

원자력진흥종합계획의 연구·개발 방향

장 순 홍

(한국과학기술원 원자력공학과)

I. 서 언

1978년 고리 원자력발전소 1호기가 최초로 상업운전을 시작한지 20여년이 지난 현재 11기의 우리 나라는 원자력발전소를 운영하는 세계 10위권의 원자력 이용 국가로 성장하였다. 이러한 성장과정에서 우리 나라가 추진해 온 그간의 원자력 정책 기조는 1970~80년대의 경제 여건과 개발도상국의 제반 상황을 고려하여 정착된 것이므로, 대내적으로는 원자력발전소 설계·제작·건설 기술의 자립이 달성되었고 대외적으로는 국가간 무한기술경쟁시대가 도래된 현시점에서 기존 원자력 정책방향을 수정·보완할 필요성이 강하게 대두되고 있다.

그러한 취지에서, 작년 1월에 개정·공포된 원자력법에서는 정부가 매 5년마다 「원자력진흥종합계획」을 수립토록 규정함으로써 앞으로 국내의 여건 변동의 추이를 반영하여 원자력정책을 체계적으로 수립·시행할 수 있는 법적 근거를 갖추게 되었을 뿐만아니라 단순히 선언적 정책에 머물지 않고 실질적인 집행력도 갖게 되었다. 법의 규정을 잠시 살펴보면, 원자력진흥종합계획은 원자력 이용과 안전관리에 관한 현황과 전망을 토대로 정책목표와 기본방향을 제시하고 이를 효율적으로 달성하기 위한 부문별 과제 및 추진계획, 그리고 소요재원의 투자계획 및 조달방법 등을 포함하도록 되어 있다. 또한 이 계획이 확정된 이후 정부 소관부처별로 「부문별 시행계획」과 「연도별 세부사업 추진계획」을 수립·시행토록 규정하고 있다.

이와 관련하여 작년 10월 개정 원자력법이 발효됨에 따라 11월부터 과학기술처는 한국원자력학회에 용역을 주어 정부 관련부처 및 산·학·연 전문가들의 광범위한 참여하에 원자력진흥종합계획 초안을 작성토록 하였고 한국원자력학회는 관련 관·산·학·연 전문가 70여명으로 팀을 구성하여 11개 전문분과를 가동, 각 분과별로 종합계획 초안 작성을 위한 연구를 시작하였다. 국내 각계 원자력관련 권위자들로 구성된 자문위원단의 검토 등을 거쳐 현재 네차례에 걸쳐 개정된 초안을 보완중이며, 앞으로 최종적인 마무리 조정작업에 박차를 가하여 금년 상반기중으로 초안의 검토·보완을 완료할 예정이다.

현재 작업이 진행되고 있는 「원자력진흥종합계획 초안」은 크게 4개의 章으로 구성되어 있다. 첫째 장에서는 원자력 산업과 직·간접적으로 연관된 국내외의 여건을 분석하고 전망하였으며, 이러한 분석을 토대로 둘째 장에서 원자력 정책의 「기본 목표」 및 「기본 방향」을 설정·제시하였다. 셋째 장은 기본 목표 달성을 지향하며 기본 방향에 부합되도록 수립되는 「부문별 진흥계획」을 기술하고 있으며, ① 원자력 산업의 육성 및 진흥,

② 원자력 안전, ③ 원자력 연구·개발 그리고 ④ 원자력 국제협력 및 통제의 4대부문에
로 구분하여 수립되었다. 넷째 장은 부문별 진흥계획 시행에 요구되는 재원 및 인력의
확보 및 운용계획을 다루고 있다.

다음은 현재까지 논의가 진행된 원자력진흥종합계획 초안의 「부문별 진흥계획」 중
에서 「원자력 연구·개발」 부문에 포함된 내용을 대략적으로 간추린 것이다. 단, 이 내용은
현재 한국원자력학회 차원에서 논의되고 있는 초안이며, 따라서 국가정책 또는 최종적인
원자력진흥종합계획과는 차이가 있을 수 있다는 점을 미리 밝혀두는 바이다.

II. 원자력 연구·개발 방향

1. 현황 및 전망

우리 나라의 원자력 연구·개발은 1970년대까지 초보 단계에 머물렀으나, 1980년대
이후 본격적으로 원자력발전소 설계·건설 기술 자립을 꾸준히 추진하여 현재 한국 표준
형 원전을 독자적으로 설계할 수 있는 수준에 도달하였다. 이러한 원전 설계·건설 기술
자립은 주로 외국으로부터의 원전 도입과 연계하여 추진되었으며, 따라서 핵심 기술의
자체 개발이나 기반 기술 연구 등 순수한 의미의 연구 개발은 규모나 내용 측면에서 상
대적으로 위축되어온 것이 사실이다. 그러나 지난 1992년 6월 원자력 기술의 G7 수준
진입을 목표로 한 「국가 원자력 연구개발 중·장기 계획」(이하 「중·장기 계획」이라 함)이
원자력위원회에서 확정되면서 본격적인 원자력 연구개발 추진의 기틀이 마련되어 현재 4
년째 수행되고 있다.

「중·장기 계획」에서는 정부 주도 과제와 산업체 주도 과제로 구분하여 연구개발이
추진되고 있다. 정부 주도 과제로는 “원자력 안전성 향상 연구” 등 21개 과제가 원자력
연구소, 원자력환경관리센터, 원자력병원, 원자력안전기술원 등 4개 기관을 중심으로 수
행되고 있으며, 현재까지 ('92~'95) 총 1,700억원이 투입되었다. 그 결과로 개발된 원전
종합 안전성 평가 코드(KIRAP)의 미국 EPRI 수출, 증기발생기 인코넬 전열관 시제품
제조, 분산형 연구로용 핵연료 관련 국제특허 등록(미국, 독일, 캐나다 등), 고분해능 파
장가변 레이저 제작, 국내 최초의 정전가속기형 자유전자 레이저 발진 성공 등의 성과를
이룩하였다. 또한 산업체 주도 과제는 한전이 총 1,335.4억원을 투입하여 “차세대원자로
기술개발” 등 14개 과제를 수행하여 왔으며, 차세대원자로 개발 노형의 확정 및 개념 설
계, 원전 전문가 시스템의 적용 방안 확립, 계측 훈련설비의 제작·시험, 원전 신연료 시
험설계 등의 연구 성과를 달성하였다.

'92년 이후 국내 원자력 정책이나 국내·외 환경이 크게 변화하지는 않았으므로, 「중
·장기 계획」에 따라 기수행 중인 과제들은 적어도 2001년까지는 당초 계획에 준하여 수
행되는 것이 타당한 것으로 평가된다. 그러나 연구 개발 환경의 지속적인 변화와 본 중
합계획의 수립 과정에서 새롭게 도출된 연구 개발 과제들을 감안할 때, 연구 과제 및 세

부 연구 내용의 일부 수정·보완이 필요할 것으로 전망된다. 특히 자립된 원전 설계·건설 기술을 수출산업화 하는 측면과 WTO체제 출범 등 무역환경 변화에 따라 기술 장벽이 심화될 것이므로 핵심 기술의 자체 확보 필요성 등을 고려할 때 원자력 연구 개발이 더욱 강화되어야 하며, 재원의 효율적 배분, 기관간의 합리적인 역할 분담 및 공조체제의 필요성 등이 더욱 강조되고 있다.

한편 매년 과제 평가와 선정을 반복하는 현행 『중·장기 계획』의 연구 관리 체계는 정부 예산 관리상 불가피한 점도 있지만, 기술 주기가 길고 대규모 투자가 필요한 원자력 연구 개발에는 부적합한 측면이 있다. 따라서 목표 관리 시스템을 개발하여 운영하는 등 원자력 연구 개발의 특성에 맞도록 관리 및 평가 방법을 개선할 필요성이 대두되고 있다.

2. 원자력 연구·개발 추진 기본 방향

추진 목표

핵심기술과 주변기술 자립을 통한 기술자주화와 자립기술의 고도화를 통한 기술선진화를 달성하기 위한 확고한 기술적 기반을 구축하여 21세기초에 세계 5위권의 원자력 선진국으로 진입한다.

[기본 체계] 원자력 연구·개발은 기수행 중인 『중·장기 계획』을 근간으로 하여 추진하되, '94년 제234차 원자력위원회에서 의결한 『2030년을 향한 원자력장기정책방향』에 맞추어 보다 유기적이고 체계적이며 실현 가능성이 있는 계획으로 발전시킨다. 이 연구 개발 계획에 대해서는 향후 연구 개발의 진척도와 주변 환경의 변화에 따라 주기적으로 연동화 작업을 수행한다.

[추진 주체] 원자력 연구·개발은 국가 주도 과제와 산업체 주도 과제로 구분하여 추진하며, 과제 구분에서는 『중·장기 계획』에서의 구분 방법을 근간으로 한다. 원자로, 핵연료 주기와 원자로 안전 등에 관련된 핵심 기초 기반 기술 중의 일부는 중복이 불가피하며, 이 경우 산업체 주도 과제에서는 산업화 및 적용 기술 개발을 목표로 하고, 국가 주도 과제에서는 미래형·선진형 기술 개발을 목표로 하되, 상호 공조 체제를 구축한다. 그리고 산업체 주도 과제라 할지라도 한정된 국내 연구 개발 자원을 최대한 활용하는 측면에서 출연 연구기관 및 대학 등과의 공동 연구를 적극적으로 추진한다.

[연구관리 및 평가] 국가 주도 과제의 보다 효율적인 수행을 위하여 연구 관리, 평가 및 추진 방법을 종합적으로 재평가하여 개선한다. 여기서 중점적으로 고려될 사항으로는 1) 대형 복합 과제에 대한 실질적인 산·학·연 공동 연구를 위해 기존의 위탁/수탁 방식의 소극적 협동 연구로부터 적극적 공동 연구 방식으로 전환, 2) 현재 매년 시행되는 연구개발사업 선정 및 결과 평가 관리에서 단계별 관리 개념으로 전환, 3) 연구자원의 효율적, 효과적인 배분과 적절한 연구·개발 수행체계의 구축 등을 종합적인 측면에서 이룰 수 있도록 과학적이고 합리적인 연구·개발 관리 시스템 구축, 4) 과학기술 정보의 수집, 처리 및 신속한 제공을 위한 연구정보의 네트워크를 정비·확충 및 연구·개발의 결과의 수요자에 대한 전달 방안 마련, 5) 민간기업의 협력 및 참여와 연구 성과의 산업계 전수를 통한 연구 결과의 실용화 방안 등이다.



[원자로 분야] 원자로 개발은 이미 확보된 원전 설계 및 건설 기술을 최대한 활용하면서 기술을 가일층 고도화하고 응용 분야를 확대하는 방향으로 추진한다. 그리고 현재까지의 발전용 원자로 위주의 연구 개발을 앞으로는 신뢰성, 안전성, 경제성 등이 더욱 향상된 발전용 원자로 개발과 더불어 다양한 용도로 활용 가능한 비발전용 원자로도 병행하여 개발하되, 노형의 지나친 다양화는 지양한다.

[핵연료주기 분야] 핵연료 개발은 원자로 개발시기와 연동하여 수행한다. 주종 노형인 경수로의 핵연료 개발은 원칙적으로 산업체 주도로 수행하되, 연구 개발 주기가 긴 미래형 핵연료는 국가 주도로 추진한다. 국가 주도 과제에서는 또한 경·중수로 연계핵연료 개발을 노형 전략과 연계하여 추진하며, 연구로용 핵연료의 국산화 개발 및 개량화를 추진한다.

[방사성폐기물 분야] 방사성폐기물 관련 연구는 처분량 감축 및 환경 방출 저감에 의하여 안전성을 제고하는 방향으로 추진하며, 향후 예상되는 원자력 시설의 폐지에 대비한 해체 기술 개발 및 실증 연구도 수행한다. 여기서 중저준위 폐기물 처리 처분과 관련된 기술 개발은 산업체 주도로 수행하고, 고준위 폐기물 및 사용후 핵연료 관련 연구는 국가 주도로 수행한다.

[방사선 및 방사성동위원소 분야] 선진국에 비해 크게 낙후되어 있는 방사선 및 방사성동위원소 생산·이용 기술의 혁신을 위해 산·학·연 공동 연구 개발 과제를 도출하여 국가 주도로 추진한다. 이와 함께 국가 및 사회의 수요 동향을 고려한 농·공·의학 분야의 방사선 및 동위원소 이용의 고도화와 방사선을 이용한 생명과학 연구를 수행한다.

[원자력 안전 분야] 원자력의 이용·개발에는 안전 확보가 대전제이므로 원자력 발전 시설의 설계, 건설 및 운영, 핵연료주기 시설의 설계, 건설 및 운영, 방사성 물질의 수송 및

처리·처분 등과 관련한 안전성 현안에 대한 연구를 국가 주도 및 산업체 주도로 추진한다. 국가 주도 과제에서는 주요 현상(중대사고 등)에 관한 연구, 해석 방법론 개발, 규제 연구 등을 주로 수행하고, 산업체 주도 과제에서는 원전 설계 및 운영에서의 응용 연구를 주로 수행하며, 일부 분야는 공동 연구를 추진한다.

[원자력 기초·기반기술 분야] 점차 다양화, 고도화되는 원자력기술의 인프라 확충을 위하여 원자력용 재료기술, 원자력용 인공지능, 원자력용 레이저, 핵변환 기술 분야 등 원자력의 여러 분야에서 응용 가능한 창조적, 혁신적인 기반 기술 분야와 기초 연구분야를 지속적으로 도출하여 국가 주도로 수행한다. 이를 내실있게 수행하기 위해 동시다발적인 추진보다는 기술 소요 시기의 완급과 목표 달성 여부를 판단하면서 시간적 차별화 전략으로 추진한다.

[원전 건설 및 운영 분야] 원전 건설 기술은 상용 원자로의 설계 및 기기 제작 기술과 개선된 시공 기술 등을 포함하며, 원전 운영 기술에서는 특히 원전의 노후화 문제에 대처하여 안전성과 경제성을 확보하기 위한 기술 개발을 우선적으로 추진한다.

3. 주요 과제 및 추진 계획

원자로 분야

세계 정상급 수준의 원자력발전소 설계·제작·건설 및 운영기술을 확보하고, 技術性·經濟性·安全性 측면에서 국제경쟁력을 갖춰 수출시장을 주도한다.

중점 추진 과제

(1) 발전용 원자로는 경수로를 주종노형으로 현행 한국형표준원전(1,000MWe)의 개량을 추진하고 수출주도 노형으로 발전시킨다. 또한 현재 기술개발이 수행되고 있는 차세대 원자로(1,300MWe)는 2007년 이후의 경수로 주종노형으로 추진하되, 액체금속로 상용화 시기까지 지속적으로 기술을 고도화하여 국내 원전수요의 충족은 물론 장기적인 수출전력산업으로 육성한다.

(2) 가압중수로는 가압경수로에 비해 상대적으로 국내의 기술자립도가 미진하고 경제성, 부지활용도 등의 제고를 위해 설비용량의 중대가 요구되므로, 중수로 기반기술을 체계화하고 중단기적으로 900MWe급 중수로 개량기술을 확보한다.

(3) 액체금속로는 상용로 자체개발을 위한 궁극적인 기술 확보 전략 차원에서 경제성, 안전성 및 핵비확산성을 고려하여 현재 2011년까지 건설계획중에 있는 원형로의 건설을 위하여 2001년까지 원형로 기본설계를 완료하며, 지속적으로 핵심기술 및 상용로 설계기술 개발을 추진한다.

(4) 100MWe 규모의 다목적 중소형 원자로는 중간진입 전략 차원에서 기자립 상용원전 기술 및 하나로 설계·건설 경험을 활용하여 개발 소요시간을 최대한 단축하고, 국제원자력기구에서 추진중인 해수담수화 실증로 건설 프로그램에 주도적으로 참여하는 등 국제 협력을 통하여 1997년까지 개념설계 및 요소기술 개발, 2000년까지 기본설계 및 기술개발을 완료하고 2005년까지 상세설계 및 건설 완료를 목표로 추진한다.

(5) 개방화 시대에 대비한 국제 경쟁력 확보 측면에서 한국표준형 경수로 설계에 필요한 모든 정보를 CALS 체제의 3차원 그래픽 규격에 맞게 데이터베이스화하는 등 원전설계 전 분야에 적용되는 설계 전산화 시스템을 개발·활용한다.

핵연료주기 분야

세계 일류의 핵연료 설계·제조 기술을 확보하고, 비핵확산성 후행핵연료주기 기술의 자립기반을 구축한다.

중점 추진 과제

(1) 기존 경수로의 연료를 평균방출연소도 50,000MWD/MTU 이상의 고성능 연료로 개량하여 상용화할 수 있도록 개발한다. 중수로핵연료도 출력상승에 대비하고 운전여유도를 증대하여 경제성 및 안전성을 높이는 방향으로 연구를 계속한다.

(2) 핵연료주기의 고도화와 사용후핵연료의 효과적인 이용을 위해서 현재 수행중인 경수로용 미래형핵연료의 실증기술개발을 지속적으로 추진한다.

(3) 천연우라늄을 사용하여 연소도 및 경제성을 대폭 향상한 중수로용 개량핵연료의 최종설계 및 실증시험을 1998년까지 완료하며, 사용후핵연료 누적량 저감과 안전성 및 경제성 제고차원에서 저농축우라늄을 사용한 중수로용 개량핵연료의 개발을 추진한다.

(4) 다목적 중소형 원자로용 핵연료는 현재 건설완료 목표인 2005년에 핵연료를 적기에 공급할 수 있도록 개발을 추진한다. 현재 수입에 의존하는 연구로용 핵연료는 1999년까지 국산화 기술개발을 완료하여 「하나로」에 공급할 수 있도록 하며, 이를 토대로 2005년

경까지 연구로용 개량핵연료 개발을 추진한다.

(5) 핵비확산성 사용후핵연료 재활용 기반기술과 경제성 및 기술성 입증을 위해 수행중인 실험실 규모의 경·중수로 연계핵연료주기(DUPIC) 기술개발을 2000년까지 완료하며, 그 연구결과를 토대로 실증규모 기술개발 추진 여부 등 2000년대 연구개발 방향을 정립한다.

방사성폐기물 분야

방사성폐기물의 안전한 저장·처분기술을 확보하여 방사성폐기물을 생태계 및 환경으로부터 안전하게 관리하고, 방사성폐기물로 인한 후세의 부담을 최소화한다.

중점 추진 과제

- (1) 중·저준위방사성폐기물관리 분야는 방사성폐기물 발생량 최소화 및 처분·저장시 안전성 향상 기술을 중점적으로 개발한다. 방사성폐기물을 최소화하기 위해서 경제적이며 안전한 감용기술인 “방사성폐기물 유리화 기술” 등을 개발한다.
- (2) 사용후핵연료관리 분야는 수송·저장시 안전성 및 경제성을 향상시킬 수 있는 기술의 개발을 추진하며, 사용후핵연료 안전관리, 이용 및 핵연료주기폐기물관리(고준위방사성폐기물 처분 포함)에 대비한 기반기술 개발을 추진한다.
- (3) 2000년대에 예상되는 운전 종료 원전의 폐로조치에 대비하고 향후 원전 부지 재활용을 위해 현재 운전정지된 TRIGA Mark 연구용원자로 등을 이용하여 2000년대초 원자력 시설의 제염·해체기술에 관한 실증기술을 개발한다.

원자력 안전 분야

국민으로부터 신뢰받을 수 있는 원자력 안전 및 규제 기술을 확보하고, 현재의 안전성 확보 체계를 발전시켜 세계 최고수준의 안전성을 확보한다.

중점 추진 과제

- (1) 기존 원자력 시설에 대한 원자력 법령·규칙·고시의 개선 및 보완, 신형원자로에 대한 세부 기술요건 및 지침개발, 인허가 갱신, 통합 인허가 등 규제제도 개선 연구와 위험도

기준 및 성능 기준 규제 등의 규제최적화 연구를 수행한다.

(2) 차세대원자로 등 새로운 안전개념이 도입되는 원전의 안전성을 검증하고 규제지원을 할 수 있는 대형실증시험을 수행한다. 고연소도 핵연료 설계 및 제도에 필요한 연료봉 집합체의 화학적, 기계적 거동을 확인하기 위한 각종 실험을 수행할 수 있는 실증시설을 건설하여 피복관 및 연료집합체 부품들의 부식, 응력, 피로, 진동 등 기계적 건전성 시험을 실시하며 장기적으로 임계열유속 측정시험 기술을 개발한다.

(3) 원전설계 기준에 따른 안전성 검증과 발전소 수명진행에 따른 설비의 교체, 신설 또는 변경시 인허가 요건에 부합되는 안전성 확보를 위하여 원전 안전계통의 열수력 실험 및 측정기술 개발을 추진하고 원전의 과도기 및 Non-LOCA 분석코드, 그리고 노심손상 방지를 위한 LOCA 해석체계의 개발을 지속적으로 수행한다. 또한 사고해석에 필요한 계산코드와 입력자료의 데이터베이스화를 추진한다. 최근 중요성이 증가하고 있는 저출력/정지시의 사고해석 분야에도 적극적인 연구를 수행한다.

(4) 원자력시설이 가지는 안전여유에 관한 이해를 높이고, 원자력시설이 잠재적으로 지닌 위험도를 정량적으로 평가하기 위하여 중대사고시 원자로 거동 및 영향평가에 관한 실험 및 분석코드 개발에 관한 연구를 적극적으로 수행한다. 또한 확률론적 안전성 평가(PSA) 연구를 지속적으로 추진하여 원전의 종합안전성을 평가하고, PSA 결과의 활용을 통한 원전의 안전성 및 이용을 향상연구와 발전소의 중대사고 대처능력 구비를 위한 중대사고관리계획 수립연구를 수행한다.

(5) 원자력발전소를 안전하고 경제적으로 운영하기 위해 필요한 기술로서 운전중인 발전 설비를 최적의 성능을 유지하도록 운영하기 위해서 취약설비 및 노후화 설비의 상태진단 기술, 수명예측, 해석기술 및 건전성 평가기술을 개발하고 운전중인 설비의 이상상태 예측기술과 새로운 설비로의 교체 및 설계기술을 개발한다.

(6) 원전 설비재료 손상요인 규명과 노후화되는 원전 설비재료에 안전성 평가기술을 개발하고 평가 시스템을 구축한다. 가동전 특성을 평가하고 가동 연도별 변화상태를 추적하여 2001년까지 가동안전 여유도와 노심특성 및 수질화학 관리 등 운전지침을 제시하며, 2005년까지는 원전의 수명연장 기초자료를 완성하고 평가한다.

(7) 최적의 원자로 운전지원을 위한 노심관리기술 개선에 목표를 두고 이에 필요한 노심 설계 기술의 향상을 지속적으로 도모하며, 특히 노심상태의 완벽한 파악과 예측이 가능한 온라인 노심감시계통의 개발을 중점적으로 추진한다.

(8) 원자력 시설의 운영에 기인한 방사선·방사능이 일반 대중에 미치는 영향 분석을 위하여 자연방사선·방사능의 측정 및 평가, 환경중에 방출되는 인공방사능의 측정·평가·해

석, 방사성물질의 대사거동 등 인체피폭선량 평가와 생태영향연구, 특정핵종의 내부피폭 연구 등 인체 및 환경의 방사선 환경안전연구를 수행한다.

(9) 원전종사자의 안전을 확보하기 위해 ALARA 피폭저감, 방사선감시설비, 방사선(능) 측정, 방사능 오염확산방지, 방사선방호, 피폭선량 평가기술 및 방사선이 작업자에 미치는 영향 등 방사선 관리 전반에 대한 기술을 개발한다.

방사선 및 방사성동위원소 분야

방사선 및 방사성동위원소의 생산·이용 기술을 선진국 수준으로 발전시킴으로써 원자력기술의 균형적 發展을 도모하고 국민의 삶의 질 향상에 기여토록 한다.

중점 추진 과제

(1) 방사성동위원소 생산 기술 연구를 통하여 Co-60, Ir-192 등 산업용 선원과 Mo-99 등 의료용 선원 등의 생산, 공급의 국산화율을 높인다. 이에 하나로를 적극적으로 활용하고, 기존의 동위원소 생산설비 및 연구, 분석설비를 현대화하며, 또한 고품질의 동위원소 생산기술을 개발한다.

(2) 방사성 동위원소의 이용 고도화 연구를 통하여 PET 및 SPECT용 RI 표지화합물의 개발을 추진하고 일반 제약업체들의 신약개발 등 산업화를 적극 유도하며, 방사선 치료 및 치료보조기, 비파괴검사장비, 화재감시기 등 각종 산업용·의료용 장비개발을 추진한다. 또한 감마선동위원소나 가속기를 이용한 신소재 개발 및 환경보전기술을 개발한다.

(3) 하나로를 이용한 중성자 이용연구를 추진하여, 중성자 회절/산란 실험을 통한 재료 물성연구를 지속적으로 추진하고, 중성자 비파괴검사기술 및 중성자 변환에 의한 반도체 도핑기술개발을 수행한다. 또한 냉중성자를 이용한 암치료목적의 BNCT 등 각종 첨단 연구를 추진한다.

(4) 첨단 방사선계측장비 및 측정기술의 종합적이고 기초적인 개발 연구를 통하여, 기체, 반도체 및 섬광계측기 등의 국산화를 추진하고, 방사선 센서용 신소재 개발, 고집적계측 시스템 개발, PET 및 SPECT 등 방사선 영상장치 개발을 추진한다. 이는 환경 및 핵물리연구, 핵실험 감시, 가속기 및 핵융합, 핵의학 기술의 필수적 기반기술이다. 또한 방사능 절대측정 등의 고급기술을 개발하여 국내 방사선 측정의 신뢰도를 높이고 국제상호비교연구 등을 통하여 측정의 국제경쟁력 및 소급성을 확보한다.

(5) 방사선 생명과학 연구를 종합적으로 진행하여 방사선의 생체영향 연구, 방사선을 이용한 농생물자원 개발, 식량공학 연구, Biomass 이용기술, 생체기능 재료 개발 및 방사선을 이용한 암치료 장치 및 치료기술 개발 등의 연구를 수행한다.

원자력 기초·기반기술 분야

창조적 연구·개발 활동을 강화하여 원자력이 과학기술의 일분야로서 미개척의 과학기술 영역에 도전하고 새로운 기술적 가능성을 제시하는데 선도적인 역할을 담당케 한다.

중점 추진 과제

(1) 과학기술의 원리·현상에 입각한 연구는 현재의 원자력기술 개량에 크게 공헌하므로, 타 분야와의 교류와 폭넓은 목표 설정에 따라 기초연구의 유연한 추진을 도모한다. 이의 일환으로 미래 원자력 기술개발에 필수적으로 요구되는 핵구조, 핵반응 자료 등 각종 핵자료를 생산, 평가, 처리, 이용할 수 있는 국내 핵자료 체제 기반을 구축해 나간다.

(2) 원자력용 재료부문에서는 원전 설비재료의 개량, 핵연료재료 및 고연소도 피복관 개발, 방사선량 저감화 재료 개발과 미래 원자력을 대비한 액체금속로, 핵융합로 재료를 개발한다.

(3) 레이저 기술은 원자력산업 분야에서 새롭고 다양한 이용 가능성을 갖고 있으므로 레이저기술의 고도화를 위한 고출력화, 고반복율화, 고안정화, 장수명화, 고분해능화 및 파장가변화 관련기술의 연구개발을 지속적으로 추진한다. 2005년까지 원자력산업 분야에서 현장적용이 가능한 대규모 신레이저 응용시설을 건조하여 원자력관련 소재가공기술, 페로해체 및 제염기술, 핵주기 관련기술, 원자력관련 초정밀 레이저계측기술 등을 집중개발한다.

(4) 고에너지 전자빔을 이용한 신개념의 고출력 적외선/가시선 양자빔 및 X-ray 및 γ -ray 양자빔 발생기술 및 장치를 개발한다. 이를 이용하여 핵계측, 핵구조 규명, 광핵반응, 핵종변환 연구 등과 관련된 핵물리 응용기술을 개발할 뿐만 아니라 비파괴 검사의 새로운 기법개발, 극한환경 재료개발, 핵의학 연구 등에도 활용하기 위한 종합응용시설을 건설함으로써 차세대 양자공학 기술기반을 구축해 나간다.

(5) 원자의 물리적, 화학적 특성을 규명함으로써 극미량 원소 및 핵종분석, 의료용 안정 동위원소 생산, 방사성폐기물중 유용원소의 분리·추출 등 원자력산업에서 필요로하는 대규모 광화학반응 연구시설을 갖추기 위한 원자분광기술의 기반을 구축한다.

(6) 1990년대 들어 급속하게 성장한 컴퓨터와 자동화 기술을 바탕으로 원자력 시설에의 유지·보수 자동화 및 무인 감시·점검 시스템 적용이 가능하므로 2000년까지는 다기능 점검·보수 로봇 기술 개발을 구축하고, 2003년까지 고방사선 지역에서의 점검·보수 로봇, 2007년까지 원전 비상대응 로봇 기술, 2010년까지 목표로 원자로 해체용 로봇 등 원전과 같은 극한 작업환경에서 인간을 대신할 수 있는 로봇 시스템을 개발한다.

(7) 원전 운영시 운전원의 인적오류 감소 및 작업성능 향상을 위한 인간공학 기술개발을 위하여 Operator Error Tolerance 기술을 개발하고 원전 작업모의 및 분석을 수행하며 인공지능형 MMI를 설계한다. 계측제어 기술측면에서는 첨단 계측제어 기반기술 및 검증기술을 개발하고 원전 자동운전 시스템에 관한 연구를 수행한다.

(8) 방사성폐기물로부터 장수명 핵종 및 유용원소의 균분리, 장수명 핵종의 소멸처리 등 현재 수행중인 핵변환 기술개발은 2010년대 소규모 장수명핵종 소멸처리 시설을 목표로 추진한다. 소멸처리 시설은 크게 핵변환시설과 균분리 시설로 나뉘어 있는데 2000년대 핵변환 시설의 개념설계를 수행하고, 2010년대 상세설계 및 소규모 핵변환시설 개발을 완료한다. 균분리 기술개발을 위해서는 2000년대 장수명핵종 분리기술을 개발하여 최종적으로 2010년대 완성되는 핵변환시설에서 소멸처리를 실용화하기 위한 기술확보에 목표를 둔다.

(9) 가속기는 핵변환용 뿐 아니라 초강도 소재, 핵자료 생산, 초정밀 가공과 반도체산업 응용 등 21세기를 대비한 극한기술 산업용이면서도 궁극적으로 신 에너지원 발생장치 및 사용후핵연료 처리·처분에 이용될 수 있으므로 다목적선형 양자가속기(1 GeV, 20mA급)에 대한 타당성 기술검토를 통하여 최적방안을 도출하고 이를 적극 추진하도록 한다.

(10) 핵융합로 연구는 국가 주도로 21세기 초까지 세계수준의 「차세대 초전도 토카막 핵융합 장치」를 국제공동협력과 산·학·연 협동을 통하여 국내 기술로 건설하고, 이 연구장치의 운영을 통해 선진국 수준의 핵융합 기술을 확보하여, 핵융합 에너지 개발을 위한 대형 국제 공동연구에 참여할 수 있는 기반을 확보한다.

원전 건설 및 운영 분야

원전 건설 기술의 고도화와 운영기술의 선진화·첨단화를 통하여 안전성 및 경제성 측면에서 국제 경쟁력을 제고한다.

중점 추진 과제

- (1) 사업관리, 설계, 기자재제작, 시공, 시운전 등 분야별 건설기술을 지속적으로 발전시키기 위한 원전 건설기술 고도화 및 원전건설에 필요한 기초 기반기술을 개발한다. 이를 위해 모듈화공법, 새로운 재료개발 및 적용, 신공법의 개발 등을 통해 경제성있는 원전건설 기술을 개발하며, 원전 건설 미자립 기술의 자립화 및 외국에 의존하고 있는 기술자료의 고유화를 위한 설계 및 기기제작 기술을 개발한다.
- (2) 구조물 및 기기시스템의 설계해석기술은 가동중 원전의 유지관리 및 사용수명과 깊은 관련이 있는 분야로서 파괴 역학적인 측면에서 구조물 및 기기시스템의 장기거동 특성을 규명하고 실증모델시험을 병행한 해석기술의 신뢰성 향상을 위하여 관련 산업체와의 협력 및 역할을 분담하여 수행한다.
- (3) 전력 시설물에 대한 내진설계기준 및 지진방재 대책수립을 위해 전국에 지진관측망을 설치 운영하고 내진해석의 불확실성을 개선하기 위해 대형 내진실증시험 및 경험자료에 의한 기기시스템의 내진검증 기술을 개발한다.
- (4) 원전 건설·운영시 온배수로 인한 해안환경 영향을 최소화하기 위해 주변해역의 수리 특성 조사분석 기법의 고도화, 수리 및 수치 모형 실험의 신뢰성 향상의 연구를 수행하고 부지확보이 어려움에 대처키 위해 지하입지, 해상입지, 제4기지층 등에 적합한 원전 신입지 기술을 개발한다.
- (5) 원전 운영시 인간공학 기술개발을 위해 인간공학적 수행도와 관련된 자료를 생산하고 관리체계를 구축하며, VDU-based MMI에 관한 연구를 수행하고 현장운전과 보수/시험 작업을 위한 Error Tolerance System을 개발하며 오류 최소화를 위한 원전운영 종합 기술과 안전규제 고도화기술을 개발한다. 계측제어 기술개발을 위해서는 후속기 설계 개선 및 노후화 원전의 계측제어시스템을 교체하고 디지털 제어기기를 국산화하며 차세대 MMIS 설계기술 개발, 상세설계 및 기기설계를 수행하고 발전소 최적화를 위한 관리시스템의 개발 등 통합 계측제어시스템을 개발한다.
- (6) 원전운전 및 정비분야에 자립된 원전건설 기술을 효과적으로 활용하고, 국외 주요기기 공급사의 기술지원을 받고 있는 주요기기의 진단 및 특수정비 기술 등의 국내기술자

립을 통하여 원전운전 및 정비기술을 한단계 높게 고도화시킬 수 있는 기술을 지속적으로 개발한다.

(7) 운전중인 원전의 경제성을 높이기 위해 경수로형 고리 1호기, 중수로형을 월성 1호기를 모델로 원전 수명관리 및 연장운전 관련기술을 개발하며 국내 원전의 수명관리 연구체계를 구축, 국산화한다.

III. 결 언

지금까지 현재 작성중에 있는 원자력진흥종합계획 초안의 내용 중에서 「원자력 연구·개발」 부문을 간략히 소개하였다. 정부에서는 초안 작성이 완료되는 대로, 정부 관계부처간의 협의와 공청회 개최를 통하여 국민적 합의를 이끌어 정부 정책시안으로 확정하고, 원자력위원회의 심의·의결을 거쳐 「원자력진흥종합계획」을 국가계획으로 최종 확정할 예정으로 있다.

앞으로 원자력진흥종합계획의 수립·시행을 통하여 밖으로는 우리의 평화적 원자력활동에 대한 투명성과 신뢰성을 확보하고, 안으로는 원자력에 대한 국민적 이해를 구하여 산업계·학계·연구계 등 원자력 기술 개발·이용의 각 주체가 공동의 목표를 가지고 협력하여 나아갈 중·장기적인 원자력 추진방향이 제시될 수 있기를 기대한다.

아무쪼록 이번에 성안될 국가적 차원의 원자력진흥종합계획을 바탕으로 「21세기를 향한 신원자력정책」이 지속적이고 일관되게 추진되어 우리 나라가 21세기에 원자력 이용의 모범국가로 성장할 수 있기를 염원하며 글을 맺는다.