

원자력 연구개발중장기계획의 수립 및 추진방향

오늘날의 기술경제패러다임(Techno-Economic Paradigm)은 시장의 세계화(Global Market)와 기술의 세계화(Global Technology)로 대변되며, 이는 전통적인 국가간의 비교우위에 의해 형성된 국제분업구조가 무너지고 동적인 성장잠재력(Dynamic Growth Potential)을 지니는 전략산업(Strategic Industry)으로의 개편을 의미한다. 이러한 전략산업의 등장은 산업들 사이에 절대적인 비교우위가 존재한다는 사실과 전략산업을 육성하기 위한 정부의 적극적인 개입이 필요하다는 인식으로부터 발생되고 있다.

윤 세 준
과학기술처 원자력정책과

따라서 세계 각국은 자국의 산업을 육성하고 경제를 발전시키려는 측면에서 다양한 형태의 정부지원과 국제적 외교를 전개하고 있으며, 이는 최근 기술을 중심으로 한 새로운 국제질서(New Rules of Game)의 재편으로 나타나고 있다.

경쟁의 대상이 되는 전략산업은 국가간의 문화, 경제, 사회적 여건에 따라 다를 수가 있으나, 미래산

업을 선도할 수 있는 기술분야로서 대개는 정보 및 자동화기술, 신소재, 에너지기술, 생명공학기술 등의 기술분야로 압축되고 있다.

이와 같이 최근의 세계경제질서는 신GATT체제하에서 관세 및 비관세장벽의 대폭적 완화와 자유국제무역주의가 확산되면서 기술력을 근거로 한 새로운 비교우위개념에서부터 기술경쟁력 및 시장확보를 위해 일면 경쟁, 일면 협력전략

이 널리 사용되고 있는 상황이다.

우리나라의 경우 이러한 기술파권주의를 향한 경쟁에서 생존하기 위해서는 세계기술동향에 대한 정보를 바탕으로 우리나라의 특화기술을 개발하는 한편, 세계적인 기술협력체제의 일원이 되도록 노력해야 할 것이다.

과학기술과 원자력을 둘러싼 주변여건변화

특히 원자력과 관련된 국제기술환경을 살펴보면, 1979년 7월 미국 드리마일아일랜드(TMI) 원전 사고와 1986년 8월 소련 체르노빌(Chernobyl) 원전사고로 원전안전성에 대한 우려가 증대되어 세계적으로 원자력의 이용개발이 침체될 것으로 예측하였으나, 소련의 사고 이후 세계의 원자력발전규모는 6,000만kW(100만kW급 원자로 60기에 해당) 이상의 증기를 보이고 있어 원자력은 전세계적으로 에너지공급의 주요한 역할을 담당해오고 있다.

또한 최근에는 지구온난화, 산성비 등 이른바 지구환경문제가 크게 부각되고 있어 이에 대한 대응책의 하나로서 원자력의 역할이 증대될 것으로 예측되고 있는데, 이와 같은 사실은 많은 나라에서 에너지정책이 원자력을 확대, 이용하는 방향으로 수정, 보완되고 있고, 원자력을 2000년대의 국가전략기술의 하나로 연구개발이 추진되고 있는 점에서 나타나고 있다.

미국의 경우 에너지성(DOE) 산하 전력연구소(EPRI)를 중심으로

신형원자로개발 및 원자력이용 관련기술개발을 지속적으로 추진함으로써 세계 1위의 기술수준을 유지하고 있다.

日本의 경우에는 科學技術廳의 주도하에 차세대원자로개발, 핵연료사이클확립 및 21세기 원자력기술개발을 추진하고 있으며, EC의 경우에는 프레임워크프로그램에 의해 핵분열, 핵안전 및 열제어, 핵융합 등의 기술개발사업이 추진되고 있다.

이와 같이 원자력기술을 선진 각국이 앞다투어 개발하고 있는 이유는 향후 획기적인 새로운 에너지가 개발되지 않는 한 원자력의 이용개발은 지속적으로 확대될 것이라는 판단에서 원자력에 대한 기술우위를 점유하기 위한 기술개발경쟁으로 이해할 수 있다.

우리나라에서의 원자력 이용, 개발의 중요성

현재 우리나라의 에너지부존자원은 매장량 15억톤 규모의 무연탄과 대부분 개발된 수력자원이 전부이기 때문에, 우리나라 에너지의 국내자급률은 10% 미만이다. 더구나 우리나라의 산업발전과 국민의 생활수준향상과 더불어 에너지수입의 증도와 전력수요는 매년 증가(86~91년 : 12.8%)하고 있는 추세이다.

- 91년도 에너지수입의존도 : 91.2%
- 91년도 에너지수입액 : 12,481백만달러(9조8,600억원)
- 91년도 전력최대수요 : 19,192MW

이와 같이 급증하는 에너지 및 전력수요를 원활히 공급하면서 에

너지수입의존도를 축소하기 위해서는 원자력의 확대, 이용이 불가피하며, 특히 최근 대기, 수질, 토양의 오염 등 환경문제가 산업과 경제발전의 선결문제로 대두되고 있고 원자력이 깨끗한 에너지라는 점에서 원자력이용은 확대되어야 할 것이다.

또한 원자력이용은 자원의존형에너지라기보다는 기술의존형 에너지이기 때문에 우리나라가 자원소국, 자원빈국형 경제에서 과감히 탈피할 수 있으며, 원자력의 의학, 공학, 농학적 이용에 의해 국민복지향상과 산업의 질적수준을 향상시키는데도 크게 기여할 수 있을 것이다.

원자력연구개발 중장기계획의 주요내용

그동안 우리 원자력계에서는 관계부처 및 원자력 관련기관을 중심으로 「원자력연구개발중장기계획(1992~2001)」을 작성하여 92년 6월26일 원자력위원회의 의결을 거쳐 계획을 확정함으로써, 앞으로는 원자력에 대한 연구개발을 과거와는 달리 새로운 차원에서 추진할 수 있는 계기를 마련하게 되었다.

특히 계획은 1950년대 우리나라가 원자력의 이용, 개발을 착수한 이래 정부, 산업계, 학계가 적극 참여하여 실질적으로 추진가능한 원자력연구개발중장기계획을 수립하게 된 것은 이번이 처음 있는 일로서 우리나라 원자력의 이용개발 역사에 그 의미가 크다고 볼 수 있다.

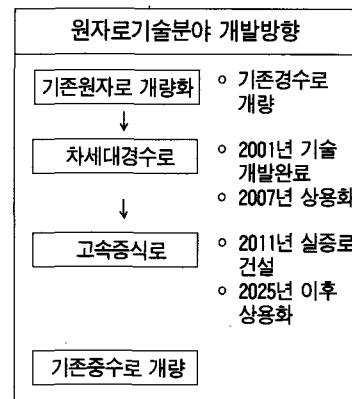
이번에 확정된 원자력연구개발중장기계획의 주요내용을 살펴보면 다음과 같다.

1. 원자력연구개발목표 및 추진방향

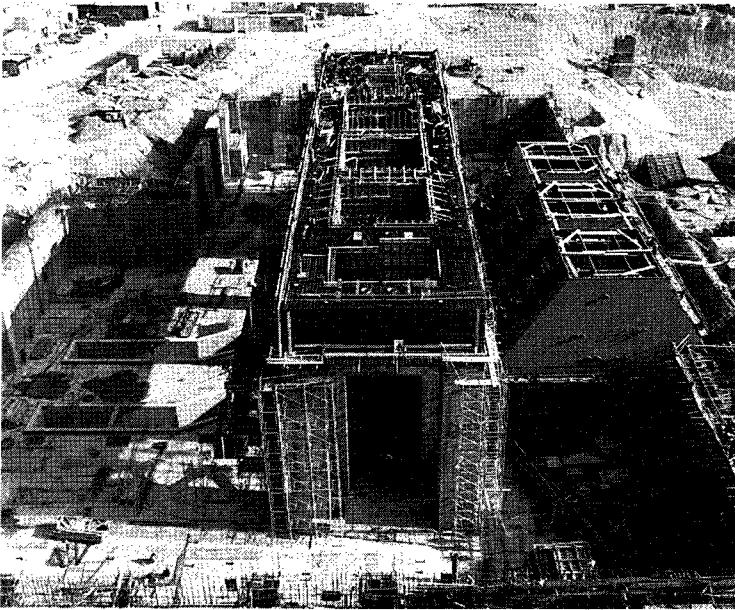
이번 원자력연구개발중장기계획의 목표는 첫째, 2000년대 초 원자력기술선진국 수준에 진입하는 것이다. 이를 위해 국제경쟁력을 확보할 수 있는 전략적 핵심기술을 개발하고, 국제공동연구의 효율적인 추진으로 선진기술을 조기 확보하며, 원자력기반기술의 체계적인 개발을 통해 기술수준을 향상시키는 것이다.

둘째로는 원자력발전기술의 자립 및 고도화를 통하여 국가에너지의 자립기반을 구축하는 것으로서, 이를 위해 원자력시설의 안전성 및 경제성을 지속적으로 향상시키고, 원자력발전기술을 정착시키기 위한 산업기술기준을 확립하며, 합리적인 규제기술개발 및 제도확립을 이룩하는 것이다.

(1) 원자로기술분야



기존원자로의 개량화로서 우선 기존경수로의 개량화는 2006년 이



전에 준공된 원전을 대상으로 점진적 개량화를 추진하는 한편, 울진 원전 3, 4호기를 참조발전소(Reference Plant)로 하여 미국전력연구소(EPRI) 설계요건을 수용한 신설계개념 및 규제요건을 반영하는 것이다.

다음으로 기존중수로의 개량화는 월성원전 2, 3, 4호기까지는 기존의 월성원전 1호기를 참조로 하여 신기술 및 설계기준을 반영하여 건설하고, 그 이후의 발전소에 대하여는 개량형중수로개발방향을 검토한 후 그 결과에 따라 개량화를 추진하는 것이다.

차세대원자로개발은 차세대원자로를 독자적으로 개발하여 명실상부한 기술자립달성을 및 국제경쟁력을 확보하는 것이다. 이를 위해 94년말까지 해외의 차세대원자로 기술개발현황 및 특성(안전성, 경제성, 운전성 등)을 평가, 분석하여

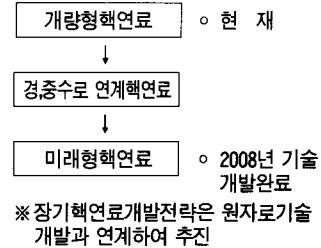
차세대원자로의 개발로형을 결정하고, 97년까지는 차세대원자로에 필요한 핵심요소기술을 개발하여 차세대원자로의 개념설계 및 기본설계를 개발하며, 2001년까지 표준상세설계(FOAKE) 및 표준안전성분석보고서를 개발할 계획이다.

고속증식로의 개발은 국가차원에서 자체개발과 국제공동연구를 병행하여 추진할 예정인데, 90년대는 기반기술 및 핵심요소기술을 중점적으로 개발하여 기본설계를 완료하고, 2011년까지는 15만kWe급 고속증식로의 실증로를 건설, 운영하고, 2025년 이후 상용원자로를 개발하여 건설하는 것이다.

(2) 핵연료주기기술분야

개량형핵연료주기기술은 95년까지 경수로용 고연소도개량핵연료의 개발을 완료하고, 중수로용 개량핵연료개발은 기존의 한국, 캐나다 국제공동연구 및 기반기술개발을

핵연료주기기술분야 개발방향



토대로 중수로개발방향과 연계하여 추진할 계획이다.

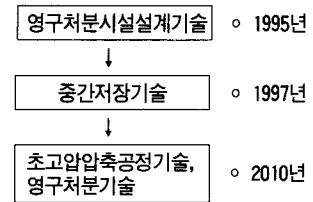
경, 중수로 연계핵연료는 경수로에서 사용한 핵연료를 중수로에 재활용하는 기술개발로서 한국, 미국, 캐나다의 3국간 국제공동연구로 추진하되, 구체적인 개발방향은 93년까지 확정할 계획이다.

미래형핵연료로서 고속증식로용 핵연료개발은 고속증식로의 실증로 건설과 연계하여 추진하되, 90년대에는 기초연구와 기반기술개발에 중점을 두어 추진할 계획이다.

(3) 방사성폐기물관리분야

저준위폐기물 처분기술은 영구처분장설계, 운영 및 처분기술을 개발하는 것으로서 95년까지 개발을 완료하고, 사용후핵연료 중간저장기술은 사용후핵연료의 수송기술과 사용후핵연료 중간저장관리기술을 개발하는 것으로서 97년까지 개발을 완료할 계획이다.

방사성폐기물관리분야 개발방향



사용후핵연료 영구처분기술은 추후 전반적인 핵연료주기정책의 결정에 따라 추진하되, 당분간 영구처분시설의 건설 및 운영에 필요한 기초, 기반기술개발에 주력할 계획이다.

(4) 원전건설기술개발분야

원전건설기술개발에 있어서는 그 동안의 영광원전 3, 4호기 사업추진을 통한 기존의 기술자립계획을 차질없이 추진함으로써 95년까지는 분야별 역할분담에 따른 기술자립도 95%를 달성할 계획이다.

원전건설기술개발분야 개발방향	
영광 3, 4호기 기술자립추진	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 95년 95% 기술자립 달성
건설기술자립고도화	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 95년 이후 자립기술 후속기 적용 및 기술수준 고도화

한편 자립기본기술(Replication)을 기반으로 기술자립을 정착화하기 위하여 자립기술의 후속기적용 등을 통한 국내기술수준을 고도화하면서 기존원자로개량 및 차세대원자로기술개발에 활용할 계획이다. 또한 원전산업기술기준개발을 추진함으로써 국내실정에 알맞는 기술기준을 확보하여 원자력기기 및 시설의 국산화기반을 구축할 계획이다.

(5) 원전운영기술분야

원전운영기술로서는 원전안전성향상기술개발, 운전기술고도화기술개발, 설비유지 및 보수기술개발, 방사선안전관리기술개발 등 원전을 운영하는데 필요한 기술을 개발해

원전운영기술분야 개발방향	
◦ 운영기술개선을 통한 지속적인 경제성향상 추구	
◦ 안전관리기술의 고도화를 통한 원전시설의 완벽한 관리로 안전성향상 추구	

나갈 계획이다.

(6) 원자력안전분야

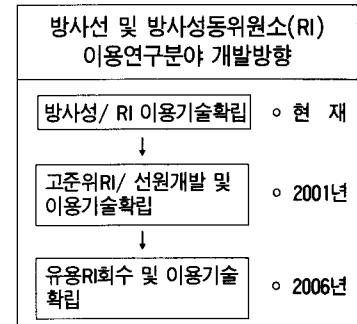
원자력안전분야 개발방향	
◦ 안전성평가기술 확립	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 1996년 안전성 평가기술 확립
◦ 사고관리기술 확립	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2001년 사고방지 및 원화 기술 확보
◦ 미래원전의 안전성 기술 확보	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 2025년 고속증식로 안전성 평가기술 확보

원자력안전성을 위해서는 안전성 평가기술, 사고관리기술, 미래원전의 안전성기술 등 원자력시설의 안전성을 확보하기 위한 기술개발을 추진하고, 이와 병행하여 안전규제기술의 자립화 및 선진화를 추진해 나갈 계획이다.

(7) 방사선 및 방사성동위원소(RI) 이용연구분야

방사선의 환경이용기술로서는 생산성향상과 고부가가치를 창출하는 기술을 시범적으로 개발하여 보급할 계획인데, 97년까지 매연처리기술을 실용화하고, 2001년까지는 도시하수정화처리용 파일럿플랜트를 건설, 운영할 계획이다.

또한 급증하는 악성질환조기진단치료용 방사성표지화합물을 개발하기 위하여 97년까지 악성질환조기



진단치료용 방사성표지화합물을 개발하고, 2001년까지 감마카메라 등 의료진단치료기기를 개발할 계획이다.

끝으로 국내수요가 많고 기술이 전이 어려운 특수방사성동위원소를 자체 생산하여 공급하고 방사능이 매우 낮고 무담체특성을 지닌 새로운 핵종의 생산수율을 높이기 위하여 97년까지 사이클로트론을 이용한 핵종생산기술을 확립하고, 2001년까지 표준선원의 가공기술을 개발하며, 2010년까지는 방사성폐기물로부터 유용RI물질을 분리하는 기술을 확립할 계획이다.

2. 연구개발추진전략

(1) 역할분담에 의한 연구개발추진

원자력연구개발중장기계획을 추진해 나가는데 있어서 한정된 재원의 효율적인 배분과 연구개발의 실효성제고를 위해 원자력연구개발사업을 정부주도 및 산업체주도과제로 역할분담하여 추진할 계획이다.

이에 따라 기초 및 개발연구분야는 정부주도로 추진하고, 적용 및 실용화연구분야는 산업체주도로 추진할 계획이다.



이와 같은 역할분담에 의하여 우선 정부주도의 연구개발은 원전사업관련 기초 및 개발연구분야, 방사성폐기물관리사업 관련기술개발분야, 원자력안전규제기술개발분야, 방사선 및 방사성동위원소 이용기술분야를 중심으로 한 연구개발을 추진할 계획이다.

다음으로 산업체주도의 연구개발은 원전의 건설, 운영에 직접 필요 한 기술개발분야, 실증로 이후의 원자로실용화 및 개량화연구분야, 기존핵연료개량 및 성형가공기술개발, 소내 방사성폐기물관리기술개발분야를 중심으로 한 연구개발을 추진해 나갈 계획이다.

(2) 연구개발재원의 안정적 확보

본 계획을 차질없이 추진하기 위해서는 무엇보다도 안정적인 재원 확보가 중요한데 이를 위해 정부주 도 연구개발비는 원칙적으로 정부 예산으로 충당하는 것으로 하되, 부족분에 대하여 개발기술의 최종 수요자인 한국전력공사가 지원하도록 할 계획이며, 정부주도 연구개발과제 중 방사성폐기물분야의 연구개발비는 방사성폐기물사업기금으로 확보할 계획이다.

산업체주도 연구개발비는 한국전력공사 연구개발비로 조달하되 국 가선도기술개발과제에 대하여는 일부 정부가 지원할 계획이다. 한편 한국전력공사 이외의 원자력관련업

체와 방사성동위원소이용기관 등의 연구개발투자도 단계적으로 확대해 나가도록 유도할 계획이다.

(3) 한국원자력연구소의 역할 및 기능재정립

원자력연구개발의 효율적 수행을 위해 한국원자력연구소의 역할 및 기능을 「연구개발」 중심으로 육성, 지원함으로써 한국원자력연구소가 원자력연구개발의 중추적인 역할을 담당할 수 있도록 해 나갈 계획이다. 이를 위해 연구활성화를 위한 투자재원의 안정적 확보와 조직 및

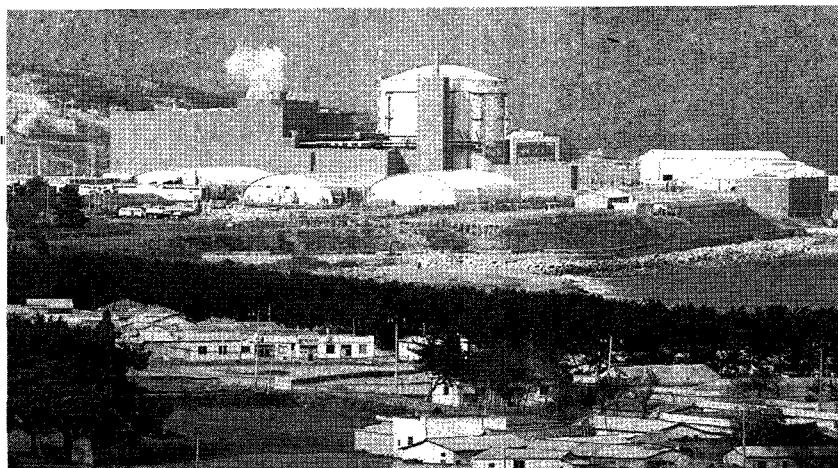
제도 등의 개선방안을 강구해 나갈 계획이다.

이와 관련하여 현재 한국원자력 연구소가 수행중인 원자력관련사업 을 점진적으로 관련산업체로 이관 할 계획인데, 우선 중수로핵연료제 조사업은 한국핵연료주식회사가 핵 연료제조를 위한 신규시설을 확보 하는 시점인 96년까지 한국핵연료 주식회사로 이관하고, 다음으로 원 자로계통설계사업(핵연료설계사업 포함) 및 기타 원자력발전 관련사 업은 관련산업체로 이관하되 구체 적인 사항은 관계부처 및 관계기관 이 협의하여 결정해 나갈 계획이다.

3. 분야별 연구개발계획

(1) 정부주도연구분야

분야별	소요자금(억원)	연구개발과제명
가. 원자로기술분야	1,183	○ 고속증식로 개발
나. 핵연료주기기술분야	1,371	○ 경, 중수로용 연계핵연료주기기술 개발 ○ 미래형핵연료 개발
다. 방사성폐기물관리분야	2,355	○ 방사성폐기물처분기술 개발 ○ 사용후핵연료관리기술 개발 ○ 방사성폐기물처리기반기술 개발
라. 원자력안전분야	1,741	○ 원자력안전성향상연구 ○ 방사선환경안전연구 ○ 원자력안전규제기술 개발 ○ 원자력신소재 개발 ○ 첨단계측제어기술 개발 ○ 인간공학기술 개발
마. 원자력기반기술분야	4,560	○ 원자력산업용 첨단로봇기술 개발 ○ 레이저기술 개발 ○ 원자분광기술 개발 ○ 장수명핵종소멸처리기술 개발 ○ 핵융합로연구
바. 방사선/ 방사성동위원소이용연구분야	645	○ 중수로개량 국제공동연구 및 기반기술 개발 ○ 인체방사선장애 및 암의 원인진단, 치료연구 ○ 방사선 및 방사성동위원소 이용연구
계	11,855	20개 과제



(2) 산업체주도연구분야

분야별	소요자금(억원)	연구개발과제명
가. 원자로기술분야	2,280	◦ 차세대원자로기술 개발
나. 핵연료주기기술분야	290	◦ 경수로용 개량핵연료 개발
다. 원전건설기술분야	1,250	◦ 원전건설기술 개발 ◦ 원전산업기술기준 개발 ◦ 원전내진기술 개발
라. 원전운영기술분야	4,180	◦ 원전온배수영향평가기술 개발 ◦ 원전안전성향상기술 개발 ◦ 운전기술고도화기술 개발 ◦ 설비유지, 보수기술 개발 ◦ 방사선안전관리기술 개발 ◦ 원전계측제어기술 개발 ◦ 원전유지보수용 로봇 개발 ◦ 원전수명관리 및 폐로기술 개발 ◦ 종합 데이터베이스체계구축기술 개발
계	8,000	14개 과제

4. 연구개발투자소요 및 연도별

연구개발비투자계획

본 계획에 의하여 1992년부터 2001년까지 소요되는 연구개발비는 1조9,855억원이 된다.

이 중 정부주도과제를 위한 소요 연구개발비가 1조1,855억원이 되는데, 정부예산으로 4,500억원, 방사

성폐기물기금으로 2,355억원을 충당하고, 부족분인 5,000억원은 한국전력공사가 지원토록 할 계획이다.

한편 산업체주도과제를 위한 소요연구개발비는 8,000억원이 되는데, 이는 한국전력공사의 연구개발비로 충당할 계획이다.

〈표〉 연도별 연구개발비투자계획

(단위: 억원)

구분	92	93	94	95	96	97~2001	계
가. 정부주도	639	877	969	1,113	1,184	7,073	11,855
◦ 정부출연금	280	308	339	373	410	2,790	4,500
◦ 방사성폐기물관리기금	209	219	230	266	267	1,164	2,355
◦ 한국전력공사지원금	150	350	400	474	507	3,119	5,000
나. 산업체주도	482	534	600	680	765	4,939	8,000
◦ 한국전력공사	482	534	600	680	765	4,939	8,000
합계	1,121	1,411	1,569	1,793	1,949	12,012	19,855

맺는말

현재 우리나라는 국민의 생활수준향상과 산업발전의 원동력이 되는 에너지를 공급하기 위한 국내부존에너지자원이 빈약한 실정이다. 이와 같은 상황에서 경제성, 환경보전, 기술집약도 등의 측면에서 타에너지자원보다 상대적으로 비교우위가 있는 원자력의 이용개발은 계속적으로 확대되어야 할 것이다. 특히 최근 지구온난화현상, 산성비 등 환경오염과 관련하여 화석연료에 대한 국제적 규제 움직임 등을 고려할 때 원자력의 확대이용은 불가피한 실정이다.

그러나 우리나라 원자력개발이용의 역사는 이미 40여년이 되고 원자력발전소도 9기나 건설, 운영하고 있으나, 원자력의 첨단기술개발은 물론 기존의 상용기술수준에 있어서도 선진국에 비해 크게 뒤떨어지고 있는 실정이다.

따라서 앞으로 우리 원자력계는 「원자력연구개발중장기계획」을 계획대로 추진함으로써 우리나라가 2000년대 원자력기술선진국으로 발돋움할 수 있도록, 90년대에는 원자력기술개발에 있어서 새로운 도약의 전기가 될 수 있도록 우리 모두가 노력해 나가야 할 것이다.■