

KINS/GR-252

최종보고서

한·루마니아 원자력 안전규제기술 공동연구 및 기술수출기반구축연구

(Feasibility Study on Establishment of Nuclear Co-operation
Strategies on Nuclear Safety Regulation between Korea and
Romania)

연구기관
한국원자력안전기술원

과 학 기 술 부

제 출 문

과 학 기 술 부 장 관 귀하

본 보고서를 “한·루마니아 원자력 안전규제기술 공동연구 및 기술수출기반구축연구
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002. 12. 28.

연구기관명:	한국원자력안전기술원
연구책임자:	김 만 응
연구원:	이 석 호 이 안 규 이 상 규 이 계 휘 문 찬 기 박 영 식 최 종 수 남 광 우
연구생:	황 수 현 정 윤 식

요 약 문

I. 제 목

한·루마니아 원자력 안전규제기술 공동연구 및 기술수출기반구축연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 동구 유럽의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 관련 산업 및 안전규제에 대한 행정체제 및 기술동향을 파악함으로써, 향후 루마니아와의 원자력 기술협력 추진시 주도적인 협력을 수행하는 데 그 목적이 있다. 이를 통하여 우리나라와 루마니아간 원자력 기술분야에 있어 상호 보완 및 개선하는 데 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

양국간 효율적인 협력추진을 위한 협력가능분야 도출과 원자력 협력방안 수립을 위한 타당성 조사가 필요하며, 이를 위하여 기술조사단을 구성, 상호방문을 통하여 루마니아의 산업 및 원자력 안전연구에 대한 동향을 파악할 필요성이 있다. 이에 본 연구를 통하여 향후 양국간 원자력 협력을 위한 기술협력체제를 구축하고자 한다.

가. 연구개발의 경제·사회·기술적 중요성

루마니아는 70년대 말부터 흑해인근 체르나보다에 대규모 CANDU원전단지(CANDU6 5기)를 건설중에 있으며, 체르나보다 1호기는 1996년부터 가동중에 있고, 2호기는 현재 건설중이나 캐나다와의 공급계약관계로 지연되고 있다. 후속호기인 체르나보다 3,4,5호기는 원자로건물은 건설완료상태에서 공사 중단상태에 있다. 그간 한·루마니아간 실질적인 원자력협력은 없었으나, 루마니아는 IAEA 훈련생 및 과학자방문 등을 통해 여러차례 한국원자력안전기술원 (KINS: Korea Institute of Nuclear Safety)를 방문하여, CANDU형 원전에 대한 안전성평가기법 및 안전규제방법 등을 습득한 바 있다.

최근 루마니아는 1990년 8월 체결된 한·루마니아 경제, 과학, 기술협정에 따라 한국원자력안전기술원 (이하 “안전기술원”이라 함)에 원자력 안전에 관한 협력 양해각서 체결을 공식적으로 제안, 1996년 9월 안전기술원과 루마니아 규제기관인 CNCAN과 원자력 안전규제에 대한 협력 양해각서를 체결하여 양국간 원자력 안전분야의 협력 가능성이 더욱 확대될 전망이다.

한편, 루마니아는 신규 원자력발전소 건설과 관련하여 한국과의 원자력협력을 요청하여 온 바 있으며, 이런 측면에서 향후 양국간 협력이 산업체간 협력까지 확대될 전망이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

루마니아의 원자력 산업 및 안전규제 행정체제를 조사하였으며, 원자력 정책동향에서는 안전규제정책 등을 조사하였다. 협력강화방안 도출을 위하여 루마니아의 원자력분야 강점분야를 조사, 분석하였으며, 조사결과를 토대로 향후 협력 가능과제를 제시하는 데 주력하였다. 다만 협력방안을 이행하기 위한 세부전략 및 지침은 본 연구의 범위에서 고려하지 않았다. 향후 세부전략 및 이행방법은 양국간 원자력 협력관계 수립 시 협력과제를 중심으로 수립해 나갈 예정이며, 본 연구에서는 전체적인 방향을 제시하는데 의의를 두었다.

루마니아의 원자력 행정체제 및 정책동향 조사에 앞서 국제 원자력계의 주요 환경변화 및 국내 여건 변화들을 조사, 분석함으로써 국제적인 현안 및 안전연구동향과 안전규제의 국제화 추세에 대한 전반적인 현황에 대한 이해를 돕고자 하였으며, 협력강화방안 수립 시 참고자료로 활용할 수 있도록 하였다. 국제적인 현안에 대한 동향은 최근 1~2년 사이에 일어난 사안들을 중심으로 정리하였으며, 국제 원자력 환경 변화에 대한 분석을 통하여 다가오는 21세기의 국제협력방향을 예측하고, 이에 능동적으로 대처할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

IV. 연구개발결과

한·루마니아간 원자력 공동협력사업을 효과적으로 추진할 수 있는 방안의 일환으로 루마니아의 원자력 산업 동향조사를 위한 기술조사단 구성, 기술조사 및 양국간 공동세미나를 통한 협력분야 도출, 원자력 협력사업을 추진할 수 있는 수행체계 구축 등을 추진하였다.

본 연구의 결과로 2002년 6월 한·루마니아 원자력 협력을 위한 기술조사단이 루마니아 원자력 안전규제기관 및 산업시설을 방문하여 양국간 안전규제 관련 정보교류 및 공동협력 추진 등에 합의, 협의록 (ROD, Record of Discussion)을 작성한 바 있다. 또한 한국과 루마니아가 보유하고 있는 각각의 원자력 기술과 경험을 공유하고 루마니아 전문가의 초청프로그램 추진 등에 대하여 논의한 바 있다.

V. 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 동구 유럽 선진국인 루마니아와의 원자력 협력관계 수립에 필요한 기초자료와 능동적인 협력 관계 수립을 위한 기본 방향을 제시함으로써, 양국의 실리 위주의 협력을 도모하는데 기여할 것이며, 나아가 우리나라의 대외적인 위상을 제고하는데 기여할 것으로 전망된다.

본 연구를 수행한 결과, 양국간 원자력 공동협력을 통하여 루마니아의 우수한 기초과학 및 공학기반 기술과 우리나라의 원자로 설계 및 운영경험 등을 복합적으로 결합할 때 상호 보완적 협력관계를 기대할 수 있으며, 아울러, 우리나라의 원자력 기반기술 축적에 크게 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

루마니아의 기초 과학기술을 국내 기반기술에 접목할 수 있도록 협력분야를 선정하고 이에 대한 이행체계를 구체화함으로써, 향후 루마니아와의 안전연구 및 산업체간 기술협력 등에 기초자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

여 백

SUMMARY

I .Title

Feasibility Study on Establishment of Nuclear Co-operation Strategies on nuclear safety regulation between Korea and Romania

II. Objectives and Importance of the Project

The objective of this study is to investigate nuclear administrative system including regulatory system and policy direction of the Romania, which is one of nuclear advanced countries in East-Europe, so as to improve each of the other on regulatory technology of nuclear fields between Korea and Romania through bilateral cooperation.

As for the technical cooperation, there is a necessity of a feasibility study on establishment of nuclear co-operation strategies in such a way to investigate feasible cooperative fields on safety regulation prior to conclusion of arrangement between two countries.

The organization and operation of technical investigation team is also needed to investigate the status of nuclear regulatory research and industries for nuclear development program in Romania by comings and goings each other.

Regulatory technical cooperation for both countries will be strengthened on the basis of this project results for the future co-operation.

III. Scope and Contents of the Project

To identify the regulatory administration system of the Romania, it is conducted to examine the Romanian nuclear administrative organizations,

their function and activities. The regulatory policy and nuclear energy development program of the Romania is also investigated. The regulatory technical fields of the Romania are identified with an aim to establish the cooperative strategies. However, the implemental strategies and guidelines are not considered in the scope of this study. The detailed implemental strategies will be established in accordance with conclusion of the cooperative arrangement between Korea and Romania in the future. Therefore, the comprehensive direction is mainly addressed to be suggested in this study.

In advance of investigating the nuclear regulatory administrative system and policy direction in the Romania, the worldwide and national environmental changes in nuclear fields are examined to understand the international issues, safety issues, and globalization of safety regulation comprehensively, so as to apply the establishment of cooperative tactics as a reference. As for the international matters, they are summarized the concerns issued. In this end, this study is carried out not only to predict the international cooperative direction, but also to establish the effective cooperative strategies.

IV. Results and Suggestion for Application

Through this study, a lot of works have conducted in order to promote the nuclear cooperation between Korea and Romania such as; (i) organizing the technical investigation team and visiting in the Romania to examine the cooperative fields, (ii) holding the joint workshop to consult on a matter of cooperation, (iii) conclusion the Record of Discussion (ROD) between two countries, and (iv) establishing cooperative system.

As the results of this study, the technical investigation team has visited in Romania and conclude the ROD on June 27 2002 in Bucharest to strengthen the bilateral cooperation relationship in the field of nuclear

safety regulation. Both sides agreed to seek appropriate measures of cooperation, such as expert exchanges, information exchange, and joint research in the areas of nuclear regulation and safety research. According to the aforementioned ROD, both sides shared the mutual understanding that bilateral cooperation between CNCAN and KINS is mutually beneficial for enhancing nuclear safety of CANDU reactors and it is necessary to maintain and further strengthen cooperative relations in the future. Both sides also agreed to facilitate the exchange of regulatory experiences, information, and experts related to nuclear safety of CANDU reactors through bilateral and/or international cooperative programs. In particular, CNCAN expressed its strong interest in the fields of Nuclear Plant Analyzer (NPA), CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency), and safety analysis code assessment and methodology. In this regard, both sides agreed to discuss detailed cooperative ways for CNCAN to utilize the NPA and the CARE in the near future. In addition, it was also agreed that CNCAN and KINS will hold this Meeting every two years alternately and the Second CNCAN-KINS Meeting will be held in Korea in 2004.

여 백

CONTENTS

Summary	i
Chapter 1 Introduction	1
1. Objectives and Importance	3
2. Scope and Contents	6
3. Future Perspectives	7
Chapter 2 Nuclear Environmental Changes and Policy Direction	9
1. Worldwide Nuclear Direction and Environmental Changes	11
2. National Nuclear Environment and Policy Direction	15
3. International Cooperation Direction	19
Chapter 3 Romanian Nuclear Development Status	25
1. Nuclear Development Program	27
2. Nuclear Administration System	35
Chapter 4 Nuclear Cooperative Direction and Strategies	41
1. General Overview	43
2. Basic Cooperative Direction	45
3. Accomplishment of Bilateral Cooperation	46
4. Regulatory Technology Supporting Strategies	65
Chapter 5 Conclusion and Suggestion	69

여 백

목 차

요 약 문	i
Summary	v
Content	ix
목 차	xi
표 · 그림 목 차	xii
제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구의 배경 및 필요성	3
제 2 절 연구의 목표 및 내용	6
제 3 절 기대 효과	7
제 2 장 국내외 원자력 환경 및 정책 방향	9
제 1 절 국제 원자력 동향과 환경 변화	11
제 2 절 국내 원자력 환경 및 정책 방향	15
제 3 절 국제협력 강화 방향	19
제 3 장 루마니아 원자력 동향	25
제 1 절 원자력 이용 · 개발 현황	27
제 2 절 원자력 행정체제	35
제 4 장 원자력 협력강화 방안	41
제 1 절 개 요	43
제 2 절 기본 방향	45
제 3 절 협력강화 추진 실적	46
제 4 절 안전규제 기술수출을 위한 지원방안	65

제 5 장	결론 및 건의사항	69
-------	-----------------	----

부 록

부 록	Record of Discussion	
-----	----------------------	--

표 목 차

표 1	루마니아의 발전원별 전략산업 현황	30
-----	--------------------------	----

그 립 목 차

그림 1	원자력발전소 사건 발생건수 (1997-2001)	31
그림 2	IAEA INES 등급별 원자력발전소 사건 분류	31
그림 3	체르나보다 원자력발전소 전경	32
그림 4	체르나보다 1호기 가동율 (1997-2001)	33
그림 5	루마니아의 원자력 행정체제	35
그림 6	체르나보다 2호기 건설사업 계획	36
그림 7	CNCAN의 조직도	37
그림 8	CNCAN 지역사무소	38
그림 9	원자력발전소 인허가관련 조직 및 업무 체계	39
그림 10	방사선원 안전관리 조직 및 체계	39
그림 11	KINS-CNCS 원자력 안전규제기술 협력회의	47
그림 12	KINS-CNCS간 원자력 안전규제협력회의 협의록 서명	48
그림 13	방사선비상대책 운영체제	51
그림 14	CARE 시스템 운영체제	51
그림 15	NPA 구성도	55
그림 16	NPA 계통해석 모델 구성	56
그림 17	NPA의 주요 계통 화면	57
그림 18	운전분석 시스템 구성도	58

제 1 장 서 론

여 백

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 배경 및 필요성

TMI 및 체르노빌 사고이후 국제적으로 사양화된 원자력 산업은, 지구 온난화 방지를 위한 기후협약의 채택과 세계적인 경제 회복에 따른 에너지원의 안정적 공급을 위해 원자력 개발이 활발히 검토되고 있다. 특히 기후협약의 채택으로 온실가스를 대량 배출하는 화석연료의 소비를 억제하고 원자력, 수력, LNG 등과 같은 저탄소 배출형 에너지원을 확대하기 위한 움직임이 활발해짐에 따라, 원자력은 지구 온난화의 주범인 온실가스를 배출하지 않는 청정에너지원으로서, 인류의 지속적인 에너지 이용을 동시에 보장하는 필수 에너지원으로 재인식되고 있다. 현재 전 세계적으로 가동중인 원자력 발전소는 약 440여기로 이로 인하여 약 80억톤 이상의 이산화탄소 방출을 억제해 온 것으로 추정하고 있으며, 온실가스 감축 규제가 시행될 경우 전력생산에서 많은 부분을 차지하고 있는 화력발전이 크게 영향을 받게 되므로 지구 온난화 대책으로서 원자력의 비중이 강화될 것으로 전망되고 있다.

최근 아시아 지역, 동구유럽 및 구 소련 국가에서는 경제 성장에 수반되는 전력의 안정적 공급을 위해 원자력 개발이 활발히 검토되고 있으며, 선진국에서도 경제의 회복과 환경규제의 강화로 원자력 이용에 대한 재평가가 이루어지고 있는 추세에 있다.

그러나, 일본의 핵연료변환공장의 임계사고 등 원자력시설에서 발생한 일련의 사고는 다시 한번 원자력 발전에 대한 우려의 목소리를 높이는 계기가 되었다. 1986년 체르노빌 사고 이후 원자력 안전성 확보를 위한 범세계적 노력을 경주해 오던 국제 원자력계는 원자력 시설에 대한 안전성 확보를 위한 노력을 보다 구체화할 필요성을 깨닫게 되었다. 원자력 안전성 향상을 위하여 국제 원자력계는 국가간 협력을 통하여 원자력 안전성을 확보하려는 노력을 강화하여 왔으며, 이는 핵안전 정상회담, 원자력 안전협약의 발효, 사용후 핵연료 및 방사성폐기물관리안전협약과 원자력손해배상관련협약의 채택, 국제원자력규제자협의회 (INRA) 결성, 원자력안전문화의 강조, 아시아지역의 원자력안전협의체 설립 제안 등으로 구체화

되었다.

우리나라도 지난 수년동안 이러한 국제적인 추세에 발맞추어 원자력 안전을 최우선적으로 확보하는데 역점을 두고 원자력의 평화적 이용을 증진시켜 나가기 위한 원자력 기술개발 및 핵투명성 보장, 우리 기술력의 위상 제고와 신뢰도 구축 등을 목표로 원자력 국제협력을 추진해 왔다. 특히, 원자력 안전 분야에서는 국제 공동연구, 전문가 교환, 각종 국제회의의 참석 등을 통하여 최신 원자력 기술능력을 확보하고, 전 세계적인 원자력 안전성 강화 추세에 부응하기 위해 적극 노력하여 왔다.

한편, 세계적 수준의 원자력 안전을 확보, 유지하기 위해서는 우리의 원자력 기술능력을 지속적으로 개발, 보완하여 선진국 수준의 기술능력을 보유하려는 노력이 선행되어야 한다. 첨단 과학기술이 그 나라의 국력이 되고 기술경쟁력이 국제경쟁력을 좌우하는 21세기에는 선진국을 중심으로 과학기술 주도권 확보를 위한 전략적 기술개발 정책이 강화될 전망이다. 특히, 선진국간 공동연구의 확대 및 강화를 통한 자국의 기술 우위의 확보, 유지 및 보호가 강화될 전망임을 감안할 때, 관련 분야의 선진 기술력 확보는 국가 경쟁력 제고의 중요한 요소이며, 안전성 확보를 위한 초석이라고 하겠다. 따라서 선진화된 기술력이 확보되어야 원자력의 평화적 이용을 효율적으로 수행하고 이를 뒷받침하는 안전성 확보도 이룩할 수 있는 것이다. 따라서 원자력 안전분야의 국제협력은 주로 선진 기술력의 확보에 중점을 두고 추진되어야 하며, 이를 통해 우리나라의 원자력 기술의 국제 신뢰도를 높이고 고유의 기술 역량을 키워 국제 경쟁력을 확대하여 나갈 수 있는 기반을 마련해 나가는 것이 무엇보다 중요하다고 하겠다.

본 연구에서는 루마니아의 원자력 정책 동향 및 행정체제를 조사하고, 강점분야를 분석·도출하여 한·루마니아간 원자력 안전규제기술 공동연구 및 기술수출 기반을 구축하고자 한다. 이는 지난 97년 “국제협력 중장기 정책 수립을 위한 연구”¹⁾에서 수립한 국제협력 중·장기 협력 방향에 따라 협력대상을 다원화하기 위한 노력의 일환으로 추진되었다. 즉, 지금까지 미국, 캐나다 등 원전 공급국과 IAEA 위주로 추진되었던 국제협력에서 벗어나 동구 유럽의 원자력 선진국으로 협력 대상을 다원화함으로써 보다 폭 넓은 협력 관계를 수립하기 위한 방안의 일

1 하연희 등, 국제협력 중장기 정책 수립을 위한 연구, (1997, KINS)

환으로 추진되었다. 우리나라는 북미 선진국과의 원자력 협력은 활발하게 이루어지고 있는 반면 동구 유럽 국가에 대해서는 취약한 실정에 있다. 따라서 본 연구를 통하여 동구 유럽의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 안전규제에 대해 심도 있는 조사 작업을 실시하는 한편, 본 연구를 통하여 향후 협력 가능성을 파악하는 계기를 마련코자 하였다.

루마니아의 전략산업은 화력발전을 중심으로 구성되어 있으며, 수력발전과 원자력발전이 보완적인 역할을 담당하고 있다. 2000년 대비 화력발전이 약 70%를 차지하고 있으며, 원자력발전은 약 3%를 차지하고 있다. 발전량 대비해서는 원자력발전이 약 10%로서 상대적으로 많은 점유율을 기록하고 있다.

루마니아의 원자력 산업은 1970년대말 우리나라의 월성 원전과 동일한 노형인 CANDU-6형 가압중수로 5기의 건설을 동시에 착수하였으나, 1980년대 말 국내 정치·사회적인 혼란과 이로 인한 경제적인 어려움으로 공사비의 확보가 어려워지면서 상당기간동안 건설이 중단되어 왔다. 1991년 재원 조달 문제로 체르나보다 1호기만 공사를 계속하여 1996년말부터 상업 운전에 들어갔으나, 나머지 4개 호기는 20여년이 지났지만 아직까지 완공되지 못하고 있으며, 2호기는 공사를 재개하여 건설중이며, 나머지 3-5호기는 현재 공사 재개 계획을 수립하고 있다.

우리나라는 루마니아의 원자력 산업에 참여하기 위한 노력의 일환으로 2000년 6월 루마니아측에 양국 정부간 원자력협력협정 체결을 제안한 바 있으며, 이와 별도로, 2001년 3월 양국가의 원전산업계를 대표하여 루마니아 산업자원부와 우리나라 한국전력공사간에 원전사업 협력을 위한 양해각서를 체결한 바 있다. 또한, 우리나라의 한국수력원자력주식회사 (이하 “한수원”이라 함)은 2001년 12월에 체르나보다 1호기 운영기술지원을 위해 루마니아 원자력공사측과 확률론적 안전성 분석 (PSA : Probabilistic Safety Analysis), 수명관리 프로그램 등 5개 분야에 대한 기술지원에 합의하였으며, 이외에 원전 운전원 재교육 프로그램 개발 및 설비 개선 지원 등을 추가로 협력분야로 포함시키는 방안을 협의중에 있다.

본 연구에서는 우리나라와 루마니아간에 원자력안전규제기술분야에 대한 공동연구 및 기술수출협력분야를 도출하여, 이를 기반으로 상호 원자력협력 방안을 도출함으로써, 양국간 원자력 안전규제기술분야에 대한 상호 협력체제의 기반을 정립하는 데 그 목적이 있다. 또한 이를 토대로 향후 원자력 산업 전반에 걸친 다

양한 참여를 이끌어 낼 수 있을 것으로 전망된다.

제 2 절 연구의 목표 및 내용

본 연구의 목표는, 첫째 동구 유럽의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 관련 기관의 행정체제 및 정책동향을 분석, 정리함으로써 루마니아의 원자력 기반에 대한 제반 현황을 파악하고, 이를 토대로 보다 능동적인 협력관계를 수립하는 데 참고자료로 활용코자 한다. 둘째, 루마니아의 강점 분야를 조사하여 향후 협력가능과제 발굴의 기초 자료로 활용하며, 나아가 양국간 원자력 협력관계 수립 시 협력 대상의 강점분야를 파악하여 루마니아가 보유하고 있는 선진기술력 중심으로 협력범위를 설정함으로써 보다 주도적인 협력을 수행하는 데 그 목적이 있다.

루마니아의 안전규제 행정체제에서는 주로 조직 및 기능, 인력 및 주요활동 등을 다루었고, 원자력 정책동향에서는 안전규제정책 및 이용개발정책 등을 조사하였다. 협력강화방안은 루마니아의 강점분야를 조사, 분석한 자료를 토대로 향후 협력 가능과제를 제시하는 데 주력하였으며, 이러한 강화방안을 이행하기 위한 세부전략 및 지침은 본 연구에서 다루지 않았다. 향후 세부전략 및 이행방법은 양국간 원자력 협력관계 수립 시 협력과제를 중심으로 수립해 나갈 예정이며, 본 연구에서는 전체적인 방향을 제시하는데 의의를 두었다.

루마니아의 원자력 행정체제 및 정책동향 조사에 앞서 국제 원자력계의 주요 환경변화 및 국내 여건 변화들을 조사, 분석함으로써 국제적인 현안 및 안전연구동향, 안전규제의 국제화 추세에 대한 전반적인 현황에 대한 이해를 돕고자 하였으며, 협력강화방안 수립 시 참고자료로 활용할 수 있도록 하였다. 국제적인 현안에 대한 동향은 최근에 일어난 사안들을 중심으로 정리하였으며, 국제 원자력 환경 변화에 대한 분석을 통하여 다가오는 21세기의 국제협력방향을 예측하고, 이에 능동적으로 대처할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

행정체제 및 정책동향에 대한 조사 및 원자력 강점분야 파악을 위해서 루마니아에 기술조사단을 파견함으로써 보다 심도 있고 체계적인 방법으로 관련 자료를 입수할 수 있도록 하였다. 원자력 관련 전문가로 구성된 기술조사단은 원자력

정책 및 기술에 대한 풍부한 경험을 바탕으로 해당국가의 원자력 안전규제 필요 기술에 대한 사항을 조사하였으며, 원자력 안전규제에 있어 루마니아의 강점분야를 파악하여 향후 양국간 원자력 협력방향 수립 시 참고할 수 있는 기본 방향을 제시하였다.

제 3 절 기대효과

원자력의 이용·개발은 우리나라의 경제 발전에 필요한 안정적인 에너지 공급에 기여해 왔으며, 이산화탄소, 황화물 등을 배출하지 않는 깨끗한 청정 에너지원으로 21세기 국제적인 환경규제 추세의 흐름에서도 계속해서 성장할 것으로 전망된다.

따라서 원자력 개발프로그램이 지속되는 한 원자력 분야에서의 국제협력은 보다 지속적으로 강화될 것으로 전망된다. 그러나 원자력 이용에 있어 최대의 관건은 어떻게 안전성을 확보하느냐에 달려 있으며, 이를 위해서 전 세계 원자력계는 국제적인 안전성 확보 체제를 구축하기 위한 공동의 노력을 기울이고 있다. 우리나라의 경우 그동안 북미 중심의 협력에 주력하여 왔으나, 유럽 선진국 및 동구 유럽과 구소련이 적극적으로 협력 가능성을 시사해 오며 따라 해당 국가들과의 협력이 보다 활성화될 것으로 전망하고 있다. 그러나, 동구 유럽 선진국에 대한 협력 현황 자료는 북미나 서구 유럽지역에 비해 상대적으로 미흡한 실정이며, 협력가능성에 대한 기초 자료 파악이 미진하여 향후 협력과제 발굴에도 어려움이 예상되고 있다.

본 연구는 동구 유럽 선진국인 루마니아와의 원자력 협력관계 수립에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 향후 협력 가능성을 파악하고, 보다 능동적인 협력 관계 수립을 위한 기본 방향을 제시함으로써, 실리 위주의 협력을 도모하는데 기여할 것이며, 나아가 우리나라의 대외적인 위상을 제고하는데 기여할 것으로 전망한다.

본 연구를 통하여 한·루마니아간 원자력 안전규제분야 공동협력을 통하여 루마니아의 우수한 기초과학 및 공학기반 기술과 우리나라의 원자로 설계 및 운

영경험 등을 복합적으로 결합할 때 상호 보완적 협력관계를 기대할 수 있으며, 아울러, 우리나라의 원자력 기반기술 축적에 크게 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

루마니아의 원자력 산업동향에 대한 조사를 통하여 원자력 산업의 전반에 대한 인프라체제의 파악이 가능하며, 이를 기반으로 향후 원자력 국제협력 수행을 위한 기반조성이 가능하다. 또한 본 연구의 결과를 통하여 루마니아와의 상호 원자력 협력을 위한 체계적인 수행방안이 수립될 수 있으므로 향후 원자력 협력사업 수행에 대한 효율성을 극대화할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 이를 통하여 향후 루마니아와의 원자력 공동연구, 산업체간 기술협력 등에 기초자료로 활용 가능할 것으로 판단된다.

제 2 장 국내외 원자력 규제 환경 및 정책 방향

여 백

제 2 장 국내외 원자력 규제 환경 및 정책 방향

제 1 절 국제 원자력 규제동향과 환경 변화

1990년대에 들어오면서 이데올로기의 양극체제가 붕괴되고 세계 질서는 초강대국의 군사력에 의한 힘의 균형(Balance of Power)보다는 국가 경제력에 따른 이해의 균형(Balance of Interest)을 중요시하는 시대가 되었다. 이는 1995년 1월 1일부로 세계통상기구(WTO)를 출범케 하였으며, 이로 인하여 우리나라를 포함한 세계 각국은 극단적 경쟁보다 상호 협력과 조화 속에서 공존해야 하는 시대, 즉 국가간 상호의존성에 따라 경쟁과 협력의 조화를 추구해야 하는 세계화(Globalization) 시대의 장을 열게 되었다. 오늘날 이러한 무한 경쟁시대에서 생존하기 위해서는 국가의 총체적인 국제 경쟁력 강화가 필수적인 전제조건이 되고 있다.

세계화가 가속화되면서 지금까지는 국가 단위로 수행되던 환경보호운동의 국제적 연대(World Network)가 확대되고 범 지구적인 차원의 환경규제로 더욱 강화되고 있다. 지구 환경보호 노력은 1992년 5월 채택된 "기후변화협약"으로 가시화되고 있으며, 1997년 12월 제3차 교토 당사국총회에서 구체적인 온실가스의 감축목표치²⁾와 이의 적용방안이 합의되었다. 기후변화협약은 지구 환경변화로 인한 피해를 축소, 예방하고 협약의 실효성을 확보하기 위해 체결된 국제협약으로서 이례적으로 의무적, 강제적 성격을 띤 협약이다. 이것은 지구 환경보호의 중요성과 향후 국제적인 환경 규제의 방향 및 강도를 짐작할 수 있게 하는 것이다. 이에 따라 미국, 일본 등 원자력 선진국들은 온실가스 감축목표치 달성을 위한 유용한 대안으로 기존 원전의 가동률 향상과 원자력 이용 확대를 적극적으로 추진할 것으로 전망된다.³⁾ 현재 전세계적으로 운전되고 있는 440여기의 원전은 지금까지 약 80억톤 이상의 이산화탄소 방출을 억제해 왔으며, 많은 부정적 견해도 불구하고

2 2008·2012년까지 1990년 대비 평균 5.2% 감축 (감축대상가스 : 이산화탄소, 메탄, 이산화질소)

3 미국의 국가과학기술자문위원회는 온실가스 배출감축을 위해 원자력 발전을 재추진해야 한다고 Clinton 대통령에게 '97년 9월 보고하였으며, 일본의 관방장관은 온실가스 감축 목표치를 달성하기 위해 다양한 에너지 절약운동과 함께 20기 정도의 원전을 증설키로 했다고 '97년 12월 발표하였음.

원자력이 환경에 미친 긍정적 영향은 부정할 수 없는 사실이다.

모든 분야에서 세계화가 가속화되고 있지만, 한편으로는 지역화(Localization)도 동시에 진행되고 있다. 이는 시대적 흐름에 따라 세계화에 동참할 수 밖에 없지만 지리적으로 가깝고 역사적, 문화적 배경이 유사한 지역내 국가들간의 협력 강화를 통해 국가 및 지역의 이익을 확보하고 국제사회에서의 발언권 강화 필요성에 기인한 것이다. 이러한 지역화의 대표적인 사례가 유럽연합으로, 소련의 붕괴이후 국제 사회에서 초강대국으로 성장한 미국의 독주를 견제할 수 있는 유일한 대안이 되고 있다. 현재 아시아 지역에서도 세계화와 함께 이러한 지역화가 강화되고 있으며, 이는 향후 더욱 가속화 될 것으로 전망된다.

국제 원자력계에서도 많은 변화가 있었다. TMI 사고와 체르노빌 사고이후 전 세계적으로, 특히 선진국에서의 원자력 산업이 침체되었다. 그러나 경제적, 기술적으로 경쟁력을 갖춘 대체 에너지원의 개발 실패와 화석 연료가 환경에 미치는 피해의 심각성 등이 제기되면서 원자력의 경쟁력이 점진적으로 회복되고 있으며, 원자력에 대한 부정적 견해들이 다소 완화되고 있는 추세이다. 그리고 WTO 체제 출범으로 전 세계 원자력 시장이 개방되어 1997년 1월부터 4.5억 원 이상의 원자력 설비와 150억 원 이상의 건설공사 발주시 국제경쟁 입찰이 의무화됨에 따라 선진국의 원자력 산업이 활기를 띠고 있으며 원자력 개발 계획을 추진중인 개도국들에 대한 수출 기반 조성을 위한 경쟁이 치열해 지고 있다.

그러나, 최근 일본에서 발생한 JCO 핵연료공장의 임계사고는 체르노빌 사고의 후유증에서 벗어나 어느정도 잠잠해졌던 원자력계에 다시 한번 원자력의 위험성에 관한 우려의 목소리를 높이는 계기가 되었다. 더구나 원자력의 선진국이라 할 수 있는 국가에서 작업자의 실수로 인해 사고가 발생했다는 점에 전 세계는 놀라지 않을 수 없었다. 지난 9월 30일 오전 10시 35분경 일본 이바라키현 도카이무라 공장에서 18.8%의 고농축 우라늄으로 고속증식로용 연료를 만들던 작업자 세사람이 초산통에 넣는 우라늄의 양을 당초 2.4kg으로 엄격하게 제한하고 있는 규정을 어기고 제한량의 7배의 가까운 16kg을 넣는 실수를 저질렀던 것이다. 이 사고는 체르노빌 사고 이후 최악의 원전 사고로 기록되었으며, 원자력 선진국이라고 해도 사고에 있어서는 예외가 없다는 점을 여실히 보여주는 사고였다. 더구나 일본 사고에 이어 월성 원자력 발전소의 기계고장에 의한 중수 누출 사고가 보도되면서 일본 사고와 유사한 사고로 과도 인식되어 원자력 발전에 대한 불안을 증

폭시키게 되었다. 다행히 월성 원전의 사고의 경우에는 방사능이 외부로 누출되었을 가능성이 매우 적었던 것으로 나타나 큰 사고는 없었으나 원자력에 대한 국민들의 막연한 불안은 여전히 남게 되었다. 이 사고들로 인하여 전 세계 원자력계는 원자력 안전성 확보 노력을 보다 강화할 필요성을 다시 한번 깊이 되새기게 되었으며, 특히 인재 사고를 최소화할 수 있도록 원자력 종사자들의 안전 우선 의식 고취를 위한 원자력 안전문화 확산운동을 보다 심도 있게 펼쳐 나갈 것을 다짐하게 되었다.

한편, 국제 원자력계는 핵확산 방지 측면에서 꾸준한 노력을 단행하여 '95년 핵확산방지조약 (NPT)을 무기한 연장시키는 성과를 거두었으며, '97년 5월 IAEA 특별이사회는 '93+2 프로그램의 Part II 실행을 위한 강화된 안전조치체제 (Strengthened Safeguards System)를 승인하게 되었다. 또한 2000년 NPT 평가회의의 준비회의를 '97년부터 매년 개최하였으며, 전면핵실험금지조약 (Comprehensive Test Ban Treaty) 및 핵무기급 분열성물질생산금지조약(Fissile Material Cut-off Treaty)의 체결이 협의·추진되고 있다. 그리고 중남미, 남태평양, 동남아시아, 아프리카 비핵지대 조약 등 지역별 핵확산 방지 노력이 강화되고 있다.⁴⁾ '98년초 덴버에서 개최된 G-8 정상회담에서 핵무기급 플루토늄의 해결책 도출을 위한 프랑스, 러시아, 독일의 공동연구와 같은 국제협력의 필요성을 공식적으로 언급하였다.⁵⁾ 이러한 일련의 노력들은 향후 원자력 이용 확대를 위해서는 원자력 안전성 확보와 함께 핵투명성에 대한 국제적인 신뢰도 확보가 필수적인 전제조건임을 의미하는 것이다. 국제 원자력계는 원자력의 지속적인 이용 확대를 위해 2000년대초 상업운전을 목표로 기존의 원자로에 비해 안전성이 획기적으로 향상된 차세대원자로 개발에 박차를 가하고 있으며, 핵연료의 장주기화 및 효율성 증대를 위해서도 많은 노력을 경주하고 있다. 그리고 유럽을 중심으로 후행 핵주기 기술의 개발과 고준위 방사성폐기물 처분 기술 개발을 위한 노력이 강화되고 있다.

그러나 국제 원자력계는 전 세계적인 반핵 운동, 안전성 확보 등 극복해야 할 많은 어려움에 직면하고 있다. 특히, 원자력 이용개발의 전제조건으로 인식되고 있는 안전성을 확보하기 위해 많은 난관을 극복해야 한다. 국제 원자력계가 전 세계적인 원자력 안전성 확보를 위해 기술적, 경제적으로 최대한의 노력을 경주한

4 오근배, 원자력 대외정책 연구, (1997, 원자력연구소)

5 J. Panossian, 프랑스 원자력산업의 현황과 전망 (1998, 제13차 한국원산·원자력학회 연차대회)

다 하더라도 이것은 한계가 있다. 경제적, 기술적 능력이 부족한 동유럽 및 구 소련연방 국가들과 국가 체제의 특수성으로 안전성 최우선 원칙의 준수 여부가 불투명한 중국, 그리고 인도, 파키스탄 등 기타 개도국들이 자국의 원자력 안전성 확보를 위한 명확한 의지와 이를 뒷받침할 수 있는 기술적, 경제적 능력을 확보하는 것은 단기간내에 쉽게 해결될 문제가 아니기 때문이다. 한편, 천연가스 및 복합화력발전 등 타 에너지원에 대한 원자력의 경쟁력을 제고시키기 위한 경제성 향상 압력도 점진적으로 증가하고 있다. 이러한 경제성 향상 압력은 특히, 개도국에서의 원자력 안전성 확보에 심각한 장애요인으로 등장할 가능성이 높다.

최근 급속한 경제성장을 추진하고 있는 아시아 및 동유럽 지역의 개도국들은 경제개발에 필수적인 전력의 안정적인 공급을 위해 원자력개발 추진을 적극 검토하고 있다. 그러나, 풍부한 인적 자원을 바탕으로 급속한 경제성장을 이룩하면서 향후 가장 활발한 원자력 개발 프로그램을 추진할 것으로 전망되었던 아시아 지역 국가들이 최근의 경제 위기로 원자력 개발 프로그램을 취소하거나 상당기간 연기시킬 수밖에 없을 것으로 전망되나, 장기적으로는 동구 유럽국가나 아시아 지역에서의 원자력 활성화가 기대된다.

'90년대 들어서면서 아시아 지역에서의 원자력분야 협력 강화를 위한 지역협의체 설립이 본격적으로 논의되고 있다. 이러한 논의는 주로 일본을 중심으로 전개되고 있는데 협력 범위와 방법 등에 있어서 조금씩 상이한 협의체 설립이 제안되고 있다. 미국 로스알라모스연구소의 Jor-Shan CHOI가 제안한 "사용후 핵연료 및 방사성폐기물 공동 처리/처분시설" 설립, Kumao Kaneko가 중심이 되어 일본 국제포럼이 제안한 "ASIATOM" 설립, 한국이 서울아시아원자력안전회의에서 제안한 "ANSCO" 설립 등이 있다.⁶⁾ 그러나 각각의 제안은 나름대로의 장·단점이 있으며, 현재까지 가장 활발하게 논의되고 있는 ASIATOM의 경우, 주요 설립 목적으로 보장조치 실시, 원자력의 안전성 향상, 지역핵연료주기센터 설립, 기타 원자력의 응용 등을 제안하고 있다. ASIATOM은 민간주도로 장기적인 관점에서 조심스럽게 추진되고 있는 바, 이는 지역내 국가들의 기술 수준의 불균형, 정부주도에 따른 경제적/기술적 부담, 미국의 원자력정책, 일본의 원자력 패권확보에 대한 반발 등에 기인한 것이다. 여러 가지 제약 요인에도 불구하고 아시아 지역에서의 원자력분야 협력 필요성은 증가하고 있으며, 향후 아시아지역협의체 설립

6 오근배, 원자력 대외정책 연구, (1997, 원자력연구소)

논의는 지속적으로 추진될 것으로 전망된다.

세계 원자력 활동의 중심 무대인 국제원자력기구는 대부분의 국제기구가 겪고 있는 재정적 어려움에 직면하고 있으며, 비용효과성 개선을 위한 많은 노력을 추진하고 있다. 러시아의 붕괴와 최대 분담국인 미국의 정규예산 분담금 체납 등으로 심각한 재정적 어려움에 직면하고 있는 IAEA는 경비 절감 및 재원 확보를 위해 모든 노력을 경주하고 있다. 한편 우리나라의 정규예산 분담비율은 스페인, 브라질, 호주, 멕시코 등 유사 환경 국가에 비해 국가 경제력 및 원자력 규모에 비해 적은 분담금을 내고 있어 가까운 장래에 우리나라에 대한 기여확대 요청은 불가피할 것으로 전망된다.

제 2 절 국내 원자력 환경 및 정책 방향

최근 몇 년간 우리나라의 국제적 위상은 괄목할 만큼 높아졌다. 1991년 9월 남·북한 공동으로 국제연합 (United Nations) 회원국으로 가입한 후, 유엔경제사회이사회 이사국으로 피선되었으며, 유엔안전보장이사회 비상임 이사국으로도 피선되었다. 또한 우리나라는 '93년 5월 OECD/NEA의 24번째 회원국으로 가입하였으며, '96년 12월 OECD 정회원국으로 가입하였다. 이처럼 국제사회에서 우리나라의 위상이 강화되면서 그에 따른 의무가 늘어나는 것은 당연한 것으로, 우리나라의 역할 증대 요청 압력이 증가하고 있다. 최근 우리나라의 경제 위기로 당분간은 기여 확대 요청이 줄어들 것으로 전망되나, 지금부터 기여 확대를 위한 제도적, 재정적 지원 체제 수립을 추진해야 할 것이다.

'90년대에 들어오면서, 우리나라는 커다란 정치·경제·사회적인 환경 변화를 겪고 있다. 정치의 민주화와 지방화, 경제성장 등으로 국민들의 알 권리와 발언권이 강화되고 지방자치단체의 영향력이 증대됨으로써 위험/혐오 시설의 유치를 반대하는 지역 이기주의와 NIMBY 현상이 팽배하고 있다. 또한, '96년 GNP 10,000불 달성으로 선진국의 대열에 진입하게 됨으로써, 삶의 질 향상을 주장하는 시민단체 특히, 지금까지 경제발전 논리에 억눌렸던 환경단체들의 목소리가 커지면서 원전에서 발생하는 방사능의 위험에 대한 논란이 증폭되면서, 원자력 정책에 대한 불만과 불신이 한꺼번에 표출되고, 이로 인하여 우리나라의 원자력 사업은

많은 어려움에 봉착하고 있다. '97년말 국가 경제 위기로 1인당 국민소득이 7,000 불 이하로 떨어졌으나 국민들의 발언권 특히, 환경단체들의 반핵 주장은 지속되고 있다.

우리나라의 탄소배출량은 일본과 미국에 비교하여도 상당히 낮은 수준이며, 이것은 원자력 발전이 기여한 바 크다. 그러나 우리나라의 이산화탄소 배출량은 연평균 10% 이상 증가하고 있다. 그리고 '97년 12월의 기후변화협약 제3차 교토 당사국총회에서는 의무감축 대상국⁷⁾에 포함되지 않았으나, '98년 협약 부속서 개정시 OECD 가입국인 우리나라는 멕시코와 함께 의무감축 대상국에 포함될 가능성이 가장 높은 국가이다. 따라서 이산화탄소 배출량 감소를 위한 국가적 차원의 대책 마련이 시급한 상황이며, 이 과정에서 원자력발전의 지속적인 확대는 유용한 대안이 될 수 있을 것으로 전망하고 있다.⁸⁾

우리나라 최초의 상업용 원자력발전소인 고리 1호기가 1978년 4월 상업운전을 시작한 이후 20여년이라는 짧은 기간내에 우리나라의 원자력 산업은 원전 14기를 가동중이고, 6기를 건설중인 세계 9위의 원자력 발전국으로 성장했다. '95년 책정된 장기전력 수급계획에 따르면 2010년까지 16기를 추가 건설하여 총 28기가 운영될 계획이다. 원자력은 준국산 에너지원으로서 '97년 한해동안 30억불 이상의 외화절감 효과를 거두었으며, '97년 국내 원전 평균가동률은 87.6% 이었으며, 총 발전량의 34.3%를 생산하였다.⁹⁾ 초기에는 외국의 인력 및 기술에 전적으로 의존하는 일괄도급방식이었으나 오늘날에는 우리나라의 자체 기술 및 인력으로 한국 표준형원전을 설계, 건설, 운영할 수 있는 능력을 보유하고 있을 뿐만 아니라, 비록 낮은 참가율이지만 후발국의 원자력건설사업에도 참여하고 있다.

우리나라의 성공적인 원자력 이용개발 경험은 원자력 개발사업을 추진하고 있거나 계획중인 후발국의 좋은 모델로 평가받고 있다. 우리나라의 원자력 이용개발은 국가경제 발전과 산업의 경쟁력 제고, 환경 보전, 복지 증진, 외화 절감, 전력의 안정적 공급 등에 크게 기여하고 있다. 전력생산 기술이 완전히 자립될 경우에도 연료수입으로 인해 석유는 35%, 석탄 50%, 천연가스 30% 정도만 자립가능하지만 원자력은 88%가 자립가능하며, 환율이 상승할수록 원자력의 발전단가¹⁰⁾는

7 기후변화협약 부속서 I 국가 (1992년 현재 OECD 24개 회원국)

8 송기동, 원자력 경제성 분석 연구, (1997, 원자력연구소)

9 이종훈, 현재의 위기극복에 희망을 주는 원자력산업 (1998, 제13차 한국원전·원자력학회 연차대회)

10 각 발전원별 1 kWh당 발전원가는 790원/불의 경우, 원자력 33.44원, 석탄 34.08원, 석유 35.78

더욱 비교우위를 확보하게 된다.¹¹⁾ 에너지 부존자원이 빈약한 우리나라가 세계에서 가장 싼 전력을 생산, 공급할 수 있는 것은 원자력 발전의 역할이 컸으며 앞으로 국가발전의 원동력으로서 그 역할을 지속적으로 수행할 것으로 기대된다. 이를 위해 우리나라는 1990년대 초부터 기존의 원전에 비해 안전성이 획기적으로 향상된 차세대원자로 개발을 추진하고 있으며, 액체금속로 (KALIMER), 중소형원자로 (SMART) 등의 개발도 추진중에 있다. 그러나 원자력이 진정한 의미의 국산 에너지원으로서의 역할을 수행하기 위해서는 핵연료주기의 기술의 자립이 필요하나, 1991년 12월의 한반도 비핵화 공동선언과 미국의 핵비확산 정책이라는 이중 잠금장치로 인해 현실적으로 불가능한 상태에 놓여 있다.

1995년 12월 15일 KEDO와 북한간에 경수로공급협정이 체결됨으로서 북한 신포지역에 대한 경수로 지원사업이 본격적으로 추진되고 있다. 경수로 사업은 미국과 북한이 1994년 10월 제네바에서 한반도의 평화와 안전을 확보하기 위하여 북한의 흑연 감속로 동결과 핵개발 포기 등을 주요 내용으로 하는 합의문에 서명하는 것으로 시작되었다. 이에 따라 한·미·일 3국의 컨소시엄으로 KEDO가 구성되어 1995년 12월에 KEDO는 북한에 1,000MWe급 한국표준형원자로 2기를 공급하는 KEDO-북한간 경수로 공급 협정이 체결되었으며, 한국전력공사가 대북 경수로 지원사업의 주계약자로 선정되었다. 공급노형은 한국표준형원자로를 공급하게 됨으로써 한국이 중심적인 역할을 수행하게 되었으며, KEDO가 일괄도급 계약방식(Turnkey Contract)으로 공급하게 됨으로써 KEDO는 경수로 발전소 건설과정의 안전성을 입증하고 보장할 책임을 지니게 되었다.

이러한 대북 경수로 사업의 안전성 검토 지원을 위해 1999년 6월 16일 한국 원자력안전기술원과 한반도에너지개발기구(KEDO)간에 대북 경수로사업의 『원자력 안전성 검토 및 지원에 관한 협력협정』¹²⁾이 체결되었다. 원자력안전기술원은 동 협정에 따라 KEDO가 북한에 공급할 경수로에 대한 안전성 검토 등 건설과정의 안전성 확인 업무에 중요한 역할을 수행하게 되었다. KEDO는 경수로의 안전성 확인 책임을 이행하기 위하여 1998년 2월 “안전성 확인 체제”를 구축하였으며,

원이며 1,600원/불의 경우에는 원자력 40.31원, 석탄 46.49원, 석유 56.66원 등임.

11 송기동, 원자력 경제성분석 연구, (1997, 원자력연구소)

양명호, 원자력 기술정책 연구, (1997, 원자력연구소)

12 Cooperation Agreement between The Korean Peninsula Energy Development Organization and The Korea Institute of Nuclear Safety for The Provision of Nuclear Safety Review and Related Services.

동 체제는 외부 안전성검토 전문기관으로서 원자력안전기술원, 안전성 관련 사항에 대한 KEDO의 자문역할을 수행할 원자력 안전 자문그룹 및 독립적인 평가를 수행할 국제원자력기구(IAEA) 등으로 구성되어 있다. 따라서 안전기술원은 동 협정을 통하여 KEDO가 구축한 “안전성 확인 체제”에 공식 참여하게 됨은 물론, 경수로 발전소의 안전성 검토 분야의 중요한 역할을 수행하게 되었다. 이는 우리나라 기술진이 대북 경수로 발전소의 안전성 검증 작업에 참여한다는 데 의의가 크다고 하겠다.

1994년 7월 제234차 원자력위원회에서 범국가적 차원의 원자력 정책으로 채택된 “2030년을 향한 원자력 장기정책 방향”에서 원자력 정책의 4대 기본원칙으로 평화적이고 안전한 이용, 국가 경제발전에 기여, 과학기술발전에 기여, 인류복지향상에 기여 등을 설정하였다. 그리고 향후 원자력 정책은 국제화시대에 부응하여 국제적 이해와 협력을 바탕으로 추진하되, 축적된 경험과 기술의 해외 수출을 적극적으로 추진하고 국제 경쟁력 제고를 강조하고 있다. 또한 원자력 국제협력은 우리 나라의 원자력 규모에 걸맞게 국가 위상을 강화하기 위한 외교적 노력을 강화하며, 동유럽국가들과의 협력 증진도 추진하도록 규정하고 있다.

그리고 상기 장기정책방향에 근거하여 매 5년마다 원자력진흥종합계획을 수립토록 법령화하여 1997년 6월 제247차 원자력위원회에서 최초의 “원자력진흥종합계획”을 채택하였으며, 1997년 12월 원자력진흥종합계획 부문별 시행계획을 수립하였다. 동 계획의 실효성 확보를 위해 제13차 원자력법 개정시 “원자력연구개발기금”으로 설치·운영하고, 대통령령에서 구체적인 부담요율¹³⁾을 규정하고 있다. 상기 진흥종합계획에서는 원자력 정책의 4대 기본 목표로 안정적인 에너지 공급, 원자로 및 핵연료주기 기술자립, 국제경쟁력 확보 및 해외수출, 복지 증진과 과학기술 발전 선도 등을 설정하였으며, 원자력 정책의 10대 기본방향으로 원자력 이용확대, 평화적 이용 보장, 안전성 확보, 기술의 고도화, PA 증진, 원자력의 균형적인 발전 도모, 창조적 R&D 강화, 산·학·연 공동 R&D 추진, 국제화시대 부응, 정책의 일관성 유지 등을 규정하고 있다.¹⁴⁾ 이에 따라 최근 정부는 국가 위상 강화, 수출기반 조성 등을 위한 노력을 강화하고 있으며, 특히 중국과의 협력을 강조하고 있다.

13 전년도 원전 생산 전력을 기준으로 kWh당 1.2원

14 임재춘, 우리나라의 원자력진흥종합계획, (1998, 제13차 한국원산·원자력학회 연차대회)

우리나라는 세계 10위의 원자력 발전국으로서 국제적 위상 강화를 위해 '80년 대부터 IAEA 상임이사국 진출을 추진하고 있으나, 기존 상임이사국들의 반대로 어려움을 겪고 있다. 현재 IAEA의 이사국은 총 35개국이며, 이중 22개국은 총회 선출이사국이며, 13개국은 원자력 선진국들로 구성된 상임이사국이다. 우리나라는 현장 6조를 개정하거나 기존 조항을 활용하여 상임이사국 진출 방안을 모색하고 있다. 현재 현장 6조 개정에 대해 각 지역을 대표하는 4개안이 논의중이나, 각 지역별 의견이 상이하어 이를 조정·협약하는 데는 많은 어려움이 예상된다. 특히, 이스라엘의 지역 배경문제가 첨예하게 대립되어 상당한 시일이 소요될 것으로 전망되고 있다.¹⁵⁾ 그러나 IAEA 상임이사국 진출은 원자력선진국 진입과 국제적 위상 제고를 위한 중요한 선결과제이므로 국제 정치·외교적인 노력을 더욱 강화해야 할 것으로 판단된다.

제 3 절 국제협력 강화 방향

앞서 언급한 제반 여건을 고려하여 향후 원자력 국제협력은 다음과 같은 기본 방향¹⁶⁾에 의거, 수행되어야 할 것이다.

1. 원자력 안전분야 국제협력의 확대

우리나라는 부존 에너지 자원의 부족, 경제 개발에 따른 안정적인 에너지원 확보 등의 이유로 원자력 발전을 범국가적 차원에서 추진해 왔으며, 기술적, 경제적으로 실현 가능한 대규모 대체 에너지원이 개발되지 않는 한 원자력 발전은 지속될 것으로 전망된다. 원자력의 평화적 이용 확대를 위한 선결조건은 안전성 확보이다. 이러한 목적 달성을 위해서는 원자력 기반기술 확보와 함께 각 분야별 최신 선진 기술을 보유한 국외기관과의 협력을 통하여 이러한 기술을 확보하는 것이 중요하다. 또한 선진국 수준의 원자력기술 확보가 원자력 안전의 세계화에 능동적으로 참여할 수 있는 선결조건임은 주지의 사실이다. 따라서 원자력안전분야 국제협력은 안전성 평가 및 안전규제 기술능력 향상에 최우선 순위를 두고 추진한다.

15 오근배, 원자력 대외정책 연구, (1997, 원자력연구소)

16 하연희, 국제협력 중장기 정책 수립을 위한 연구 (1997, KINS)

우리나라는 미국, 캐나다, 프랑스 등으로부터 상이한 노형의 원전을 도입, 운영함으로써 여러 어려운 점이 있었지만, 우리만의 독특한 설계개발 및 안전규제 경험과 노하우를 축적하고 있다. 우리의 다양한 신규원전 건설 및 원전 운영경험은 국제사회에서 이미 인정받고 있으며, 이러한 경험과 함께 각 노형별로 선진국 수준의 원자력 기술능력을 갖추게 된다면 우리나라는 국제 원자력계에서 독보적인 위상을 확보할 수 있을 것이다. 따라서 향후 각 노형별 안전규제 기술능력 향상을 위해 원전 도입국 및 유사원전 가동국과의 협력을 강화하고 유럽 원자력 선진국들의 모임인 OECD/NEA와의 협력도 지속적으로 확대한다.

향후 원자력안전분야 국제협력은 단기적으로는 안전관련 현안사항에 대한 국제공동연구사업 참여를 확대하고 장기적으로는 우리가 필요한 분야의 공동연구사업을 제안, 추진함으로써 안전규제 기술능력을 향상시킨다. 또한 우리의 취약분야를 도출하여 동일 분야에서 선진 기술능력을 보유하고 있는 기관들과 양자간 또는 다자간 협력을 강화한다. 이를 위하여 국제공동연구과제 참여 확대 및 기관간 협력 강화를 위한 재정적, 제도적 지원 체계를 수립한다.

2. 원자력 안전 및 규범의 세계화에 능동적 참여

원자력 안전성이 한 국가만의 노력으로 달성되기 어렵다는 것은 체르노빌 원전사고를 통해 이미 확인되었으며, 한 국가에서 원자력 사고가 발생할 경우 그 파급효과는 인접국 뿐만 아니라 전 세계적으로 심대한 영향을 미친다는 것도 이미 확인되었다. 우리나라가 최고 수준의 원자력 안전성을 확보하고 있다하더라도 타 국가에서 원자력사고가 발생할 경우 우리나라도 직·간접적인 방사능 피해 지역에 포함될 가능성이 높고, 이로 인해 원자력 안전에 대한 국민들의 신뢰도는 급격히 저하될 것이며 국내 원자력 산업 자체가 사양화될 가능성도 배제할 수 없다. 이러한 관점에서 원자력 안전성 확보 노력은 잠재적인 방사능 재해로부터 우리나라의 국민과 환경을 보호한다는 기본 원칙에서 더 나아가 '지구는 하나'라는 공동체 의식을 가지고 전 세계적인 원자력 안전성 확보를 위한 안전규범의 세계화 추세에 능동적으로 참여해야 할 것이다.

국제 원자력 안전 동향 및 주요 선진국의 규제 동향을 분석한 결과, 원자력

안전규범의 세계화 움직임은 이미 부인할 수 없는 국제적인 추세로 자리잡고 있으며, 우리나라도 이러한 조류에 동참하고 있음을 알 수 있었다. 전 세계적으로 확산되고 있는 원자력 안전규범의 세계화에 능동적으로 참여하고 이에 적극적으로 대응하는 자세는 반드시 견지되어야 할 국제협력의 기본적인 사항이다. 따라서 국제 원자력 안전동향과 기술적, 정책적 현안 사항을 적시에 파악하고 이에 대한 대응방안을 마련하기 위해서는 단기적, 가시적 활동에 대한 투자와 함께, 장기적, 비가시적 활동에 대한 투자도 병행 추진해야 할 것이다. 이러한 노력의 일환으로 국제적인 현안 사항이나 향후 현안사항이 될 가능성이 높은 각종 기술적, 정책적 내용을 적극적으로 파악/분석하고 이에 대한 대응방안 강구 노력을 강화한다.

3. 우리나라 원자력의 국제적인 위상 강화

우리나라는 원자력 개발 프로그램의 성공적인 수행과 원자력발전 기술 자립으로 세계 10위의 원자력 발전국이자 OECD 가입국으로서 국제 원자력계에서의 위상이 괄목할 만큼 성장하였다. 그동안 우리나라의 원자력계는 각 기관별로 국제적인 위상 강화를 위해 많은 노력을 기울였으며, 이러한 노력은 상당한 성과를 거두고 있다. 그러나 우리나라의 원자력 수준은 국제 원자력계에서 상당한 인지도를 확보하고 있으나 국제적인 수준의 원자력 기술능력을 확보하고 있다는 인식은 상대적으로 낮은 것이 현실이다. 이처럼 세계 원자력계에서 차지하는 우리나라의 원자력 비중에 비해 대외적 위상이 낮은 것은 여러 가지 외부적 요인과 함께, 국제 원자력계에 대한 기여도가 선진국에 비해 미비하였던 것도 사실이다. 우리나라가 보다 능동적이며 주도적인 국제협력을 수행하기 위해서는 국제 원자력계가 우리나라의 원자력 기술력을 인정하고 가능한 한 많은 국가와 긴밀히 협력함으로써 우리나라의 대외적 위상을 강화하는 것이 중요하다.

따라서, 국제 원자력계로 부터의 지원이 필요한 분야는 지원을 받되, 우리가 기여할 수 있는 부분은 적극적으로 기여하고 외국의 원자력 관련기관과의 협력 확대를 적극적으로 추진해야 한다. 이를 위하여 기술적, 재정적, 정책적으로 뒷받침할 수 있는 지원 체제를 구축하여야 한다. 이를 위하여 특정사업 분담금, 전문가 파견, 국제행사 개최 등을 적극적으로 수용하며, 국제 원자력 활동의 중심무대인 IAEA의 안전관련 활동에 적극 참여하고, OECD/NEA의 각종 원자력안전관련

공동연구과제 참여를 확대하며 이와 병행하여 국제기구 정규직원 진출을 기관차원에서 적극적으로 추진한다. 또한 원자력 선진국, 개도국 및 주변국 원자력안전유관기관과 상호 호혜주의 원칙하에 협력 관계를 구축, 강화하고 대상 기관을 지속적으로 확대한다. 그리고 원자력 관련 국제회의 및 훈련과정 유치를 적극 추진한다.

4. 아시아 지역의 원자력 안전성 확보 노력 강화

최근의 경제 위기로 다소 지연되거나 취소될 가능성이 높아지고 있으나, 장기적으로는 각국의 경제개발에 수반되는 에너지원의 안정적인 확보를 위해 중국, 인도네시아, 베트남, 필리핀 등의 아시아지역 개도국들은 원자력 개발프로그램 추진을 적극 검토할 것으로 전망된다. 또한 한국 (KEDO 포함), 일본 등도 향후 원자력 개발 프로그램을 지속적으로 추진할 것으로 전망되므로 아시아 지역은 21세기에 원자력 밀집 지역이 될 가능성 높다. 또한 아시아 지역은 세계 인구의 약 1/2이 밀집해 있는 인구밀집 지역으로 원자력 사고 발생시 타 지역에 비해 상대적으로 더 많은 피해를 초래할 수 있다. 원자력산업은 대규모의 재원이 소요되는 기술 집약적인 산업으로 아시아지역 개도국들이 자체 능력만으로 원자력개발 프로그램을 성공적으로 안전하게 추진하기란 현실적으로 거의 불가능하다. 이러한 아시아 지역의 특수성과 원자력 산업의 특성으로 인해 지역내 원자력 안전성 확보를 위한 국제협력의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

아시아 지역에서 원자력 사고가 발생할 경우, 한국은 직접적인 방사능 피해 지역에 포함될 가능성이 높을 뿐만 아니라 원자력 안전에 대한 대국민 신뢰도 저하로 국내 원자력 산업 자체가 사양화될 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 안전기술원은 국내 원자력 안전성 확보 노력과 병행하여 아시아 지역에서의 안전성 확보를 위해 적극 노력해야 한다. 아시아 국가들의 기술적, 경제적 여건을 감안할 때 이들 국가와의 협력은 상당 기간 지원 위주로 추진될 수 밖에 없을 것이다. 그러나 아시아 원자력 안전성 확보 노력은 국내 원자력 안전성 확보 노력의 연장선상에서 추진되어야 하며, 단기적인 경제성 측면보다는 장기적인 원자력 안전성 확보, 대 국민 신뢰도 제고, 원자력 산업 수출기반 조성 등의 측면을 우선적으로 고려해야 할 것이다.

아시아 지역의 원자력 안전성 확보를 위해서 기존의 지역협력 및 지원체제를 최대한 활용하고 일본과의 공동 노력을 강화하되, 지역내 원자력 안전분야의 주도권 선점을 위한 노력을 지속적으로 추진한다. 지역내 국가들의 원자력 개발 단계가 상이한 점을 감안하여 협력분야 및 방법을 국가별로 설정하고 원자력 개발 추진 가능성이 높은 몇몇 국가들과의 협력을 중점적으로 추진한다. 대부분의 아시아 국가들이 원자력 발전소를 운영하고 있지 않으므로 당분간은 방사성동위원소(RI) 및 방사선 안전분야를 위주로 초기 단계에서의 안전성 하부구조 강화를 위한 협력을 추진하고 점진적으로 안전규제기술 및 규제경험 교환 등으로 협력 분야를 확대한다. 아시아 지역에서의 원자력 안전성 확보를 보다 효율적으로 달성하기 위해 ANSCO와 같은 지역협의체 설립을 장기적인 관점에서 지속적, 적극적으로 추진하는 것이 바람직하다. 특히, 원자력 사고시 직접적인 방사능 피해를 초래할 수 있는 극동 아시아의 안전성 확보를 위해 주변국인 일본, 중국과 긴밀한 협력 체제를 구축하고, 중국에 대해서는 당원의 안전규제 기술과 경험을 적극 지원한다. 아시아 지역 원자력 안전성 확보를 위한 일련의 노력들이 효율적으로 추진될 수 있도록 제도적, 재정적 지원 체제를 수립하고 이를 지속적으로 강화한다.

5. 국제협력 대상의 다원화

원자력 안전 및 규범의 세계화 추세와 더불어 두드러지게 나타나고 있는 규제동향은 인접국간 또는 이해당사국간 협력을 강화하는 지역주의이다. 이는 냉전체제의 붕괴로 양분화되어 있던 세계질서가 다층화되면서 지역 차원의 협력이 강조되고 있음을 말해 주는 것이다. 원자력 안전규제 분야에서도 이러한 다원화, 지역화, 다층화 추세가 강화되고 있으며, 이익을 같이 하는 국가 및 기관들끼리의 블록화 현상이 심화되고 있다. 따라서 원자력 안전분야 국제협력 대상도 기존의 미국, 프랑스, 캐나다 등의 원전 도입국과 국제원자력기구(IAEA) 중심에서 탈피하여 협력 대상을 다원화하는 것이 바람직하다. 즉, 안전규제 능력이 유사한 국가 및 기관과의 협력, 아시아 지역 국가 및 기관과의 협력, 전 세계 규제기관과의 협력, 국제기구와의 협력을 동시에 추진하면서 우리가 필요한 정보 및 기술을 습득하고 필요시 우리의 기술과 경험을 제공한다.

IAEA와의 협력은 지속적으로 추진하되, 최신 원자력동향 파악, 국제적인 안전기준 또는 협약 추진 참여, 후발국들에 대한 기술적, 재정적 지원 등을 위주로 협력하고 최신 안전규제 기술동향 파악 및 기술능력 향상은 NEA와의 협력 강화를 통해 추진함으로써 국제기구와의 안전규제 협력의 중심축을 NEA로 전환해 나간다. 원자력 선진국과의 협력은 미국, 캐나다, 프랑스 등 기존 국가들과의 협력을 지속적으로 추진하되, 수혜자적 입장에서 탈피하여 안전관련 현안 사항에 대한 양자간 또는 다자간 공동연구수행, 규제경험 상호 교환 등 대등한 협력 관계를 구축하고 그 밖의 선진국들과도 국가별 강점분야에 대한 협력을 강화한다. 아울러 원자력 개도국들과의 협력 강화를 통하여 우리나라의 기술과 경험을 전수하고 이들 국가의 안전규제관련 기술분야의 현황을 파악하여 강점분야에 대해서는 상호 호혜주의 원칙하에 국가간, 기관간 협력을 강화한다.

각국 안전규제기관과의 협력 강화를 통해 국제 원자력 안전분야에서 당원의 발언권을 강화하고 컴패니언십을 확보하기 위해서는 다양한 국가 및 기관과 협력 관계를 구축해 나가는 것이 중요하다. 향후 주요 협력강화 대상국은 영국, 독일, 스페인, 스웨덴, 일본 등의 원자력 선진국들과 중국, 인도네시아, 베트남, 호주, 루마니아, 체코, 우즈베키스탄, 카자흐스탄, 벨기에 등 아·태지역, 동유럽 및 구소련 연방국가들이다. 그리고 장기적으로는 멕시코, 남아프리카공화국, 인도, 파키스탄 등 모든 원자력 발전국가들과의 협력 관계를 구축해 나가야 한다. 이들 국가중 국제 정치적인 이유로 원자력분야 국제협력이 제한되어 있는 국가(인도, 파키스탄, 대만 등)도 포함되어 있으나, 원자력 안전의 중요성을 감안하여 이러한 국가들과의 협력강화 방안도 수립해 나가야 한다.

제 3 장 루마니아 원자력 동향

여 백

제 3 장 루마니아 원자력 동향

제 1 절 원자력 이용·개발 현황

1. 일반현황

루마니아(Romania)는 유럽 동남부의 발칸반도 북쪽 (북위 46도, 동경 25도)에 위치해 있고, 면적은 237,500km² (한반도의 1.1배)이고, 총 인구는 2,200만명이며 수도는 부카레스트(Bucharest, 인구 약 200만명)이다. 그 밖의 주요 도시는 콘스탄짜(Constanta, 34만명), 브라쇼프 (Brasov, 32만명), 갈라티 (Galati, 32만명) 등이며, 루마니아어가 공용어이고 헝가리어와 독일어도 사용되고 있다. 종교는 루마니아 정교(87%)가 지배적이며, 카톨릭(5%)과 신교(3.5%)가 일부 차지하고 있으며, 기후는 4계절이 뚜렷한 대륙성 기후로서 연평균 기온이 10-11℃ (여름평균 23℃, 겨울평균 -3℃)이며, 연평균 강수량은 600-700mm 정도이다.

루마니아의 천연자원으로는 원유, 목재, 천연가스, 석탄, 철광석, 소금 등이 주요 부존 자원이며, 원유는 매장량이 감소되고 있는 추세이다. 전 국토의 약 40% 정도가 경작 가능지이며, 산림 및 잡목지가 약 27%, 목초지가 약 20%, 강 및 호수가 약 4%를 차지하고 있다. 전체 국토 면적중 농축산업으로 이용 가능한 면적이 전국토의 약 62% 정도로 비옥한 편이다. 이러한 비옥한 국토와 지정학적 특성, 원유 생산 등으로 루마니아는 역사적으로 잦은 외세의 침입을 받아왔다. 루마니아의 수도인 부카레스트를 포함한 남부 및 남서부 지역은 지진 위험대로서 약간의 호우에도 산사태가 발생하는 등 자연재해 지역이다.

루마니아는 기원전 1세기경에 다치아(Dacia)인이 중앙집권국가를 건설하면서 형성되었으며, 106년에서 272년간 로마의 지배를 받았다. 3세기부터 13세기 동안 고트족, 훈족, 슬라브족 등 이민족의 침입을 받았으며, 15세기부터는 오스만 터키의 지배를 받다가 18세기 오스만 터키의 쇠락으로 헝가리, 오지리, 러시아 등 주변 열강의 침략을 받았다. 19세기에는 러시아, 오스트리아, 터키의 통치로 3분화되었다가, 1862년 루마니아를 정식 국호로 채택하고 1877년 러·터 전쟁에서 터키의 패배를 계기로 독립을 선언하였으며, 1878년 베를린 조약에서 국제적으로 승인을

획득하였다. 이후 제1차 세계대전에서 독일과 오스트리아에 대항하여 승리함으로써 주변 지역을 흡수하여 오늘날의 국토를 확보하였다. 제2차 세계대전 초기에 독일과 연합하여 대소 전선에 참가하였으나, 1944년 연합국측에 가담하였으며, 전쟁 말기에 소련군이 입성하여 루마니아의 공산화가 추진되었다. 이후 1956년 소련군 철수와 함께 탈소련화 정책과 독자 외교노선을 추구하였으며, 1965년 차우세스쿠(Ceausescu)가 집권하여 1989년 시민 민주혁명이 발생할 때까지 20년 이상을 절대 권력을 장악하였다.

정치적인 측면에서 루마니아는 1989년 12월 동구권 국가 중 유일하게 유혈혁명을 통해 차우세스쿠 공산독재정권을 붕괴시킨 국가로서, 1990년 5월 최초의 자유총선 및 대통령 직선을 통해 구국전선 소속 일리에스쿠(Iliescu) 대통령의 민선정부가 출범하였다. 루마니아의 정부형태는 대통령 중심제이며, 의회는 상원과 하원으로 구성된 양원제이다. 1991년 12월 8일 자유 민주주의 헌법을 채택하여, 국가수반은 대통령이며, 주권의 최고 대표기관은 의회, 최고 행정기관은 각료회의, 최고 사법기관은 대법원으로 규정하고 있다. 중앙부처는 21개 행정부처로 구성되어 있다. 현재 루마니아에서는 비슷한 정강과 정책을 표방하는 150여개 정당이 난립하면서 정치적 이해관계에 따라 이합집산을 반복하고 있으며, 주요 정당으로는 여당인 사회민주당(PDSR)과 야당인 대루마니아당(PRM), 민주당(PD), 자유당(PNL), 헝가리 민주동맹(UDMR) 등이 있다.

루마니아의 경제는 1990년 이후 시장경제로의 개혁 추진과정에서 상당한 침체를 겪었으며, 지난 97-99년 3년간의 극심한 경제 불황에서 벗어나 2000년부터 완만한 회복세로 반전되어 약 2%의 실질적인 성장률을 기록하였다. 신정부의 지속적인 개혁정책으로 2001년 약 4.8% 경제성장률을 달성하였으며, 2002년에도 5%이상의 성장을 목표로 경제개혁을 추진하고 있다. 2001년말 기준으로 국내총생산(GDP)은 약 367억불이며, 1인당 GDP는 약 1,750불이다. 2001년 수출은 약 113.8억불이고, 수입은 약 155.5억불로 약 42억불의 무역수지 흑자를 기록하였다. 그리고 외채는 약 99억불이며, 인플레이션이 심하여 약 36%에 달하며 실업률은 약 8.6%이고 화폐단위는 레이(Lei)를 사용하며 달러와의 환율은 약 33,500 레이이다. (US\$1=33,500Lei)

정권의 교체와 무관하게 EU가입은 루마니아의 주요 외교 목표로 남아있으며, 루마니아 정부로서는 EU 가입 추진이 국민들에게 지속적인 개혁의 필요성을 설

득할 수 있는 근거가 되고 있다. EU 및 NATO 가입에 유리한 외교여건 조성을 위해 유럽 및 미국과의 관계 심화를 추진하고 있으며, 유럽지역 안보 및 분쟁해결 등에 적극적인 역할을 수행함으로써 EU 및 NATO 가입에 유리한 여건 조성을 위해 노력하고 있다. 또한, 경제발전 및 개혁을 통해 현재의 누적된 문제를 해결하기 위해서는 EU, IMF 및 World Bank의 지원이 필수 불가결하므로 이들과의 관계 유지 노력과 함께 이들이 요구하고 있는 체제 및 경제 개혁을 지속 추진해 갈 것으로 전망되고 있다. 그 밖에 몰도바, 헝가리 등 인접국들과의 우호관계 유지, 루마니아-러시아간 기본관계 조약 체결 교섭 재개 및 실질 경제협력관계 증진 추진, 대서구 외교와의 균형 유지 및 경험 투자 등 실익차원에서 한국, 중국, 일본 등을 중심으로 아·태지역 국가들과의 실질적인 협력을 추진할 것으로 전망된다.

루마니아는 우리나라와 1990년 3월에 외교관계를 수립하였으며, 1990년 8월 한·루 경제과학기술협력협정을 체결하였다. 그리고 1990년 KOTRA 무역사무소를 설치한 이후, 국내 기업들의 루마니아 현지 진출이 활성화되고 있다. 우리나라와의 주요 교역실적 및 주요품목으로는 전기·전자제품, 섬유, 기계류 등을 수출하였으며, 플라스틱, 강관, 베어링 등을 수입하고 있다. 그리고, 1994년 루마니아 대통령이 방한하여 한·루 정상회담을 개최한 바 있다.

2. 원자력산업

루마니아의 전력산업은 화력발전을 중심으로 구성되어 있으며, 수력발전과 원자력발전이 보완적인 역할을 담당하고 있다. 2000년 기준으로 루마니아의 전체 설비용량은 22,084천kW 이 중에서 화력발전이 약 70%를 차지하고 있으며, 그 다음이 수력발전으로 약 27%, 원자력발전은 약 3%를 차지하고 있다. 그리고 같은 해 루마니아의 총 발전량은 52,813백만kWh로서, 발전량을 기준으로 살펴보면 원자력발전이 약 10%로서 상대적으로 많은 점유율을 기록하고 있다.

표 1 루마니아의 발전원별 전력산업 현황

구 분	설비용량('00)		발 전 량('00)	
	천kW	%	10 ⁶ kWh	%
원 자 력	650	2.9	5,456	10.3
화 력	15,500	70.2	32,676	61.8
수 력	5,934	26.9	14,721	28.0
계	22,084	100	52,813	100

루마니아는 1990년 후반의 극심한 경기 침체에서 벗어나 2000년 약 5%의 실질적인 경제성장률을 기록하면서 향후 지속적인 경제 성장을 위한 발판을 마련하였다. 이러한 경제 성장으로 인해 전력 수요가 점진적으로 증가할 것으로 예상되며, 2004년까지 전력수요가 매년 2.4% 정도 증가할 것으로 전망하고 있다. 이러한 전력소비 증가를 충족시키기 위해서 루마니아 정부는 기존의 전력설비를 확충하거나 신규 전력설비 건설을 추진하고 있다. 그러나 루마니아의 전체 전력 설비 중에서 약 50%가 20년 이상의 노후화된 설비로서, 이로 인한 발전 설비의 안전성 문제가 심각할 뿐만 아니라, 발전 효율성도 낮은 상태이다. 2001년 우리나라의 발전소 평균 열효율은 39.57%이나, 루마니아는 발전 시설에 대한 운영 및 정비관리 미숙으로 33% 이하의 낮은 열효율을 유지하고 있다. 루마니아는 가까운 장래에 이들 노후화된 전력설비 중에서 약 600만kW를 운전 중지(Decommission & Mothball)시켜야 할 상황이다.

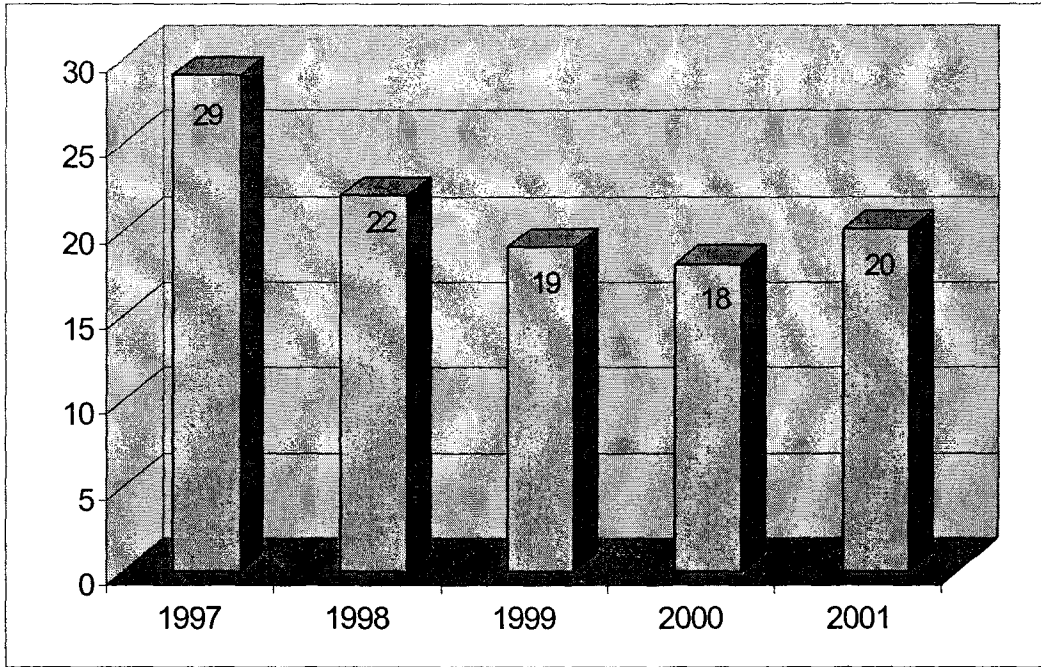


그림 1 원자력발전소 사건 발생건수 (1997-2001)

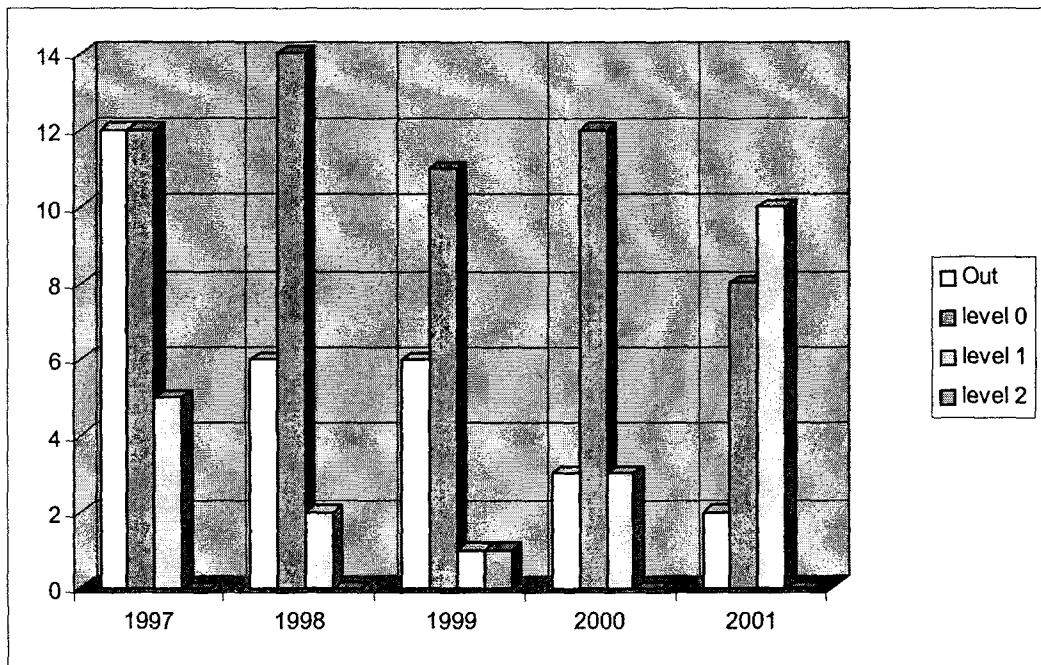


그림 2 IAEA INES 등급별 원자력발전소 사건 분류

루마니아는 1970년대말 우리나라의 월성 원전과 동일한 노형인 CANDU-6형

가압중수로 5기의 건설을 동시에 착수하였다. 그러나 1980년대 말 국내 정치·사회적인 혼란과 이로 인한 경제적인 어려움으로 공사비의 확보가 어려워지면서 상당기간동안 건설이 중단되어 왔다. 1991년 재원 조달 문제로 체르나보다 1호기만 공사를 계속하여 1996년말부터 상업 운전에 들어갔다. 그러나 나머지 4개 호기는 20여년이 지났지만 아직까지 완공되지 못하고 있으며, 2호기는 공사를 재개하여 건설중이며, 나머지 3-5호기는 현재 공사 재개 계획을 수립하고 있다. 각 호기별 현황을 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

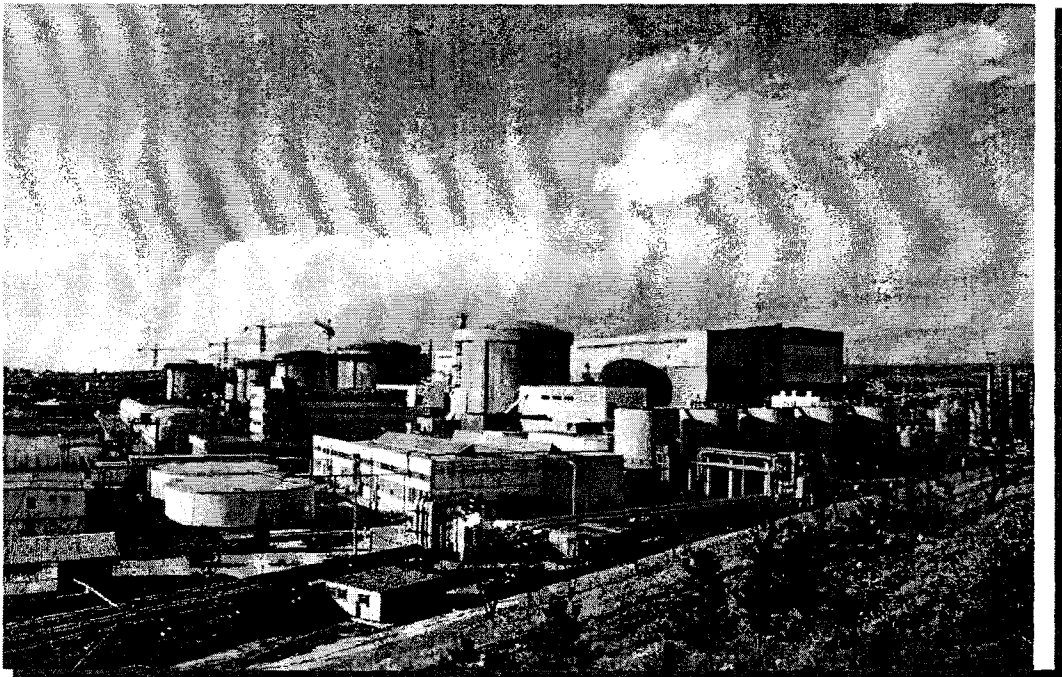


그림 3 체르나보다 원자력발전소 전경

체르나보다 1호기는 1978년 캐나다의 AECL과 공동으로 건설 계약을 체결하였으나 1989년 공사가 중단되었다가, 1991년에 AECL(캐나다)-Ansaldo(이태리)간 컨소시움(Consortium)과 계약하여 1996년말 상업운전을 시작하였다. 체르나보다 1호기는 루마니아 국내 전력수요의 약 10% 담당을 담당하고 있으며, 평균 이용율은 약 86%로 양호한 운영실적을 보이고 있다 (그림 4). 그러나 최초의 원전 운영에 따른 기술기반 및 경험의 부족 등으로 많은 문제점을 안고 있다. 이에 반해, 체르나보다 2호기는 2000년초 현장 건설공사를 재개하여 2005년말 준공을 목표로 작업중이며, 2002년말 기준으로 약 55%의 공정율을 기록하고 있다. 2001년 5월 AECL(카)-Ansaldo(이)간 컨소시움(Consortium)과 사업지원 계약을 체결하였으며,

2002년말 캐나다, 이태리, 미국 등의 금융기관과 차관계약을 서명할 것으로 전망되고 있다.

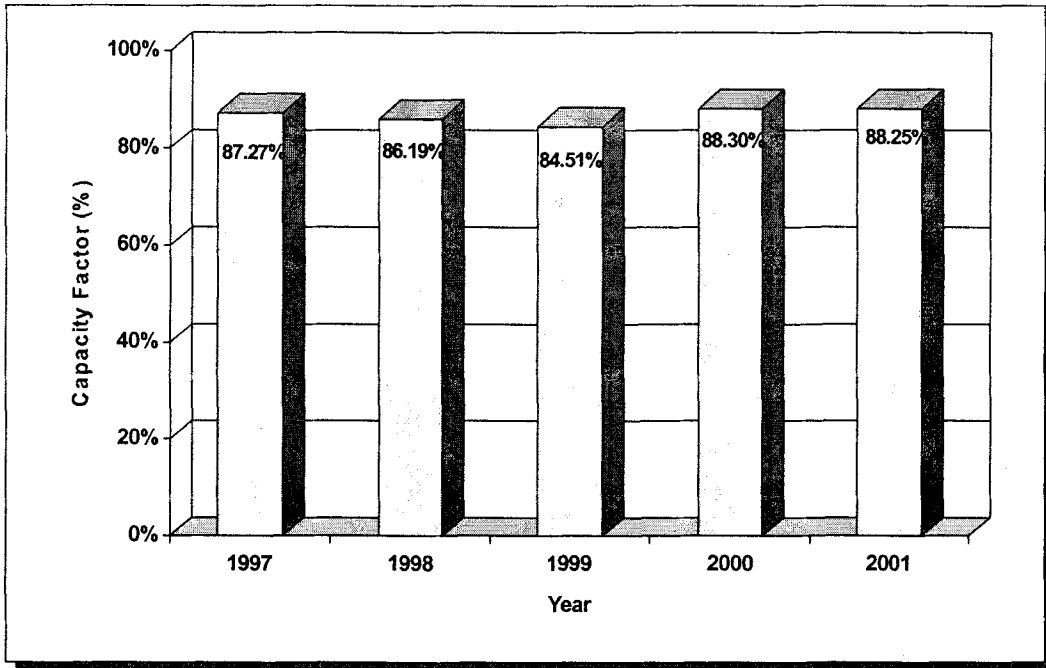


그림 4 체르나보다 1호기 가동율 (1997-2001)

체르나보다 3, 4, 5호기는 모두 격납건물 등 토목공사만 수행한 상태에서 공사가 중단되었으며, 각 호기별로 건설 종합공정은 약 10~20% 진행되고 있다. 루마니아 정부는 호기별로 단계적 공사재개 계획을 수립·추진하고 있으며, 체르나보다 2호기 공사 마무리 시점인 2004년경에 체르나보다 3호기의 현장공사를 재개할 계획이다. 루마니아 정부는 2002년 5월 체르나보다 3호기 사업 특별위원회를 발족시켰으며, 현재 구체적인 공사재개 계획을 수립하고 있다. 루마니아 정부는 재원조달 문제로 3호기를 BOT(Build, Operate, Transfer) 사업으로 추진하기를 희망하고 있다.

우리나라는 루마니아의 원자력 산업에 참여하기 위해 노력해 왔으며, 그 일환으로 우리나라 정부는 2000년 6월 루마니아측에 양국 정부간 원자력협력협정 체결을 제안하고 우리측 협정문안을 루마니아측에 송부하였다. 2001년 5월 루마니아측의 수정안을 재검토하여 2001년 9월 우리나라의 수정문안을 루마니아측에 재송부

한 상태에 있다. 동 정부간 협정은 2003년 상반기 서울에서 개최예정인 한·루 경제공동위 참석을 위해 루마니아측 정부 고위인사가 방한할 때 체결될 것으로 전망되고 있다. 이와 별도로, 2001년 3월 양국가의 원전산업계를 대표하여 루마니아 산자부와 우리나라 한국전력공사간에 원전사업 협력을 위한 양해각서를 체결하였다. 2002년 3월에는 한국수력원자력(주)와 원자력공사(SNN)간 기술협력약정 및 체르나보다 1, 2호기 기술지원협약(TAA, Technical Assistance Agreement)을 체결하였다.

우리나라의 한수원은 2001년 12월에 체르나보다 1호기 운영기술지원을 위해 루마니아 원자력공사측과 확률론적 안전성분석 (PSA : Probabilistic Safety Analysis), 수명관리 프로그램 등 5개 분야를 우선 기술지원분야로 합의하였다. 그리고 우리나라의 전문기관인 한전기공(주)이 확률론적안전성평가(PSA) 수행제의를 원자력공사에 제출하였으며, 양측의 수정·협상을 통해 2002년 11월에 최종 계약을 협상하고 2002년내에 용역 착수를 목표로 추진하고 있다. 또한, 기술지원협약(TAA)에 따라 운영 기술지원 확대 방안을 추진중이며, PSA 등 기존 합의 5개 분야 이외에 원전 운전원 재교육 프로그램 개발 및 설비개선 지원 등을 추가로 협력분야로 포함시키는 방안을 협의하고 있다.

체르나보다 2호기에 대한 우리나라의 참여는 2002년 5월 공정관리분야 사업주 기술자문 용역을 수행하면서 시작되고 있다. 동 용역결과 약 1년간의 공기단축 가능성과 이의 달성방안을 권고하였다. 또한, 기술지원협약(TAA)에 따라 기타 사업관리 및 시운전분야 기술지원 확대를 추진하고 있다. 2001년 3월 우리나라는 루마니아측과 체르나보다 3호기의 단계적인 사업개발 추진 원칙을 합의하고, 1단계로 루마니아측 조건을 기준으로 기초 제의서를 제시하고, 2단계에서 3호기 건설을 위한 기초조사를 양국이 공동으로 수행하며, 3단계에서 조사결과를 토대로 사업수행 제의서 제시 및 계약을 협의하는 것으로 합의하였다. 이에 따라, 2001년 4월에 1단계 기본제의서를 제출하였으며, 2001년 10월에 2단계 기초조사 공동수행 양해각서(안)을 루마니아측에 제출하였다. 2002년 9월초부터 사사 착수키로 협의하였으나, 체르나보다 2호기 차관계약 체결의 지연으로 3호기 공사 계획이 순연되고 있다. 그러나 2002년말 차관계약을 체결하고 2003년초부터 조사를 착수할 수 있을 것으로 전망되고 있다. 이와 병행하여, 한수원에서는 운전 감독자(Supervisor)에 대한 훈련과 중수로 연료제작에 관한 기술 지원 등을 추진할 계획

이다.

제 2 절 원자력 행정체제

1. 일반현황

루마니아의 원자력 개발 사업은 산업자원부에서 주관하고 있으며, 원자력에 대한 안전규제는 원자력활동통제위원회(CNCAN, National Commission for Nuclear Activities Control)에서 담당하고 있으며 루마니아의 원자력 행정체제는 그림 5와 같다. 루마니아의 원자력공사(SNN)가 원자력 개발사업을 주관하고 있으며, AECL(加)-Ansaldo(伊)간 컨소시엄(Consortium) 등과 같이 외국 기업간의 공동 투자를 통해 원자력개발사업에 참여하고 있다.

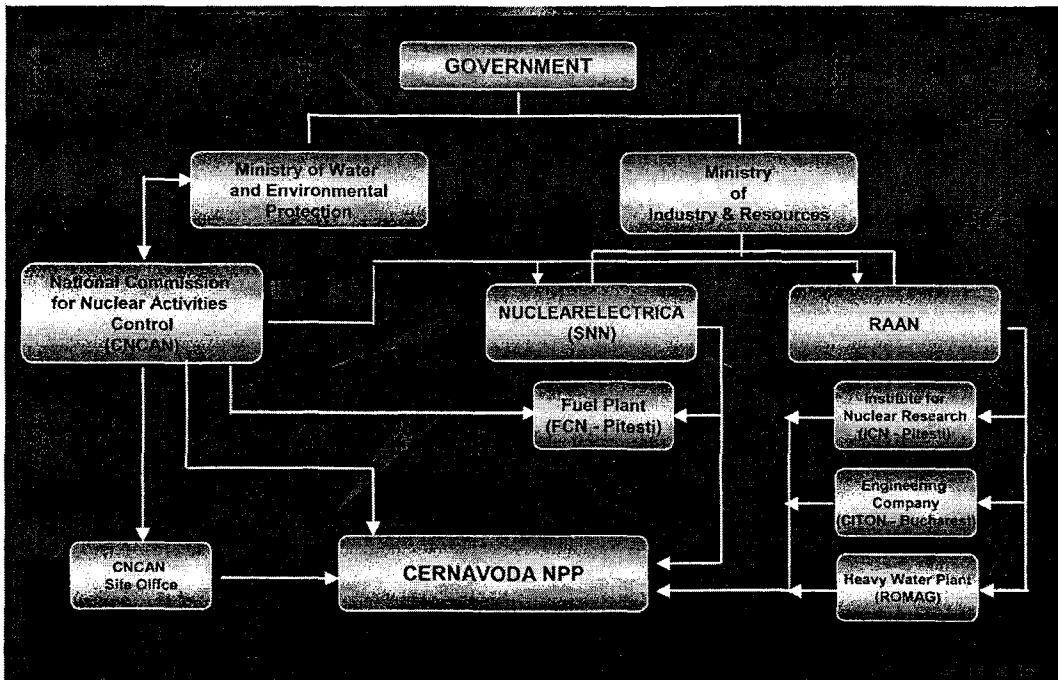


그림 5 루마니아의 원자력 행정체제

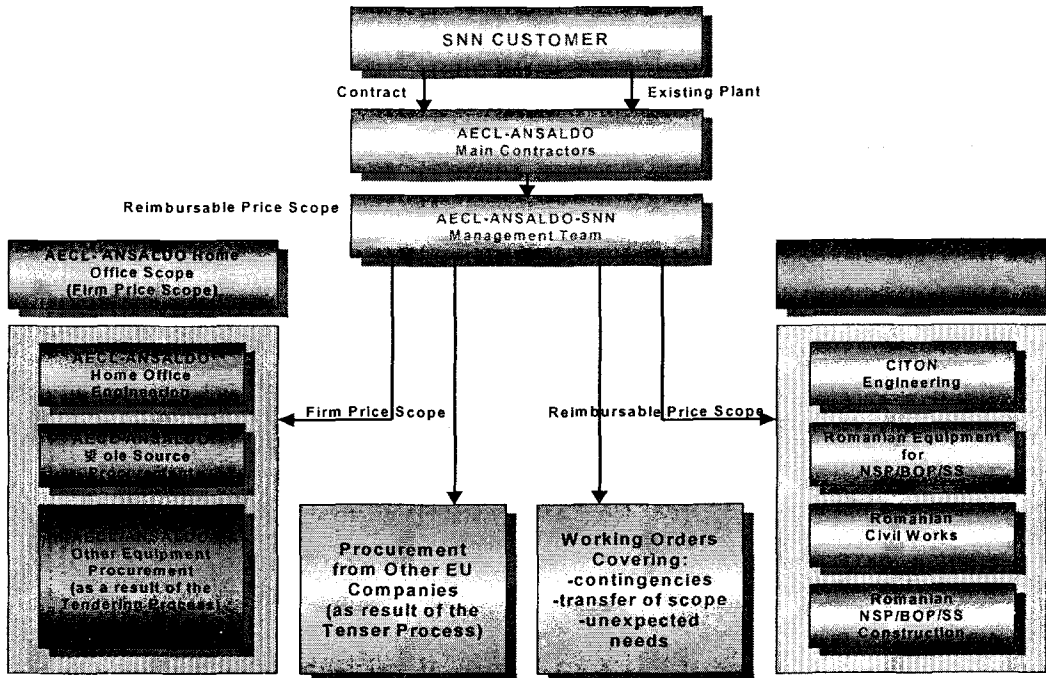


그림 6 체르나보다 2호기 건설사업 계획

2. 원자력 안전규제 행정체제

루마니아의 규제기관은 원자력활동통제위원회 (National Commission for Nuclear Activities Control : CNCAN)이며, CNCAN의 임무는 원자력 이용에 기인한 불합리한 위험(Unreasonable Risk)으로부터 일반대중의 보건, 안전 및 환경 등을 보호하는 것이다. CNCAN은 원자력법 제7조에 의거하여 규제체계의 개발, 원자력시설 인·허가, 안전검사, 방사성폐기물 관리 및 처분 등에 관한 업무를 수행한다. 사업자의 안전요건, 품질보증 (QA: Quality Assurance) 프로그램 등의 이행 여부를 감시하기 위한 검사 활동은 일상 및 특별검사, 통보 및 미통보 검사 등이 있으며 그 조직체제는 그림 7과 같다. CNCAN은 기본적으로 캐나다의 규제체계(2년 주기의 Licence Renewal 제도 등)와 유사하다. CNCAN은 원전 운영에 관한 심·검사 결과를 연차보고서로 발간하여 이사회 및 일반대중에게 정보를 제공하고, 인·허가 갱신 과정에서 중요한 자료로 활용하고 있다.

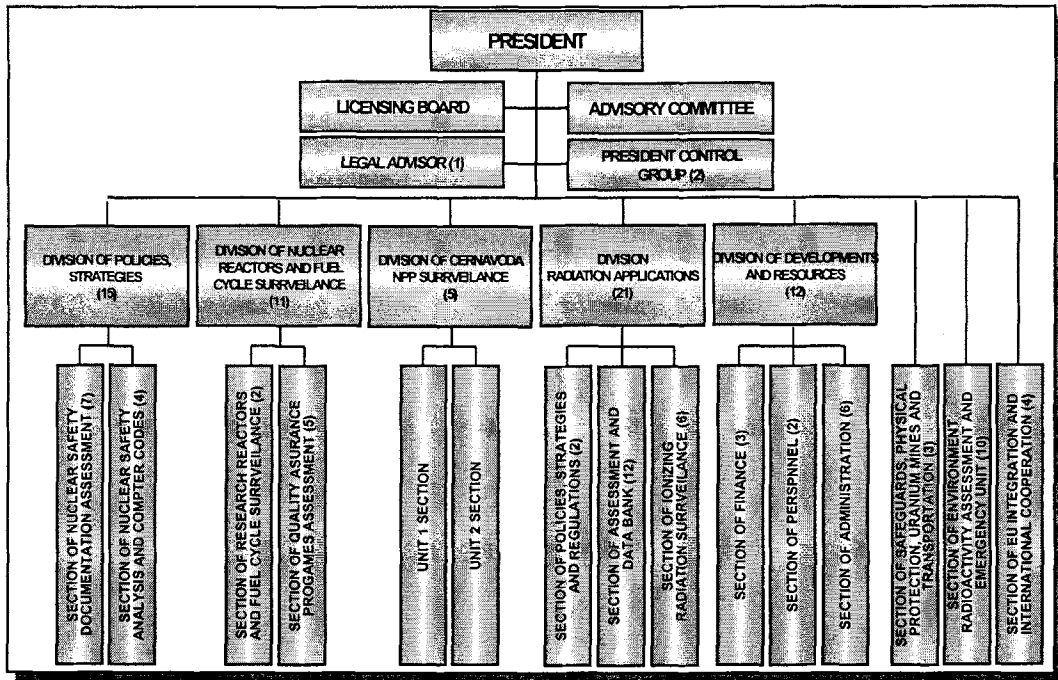


그림 7 CNCAN의 조직도

독립적인 국가규제기관으로서의 CNCAN의 권한과 책임은 정부령 (Government Decision)에서 규정하고 있으며, 매 6개월마다 활동보고서를 정부에 보고해야 한다. CNCAN의 원장은 수상이 임명하며, 직원은 약 300명이다. CNCAN에 대한 전반적인 관리업무는 이사회가 총괄하며, 원장이 이사장을 겸임하고 있다. CNCAN 예산은 정부에서 지원하며, 총 예산의 약 30%는 인·허가 비용에서 충당하고 있다. CNCAN은 정부에 직접 보고하며 원자력시설의 인·허가, 원자력 산업과 관련된 공공 보건·안전·안보·환경 등에 대한 정책방향을 독립적으로 결정하는 법률적 의사결정기구이다. CNCAN은 중앙 및 지방 정부, 정부 부처, 관련단체, 개인 등과 일상적으로 협의를 하고 있으며, 이를 위하여 그림 8과 같이 9개의 지역사무소를 설치, 운영하고 있다. 한편 원자력사업자와 규제조직의 임무는 법적으로 분리되어 있으며 규제조직 및 기능이 우선하고 있다.

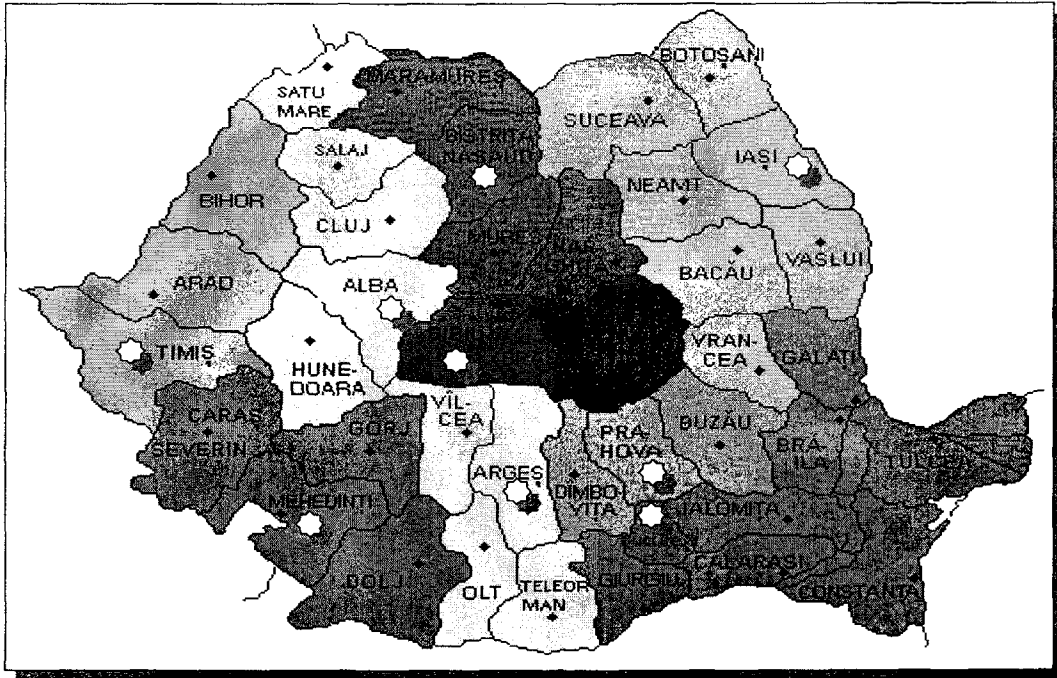


그림 8 CNCAN 지역사무소

원자력안전분야에서의 우리나라와 루마니아간의 협력은 1996년 9월 한국원자력안전기술원과 루마니아원자력통제위원회간 협력 양해각서¹⁷⁾를 체결하면서 본격적으로 추진되고 있다. 동 양해각서를 근거로 양 기관은 원자력안전관련 정보 및 전문가 교환을 추진하고 있으며, 그 동안 원자력안전기술원은 IAEA 기술협력프로그램, 안전서비스 및 전문가 파견 프로그램 등을 통해 여러 분야의 교육·훈련을 제공하고 안전 현안사항에 대한 자문을 제공한 바 있다. 특히, 2002년 6월에 안전기술원의 대표단이 루마니아 CNCAN을 방문하여 제1차 원자력안전자문회의를 개최하였으며, 향후 매 2년마다 양 기관에서 교대로 개최기로 합의하였다.

17 Memorandum of Understanding for Cooperation in Nuclear Safety between the Korea Institute of Nuclear Safety and the National Commission for Nuclear Activities Control of Romania

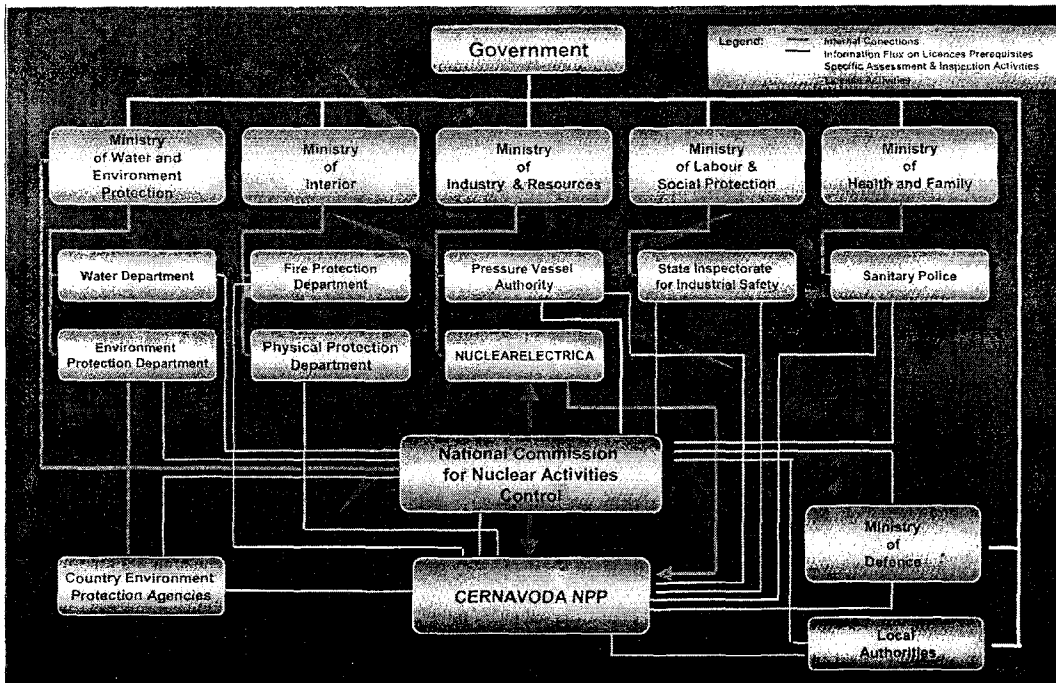


그림 9 원자력발전소 인허가관련 조직 및 업무 체계

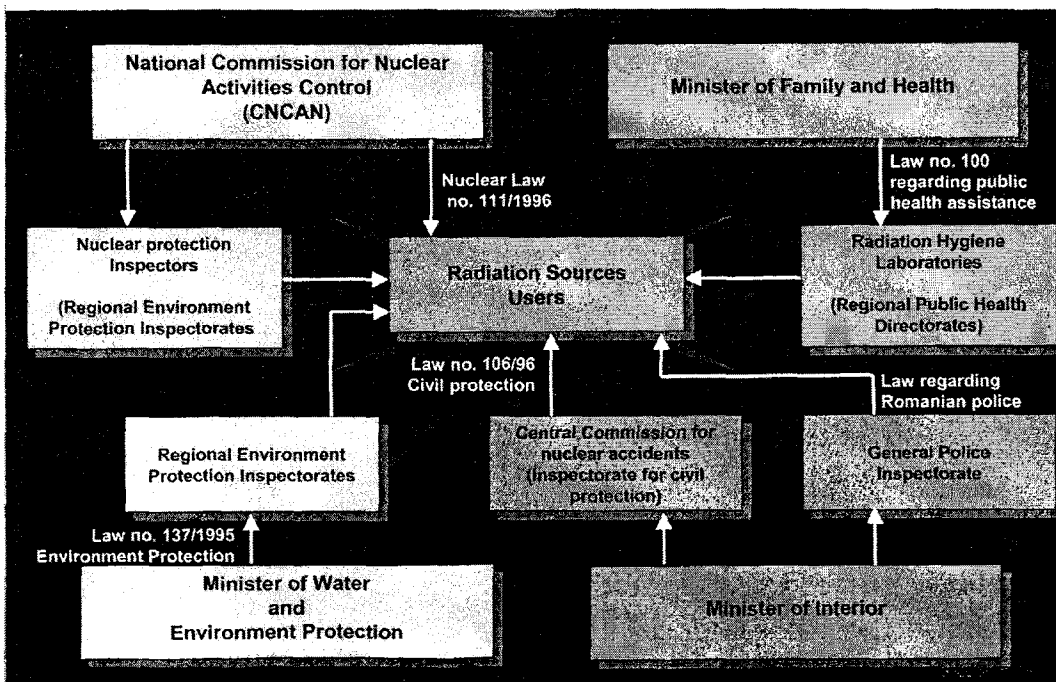


그림 10 방사선원 안전관리 조직 및 체계

여 백

제 4 장 원자력 협력강화 방안

여 백

제 4 장 원자력 협력강화 방안

제 1 절 개 요

오늘날 세계의 경제, 정보, 기술시장이 지역별로 블록화되는 현상이 나타나고 있으며, 이러한 지역간 블록화는 지역 국가별 배타적 결속을 통하여 지역 외 국가들의 경제적, 기술적, 정보적 교류를 차단하는 지역화 현상이 나타나고 있다. 한편 지역을 떠나 필요한 산업체간 서로 필요성 병합을 하는 양극화 현상이 나타나고 있다. 이러한 세계적 현상은 원자력산업계에서도 커다란 변화를 가져오고 있다. 따라서 지역간, 국가간의 과학기술 패권주의로 인하여 핵심기술의 이전은 점점 어려워지고 있으며, 세계화에 따른 각 국의 원자력 시장에 대한 개방요구도 증대되고 있다. 세계의 원자력 시장은 미래의 세계 에너지 공급환경의 불확실과 지구환경 보존 문제의 확산, 대체 에너지 개발전망에 대한 불확실성 등과 경제 활성화에 따라 동남아 및 동구 유럽을 중심으로 점진적으로 증진될 전망이다.¹⁸⁾

이러한 세계의 지역화, 블록화 등 국제정세의 다변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 원자력 안전규제정책 수립 측면에서 새로운 방향모색이 필요하다. 특히 과학기술의 블록화에 따른 지역 패권주의에 적극 대처하기 위해서는 원자력 핵심기술의 도입선 및 협력대상을 다원화 등 적극적 대응노력이 요구된다. 이를 위하여 국가 원자력 중장기 국제협력정책의 수정 및 보완이 필요한 시점에 있다.

그간 우리나라의 원자력 분야 국제협력은 주로 원전 공급국과의 협력에 의존하였다. 원자력개발 초창기 낮은 기술력으로 인하여 원전 공급국인 선진국을 중심으로 원자력 협력을 전개해 나갔다. 대상으로는 주로 원전 공급국인 미국, 캐나다, 프랑스 등과 협력관계를 통하여 원자력 기술력 향상을 위하여 주력하여 왔다.

'70년대 초 국가 원자력 개발 프로그램을 추진한 이후 지금까지 우리나라는 대부분 국제기구나 원전 공급국으로부터 일방적으로 기술적, 재정적 지원을 받는 형태로 국제협력을 수행하여 왔다. 협력방식으로는 공동연구의 참여나 기술정보

18 한국원자력안전기술원, "선진 원자력행정체제 및 정책동향 조사연구". 한국원자력안전기술원, KINS/AR-700, 1999

교환보다는 주로 훈련생 파견 등에 치중하여 기술력을 습득하는데 중점을 두어 왔으며, 협력 관계의 설정에 있어서도 능동적이기보다는 다소 수동적이고, 수혜자적인 형태로 추진되어 왔다.

그러나, 우리나라의 원자력개발사업은 그동안 많은 성장을 거듭하여 왔으며, 원자력사업 개시이후 20여년 만에 발전 규모측면에서 세계 10위권 내로 성장할 수 있는 기반을 구축하였다. 또한 우리의 독자적인 기술력으로 한국표준형원전을 설계, 건설, 운영함으로써 우리의 원자력 기술 자립의 눈부신 발전을 이룩하기에 이르렀다. 우리의 성공적인 원자력 프로그램은 원자력 개발을 추진중인 많은 원자력개발 후발국으로부터 좋은 모델로 평가받고 있으며, 원자력 규제요원 훈련에 관한 개발도상국들의 훈련 요청이 증가함에 따라 주로 훈련생을 파견하던 수혜국의 입장에서 훈련생을 수용하는 공여국의 입장으로 전환하게 되었다.

이러한 우리의 위상 변화는 곧 우리의 원자력 협력관계에 대한 변화를 요구 받게 되었다. 즉 과거 원자력 협력방식이 주로 선진국의 주도하에 수동적인 자세로 이루어져 온 것이라면, 이제는 선진국과 원자력 기술력의 공유 및 안전성 확보 노력 강화라는 공동 목표아래 보다 능동적이고, 적극적인 동반자적 관계로 전환되고 있으며, 개발도상국에 대해서는 공여자적 입장으로 전환되는 시점이라고 하겠다.

21세기를 맞아 우리나라는 이미 원자력 기술 자립화를 통하여 세계적으로 원자력 선도국으로 전환됨에 따라 원자력 국제협력체제도 보다 전향적인 자세로 전환할 필요가 있다. 이를 위하여 국제적으로 대등한 원자력 협력체제를 구축할 필요성이 있으며, 원자력 협력대상도 북미나 유럽 선진국에서 동구유럽이나 동남아시아를 대상으로 전환함으로써 국제협력 인프라를 다원화하는 전략의 수립이 필요하다.

이를 위하여 본 절에서는 동구 유럽의 원자력 선진국중 하나인 루마니아의 최근의 원자력 안전규제에 대한 동향을 고찰하고, 우리나라의 원자력환경에 적합한 협력대상을 선정할 수 있는 방안을 모색해 보고자 한다. 이를 위하여 루마니아와의 협력가능 항목들에 대하여 분석하고, 이를 기반으로 향후 원자력 안전규제 기술력 증진을 위한 강점항목을 도출함으로써 보다 능동적이고 실리적인 협력을 주도해 나갈 수 있는 국제공동협력 방안을 수립하고자 한다.

제 2 절 기본방향

최근 발생한 일본 핵연료 공장에서 발생한 원자력 사고에서 볼 수 있듯이 원자력 사고의 개연성, 위험성이 잠재하고 있으나, 원자력의 경제성 및 환경 친화성 에너지원으로서의 장점으로 인하여 세계의 원자력 개발 프로그램은 지속적으로 추진되어 오고 있다. 그러나 원자력의 이용 개발에 있어서 안전성 확보는 필수적인 전제조건으로 더욱 강조되고 있다.

그러나, 원자력의 이용 개발이 지속되는 한 원자력 안전성 확보의 문제는 영원한 선결과제이다. 즉, 안전성이 확보되지 않는 한 원자력은 인류에게 유용한 에너지원이 될 수 없다. 이러한 대전제는 어느 한 나라에 국한된 문제가 아니라 원자력을 이용 개발하고 있는 모든 국가가 겪고 있는 현실이다. 원자력의 평화적 이용을 뒷받침할 수 있는 안전성 확보의 문제는 몇몇 나라의 부단한 노력으로 달성될 수 있는 것이 아니다. 원자력을 이용하고 있는 모든 나라의 의무이자 책임이다. 국제 원자력계는 이러한 점을 깊이 인식하고 안전성을 강화하려는 공동의 노력을 국제기구를 중심으로 강화해 나가고 있다. 원자력을 이용하고 있는 국가들간의 안전성 증진을 위한 공동 규범을 마련하고 안전성 구축을 위한 법령 체계 등 인프라 구축을 위한 노력을 단행하고 있으며, 국가간 협력을 증진시켜 안전성 관련 정보를 원활히 교환하고, 경험을 공유할 수 있는 장을 구축하는데 주력하고 있다.

이러한 견지에서 볼 때, 국제협력은 이러한 노력을 증진시킬 수 있는 유용한 수단이다. 국제협력을 통하여 원자력의 평화적 이용 개발을 위한 기술 개발에 공동 노력하고, 안전성 확보를 뒷받침해 줄 수 있는 인프라 구축을 위한 상호 관련 경험 및 의견을 교환함으로써 원자력의 이용에 따르는 안전성 문제에 대해 전 세계적으로 공동 대처해 나가야 한다. 원자력의 평화적 이용을 위한 노력이 국제화, 세계화되고 이를 실현하기 위한 국제협력이 강화되는 현 시점에서 우리 실정에 맞는 실리적인 협력 대상을 선정하고 추진전략을 수립해 나가는 것은 매우 의미 있는 일이라 하겠다.

미국이 1953년 UN에서 천명한 “Atoms for Peace” 연설이후 원자력은 “국제적인 공공 재산”으로 간주되어 왔다. 21세기에 접어든 현 시점에서 국제협력은

원자력 연구, 개발 및 이용에서 필수 불가결한 것이 되었다. 우리나라 역시 과거 국제협력을 통해 많은 이익을 얻었으며, 이제 원자력의 평화적 이용에 적극적으로 참여하고 선진국 수준의 기술력을 확보하고 있는 원자력 선진국으로서 국제 사회의 국제협력 증진 노력에 기여할 의무가 있다. 현재 추진하고 있는 선진국과의 협력은 동반자적인 관계를 유지하며, 원자력의 평화적 이용을 향상시키기 위한 노력을 지속하여야 할 것이며, 향후 협력관계를 수립하게 되는 국가와는 해당국가의 원자력 관련 강점분야를 조사, 파악하여 상대국의 기여도에 대한 충분한 자료를 토대로 보다 주도적인 협력관계를 설정할 수 있어야 하겠다.

본 절에서는 루마니아의 원자력 관련 강점분야를 토대로 협력강화방안을 도출하여 향후 협력 과제 발굴 및 가능 분야를 파악하는데 유용한 자료로 활용하는데 중점을 두었다. 각 분야별 협력 수행 방법이나 세부 추진 전략에 대한 구체적인 언급보다는 주로 협력가능 분야를 파악하는데 주력하였으며, 기술협력을 위한 방문시 현지에서 파악한 상위 기술 분야를 토대로 원자력 안전분야의 강점 분야도 파악하여 전반적인 동향을 파악에 도움이 되고자 하였다.

제 3 절 협력강화 추진실적

1. 원자력안전 공동세미나 개최

가. 개 요

원자력국제협력기반조성사업으로 추진중인 “한·루 원자력안전 협력방안 연구” 사업의 일환으로 향후 한·루간 원자력안전분야의 보다 구체적이고 장기적인 협력방안 수립을 위하여, 2002년 6월 24(월)부터 27(목)일간 루마니아 규제기관인 CNCAN (뷰카레스트 소재)에서 원자력안전규제기술 협력회의를 개최하였다. 안전기술원에서는 본 회의에서 양측은 아래와 같이 양 기관의 규제활동에 대한 소개와 CANDU 원전 현안에 대한 소개를 하였으며, 이를 통하여 양기관의 공동연구 관심사항과 기술지원에 대한 향후 방안을 토의하였다.

- CANDU Licensing & Operational Experiences

- Introduction to Regulatory R&D Program
- PSA and Its Application
- Severe Accident Management Program
- Current Safety Issues
- Use of Nuclear Plant Analyzer (NPA)
- CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency)
- Safety Analysis Code Assessment and Methodology
- Physical Protection

루마니아측에서는 안전기술원의 CANDU 원전에 대한 안전규제기술에 대한 상호협력을 적극적으로 희망하였으며, 또한 방사성물질종합관리시스템 (CARE), CANDU 원전 안전성평가시스템 (NPA), CANDU 안전해석코드평가 및 방법 등의 분야에 대한 양자협력에 특별한 관심을 표명하였다.



그림 11 KINS-CNCAN 원자력 안전규제기술 협력회의

한편, 양기관은 향후 원자력 안전규제에 대한 기술협력 차원에서 안전기술원이 개발, 운영중인 CARE와 NPA를 루마니아 규제기관인 CNCAN이 활용할 수 있도록 하는 데 동의하였으며, 구체적인 방안에 대해 양기관이 가까운 장래에 다시 논의하기로 하였다. 양기관은 본 회의를 통하여 합의된 사항을 부록 1과 같이 합의록을 작성, 이행토록 하였다.



그림 12 KINS-CNCAN간 원자력 안전규제협력회의의 합의록 서명

이밖에 CNCAN측은 양 기관간 협력 활성화를 위해 CNCAN측 전문가의 안전기술원 방문을 희망하였으며, 이에 대해 안전기술원은 IAEA Fellowship프로그램 등을 통한 훈련생 수용은 적극적으로 검토하겠다는 입장을 표명하였다. 한편 루마니아의 CNCAN 위원장(Dr. Biro)은 우리나라의 안전규제체제에 관심이 많아 기존 CNCAN 체제를 변경하여 원자력안전규제위원회(가칭)로 확대 개편하고 안전기술원과 유사한 규제전문기관으로 확대, 개편하는 방안을 적극 추진할 예정으로 있다.

2. 원자력 안전규제 기술지원

가. 개 요

루마니아측에서는 안전규제기술에 대한 상호협력을 적극적으로 희망하고 있으며, 특히 방사성물질전산종합관리시스템 (CARE), 중수로 원자력발전소 분석시스템 (NPA) 및 안전해석코드평가 및 방법 등의 분야에 대한 양자협력에 특별한 관심을 표명하였다. 이와 관련하여, 양 기관은 우리나라의 안전기술원이 개발, 운영중인 CARE와 NPA를 루마니아 규제기관인 CNCAN이 활용할 수 있는 구체적인 방안을 가까운 장래에 논의키로 하였다.

특히, CNCAN은 NPA에 관한 우리측의 개발 기술 및 운전 경험을 전수해 줄 것을 희망하였으며, CARE 시스템에 대해서는 루마니아측의 전산하부구조가 아직은 다소 미흡한 것으로 판단되었다. 한편 현재 루마니아의 경제 수준을 감안할 때, NPA나 CARE 시스템의 통상적인 수출방안보다는 무상 공여 또는 소액의 유상 제공 방안을 검토하는 것이 현실적인 것으로 바람직할 것으로 판단된다.

나. CARE 시스템

1) 개 요

원자력산업 선진국들은 원자력발전에 따른 방사선사고 시에 방재 대책을 효과적으로 지원하기 위한 다양한 코드를 구축하고 운영하고 있으며, 우리나라는 CARE시스템에서 국내 원자력시설의 방사선비상시 방재 대책을 지원하기 위한 전산체제의 구축 사업을 수행 중에 있으며, 현재 운영중인 전 원전에 대하여 원전안전정보, 기상정보, 환경방사능감시정보의 입수를 비롯한 정보관리 시스템을 구축하고 있다.

방사성물질의 외부방출은 자연환경과 주민에게 막대한 피해를 초래하므로 보호조치를 위한 피폭해석 및 영향평가 시스템을 구축하여 운영 중에 있으며, 원격지의 정보를 효율적으로 관리하기 위하여 지리정보시스템을 도입하여 발전소 인근주변의 각종 방재대응 정보들을 관리하고 이를 전산화 체계로 확립하였으며, 그 기본 구성은 다음과 같다.

- 1). 원전안전 정보
 - 가동중인 원자력시설의 전호기에 대한 사고정보의 수집과 운전상태를 실시간으로 감시하는 원전안전정보망
 - 실시간 수집정보의 데이터베이스처리
 - 이용자가 쉽게 모니터링 할 수 있도록 GUI설계 및 화면표시
- 2). 방사능방재 기상정보망
 - 기상청 AWS 및 수치예보자료 수집·활용체계 개선
 - 상시 원전부지 주변의 실시간 바람장을 생성하여 관리함.
- 3). 환경방사능감시 정보활용
 - 평시에 전국의 방사선 준위를 감시하고 비상시 방사능 감시자료의 데이터 베이스 처리와 활용체계 구축
- 4). 방사선원항 해석 및 분석
 - 사고원인과 상태를 분석하고, 방사성물질 방호기능 평가
 - 방사성물질의 외부방출 경로 및 방출량을 예측
- 5). 대기확산 평가 및 방사선영향 평가
 - 피폭 현황 및 방사능농도 분포, 방사선량 평가
 - 주민의 방사선피폭선량을 계산하고 피해예상지역을 예측
 - 평가결과의 데이터베이스 처리 및 그래픽화면 표시
- 6). 자동정보인지시스템
 - 실시간 정보의 오류 및 사고정보에 대한 운영자에게 조기 통보
 - 제한치 이상의 정보를 관리하고 사고 정보를 분석 할 수 있도록 DB구축
- 7). 사회환경 지리정보(GIS) 체제
 - 인구, 도로, 지리, 사회환경 정보의 데이터베이스 구축
 - 방재대응정보에 대한 데이터 베이스로 관리
 - 확산결과의 수치정보를 지도에서 그래픽구현
- 8). 방재관련 기관의 정보제공 및 기술지원
 - 방재대응정보 및 자료의 공유 및 실시간 온라인 구성
 - 중앙정부 및 지방자치단체 방재대책 기술지원·활용체제 구축
 - 국가 방사능방재 네트워크 구축 및 국가안전관리정보시스템과 연계
- 9). 국제기관 및 외국에 대한 사고 조기통보 체제확립
- 10). 시스템 운영
 - CARE 시스템 운영 및 정보 처리의 오류 개선

- 정보처리 S/W 및 관리 H/W 안전성 확립을 위한 유지보수 체제 방안 모색
- 방재네트워크 유지관리 및 국가안전관리정보시스템과의 연계 방안

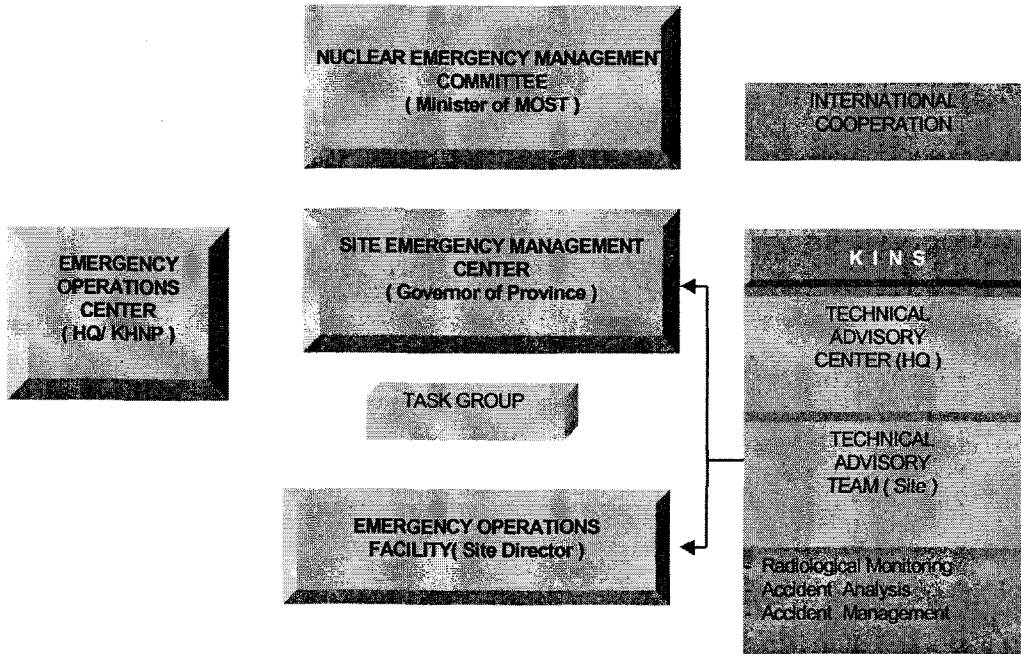


그림 13 방사선비상대책 운영체제

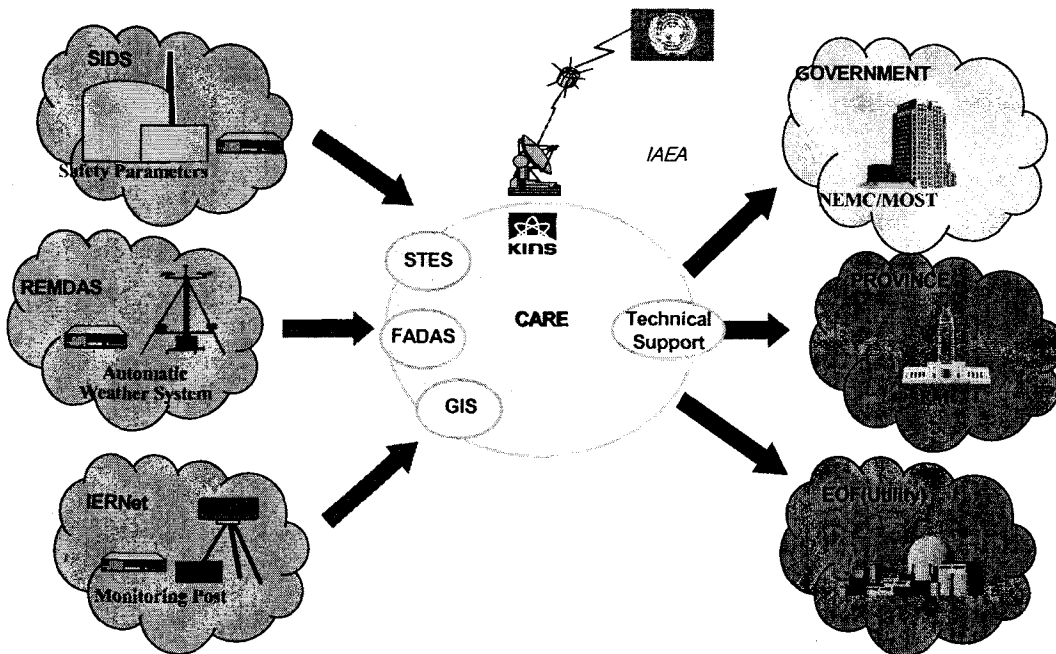


그림 14 CARE 시스템 운영체제

금번 루마니아 규제기관인 CACAN 방문시 CARE 시스템의 구성 모듈과 자동화된 처리 기능 등 개발 및 운영체계에 대해 발표하였으며, 우리나라의 원자력 정보처리 선진화를 설명하였다.

루마니아의 산업은 이제 막 발달하고 에너지 수요는 점점 늘어나는 추세이다. 그에 따라 안전하고 편리한 전기의 수요는 더욱 늘어날 것이며 현재의 생활과 산업활동을 유지 및 발전시키기 위해서는 많은 양의 에너지를 확보해야 한다. 따라서 현재 1호기가 운전 중에 있으며 계속 건설 중에 있는 실정에 에너지 자립과 국가 원자력발전에 따른 원자력 안전을 조기에 확보할 필요성이 있다

2) 추진실적 및 향후 추진방안

가. 원자력발전소의 데이터 제공 여부

CARE시스템에서의 가장 중요한 정보는 원자력발전소의 안전변수 취득이다. 이에 따른 루마니아 원자력발전소로 운영 및 제어 시스템에서 데이터를 수집할 수 있는 근본적인 시스템이 확립되어 있어야 원전안전변수를 수집할 수 있다.

우리나라의 월성원자력발전소의 주전산기는 발전소 제어용만으로 사용할 수 있도록 구축되어 있어서 초기에는 발전소 안전정보를 취득할 수가 없었다. 하지만 원자력발전소에서 방사능비상계획에 의거하여 비상대응설비 시스템(ERDS)의 DCC컴퓨터를 구축한 후 CARE에서 데이터를 취득할 수 있었다. 이처럼 루마니아의 원자력발전소에서 데이터를 취득할 수 있는가의 상황을 우선 조사하여야 한다.

나. 안전정보 수집을 위한 통신망

루마니아에 CARE시스템을 적용하여 원자력안전성확보를 구축하기 위해서는 우선 정보제공 가능성 및 데이터통신 인프라가 구축되어 있거나 가능하여야 한다. 우리나라에서 사용 가능한 데이터 통신 및 방식에는 아래와 같이 분류한다.

- Dial-up 방식인 일반 PSTN 전화망
- PSDN 망을 통한 X.25 Packet 통신망
- 전용통신망

- TCP/IP 통신을 이용한 인터넷을 통신망
- ADSL
- ISDN
- Frame Relay
- ATM 통신망

이와 같이 루마니아 통신 인프라 현황을 파악하여 루마니아 원자력통제위원회(CNCAN)에서 가장 경제적인 통신망을 이용할 수 있어야 한다.

다. 향후 추진하여야 할 내용

가) 원전안전정보 입수대상 조사

- 원자로안전 평가에 중요한 운전정보
- 방사성물질 방출정보
- 주변 환경방사능 감시정보
- 기상정보 등등

나) 통신망 및 전산환경 구성

- 통신프로토콜 설계 및 Interface 구성
- 발전소설비와 CARE와 연결

다) 원전안전정보 전송 및 관리프로그램 개발

- 정보 인출, 전송 및 관리
- 원전정보의 필수안전기능 그래픽처리
- 수집정보의 분석, 평가

라. 기관별 추진방안

내 용	CERNAVODA	CNCAN
- 중요 원전안전변수 선정		
안전변수별 내용	○	○
- 발전소 안전설비와 연결		
안전설비의 포트제공	○	
발전소내 통신선로(4선식) 확보	○	
발전소외 전용선 확보	○	

통신용 모델설치	○	○
- 정보통신망 구축		
통신방식, 내용구성 결정	○	○
통신 프로토콜 제작	○	○
정보전송 시험	○	○
- 원전안전정보 분석 평가		○

다. CANDU 원전용 운전분석시스템

1) 운전분석시스템의 개발 현황

가) 개요

한국원자력안전기술원에서는 국가차원의 원전 운영경험반영체제 구축 및 이행을 위하여 수집된 운전경험 자료를 정량적으로 분석할 수 있는 원전 운전분석시스템(NPA : Nuclear Plant Analyzer)을 정부(MOST)의 지원으로 개발하고 있다. NPA는 원전의 정상운전, 비정상운전, 과도상태 및 사고상황 하에서 발전소의 상태 및 추이를 분석하기 위한 도구로서, 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 기기의 상호조작 및 입·출력이 가능하도록 개발된 원전 모의시스템을 말한다. 현재 국내에서 가동중인 원전은 총 18기이고 원전노형으로는 한국표준형(KSNP), CANDU, FRAMATOME, W/H(650MWe, 950MWe) 등 5가지가 운전 중에 있다. 사업의 1차 년도인 2000년에 가동기수가 가장 많은 한국표준원전용 NPA의 개발을 완료하였고 2001년에는 CANDU 원전형 NPA를 개발하였다. 개발된 CANDU 원전용 NPA는 월성 2호기(700MWe)를 모델로 하여 개발되었으나 기본적인 원전 설계자료를 수정하면 620MWe 용량의 루마니아 Cernavoda 원전에도 적용이 가능할 것으로 보인다.

나) NPA의 구성

그림 15에서 보는 바와 같이 운전분석 시스템은 크게 세 분야로 구성되어 있다. 중심부분의 해석모델(Process Model)은 원자력발전소의 열수력학적 거동 및

노심의 핵반응을 정확하게 계산할 수 있으며, 각 계통별 모델은 모듈화 되어 있어 모델의 분석, 수정 및 변경이 쉽도록 되어있다. 해석모델의 상세 구성은 그림 16에서 보는 바와 같다. 시뮬레이션 제어를 담당하는 Simulation executive 프로그램은 독립적으로 모사된 각각의 계통모델의 실행 및 실행에 필요한 데이터베이스를 관리하는 기능을 하며, 해석모델의 입·출력 자료를 사용자 및 그래픽 사용자 인터페이스와 연결할 수 있도록 해준다. 또한, 다양한 운전상황의 데이터 값을 저장하거나, 원하는 운전상황의 데이터 값을 불러오는 기능도 가지고 있다.

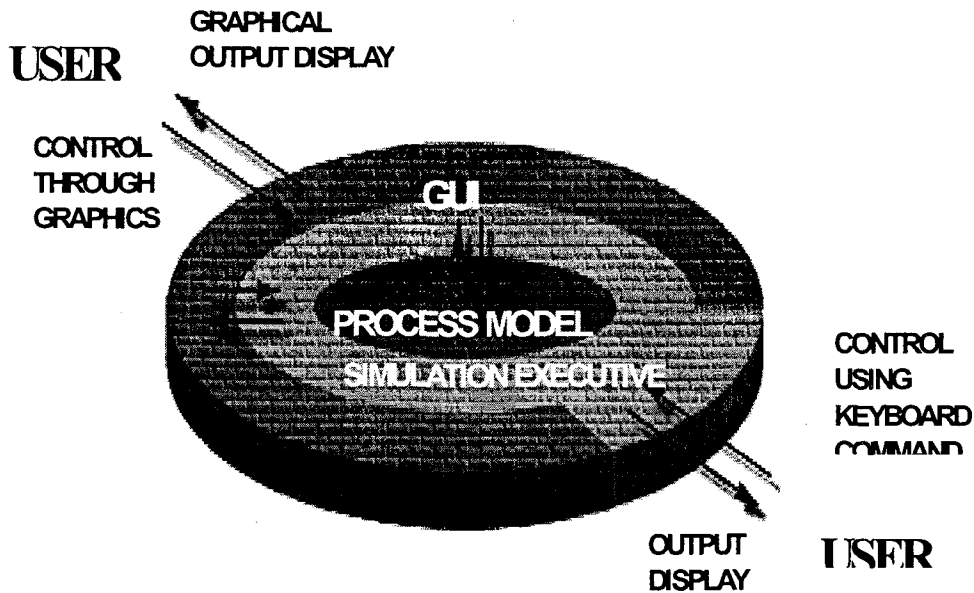


그림 15 NPA 구성도

가장 바깥쪽의 그래픽 사용자 인터페이스는 사용자가 시뮬레이션 제어프로그램에서 제공하는 다양한 기능 및 실행방법을 그래픽 화면을 통해 이용할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. 그래픽 사용자 인터페이스의 각 그림화면은 원자력발전소의 주요 계통별로 구성되어 있어 원자력발전소를 전반적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있고 NPA 실행도중 데이터베이스 관리와 관련된 기능 수행 및 시뮬레이션 작동상태 변경 등을 메뉴 및 대상버튼을 이용하여 조작할 수 있게 하는 기능을 제공한다. NPA의 주요 계통화면은 그림 17과 같다.

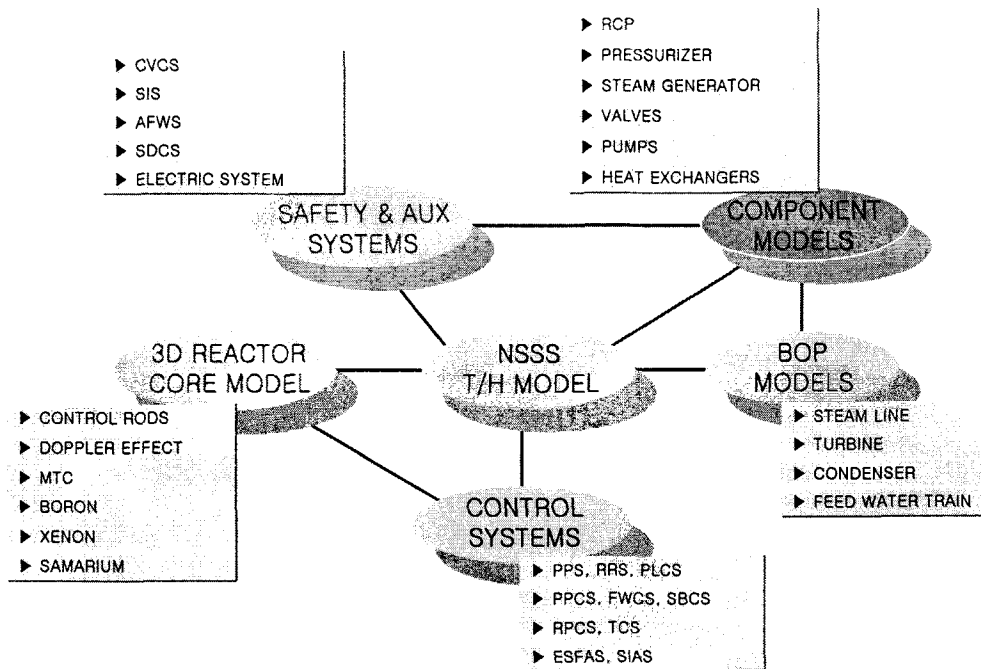


그림 16 NPA 계통해석 모델 구성

다) NPA의 기능

CANDU 원전용 NPA는 사용자의 편의성을 위하여 다양한 시뮬레이션 기능을 제공하도록 개발되었다. 컴퓨터 기술의 발전으로 실제 원전 상황전개보다 더 빠른 모사가 가능해졌으며 향상된 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 손쉬운 입·출력 기능을 제공한다. NPA는 전범위(Full-scope) 시뮬레이터에서 일반적으로 제공하는 Run, Freeze, Snapshot, Backtrack 등의 기능을 가지고 있으며, CANDU 원전에서 발생할 수 있는 48가지의 주요 Malfunction 입력기능을 가지고 있다. NPA의 주요 기능은 다음과 같다.

- 시뮬레이션 제어기능
 - Run, Freeze
 - Real time, Fast time
 - Snapshot
 - Backtrack
 - Reactor trip, Turbine trip bypass 등
- 분석기능
 - Reset

- Pre-determined malfunctions(52가지)
- Setpoint 설정기능
- 운전변수 변경기능 등
- o 사용자 지원기능
 - Sequence of event 기능
 - 주요변수 추이 그래프
 - 정보창(주요계통, 정지경보, ESFAS 정보)
 - 실시간 변수의 디지털 값 제공
 - 현재 화면 인쇄 기능 등

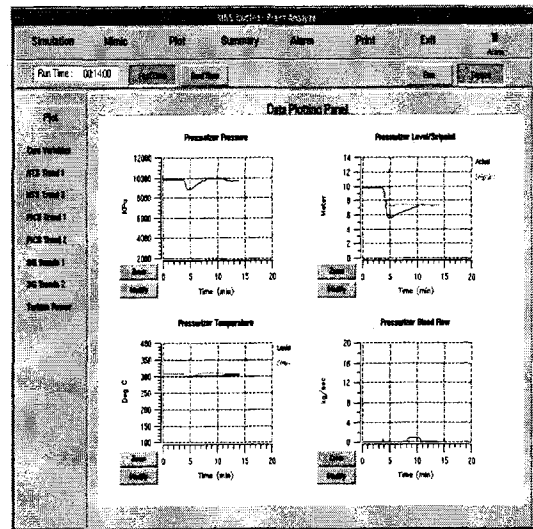
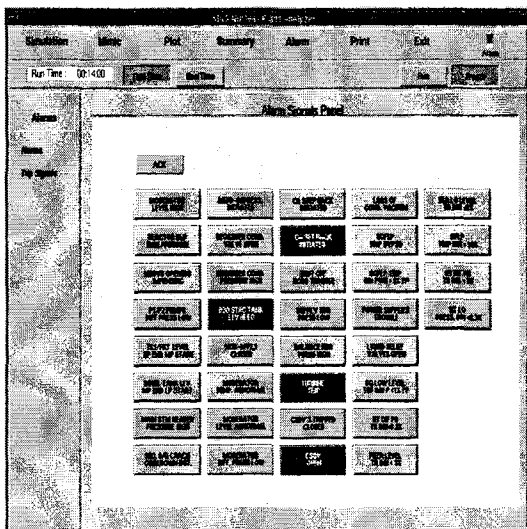
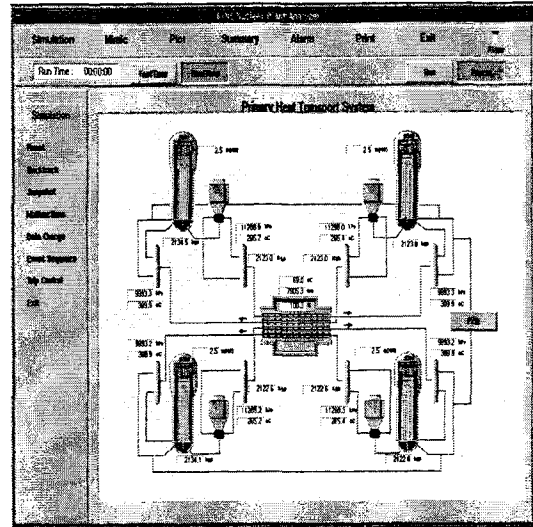
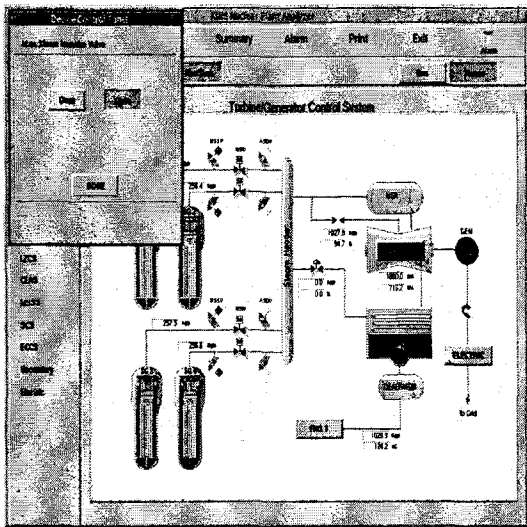


그림 17 NPA의 주요 계통 화면

라) NPA의 모사범위

개발된 NPA는 CANDU 원전의 모든 주요계통을 모델링하여 다양한 운전영역을 모사할 수 있으며 모사 결과를 그래프를 통하여 확인할 수 있는 기능을 가지고 있다. NPA의 모사범위는 다음과 같다.

- 정상운전
 - 안정상태 운전(Steady state)
 - 출력변동(Power change)
 - 기동 및 정지(Heatup and Cooldown) 운전 등
- 비정상운전
 - 원자로 및 터빈정지(Reactor or Turbine trip)
 - 자연순환 및 정지냉각(Natural circulation and cooldown)
 - 성능관련 설계기준사고(Performance related design bases events) 등
- 사고상태
 - 액체방출밸브 개방고착
 - 안전관련 설계기준사고(SBLOCA, SGTR, MSLB) 등

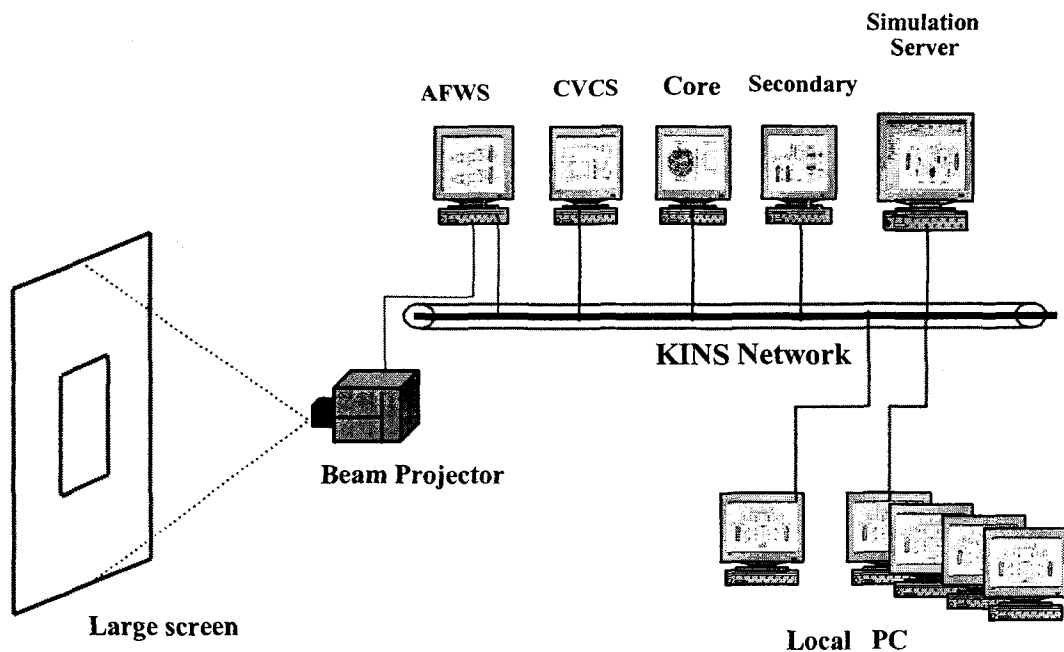


그림 18 운전분석 시스템 구성도

마) NPA 개발환경 및 시스템 구성

NPA 프로그램은 Client-server 방식으로 SUN Workstation에서 구동되도록 개발되었으며 4대의 Pentium PC를 이용하여 주요 계통 화면을 Display 하도록 하였다. NPA는 운전분석 업무 외에 교육훈련용으로도 사용될 수 있도록 Analysis Mode 와 Training Mode로 구별되어 있으며 Training Mode 로 구동될 경우 하나의 Instructor 화면과 여러 개의 Student 화면이 생성된다. 또한 NPA는 KINS Network에 연결된 모든 컴퓨터를 통하여 분석업무를 수행할 수 있으며 약 10여 명의 사용자가 동시에 각각 다른 사건을 분석할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. NPA 시스템의 전체적인 구성은 그림 18에서 보는바와 같다.

바) NPA의 활용분야

컴퓨터 시뮬레이션 기술의 눈부신 발전으로 NPA의 기능은 더욱 확장되고 있으며 이와 더불어 NPA의 활용분야 또한 다양하고 광범위해지는 추세에 있다. KINS NPA의 활용분야는 다음과 같다.

- 원전 운영경험에서 수집된 자료의 정량적 분석
- 기기 및 계통 분석을 통한 원전 안전성 분석
- 비상운전절차서의 확인 및 검증
- 규제요원 및 외부교육생을 위한 교육 및 훈련
- 원전 방재훈련 지원 등

2) 추진실적 및 향후 추진방향

가) 추진 실적

양국 간 회의를 통해 루마니아에 NPA 개요 및 기능을 설명하였음(보완 필요)

나) 향후 추진방향

국내에서 개발된 CANDU 원전용 NPA는 700MWe의 전기출력을 갖는 월성 2호기를 기본발전소로 하여 개발되었기 때문에 620MWe 출력의 Cernavoda 원전

에 사용하기 위해서는 원전 설계 및 운전자료의 수정이 필요하다. 물론 CANDU 원전의 일반적인 운동거동을 확인하기 위해서는 추가의 개선이 필요하지는 않지만 정밀한 사건 분석업무를 위해서는 개발된 NPA를 루마니아 원전에 맞는 Plant-specific NPA로 개선하는 것이 불가피하다. 우선 루마니아에서 NPA를 활용하고자 하는 분야를 확인하고 추후 개선 여부를 결정하는 것이 필요하다.

3. 양국간 공동현안 기술협력

가. 개 요

루마니아는 1기의 CANDU형 원전이 가동중에 있으며 또한 CANDU형 원전에 대한 추가 건설이 진행중에 있다. 이런 점에서 루마니아는 CANDU 원전에 대한 안전성평가에 관심이 높으며, 특히 안전해석코드평가 및 방법, 중대사고를 포함하는 종합적인 안전성 평가 기술인 PSA에 대한 관심이 높고 이 분야에 대한 한국과의 협력 필요성을 갖고 있다.

이를 위해 루마니아측에서는 안전규제기술에 대한 상호협력을 적극적으로 희망하고 있으며, 이와 관련하여 우리나라의 안전기술원이 개발, 운영중인 RELAP-CANDU 안전해석용 전산코드 개발, PSA 경험 등에 대한 기술도입을 희망하고 있으며, 이에 대한 구체적인 방안을 가까운 장래에 논의키로 하였다.

나. 중수로 열수력 사고해석기술

1. 개 요

우리나라의 가압중수형원자로인 캐나다 CANDU형 원전은 '83년 월성 원자력 1호기의 가동이후 '98년 현재 총 4기의 중수로 원전이 건설, 운영중에 있다. 따라서 원전의 가동기수가 증가함에 따라 원전 운영에 따른 안전성 확보의 중요성이 점차 강조되고 있으며, 안전성 확보를 위하여 원전 수명기간 동안 경미한 사고뿐 아니라 중수누출사고 같은 냉각재상실사고(LOCA)와 같은 심각한 결과를 초래할 수 있는 사고에 대하여 안전성을 분석할 수 있는 기술을 확보하여야 할 필요가 있다.

우리나라의 경우 원전에 대한 규제 검증용 안전해석 및 평가를 위한 전산코드는 국내 가압경수형원전 (PWR) 도입국인 미국 원자력위원회(USNRC)에서 개발한 전산코드에 의존하고 있다. 그러나 미국에서는 건설 및 운영중인 중수로형 원전이 없어 중수로형 원전에 대한 안전해석을 위한 모델이 전산코드에 반영되어 있지 않다. 미국 원자력규제위원회는 CANDU형 발전소의 도입에 대비하여 INEL에서 개발된 규제용 전산코드인 RELAP5/MOD3에 CANDU 모델을 개발, 확장하려고 하는 노력이 추진되어 왔다.

국내 중수로형 원전(CANDU)의 도입국인 캐나다에서는 규제기관(CNSC)이 독자적인 검증코드를 개발한 적은 없으며, 원전 개발기관인 AECL이 개발한 안전해석 전산코드에 대하여 타당성을 검토, 확인하며 필요시 이를 활용하고 있다. AECL에서는 계통 열수력해석용 CATHENA코드, 격납용기 성능해석용 PRESCON코드, 핵연료 성능해석용 ELOCA 등을 개발, 적용하고 있으며 월성 2,3,4호기의 안전해석코드로 적용한 바 있다.

국내에서는 가압경수형 원전에 대한 규제 검증용 전산코드인 RELAP5/MOD3 코드를 CANDU형 원전에 적용하기 위한 규제검증코드 개선의 일환으로 중수로 수증기표의 보강 등을 통하여 CANDU형 원전의 인허가 심사시 부분적으로 활용한 바가 있다. 또한 캐나다 AECL에서 수행한 RD-14의 LOCA실험 등에 대해 RELAP5코드로 평가계산을 수행한 바 있으며, 월성 2, 3, 4호기의 ROH LOCA, SLB등 주요 사고의 예비 검증계산에 RELAP5코드를 적용한 바 있다. 또한 안전규제연구를 통하여 경수로 열수력 코드인 RELAP5를 CANDU형 원전 안전해석용 코드로 개발하였으며 이를 통하여 RELAP-CANDU를 자체 확보할 수 있었다.

2. 규제검증코드의 개선

규제 검증용 중수로 안전해석체제 정립을 위하여 현재 규제검증용으로 활용되고 있는 RELAP5/MOD3.2코드의 검증능력을 AECL의 해석코드의 모델과 비교하였다. 이를 위하여 중수로의 과도상태시 발생할 수 있는 열수력 현상을 파악하기 위하여 전 사고현상을 포괄할 수 있는 핵심사고(Nucleus Set of Event)를 선정

하였고, 핵심사고에 대하여 계통별, 부품별 발생할 수 있는 열수력현상을 분석하였으며, 각 사고별 진행에 중요한 현상을 분석하였다. 또한 현재 규제검증코드로 사용되고 있는 RELAP5/MOD3에 대한 개선을 통하여 중수로용 안전해석용 전산 코드인 RELAP-CANDU를 개발하였다.

1) 유동모델

- RELAP5의 Noncondensable Gas가 있는 6개 방정식으로 구성되어 LOCA 및 Non LOCA 부분을 검증할 수 있으나, LBLOCA시 ECC 주입시에 piston flow regime이 없으므로 이에 대한 개선이 필요하며, 증기발생기 세관파단 사고시 Horizontal Flow Regime에 대한 개선이 필요함.
- 파단유량은 최적모델을 사용하므로 이에 대한 불확실성이 있으며, 주증기관 파단사고나 증기세관 파단사고와 같은 단상의 파단의 경우 Henry-Fauske Model을 사용할 수 있으나 중수에 대하여 Henry-Fauske모델이 없으므로 이에 대한 개선이 필요함
- 정상운전 상태에서 감속재계통으로 부터 직접 열전달이 될 수 있는 모델의 개선이 필요함.

2) 열전달 모델

- LOCA시 수평핵연료관에서 성층화가 발생할 때 원주방향의 열전달을 적절하게 계산할 수 있는 모델 개선과 붕괴열에 대한 보완이 필요함.
- 소형관/대형관 파단사고시 수평관에 대한 성층화 (Stratification) 현상을 모사할 수 있는 2차원적 (반경-원주방향) 열전도 및 Liquid/Vapor의 에너지 분배모델이 필요함.
- 수평관 핵연료 다발에서의 중수로 고유의 열전달 모델이 필요함
- 벽면 열전달 모델의 CANDU 적용 타당성 검토와 임계열유속 (CHF) 모델에 대한 개선이 필요함

3) 제어모델

- 중수로는 제어장치로 디지털제어를 하기 때문에 정확한 발전소 발전소 모의를 위하여 샘플링 시간에 대한 제어모델의 개선이 필요함

4) 부품모델

- 부품모델은 발전소의 특성에 따라 다르므로 CANDU와 PWR간에 부품이 상이한 주요부품 (탱크 및 열교환기 등)에 대한 모델의 개선이 필요함

중수로의 핵심사고에 대한 열수력학적 현상분석 결과를 통하여 현재 경수로용 규제 검증 코드인 RELAP5/MOD3를 중수로에 적용하기 위한 개선사항으로 Piston Flow Regime, 중수 단상 파단 유량 모델, 원주 방향 열전달 모델, 탱크 부품 모델 등 주요 핵심 모델이 도출되었다. 도출된 개선 사항은 향후 수행될 모델 개선에 반영될 것이다.

다. PSA 평가기술

1) 개 요

루마니아는 1기의 CANDU형 원전이 가동중에 있으며 또한 CANDU형 원전에 대한 추가 건설이 진행중에 있다. 이런 점에서 루마니아는 CANDU 원전에 대한 안전성평가에 관심이 높으며, 특히 중대사고를 포함하는 종합적인 안전성 평가 기술인 PSA에 대한 관심이 높고 이 분야에 대한 한국과의 협력 필요성을 갖고 있다.

한국의 경우 다수의 원전에 대한 PSA를 수행한 경험을 통해 PSA 전반에 대한 기술 수준이 국제적 수준에 달하고 있으며, CANDU형 원전인 월성 2,3,4호기에 대해서도 발생가능한 모든 사고에 대한 노심손상빈도 및 방사능 소외방출 빈도를 평가한 분석결과 및 분석 기술력을 보유하고 있다. 또한 PSA의 규제적 활용 경험이 많다는 점을 양국간의 협력에 고려할 수 있다.

루마니아의 경우 PSA 분석의 필요성이 대두되고 있는 시점이며, 국내 PSA 전문가들의 기술자문과 PSA 사업 참여가 이루어지고 있다는 점에서 이 분야에 대한 한국과의 교류가 많은 국가라 할 수 있다.

2) 추진실적 및 향후 추진방안

제1차 한-루 국제협력으로 수행된 루마니아 방문과정에서는 PSA 분야와 관련하여 아래 사항에 대한 소개와 논의가 있었다.

- 1) PSA에 대한 규제 현황
 - 규제요건 및 이행 현황
 - 중대사고정책
 - 향후 PSA 수행 계획
 - PSA 규제검토 내용
 - 국내 원전의 위험도 평가 결과
- 2) 차세대원전 PSA 결과
- 3) 월성 2,3,4호기 PSA 결과
 - 표준원전과의 설계 차이점
 - AECL이 수행한 PSA결과
 - 국내 PSA 기술로 수행한 PSA 결과
 - 지진 PSA 결과
 - 화재 PSA결과
 - 홍수 PSA 결과
- 4) 위험도 정보 규제 관련 국내 활동

PSA 분야에 대한 KINS와 루마니아 원자력통제위원회(CNCAN)과의 구체적인 협력의제가 설정된 것은 아니지만 향후 협의를 통해 상호 기술 협력이 가능한 사항을 도출하여 발전적으로 추진할 수 있을 것으로 기대된다.

제 4 절 안전규제 기술수출을 위한 지원방안

1. 개요

루마니아의 경제는 1990년 이후 시장경제로의 개혁 추진과정에서 상당한 침체를 겪었으며, 2000년부터 회복세에 있으며, 신정부의 개혁정책으로 경제개혁을 추진하고 있다. 경제발전 및 개혁이 추진중에 있으며, 경제 등 현안 해결을 위하여 EU, IMF 및 World Bank의 지원이 필수 불가결하므로 이들과의 관계 유지 노력과 함께 이들이 요구하고 있는 체제 및 경제 개혁을 지속 추진해 갈 것으로 전망되고 있다. 이 밖에 대서구 외교와의 균형 유지 및 경험 투자 등 실익차원에서 한국, 중국, 일본 등을 중심으로 아·태지역 국가들과의 실질적인 협력을 추진할 것으로 전망된다.

따라서 우리나라가 보유하고 있는 원자력 안전 및 규제기술의 대(對) 루마니아 수출을 위해서는 루마니아의 경제 상황을 볼 때 금융 지원이 필수적인 것으로 판단되며, 이를 위한 원자력 기술의 대(對) 루마니아 수출을 위한 금융지원 방안을 조사 하였으며, 크게 정부차원과 민간차원으로 나누어서 검토해 보았다. 그 주요 내용은 다음과 같다.

2. 정부차원 금융지원방안

원조자금을 요청하는 주체는 주로 발주국의 정부이지만, 개도국에 원자재와 장비 등의 수출을 추진하는 공급업체도 수출 증대의 차원에서 자국 정부에 이 자금의 지원을 요청할 수 있다.

대표적인 정부차원의 원조자금은 공적개발원조(ODA : Official Development Assistance)로서 공여국의 정부가 개도국의 정부에 제공하는 2개국간의 원조자금 형태이며, 한국수출입은행에서 집행을 맡고 있는 유상 원조자금인 대외경제협력기금과 한국국제협력단에서 집행을 담당하고 있는 무상 원조자금으로 구분할 수 있다.

가. 대외경제협력기금 (EDCF : Economic Development Cooperation Fund)

정부의 개발차관 즉, 상환 의무가 있는 유상협력 자금으로 자금의 운용 및 관리는 재경원의 위탁하에 한국수출입은행 (Export-Import Bank of Korea)이 맡고 있다. 구체적인 사업추진시 자금 활용이 가능하므로, 이를 위한 국가간의 협력이 필요하다.

EDCF가 제공되는 개도국 정부 또는 법인에 대한 차관자금의 종류는 다음과 같다.

(1) 개발사업차관 (Development Project Loan) :

댐, 상하수도 설비, 도로, 병원, 환경 설비 등 개도국의 개발사업에 소요되는 자금을 지원하는 것으로서 통상 해당사업의 외화 소요분을 지원하는 차관이며 차관 한도의 30% 범위 내에서 현지화로 소요금액의 지원이 가능하다.

(2) 기자재차관 (Equipment Loan) :

개도국의 특정 산업부문, 특정 개발계획 또는 특정 사업에 필요한 기자재의 조달에 소요되는 자금을 지원하는 차관이다.

(3) 기금전대차관(Two-Step Loan) :

개도국의 금융기관을 통하여 특정 분야, 특정 프로그램 등을 지원하는 것으로서 중소기업 육성 또는 자작농 지원과 같이 다수의 최종 수익자를 대상하는 차관이다. 예를 들면 개도국 국영은행에 신용한도를 설정해 주고 각각의 최종 수익자가 필요한 기자재를 한국으로부터 수입할 때 국영은행에 설정된 신용한도를 사용하는 제도이다.

(4) 물자차관(Commodity Loan) :

개도국의 긴급한 국제수지 지원 및 국내 경제 안정을 위하여 물자를 한국으로부터 수입하는데 필요한 자금을 지원하는 차관이다.

나. 무상자금

한국국제협력단(KOICA)이 2개국간 협력 중 수혜국에 변제 의무를 부여하지 않는 무상원조 즉 물자 공여와 현금 공여 등의 무상자금 협력의 집행을 담당하고 있으며 1999년도 양자간 무상원조 실적은 3,900만 달러이다.

3. 민간차원 거래방안

가. 바터무역 (Barter Trade)

물건과 물건의 직접 교환이 아니라, 매매계약에 의한 물품매매로 환결제 방식이다. 동구권 국가들은 서방측 국가들로부터 수입품을 결제하는 데 필요한 외화가 부족하므로 동서무역에는 바터무역의 비중이 매우 크며 1995년도 기준 교역량의 약 35%가 바터무역 형태로 거래가 이루어진 것으로 추정된다.

1995년 1월 27일자 대통령령에 의하면 바터무역은 동국 유관기관의 승인을 얻어야 한다. 또한 세관당국에 일정금액을 예치해야 하나, 이는 계약 만료시 전액 상환 받을 수 있다.

바터무역의 종류는 Buy-Back과 구상무역 (Compensation Trade)으로 나눌 수 있다.

(1) Buy-Back :

Plant를 수출한 뒤 그 Plant에서 생산된 제품을 수입하는 것과 같이, 수출입 상품간에 관련성이 있는 물물교환 거래 형태이다.

(2) 구상무역 (Compensation Trade)

수출입상품간에 관련성이 없는 거래로 두 나라 사이에 협정을 맺어, 일정기간 서로 수출을 균등하게 하여 무역 차액을 영 (Zero)으로 만듬으로써 결제자금이 필요 없는 무역 형태이다.

루마니아의 경우 외환 보유고가 부족하므로 교역 계약의 상당부분이 구상무역의 형태로 이루어지고 있을 것으로 추정된다.

나. 해외직접투자 (FDI : Foreign Direct Investment)

루마니아 정부는 경제난 타개 및 시장경제 체제의 성공적인 도입을 위해 외국인 투자 유치에 역점을 두고 있다. 안전규제기술 수출을 위해 루마니아가 많은 관심을 표명한 NPA와 관련해서, NPA 개발에 1년 6개월간 총 3억 6천만원(S/W 개발-3억원, 장비-6천만원)가 투입되었으며, 투자지원시 약 7천만원(장비-6천만, 출장비-1천만원 등) 소요가 예상된다.

다. 기타 기관을 통한 자금 차입

국제 금융기관 (예 : World Bank)이나 루마니아 금융기관등을 통한 자금조달 방안이 있으나, 현실적으로 추진 가능성은 희박한 것으로 판단된다.

제 5 장 결론 및 건의 사항

여 백

제 5 장 결론 및 건의사항

원자력의 평화적 이용에 있어 가장 중요한 문제는 원자력에 대한 안전성의 확보를 효율적으로 달성하면서 인류에게 안전하며 깨끗한 에너지로서 원자력을 공급할 수 있는가 하는 것이다. 원자력의 안전성 확보를 위한 국제 원자력계의 그동안의 노력에도 불구하고 전 세계는 일본의 사고를 계기로 해서 다시금 자국의 원자력 안전성을 재검토하는 기회를 갖게 되었으며, 원자력 관련 기술의 선진화와 더불어 안전문화의 확산에도 힘써야 함을 깊이 인식하게 되었다.

이를 위하여 국가간 혹은 국제기구간 협력을 강화하여 당면과제를 공동 해결해 나가려는 자세를 보다 강화해 나가야 할 것이다. 원자력 관련 현안 사안에 대해 공동 대처하는 노력을 지속하여야 할 것이며, 기존의 정보 교환 및 공동연구 수행, 전문가 교환 등 협력 방식에서 나아가 적극적으로 각국의 안전성 향상 노력을 지원하는 풍토를 조성하여 전 세계의 원자력 안전성을 균일하게 향상시키는데 공동 참여하여야 할 것이다. 선진국과의 협력을 통하여 원자력 기술 개발 및 안전성 확보를 위한 기술력을 향상시켜 나가고, 주변국과의 협력을 확대하여 원자력 사고를 최소화하고 사고에 공동 대응할 수 있는 협력체제를 구축하는 한편, 원자력 안전성 인프라 구축 및 공동 규범을 마련하는 노력을 계속하여 전 세계에 원자력의 평화적 이용을 보장할 수 있는 범국가적인 공조체제를 이룩하여야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 동구 유럽의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 관련 산업 및 안전규제에 대한 행정체제 및 기술동향을 파악함으로써, 향후 루마니아와의 원자력 기술협력 추진시 주도적인 협력을 수행하는 데 기반을 구축하고자 하였다. 이를 위하여 양국간 효율적인 협력추진을 위한 협력가능분야 도출과 원자력 협력방안 수립을 위한 타당성 조사가 필요하며, 이를 위하여 기술조사단을 구성, 상호방문을 통하여 루마니아의 산업 및 원자력 안전연구에 대한 동향을 파악함으로써 향후 양국간 원자력 협력을 위한 기술협력체제를 구축하고자 하였다.

본 연구에서는 루마니아 원자력 관련 행정체제 및 정책 동향을 조사하고, 향후 협력가능 분야 및 협력 강화방안을 모색하였다. 루마니아의 원자력 행정체제에 대한 조사 분석은 향후 협력 가능한 기관에 대한 기초 자료로 활용될 것이며, 협력 강점분야는 협력 가능과제 발굴에 참고자료가 될 것이다.

향후 양국간 국제협력 및 공동연구 우선 추진사항으로는 가동중 중수형 원전에 대한 안전성 향상을 위한 사고·고장분석 및 안전해석 등 원전의 안전규제에 대한 기술능력제고를 위한 기술지원 차원의 협력이 가능할 것으로 판단된다. 특히 루마니아는 1기의 CANDU형 원전이 가동중에 있으며 또한 CANDU형 원전에 대한 추가 건설이 진행중에 있어 CANDU 원전에 대한 안전성평가에 관심이 높다. 따라서 안전해석코드평가 및 방법, 중대사고를 포함하는 종합적인 안전성 평가 기술인 PSA에 대한 관심이 높고 이 분야에 대한 국제협력의 필요성이 있다. 이와 관련하여 우리나라의 안전기술원이 개발, 운영중인 RELAP-CANDU 안전해석용 전산코드 개발, PSA 경험 등에 대한 기술지원방안을 고려할 필요가 있다. 이밖에 방사성물질전산종합관리시스템 (CARE), 중수로 원자력발전소 분석시스템 (NPA)에 대한 양자협력에 특별한 관심을 표명하고 있다. 그러나 CARE 시스템에 대해서는 루마니아측의 전산하부구조가 아직은 다소 미흡한 것으로 판단된다. 한편 현재 루마니아의 경제 수준을 감안할 때, NPA나 CARE 시스템의 통상적인 수출방안보다는 무상 공여 또는 소액의 유상 제공 방안을 검토하는 것이 현실적인 것으로 바람직 할 것으로 판단된다. 한편 체르노보다 1호기 운영기술지원과 신규 원자력발전소 건설과 관련하여 향후 양국간 협력이 산업체간 협력까지 확대될 전망이다.

루마니아에 대한 정보에 제한성이 있고, 원자력 행정체제 및 정책 수립이 확립되지 않아 루마니아 행정 및 정책을 조사, 분석에 체계화된 접근을 시도해 나가는데 다소 한계가 있었다. 그러나, 동구권 국가의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 행정체제 전반에 대하여 검토할 수 있는 기회를 통하여 협력관계 및 가능성에 대한 이해의 폭을 넓히고, 향후 양국간 협력 수행을 위한 기초 자료를 제공했다는 점에서 의의가 있다고 보며, 특히 원자력 관련 분야에 풍부한 전문성을 지닌 전문가들로 구성된 기술조사단을 통하여 관련 국가의 원자력정책동향을 파악하고, 향후 우리가 주력해야 할 분야를 파악할 수 있었던 것은 매우 뜻깊은 일이라고 생각된다.

부 록 Record of Discussion

여 백

Record of Discussion

for

The 1st CNCAN-KINS Consultation Meeting on Nuclear Safety,
June 24-27, 2002, Bucharest, Romania

The First CNCAN-KINS Consultation Meeting on Nuclear Safety was held at the office of the CNCAN in Bucharest on June 24-27, 2002. Based on the Memorandum of Understanding for Cooperation in Nuclear Safety between CNCAN (National Commission for Nuclear Activities Control) and KINS (Korea Institute of Nuclear Safety) signed on September 21, 1996, this meeting was held to facilitate bilateral cooperation and consultation on nuclear safety.

The KINS delegation was headed by Dr. Sukho LEE, Manager of Reactor & Safety Evaluation Department, KINS, and the CNCAN delegation was headed by Dr. Lucian Biro, President, CNCAN.

Delegation lists for both sides are attached in Annex 1.

The head of CNCAN delegation, Dr. Biro welcomed Dr. LEE and his delegation to Romania. He emphasized that Romania and Korea had common interest in promoting nuclear energy development and enhancing nuclear safety for CANDU reactors. In addition, he noted that there had been continuous cooperation between the two countries since the MOU had been signed in 1996. He expected that this, first formal meeting between CNCAN and KINS, would be a concrete basis not only to strengthen current cooperative relations but also to provide a new framework for the exchange of valuable information and to explore new areas of cooperation.

The head of KINS delegation, Dr. LEE, thanked Dr. Biro for his warm welcome and hospitality. He emphasized the value of the cooperation to both countries with an aim to enhance the safety for CANDU reactors. He also expected bilateral cooperation to be continued and further strengthened in the future.

At this meeting, both sides presented and discussed the following agenda and consultation results of each agenda are attached in Annex 2.

- A. CANDU Licensing & Operational Experiences
- B. Introduction to Regulatory R&D Program

- C. PSA and Its Application
- D. Severe Accident Management Program
- E. Current Safety Issues
- F. Use of Nuclear Plant Analyzer (NPA)
- G. CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency)
- H. Safety Analysis Code Assessment and Methodology
- I. Physical Protection

In general, both sides shared the mutual understanding that bilateral cooperation between CNCAN and KINS is mutually beneficial for enhancing nuclear safety of CNADU reactors and it is necessary to maintain and further strengthen cooperative relations in the future. In this context, both sides agreed to facilitate the exchange of regulatory experiences, information, and experts related to nuclear safety of CANDU reactors through bilateral and/or international cooperative programs.

In particular, CNCAN expressed its strong interest in the fields of Nuclear Plant Analyzer (NPA), CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency), and safety analysis code assessment and methodology. In this regard, both sides agreed to discuss detailed cooperative ways for CNCAN to utilize the NPA and the CARE in the near future.

It was also agreed that CNCAN and KINS will hold this Meeting every two years alternately and the Second CNCAN-KINS Meeting will be held in Korea in 2004. A specific date will be agreed through the official channel.

Dr. Sukho LEE

On behalf of the Korea
Institute of Nuclear Safety
of the Republic of Korea

Dr. Lucian BIRO

On behalf of the National
Commission for Nuclear Activities
Control of Romania

List of Delegations

KINS Delegation

Mr. Sukho LEE	Manager, Reactor & Safety Evaluation Department Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
Mr. Man-Woong KIM	Project Manager, Integrated Safety Research Department, KINS
Mr. Jong-Soo CHOI	Senior Researcher Reactor & Safety Evaluation Department, KINS
Mr. Gwang-Woo NAM	Senior Researcher Radiation Protection Department, KINS
Mr. Young-Sik PARK	Senior Administrator, International Cooperation Team, KINS

CNCAN Delegation

Mr. Lucian Biro	President National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN)
Mr. Lucian D. Goicea	Director, QA & Operating License Div., CNCAN
Mr. C-tin.M.G.-Benescu	Head, Safety Documentation Assessment Section, CNCAN

Mr. Aurelian Tanase	Head, Nuclear Safety Analysis & Computer Code Section, CNCAN
Mr. Alexandru Stoian	Safety Analyst, Nuclear Safety Division, CNCAN
Ms. Florentina Ivan	Expert, European Integration and International Cooperation Section, CNCAN
Mr. Cantemir Ciurea	Expert, Safety Documentation Assessment Section, CNCAN

Summary Records for Each Agenda

A. CANDU Licensing and Operational Experiences

CNCAN presented licensing and operating experiences of CANDU reactors in Romania. The presentation covered the licensing procedures, milestones and major regulatory issues for Cernavoda NPPs and CNCANs functions, organization, activities, etc.

KINS also presented its licensing and operating experiences for CANDU reactors. The presentation outlined the Korean experiences and practice in nuclear safety regulation for the CANDU reactors, Wolsong NPPs.

B. Introduction to Regulatory R&D Program

KINS briefly introduced the status and plan of the Korean regulatory R&D program. As for the R&D Program for CANDU, the presentation outlined not only the purpose to develop regulatory requirements, technical standards, and inspection manuals, safety performance indicators, etc., for the 1st phase, but also the plan to develop the regulatory technology for the 2nd phase.

C. PSA and Its Application

CNCAN presented the current status and plan of PSA related activities and the steps they were taking to introduce PSA for CANDU reactors in Romania. The presentation covered objectives, challenges, milestones, main areas and priority of PSA application.

KINS outlined the current status and future application of PSA in Korea. Regulatory requirements, national policy, implementation results and plan, procedures & objectives and methodologies, etc. for PSA were presented. PSA results for Wolsong units 2, 3 & 4 and APR-1400 and AECL PSA results

were also introduced.

D. Severe Accident Management Program

CNCAN described the current status, trends and plan to introduce severe accident management and mitigation program for CANDU6. Generic accident management actions and changes for Cernavoda unit 1 and/or unit 2 were also outlined.

KINS outlined the current status and future application of severe accident management program in Korea. A regulatory position on the severe accident management program was also introduced.

E. Current Safety Issues

CNCAN presented current safety issues such as new regulation system, re-licensing of Cernavoda unit 1, review of PSA level 1, introduction of PSR for Cernavoda unit 1, regulatory directions for the deterministic safety analysis, trend of nuclear events, and so on.

KINS presented current safety issues focused on nuclear safety regulation for CANDU reactors in Korea. The presentation described licensing and operating experience, safety and regulatory issues, and regulatory perspectives for CANDU reactors.

F. Use of Nuclear Plant Analyzer (NPA)

KINS briefed on nuclear plant analyzer (NPA), which was developed and operated by KINS. The presentation covered objectives, functions, and systems of NPA. The process model with enhanced performance and high fidelity, various simulation contents, etc. were also presented. Easy-to-run and easy-to-understand simulation environment by using GUI (Graphical Use Interface) was introduced.

G. CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency)

KINS introduced CARE (Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency). The presentation covered Korea's national emergency regime and objectives, functions and systems of CARE. In addition, a video on CARE and IERNet was also presented by CD.

H. Safety Analysis Code Assessment and Methodology

KINS presented status and plan regarding safety analysis code assessment and methodology in Korea. An overview of assessment of CANDU thermal-hydraulic safety analysis code system was introduced. In particular, an independent audit calculations performed by the RELAP5/MOD3 were presented, i.e. ROH/RIH break LOCAs, Thermo-siphoning, Steamline Break of RD-14 test facility. Recent T/H code modified by KAERI/KINS, RELAP5/CANDU was outlined. Review guideline of safety analysis codes developed by KINS was also presented.

I. Physical Protection

CNCAN had a brief presentation on its actions to improve nuclear security at major nuclear installations in Romania. Both organizational aspects and the national level interrelations in this matter were presented, too; more details are provided by CNCAN and were included on the CD. Both parties consider that nuclear security would be a good cooperation area.

서 지 정 보 양 식					
수행기관보고서번호		위탁기관보고서번호			
KINS/GR-252					
제목/부제					
한·루마니아 원자력 안전규제기술 공동연구 및 기술수출기반구축연구					
연구책임자 및 부서명		김 만 응 (종합기술연구실)			
연구자 및 부서명		안상규, 이상규, 황수현, 정윤식(종합기술연구실), 이계휘(전산정보실), 문찬기(규제3실), 박영식 (기획팀), 최종수 (원자로안전해석실), 남광우(방사선방호실), 이석호(한국원자력안전기술원)			
발행지	대전	발행기관	과학기술부	발행일	2002. 12. 28
페이지	81 p.	도표	유 (O), 무 ()	크기	29.7 cm
참고사항 '02년도 과기부 원자력연구개발사업 (국제공동연구)					
비밀여부	공개(O), 비공개()		보고서 종류	연구보고서	
연구위탁기관	과학기술부		계약 번호		
초록					
<p>본 연구의 목적은 동구 유럽의 원자력 선진국인 루마니아의 원자력 관련 행정체제 및 정책동향을 파악함으로써, 향후 루마니아와의 원자력 기술협력 추진시 주도적인 협력을 수행하는 데 그 목적이 있으며, 이를 통하여 우리나라와 루마니아간 원자력 과학 및 기술분야에 있어 상호 보완 및 개선하는 데 기여하는 데 그 목적이 있다.</p> <p>루마니아의 원자력 행정체제 조사를 위하여 조직, 기능, 인력 및 주요활동 등에 대하여 조사하였으며, 원자력 정책동향에서는 안전규제정책 및 이용개발정책 등을 조사하였다. 협력강화방안 도출을 위하여 루마니아의 원자력분야 강점분야를 조사, 분석하였으며, 조사결과를 토대로 향후 협력 가능과제를 제시하였다</p> <p>한·루마니아간 원자력 공동협력사업을 효과적으로 추진할 수 있는 방안의 일환으로 루마니아의 원자력 산업 동향조사를 위한 기술조사단 구성, 기술조사 및 양국간 공동세미나를 통한 협력분야 도출, 원자력 협력사업을 추진할 수 있는 수행체계 등을 구축하였다.</p> <p>본 연구는 동구 유럽 선진국인 루마니아와의 원자력 협력관계 수립에 필요한 기초자료와 능동적인 협력 관계 수립을 위한 기본 방향을 제시함으로써, 양국의 실리 위주의 협력을 도모하는데 기여할 것이며, 나아가 우리나라의 대외적인 위상을 제고하는데 기여할 것으로 전망한다.</p>					
주제명키워드					
국내외 원자력 환경 및 정책 방향, 루마니아 원자력 개발현황, 원자력 행정체제, 원자력 안전규제체제, 원자력 협력강화 방안					

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET					
Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.			
KINS/GR-252					
Title/Subtitle					
Feasibility Study on Establishment of Nuclear Co-operation Strategies on Nuclear Safety Regulation between Korea and Romania					
Project Manager and Department		Manwoong KIM (Regulatory Research Division)			
Researcher and Dept't.		Sang-Kyu Ahn, Sang-Kyu Lee, Soo-Hyun Hwang, Yun-Sik Chung, Kei-Hyui Lee, Chan-Ki Moon, Young-Sik Park, Jong-Soo Choi, Kwang-Woo Nam, Suk-Ho Lee			
Pub. Place	Taejon	Pub. Org.	Korea Institute of Nuclear Safety	Pub. Date	December 28, 2002
Page	81 p.	Il. and Tab.	Yes (O), No ()	Size	29.7 cm
Note	2002 MOST International Nuclear Cooperation Project				
Classified	Unclassified(O), Classified()		Report Type	Research Report	
Sponsoring Org.	Ministry of Science and Technology		Contract No.		
Abstract (About 200 Words)					
<p>The objective of this study is to investigate nuclear administrative system and policy direction of the Romania, which is one of nuclear advanced countries in East-Europe, so as to make complement and improvement each of the other on science and technology of nuclear fields between Korea and Romania through bilateral cooperation.</p> <p>To identify the administration system of the Romania, it is conducted to examine the Ukrainian nuclear administrative organizations, their function and activities. The regulatory policy and nuclear energy development program of the Romania is also investigated. The advanced scientific and technical fields of the Romania are identified with an aim to establish the cooperative strategies.</p> <p>The detailed implemental strategies will be established in accordance with conclusion of the cooperative arrangement between Korea and Romania in the future. Therefore, the comprehensive direction is mainly addressed to be suggested in this study.</p>					
Subject Keywords					
Nuclear Direction and Environmental Changes, Romanian Nuclear Development Status, Nuclear Administration System, Nuclear Regulatory System, Nuclear Development System, Nuclear Cooperative Direction and Strategy					