

資源의 有限性과 原子力發電事業

자원의 유한성을 어떻게 극복해 나갈 것인가는 우리의 생존과 직결되는 중요한 문제다. 기술개발과 경제성 측면에서 우리가 선택할 수 있는 가장 현실적인 대체에너지는 원자력이다. 또 핵연료인 우라늄은 전세계적으로 고르게 분포되어 있는데 단위열량이 높으며, 환경오염이 극히 적고, 에너지원 중 발전원가가 가장 싸다는 점 등에서 원자력선택은 불가피하다. 에너지분야에서 가장 중요한 문제는 원자력기술자립이며, 오는 95년까지 95%의 기술자립을 이룩하며, 앞으로 원자력사업은 철저한 공개와 개방을 통해 국민의 이해바탕 위에서 추진해 나가야 할 것이다. 이 글은 지난 6월24일 서울대학교 호암교수회관에서 열린 한국자원경제학회 학술대회에서 안병화 한국전력공사 사장이 자원과 원자력발전을 주제로 강연한 내용이다.



안 병 화
한국전력공사 사장

늘날 세계는 동서냉전체제의
붕괴로 대규모 전쟁의 위협
이 사라지게 됨에 따라 세계적인

관심사는 인류생존의 가장 기초적인 자원인 식량과 에너지문제로 쏟아지고 있습니다. 그 중에서도 에너

자지원은 인류의 문명생활을 가능케 하는 중요한 요소라 할 수 있을 것입니다.

이러한 에너지의 수요는 인류문명의 발달과 함께 폭발적으로 늘어나 지난 100년간 사용한 에너지량은 선사시대 이후 인류가 사용한 전에너지량과 맞먹는 양이며 향후에도 에너지수요는 계속 증가할 것입니다.

에너지자원의 유한성

세계의 주요 에너지수요는 90년을 기준으로 석유와 천연가스가 전체 에너지소비량의 약 60%를 차지하고 있으며, 석탄이 30% 정도, 나머지 10%는 원자력과 수력이 담당하고 있으나 70년대 두차례의 석유파동으로 인한 고유가시대를 거치면서 유가의 상승으로 인한 에너지원간의 가격경쟁이 본격화되고 있으며, 한편으로는 석유에 대신할 수 있는 대체에너지개발도 추진되어 그 성과가 기대되고 있습니다.

대체에너지의 개발은 단기간 내에 개발이 불확실하고 또 개발이 되더라도 경제성 측면에서 실용화 전망이 불투명하며, 특히 전력공급과 같은 대규모의 에너지원으로 활용하기에는 많은 시간이 필요할 것으로 보입니다.

결국 앞으로의 에너지공급은 상당기간 동안 석유, 석탄 등 화석연료에 의존할 수 밖에 없는 실정입니다.

그러나 지금까지 확인된 세계의 에너지자원 매장량은 석유가 1조16억배럴로 앞으로 46년간 사용할 수

있으며, 석탄이 1조787억톤으로 174년간 사용할 수 있고, 천연가스는 204조입방미터로 54년분, 우라늄이 270만톤으로 62년분이 남아 있어 머지않은 장래에 자원부족현상이 나타날 것으로 예측되고 있습니다.

또한 에너지자원이 점차 고갈되어 간다는 위기의식과 함께 부존자원이 일부 지역에 편중되어 있어 자원 내셔널리즘에 의한 자원의 무기화가 우려되고 있는 실정입니다.

따라서 앞으로의 지속적인 경제발전과 보다 편리한 생활을 영위해 나가기 위해서는 어떻게 해야만 자원의 유한성을 극복할 수 있을 것인가가 바로 우리의 생존과 직접 관계되는 중요한 문제이며, 이는 여기에 계신 자원경제분야 전문이 뿐만 아니라 우리 모두가 함께 풀어나가야 할 것이라고 봅니다.

원자력선택의 불가피성

여러분들도 잘 알고 계시다시피 우리나라 부존자원은 소량의 수력자원과 저질의 무연탄이 있을 뿐으로 매우 빈약한 상태입니다.

그나마 수력은 이미 경제성 측면에서 개발가능한 용량은 거의 다 개발을 한 상태이고 나머지는 경제성이 낮아 다목적댐 또는 소수력으로 개발은 가능하지만 전체 에너지 수요에 대한 기여는 기대하기 어려운 실정입니다.

무연탄도 국내 에너지자원으로서는 유일하다고 할 수 있으나, 매장량이 약 6억톤으로 앞으로 약 30년간 사용 가능하지만 열량이 낮고

심층채굴로 인하여 경제성이 급격히 하락하고 있습니다.

이와 같이 국내 부존자원의 에너지자급도는 낮아지고 있으나 경제발전과 생활수준의 향상으로 에너지수요는 급증하고 있어 에너지의 해외의존도는 71년도 50% 수준에서 금년에는 90%를 넘을 것으로 추정됩니다.

이러한 국내 부존자원의 빈약과 해외의존도 증가는 자원민족주의 등으로 인한 국제 에너지시장의 불안정 추세로 볼 때 심각한 문제가 아닐 수 없습니다.

한편으로 세계 에너지수요의 급증에 따른 화석연료의 사용증가는 지구온실화와 산성비문제 등 심각한 환경오염을 유발하게 되어 지구환경보전에 대한 국제적인 여론이 고조되고 있습니다.

20년전 유엔의 인간환경선언문에서 각종 폐기물과 공해물질로 인한 지구환경파괴에 대한 경고로 시작된 환경问题是 로마클럽의 경제성장한계주장을 거쳐 87년 몬트리올의정서 채택과 89년의 해이그 환경선언에 이어 최근에는 브라질의 리우데자네이루 국제회의에서 지구온실화방지를 위한 합의서가 채택됨으로써 탄산가스 등 화석연료배출 가스에 대한 국제공동규제가 강화되고 있습니다.

이에 따라 앞으로는 화석연료의 사용억제가 불가피하게 됨에 따라 현재까지 기술개발로 보나 경제성으로 보나 가장 현실적인 대체에너지로서 원자력을 생각할 수 있습니다.

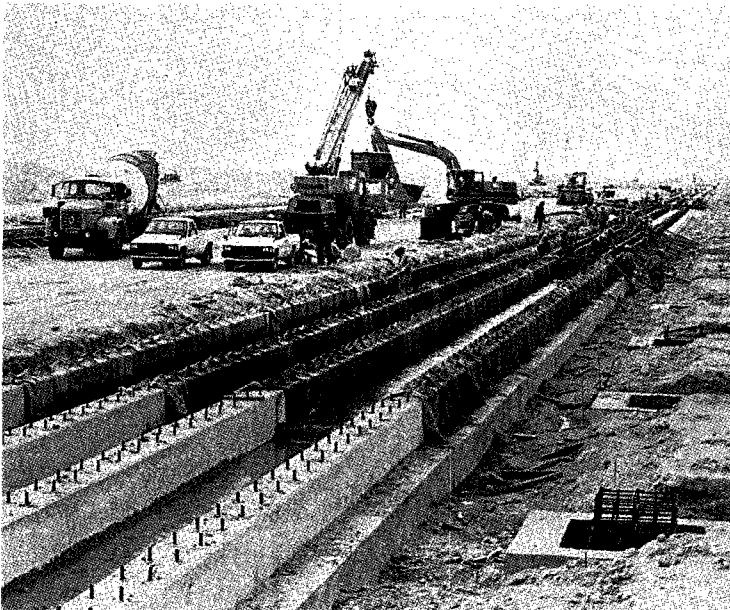
원자력은 우선 핵연료의 매장량

과 단위열량이 높아 공급이 안정될 수 있다는 장점이 있습니다. 핵연료인 우라늄은 화석연료에 비해서 비교적 전세계에 고르게 분포되어 있을 뿐만 아니라, 실제로 100만 kW급 원자력발전소의 연간 연료소비량도 유연탄의 만분의 1 정도로서 소량의 연료로 장기간의 발전이 가능하며 운반 및 비축이 용이 하므로 단기적으로 국제에너지시장 불안정시는 물론 자원내셔널리즘에도 대응할 수 있다고 봅니다. 이 점에 대해서는 걸프전 당시 원자력발전비중이 높다는 것 때문에 국내 에너지수급안정에 크게 기여했다는 주장이 상당한 설득력을 가지고 있었던 것입니다.

또한 우라늄원광의 값이 연료비에서 차지하는 비중이 적은 기술집약형 에너지로서 기술자립정도에 따라 준국산에너지화가 가능하며 고속증식로 등 자원의 이용효율을 획기적으로 고도화할 수 있는 기술을 실용화할 수 있는 시기가 올 경우에는 현재의 우라늄매장량 270만 톤으로 3,700여년 동안 사용할 수 있어 자원의 유한성을 극복할 수 있는 장점도 있습니다.

둘째로 원자력은 환경오염가능성이 극히 적다는 점입니다. 원자력은 화석연료사용시 배출되는 황산화물, 질산화물, 탄산가스 등 지구환경 오염물질 배출이 없어서 지구온실화나 산성비 등과는 무관한 에너지라고 할 수 있습니다.

문제는 가동시에 발생하는 폐기물인데 100만kW급 원전 1기를 1년간 가동할 경우 발생하는 폐기물은 약 525톤 정도이며 이를 해결할



수 있는 기술과 방법도 개발되어 있어 동일 용량의 석탄화력이 1년에 약 40만톤의 폐기물이 발생되는 것에 비한다면 환경문제에 있어서는 타연료보다 절대적으로 유리하다고 하겠습니다.

세번째로 원자력은 경제성 측면에서도 타에너지원에 비하여 유리하다고 하겠습니다. 원자력발전소는 초기 투자비부담이 크다는 점이 있기는 하지만 연료비 부담이 적어 수명기간중 발전원가가 타에너지원에 비해 저렴한 수준입니다.

따라서 값싼 전기의 안정적 공급이 가능하여 국내 산업의 국제경쟁력제고와 국가경제발전에 이바지하고 있습니다.

네번째 원자력은 첨단과학기술이 집약된 기술의존형 고부가가치산업으로서 기술파급을 통하여 국내 산업기술수준향상의 촉진제가 되고 있다는 점입니다.

70년대 고리 1호기를 시작으로 원전건설참여를 통하여 축적되었던 용접, 기계설치, 시스템기술 등은 우리나라 중전기, 플랜트건설과 조선, 항공분야 등 국내 모든 산업분야의 기술향상에 견인차 역할을 해 왔다고 할 수 있습니다.

또한 원전건설추진시 장기적인 기술자립계획에 따라 적극적인 기술발전을 통하여 기자재 국산화를 추진한 결과 고리 1, 2호기 건설당시에는 기자재 국산화율이 10% 수준에도 미치지 못하였으나 영광과 울진 1, 2호기 건설시에는 40% 수준으로 끌어 올렸으며 현재 건설중인 영광 3, 4호기는 74%까지 향상시켜 국내 기간산업의 활성화와 관련산업기술의 선진화에 크게 기여했다고 하겠습니다.

한편으로는 1972년 고리 1호기 건설착수와 함께 국내 최초로 본격적인 품질보증제도를 도입하여 84

년도에는 원자력품질보증규정을 제정하는 등 체계적인 품질보증체제를 확립함으로써 원전건설을 통한 관련업체들의 품질관리능력향상과 국제적인 신뢰도를 획득하여 국내 기업의 해외시장 진출여건조성에 기여했다고 할 수 있습니다.

최근 로마클럽에서도 날로 어려워지고 있는 국제에너지수급에 대응하고 특히 지구촌환경문제에 능동적으로 대처하기 위해 원자력에 대한 긍정적인 견의를 하고 있습니다만 결국 국내부존자원이 빈약한 우리가 불안한 국제에너지환경을 극복하고 지구환경오염 규제강화에 대응하기 위해서는 현실적으로 원자력의 선택이 불가피하다고 하겠습니다.

원자력사업의 추진여건

국내외 원자력사업의 추진동향을 보면 현재 세계 25개국에서 426기, 3억4,341만kW의 원자력발전소가 가동중에 있으며, 전세계 총발전량의 17%를 담당하고 있습니다.

최근 몇년간 우리나라를 비롯한 日本, 프랑스 등 몇 나라에서만 신규 원자력사업을 추진하고 있어 세계의 원자력발전사업은 일시적인 침체현상을 보이고 있습니다.

이러한 침체는 미국의 TMI원전 사고나 舊소련의 체르노빌원전사고도 크게 한몫을 하였습니다. 하지만 이에 대한 근본원인을 심층 분석해 보면 원전의 사고 위험성이나 방사성폐기물의 처분문제 등에만 있는 것이 아님을 쉽게 알 수 있습니다.

지난 몇년간 미국을 비롯한 주요 원전보유국들이 신규 원전사업을 활발하게 추진하지 않았던 것은 사실입니다. 하지만 이들 국가에서는 신규 수화력발전소의 건설도 적극적으로 추진하지 않았습니다.

다시 말해서 이들 국가는 지금까지 전력공급에 별 문제가 없을 만큼 충분한 전력설비가 확보되어 있었기 때문에 원자력을 비롯한 모든 신규 전력설비를 새로이 건설할 필요가 없었던 것입니다.

그러나 앞으로 수년 후면 전력공급의 어려움이 예상되어 미국, 캐나다, 중남미국가들은 환경문제와 전력난을 동시에 해결하기 위해 원자력발전사업을 지속적으로 추진해 나갈 전망입니다.

특히 일본은 2010년까지 40기의 원전을 추가로 건설할 계획이며, 중국은 2000년까지 600만kW의 원자력발전설비확보를 목표로 하고 있는 등 매우 의욕적인 원자력발전 사업을 추진중에 있습니다.

또 국민투표를 거쳐 원자력발전 소폐쇄를 결정했던 스웨덴도 최근에 폐쇄방침을 철회하였습니다.

한편 우리나라는 고리 1호기 착공 이후 20년 이상의 원자력발전소 건설, 운영경험을 축적하여 있으며, 짧은 기간이지만 비교적 괄목 할 만한 성과를 거두어 왔습니다.

원자력에 대한 인력양성과 기술적 특성의 이해에 주력했던 원전도입의 초기단계에서는 고리 1, 2호기와 월성 1호기를 턴키방식으로 추진하였으나 고리 3, 4호기와 영광 1, 2호기부터는 한전이 종합사업관리를 주도하고 전체공정과 성

능까지 책임지는 넌턴키방식으로 건설함으로써 사업관리능력의 향상은 물론 국내 산업계의 참여폭과 국산화율도 증대시키는 등 많은 성장을 하였습니다.

현재는 총 9기 762만kW의 원자력발전설비가 가동중이고 전체 발전량의 약 50%를 원자력이 담당함으로써 우리나라가 원자력사업을 시작한지 불과 20여년 만에 세계 25개의 원자력보유국 중 10위권으로 부상하였습니다.

이를 바탕으로 영광 3, 4호기는 우리의 기술자립의지를 대내외에 강력히 나타내는 국내업체주도형, 외국업체하도급개념의 계약방식으로 추진하게 되었고, 별도의 기술도입계약을 체결하여 핵심기술도입에 박차를 가하고 있으며 지금까지의 기술훈련개념에서 탈피하여 사업수행에 공동참여하거나 공동설계방식을 채택함으로써 핵심기술을 보다 내실있게 습득할 수 있도록 하였습니다.

이를 기반으로 하여 2006년까지 울진 3, 4호기 등 총 18기 1,620만 kW를 추가로 건설할 계획입니다만 원자력사업을 추진하는 과정에서 겪어야 하는 어려움도 적지 않습니다.

우선 원자력발전소 건설사업은 100만kW급 1기에 1조5천억원 이상의 막대한 투자비가 소요되고 건설기간이 10년 가까이 걸리기 때문에 투자비회수에 장기간이 소요되어 대규모 전원개발사업을 추진해야 하는 한국전력공사로서는 앞으로 이러한 재원조달문제를 어떻게 해결해 나가야 할 것인가가 현안문제로 대두되고 있습니다.

또한 안전성문제에 있어서도 현재 입증된 기술과 철저한 품질보증을 통하여 안전성을 최우선으로 원전을 건설, 운영하고 있으나 방사선위험으로부터 국민을 보호한다는 차원에서 원전의 특성으로 인해 일어날 가능성이 회박한 상황까지도 대비해야 한다는 점과 국민들이 가



지고 있는 원자력발전소의 안전성과 운영능력에 대한 막연한 불안감도 앞으로 해결해 나가야 할 과제라 하겠습니다.

다음으로는 원자력에 대한 국민의 이해문제입니다. 이는 물론 미국의 TMI 사고나 舊소련의 체르노빌사고에 기인한 점도 있으나 그보다는 국내 원자력발전소의 가동기수증가에 따른 국민들의 관심이 높아지고 반원전세력이 원자력발전소운영에 대한 불안감을 조성시킨 데도 큰 원인이 있다고 하겠습니다.

최근의 민주화, 지방화와 국민의 권리의식증대 등으로 인한 원자력발전소 주변지역주민들의 보상문제와 관련한 집단시위와 불확실한 방사선피해주장의 빈발, 그리고 환경주의자의 원자력과 원자탄의 고의적인 혼동유도 등도 반대분위기 확산에 일조를 하고 있습니다.

이러한 사회적 분위기로 말미암아 방사성폐기물처리장 건설사업이 지연되고 있고, 심각한 정도는 아니지만 직접, 간접으로 이유가 될 만한 사연이 있을 때마다 원전건설과 관련한 반대시위가 발생하고 있으며, 일부이기는 하지만 대규모 원전건설사업의 경제성에 대한 논란도 있어 앞으로의 원자력발전소 건설과 운영에 커다란 장애요인으로 작용하고 있습니다.

또한 우리나라 에너지현실에 비추어 원자력에 대한 규제와 육성에 대한 정부의 지원정책도 일관성이 유지되어야 할 것으로 생각됩니다.

향후 추진방향

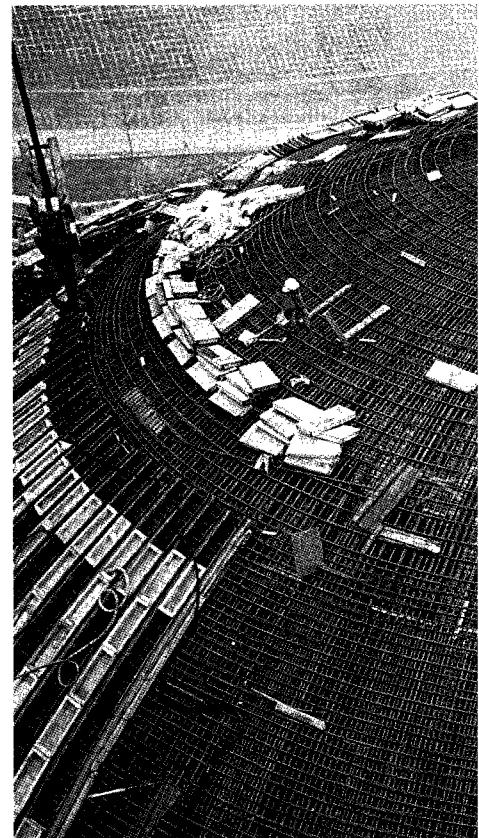
오늘날 기술의 국제경쟁시대를 맞이하여 군사우방은 있어도 기술우방은 없다고 하며 동서냉전시대가 끝나고 기술냉전시대가 시작되었다고도 하고 있습니다. 이는 선진국의 기술보호정책이 더욱 강화될 것을 단적으로 표현해 주고 있으며 앞으로 우리가 무엇을 해야 될 것인지를 분명하게 제시해 주고 있습니다.

에너지분야에서 우리에게 지금 가장 중요한 문제는 원자력기술자립입니다. 원자력발전에 필요한 기술을 해외에 의존할 경우에는 자칫 공급국의 정치적, 경제적 이유로 수급불안가능성을 배제할 수 없기 때문에 국가에너지안보를 위해서도 원자력기술자립은 반드시 달성해야 한다고 생각합니다.

91년말 현재 우리의 기술자립도는 88.2%이나 95년까지는 95%의 기술자립도를 달성할 계획입니다. 이를 위해서는 먼저 본격적으로 원전기술도입이 추진되고 있는 영광 3, 4호기 사업과 이를 참조로 하여 건설되는 울진 3, 4호기 사업경험을 바탕으로 점차적인 개량, 개선을 통한 한국형 표준원전을 개발하는 것이며, 더 나아가 차세대원자로도 개발해야 할 것입니다.

이는 기존 경수로원전에 대한 기술자립이 상당 수준 이루어졌고, 보다 안전하고 경제적인 원자로의 자력설계가 가능하다는 판단에서 G7 프로젝트의 일환으로 추진하고 있으며, 2001년까지 기술개발을 완료하고 2007년에는 상용화를 목표로 하고 있습니다.

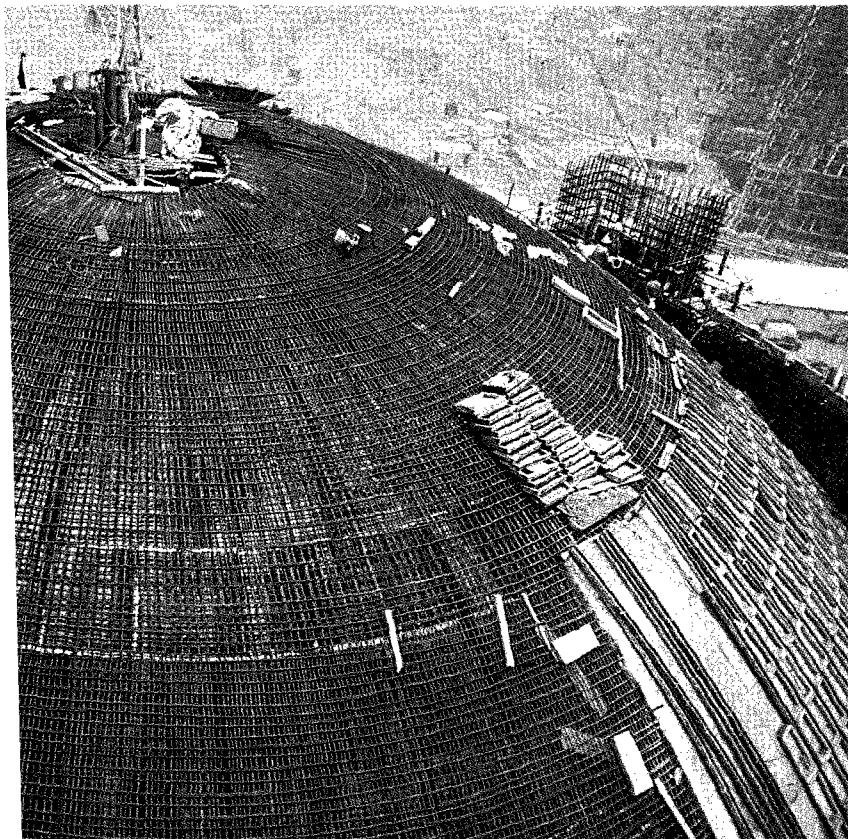
차세대원자로의 개발목표는 가동



률을 87%까지 끌어 올리고 수명을 60년으로 늘리며 원자로 노심의 손상확률을 연 10만분의 1 이하로 유지하는 등 경제성과 안전성을 획기적으로 개선하는 것입니다.

핵연료주기기술은 중요한 연구대상이나 국제적으로 민감한 문제이고 한반도 비핵화선언과 국제협력의 기초 위에서 신중히 검토되어야 하며 앞으로도 관심을 가져나가야 할 것으로 전망됩니다.

차세대원자로개발을 비롯한 고속증식로연구, 폐로기술, 방사성폐기물처분기술 등 원자력의 핵심기술이라 할 수 있는 34개 과제연구를 위하여 향후 10년동안 약 2조원을



투입한다는 대단히 의욕적이고 미래지향적인 원자력연구개발중장기 계획을 수립, 추진하게 되었으며 한전은 그 중 절반 이상을 투자할 예정입니다.

다음으로 이러한 국가적인 사업을 성공적으로 수행해 나가기 위해 서는 국민의 이해를 바탕으로 한 국민적 합의가 선행되어야 할 것입니다. 아무리 원자력사업이 중요하다고 해도 국민이 반대하면 추진해 나갈 수가 없는 것이기 때문입니다. 이를 위해 원자력사업의 철저한 공개와 개방을 통하여 안전성과 효율성에 대한 국민의 올바른 인식을 정착시켜 나갈 것입니다.

원자력사업의 추진과정에서 공개 설명회를 주기적으로 개최하고 자료, 정보, 정책과 시설을 누구에게나 접근이 용이하도록 하여 국민적 지지기반을 확충해 나갈 것이며 이의 일환으로 지난 4월에 한국원자력문화재단을 설립하기도 하였습니다.

이와 더불어 국가정책차원에서도 원자력발전소의 건설과 운영에 대한 통합인허가제도를 도입하여 원자력발전의 경제성증진에 기여할 수 있도록 하는 등 원자력사업의 기술선진화를 위한 새로운 정책을 개발하여 시행토록 하여야 할 것입니다.

무엇보다도 먼저 원자력발전소에서 발생하는 방사성폐기물의 안전한 관리를 위하여 국가종합관리시설이 적기에 가동될 수 있도록 해야 할 것입니다. 원자력발전소 운영자로서는 국가종합관리시설의 가동이 지연될 경우에 대비하여 원전 부지내에 임시 저장할 수 있도록 만전을 기하고는 있으나, 조속히 부지선정문제가 해결되어 당초 계획대로 95년말에 중저준위 폐기물 저장시설이 그리고 97년말에는 사용후 핵연료저장시설이 가동에 들어갈 수 있도록 함께 노력해 나가야 할 것입니다.

원자력을 추진하기 위해서는 이에 관련된 관, 산, 학, 연의 유기적인 협조체계를 구축하여 범국가적인 차원에서 추진하는 것이 매우 중요하며 특히 학계의 역할이 무엇보다 중요하다고 하겠습니다. 한편으로는 원자력분야 기술인력의 확보, 저변확대 및 국민이해 증진에 중추적이고 절대적인 역할을 담당해야 할 것입니다.

인류의 생존에 필수불가결한 에너지의 유한성을 극복하기 위하여 끊임없는 노력과 연구가 이루어져야 할 것이며, 보다 빨리 경제적으로 에너지를 확보하는 나라가 다른 나라보다 잘 사는 나라가 되는 핵심요소라고 생각되며 이 자리에 계신 모든 분들이 바로 이 문제를 해결하는데 기여하셔야 할 것입니다.

오늘 우리에게 주어진 시대적 임무와 국가, 사회로부터의 요구를 서로 돋고 지혜를 모아 지름길을 찾아 보도록 해야 하겠습니다. 감사합니다.■