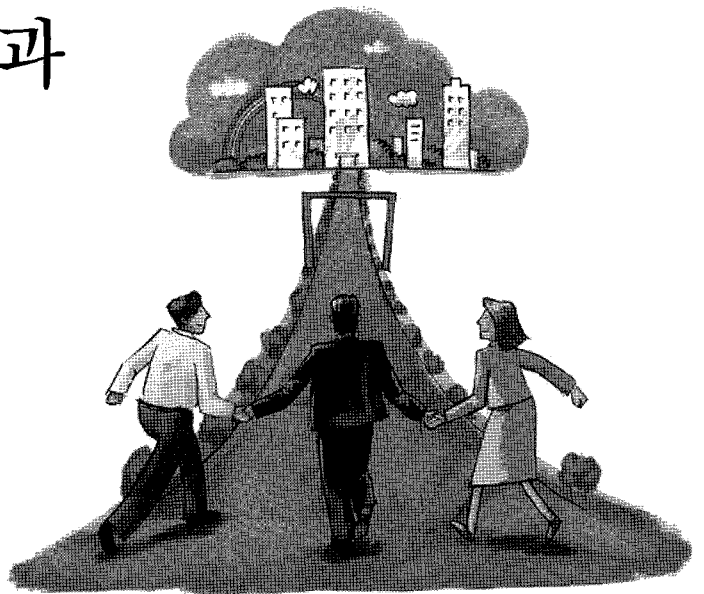


원전(原電)사업 동향과 해외진출 전망

이명기 | 한국수력원자력(주) 해외사업처 사업팀장



1. 世界 原子力産業 動向

1-1. 原電産業의 發展과 沈滯

1970년대 두차례의 석유파동을 거치면서 세계 각국은 석유 대체에너지 개발의 필요성을 인식하고 에너지원의 다원화 체계를 구성하게 되었으며 이에 따라 세계적으로 매년 30여기의 원전건설이 착수되어 원자력발전의 전성기를 구가 하였다.

그러나 1980년대 들어서면서 대부분의 선진국들은 에너지 다소비 산업을 개발 도상국에 이관 함으로써 전력수요 증가 둔화를 맞게 되어 발전소 건설 중지 또는 연기하게 되었으며 이로 인해 원전산업도 침체기를 맞이하게 되었다.

또한 79년에 발생한 미국 TMI 원전사고와 86년에 발생한 체르노빌 원전사고로 인해 원전 안전성에 대한 사회적 신뢰를 크게 저하 시킴으로서 원전산업의 침체를 부추키는 결과를 초래하였고 이로 인해 그때까지 원전개발을 지속적으로 추진하던 스웨덴, 오스트리아, 이탈리아, 덴마크 같은 유럽국가에서는

국민투표 등에 의해 원전정책을 축소 수정하거나 원전개발을 중지 또는 보류하게 되었다

1990년대 들어서면서 온실효과와 산성비 등 화석연료 사용에 따른 환경문제가 제기됨에 따라 원자력발전에 대한 새로운 인식을 갖기 시작 했지만 이미 확산된 원전 안전성에 대한 불안으로 원전건설 추진에는 많은 시간과 노력이 요구되었다

1-2. 原電産業 體制 變化

1980년대부터 시작된 서방 선진국가에서의 원전 시장 침체와는 달리 당시 급속한 경제성장을 이룩하고 있는 開發途上國家들은 팽창하는 전력수요에 대처하기 위해 대용량의 전력을 공급할 수 있는 원전 건설을 본격적으로 검토하여 왔다.

특히 한국, 일본, 프랑스 등 부존자원이 절대적으로 부족하여 산업발전에 필요한 에너지를 대부분 해외수입에 의존할 수 밖에 없는 이들 국가는 일찍



이 원전을 도입하여 지속적인 기술개발과 건설추진으로 선진국으로부터 도입된 기술을 자립하고 독자 노형을 개발하는 등 원전산업 전반이 활성화 된 반면에 서방 선진국들은 세계적인 원전사업 침체 등의 영향으로 자국의 기술개발이 침체되고 생산설비들도 가동이 중단되고 이들중 상당부분은 80년대 및 90년대에 원전을 적극적으로 추진한 한국, 일본, 등으로 이전되었다.

따라서 70년대까지 서방 선진국이 독점적으로 추진해 오던 원전사업은 현재에는 핵심기술을 확보하고 있는 선진국과 원전사업을 계속 추진해 온 한국, 일본 등이 공동으로 참여하는 형태로 그 산업구조가 개편되었다.

1-3. 原電産業 르네상스 再到來

80년대 이후 원전산업 침체로 화석연료 중심의 에너지 공급체계가 구성되고 이로 인한 지구 온난화 가속, 지구상 에너지 매장 편중 등으로 많은 문제점이 제기됨에 따라 원전에 대한 인식이 재평가 되고 있어 세계 전력시장은 다음 몇 가지 이유로 원자력 발전소의 선택이 불가피 한 것으로 보인다.

첫째 기후변화협약 발효로 지구 온난화의 주범인 이산화탄소 등을 발생하는 화석연료 사용은 제한이 불가피함에 따라 화력발전소의 신규건설은 물론 기존발전소의 단계적 폐쇄가 불가피하고 발전소를 운영을 하더라도 탄소세 부과 등으로 발전원가가 계속 높아질 전망이며 또한 대체전원으로 세계 각국이 기술개발 등 집중적인 투자를 하고 있는 신재생에너지를 고려 할 수도 있으나 경제성 측면이나 기술적 측면에서 대용량 확보에는 한계가 있다.

둘째 세계 에너지 매장의 편중 및 유한성으로 에너지 시장에서 수급 불균형이 심화되고 있고 이로

인한 에너지 가격은 급등하고 있으며 어느 시점이 지나면 돈이 있어도 구입할 수 없는 에너지 안보 위기가 도래될 수도 있다. 통계적으로는 현재 전 세계의 주요 에너지원인 석유의 가채년수는 약 40여년으로 예상하고 있지만 채굴조건이 계속 나빠지고 미국, 중국 등 대부분의 국가들이 자국의 중장기적인 에너지 확보를 위해 자국내 비축량 및 장기적 공급선 확보에 혈안이 되고 있어 멀지 않은 장래에 위기가 도래될 가능성이 크다.

셋째 세계 전력수요의 약 17%를 담당하고 있는 기존 원전들의 대부분이 70년대에서 80년대초에 걸쳐서 건설되어 수명의 한계를 맞고 있으며 수명연장 등 특별한 조치가 없는한 단계적 폐쇄가 불가피하여 이를 대신할 신규발전소 건설이 필요하다.

넷째 그 동안 원전산업의 침체에 일조를 해온 환경 운동가 등 반핵 단체들도 지구 온난화와 에너지 유한성 등의 현실적인 문제에서 문제점을 인식하고 원전에 대한 입장이 점차 변화되어가고 있다.

다섯째 세계 주요 원전 공급자들이 지속적인 기술개발로 안전성과 경제성을 대폭적으로 향상시킨 신규노형을 개발하고 상용화를 위해 적극적으로 노력하고 있어 지금까지 문제가 되어온 원전의 안전성에 대해 대부분의 국민이 신뢰 할 만한 수준의 안전한 원전들이 건설될 가능성이 커지고 있다.

따라서 이러한 배경을 바탕으로 세계 각국들은 신규 원전 건설을 활발히 검토하고 있고 금년 2월에 교토 의정서가 발효됨에 따라 원전 건설을 검토해온 대부분의 국가들이 신규원전 건설을 위한 중장기 계획 수립에 들어 갔고 특히 중국, 인도네시아, 베트남 등 아시아 국가들과 핀란드, 루마니아 등 유럽 국가들을 중심으로 원전 도입을 활발히 추진 중에 있어 향후 해외 원전시장은 새로운 르네상스 도래가 예상되고 있다.

특히 미국은 부시 행정부 출범과 더불어 신 에너지 정책을 발표하면서 원자력 발전의 불가피성을 인정하고 현재 운영중인 원전의 수명연장, 설비개선, 출력증강 등을 통한 원전 이용을 향상을 제고하는 한편, 2010년대 전반기에 신규원전의 상업운전을 목표로 정부 및 산업계가 공동으로 노력하고 있으며, 이에 동조하여 영국, 캐나다 등 원전 선진국을 비롯하여 유럽, 아시아 개발도상 국가에서도 원전 도입을 적극 추진하는 등 원전 위주의 에너지 정책이 검토되고 있다.

- 신규원전을 건설하고 있는 국가
 - 일본, 한국, 러시아, 중국, 대만, 인도, 이란, 핀란드, 루마니아, 파키스탄, 우크라이나
- 신규원전 건설계획이 수립된 국가
 - 미국(2010), 프랑스, 영국, 인도네시아, 베트남, 불가리아, 남아공
- 공사 중단된 원전 재개 추진 국가
 - 미국, 브라질, 아르헨티나,
- 신규원전 건설계획을 수립하고 있는 국가
 - 체코, 칠레, 이집트, 모로코, 스위스, 리투아니아, 벨루루시, 방글라데시, 폴란드
- 중·장기적으로 원전도입을 검토중인 국가
 - 이태리, 호주, 나이지리아, 카자흐스탄, 태국

따라서 현재 제반 여건상 당분간은 원자력발전에 의하여 당면한 에너지 문제를 해결할 수밖에 없기 때문에 세계 각국은 원전의 필요성에 대해 재평가 진행되고 있으며 특히 원전을 건설하여 운영하던 국가들 중에서 최초로 국민 투표에 의해 원전 운영을 중단하고 영구히 폐쇄키로 한 이태리도 더 이상 원전건설 없이는 에너지문제 해결이 어려움을 인식하고 현 수상(Mr. Silvio Berlusconi)은 2006년 총선

에서 승리하면 원전건설을 적극적으로 추진하겠다고 공언하고 있다.

2. 海外進出 展望

2-1. 國內 原電産業의 技術 現況

국내 원전산업은 1970년대 고리 1호기를 도입한 이래 변함없는 정부의 일관된 정책하에 지속적인 기술개발 및 원전 건설을 추진하여 현재 20기의 원전이 운영되면서 세계 6위의 원전 보유국으로 부상하였고, 부존자원이 없는 우리나라로서는 에너지 안보를 위하여 기술자립을 통하여 국산화가 가능한 원전을 지속적으로 건설할 계획을 갖고 있다.

그 동안 국내 원전사업을 추진하는 과정에서 장기적인 전략에 따라 원전 건설, 운영 전반에 대하여 기술자립을 달성하였고 이 과정에서 1000MW급 한국 표준형원전(OPR-1000)을 개발하고 반복건설을 통하여 경제성과 기술성을 제고함은 물론 이를 바탕으로 최신 기술과 안전성 경제성 측면에서 대폭적으로 강화된 1400MW급 차세대 원전 APR-1400을 개발하는 등 우수한 기술능력을 보유하게 되었다.

또한 1990년대 월성원전 2,3,4호기 건설을 통하여 700MW급 중수로 원전의 건설 및 운영 능력을 보유하게 됨으로서 노형이나 용량 측면에서 다양화된 기술능력을 보유하게 되었다.

우리나라는 탄탄한 내수 시장과 풍부한 건설 및 운영경험을 보유하고 있으며 경수로와 중수로 등 다양한 노형의 설계, 제작, 건설, 운영 기술을 보유하고 있을 뿐만 아니라 부단한 기술개발로 분야별 역할 분담을 통한 단일화된 원전산업 인프라가 구축되어 있다.



또한 우리의 강점은 무엇보다도 그 동안 국내 원전건설 분위기로 인하여 키워온 인적재원과 무형자산의 축적에 있다고 할 수 있다. 최근 신규원전 건설을 가장 적극적으로 추진하고 있는 美國 원자력계는 20여년 동안 원전을 건설하지 않은 후유증이 나타나고 있다. 작년 5월22일자 Wall Street Journal誌에서는 「美 원자력산업이 20여년의 절망 끝에 부활의 기미를 보이고 있으나, 원자력 기술자들이 은퇴할 시기가 다가오고 있으며, 오랫동안 침체에 있었기 때문에 엔지니어들을 충원하기에는 어려운 여건이다. NEI에 따르면 25% 내지 30%의 원자력 기술자들이 향후 4년 내 은퇴하게 되며, 이 같은 추세가 지속된다면 절반 정도의 인력들이 향후 10년 내지 15년 내에 은퇴하게 된다」고 밝히고 있다.

2-2. 르네상스 到來에 대비한 準備

우리나라는 자국의 전력수요 둔화 등 여러 가지 사유로 원전 건설을 중단한 선진국과는 달리 원전을 지속적으로 건설하여 기술을 계속적으로 발전시켜왔을 뿐만 아니라 국내사업과 해외사업을 연계하여 추진 할 수 있는 호기를 맞고 있다.

국내 원전산업을 통하여 구축된 좋은 Team-work 및 Know-how를 활용하여 공동설계, 공동구매, 공동제작을 통하여 경제성을 제고로 해외시장에서 우수한 경쟁력을 확보하고 있다.

또한 기술기반이 취약 했던 우리나라는 선진국으로부터 도입된 기술을 바탕으로 기술자립 및 국산화를 이룩한 세계 유일한 독자적인 원전 기술자립 프로그램을 보유하고 있어 원전 기술자립을 원전도입의 주요 정책과제로 고려중인 국가들에게는 우리가 진출 할 수 있는 좋은 장점이 될 수 있다.

해외 원전사업을 효율적으로 추진하기 위해 정부

및 국내 관련사와 공조체제를 강화하고 해외 협력사인 미국의 WEC와 캐나다 AECL사 등과도 협력을 강화하여 사업 진출이 예상되는 주요국가들에 대해서 서로의 장점을 활용하고 약점을 보완적으로 협력 함으로서 전략적인 사업개발을 추진을 준비하고 있다.

또한 원전도입을 준비 중인 주요국가들 중에는 재원조달이 주요한 문제로 제기됨에 따라 이를 해결하여 우리의 강점으로 활용하기 위해서 도입국 정부 관계당국과 긴밀한 협의를 통하여 인허가 Nuclear Liability, PA, Political, 장기전력구매계약 등의 원전사업의 특성상 주요한 Risk 등만 보장 된다면 자본투자 등 적극적인 사업개발을 추진할 예정이다

2-3. 추진중인 主要事業 現況

가. 中國 新規原電 事業

중국은 급증하는 전력수요에 대응코자 현재 670만kW의 원전 시설용량을 2020년까지 약 4,000만kW로 확충할 계획이다. 이에 따라 중국은 기존 원전 부지인 광둥(廣東)성 링아오(嶺澳)에 100만kW급 가압경수로 2기 및 저장(絕江)성 친산(秦山)에 60만kW급 가압경수로 2기 등 4기에 대해 기존 원전을 복제하여 건설하기로 하고 2004년 주요 기자재에 대한 입찰안내서를 발급하였다.

또한 광둥성 양장(陽江) 및 저장성 산면(三門) 등 신규 부지에는 신형원전(소위 3세대 원전) 4기를 일괄발주 방식으로 건설하기로 하고 외국공급사 선정을 위해 2004년 9월 입찰안내서를 발급한 바 있으며 2005년 하반기 최종 공급자를 선정할 계획이다. 이밖에도 산둥(山東)성, 랴오닝(遼寧)성, 푸지엔(福建)성 등에 신규원전을 추가 건설할 계획이다.

우리나라는 중국 신규원전사업 참여를 위해 정부

및 관련기관과 공동 진출 협력 체제를 구축하고 2004년 한중 정상회담, 경제장관 회의, 원자력공동위원회 등 정부간 협력채널을 통해 협력방안을 논의하였으며, 2004년 2월과 8월 2차례에 걸쳐 산업자원부 차관 등을 대표로 한 민간합동대표단 파견하였고, 2004년 3월에는 베이징 원자력 전람회 참여 및 원전기술 설명회를 개최하였다.

2004년 12월에는 한국수력원자력(주), 한국전력공사와 중국전력투자집단공사간에 협력협정을 체결함으로써 상호 협력채널을 구축하였으며, 최근 급증하는 원자력 분야 교류협력에 효과적으로 대응하고 중국 원전사업 참여를 적극 추진하기 위하여 베이징에 상주 전담인력을 파견하는 등 정부 및 민간 차원의 수주 활동을 적극 전개하고 있다.

2004년 12월 한국 산업자원부 장관과 중국 국방과학기술공업위원회 주임간 합의한 바에 따라 2005년 6월에는 서울에서 한중 원전기술 포럼을 개최하여 양국간 원전관련 기관들의 주요 인사들이 상호 실질적인 협력 기회를 갖게됨으로서 원전사업 진출의 좋은 기회가 될 전망이다

나. 秦山原電 運營技術支援 事業

진산 원전 1단계는 300MWe급 가압경수로 1기, 진산원전 2단계는 600MWe급 가압경수로 2기, 진산원전 3단계는 700MWe급 캐나다형 중수로 2기가 상업운전 중에 있다.

한수원(주)는 진산 1,2,3단계 원전들과 협력관계를 구축하고 건설, 운영분야에 많은 협력을 추진해 오고 있으며 특히 진산원전 3단계와는 2003년 6월에 체결된 기술지원협약에 따라 진산원전이 필요한 기술지원 사항이 발생할시 수시로 기술지원을 수행하고 있으며 2004년 5월부터 6월까지 진산원전 3단계 증기발생기 관막음을 위한 관련 기자재 공급

및 진산원전 직원의 현지 교육을 실시하는 등 기술자문을 수행하였다.

2004년 12월에는 진산원전 실무책임자들과 협력회의 통하여 연료관 교체 기술교류 등 4개 분야에 대한 기술지원 원칙을 협의하고 현재 계약체결을 위한 세부조건을 협의하고 있다.

다. 루마니아 原電事業

루마니아는 1970년대말 체르나보다 지역에 월성 원전과 동일노형인 중수로형 원전 5기 건설공사를 착수하였으나 1991년 재원문제로 2~5호기는 공사를 중단하고 1호기만 공사를 계속하여 1996년말부터 상업운전 중에 있고 2호기는 2000년초 AECL 등의 지원으로 공사를 재개하여 2007년초 준공을 목표로 진행 중에 있다.

현장 건설공정률 10~20% 상태에서 공사가 중단된 3~5호기에 대해서도 단계적으로 공사재개를 추진 중인데 이중에서도 특히 자국내 늘어나는 전력 수요 충족과 발칸반도 송전망 연결에 대비한 전력수출을 목표로 추진중인 3호기에 대해서 국가 장기 에너지계획에 의거 2011년 준공목표로 공사계획을 수립하고 있으며 정부내에 사업추진위원회를 발족하고 본격적으로 공사재개를 추진 중에 있다.

한수원(주)은 국내 원자력 산업계를 대표하여 월성원전 건설, 운영경험을 바탕으로 3호기 공사재개 사업, 1호기 운영 및 2호기 건설/시운전 기술지원 참여를 추진 중에 있다.

한수원(주)은 루마니아 산자부와 2001년 3월 체르나보다 원전사업 협력원칙에 대한 양해각서를 체결하여 협력기반을 구축한 데 이어 2002년 3월에는 한수원(주)과 루마니아 원자력공사(SNN)간 기술협력협정 및 1·2호기 기술지원협약(Technical Assistance Agreement)을 체결하여 사업 참여기반



을 확대해 나가고 있다.

또한 3호기 공사재개 사업참여를 위해 한수원(주)은 2003년 3월 SNN, AECL 및 Ansaldo와 공사재개 타당성조사를 공동으로 수행키로 하고 타당성 조사 공동수행에 대한 양해각서를 체결하였으며 2003년 3월부터 9월까지 기술성, 경제성 등 각 분야에 대해 1단계 타당성 조사를 수행하여 공사재개 필요성을 입증하였으며, 2003년 10월부터 재원조달 및 주요 계약체결을 위한 2단계 타당성 조사를 수행 중에 있다.

한수원은 현재 수행중인 타당성조사 결과에 따라 필요시 사업에 대한 Risk 등을 객관적으로 검토하여 적극적인 사업 참여를 추진할 예정이다

라. 베트남 原電事業

베트남은 최근 급속한 전력수요 증가 및 2015년 이후 화석연료 고갈에 대비하여 원전도입의 필요성을 인식하고 추진방안을 지속적으로 검토 중에 있다. 2001년 작성된 장기전력수급계획에 따르면 베트남은 2020년까지 1,200~4,000MW 규모의 원전을 도입할 계획이며 이에 따라 전력공사에서는 1,000MW급 원전 2기 건설을 위한 예비타당성조사(Pre-Feasibility Study)를 2001년 하반기부터 2003년 말까지 수행한 바 있다. 베트남 산업부는 예비타당성조사 결과보고서에 대해 2005년 중으로 총리실의 심의를 거친 후 의회의 승인을 요청할 계획이다.

한수원(주)은 이러한 베트남 원전사업 진출기반 구축을 위해 지속적인 협력활동을 수행 중에 있다. 2002년 12월부터 2003년 11월까지 베트남 원전도입 정책과제 및 기술자립방안 공동연구를 수행하고 2003년 12월 및 2004년 2월 하노이 및 원전건설 예정 지역인 닝투안에서 연구결과 발표회를 개최하

였다.

2004년 4월에는 산업부 차관을 대표로 하는 고위급 대표단 10명을 2004년 6월에는 산업부 장관 등을 우리나라에 초청하여 원자력발전소 및 관련시설을 방문케 함으로써 우리나라 원전기술의 우수성을 홍보하였다. 또한 2004년 5월에는 하노이에서 개최된 제1회 베트남 국제 원자력전람회에 국내업체와 공동으로 참여하여 한국관을 개설하고 한국원전기술의 우수성을 홍보하였다.

베트남측은 정부간 협력회의 등을 통해 원전도입을 위해 필요한 인력양성, 법규제정 등 인프라 구축에 우리나라의 지속적인 지원을 요청하고 있다. 이에 우리나라는 2004년 10월 베트남과 체결한 에너지분야 협력 양해각서를 통해 인력양성에 협력키로 하였으며 한수원(주)은 2005년부터 2007년까지 3년간 베트남 원자력 인력양성 지원을 위해 베트남측과 협력방안을 협의 중에 있다.

마. 인도네시아 原電事業

인도네시아는 2000년대 중반 최초 원전의 상업운전을 목표로 원전건설 타당성 조사를 수행하는 등 원전도입을 적극적으로 추진하여 왔으나 1997년말 발생한 금융위기로 최초 원전 도입 시기를 조정하여 2016년 최초 원전 상업운전 목표로 장기적인 원전도입 계획을 재추진하고 있으며 최초 원전건설 이후 2025년까지 5~7기의 신규원전을 추가 건설할 계획이 있어 향후 한국표준원전 사업진출에 잠재력이 큰 전략적인 국가로 전망되고 있다.

인도네시아 원자력청(BATAN)은 2003년 7월 한·인니 자원협력위원회에서 양국이 인도네시아 최초원전 도입을 위한 원전개발 공동연구를 추진할 것을 제안한 바 있으며 한수원(주)은 2004년초 인도네시아 원자력청과 인도네시아 최초 원전개발 사

표 1 _ 해외 원전사업 진출현황(1993~2004)

대상국가	사업기간	사업내용
중 국	1993.12~1996.12	광동원전 운영 및 정비기술 지원용역
중 국	1996. 1~1996. 2	진산원전 3단계 사업주 계약자문용역
중 국	1998. 5~1999. 6	진산원전 3단계 시운전요원 훈련 (76명)
중 국	1999. 4~2003.10	진산원전 3단계 건설/시운전 기술인력 지원용역
중 국	1999.11~2000. 2	진산원전 3단계 발전소 예비품 추천용역
중 국	2000. 6~2000. 7	진산원전 2단계 시뮬레이터 강사요원 훈련용역
중 국	2001. 2~2001. 3	진산원전 2단계 정비요원 훈련용역
중 국	2001. 3~2001. 4	진산원전 3단계 정비요원 OJT훈련용역
중 국	2001. 2~2001. 6	진산원전 3단계 핵연료관 시운전 필터공급계약
루마니아	2002. 5~2002. 5	체르나보다 2호기 공정관리 자문
중 국	2002. 7~2002. 7	진산원전 3단계 시운전 자문용역
중 국	2003. 8~2003. 9	진산원전 3단계 핵연료계통 정비 자문용역
중 국	2003. 8~2003.10	진산원전 3단계 정비요원 OJT훈련용역
중 국	2004. 5~2004. 6	진산원전 3단계 증기발세기 정비 기술지원

전준비 및 건설계획 수립 연구(2004.2~2006.12)에 관한 양해각서를 체결하여 2004년 2월부터 12월까지 원전사업관리, 기술성, 경제성 및 자원조달 분야를 대상으로 1단계 공동연구를 성공적으로 마쳤다.

연구결과는 국가 장기전력수급계획 수립 및 원전 건설을 위한 의회 청문회 등의 기초 자료로 활용되

고 있으며, 2단계 연구를 마치는 시점에서 원전사업 관련 정책 결정권자 등 주요인사 초청 설명회를 통해 한국표준형원전의 경제성 및 안전성을 홍보할 계획이다. 한편, 2005년 1월부터는 2년간 국산화, 원전부지 조사, 원자력 홍보, 인력양성 및 사업계획 수립 분야를 중심으로 2단계 공동연구를 수행할 예정이다.