개발과 방사선방호 설계기술 최적화	한기 (A/E)
5	원자로 유체계통 설계 평가·분석 기술 고도화	원자로 유체계통의 성능 해석·분석 및 전산 코드 개발과 열유동해석 및 진동 해석기술 개발	한기 (NSSS)
6	원자로 구조적 건전성 평가 및 설계개선기술 고도화	주요 부품의 설계개량으로 구조설계 최적화 및 경제성 제고, 구조해석용 고유 전산코드 개발 등 최적 구조설계기술 확립	한기 (NSSS)
7	원자로계통 계측제어 설계기술 고도화	신기술을 적용한 원자로 계측제어 기술개발로 운전, 유지 및 보수성 제고로 계측제어 설계 기술 최적화	한기 (NSSS)
8	원전 안전성분석 기술 고도화	발전소 거동 예측시스템, 비상운전지침서, PSA기법 개발 및 적용 등 계통 안전성 확보, 설계 및 안전성 분석기술	한기 (NSSS)
9	원자로 해석기술 고도화	발전소 설계 및 건설의 경제성 향상, 방사선 피폭최소화를 위한 방사선 해석기술의 최적화	한기 (NSSS)
10	노심설계 자동화 기술 고도화	설계자동화 연계프로그램 및 설계결과물 관리 자동화 프로그램 개발을 통한 생산성 향상 및 생산기술 최적화	원자력 연료
11	원전 설계코드 국산화	미 정부 제한코드 및 핵심 노심설계코드 국산화로 국제경쟁력 있는 고유 안전해석 및 원전 설계기술 확보	한수원
12	원전계측제어설비 국산화	계측제어 분야의 종합설계 및 검증능력 확보와 신기술 개발 및 적용으로 계측 제어기술의 개선, 개량 및 최적화	한수원

번호	과 제 명	개 발 내 용	주관 기관
13	노심 운전 분석 기술 고도화	원전 운영의 안전성 및 경제성 제고를 위한 노심운전 분석기술 확보	한수원
14	수명관리기술 고유화	장기 사용 원전의 노화 평가 및 저감, 연장 운전기술 확보, 경제성 평가기술의 고유화	한수원
15	가동전·중 검사기술 고도화	원전 이용률 및 안전성 검증·향상을 위한 가동전·중 검사 핵심기술 확보	한수원
16	기기구조 건전성평가 기술 고도화	원전 구조물의 구조건전성 평가 및 유지·관리기술 자립 및 기기 건전성 평가기술	한수원
17	중대사고 관리기술 고유화	중대사고관리 프로그램 및 중대사고 예방·완화 기술의 확보 및 고유화	한수원
18	내진평가기술 고도화	지진 동특성 평가 및 내진 설계기술의 고도화	한수원
19	원전입지 환경기술 고유화	부지 안전성 평가기술 및 환경 친화적 수리 구조물 분석기술 고유화	한수원
20	정밀진단 및 정비기술 고도화	정밀진단 및 정비를 위한 첨단 진단장비 개발로 정비기술	한전 기공
21	공기 최적화 및 예측 정비기술 고도화	운전 환경을 고려한 공기 최적화기술 개발 및 각종 예측정비 프로그램의 연계 활용을 통한 예측정비기술	한전 기공
22	Robotic 운영 및 개발 기술 국산화	고방사선 구역, 고소, 협소 등 보수성 결여 설비의 정비를 위한 원격 검사·정비용 로봇시스템 운영 및 설계기술 개발	한전 기공
23	원전연료 제조기술 고도화	원전연료 제조기술의 국제경쟁력 확보를 위한 원전연료 제조기술의 표준화 및 최적화	원자력 연료
24	원전연료 정밀검사 및 수리기술 국산화	원전 운전성 향상 및 원전연료 이용률 제고를 위한 원전연료 정밀진단 및 수리기술 확보 및 고유화	원자력 연료
25	중저준위폐기물 처리 및 처분기술 개발	중·저준위폐기물 감량, 제염·재활용 및 처분 기술 개발	한수원
26	사용후원전연료 관리 기술 개발	사용후원전연료의 안전한 수송 및 저장기술 개발	한수원
27	원전 해체·복구기술 개발	원전의 수명 종료에 대비한 제염·해체 기술 및 부지복구기술 개발	한수원

제5절 추진실적 및 향후계획

1. 추진 실적

원전기술 고도화사업은 2002년도에 방사선원항 분석 기술개발 등 총 73개 과제의 개발을 추진하여 24개과제에 대한 개발을 완료하였으며, 분야별 주요 추진성과와 추진과제는 <표 5-5>, <표 5-6>와 같다.

<표 5-4> 주요 추진 성과

기술분야	주요 개발 기술
플랜트 종합설계	· 대체 방사선원항 적용을 위한 전산프로그램 개발 및 적용 운영기술
원자로 계통설계	· 원자로제어봉 유지전원모듈 및 코일전류 감시시스템 제작 및 운영기술
기자재 설계제작	· 원자력발전소 제어시스템 국산화 및 운영기술 · 원전 제어 및 감시계통에 적용 가능한 디지털 제어시스템 제작 및 운영기술
원전운전	· 가압경수형원전에 적용 가능한 동적 제어봉 제어능 측정기술 · 원자로 냉각재 온도 감소운전(ORT) 기술 · 신뢰도기반정비기법(Reliability Centered Maintenance)을 활용한 예방 정비기술 · 가동전·중 점검관리기술 · 로봇을 이용한 원자로압력용기 예방점검 및 정비기술 · 원전 구조물사용 시멘트의 내구성 강화기술 · PSA II 분석기술(전출력시 내·외부사건에 기인한 노심손상빈도 및 저출력시 내부사건에 기인한 노심손상빈도) · 발전소 과도상태 및 사고발생시의 비상운전절차 · 온배수 확산영역 3차원 연속감시기술
원전정비	· 증기발생기 잔존이물질에 의한 손상된 전열관 평가기술
원전연료	· 경수로 원전연료 재변환 공정 개선기술 · 소결로 열선 수명연장기술 · 한국표준형 원전의 가연성흡수봉(Gd) 제조기술 · 한국 표준형 원전연료 골격체 제조기술 · 가압경수로 원전의 결함연료 수리장비 및 수리기술
방사성 폐기물관리	· 중·저준위 방사성폐기물 유리화기술

〈표 5-5〉

주요 추진 연구개발과제

기술분야(건수)	주요과제명
플랜트 종합설계(1)	· 방사선원향 분석 기술개발
원자로 계통설계(1)	· 제어봉구동장치제어계통 유지보수지원장비개발
노심설계(2)	· 발전소제어계통(PCS) 국산화개발 · 원전 자동제어설비의 디지털화 개발(Ⅲ)
기재제 설계제작(12)	· 가압경수형 원전의 동적 제어봉 제어능 측정방법개발 · 영광3.4호기 냉각재 온도감소운전 적용 연구 · 고리1호기 봉산저장탱크 농도조정 및 원자로계통 온도 응답시간 완화 · 영광1발전소 예방정비 최적화 분석 및 예측정비기반 구축 · 원전 가동전/중 점검관리시스템 개발 · 원자로압력용기 육안검사 및 이물질제거용 수중로봇 시스템개발 · 원전 구조물 사용 시멘트의 내구성 평가 연구 · 울진5.6호기 확률론적 안전성평가(Ⅱ) · 고리1호기 확률론적 안전성평가 · 울진1.2호기 사고대응지침서개발 · 울진1.2호기 개선 운영기술지침서 개발 · 온배수 확산영역 3차원 연속감시시스템 개발
원전정비(1)	· 증기발생기 잔존 이물질 안전성평가 기술개발
원전연료(6)	· 경수로 건식 재변환 공정 생산량 증대 운전기술개발 · 소결로 열선 수명연장 · 가연성 흡수봉 국산화 · 한국표준형 원전연료 골격체 국산화 · 초음파 탐상시험기 성능개선 · 가압경수로 원전연료 수리기술개발
방사성 폐기물관리(1)	· 중·저 준위 방사성폐기물 유리화기술개발(Ⅱ)

2. 향후 계획

기술개발중인 과제에 대한 철저한 사업관리로 목표달성에 만전을 기할 것이며, 신규 과제에 대한 적기 추진을 도모할 것이다. 2003년도 주요 신규과제는 〈표 5-6〉과 같다.

〈표 5-6〉

2003년 주요 신규과제 현황

기술분야	주요과제명
플랜트종합설계	· 원자력발전소 구조물 모듈화공법 개발 · 부분매입형 합성구조의 성능평가 및 설계방안 연구 · 원전부지 대기확산 평가기술개발
기자재설계제작	· 자기출력형 중성자 검출기 및 감도측정기술개발
원전운전	· 원전 가동중시험(IST) 표준화기술개발 · 원전 환경영향 피로시험 및 피로손상 관리기술개발 · 경수로 미입제도 감시기술개발
원전정비	· 원전 주변압기 기계적 진전성 평가기술개발 · 원전 계통 및 기기 정비효과 감시기술개발 · 가압경수로 원전의 연차정비기간 단축을 위한 연구 · 열교환기 전열관 정비기술개발 · 증기발생기 상부다발 세정기술개발
방사성폐기물관리	· 원전 폐수지 처리기술(C-14제거)개발

아울러, 2004년도 연구개발 대상과제를 수시로 발굴하는 한편, 전력산업구조개편, 공기업 민영화 추진 등 전력산업 경영환경 및 기술개발환경 변화를 적극 수용하고, 새로운 기술개발 체제를 구축하여 원전기술고도화사업을 전략적이고, 내실있게 추진하기 위하여 추진방향을 재정립할 예정이다.