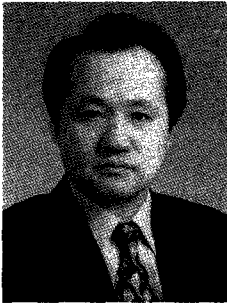


원전 기술 고도화 계획

김 신 중

산업자원부 원자력발전과장



지난 3월 산업자원부는 원전 기술의 독자 능력 확보 및 수출 산업화를 위한 전략으로 국가 「원전 기술 고도화 계획」을 확정·발표하였다. 이 계획은 향후 장기적인 원전 기술 개발 및 원전 산업 발전 방향을 제시하는 매우 중요한 의미를 갖는다.

그 동안 국내 원자력 산업계는 기술 습득, 기술 도입 단계를 거쳐 원전 건설 기술 자립 과정을 거치면서 현재 우리 자체의 기술 능력으로 한국 표준형 원전을 설계·건설하는 단계까지 이르렀으며, 또한 원전의 운영

및 정비 경험을 통해 우수한 기술 능력을 보유하게 되었다.

그러나 이러한 괄목할만한 성장에도 불구하고 아직 일부 핵심 기술에 대해서는 기술을 활용할 능력(know-how)은 보유하고 있으나, 기술을 원천적으로 개선·응용할 수 있는 능력(know-why)은 부족한 것이 사실이다.

금번에 확정된 「원전 기술 고도화 계획」은 95년에 성공적으로 마무리된 원전 건설 기술 자립 계획을 발전적으로 계승하고, 기존 산업체 주도 원자력 연구 개발 계획을 근본적으로 개편하여 '2006년까지 원전 건설 및 운영 분야의 핵심 기술 개발을 통하여 국제 경쟁력 있는 독자 기술 능력 확보'라는 최종 목표하에 분야별 핵심 기술을 중심으로 「원전 계측 제어 설비 국산화」, 「원전 설계 코드(전산 프로그램) 국산화」 등 27개 대과제를 선정하여 2006년까지 8년간 약 5,000억원을 투입할 계획이다.

「원전 기술 고도화 계획」이 성공적으로 마무리되면 우리나라는 원자력 기술 선진국으로 도약하면서 원전 기

술의 독자적 수출이 가능해질 것이며, 원자력 발전의 경제성과 안전성 향상을 통해 기후변화협약 이행 문제의 해결과 국내 산업의 국제 경쟁력 확보에 크게 기여할 것으로 전망된다.

추진 경위

「원전 기술 고도화 계획」은 97년 6월 제247차 원자력위원회에서 의결된 「원자력 진흥 종합 계획」에서 「원자력 산업 육성 및 진흥」 부문 계획의 일환으로 산업자원부가 수립·추진할 계획임을 밝힌 바 있으며, 방사성 폐기물 분야의 경우 98년 9월 제249차 원자력위원회에서 의결된 「방사성 폐기물 관리 대책」에서 관리 기술 개발 방안을 제시한 바 있다.

원전 기술의 고도화 필요성은 95년말 원전 건설 기술 자립 계획이 종료되면서 곧바로 제기되었고, 한국전력공사는 96년 4월부터 97년 1월까지 기초전력공학공동연구소에 원전 기술 고도화 추진 전략 수립을 위한 연구 용역을 의뢰·시행하였다.

이 연구 결과를 토대로 작성된 기본 계획 시안은 기존에 수행해 오던 기술 개발을 포함하여 원자력 산업체가 수행할 기술 개발을 총망라한 것으로 10년간 5개 분야에 걸쳐 총 1조 5천억원을 투입하는 대규모 종합 계획이었다.

그러나 97년말에 IMF 외환 위기가 시작되면서 기술 개발 여건이 크게 악화되었을 뿐만 아니라 공기업 민영화 방침이 구체화됨으로써, 기존의 전략 및 내용을 전반적으로 재검토해야 할 필요성이 대두되었다.

이에 산업자원부는 참여 기관 실무자 중심으로 Task Force Team을 구성하여 효율적이고 효과적인 계획으로 탈바꿈하기 위한 재기획을 수행하였다.

재기획은 몇 가지 뚜렷한 방향을 가지고 추진되었다.

첫째, 기술 개발 목표가 뚜렷하지 않고 연차적 성격이 강한 종합 계획에서 탈피하여, 구체적인 목표와 성과를 제시하는 목표 지향적 기술 개발 계획을 추구하였다.

명확한 목표를 설정하기 위해 원전 건설과 관련한 고유 기술 확보가 필요한 시기 및 방사성 폐기물 관리 시설의 준공 시기를 고려하여 2006년을 목표 시점으로 정하였다.

둘째, 최근의 급격한 투자 환경의 악화를 고려하여 기술 개발 투자의 효율성을 제고하기 위해 우선 순위가 높은 필수 과제 중심으로 재조정하였

고, 이 과정에서 각 기업의 여건에 비해 과다하게 기획되어 실효성이 의문시되던 연구 개발 투자 규모의 거품을 제거하였다.

또한 공기업 민영화 및 전력 산업 구조 개편 후에도 일관성 있는 기술 개발이 추진되도록 일방적인 지원 형태가 아닌 참여 기관간의 협조적 개발 체계를 구축하였다.

셋째, 92년부터 착수되어 3단계 사업을 진행중인 차세대 원자로 기술 개발과 98년 산업자원부의 중기 거점 사업으로 진행중인 수출 선도형 원전 모델 개발 등 기존에 시행중인 계획과 중복되지 않도록 관리 체제의 효율성을 기하였다.

계획 내용

1. 고도화의 개념 및 목표

고도화 계획의 본질적 성격은 차세대 원자로와 같은 제품 개발이라기보다는 제품의 개선 및 신제품 개발에 필요한 기술 능력을 확보하는 전략적 계획이라고 할 수 있다.

본 계획에서는 원전의 건설·운영 기술을 원전 선진국 수준으로 향상시키는 과정을 '원전 기술 고도화'라고 정의하였다.

국내 원전 기술 발전은 우선 고리 1호기 도입 이전인 60년대에 연구용 원자로를 도입하여 인력을 양성하고 연구 기관 중심으로 소규모 기초 연구를 수행하던 시기로 거슬러 올라가

지만, 본격적인 상용 원전 기술의 발전은 70년대 고리 1호기 건설에 착수하면서 시작되었다.

원전 건설 과정에 국내 인력이 참여하면서 습득한 기본 기술을 토대로 도약의 발판이 마련되었다.

80년대 들어 원자력 발전이 대폭 확대되면서 83년에 후속 원전의 표준화 정책이 추진되었으며, 86년에는 미국 CE사로부터 기술 도입을 통한 원전 건설 기술 자립 계획이 착수되었다.

이 과정에서 많은 기술 인력이 양성되었으며, 이러한 자신감을 바탕으로 92년에는 기존 원전의 안전성 및 경제성을 동시에 제고하면서 우리의 자체 기술을 접목시키기 위한 차세대 원자로 기술 개발 계획이 착수되었다.

그러나 앞서서도 언급한 바와 같이, 아직까지도 원전 및 핵연료 설계 프로그램을 비롯한 핵심 기술은 선진국에 의존하고 있어 지속적인 기술 개량 및 원전의 독자적인 해외 수출에 장애가 되고 있다.

이런 상황을 극복할 목적으로 2006년까지 추진하게 되는 고도화 계획은 제1단계로 2002년까지 핵심 기술을 확보 또는 개량하고, 제2단계로 2006년까지 확보된 핵심 기술을 고유화하는 것을 목표로 하고 있다.

금번 계획의 뚜렷한 특징은 분야별로 정량적인 달성 목표를 설정하여 매년 성과를 점검해 나가도록 한 것이다.

이를 위해 각 분야별로 세부적인 기술 조사를 실시하였고, 선진국 대비 현재의 기술 수준을 정량적으로 평가하였다. <표 1>에는 국내 기술 수준 평가 내용이 요약되어 있다.

이 과정에서 원전 기술 분야별 기술 수목도가 완성되어 고도화가 필요한 세부 기술들이 도출되었다. 2006년까지 분야별 세부 기술을 성공적으로 추진하여 독자적인 원전 기술을 확보하게 되면 <표 2>에서 보는 바와 같이 대부분의 기술 수준이 선진국 수준에 도달하게 될 것이다.

2. 고도화 계획 추진 방법

고도화 계획은 기본적으로 현행 원자력 산업체의 전문 기술 분야별 역할 분담하에 추진된다.

한국전력공사는 계획 전반을 총괄하는 동시에 원전 운영 및 방사성 폐기물 관리 분야의 기술 개발을 맡게 된다.

설계 엔지니어링 전문 회사인 한국전력기술(주)는 발전소 종합 설계 및 원자로 계통 설계를, 발전소 보수 전문 회사인 한전기공(주)는 원전 정비 분야를, 핵연료 제조 전문 회사인 한전원자력연료(주)는 노심 설계와 핵연료 제조 분야를 각각 맡게 된다.

현재 진행중인 전력 산업 및 원전 산업 구조 개편이 마무리되더라도 해당 기능을 보유하게 되는 기관에서 계속 기술 개발을 추진하게 될 것이며, 해당 업체의 민영화 여부에 관계없이 당초 목표가 달성될 때까지 정부 주관

<표 1> 국내외 원전 기술 수준

분 야	국내 기술 수준 평가	정량적 수준(%)	
		국내	선진국
플랜트 종합 설계	• 동일 설계 요건에 따른 복제 설계 능력 완료 • 요건 변화시 외국 기술 자문이 필요하고, 주요 설계 도구는 외국사 제공	90.8	100
원자로 계통 설계	• 복제 설계 기술 자립 • 최적 설계 및 고유 원전 모델 설계를 위한 기술 능력 미흡	73.0	98
노심 설계	• 설계 코드 도입을 통해 운용 기술 자립 • 설계 코드의 개발 기술 미자립	82.9	100
기자재 국산화 (I&C분야)	• 경제성이 없거나 기술 수준 향상이 필요한 분야를 제외한 주요 기자재의 설계 제작 능력 보유 • 계측 제어 분야의 종합 설계 및 검증 기술 능력 미흡	60.0	100
원전 운전	• 기본적인 운전 기술은 자립 • 설비의 개량 및 개선과 첨단 운전 기술은 기술 도입 단계	85.7	95
원전 정비	• 일상 정비, 계획 예방 정비 기술 자립 • 신뢰성 향상을 위한 정비 기술 능력 부족	92.4	98
원전 연료	• 통상적 원전 연료 제조 기술 자립 • 원전 연료 기술 소유권 미확보 및 원전 연료 시험 시설 마비	72.5	100
방사성 폐기물 관리	• 폐기물 발생량 저감 기술은 선진국 수준 • 사용후 핵연료 관리 기술 부족	72.0	90

<표 2> 2006년말 분야별 기술 수준 달성 목표

분 야	현수준	목표 수준	분 야	현수준	목표 수준
종합 설계	90.8%	91.0%	계통 설계	73.0%	90.5%
노심 설계	82.9%	96.6%	I&C 국산화	60.0%	72.0%
원전 운전	85.7%	93.3%	원전 정비	92.4%	94.4%
원전 연료	72.5%	82.7%	폐기물 관리	72.0%	88.0%

<표 3> 기관별 투자 규모

단위 : 억원

기 관	제1단계 ('99~02)	제2단계 ('03~06)	합 계
정 부	220	420	640
한국전력공사	1,306	1,379	2,685
사후처리총담금	398	1,042	1,440
전력 그룹사	115	107	222
합 계	2,039	2,948	4,987

으로 계속 추진하게 될 것이다.

한편 정부는 고도화 계획의 기본

방향 및 방침을 제시하고 주기적인

전략 재검토를 수행하게 될 것이다.

또한 추진 기관별로 수립될 세부 실천 계획을 종합 조정하여 투자 효율성을 제고할 계획이며, 기술 개발 과제의 선정 및 평가를 주관하게 될 것이다.

정부는 원활한 기술 개발 추진을 위해 기술 개발 참여 기관, 학계 전문가 등으로 구성된 「원전기술고도화 추진협의회」를 운영할 방침으로, 현재 세부 운영 지침을 만들고 있는 중이다.

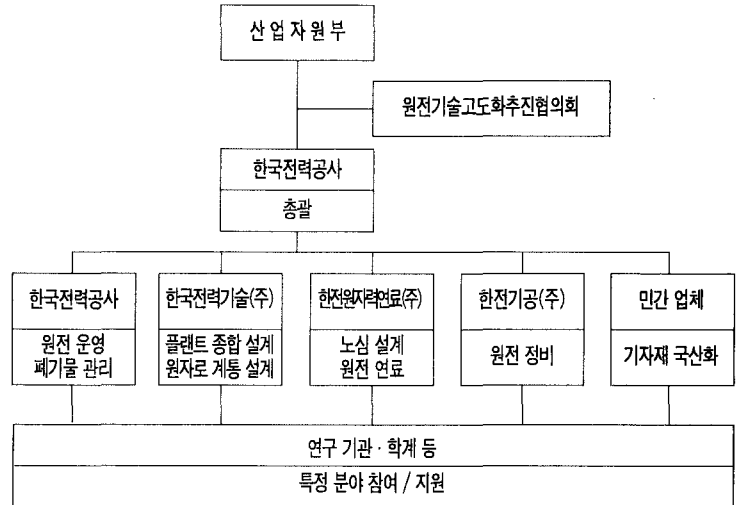
3. 고도화 계획 관리

정부는 기술 개발 관리를 강화하고 세부 실천 계획 수립 및 시행을 위해 「원전 기술 고도화 공동 관리 지침」을 제정하여 한국전력공사와 전력 그룹사가 공통으로 적용하도록 할 계획으로 현재 지침의 골격을 만들고 있다.

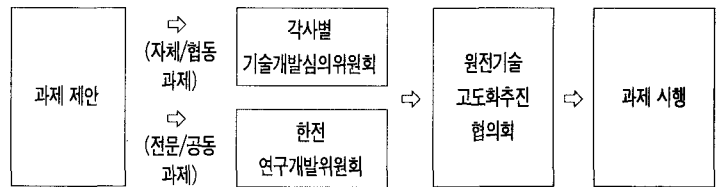
이 지침을 통해 기술 개발 결과에 대한 정량적이고 객관적인 평가 방안을 마련할 것이며, 기관별 주도 분야의 기술 개발에 대한 연도별 실적 관리를 시행하여 매년 각사의 경영 목표에 정량적 기술 개발 목표를 반영하도록 할 방침이다.

또한 기술의 발전, 현장의 요구에 따라 분야별 대상 기술 분류를 주기적으로 보완하고, 매년 고도화 대상 기술을 신규 발굴하여 항상 최신 기술 수준을 유지할 계획이다.

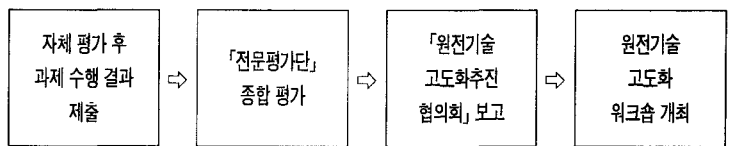
고도화 기술 개발 대상 과제는 성격에 따라 자체 개발, 공동 및 협동 개발, 전문 개발 등의 방식을 선택함으로써 개발 기관간 중복 투자를 방



〈그림 1〉 고도화 계획 추진 체계



〈그림 2〉 고도화 과제 선정 절차



〈그림 3〉 고도화 과제 평가 절차

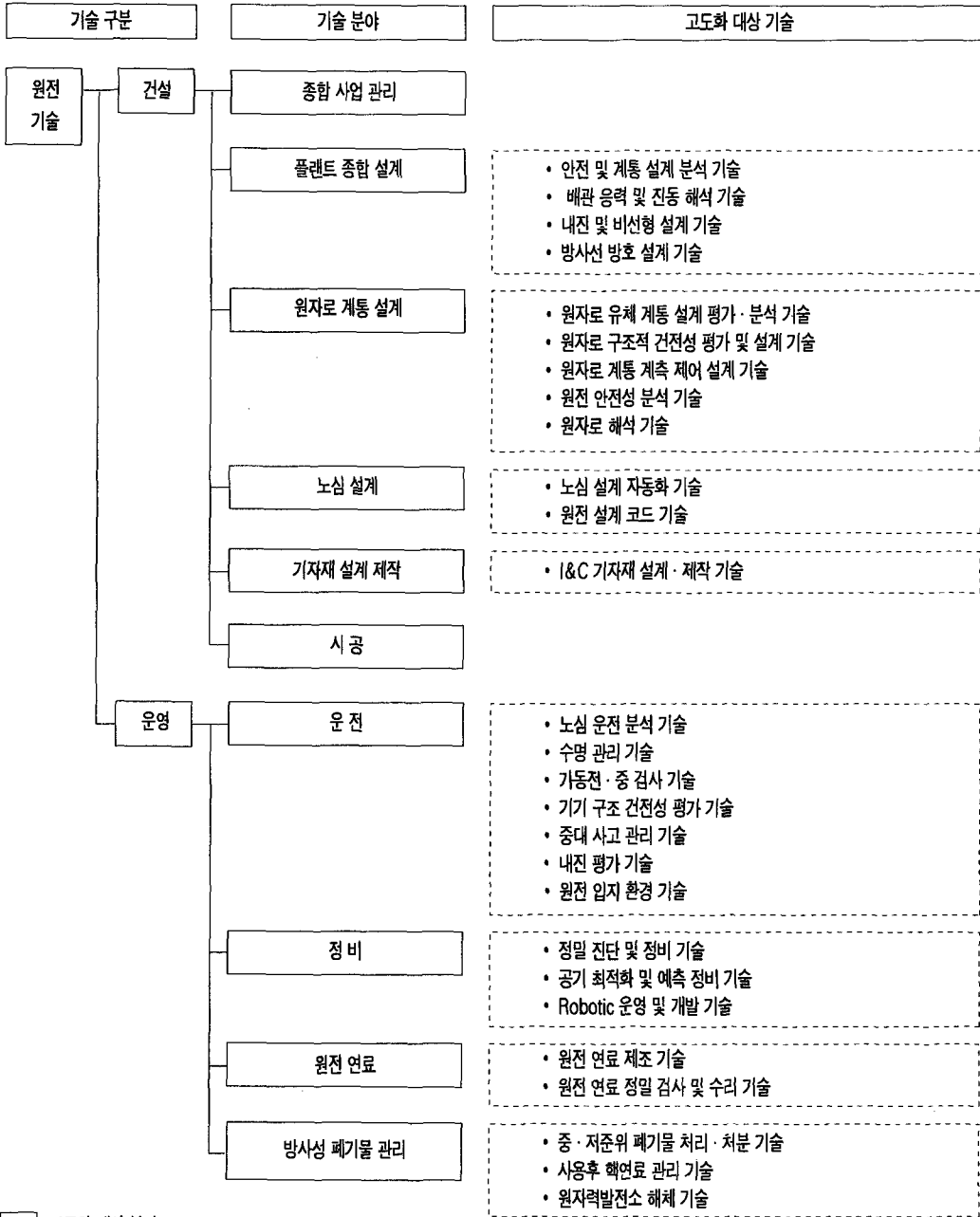
지고 협력을 활성화하여 개발 결과의 활용도를 극대화할 수 있도록 할 것이다.


4. 기술 개발 과제 선정 및 평가

동 계획은 원전 산업 발전에 전략

적 가치가 있는 기술 및 기술 수준 향상에 직결되는 핵심 기술을 중심으로 개발하되, 기술 개발과 동시에 산업에 활용될 수 있도록 실용화에 우선 순위를 둘 방침이다.

특히 기자재 국산화에 있어서는 원



 고도화 대상 분야

(그림 4) 고도화 대상 기술

원전 기술의 저변 확대를 위해 충분한 기술력과 전문성을 갖추고 있는 중소기업에 기술 개발 과제를 과감히 위탁하여 추진할 계획이다.

기술 개발의 효율성을 제고하기 위해 각 사의 내부 과제 심의 단계를 축소하고 실질적인 심사가 될 수 있도록 과제 계획서 작성을 내실화할 계획이다.

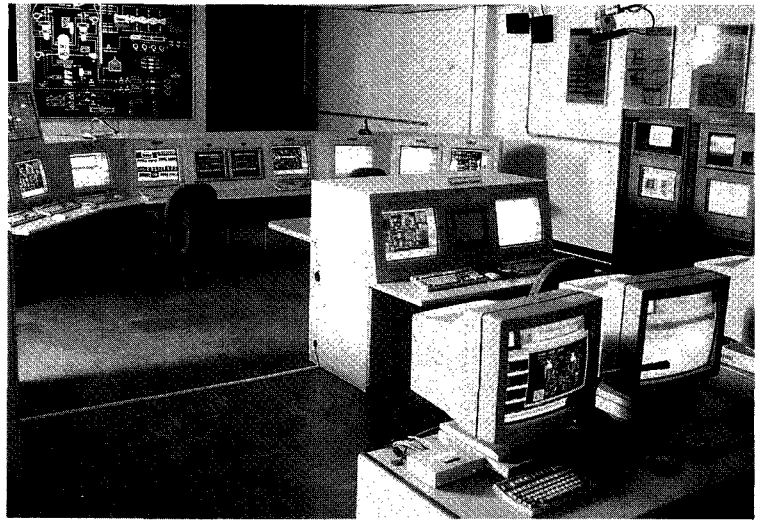
평가에 있어서는 원전 건설, 원전 운영, 폐기물 관리 분야로 나누어 매년 해당 기술 전문가를 중심으로 「원전기술고도화 전문평가단」을 구성하여 평가를 주관하게 될 것이다.

매년도 기술 개발 성취도를 각 사에 공식 통보하여 차기 연도 과제 제안·평가시 반영할 계획이며, 원전 기술 개발 성과의 확산을 위해 매년 「원전기술고도화 워크숍」을 개최하여 기술 개발 결과를 발표하는 자리를 마련할 것이다.

5. 투자 계획

원전 기술 고도화 계획에는 8년간 4,987억원이 소요되는데, 원전 건설 및 운영 분야에 약 3,547억원, 방사성 폐기물 관리 분야에 약 1,440억원이 각각 투입될 예정이다.

총예산 중 640억원은 정부 예산으로 확보할 계획이며, 한국전력공사를 비롯한 각 기관은 자체 기술 개발비에서 충당하게 될 것이므로 매년도 사업 계획 수립시 예산에 반영할 계획이다. 특히 방사성 폐기물 관리 기



「원전 기술 고도화 계획」은 95년에 성공적으로 마무리된 원전 건설 기술 자립 계획을 발전적으로 계승하고, 기존 산업체 주도 원자력 연구 개발 계획을 근본적으로 개편하여 '2006년까지 원전 건설 및 운영 분야의 핵심 기술 개발을 통하여 국제 경쟁력 있는 독자 기술 능력 확보'라는 최종 목표에 분야별 핵심 기술을 중심으로 「원전 계측 제어 설비 국산화」, 「원전 설계 코드(전산 프로그램) 국산화」 등 27개 대과제를 선정하여 2006년까지 8년간 약 5,000억원을 투입할 계획이다.

술 개발은 원전사후처리충당금을 활용하게 될 것이다.

현재 진행중인 전력 산업 구조 개편 결과에 따라 원자력 사업 체제가 개편될 경우 이에 따른 재원 조달 방안을 재수립할 계획이다.

결 론

지난 3월 원전 기술 고도화 계획이 산업자원부 계획으로 확정된 직후 한국전력공사를 중심으로 세부 실천 계획 수립을 위한 작업에 착수한 상태이며, 조만간 「원전기술고도화 추진협의회」가 구성되어 사업 관리 지침과 종합 실천 계획을 심의·확정할 것이다.

이렇게 되면 금년 9월중 2000년 수행 대상 과제의 선정 절차를 시작으로 새로운 체제에 근거한 본격적인

사업 시행에 착수하게 될 것이다.

원자력 산업을 둘러싼 국내외 여건이 규제 완화, 경쟁 체제 도입, 민간 주도 등으로 변화하고 있는 추세를 볼 때, 금번 계획은 국가 주도로 원전 기술 능력 향상을 꾀하는 마지막 기회이며, 우리가 명실 상부한 원전 기술 선진국 및 수출국으로 부상하기 위해서는 반드시 거쳐야 할 시험대인 것이다.

과거 선진 기술을 도입하기 위해 많은 노력을 기울였고 결국 표준 원전 설계 기술의 95%를 자립하는 데 성공했지만, 이제는 복제 기술이 아닌 핵심 기술의 독자적 운영 능력 확보라는 한 차원 높은 목표를 향해 총력을 경주해야 할 시점에 와 있다.

원자력계의 역량을 다시 한번 과시할 수 있기를 기대한다. ☎