

원자력 국제투명성 제고사업
Enhancement of International Transparency
in Nuclear Research and Development

선진 핵연료주기 시스템 개발을 위한 국제환경 조성
Promotion of International Environments for the Development of
Advanced Nuclear Fuel Cycle Systems

KAERI



제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

이 보고서를 “원자력 국제투명성 제고사업” 과제 세부과제 “선진 핵연료주기 시스템 개발을 위한 국제환경 조성”의 연구보고서로 제출합니다.

2018년 01월 31일

주 관 연구 기관 명	한국원자력연구원
주 관 연구 책임자	이광석
연 구 원	김경표 류재수 김미진 이견희 이동형 이동훈 이영우 이한명 이해나 전은주 이기복 고원일 이병욱 박성원 오근배 장양희 한도희



보고서 요약서

과제고유번호	526120-17	해당단계 연구기간	2015.1.1. ~ 2017.12.31	단계구분			
연구사업명	중사업명						
	세부과제명						
연구과제명	대과제명	원자력 국제투명성 제고사업					
	세부과제명	선진 핵연료주기 시스템 개발을 위한 국제환경 조성					
연구책임자	이광석	해당단계 참여 연구원수	총	18명	해당단계 연구비	정부	2,500,000 천원
			내부	18명		기업	천원
			외부	명		계	2,500,000 천원
		총연구기간 참여 연구원수	총	18명	총 연구비	정부	2,500,000 천원
			내부	18명		기업	천원
			외부	명		계	2,500,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	한국원자력연구원 한미 원자력협력			참여기업명			
국제공동연구	상대국명 :		상대국 연구기관명 :				
위탁연구	연구기관명 :한국과학기술원		연구책임자 :				
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내로 작성합니다.)			보고서 면수	109p.			
<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 주요인사 초청 및 시설 방문 프로그램을 운영하여 우리나라의 원자력 프로그램 및 핵비확산 노력을 적극 홍보하여 원자력 전 주기 분야에서 우리나라가 활발하게 활동하고 있음을 충분히 인식할 수 있도록 함 ○ 한미 공동 워크숍 등을 통하여 우리나라가 추진 중인 미래원자력시스템에 대한 한·미 양국간의 이해 차이를 좁히고 미국 전문가들의 입장을 파악·분석하여 대미전략 수립시 활용하도록 하였음 ○ 이러한 활동으로 미국 워싱턴 DC 내에 Grass-root 차원의 탄탄한 인적 네트워크를 구축할 수 있었으며 이제 이러한 네트워크를 활용할 수 있는 단계에 이른 것으로 평가됨 ○ 2015년 한미 원자력협정 개정협상 타결, 2016년 미국 대선, 2017년 양국의 신정부 출범 등 미국의 원자력 정책 및 산업 동향 등을 워싱턴 파견 전문가 및 국내 연구팀이 지속적으로 분석하여 이를 국내에 전파하였음 ○ 전반적으로 원전 수출, 연구개발 및 핵비확산 측면에서 미국의 전략적 파트너로서 한국이 필요하다는 인식이 미국내에 크게 자리잡아 가고 있음 							
색인어 (각 5개 이상)	한글	국제환경, 원자력협정, 한미 원자력협력, 핵비확산, 미래원자력시스템					
	영어	International Environment, Nuclear Cooperation Agreement, ROK-US Nuclear Cooperation, Nuclear Non-proliferation, Future Nuclear Energy Systems					



요 약 문

I. 제 목

선진 핵연료주기 시스템 개발을 위한 국제환경 조성

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 목적은 국제 투명성 및 수용성 제고를 통해 국내 미래원자력시스템 개발에 필요한 국제환경을 조성하는 것이다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구에서는 상기 연구 목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 연구를 진행하였다.

첫째, 한·미 원자력협력을 위한 인적네트워크를 구축하였다. 우리 원자력 프로그램의 국제적, 특히 미국내 이해 증진과 지지 기반 확대에 역점을 두고 우리나라 원자력 정책과 핵비확산 노력을 홍보하기 위해 미 주요인사 초청과 전략적 워크숍 개최, 그리고 워싱턴 DC 전문가 파견 등을 통해 우리나라 원자력 프로그램에 대한 이해도를 제고하고 추진 당위성을 전파함으로써 대미 우호적 환경 조성과 인적 네트워크 구축에 기여하였다.

둘째, 미래원자력시스템개발 추진에 실질적인 영향을 미치는 미국의 원자력 정책 및 산업 동향을 분석하였다. 미국의 원자력 정책은 국제정치, 핵비확산, 에너지, 과학기술, 경제 및 산업 측면에서 다양하게 얽혀 있기 때문에 종합적인 분석이 필요하다. 또한 신한미 원자력협정에 따라 설립된 한미 고위급위원회 운영 및 한미 원자력 협력, 미국과 타국과의 원자력협정 추진 등에 대한 미국 행정부, 의회 등의 입장을 분석하여 대미접근 전략을 제시하였다.

셋째, 한·미 양국의 원자력협력을 강화하고 나아가 선진핵연료주기 관련 기술개발을 공동으로 진행할 수 있는 여건을 마련하기 위해 한·미 전문가간 공동활동, 미국 전문가와의 정책 공동연구를 통해 한·미 양국의 전략적 파트너십 당위성과 강화 논리를 전파하였다.

IV. 연구개발결과

본 연구에서는 미국 주요인사 초청 및 시설 방문 프로그램을 운영하여 우리나라의 원자력 프로그램 및 핵비확산 노력을 적극 홍보하였다. 주요 기관 방문은 우리나라 원자력

연구개발 시설과 산업 현장을 두루 살필 수 있도록 계획을 세웠으며, 특히 주요 인사들이 핵연료 제조부터 방사성폐기물 처분에 이르기까지 원자력 전 주기 분야에서 우리나라가 활발하게 활동하고 있음을 충분히 인식할 수 있도록 기획하였다. 이와 더불어 우리나라가 추진 중인 미래원자력시스템에 대한 한·미 양국간의 이해 차이를 좁히고자 공동 워크숍을 개최하였다. 이를 통해 미국 전문가들의 입장을 파악 및 분석하여 대미전략 수립 시 활용하도록 하였으며 미국 전문가들과의 간담회와 브리핑을 통해 우리나라 선진핵연료주기 추진 당위성 및 타당성을 전파하였다. 이러한 활동으로 미국 워싱턴 DC 내에 Grass-root 차원의 탄탄한 인적 네트워크를 구축할 수 있었으며 이제 이러한 네트워크를 활용할 수 있는 단계에 이른 것으로 평가된다.

이와 함께 본 연구에서는 미국의 원자력 정책 및 산업 동향 등을 워싱턴 파견 전문가 및 국내 연구팀이 지속적으로 분석하여 이를 국내에 전파하였다. 특히 2015년 한미 원자력협정 개정협상 타결, 2016년 미국 대선, 2017년 양국의 신정부 출범 등에 따른 미국의 원자력 정책 변화와 함께 미국에서 미국 행정부, 의회, 산업계 및 비확산 커뮤니티가 바라보는 한미 원자력 협력(파트너십)의 필요성에 입장을 분석하였다.

그 결과, 국제 핵비확산 관점에서 볼 때 미국의 핵비확산 입지 강화를 위해서는 전략적 파트너로서 한국이 필요하며, 자국의 원전 산업 부흥 관점에서 볼 때에도 성숙한 원자력 산업 기반을 구축하고 있고 자국 내 원자로 건설뿐만 아니라 해외 원전수출 계약을 활발히 추진하고 있는 한국이 최적의 파트너라는 논리를 제시하였다.

V. 연구개발결과의 활용계획

본 과제를 통해 수행한 우호적 환경조성 활동 및 정책 공동연구는 한·미 핵연료주기공동연구 진행, 한미 원자력협정 개정 및 발효, 한미 고위급위원회 출범 등 선진핵연료주기 시스템 개발의 원활한 추진에 필요한 한·미 양국의 긴밀한 협력을 이끌어내는데 기여하였으며 향후 한·미간 협의에서도 활용될 것이다.

한·미 원자력협정 개정협상이 끝났다고 해도 아직 미국의 정책이 완전히 변화된 것은 아니다. 신협정에 규정된 바와 같이 한·미 핵연료주기공동연구 완료 이후에 한·미 고위급위원회에서 또 다른 협의가 필요하다. 이에 따라 한·미 고위급위원회를 잘 운영해 나가고 한·미 핵연료주기공동연구가 성공적으로 완수될 수 있도록 지속적인 지원이 필요하다. 특히 한·미 공동연구 완료 이후 진행될 파이로 협력을 위한 협상에 대비하기 위해서는 한·미 원자력협력 기반 강화, 미국에 대한 우리나라의 원자력 프로그램 이해 증진, 미국의 원자력 및 핵비확산 정책 동향 조사 활동 강화 등 지금보다 더욱 적극적이고 총력적으로 우호적인 국제환경을 조성하기 위한 노력을 전개해 나가야 할 것이다.

SUMMARY

I. Project Title

Promotion of International Environments for the Development of Advanced Nuclear Fuel Cycle Systems

II. Objective and Importance of the Project

The objective of this study is to promote international environments necessary for the development of future nuclear energy systems in the Republic of Korea (ROK) through enhancing their international transparency and acceptability,

III. Scope and Contents of Project

In this study the following activities were conducted to achieve the objectives.

First, establishment of professional networks supporting ROK-U.S. nuclear cooperation through ROK-US joint workshops and seminars, series of site visits of U.S. opinion leaders to Korean nuclear facilities, public awareness programs in the U.S., etc.

Second, comprehensive analysis on U.S. nuclear energy policies and trends, considering many aspects such as international politics, nuclear non-proliferation, energy, science and technology, economics, and industry.

Third, collaborative work between ROK and U.S experts such as joint policy studies, joint seminars, and joint book publishing, focusing on the promotion of strategic ROK-U.S. nuclear partnership.

IV. Result of Project

In this study proactive efforts were made for the promotion of Korean nuclear energy and nuclear non-proliferation through an expert invitation program of key U.S. personnel. The program consisted of a series of extensive site visits to nuclear R&D institutions and industrial sites. Notably, this program provided an opportunity

for visitors to observe facilities in such a way that key personnel were able to witness the fact that Korean scientists and engineers are actively engaged in R&D on the complete nuclear fuel cycle, from the production of nuclear fuel to radioactive waste disposal. In addition, several ROK-U.S. joint workshops were conducted to narrow the differences of each side's respective understanding of the future nuclear energy systems being developed in Korea. These activities also contributed to the realization of a concrete grass-root network in the U.S.

In this study, U.S. nuclear energy policies and trends were comprehensively analyzed by the study team including an expert dispatched to Washington DC, especially focusing on positions of U.S. opinion leaders on the necessity of US-ROK nuclear partnership in the big political changes such as the conclusion of ROK-US nuclear cooperation agreement in 2015, U.S. presidential election in 2016, administration changes in the both governments in 2017, etc.

To strengthen the U.S. stance on international nuclear non-proliferation and to promote the revival of the U.S. nuclear industry, it is beneficial for the United States to have Korea as a strategic nuclear industry partner because Korea has already established a mature nuclear industrial base; Korea has also successfully constructed reactors and is currently operating many nuclear power plants. Korea is even actively engaged in the export of nuclear technology. This study, therefore, presented a rationale for the idea that Korea is indeed the best strategic partner for the United States in this regard.

V. Proposal for Applications

The study contributed directly or indirectly to close bilateral nuclear cooperation between ROK and US such as the conclusion of ROK-US nuclear cooperation agreement and its enforcement, smooth implementation of the Joint Fuel Cycle Study(JFCS), and the establishment of the High-Level Bilateral Commission. The result of this study will be duly utilized for future consultation on fuel cycle issues after the completion of the JFCS.

CONTENTS

SUMMARY	7
Chapter 1. Introduction	13
Chapter 2. Networking for the Promotion of International Awareness of Korean Nuclear Programs	19
Section 1. Major Activities	21
Section 2. Major Outcome and Future Directions	41
Chapter 3. Analysis of U.S. Nuclear Energy Policies and Trends	43
Section 1. Nuclear Power and Industry	46
Section 2. Nuclear R&D Policies	57
Section 3. U.S.-ROK Nuclear Cooperation	74
Section 4. Policy Implications and Future Directions	77
Chapter 4. Collaborative Work for Enhancing ROK-U.S. Nuclear Partnership ...	79
Section 1. Joint Work of ROK and U.S. Experts	82
Section 2. Joint Policy Study with U.S. Experts	88
Section 3. Future Directions	94
Chapter 5. Conclusions and Recommendations	95
Chapter 6. References	99
Appendix	103
[Appendix 1] Relevant People in the U.S. Administration and Congress	105
BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET	110

목 차

요약문	5
제1장 서론	13
제2장 미국내 우호적 환경 조성활동	19
제1절 환경조성 활동 수행실적	21
제2절 주요 성과 및 향후 과제	41
제3장 미국의 원자력 정책 및 산업 동향 분석	43
제1절 원자력 발전 및 산업 현황 분석	46
제2절 원자력 연구개발 정책 동향 분석	57
제3절 한미 원자력 협력	74
제4절 시사점 및 향후 방향	77
제4장 한미 원자력 파트너십 증진을 위한 공동 노력	79
제1절 한미 전문가 공동 활동	82
제2절 미국 전문가 정책 공동연구	88
제3절 평가 및 향후 과제	94
제5장 결론 및 건의사항	95
제6장 참고문헌	99
부 록	103
[부록 1] 미국 행정부 및 의회 주요 인사	105
서지정보양식	109

표 목차

표 2-1. 미국 주요인사 초청 및 시설 홍보 (2015~2017년)	23
표 2-2. 한미 공동 세미나 및 워크숍 (2015~2017년)	26
표 2-3. 미국 워싱턴DC 전문가 파견 현황	30
표 2-4. 미국 원자력정책 및 산업 동향 분석 (2015~2017년)	31
표 3-1. 미 의회 선진원자로 개발 관련 법안 발의 현황	65
표 4-1. '한·미 원자력 협력의 미래' 워크숍 프로그램	83



그림 목차

그림 1-1. 연구 목표 및 주요 내용	17
그림 3-1. 한미 고위급위원회 구성	74
그림 4-1. 한미 원자력협력 공동 정책연구	88



제1장

서론

제1절 배경 및 목적

제2절 연구 목표 및 주요 내용

KAERI



제1장 서론

제1절 배경 및 목적

우리나라는 ‘미래 원자력시스템 개발 장기추진계획’¹⁾에 따라 장기적 관점에서 사용후 핵연료의 효과적인 처리 및 관리를 위해 파이로프로세싱²⁾과 소듐냉각고속로를 연계한 선진 핵연료주기를 개발하고 있다. 선진 핵연료주기의 개발을 위해서는 사용후핵연료를 사용하는 실험이 필수적인데 이는 일반적으로 양국간 원자력협정에서 사전동의³⁾ 대상이 된다.⁴⁾ 이와 같이, 국가적으로 필요로 하는 원자력 연구개발 활동에 대한 다른 국가의 사전동의권 등 핵비확산과 관련된 일부 국제환경, 특히 미국의 정책은 우리나라 원자력 연구개발의 원활한 추진에 제약요인으로 작용하고 있다.

미국은 1953년 ‘원자력의 평화적 이용’(Atoms for Peace) 이후에도 공화당, 민주당 정부에 상관없이 전통적으로 핵비확산, 특히 민감기술의 확산 방지 차원에서 양국간 원자력협정에 규정된 사전동의권과 미국이 보유한 정치외교적 영향력을 활용해 타국의 핵연료주기 활동에 개입해 왔다.⁵⁾ 미국은 일반적으로 타국의 농축 및 사용후핵연료 재처리를 용인하지 않는 정책이나 상대국가에 따라 차별적인 정책을 펴고 있다. 핵보유국(러시아, 중국, 프랑스, 영국)과 일부 전략적 협력국가(일본, 유라툼, 인도 등)에는 농축 및 사용후 핵연료 재처리를 용인하고 있으며 이와 반대로 일부 국가에게는 농축 및 재처리 권리를 포기하도록 하는 이른바 ‘골드 스탠다드’⁶⁾(gold standard)까지 요구하고 있다.

- 1) ‘미래원자력시스템 개발 장기추진계획’((제255차 원자력위원회 의결(2008.12), 1차 원자력진흥위원회 수정결의(2011.11))은 우리나라 원자력 연구개발의 장기 비전으로서 실질적인 연구개발 계획 수립의 근간이 되어 왔다. 주요 골자는 소듐냉각고속로(SFR: Sodium-cooled Fast Reactor) 및 연계 핵연료주기(파이로프로세싱-pyroprocessing 기반), 그리고 초고온가스로(VHTR: Very High Temperature Reactor)의 개발에 대한 장기 개발목표 및 일정을 담고 있다.
- 2) 파이로프로세싱은 고온(500~650℃)의 용융염 매질 내에서 전기화학적 방법을 이용하여 사용후핵연료로부터 우라늄과 초우라늄소 등의 유용한 핵연료 물질을 회수하는 활동이다.
- 3) 수령국이 공급국으로부터 받은 원자력 품목과 관련하여 재이전, 농축, 재처리, 형상/내용 변경, 특수핵물질의 저장 등의 활동을 하기 위해 공급국으로부터 동의를 사전에 획득해야 하며, 이러한 공급국의 권리를 사전동의권이라 한다.
- 4) 예를 들면, 우리나라는 파이로 공정 중 사용후핵연료를 사용하는 ‘전해환원’ 공정 시설(ACPF: Advanced spent fuel Conditioning Process Facility)을 KAERI에 구축했으나, 지금까지 미국으로부터 사전동의를 확보하지 못하고 있다. 전해환원은 사용후핵연료에 포함된 핵물질을 분리하지 않는 비민감 활동임에도 불구하고 미국은 ACPF 활동에 대한 사전동의를 부여하지 않아 왔었다. 우리나라는 2015년 11월 발효된 신 한미 원자력협정에서야 ACPF 활동에 대한 장기동의를 확보하였다.
- 5) 우리나라가 대표적인 케이스의 하나라 할 수 있다. 1970년대 우리나라는 프랑스로부터의 재처리시설 도입을 추진하였으나 미국의 다각적인 압력으로 결국 무산된 바 있다. 일본도 이러한 경우가 있었다. 1970년대말 일본이 토카이(東海) 재처리공장의 가동에 필요한 미국과의 공동결정과 관련하여 미국과 벌인 원자력 외교는 수상까지 동원하는 등 가히 전쟁을 방불케 하는 것이었다고 한다. 일본은 토카이 재처리공장을 준공하고 가동하려 할 때 미국이 이에 대한 사전동의를 제대로 해 주지 않아 매우 곤란을 겪었으며, 많은 외교적 노력을 들여 이 문제를 해결해야 했다. 당시 미국의 주장은 일본의 에너지 사정이나 핵비확산에 대한 성의는 충분히 인정하나 일본이 하려고 하는 단체추출(單體抽出) 방식의 재처리에는 효과적인 안전조치가 적용될 수 없으므로 이를 인정할 수 없고, 일본에만 예외를 인정하면 타국에게 “No”라고 할 수 없다는 것이었다. 미국의 주장에 대하여 일본의 후쿠다 수상은 “맥주를 만들 목적으로 만든 기계에서 사이다를 만들라고 하는 것과 같다.”고 울분 섞인 코멘트를 한 사실이 있다고 한다.(한국에너지연구소(편), 가네코(저), 「국제원자력 문제와 원자력 외교 : 일본의 시각」, KAERI/AR-294/88, 1988.)
- 6) 골드스탠다드는 미국과 UAE(United Arab Emirates)와의 원자력협정 체결시 채택된 것으로 미국은 원자력 활동이 활발한 국가 이외, 특히 중동지역 국가에 대해서는 골드스탠다드를 요구한다는 입장이다. 미국은 요르단, 사우디아라비아와의 원자력협정 체결협상에서 이를 요구하고 있으나 두 국가의 반발로 협상이 지연되어 왔다.

이에 더하여 미국의 핵비확산론자들은 미국뿐만 아니라 다른 원자력 공급국들도 ‘골드 스탠다드’를 채택하도록 압력을 가해야한다고 주장하고 있다. 그러나 이러한 핵비확산론자들의 주장과는 달리 미국 원자력산업계를 중심으로 미국의 원자력산업 재건이 국제 핵비확산 목표 달성을 위한 가장 강력한 수단 중 하나임을 강조하면서 미국의 원자력 산업 경쟁력 강화를 위해 상대국과의 원자력협정 체결시 실용적인 접근방안을 채택할 것을 촉구하는 목소리가 높아지고 있다. 특히 트럼프 정부가 미국의 원자력 부흥을 강조하게 됨에 따라 이러한 시각은 설득력이 더욱 높아진 것으로 보인다. 이러한 상황에서는 미국의 원자력산업 부흥 및 국제 핵비확산 입지 강화를 위해 한·미 원자력 파트너십이 필요함을 설득하고 지속적인 정책 교류 및 초청 활동을 통해 우리나라 원자력 프로그램에 대한 지지 세력으로 구축해야 할 것이다.

이에 따라 본 연구에서는 우리나라의 핵확산 잠재력에 대한 국제사회의 의구심을 해소하고 원자력의 평화적 이용개발 확대를 위한 연구개발이 원활히 추진될 수 있도록 국제환경을 조성⁷⁾해 나가는 활동들을 추진하고자 하였다. 특히 2015년 발효된 신 한·미 원자력협정에 따라 2016년 출범한 한·미 고위급위원회의 효과적인 운영과 2020년말까지 예정되어 있는 한·미 핵연료주기공동연구(JFCS: Joint Fuel Cycle Study)⁸⁾를 성공적으로 마무리하기 위해서는 이러한 국제환경 조성활동은 더욱 필요하다.

제2절 연구 목표 및 주요내용

본 과제의 목표는 원자력 국제 투명성 및 수용성 제고를 통해 국내 미래원자력시스템 개발에 필요한 국제환경을 조성하는 것이다. 즉, 우리나라가 추진하고 있는 미래원자력시스템의 성공적인 개발을 위해 관련 기술에 대한 국제정치적 수용성을 증진시키고 국제사회(특히 미국)와 더불어 사용후핵연료 관리 문제 해결 및 미래원자력시스템 개발을 위해 보다 더 긴밀하게 협력할 수 있는 여건을 조성하는 것이다.

본 과제의 목표 및 주요내용은 그림 1-1과 같이 요약할 수 있다.

7) ‘국제환경 조성’이란 공급국의 사전동의, 원자력 수출통제, 정치·외교적 영향력 등이 우리나라의 국가 원자력 계획에 장애요인으로 작용하지 않도록 사전에 우리나라에 우호적인 환경을 조성해 나가는 것을 의미한다. 따라서 국제환경 조성을 위해서는 사전동의, 원자력 수출통제, 정치·외교적 영향력 등이 어떠한 경우에 장애요인으로 작용할 수 있는지 그 원인을 먼저 살펴볼 필요가 있다. 이러한 원인을 파악하여 이를 시정해 나가는 것이 국제환경 조성 작업이라 할 수 있다. 일반적으로 ‘국제환경 조성’의 목표는 크게 두 가지로 설정할 수 있다. 첫째, 우리나라의 원자력 프로그램에 대한 국제적 이해를 증진시키는 것이다. 우리나라의 원자력 프로그램에 대한 이해가 부족하거나 잘못 이해해서 의구심을 갖는 것은 일단 없도록 해야 할 것이다. 원자력 프로그램에 대한 이해 증진은 국제환경 조성의 기초적인 목표라 할 수 있다. 둘째, 우리나라의 원자력 프로그램에 대한 국제적 신뢰성을 확보하는 것이다. 우리나라의 원자력 프로그램에 대한 이해가 충분하다 하더라도 이것이 곧바로 신뢰성의 확보를 의미하는 것은 아니다. 상대방이 우리나라의 프로그램이 문제가 없다고 느끼고 이를 인정할 의사를 갖도록 해야 할 것이다.

8) 한·미 양국은 파이로 공정에 대한 기술적·경제적·핵비확산 측면에서 타당성을 검토하기 위한 공동연구를 수행하기로 합의(2011년 4월)하고, 2011년부터 10년간 3단계에 걸친 공동연구에 착수하였다.

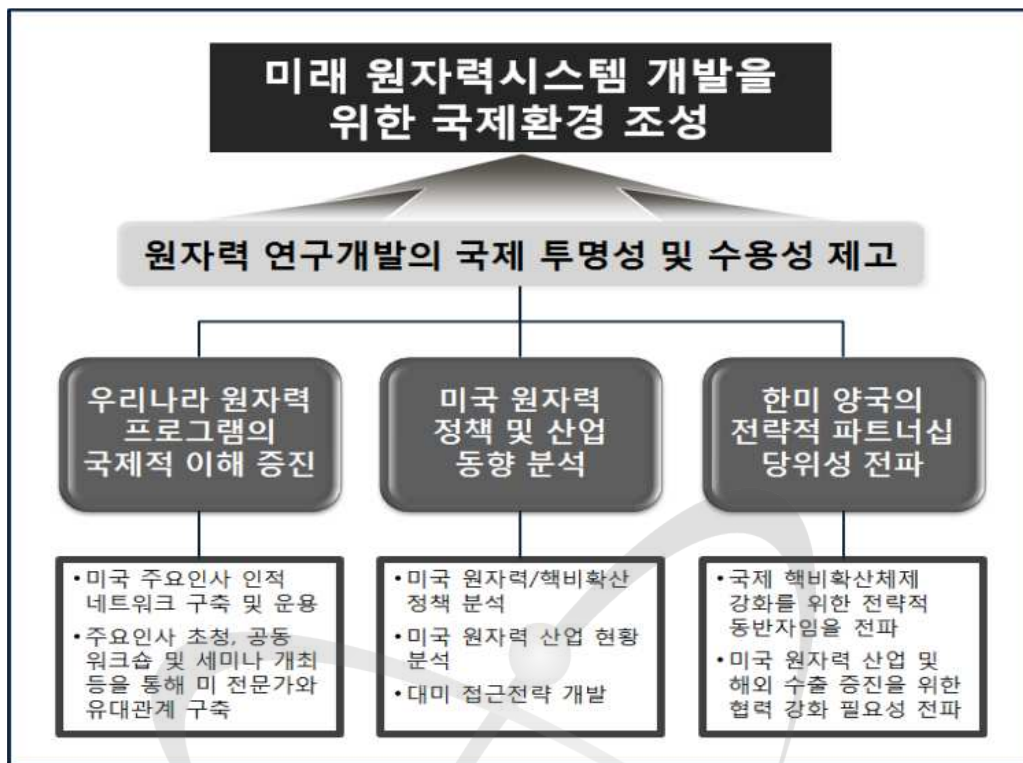


그림 1-1. 연구 목표 및 주요내용

2015년부터 2017년까지 본 과제가 진행되는 동안 우리나라는 미래원자력시스템과 관련하여 매우 중요한 시기를 보냈다. 먼저 한·미 원자력협정 개정 협상이 2015년 4월 타결되었으며⁹⁾, 한·미 핵연료주기공동연구는 2단계 연구를 완료하였다. 그리고 한국원자력연구원(KAERI)와 미국 아르곤국립연구소(ANL)간 소듐냉각고속로 원형로(PGSFR: Prototype Gen IV Sodium-cooled Fast Reactor) 공동설계 협력이 지속적으로 수행되었다. 이러한 일련의 활동들이 성공적으로 진행될 수 있도록 본 과제는 다음과 같은 내용으로 연구를 진행하였다.

첫째, 우리나라 원자력 프로그램의 국제적 이해를 증진시키고 한·미 원자력협력을 위한 인적네트워크를 구축하였다. 우리 원자력 프로그램의 국제적, 특히 미국내 이해 증진과 지지 기반 확대에 역점을 두고 우리나라 원자력 정책과 핵비확산 노력을 홍보하기 위해 미 주요인사 초청과 전략적 워크숍 개최, 그리고 워싱턴DC 전문가 파견 등을 통해 우리나라 원자력 프로그램에 대한 이해도를 제고하고 추진 당위성을 전파함으로써 대미 우호적 환경 조성과 인적 네트워크 구축에 기여하였다.

둘째, 미래원자력시스템개발 추진에 실질적인 영향을 미치는 미국의 원자력 정책 및 산업 동향을 분석하였다. 미국의 원자력 정책은 국제정치, 핵비확산, 에너지, 과학기술,

9) 한·미 원자력협정 개정협상은 2010년 10월부터 4년 반에 걸쳐 진행되어 마침내 2015년 4월 타결되었다. 신 한미 원자력협정은 2015년 6월에 서명되었고 같은 해 11월 양국의 절차를 완료하고 발효되었다.

경제 및 산업 측면에서 다양하게 얽혀 있기 때문에 종합적인 분석이 필요하다. 또한 신한미 원자력협정에 따라 설립된 한미 고위급위원회 운영 및 한미 원자력 협력, 미국과 타국과의 원자력협정 추진 등에 대한 미국 행정부, 의회 등의 입장을 분석하여 대미접근 전략을 제시하였다.

셋째, 한·미 양국의 원자력협력을 강화하고 나아가 선진핵연료주기 관련 기술개발을 공동으로 진행할 수 있는 여건을 마련하기 위해 한·미 전문가간 공동활동, 미국 전문가와의 정책 공동연구를 통해 한·미 양국의 전략적 파트너십 당위성과 강화 논리를 전파하였다.

사용후핵연료 문제를 해결하고 원자력의 지속성을 담보하기 위한 미래원자력시스템 개발이 국제적으로 활발하게 진행되고 있으나 미국의 민감기술 확산 차단 및 핵비확산 정책이 우리나라의 미래원자력시스템 연구개발에 중대한 영향을 미치고 있다. 이러한 상황에서 본 과제를 통한 원자력 연구개발의 국제 투명성 및 수용성 제고 활동은 다음과 같은 기대효과가 있을 것으로 평가된다.

첫째, 미 주요 인사 초청과 공동 워크숍 및 세미나 개최를 통해 우리나라 원자력 프로그램에 대한 이해도를 제고하고 추진 당위성을 전파함으로써 대미 우호적 환경 조성에 크게 기여할 것이다.

둘째, 최근 미국의 원자력산업, 연구개발, 핵비확산, 타국과의 원자력협력 등 주요 정책 동향 및 진전사항을 분석함으로써 한·미 고위급위원회 운영 및 실질적인 한·미 원자력협력을 성공적으로 추진하기 위한 전략 마련에 기여할 것이다. 그리고 현재 진행 중인 한·미 핵연료주기 공동연구를 원활히 추진하기 위한 정치적·외교적 접근 전략을 개발하는데 이바지 할 것이다.

셋째, 미국 전문가들과의 공동활동 및 공동연구를 통하여 미국이 국제 원자력산업 및 핵비확산 분야에서 주도권을 가지고 리더십을 발휘하기 위해서는 한·미간 전략적 파트너십이 반드시 필요함을 밝혔다. 그리고 이러한 공동연구 결과를 미국 내에 전파한 것은 미국내 비확산론자들의 주장을 약화시키고 한·미간 원자력협력의 중요성을 인식시키는 동시에 우리나라의 원자력 연구개발을 원활히 추진할 수 있는 기반을 구축하는 데 기여할 것이다.

제2장

미국내 우호적 환경조성 활동

제1절 환경조성 활동 수행실적

제2절 주요 성과 및 향후 과제

KAERI



제2장 미국내 우호적 환경조성 활동

원자력의 평화적 이용 증진을 위해 우리나라가 추진 중인 원자력 프로그램, 특히 선진 핵연료주기 시스템을 성공적으로 개발하기 위해서는 기술 진보와 더불어 우리나라의 원자력 프로그램에 대한 국제사회의 수용성을 증진시키는 활동이 반드시 필요하다. 특히 미국은 자국의 핵비확산 정책 실현을 위해 타국과의 원자력협정에 따른 사전동의권과 원자력 수출통제를 효과적인 도구로 사용하고 있으며 다른 국가들의 원자력 활동에 대한 정치·외교적 영향력도 함께 행사하고 있다. 이러한 정책을 가지고 있는 미국이 상대국의 원자력 프로그램을 평가했을 때 핵확산 또는 잠재능력을 향상시킬 목적으로 추진되고 있다고 판단하거나 의구심을 가지게 되면 해당 국가의 원자력 프로그램에 대해 관여할 필요가 있다고 느끼게 된다. 따라서 이러한 의구심을 미연에 방지하고 미국의 핵비확산 정책 실현 도구들이 우리나라의 국가 원자력 계획에 제약요소로 작용하지 않도록 우리의 원자력 정책 및 프로그램에 대한 미국의 이해를 증진시켜 나갈 필요가 있다.

본 과제에서는 원자력 국제투명성 제고를 위해 우리 원자력 프로그램의 국제적, 특히 미국내 이해 증진과 지지 기반 확대에 역점을 두고 우리나라 원자력 정책과 핵비확산 노력을 홍보하였다. 이를 위해 미 주요인사 초청과 전략적 워크숍 개최, 그리고 워싱턴DC 전문가 파견 등을 통해 우리나라 원자력 프로그램에 대한 이해도를 제고하고 추진 당위성을 전파함으로써 대미 우호적 환경 조성과 인적 네트워크 구축에 기여하였다. 본 장에서는 이러한 활동 결과를 기술하고자 한다.

제1절 환경조성 활동 수행실적

1. 미 주요인사 초청

우리나라의 에너지 해외 의존도, 사용후핵연료 관리문제 해결의 시급성, 원자력 프로그램 등에 대한 미국 등 국제 사회의 이해도가 낮을수록 원자력 연구개발 추진에 있어 국제적인 제약 요인이 발생할 가능성이 높아진다. 따라서 미 주요 인사 초청프로그램을 지속적으로 운영하여 우리나라의 원자력 프로그램 및 핵비확산 노력을 적극 홍보할 필요가 있다. 특히, 워싱턴 기반의 싱크탱크와 협력하여 미국의 에너지 안보, 경제적 협력, 핵비확산 등과 관련하여 정책 결정에 영향을 미치는 유력 인사들을 선별하고 우리나라 원자력 주요시설을 방문토록 추진하는 것은 원자력 프로그램을 이해시킬 뿐만 아니라 향후 한-미간 전략적 협력을 이끌어내는 기반이 될 수 있다.

홍보대상으로는 먼저 의회에서 제정되는 법의 테두리 안에서 미국의 정책을 결정하고

이행하는 주체인 행정부 인사들이 있다. 그 다음으로는 행정부 활동에 대한 조사 및 감독을 위한 청문회를 개최할 수 있으며 정부 예산을 승인하고 배정하는 권한을 가지고 있는 의회 인사들이다. 행정부와 의회 인사들 외에 또 다른 중요한 그룹으로는 정책 검토, 의견 제시 등을 통해 미국 정부의 정책 결정과 의회의 정책 심사에 긍정적 또는 부정적 영향력을 행사하는 싱크탱크들이다. 그리고 미국의 원자력 산업체, 대학 원자력공학과, 엔지니어링 회사 등은 자신들의 이익을 위해 우리나라를 대변할 가능성이 있으므로 이들 또한 중요한 홍보대상이 된다.

표 2-1에서 보는 바와 같이 본 연구에서는 3년 동안 총 21회에 걸쳐 130명에게 우리나라 에너지 현황 및 계획, 원자력 발전 현황 및 계획, 사용후핵연료 발생 전망, 사용후핵연료 관리 이슈, 원자력 정책, 원자력 연구개발, 원자력 산업 등 원자력 현황을 소개하고 대전(KAERI, 한전원자력연료(주)), 창원(두산중공업 원자로 및 증기발생기 제조 시설), 한국수력원자력(주) 고리/월성/울진 원자력 본부(원전 건설 및 운영), 한국원자력환경공단(중저준위 방사성폐기물 처분) 등의 시설을 견학시켰다.¹⁰⁾

2. 한미 공동 워크숍 개최

한미간 교류를 통하여 서로의 입장을 이해하고 미국 주요 정책결정자 및 이해당사자들에게 우리나라 원자력 프로그램을 알려 지지 기반을 확대하기 위해서 본 연구에서는 2015~2017 3년간 14회에 걸쳐 한미 원자력협력 워크숍을 개최하였다.

신 한미 원자력협정이 발효된 직후 2015년 12월 14일부터 이틀간 미국 앨버커키에서 개최된 한미 원자력협력 로드쇼에서는 과거 미국의 일방적인 도움에서 벗어나 한국이 미국에 원자력 품목을 수출하고 선진기술을 공동으로 개발하는 진정한 협력 파트너로서 원자력 현안과 미래 비전을 양국이 함께 고민하는 계기가 되었다. Steve Pearce(공화-뉴멕시코) 하원의원과 Lee Terry(공화-네브래스카) 前 하원의원은 축사 및 만찬사를 통하여 미국 국내적으로 원자력 환경이 어려운 상황에서 이를 극복하기 위한 일환으로 한미 원자력협력의 중요성을 강조하였다. 이날 우리나라 발표자 중 신동익 외교부 조정관은 상호 이익이 균형 있게 반영된 한미 원자력협정이 발효되었음을 상기시키면서 향후 한미 원자력협정 이행, 특히 고위급위원회와 산하 실무그룹의 중요성을 강조하였다. 그리고 한국측 발표자들은 한미간 진행된 원자력협력 역사와 함께 새로운 한미 원자력협정 체제 하에서 향후 원자력 이용 확대, 사용후핵연료 관리, 선진 원자력시스템 개발, 핵비확산, 핵안보 및 원자력 안전 등에서 양국간 협력 비전을 제시하였다.

10) 머리로 그려 보는 것보다 눈으로 시설을 직접 보는 것이 우리의 기술적 능력과 의도를 이해하는데 훨씬 효과적이다. 많은 미국 인사들이 글로는 한국의 실력을 대충 알고 있었지만 한국의 시설을 직접 보고는 그 진정성과 능력을 정말로 깨닫게 되었다고 고백하였다. 예를 들면, 2017년 8월 선진원자로 관련 미국 산업체들이 KAERI를 방문하여 여러 시설들을 보고는 같은해 11월 의회 브리핑에서 한미 원자력 협력이 필요함을 역설한 바 있다.

표 2-1. 미국 주요인사 초청 및 시설 홍보 (2015~2017년)

일시 및 장소	초청 방문자	주요 내용
2015.3.4~5 (KAERI, 두산중공업, 신월성원전)	Adam Stulberg 교수 (조지아공대) 등 3명	- 우리나라 원자력 프로그램의 국제투명성 및 수용성 제고 활동의 일환으로 미국과 호주의 핵비확산 전문가 초청 - 방한 기간 중 KAERI, 두산중공업, 신월성원전 방문을 통해 한국의 원자력 연구개발 및 산업에 대한 이해 증진
2015.4.8 (외교부)	John Cornyn 상원의원 (3선, 공화당) 입법실장 Sidney Jerome Rosenbaum 등 의회 관계관 8명	- 정부·경제 분야 대외정책 수립 및 입법 과정에서 중요 역할을 맡고 있는 미 의회 관계자들을 초청하여, 한국에 대한 정확한 이해 제고, 미 의회 내 친한 인사 확보 등 한·미 네트워크 강화 - 방한 기간 중 한국의 원자력 연구개발 및 한·미 원자력협력 현황에 대한 브리핑과 함께 한·미 원자력협정 개정에 대한 이해를 증진시키기 위해 간담회 개최
2015.4.23 (KAERI)	Timothy A. Frazier 수석고문(Bipartisan Policy Center)	- 미 싱크탱크인 초당파적 정책센터(BPC) 전문가를 초청하여 연구원의 파이로일관공정(PRIDE), 스마트 시설, 열수력시험 시설(ATLAS), 지하처분연구시설(KURT) 견학
2015.7.27 (KAERI)	Kyle Aaron Beeks(매 사추세츠공대) 등 12명	- KAIST 핵비확산교육연구센터의 하계장학생 프로그램 참가자의 시설 방문을 통한 KAERI 연구개발 현황 소개
2015.8.4 (KAERI, KINAC, 한수원 중앙연구원)	Steven Miller 교수 (하버드대학), Vitaly Fedchenko 선임연구원 (SIPRI)	- 원자력 에너지 및 국제 안보 전문가를 초청하여 KAERI의 선진핵연료주기 및 원자력 안전 관련 연구 개발 현황 소개 - 한국 원자력관련 시설에 대한 물리적 방호 체계 및 원전 운영 현황에 대한 이해 증진
2015.9.4 (KAERI)	Jennifer Town, Long Hin Kan (SAIS 한·미 연구소)	- 존스홉킨스대학 폴니츠고등국제대학원(SAIS: School of Advanced International Studies) 한·미 연구소 관계자의 연구원 주요 시설 방문을 통한 한국의 원자력 연구개발 이해 제고 및 한·미 원자력협력 네트워크 구축
2015.11.11 (KAERI)	Xavier Becerra 하원의원(12선, 민주당) 수석 보좌관 Sean Edward McCluskie 등 의회 관 계관 6명	- 한·미간 주요 현안, 동북아 정세 동향 및 한국 대외 정책에 대한 미 의회 내 지지기반 공고화 및 한·미 동맹에 대한 의회 관계관의 이해 제고를 목적으로 외교부가 코리아코커스 소속 및 한·미간 주요 현안 관할 의원실 보좌관, 상·하원 지도부 보좌관 6명을 초청함 - 방한 기간 중 KAERI의 PRIDE, 스마트 시설 및 ATLAS 시설 방문
2015.11.22 (KAERI)	Mike Kelly 하원의원 등 3명	- 외교부 주관 연방의원초청사업의 일환으로 방한 중 KAERI의 PRIDE, 스마트 시설, 그리고 ATLAS 방문을 통해 한국의 원자력 연구개발에 대한 이해 제고와 한·미 네트워크 강화
2016.3.29 (KAERI)	John Holdren 과학기술정책실장 (백악관) 등 7명	- 제9차 한·미 과기공동위 미국 수석대표로 방한하여 KAERI 연구현황 및 협력방안 논의 - 양국의 원자력 전반에 대한 의견교환과 고위급위원회를 통한 선진핵연료주기 개발 협력 방안 등에 대해 논의하고 연구원의 파이로일관공정(PRIDE) 시설 방문

2016.6.1 (KAERI)	Bob Corker 상원 외교위원장 (D-TN) 입법 보좌관 Joseph Curtsinger 등 의회 관계관 3명	- 의회 관계관들은 한미 원자력협력협정 이행에 관한 전반적인 이해 증진과 관련 내용을 상원 외교위원장에게 전달/보고하기 위해 방한 - 방한 기간 중 한국의 원자력 연구개발 및 한미 원자력협력 현황에 대한 브리핑과 함께 KAERI의 스마트 시설, 소듐열유체중합효과시험시설(STELLA), PRIDE 시설 방문
2016.6.2 (KAERI)	Ian Pulsipher 주한미 대사관 관계관 등 2명	- 한미 원자력협력 고위급위원회 전체회의 시 미측 대표단 일원인 주미대사관 관계관을 초청하여 KAERI 연구개발 현황 소개 및 스마트 시설, STELLA, PRIDE 등 연구원 주요 시설 방문
2016.6.8 (서울)	Timothy Frazier 고문 (에너지부 원자력실)	- 미 에너지부 원자력 차관보 고문인 Timothy Frazier가 제3차 방사성폐기물 안전관리 국제 심포지엄 참석차 방한 - 방한 기간 중 간담회를 통하여 양국의 사용후핵연료 관리 정책에 대해 논의하고 KAERI의 선진핵주기시설, 원자력안전, 핵연료제조 등과 관련된 주요 시설 소개
2016.6.16 (KAERI)	Kenneth Luongo 회장 (PGS), Daniel Lipman 부회장 (NEI) 등 8명	- 한미 핵정책 및 원자력협력 사안을 논의하기 위해 방한한 핵정책리더십그룹 대표단을 초청하여 한미 원자력협력 현황을 소개하고 KAERI 스마트 시설, STELLA, PRIDE 시설 방문
2016.7.20 (KAERI)	Ellen Swicord (시카고 대학) 등 21명	- KAIST 핵비확산교육연구센터의 하계장학생 프로그램 참가자의 시설 방문을 통한 KAERI 연구개발 현황 소개
2016.10.13 (KAERI)	Eliot Kang 수석대표 외 10명	- 한미원자력상설공동위원회의 미국 대표단 11명이 KAERI의 미래원자력시스템 관련 시설 방문
2016.10.19 (KAERI)	John Kelly 부의장 외 20명	- Generation IV International Forum 전문가그룹, 정책그룹 각국 대표단이 PGSFR, Pyro 연구시설 방문
2017.5.16~17 (서울, 제주)	Scott Snyder, Jack Spencer, Paul Dickman	- 트럼프 행정부의 원자력 정책 전망과 관련한 논의를 목적으로 한미 전문가 좌담회(서울)와 국제 워크숍(제주)에 참석
2017.05.24. (KAERI)	Alexander Howard Montgomery (Reed College), Jacqueline Marie Miller(WAC)	- 한미 원자력 연구개발 협력 강화 방안을 위한 협의 및 KAERI 시설 방문
2017.6.28-29. (미래부, KAERI)	Andrew Griffith 공동의장 외 8명	- 제2차 한미 고위급위원회 사용후핵연료관리 실무그룹 회의 참석을 위해 방한 - 일부(5인) KAERI 시설 방문
2017. 8. 16~17. (서울, KAERI)	Timothy A. Frazier 좌장 외 6명	- 미국 선진 원자로 관련 벤처기업들이 Trade Mission 프로그램의 일환으로 방한 - 미국 산업체들과 국내 관련 기관들과의 상호 이해 제고를 통해 양국 간 협력 가능성 모색 - KAERI 시설 방문
2017. 9. 25. (서울)	William D. Magwood NEA 사무총장 Juan Carlos Lentijo IAEA 사무차장	- GLOBAL 2017(핵연료주기 분야 국제컨퍼런스) 참석을 위해 방한한 주요 인사들과의 기자간담회 개최 - 원자력/핵연료주기기술 세계 동향, 한국 기술수준 평가 등 객관적인 정보 국민들에게 전달

2017년 1월에는 트럼프 신정부 출범에 따른 미국의 원자력 정책을 전망하고 선진원자로 및 핵연료주기 분야에서 한미간 협력뿐만 아니라 일본을 포함한 삼자간 협력 가능성을 모색하기 위해 워싱턴DC에서 워크숍을 개최하였다. 이날 행사에서 Mike Crapo(공화-아이다호) 상원의원은 한미일 삼국이 협력하여 확산 저항성이 높은 차세대 원전을 개발할 수 있을 것으로 기대한다고 밝혔으며, John Kotek 前 에너지부 원자력실 차관보는 미국의 비경수로 선진원자로 개발 및 배치 계획과 신규 고속시험로 개발 계획을 소개하였다. 일본측 인사들은 일본이 몬주 고속증식로 폐로를 결정하였으나 안전성 및 경제성 향상과 폐기물 부피 저감을 목적으로 하는 실증로를 지속적으로 개발할 것이며 이를 위해 국제 협력을 모색 중이라고 밝혔다. 한국측 발표자는 한국의 원전 및 연구로 수출 성과와 파이로와 소듐냉각고속로를 연계한 선진 원자력시스템 개발, 사용후핵연료 관리 및 핵비확산 체제 강화를 위한 한국의 노력 등을 소개하고 파이로프로세싱, TRU 핵연료 제조, 소듐냉각고속로 실증을 위한 삼자간 협력 모델을 제시하였다.

이와 같은 한미 공동워크숍은 미국내 원자력 및 핵비확산 전문가들의 시각을 이해하는 계기를 마련해주었으며, 선진핵연료주기 기술협력을 성공적으로 추진하기 위해 우리나라 원자력 정책 및 연구개발 프로그램에 대한 미국의 정부관계자와 전문가의 이해를 증진시키는 중요한 장이 되었다. 앞으로 이러한 교류 및 의견 교환을 통하여 양국의 원자력 연구개발 목표를 성공적으로 달성하고 나아가 국제사회에서 리더십을 발휘할 수 있도록 양국간 전략적 협력을 이끌어내는데 기여할 것으로 평가된다.

The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features the word "KAERI" in a bold, sans-serif font. Above the text is a stylized graphic consisting of two curved lines that sweep upwards and outwards, ending in small circles, resembling a nuclear reactor core or a particle path. The entire logo is rendered in a light gray color.

표 2-2. 한미 공동 세미나 및 워크숍 (2015~2017년)

일시 및 장소	주요 내용 및 참석자	
2015. 3. 6. (서울)	주제	□ 한·미 원자력협력의 미래
	주요 내용	□ 한·미 원자력협정 개정 협상이 마무리되는 시점에서 양국 전문가들이 원자력협력 현안을 정치적, 기술적, 경제적, 국제관계적 측면에서 분석 □ 이를 통해 협정 개정의 주요 쟁점에 대한 공감대를 형성하고, 나아가 한·미 원자력협력을 범세계적인 국제문제로 접근하여 미래 원자력협력의 바람직한 발전방향 모색
	발표자	□ 한국: 이광석 센터장(KAERI), 신창훈 센터장(아산정책연구원), 김지윤 센터장(아산정책연구원), 이나영 실장(KINAC), 전봉근 교수(국립외교원), 이상현 연구위원(세종연구소), 임만성 교수(KAIST) □ 미국: Brian Woodall 교수(조지아공대), Adam Stulberg 교수(조지아공대), Ed Blanford 교수(뉴멕시코대학), Michael Simpson 교수(유타대학)
2015. 3. 11. (워싱턴)	주제	□ 제3국에서의 한·미 원자력협력
	주요 내용	□ 원자력협력 특히 한·미 원자력협력은 원전 수출 장려, 연구개발 국제협력 확대, 핵연료주기 기술 혁신, 과도한 통제 협력협정 회피 등의 방향으로 나아가야 함 □ 미국의 엄격한 원자력협정 및 수출통제 정책이 한·미 원자력 활동 및 수출 파트너십에 영향을 미치는 것으로 보일 수 있으나 반드시 그렇지는 않음
	발표자	□ 한국: 장순홍 총장(한동대) □ 미국: Fred McGoldrick 회장(BMA), 김두연(카네기 재단)
2015. 6. 25. (워싱턴)	주제	□ 고속로 연구개발을 위한 국제협력
	주요 내용	□ 고속로 개발과 관련하여 지금까지 제기되어 왔던 시장, 정책 및 기술 측면에서 극복해야 할 장애 요소와 함께 고속로의 고유 안전성, 사용후핵연료 관리 측면에서의 장점 논의 □ 고속로 개발을 위한 규제 측면에서의 중요한 요소들과 국제협력의 중요성 및 실제 산업체 측면에서 향후 고속로 도입의 기회와 장점에 대해 논의
	발표자	□ 한국: 박원석 단장(KAERI) □ 미국: Alan Hanson 사무총장(매사추세츠공대), Paul Dickman 수석정책위원(아르곤국립연구소), Matthew Crozat 본부장(미국 원자력협회)
2015. 11. 10. (워싱턴)	주제	□ 비확산 세계에서 재활용 합리화
	주요 내용	□ 한국, 미국, 프랑스 등 주요 원자력 국가들의 재처리, 재활용 및 고속로 연구개발 현황을 살펴 보면서 기술성, 경제성, 핵비확산성 등을 평가하고 효율적인 사용후핵연료 관리를 위한 국가정책과 관리 방안 모색
	패널	□ 한국: 임만성 교수(KAIST) □ 미국: Peter Lyons 전 에너지부 차관보, Sharon Squassoni 수석연구원(CSIS, 국제전략문제연구소), Eric Loewen 수석자문위원(GE), Sven Bader 기술고문(AREVA)

2015. 11. 12. (워싱턴)	주제	□ 사용후핵연료 관리 방향
	주요 내용	□ 한국은 2024년부터 사용후핵연료가 포화될 예정으로 국민, 전문가, 원전지역주민, NGO 등이 참여한 공론화위원회를 통해 10개 권고안을 도출함 □ 미국은 오랫동안 고준위폐기물 문제 해결을 위해 노력해왔으며 BRC는 이 문제를 진전시키기 위해 가치 있는 권고안을 제시하였으나 에너지부가 권고안을 신속히 이행하고 있는 것처럼 보이지 않음
	발표자	□ 한국: 정성태 본부장(KORAD), 임만성 교수(KAIST) □ 미국: Timothy Frazier 수석고문(BPC), Allison Macfarlane 전 NRC 위원장
2015. 12. 14~15. (앨버커키)	주제	□ 한·미 원자력협력 파트너십의 다음 단계
	주요 내용	□ 한·미 원자력협력 포럼: 미래부/KAERI 주관 하에 연구계 차원의 로드쇼를 미국 연구기관 주변 도시에서 개최해 지역 내 오피니언 리더들에게 양국간 전략적 원자력 파트너십 구축의 필요성을 알리고 긍정적 분위기 조성을 유도함 □ 한·미 전문가 세미나: 양국 전문가간 원자력 파트너십의 현황 및 향후 발전방향에 대해 보다 세부적으로 논의함으로써 파트너십 구축에 기여하는 동시에 한·미 전문가간 이해 증진 및 네트워크 구축
	발표자	□ 한국: 이승구 전 과기부 차관, 신동의 다자외교조정관(외교부), 김학노 부원장(KAERI) 등 □ 미국: Steve Pearce 하원의원(공화, 뉴멕시코), Gary Oppendahl 경제개발 국장(앨버커키), Susan Pickering 부장(샌디아국립연구소) 등
2016. 3. 29. (KAERI)	주제	□ 한·미 원자력협력 증진 방안
	주요 내용	□ 미국 원자력 산업은 값싼 천연가스와 정부 보조를 받는 신재생에너지와의 경쟁으로 어려운 상황이며 사용후핵연료 및 방사성폐기물 관리에 관해서는 유카산 프로젝트가 종료되어 새로운 부지를 선정하는 절차를 진행 중임 □ 신 한·미 원자력협정을 통해 신설된 고위급위원회를 통해 사용후핵연료 관리 분야에서 양국간 긴밀하고 전략적인 협력을 기대함
	참석자	□ 한국(KAERI): 김학노 부원장, 백원필 부원장, 송기찬 본부장, 최순 본부장, 김현준 본부장, 이기복 부장 □ 미국: Joh Holdren 과기정책실장(백악관), Mahlet Mesfin 선임정책자문관(백악관), Joy Yamamoto 참사관(주한미대사관), Eugene Bae 과장(주한미대사관), Zach Rosner 한국담당관(국무부) 등
2016. 6. 8. (서울)	주제	□ 선진 원자로 개발 관련 미 벤처기업과의 협력 방안
	주요 내용	□ 미국의 X-energy, Southern Company Services 등 선진 원자로 개발 벤처기업들과 양국간 선진 원자로 개발 경험을 공유하고 향후 선진 원자로 배치를 위한 실질적인 협력 방안 도출할 수 있도록 주요 벤처기업들의 KAERI 방문 추진에 대해 논의
	참석자	□ 한국: 이광석 센터장(KAERI), 김경표 실장(KAERI) □ 미국: Timothy Frazier 고문(에너지부 원자력실)

2016. 7. 12.~15. (아이다호주 Boise)	주제	□ 한·미·일 원자력 삼자대화: 사용후핵연료 관리에 있어서 선진 원자력 시스템의 역할
	주요 내용	□ 한·미·일 원자력 전문가 그룹의 2박 3일간 집중 세미나 및 공동 활동을 통해 전문가간 이해를 증진하고 네트워크 구축 및 미국내 우호적 환경 조성 □ 3국의 사용후핵연료 및 방사성폐기물 관리 현황, 선진 원자력 및 사용후핵연료관리, 원자력 정책 및 규제, 한·미·일 향후 협력 분야 및 방향 등에 관해 심도있게 논의하고 프로그램 효과를 높이기 위해 미에너지부 주관 동시기반 부지선정 공청회 참석 및 아이다호국립연구소 주요시설 방문
	발표자	□ 한국: 김학노 부원장(KAERI), 이광석 센터장(KAERI), 류재수 팀장(KAERI), 장순홍 총장(한동대), 정범진 교수(경희대) □ 미국: Paul Dickman 수석정책위원(아르곤국립연구소), Timothy Frazier 고문(에너지부 원자력실), Rod McCullum 과장(미원자력협회), Mike Goff 선임기술고문(아이다호국립연구소) □ 일본: Nobuo Tanaka 전 사무총장(국제에너지기구), Hiroyuki Umeki 전무(일본 원자력폐기물기구), Takuya Hattori 선임 고문(일본 원자력 산업회의), Yutaka Sagayama 자문위원(일본 원자력연구개발기구), Yoshihisa Ohno 연구위원(일본 에너지경제연구소)
2016. 8. 29.~31. (워싱턴)	주제	□ 한·미 원자력고위급위원회 사용후핵연료관리 실무그룹 워크숍
	주요 내용	□ 사용후핵연료의 운반·저장·처분, 사용후핵연료 관리 선진기술 개발, 사용후핵연료 관리방안 다양화를 위한 노력, 원자력시설 해체분야 협력에 관한 양측 전문가들의 발표 □ 고위급위원회 산하 사용후핵연료관리 실무그룹의 본격적인 첫 번째 회의로서 양국이 제안한 협력 주제에 대한 협의를 통해 추진여부 및 일정에 합의
	발표자	□ 한국: 이충원 과장(미래부), 박동일 과장(산업부), 이광석 센터장(KAERI), 고원일 박사(KAERI), 박주완 소장(원자력환경공단), 이종실 팀장(한수원) 등 19명 □ 미국: Andrew Griffith 부차관보(에너지부), William Boyle 과장(에너지부), Theodore Smith 과장(원자력규제위원회), Mike Goff 선임기술고문(아이다호국립연구소) 등 15명
2016. 10. 6. (워싱턴)	주제	□ 원자력 발전의 경제성 제고: 한국으로부터의 교훈
	주요 내용	□ 미국의 값싼 전기료는 원자력 산업에 큰 위협이 되고 있으며 더 이상의 손해를 막기 위해 원자력을 조기 폐쇄할 수밖에 없는 상황임 □ 한국과 프랑스로부터 배워야 할 교훈은 안정된 규제 시스템, 표준화된 설계 그리고 한 부지에 여러 발전소를 운영함으로써 비용을 절감하는 점임 □ 한국 원자력 산업의 강점 중 하나는 다양한 원자로 중에서 한국 실정에 맞는 가장 유망한 로형을 선택하고 이를 개선하여 발전시킨 점임
	발표자	□ 한국: 오지용 차장(한수원) □ 미국: Edward Kee 회장(Nuclear Economics Consulting Group), Jessica Lovering 과장(Breakthrough Institute)

2017. 1. 11. (워싱턴 DC)	주제	□ 미국 신행정부의 원자력 정책과 한-미일 삼자 협력
	주요 내용	<p>□ 원자력에너지자문위원회는 비경수로 선진 원자로 개발 및 배치를 위한 신규 시험로 건설 타당성 평가 보고서를 초안을 발간하고 기존 시험로의 한계와 신규 고속 시험로의 필요성을 담은 문서를 에너지부 원자력실에서 준비할 것을 권고</p> <p>□ 파이로프로세싱은 후쿠시마 원전 사고시 노심용융으로 발생한 폐기물을 처리하기에 적합하고 선진원자로 개발을 위해 한-미일 삼자 협력이 필요</p> <p>□ 파이로프로세싱, TRU 핵연료 제조, 소듐냉각고속로 실증을 위한 삼자간 협력을 통해 미국은 국제 리더십을 유지하고 일본은 후쿠시마 원전 폐기물 처리 방안을 발굴하며 한국은 사용후핵연료 장기 관리 옵션을 실증할 수 있기를 기대</p>
	발표자	<p>□ 한국: 황주호 회장(원자력학회), 백종혁 박사(KAERI)</p> <p>□ 미국: Mike Crapo 상원의원(공화, 아이다호), John Kotek 부회장(미원자력협회, 전 에너지부 원자력실 차관보), Andrew Klein 원자력학회장, Kelly Beierschmitt 부소장(아이다호국립연구소)</p> <p>□ 일본: Hirobumi Kayama 특별 자문위원(일본 경제산업성), Nobuo Tanaka 회장(Sasakawa 평화재단, 전 국제에너지기구 회장)</p>
2017. 5. 17. (제주)	주제	□ 트럼프 행정부의 원자력 정책 전망과 한-미 원자력 협력
	주요 내용	<p>□ 양측 전문가들이 한-미 관계 및 트럼프 정부의 원자력 정책에 대해 발표하고 토의: 양측 정부가 새롭게 출범함에 따라 불확실성이 존재하나 한-미 양국이 슬기롭게 극복해 나가기를 기대</p> <p>□ 한-미 원자력 협력의 도전과제 및 기회에 대해 양측 전문가들이 발표하고 토의: 원자력 분야에서 한-미 양국이 어려운 상황으로 세계 원자력시장에서의 중국/러시아 부상에 대한 양국의 전략적 파트너십이 강조되었으며, 특히 주한 미 대사관 참석자가 이에 큰 공감을 표시함</p>
	발표자	<p>□ 한국: 이상현(세종연구소), 이광석(KAERI)</p> <p>□ 미국: Scott Snyder 선임위원(외교협회), Jack Spencer 부회장(헤리티지재단), Paul Dickman 수석정책위원(아르곤국립연구소)</p>
2017. 8. 16. (서울)	주제	□ 미국 선진 원자로 개발 산업체와의 협력 방안
	주요 내용	<p>□ 미국내 선진원자로 개발 동향 및 기업 소개: ARC, Westinhouse, Muons, ThorCon</p> <p>□ 양국간 선진원자로 민간협력 방안에 대해 미측 참석자와 국내 산업계, 연구계 참석자간 토의</p>
	발표자	<p>□ 한국: 강재열(KAIF 부회장), 김학노(원자력학회 부회장), 백원필(KAERI 부원장) 등 50여명</p> <p>□ 미국: Edward Whitfield 前 하원의원, Timothy Frazier 고문, Lars Jorgenson 회장(ThorCon), Rolland Johnson 회장(Muons), Abdul Dulloo 과장(웨스팅하우스) 등 8명</p>

3. 워싱턴DC 전문가 파견

본 연구에서는 우리나라의 원자력 정책 및 프로그램을 미국 오피니언 그룹에 알리고 미국 조야의 주요 동향을 실질적으로 현지에서 파악하기 위해 미국 워싱턴DC에 2명의 연구원을 표 2-3과 같이 파견하여 운용하였다.

표 2-3. 미국 워싱턴DC 전문가 파견 현황

성명	파견 기관	파견 기간	전공
류재수	GABI	2014. 8. 26. ~ 2016. 8. 10.	정치외교
이동형	GABI	2016. 8. 24. ~ 현재	원자력및양자공학

파견 전문가들이 수행한 주요 활동은 다음과 같다.

- 미 전문기관과의 정책 공동연구 발굴, 수행 및 관리
- 미국내에서 개최되는 각종 관련 학회 및 세미나 참석을 통한 현장 정보 수집 및 분석
- 미 정부, 싱크탱크, 산업계 등 주요인사 면담을 통한 인적 네트워크 구성
- 미국내 풀뿌리 기반 구축을 위한 전문기관(GABI: Global American Business Institute) 활용 관리
- 대미 outreach 활동 기획, 수행 및 평가 활동 참여

파견자들은 표 2-4와 같이 미국 정부의 최신 원자력 정책, 연구개발, 국제협력, 핵비확산, 원전 수출 및 산업 관련 정책 동향 등 한-미 원자력협력에 영향을 미치는 주요 정책 정보를 수시로 입수하여 전파하였다. 그리고 워싱턴내 대부분의 정책 전문가가 핵비확산 정책에 집중되어 있어 상대적으로 원자력 평화이용은 물론 일본에 비해 한국을 아는 전문가가 매우 적은 실정이므로 파견자들은 현지에서 개최되는 다수의 행사에 수시 참여하여 미 국립연구소를 포함한 지한파 전문가를 적극적으로 발굴하였다. 그리고 발굴된 전문가와의 정책 공동연구를 통해 비확산 일색의 워싱턴에서 균형된 목소리로서 원자력 역할의 중요성을 알리고, 정책 연구 결과를 바탕으로 워싱턴 내 행사에 이들 전문가들로 하여금 미국의 원자력 리더십 회복을 위한 한-미 원자력 파트너십의 중요성을 대변토록 하였다.

표 2-4. 미국 원자력정책 및 산업 동향 분석 (2015~2017년)

날 짜	주요 내용
2015. 1. 7.	□ Ernest Moniz 에너지부 장관, 차세대 원자력시스템 개발을 지지하나 주로 모델링 및 시뮬레이션(software) 중심으로 추진하며 인프라(hardware) 투자는 신중
2015. 1. 20.	□ 브루킹스연구원 발간 한·미 원자력협력 관련 보고서 분석 □ 보고서명: ROK-US Civil Nuclear and Nonproliferation Collaboration in Third Countries
2015. 1. 29.	□ NRC, 유카산 처분장에 대한 안전성평가보고서 발간 완료 □ 안전성평가보고서는 일반 정보(제1권), 영구폐쇄 전(제2권) 및 영구폐쇄 후(제3권) 처분장 안전성, 행정 및 프로그램 요건(제4권), 그리고 건설 허가 조건 및 허가 사양(제5권)으로 구성
2015. 1. 29.	□ Georgia Power, Vogtle 원전 3, 4호기 건설 18개월 지연 예상
2015. 2. 5.	□ Lamar Alexander 상원의원(공화당, 테네시), 미국의 원자력 이용 중요성 강조
2015. 2. 9.	□ 텍사스 저준위폐기물회사(WCS), 사용후핵연료 저장시설의 (건설 및 운영) 허가 추진 예정
2015. 2. 10.	□ 에너지부, 원자력 관련 2016년 회계연도 세부 예산안 발표
2015. 2. 17.	□ NuScale, AREVA와 소형원자로(SMR)의 핵연료 설계 및 관련 시험 위탁 계약 체결
2015. 3. 4.	□ Energy Bar Association 주관 미국의 원자력발전 현황과 전망 및 세계 원자력 환경 관련 회의 참석 보고
2015. 3. 12.	□ 국제전략문제연구소(CSIS) 발간 핵연료주기 관련 보고서 분석 □ 보고서명: A New Approach to the Nuclear Fuel Cycle (NAFC): Best Practices for Security, Nonproliferation, and Sustainable Nuclear Energy
2015. 3. 17.	□ 국제전략문제연구소(CSIS) 발간 한·미 원자력 파트너십 관련 보고서 분석 □ 보고서명: A Stronger Partnership: Recommendations for U.S.-ROK Civil Nuclear Cooperation and the 123 Negotiations
2015. 3. 24.	□ 카네기 국제핵정책컨퍼런스(International Nuclear Policy Conference) 참석 보고 □ 국제 핵군축, 핵비확산, 핵안보, 정치·군사 사안 등에 대한 바람직한 정책적 방향 모색
2015. 3. 24.	□ Lisa Murkowski 의원(공화, 테네시) 등 3명의 상원의원, 고준위폐기물 처분장 관련 법안 발의
2015. 3. 26.	□ 일리노이주 상원 에너지공공전력위원회, Exelon 전력회사 지원 법안 발의
2015. 4. 14.	□ 에너지부 에너지정보실(EIA), 미국의 원자력발전 2040년까지 5.5% 증가 예상
2015. 4. 15.	□ 미 하원 예산소(위), 2016 회계연도 예산안 중 유카산 사업을 위해 2.05억 불 제안
2015. 4. 21.	□ 오바마 대통령, 타결된 미·중 원자력협정 문안 미 의회에 제출
2015. 4. 29.	□ New Mexico 주 2개 도시 사용후핵연료 중간저장 시설 유치 희망

2015. 5. 5.	□미 비확산정책교육센터(NPEC) 발간 한국과 일본의 핵무장 시나리오 관련 보고서 분석
2015. 5. 12.	□미 상원의교위원회 주관 미·중 원자력협정 개정 관련 청문회 결과 보고
2015. 5. 13.	□미 하원과학우주기술힌위원회 산하 에너지소(위) 원자력 관련 청문회 결과 보고
2015. 5. 19.	□미 상원 세출소(위), 2016 회계연도 사용후핵연료 저장 관련 예산안 승인 □34억 불의 예산안 중 사용후핵연료 중간저장 등 핵폐기물 활동을 위한 7천만 불의 예산을 포함하고 있으나, 유카산 처분장을 위한 예산은 포함하지 않음
2015. 6. 12.	□하원 에너지및상업위원회 산하 감독및조사소(위) 주관 WIPP(Waste Isolation Pilot Plant) 방사능 사고에 대한 에너지부의 감독 부실 관련 청문회 결과 보고
2015. 6. 16.	□오바마 대통령, 서명된 한·미 원자력협정 개정 문안을 미 의회에 제출
2015. 6. 18.	□미 상무부 주관 원자력협정과 수출통제 세미나 참석 결과 보고
2015. 6. 30.	□미 의회조사국(CRS) 발간 한·미 원자력협정 개정 관련 보고서 분석 □보고서명: CRS Insights: U.S.-ROK Nuclear Cooperation Agreement
2015. 7. 3.	□미 간행물출판국(GPO: Government Publishing Office), 한·미 원자력협정 개정 문안, 공개용 핵확산평가보고서 및 각 부처의 의견을 담은 전자파일 공개
2015. 7. 15.	□Marco Rubio(공화, 플로리다) 및 Tom Cotton(공화, 아칸소) 상원의원 미·중 원자력협정 반대 결의안 발의
2015. 7. 16.	□미 하원의교위원회 주관 미·중 원자력협정 개정 관련 청문회 결과 보고
2015. 7. 28.	□Benjamin Cardin 상원의원(민주, 메릴랜드), 한·미 원자력협정 지지 상원 합동결의안 발의
2015. 7. 31.	□에너지부, 선진 원자로의 연구개발 및 실증을 위한 자금지원계획 발표
2015. 8. 3.	□오바마 대통령, 신재생 확대를 통한 탄소배출량을 감축하는 것을 골자로 하는 미국의 청정발전계획(CPP) 최종안 발표
2015. 8. 10.	□Nobuo Tanaka 전 국제에너지기구(IEA) 사무총장, 한·미·일 간 파이로 연계의 일체형 고속로(IFR) 개발 협력 강조
2015. 8. 20.	□미과학자연맹(FAS) 발간 차세대 원자력시스템 배치 관련 보고서 분석 □보고서명: Moving Advanced Nuclear Energy Systems to Global Deployment
2015. 9. 8.	□14인의 미 전 정부 관료 및 비확산 전문가, 에너지부의 MOX 프로그램 사업 중단 촉구
2015. 9. 10.	□CSIS 주관 한·미 원자력협정 개정 관련 세미나 결과 보고
2015. 9. 11.	□Centrus(전 USEC), 예산 삭감으로 우라늄 원심분리 농축기술 실증 사업 어려움 예상
2015. 10. 1.	□미 상원의교위원회 주관 한·미 원자력협정 개정 관련 청문회 결과 보고
2015. 10. 8.	□미 웨스팅하우스, 에너지부와 납냉각고속로 공동개발 희망

2015. 10. 13.	□ John Horen 백악관 과학기술정책실장, 일본의 플루토늄 재고 축적에 대한 우려 표명
2015. 10. 27.	□ 미국 수출입은행이 타국의 고객이 미국산 원자력 품목 구매 시 대출보증이 가능토록 하는 법안(HR 597), 미 하원 통과
2015. 10. 27.	□ Malcolm Turnbull 호주 총리, 타국의 방사성폐기물 반입 가능성 언급
2015. 10. 29.	□ 한·미 원자력협정에 대한 미 의회 검토기간 종료
2015. 11. 2.	□ Entergy, 경제성을 이유로 FitzPatrick 원전 폐쇄 결정
2015. 11. 6.	□ Dominion, Surry 원전 수명연장(60년 이상) 인허가 갱신 신청 예정
2015. 11. 6.	□ 백악관 주관 “White House Summit on Nuclear Energy” 행사 결과 보고 □ 오바마 행정부의 청정에너지 전략과 기후변화 대응 및 에너지 안보를 공고히 하기 위한 원자력의 역할 강조
2015. 11. 19.	□ Lamar Smith(공화, 텍사스) 등 3명의 하원의원, 미국의 원자력 연구개발 진흥을 위한 초당적 법안 발의
2015. 11. 25.	□ 한미 원자력 협정 발효
2015. 12. 3.	□ 하원, 원자력 연구개발 진흥을 다루는 원자력에너지혁신법안 관련 청문회 개최
2015. 12. 8.	□ 하원 외교위, 미·파키스탄 원자력협정 체결 가능성 관련 청문회 개최
2015. 12. 14.	□ 미 앨버커키에서 한·미 원자력협력 로드쇼 개최
2016. 1. 8.	□ Richard Lester MIT 교수, 미국의 원자력 혁신 로드맵 논문 발표 □ MIT, 중국의 재처리 관련 경제성 분석 보고서 발간
2016. 1. 12.	□ 미국의 원자력 연구개발 혁신역량 강화 법안(H.R. 4084), 미 하원과학기술위원회(상임위) 통과
2016. 1. 14.	□ NTI, ‘핵안보지수’(Nuclear Security Index) 보고서 발간
2016. 1. 20.	□ 에너지부, 합의기반(consent-based)의 사용후핵연료 중간저장시설 및 최종처분장 부지선정을 위한 의견수렴 절차 착수
2016. 1. 22.	□ 에너지부, 선진 원자로 연구개발에 80백만 달러 투입 □ Lightbridge, 선진금속연료 시험 예정
2016. 1. 28.	□ Third Way, 원자력 행사 개최를 통해 선진 원자로 개발의 중요성 전파
2016. 2. 9.	□ 미 대법원, 오바마 정부의 청정발전계획(CPP) 이행 중단 판결
2016. 2. 18.	□ 에너지부, SMR 잠재적 부지로 INL을 선정
2016. 2. 23.	□ 비확산연구센터 Miles Pomper 등 전문가 4인 한·미 원자력협력 관련 보고서 발간 □ 보고서명: Strengthening the ROK-US Nuclear Partnership
2016. 2. 24.	□ Lamar Alexander 상원의원, 방사성폐기물 해결 노력 강조

2016. 2. 29.	□ RAND 전문가, 한국의 삼중수소 잠재적 증폭핵폭탄용으로 사용 가능 브리핑 리포트 발간
2016. 2. 29.	□ 원자력혁신역량법안(H.R. 4084), 미 하원 본회의 통과
2016. 2. 29.	□ 미 하원의원, 회계감사원(GAO)에게 유카산 처분장 사업 재개를 위한 에너지부의 능력 평가 요구
2016. 3. 4.	□ FNS, 원자력혁신가속통로(GAIN) 브리핑 세미나 개최
2016. 3. 17.	□ IISS, 아시아의 잠재적 핵능력 관련 책 발간 세미나 개최 □ 서명: Asia's Latent Nuclear Powers: Japan, South Korea and Taiwan
2016. 3. 18.	□ 하원 공화당 의원, 모니즈 에너지부 장관에게 유카산 처분장 사업 재개 촉구
2016. 3. 21.	□ 카네기재단, Harvard Belfer Center의 책 발간기념 세미나 □ 서명: Preventing Nuclear Terrorism - Continuous Improvements or Dangerous Decline?
2016. 3. 23.	□ 사우스캐롤라이나(SC) 주지사, 에너지부에 일본의 플루토늄 반입 거부 통보
2016. 3. 29.	□ Thirdway, 원자력 기술혁신을 강조하는 브리핑 보고서 발간
2016. 4. 1.	□ 에너지부/NNSA, 핵위협 감소 전략계획을 담은 보고서 발간 □ 보고서명: Prevent, Counter and Respond - A Strategic Plan to Reduce Global Nuclear Threats
2016. 4. 6.	□ 미 상원 환경공공업무위원회, NRC의 2017 회계연도 예산 요청안 관련 청문회 개최
2016. 4. 13.	□ 미 상원, NRC의 선진 원자로 인허가 체제 개발 관련 법안 발의
2016. 4. 13.	□ 미 하원 세출소위, 2017 FY에 유카산 처분장 사업을 위한 예산(170백만 불) 반영
2016. 4. 13.	□ 미 상원 세출소위, 2017 FY에 혼합핵연료제조시설을 위한 270백만 불 예산 승인
2016. 4. 21.	□ CSIS, '농축 및 재처리 제한을 위한 미국의 정책 방향' 행사 개최
2016. 4. 28.	□ WCS, 중앙집중식 사용후핵연료 중간저장시설 인허가 신청
2016. 5. 3.	□ 원자력계, 오바마 행정부에 백악관 국가안보회의(NSC) 원자력정책 국장 직위 유지를 촉구하는 서한 전달
2016. 5. 5.	□ CSIS, 2016년 이후 미국의 핵정책 행사 개최
2016. 5. 6.	□ NRDC, 고속로 핵연료주기의 핵확산 저항성 관련 행사 개최
2016. 5. 18.	□ GWU, 미국의 방사성폐기물 관리 전략 관련 행사 개최 □ 주제: Reset of U.S. Nuclear Waste Management Strategy and Policy - Integration of Storage, Transportation and Disposal of Commercial Spent Nuclear Fuel
2016. 5. 18.	□ 미 상하원, 선진 원자로 관련 NRC의 규제체제 확립을 촉구하는 법안 발의 및 해당 위원회 통과

2016. 5. 19.	□에너지부, 기존 운영 중 원자로의 경제성 향상 관련 행사(Summit) 개최
2016. 5. 31.	□김두연 및 Ariane Tabatabai 전문가* 한-이란 간 잠재적 원자력협력 가능성 관련 기고
2016. 6. 8.	□에너지부/NRC, 제2차 선진 비경수로 관련 공동 워크숍 개최
2016. 6. 13.	□에너지부, 선진 원자로 개발업체에 2백만불 Voucher 제공 예정
2016. 6. 23.	□에너지부, 소형모듈원자로(SMR)의 상업화 관련 워크숍 개최
2016. 7. 7.	□John Shimkus 하원의원, 올해 안으로 유카산 처분장 사업 재개를 위한 법안 발의 예정
2016. 7. 18.	□민주당, 공화당 원자력 및 핵비확산 관련 정당정책 비교
2016. 7. 27.	□미 원자력 발전업체 및 산업계, NRC의 2018-2022 전략계획에 예측 가능하고 효율적인 원자력 규제의 개선 촉구
2016. 8. 3.	□Daniel Poneman 전 부장관, 미국의 원자력 외교 전략 관련 보고서 발간 □보고서명: American Nuclear Diplomacy - Forging a New Consensus to Fight Climate Change and Weapons Proliferation
2016. 9. 7.	□하원 에너지상업소위원회, 원자력 산업 관련 공청회 개최
2016. 9. 9.	□Henry Sokolski, 미 대선 후보자들을 대상으로 핵과 관련된 공개 질의를 핵과학자회 보에 게재 □보고서명: Six Nuclear Questions for the Next President
2016. 9. 13.	□Ernest Moniz 에너지부 장관, 카네기국제평화재단에서 '미래 원자력 도전과제' 발표
2016. 9. 15.	□에너지부, 동의기반 부지선정 관련 보고서 초안 발표
2016. 9. 16.	□하원, 선진 원자력 기술 개발 촉진을 위한 법안(H.R. 4979) 통과
2016. 9. 14.	□상원 에너지수력개발소위원회 '원자력 발전의 미래' 공청회 개최
2016. 9. 21.	□Atlantic Council, '원자력 혁신 및 현대화 관련' 상원 의원 초대 세미나 개최
2016. 9. 23.	□Bloomberg BNA, '청정 에너지로서의 원자력의 역할' 세미나에서 기후변화 문제 해결을 위해 원자력의 필요성 강조
2016. 9. 23.	□NEI, MOX 핵연료 생산 시설(MFFF) 필요성 주장
2016. 9. 23.	□The Horinko Group, 청정 전력으로서의 원자력 평가 보고서 발간 □보고서명: Nuclear Power and the Clean Energy Future
2016. 9. 27.	□연방순회항소법원 청정발전계획(CPP: Clean Power Plan) 공청회 개최
2016. 10. 7.	□NEI, NRC의 선진 원자로 전략이 산업체의 목표와 대체로 부합한다고 발표
2016. 10. 11.	□조지워싱턴 대학, 아시아 국가의 핵무기 및 원자력 정책을 분석한 도서 발간 세미나 개최 □서명: Nuclear Debates in Asia: The Role of Geopolitics and Domestic Processes

2016. 10. 13.	□ FNS, 미국의 선행 핵연료주기 산업 진단 의회 세미나 개최
2016. 10. 24.	□ CSIS, Ernest Moniz 에너지부 장관을 비롯한 여러 전문가를 초청하여 'Nuclear Energy at a Crossroads' 행사 개최
2016. 11. 4.	□ 에너지부, 소형모듈원전(SMR) 상업화 관련 워크숍 결과 보고서 발간
2016. 11. 3.	□ NEI, 선진 원자로 배치 관련 기자회견 개최하여 설계 단계에 머물러 있는 선진 원자로 개발을 실증 단계로 개발 속도를 높여야 하며 이를 뒷받침할 수 있는 규제 개혁이 필요하다고 주장
2016. 11. 11.	□ 트럼프 대통령 당선자는 미국의 에너지 독립 차원에서 원자력을 가치 있는 에너지원으로 인식
2016. 11. 16.	□ 상원 에너지수력소위, 원자력의 미래 관련 에너지부 장관 자문위원회 보고서, 차세대 원자로 연구개발, 그리고 기존 원전 유지 방안 등에 관해 논의
2016. 11. 25.	□ CSIS, 한국과 동북아시아의 군사적 관계 보고서 발간을 통해 한국의 핵무기 개발 관련 과거 이력, 핵무장론, 한미 원자력협정 등을 간략히 소개하면서 우리나라의 파이로프로세싱 개발을 우라늄 농축 사건과 연계하는 등 편향된 시각으로 보고서를 작성
2016. 12. 1.	□ 일리노이 주의회, 원자력을 청정에너지로 인정하는 법안 통과
2016. 12. 9.	□ 원자력에너지자문위원회, 고속시험로 건설 타당성 평가 회의 개최
2016. 12. 14.	□ 트럼프 대통령 당선자, 차기 미 에너지부 장관으로 Rick Perry 지명
2016. 12. 23.	□ 에너지부, 심부시추공 현장 시험을 위한 4개 업체 선정
2017. 1. 5.	□ Ernest Moniz 에너지부 장관, 핵안보/에너지 혁명 및 기후변화 대응/에너지 자립 등 Obama 행정부에서 에너지부가 이룩한 성과와 미래 비전을 담은 'Exit Memo' 발표
2017. 1. 12.	□ NuScale 사, 소형모듈원자로 표준설계인가 신청서 최종본을 2016년 말에 NRC에 제출하였다고 공식 발표. NRC 검토 기간은 약 40개월 소요될 것으로 예상
2017. 1. 19.	□ Rick Perry 에너지부 장관 지명사 인사 청문회 개최
2017. 1. 20.	□ 에너지부, 선진 원자로 개발 및 배치를 위한 비전 및 전략 보고서 발간 □ 보고서명: Vision and Strategy for the Development and Deployment of Advanced Reactor
2017. 1. 27.	□ 전국주의회회의, 원자력을 유지하기 위한 주정부의 역할 보고서 발간 □ 보고서명: State Options to Keep Nuclear in the Energy Mix □ 115회차 회기 선진 원자로 개발 관련 법안 발의 현황 분석
2017. 2. 1.	□ NEI-Pillsbury, 세미나 개최를 통해 미국의 원전 수출 관련 주요 규정과 Brexit이 국제 원자력 교역에 미치는 영향 등을 논의
2017. 2. 9.	□ 미 의회조사국, 미국의 파리기후협정 및 이란 핵협정 탈퇴 관련 미국 국내법 및 국제법적 절차를 설명하는 보고서 발간 □ 보고서명: Withdrawal from International Agreements: Legal Framework, the Paris Agreement, and the Iran Nuclear Agreement

2017. 2. 10.	□ BCSE-Bloomberg, 미국의 지속가능한 에너지 Factbook 발간 행사 개최
2017. 2. 15.	□ 하원 에너지상업위원회 산하 에너지소위원회, 에너지 및 배전망 현대화 공청회 개최
2017. 2. 21.	□ Third Way, Advanced Nuclear Summit 행사를 개최하고 선진 원자로 개발 및 배치의 필요성과 향후 전망 등을 논의
2017. 2. 24.	□ 원자력에너지자문위원회, 신규 시험로 건설 타당성 평가 보고서 발간 □ 보고서명: Assessment of Missions and Requirements for a New U.S. Test Reactor
2017. 3. 2.	□ Rick Perry 에너지부 장관, 상원 인준 통과(62-37)
2017. 3. 3.	□ 미 원자력규제위원회, 차세대 비경수로 원전 개발을 위한 비전 및 전략 보고서에 이어 이를 수행하기 위한 중장기 실행계획 초안 발간 □ 보고서명: NRC Vision and Strategy: Safety and Achieving Effective and Efficient Non-Light Water Reactor Mission Readiness, Mid-Term and Long-Term Implementation Action Plans
2017. 3. 3.	□ 에너지부 원자력실, SMR에서 생산된 전력을 연방 기관이 구입할 수 있는 방안 연구 보고서 발간 □ 보고서명: Purchasing Power Produced by Small Modular Reactors: Federal Agency Options
2017. 3. 7.	□ Energy Information Administration, 원자력 워크숍 개최
2017. 3. 8.	□ 상원 환경및공공사업위원회, 원자력혁신및현대화 법안 관련 공청회 개최
2017. 3. 15 ~16.	□ 원자력규제위원회, 제29차 규제정보회의 개최
2017. 3. 17.	□ 트럼프 행정부 2018년도 예산안(budget blueprint) 발표
2017. 3. 22.	□ 상원 환경및공공사업위원회, 원자력혁신및현대화 법안 통과(18-3)
2017. 3. 24.	□ 카네기국제평화재단, 원자력의 평화적 이용과 핵무기 개발을 구분하기 위한 원자력방화벽 개념 관련 보고서 발간 □ 보고서명: Toward a Nuclear Firewall
2017. 3. 31.	□ 트럼프 행정부, 기후변화 관련 규제를 철회하는 Energy Independence 행정 명령 발표 □ 펜실베이니아 주, 위기에 처한 원자력 산업 문제를 해결하기 위해 상하원 의원을 포함한 67명으로 구성된 초당적 원자력 에너지 코커스 구성 □ 웨스트링하우스, 3월 29일 미국 연방파산법 11조에 의거 파산보호 신청
2017. 4. 7.	□ Holtec International, 뉴멕시코에 1만 캐니스터의 사용후핵연료를 저장할 수 있는 1.16 km ² 면적의 중간저장시설을 건설하기 위해 3월 31일 원자력규제위원회에 인허가 신청서 제출
2017. 4. 14.	□ 트럼프 대통령, 수출입 은행에 대한 기존 입장을 바꾸어 수출입 은행의 필요성을 인정하고 3명의 이사회 공석 중 2명을 임명하기로 결정 □ Rick Perry 에너지부 장관, 기저전력의 중요성을 강조하면서 전력 시장에서 신뢰할 수 있는 에너지원을 유지할 수 있는 방안을 강구하는 보고서를 6월까지 제출하도록 지시

2017. 4. 21.	□ 헤리티지재단, 한미 에너지협력 컨퍼런스 개최
2017. 4. 25 ~26.	□ 에너지부-원자력규제위원회, 선진 원자로 워크숍 개최
2017. 4. 26.	□ 하원 에너지상업위원회 산하 환경소위, 핵폐기물정책법 개정법안 초안 관련 공청회 개최
2017. 5. 2.	□ Global Nexus Initiative, 에너지-기후-안보 관련 보고서 발간 □ 보고서명: Addressing Energy, Climate, and Security Challenges
2017. 5. 5.	□ 트럼프 대통령, 2017년 회계연도 최종 지출법안 승인
2017. 5. 8.	□ 미 공화당 하원의원 17인, 트럼프 대통령에게 선진 원자로 개발 지원을 촉구하는 서한 송부
2017. 5. 19.	□ Third Way, SMR/비경수로원자로/핵융합 등을 포함하는 선진 원자력 기술 개발 현황을 국가별로 간략히 소개하고 선진 원자로 분야에서 리더십을 회복할 수 있도록 연방 정부의 적극적인 지원을 촉구
2017. 5. 22.	□ 백악관, 공석인 2명의 원자력규제위원회(NRC) 위원으로 Annie Caputo와 David Wright를 지명하고 임기가 종료하는 Kristine L. Svinicki를 위원장으로 재선임한다고 발표
2017. 5. 26.	□ 트럼프 행정부, 2018년 회계연도 예산 신청안 발표 □ 에너지부는 2018년도 원자력실(NE) 예산을 2017년 대비 30.8% 감소한 703백만 달러 규모로 신청
2017. 6. 2.	□ 전국주의회회의, 원자력 지원을 위한 최근 각 주들의 활동 보고서 발간 □ 보고서명: Update on State Actions Supporting Nuclear Power
2017. 6. 2.	□ Edward McGinnis 부차관보, 에너지부 원자력실 차관보 대리 및 수석 부차관보로 직위 변경 □ Exelon, 펜실베이니아 소재 Three Mile Island 원전(852MWe)을 경영 악화로 인해 2019년 9월 30일경 조기 폐쇄할 수 있다고 발표
2017. 6. 8.	□ 카네기국제평화재단, 핵비확산, 원자력 안전, 핵안보 관련 행사 개최
2017. 6. 16.	□ 원자력규제위원회, 선진 원자로 시험 요건 및 원형로 관련 자료 초안 발간 □ 보고서명: Nuclear Power Reactor Testing Needs and Prototype Plants for Advanced Reactor Designs
2017. 6. 20.	□ American Energy Innovation Council, 에너지 혁신을 위한 정부의 역할 세미나 개최
2017. 6. 21.	□ JAEA, 마일 원자력 협력 심포지엄 개최
2017. 6. 26.	□ 상원, Kristine Svinicki 원자력규제위원회 위원장 임명안 88-9로 통과 □ 인도 Modi 총리 방미 시 천연가스, 석탄, 원자력을 포함한 마인도간 에너지 협력을 주요 의제 중 하나로 다루었으며 인도의 Andhra Pradesh에 웨스팅하우스 AP1000 원전 6기 건설 등을 논의

2017. 6. 30.	<ul style="list-style-type: none"> □ 미 정부, Energy Week을 선포하고 원자력 확대 구상 발표 □ 하원 세출위 산하 에너지및수력소위는 2018년도 원자력실 예산안을 정부 신청안 보다 266백만 달러 증가한 969백만 달러(2017년보다 47백만 달러 감소)로 편성 □ 하원 에너지및상업위원회, 유카산 사업 재개와 민간 소유의 중간 저장 시설 건설을 지지하는 방사성폐기물정책개정법안(H.R. 3053)을 49-4로 통과 □ 상원 에너지및천연자원위, 신재생, 석유, 천연가스, 에너지 효율과 함께 선진 원자로 개발 지원을 포함한 에너지 전반을 다루는 에너지종합법안(S. 4160) 발의
2017. 7. 11.	<ul style="list-style-type: none"> □ Sasakawa Peace Foundation, 에너지 안보 및 마일 원자력 협력 행사 개최
2017. 7. 21.	<ul style="list-style-type: none"> □ 상원 세출위 산하 에너지및수력개발소위는 2018년도 에너지부 원자력실 예산안을 정부 신청안 보다 214백만 달러 증가한 917백만 달러로 편성
2017. 7. 25.	<ul style="list-style-type: none"> □ Energy Innovation Reform Project와 Energy Options Network, 선진 원자로 경제성 평가 보고서 발간 세미나 개최 □ 보고서명: What Will Advanced Nuclear Power Plants Cost?
2017. 7. 28.	<ul style="list-style-type: none"> □ 미 연방 지방 법원, 뉴욕주와 일리노이주가 기존 원전에 zero-carbon credit을 지원하기로 한 결정에 대해 Electric Power Supply Association 등이 제기한 소송을 기각하고 주정부의 결정에 정당성 부여
2017. 7. 31.	<ul style="list-style-type: none"> □ Santee Cooper와 SCE&G, 사우스캐롤라이나에 건설 중인 웨스팅하우스사의 AP1000(VC Summer 2,3호기) 건설 중단 선언
2017. 8. 10.	<ul style="list-style-type: none"> □ 카네기국제평화재단, 미국 원자력 산업 회복 및 성장을 위한 정부의 노력을 촉구하는 기사 발표 □ 기사 제목: Does the U.S. Nuclear Industry Have a Future?
2017. 8. 11.	<ul style="list-style-type: none"> □ Environmental Research Letters, 무탄소 기술인 비경수로 선진 원자로 개발을 위해 미 정부의 상당한 변화를 촉구하는 논문 출판 □ 논문 제목: A retrospective analysis of funding and focus in US advanced fission innovation
2017. 8. 11.	<ul style="list-style-type: none"> □ 원자력규제위원회, 유카산 인허가 검토 재개를 위한 준비 절차 진행
2017. 8. 18.	<ul style="list-style-type: none"> □ Energy Futures Initiative, 국가 안보 관점에서 원자력 산업의 중요성을 강조하고 미국의 강력한 원전 산업 회복을 위한 정책 권고 보고서 발간 □ 보고서명: The U.S. Nuclear Energy Enterprise: A Key National Security Enabler
2017. 8. 21.	<ul style="list-style-type: none"> □ Hoover Institute, 미국 원자력 산업이 당면한 문제와 원자력 산업 회생 방안을 기술한 서적 발간 □ 서명: Keeping the Lights on at America's Nuclear Power Plants
2017. 8. 23.	<ul style="list-style-type: none"> □ 에너지부, 미국 전력 시장 및 신뢰성 분석 보고서 발간 □ 보고서명: Staff Report to the Secretary on Electricity Markets and Reliability
2017. 8. 28.	<ul style="list-style-type: none"> □ GE Hitachi, Prism(소듐냉각고속로)의 지적 재산과 엔지니어링 및 설계 기술을 제공하는 협약을 ARC와 체결

2017. 8. 31.	<ul style="list-style-type: none"> □ Georgia Power, 8월 31일 Vogtle 3, 4 호기 원전 건설 완료를 위한 신임장을 조지아 공공서비스위원회에 제출
2017. 9. 1.	<ul style="list-style-type: none"> □ Duke Energy, 사우스캐롤라이나 Lee 부지와 플로리다 Levy 부지에 각각 웨스팅하우스 AP1000 원전 2기를 건설하는 계획을 취소한다고 발표하였으며 Lee 부지의 원전 건설 및 운영 인허가는 그대로 유지 □ Nuclear Infrastructure Council-미 상무부, 캐나다와의 소형모듈원전 및 선진 원자로 개발 협력 증진을 위해 24개의 미 산업체가 참여하는 무역 사절단을 구성하여 5일간 (8.28~9.1) 캐나다 주요 원자력 산업 및 정부 기관 방문
2017. 9. 5.	<ul style="list-style-type: none"> □ 국제전략문제연구소, 한미 전략 포럼 개최
2017. 9. 8.	<ul style="list-style-type: none"> □ 백악관, 원자력 정책 국장으로 Aaron Weston 선임 예정
2017. 9. 15.	<ul style="list-style-type: none"> □ 일본 자민당 참의원, 민주당 중의원, 언론, 시민단체 등으로 구성된 대표단은 일본의 Pu 재고 및 재처리 문제와 마일 원자력협정 관련 논의를 위해 미 싱크탱크와 함께 포럼을 개최 □ Brookings(9.11), Center Strategic & International Studies(9.13), Nonproliferation Policy Education Center(9.14)
2017. 9. 22.	<ul style="list-style-type: none"> □ IHS Markit, 전력원 구성의 다양성을 강조하는 미국 전력 분석 보고서 발간
2017. 10. 6.	<ul style="list-style-type: none"> □ 에너지부 장관, 석탄 및 원자력 등 기저전력 지원을 위해 연방에너지규제위원회가 시장 개혁을 하도록 지시
2017. 10. 10.	<ul style="list-style-type: none"> □ 미 환경보호청, 청정전력계획(Clean Power Plan) 폐기 발표
2017. 10. 18.	<ul style="list-style-type: none"> □ Moniz 전 에너지부 장관, BPC 행사에서 탄소 배출 저감과 에너지 및 국가 안보 차원에서 원자력 산업을 견고하게 유지할 필요가 있다고 강조
2017. 11. 7.	<ul style="list-style-type: none"> □ Stimson Institute, 원전 산업계의 핵안보 노력을 강조하는 보고서 발간 □ 미 하원, 원자력 생산세액공제 적용 기한인 2020년을 삭제하는 세제 개혁 법안 발의
2017. 11. 17.	<ul style="list-style-type: none"> □ 아이다호국립연구소, 1959년부터 1994년까지 운영 후 대기 상태에 있던 핵연료 및 재료 시험로인 Transient Reactor Test Facility 재가동 시작
2017. 12. 8.	<ul style="list-style-type: none"> □ Nuclear Innovation Alliance, 에너지부 수출통제 규정 10CFR810의 규제 효율성 증진을 위한 권고 보고서 발간
2017. 12. 15.	<ul style="list-style-type: none"> □ 에너지부, 기존 관리및이행(Management & Performance) 담당 차관 자리를 없애고 과학및에너지(Science & Energy)를 분리하는 조직개편 발표

제2절 주요 성과 및 향후 과제

본 연구에서는 미국내 우호적 환경조성 활동으로 미국의 에너지 안보, 경제적 협력, 핵비확산 등과 관련된 정책 결정에 영향을 미치는 인사들을 초청하여 연구원의 연구개발 현황을 소개하고 원자력 연구개발 및 산업체 주요 시설 방문을 통하여 우리나라 원자력 프로그램에 대한 이해를 증진시켰다. 그리고 우리나라 원자력 프로그램을 알리고 지지기반을 확대하기 위해 한미 고위급위원회 산하 사용후핵연료 관리 실무그룹 워크숍을 비롯하여 한·미·일 삼자 대화 등 양국의 전문가들이 공식·비공식적으로 협력사안들을 논의할 수 있는 장을 마련하였다. 마지막으로 미국 워싱턴 파견자를 활용하여 미국 정부의 최신 원자력정책, 연구개발, 국제협력, 핵비확산, 원전 수출 및 산업 관련 정책동향을 분석하고 이를 전파하였다. 이러한 활동들은 신 한미 원자력협정 발효(2015.11)와 한미 고위급위원회 출범(2016.3)에 크게 기여하였으며 미국내 주요 인사들과의 풀뿌리(Grass Root) 네트워크 구축과 함께 선진핵연료주기 기술협력을 성공적으로 추진하기 위한 대미전략을 수립하는데 기여하였다.

그 동안의 환경조성 활동을 통해 소기의 성과는 달성한 것으로 평가되나 우리나라의 핵연료주기에 대한 미국의 장기동의를 확보하기까지는 아직 부족한 것으로 평가된다. 계속적이고 보다 체계적인 활동이 필요하며, 이제 우리가 보유한 기술/정책/네트워크 역량을 적극적으로 활용하여 선제적으로 국제 정치적/기술적 현안 및 글로벌 협력니즈를 파악하고 해결해 나가는 체계 구축이 필요하다.

2017년말 한·미 핵연료주기 공동연구(JFCS) 2단계 활동이 완료되었고, 2020년 JFCS 완료 이후 한미간에 사용후핵연료 관리옵션 협의가 진행될 예정이어서 향후 3년은 중요한 시기가 될 것이다. 특히 우리나라에 필요한 사용후핵연료 장기관리 옵션의 적시 개발 및 추진¹¹⁾을 위해서는 고위급위원회와 한·미 공동연구 등을 포함하여 미국과의 기술협력 네트워크 강화 및 한·미 원자력 파트너십 구축이 그 어느 때보다 중요할 것이다. 또한 다른 원자력 전략기술의 개발이나 원자력 수출(특히 중동지역)을 위해서도 아직 세계적으로 정치외교적 영향력이 큰 미국과의 전략적 파트너십 구축은 매우 중요하다.

이와 더불어 미국 워싱턴DC 내 핵비확산론자들의 사용후핵연료 관리 기술개발에 대한 우려가 여전히 있는 상황으로, 우리가 개발중인 기술에 대해 워싱턴 DC 현지에서 기술적으로 핵비확산이 담보됨을 설명할 필요성이 지속적으로 요구되고 있다. 아울러 미국의 원자력 산업은 웨스팅하우스 파산 신청, 우라늄농축 능력 상실 등 점점 그 경쟁력이 약화되고 있는 상황으로, 미국이 세계 원자력 시장에 진출하고 기술 리더십을 회복하기 위해서는 한·미간 기술협력 네트워크가 강화되어야 하며 이를 통해 양국이 win-win 할 수

11) 정부가 에너지전환 정책을 선언하면서 가동중 원전의 안전성 향상과 원전 해체를 강조하는 등 원자력 연구개발의 방향에 변화가 예상되고 있으나, 사용후핵연료의 부피 및 독성을 저감할 수 있는 기술 개발은 미래 세대에게 안전한 국가를 물려주고 사회적 논란을 최소화하기 위해 여전히 중요할 것이다.

있을 것이라는 논리를 지속적으로 우리들뿐만 아니라 미국 전문가 및 전문기관을 통해서 전파할 필요가 있다.



제3장

미국의 원자력 정책 및 산업 동향 분석

제1절 원자력 발전 및 산업 현황 분석

제2절 원자력 연구개발 현황 분석

제3절 한미 원자력 협력

제4절 시사점 및 향후 방향

KAERI



제3장 미국의 원자력 정책 및 산업동향 분석

2013년 국가전략문제연구소(CSIS: Center for Strategic International Studies)는 ‘미국의 원자력에너지 위상 회복: 국가 안보를 위한 필수’라는 보고서¹²⁾를 발간한 바 있다. CSIS 보고서는 미국내 탄탄한 원자력 민간 기업 없이는 국제 핵비확산 및 원자력 안전에 대한 미국의 영향력이 약화될 것이고 이러한 맥락에서 압박한 미국 원자력 산업계의 침체를 막기 위한 정부의 조치는 국가 안보를 위해서 반드시 필요하다고 주장했다. 보고서는 ‘미국이 유일하게 환경 및 에너지 안보를 해결할 수 있는 전략적으로 중요한 산업을 잃을 위기에 처해있다’고 경고하였다. 그리고 미국의 원자력은 값싼 천연가스 등에 대해 경제적인 부담을 안고 있어 전문가들의 예상보다 더 빠른 침체를 맞을 수 있다고 예측하였다.

불행히도 CSIS 보고서의 예측은 현실로 나타나고 있다. 미국의 자유경쟁 전력시장에서 원전 전력회사들은 재정적 붕괴 위험에 직면해있다. 지난 5년간 5기의 원자로 가동이 중단되었고, 향후 10년 안에 6기 이상의 원자로가 폐쇄될 것으로 전망되고 있다. 일부 주 정부는 탄소배출 없이 전기를 생산하는 원자력을 지원하기 위해 보조금을 지급하고 있는데 뉴욕주는 3기, 일리노이주는 2기의 발전소가 이러한 혜택을 받고 있다. 하지만, 이러한 주정부의 노력으로는 경제적 위기에 처해 있는 원자력 산업을 총체적으로 지원하기에는 역부족인 것으로 보인다. 미국 원자력계에 더욱 비관적인 소식은 현재 가동중인 미국 상용원전의 거의 절반을 공급한 웨스팅하우스가 2017년 3월 29일 파산보호 신청을 제출하였고 미국내 건설중인 4기 원전 가운데 V.C. Summer 원전 2기의 건설을 중단하기로 선언한 점이다.

이러한 미국 원자력 산업계의 어려움을 타계하기 위해 트럼프 대통령은 2017년 6월 원자력 진흥을 위해 원자력 전반에 대한 철저한 검토를 지시하였으며 현재 백악관 주도로 △기존 원전 지원, △원자력기술 혁신(선진 원자로와 규제개혁), △원전 수출 증진, △핵연료주기 분야에 대한 정책 검토가 진행중이다. 현재 미국의 원자력 분야에서 가장 긍정적인 부분은 선진원자로 개발을 위한 산업계의 노력과 기술개발 가속화를 위한 에너지부의 지원 프로그램이다. 특히, 에너지부는 2026년 12월까지 아이다호국립연구소에 다목적고속시험로(VTR: Versatile Test Reactor) 건설을 추진하고 있다. 이러한 선진원자로 및 다목적고속시험로 개발은 산업계와 정부의 노력과 더해 미국 상하원으로부터 초당적 지지를 받고 있다.

사용후핵연료 관리 분야에서 트럼프 정부는 오바마 정부가 추진한 동의기반 부지 선정

12) Michael Wallace, John Kotek, Sarah Williams, Paul Nadeau, Thomas Hundertmark, George David Banks, "Restoring U.S. Leadership in Nuclear Energy: A National Security Imperative," CSIS, June 2013

절차 마련 프로그램을 종료하고 유카산 처분장 사업을 재개하는 계획을 가지고 있다. 핵 연료주기 기술개발 분야에서는 에너지부는 사용후핵연료 재활용을 포함하는 후행핵연료 주기 기술개발에 지속 투자하고 있으며, 에너지부가 의회에 제출한 예산안에 한미 핵연료주기공동연구(JFCS)가 중요한 역할을 차지하고 있다고 기술하고 있다.

본 장에서는 미국 원자력 산업 현황 및 원자력 정책, 그리고 원자력 연구개발 방향에 대해 기술하고자 한다.

제1절 원자력 발전 및 산업 현황 분석

1. 미국 원자력 산업의 도전

가. 원전 조기 폐쇄

미국은 최근 아직 성능이 좋은 원전이 조기 폐쇄되거나 폐쇄 위기에 직면하는 상황에 놓여 있다. 미국은 2020년까지 5기의 원전을 신규 건설¹³⁾할 계획이었으나 지연 또는 취소되고 있고, 오히려 다수의 원전이 가동 중단되고 있는 상황이다. San Onofre(캘리포니아), Kewaunee(위스콘신), Crystal River(플로리다)와 Yankee Nuclear Power Station(버몬트) 등의 원전이 가동 중단되었으며, Entergy는 Pilgrim(매사추세츠)을 2019년 5월 영구폐쇄하고, FitzPatrick(뉴욕)을 조기 폐쇄하겠다고 발표하였다.¹⁴⁾ 또한, 일리노이 주 입법부가 원전을 지속적으로 운영하기 위해 소비자에게 요금 인상을 부과하는 법안 채택에 실패하자, Exelon은 2016년 6월 2일, Clinton과 Quad Cities의 원전을 각각 2017년 6월, 2018년 6월에 폐쇄하겠다고 발표하였다.¹⁵⁾ 일리노이 주 의원들은 Exelon이 제안한 법안을 검토해왔으나, 금융지원 안을 마련하지 않은 채 봄 회기를 마쳤다.¹⁶⁾

NEI(Nuclear Energy Institute)는 Clinton 및 Quad Cities의 조기 폐쇄는 미국 전력시장의 왜곡 현상에 기인한 것이라고 지적하고, 이들 원전 폐쇄로 1,500여개의 직접 일자

13) 신규 원전 건설은 천연가스와의 경쟁이라는 큰 과제에 직면한 상태이다. 천연가스 발전소는 원자력 발전소보다 공기가 짧고, 건설비용도 낮다. 미국 최대 원전 운영회사인 Exelon은 2015년 7월 텍사스에 신규 천연가스 발전소(1000MWe) 건설에 착공했으며, 건설 비용은 7억 5천만 불이고 2017년 완공 예정이다. 반대로, Southern Company의 원전 Vogtle 3호기 및 4호기 건설(2,200MWe)은 2009년 8월 착공했으며, 건설비용은 최소 210억 불이 될 것이고 2019~2020년까지 완공도 힘들다.

14) Brattle Group 유틸리티 총괄 사장인 Frank Graves는 2016년 10월 24일 CSIS 주관으로 개최된 'Nuclear Energy at a Crossroads' 행사에 참석하여 낮은 천연가스 가격과 신재생에너지에 대한 보조금으로 인해 2015년도에는 미국 원전의 약 25%가 수익성이 없었으며 대부분 10%보다 낮은 영업이익을 달성하였다고 밝혔다.

15) Exelon은 이들 원전 때문에 지난 7년간 8억 불의 적자가 발생했다고 밝히며, Exelon CEO인 Chris Crane는 지난 7년간 연방 규제기관, 시장운영자, 정책입안자, 원전 커뮤니티 수장, 노동계 수장뿐 아니라 기업인들 및 환경단체 등 다양한 이해당사자들과 협의하여 운영 지속가능한 방법을 찾고자했으나, 법안 채택 실패로 운영을 중단할 수밖에 없다고 밝혔다.

16) 주 법무장관인 Lisa Madigan와 Bruce Rauner 주지사는 이 법안이 Exelon을 위한 긴급 규제용이라 여기고는 있으나, Rauner 주지사는 원전 운영 및 관련 인력들의 일자리가 지속적으로 유지되기를 희망하고 있으며, 납세자를 보호하면서 균형 잡힌 해결책을 찾고자 노력한다고 밝혔다. 이에 Exelon 대변인은 원전 폐쇄를 발표에도 불구하고 여전히 운영을 할 여지가 있지만 2016년 9월 16일 운영 중단과 관련된 재정결정을 내린 이후에는 결정을 번복할 여지가 없을 것이라 대응하였다.

리와 4,200여개의 간접 일자리가 사라지며, 연간 12억 불의 경제적 손실이 생긴다는 내용의 성명을 발표하였다. Exelon이 원전 폐쇄방침을 발표하는 날 Moniz 에너지부 장관은 원자력이 기후변화 대응을 위해 중요한 수단이며 이를 지속적으로 운영하기 위한 방안을 모색 중이라고 밝혔다. Moniz 장관은 향후 10기의 또 다른 원전이 운영 중단 위기에 처할 수도 있다고 경고하였으며, 실제로 네브래스카 주의 Fort Calhoun(네브래스카) 원전은 2016년 10월 24일 가동 중단되었다.

미국의 원전은 비규제 시장에서 저렴한 가격의 가스발전 및 정부 지원을 받는 풍력발전과 경쟁하기에는 버거운 실정이다. 셰일가스 붐과 함께 천연가스는 현물시장에서 매우 낮은 가격(2불/BTU)으로 거래되고 있고, 원자력 발전은 높은 가격으로 인해 전력시장에서 배척당하고 있다. 이에 원자력 산업계 수장들은 원전 조기폐쇄 움직임을 저지하기 위한 국가 차원의 정책 실행이 필요하다고 경고하면서 탄소 배출 저감 효과 및 안정성 있는 에너지원으로서 원전의 가치를 인정하는 법안을 마련해야 한다고 주장하고 있다.

2016년 5월, 에너지부는 산업계 전문가, 의원, 행정부 공무원 및 기타 이해관계자들을 대상으로 '미 원전의 경제성 향상 회의'¹⁷⁾를 개최하였는데, 에너지부는 본 회의를 통해 운영중인 원전이 직면한 문제점들이 부각되기를 희망했고 Moniz 에너지부 장관, Marvin Fertel NEI 회장 등이 관련내용을 발표하였다.

Moniz 장관은 미국이 운영중인 원전은 104개에서 99개로 감소했으며, 원자력 발전은 미국 무탄소 전력원의 60%를 차지하고 있으나 2030년에는 대부분의 원전이 60년 설계 수명에 달한다는 점이 가장 큰 문제라 지적했다. 하지만 원자력은 미국 전력원의 하나로 유지되어야만 하며, 특히 환경보호청(EPA: Environmental Protection Agency)의 청정발전계획(CPP: Clean Power Plan)에 따른 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해서는 더욱 그러하다고 주장했다.¹⁸⁾ 또한, 그는 미국은 원자력을 포함한 모든 발전원의 가치를 현실적으로 고려해야 한다고 강조하였다. 특히 원전이 지니는 저탄소 배출, 가용성 및 신뢰성 등의 가치가 체계적으로 평가되지 못하고 있기 때문에, 가치 평가 문제는 에너지부의 제 2차 Quadrennial Energy Review의 핵심이 될 것이라 언급했다.¹⁹⁾ 특히 원자력 가치평가는 미국 전력망의 탄력성, 안정성 및 안보개선을 위한 에너지부의 전력망개선구상의 핵심이 될 것이라 강조했다. Moniz 장관은 연방정부의 규제기관 역시 시장구조 문제를 분석하기 시작했으며, 에너지부는 선진 원자력 기술의 상용화 추진을 위해 더욱 박차를 가하고 있으며, NRC는 소형모듈원전과 다른 선진 기술의 인허가를 수월하게 하기 위한 방안을 모색 중이라 밝혔다.

17) Summit on Improving the Economics of America's Nuclear Power Plants

18) Moniz 장관은 한 예로서, 620MWe의 Yankee 원전(버몬트)이 2014년 폐쇄된 이후 부족한 전력량은 천연가스로 대체되었지만 지역 전력 생산량은 전반적으로 감소하고 온실가스 방출량은 증가하게 됐음을 언급하였다. 또한 그는 2030년대는 대부분의 원전 인허가가 만료돼 매우 중요한 시기가 될 것이라며 이를 해결하기 위한 방안이 확실치 않다고 우려하였다.

19) 이 계획은 대통령 각서를 바탕으로 수립되었으며, 연방정부의 정책 목표를 분석적이며 통합적인 활동으로 변환시켜 4개년 계획을 통해 연방정부 기관과 이해당사자가 아니더라도 제안된 투자에 참여하도록 하는 것이라 소개했다.

Fertel NEI 회장은 이번 고위급회담이 운영중인 원전이 조기폐쇄 되지 않도록 하기 위한 보장조치가 필요함을 알리는 경종의 일환이었다고 밝히며, 기후변화 대응만 봐도 원자력 없이는 불가하다고 주장하였다.²⁰⁾ 미국의 각 주에서는 청정에너지원에 원자력을 포함한 청정에너지기준을 수용해야 하며, 탄소 감축을 확대하기 위해서는 재생에너지원도 더 낮은 탄소배출원으로 바꾸어야 할 것이라고 주장하였다.²¹⁾ Fertel 회장은 잘 운영되고 있는 원전을 폐쇄해야 하는 상황이라는 Moniz 장관의 발언을 인용하며, 가격 안정성 및 전력망 공급성 등에 기여하는 원자력의 가치를 적절히 평가할 수 있는 방안을 개발해야 한다고 하며 Moniz의 주장에 힘을 실었다.

Exleon 부사장인 Joseph Dominguez은 원전을 중단한 지역은 탄소 배출량이 증가하는 추세라는 점을 지적했다. Dominguez는 San Onofre 원전 중단 이후 재생에너지를 활용하겠다는 노력이 무색할 만큼 California의 온실가스 배출량이 상당히 증가했다고 밝혔다. Third Way의 Matt Bennett 상무는 원자력의 정확한 가치를 확인하려는 노력은 정부차원에서 이루어져야 한다고 밝히며, 의회가 이 부분에서 할 수 있는 역할이 있다고 언급했다. Mike Crapo(공화, 아이다호) 상원의원은 원자력혁신 및 현대화법(114회기, S.2795)을 언급하며 운영 중 원전이 직면한 경제성 문제를 해결하기 위한 조치에 의회가 어떻게 나설 수 있는지 예로 설명했다. 이 조치는 NRC 비용과 예산 구조를 투명하고 책임감 있게 개선하고 현대화하는 것에 초점을 두고 있다.

일부 주에서는 이미 원전의 가치를 적절히 평가하는 조치를 시작하였다. 일리노이 주가 제안한 차세대 에너지 계획에는 탄소배출 제로인 원자력의 가치를 평가하고 이를 지속적으로 운영할 수 있는 조항들이 포함되어 있다. 뉴욕 주의 청정에너지 기준(CES: Clean Energy Standard) 역시 뉴욕의 청정에너지 생산에 원전이 기여하는 영향을 적절히 반영하고 있다. 코네티컷 주는 장기간 낮은 요금으로 에너지를 공급하기 위해 경쟁 체제를 시행하기 위한 법안을 고려중이다. 산업계 역시 원자력의 가치의 효율성을 더욱 증진시키기 위해 2015년 12월 “Delivering the Nuclear Promise” 구상에 착수한 바 있다. 이러한 정책과 시도들은 환경 영향에 관한 원자력의 가치를 평가하려는 최초의 시도로서, 향후 미국 기저전력원 결정에 중요한 변수가 될 것이다.

가동 중단된 원전을 천연가스로 대체하면, CPP 탄소배출감축 목표의 1/4 정도를 달성하기 어려우며, 기후변화협약에서 미국이 발표한 목표의 40% 이상을 낮추어야 한다. 그러나 연방정부가 원전 폐쇄를 중단시킬 수 있는 방안은 거의 없는 것이 현실이다. 그러므로 각 주들은 저렴하고 자원이 풍부한 천연가스와 경쟁 속에서도 지속적으로 원전을 유지할 수 위한 전기 요금 정책을 마련해야 할 것이다.

원전 산업계는 점점 어려워지는 전력시장에서의 입지 확보를 위한 지원책 마련을 위해

20) 이와 더불어 가동률이 높은 원전들이 조기 폐쇄의 기로에 놓인 이유는 원자력의 적절한 가치를 평가하지 못한 채 시장이 지속적으로 왜곡되어 왔기 때문이라는 점을 강조하였다.

21) 현재 미국에서 재생에너지는 전체 전력의 7%만 공급하고 있는 상황으로 화석연료를 대체할 수 없다.

노력하고 있다. NEI 신임 회장인 Maria Korsnick은 2016년 11월, 타 에너지원과 “대등한 경쟁”을 하기 위한 세액 공제(credit) 등에 관한 방안을 강구하고 있다고 밝혔다. 이러한 정책은 연방에너지규제위원회(FERC)가 안정적이고 탄소 배출 저감 효과를 지닌 발전원으로써 원자력의 가치를 보다 정확히 반영할 때까지 일시적으로나마 원전 산업계의 생존에 도움이 될 것이라고 덧붙였다. 또한 얼마가 걸릴지는 모르겠지만 보다 장기적인 해결책은 FERC가 마련할 것이고, 현재 고려하는 방안은 다른 발전원과 대등하게 경쟁하기 위해 일부 발전원이 누리고 있는 세액 공제를 고려하는 가교 전략이라 주장하였다.

그러나 보조금 지원정책을 반대하는 트럼프 대통령의 성향을 고려할 때, 원전 산업계에 대한 지원정책이 성공할 수 있을지는 불투명하다. 따라서 원전의 지속적인 운영은 New York 및 Illinois 주의 경우와 같이 일단 각 주의 결정에 달려 있다고 볼 수 있다.

나. 웨스팅하우스 파산 신청

웨스팅하우스는 2008년 AP1000 원전을 조지아주의 Vogtle 원전부지와 사우스캐롤라이나주의 V.C. Summer 원전부지에 각각 2기씩 건설하는 고정가격옵션(fixed-price)²²⁾ 계약을 맺었다. 웨스팅하우스는 더욱 저렴하고 안전하게 원전을 건설하기 위하여 조립식 모듈화공법을 적용하기로 결정하고 이를 통해 원자력 산업에 혁신을 가져올 것으로 기대했으며 Vogtle과 Summer 원전 4기는 웨스팅하우스가 모듈화공법으로 건설하는 첫 번째 원자로였다. 이들 원자로는 2016~2018년까지 건설을 완료하는 것을 목표로 세웠는데 루이지애나주 공장에서 심각한 모듈품질관리 문제가 발생하면서 약 130억 달러의 추가 비용이 소요되어 원전 건설 완료가 불확실해졌다.²³⁾

또 다른 실패요인으로 지적되고 있는 것은 규제 측면에서 부딪히게 될 장애요인들을 제대로 판단하지 못하였고 원전 건설 경험이 부족한 시공 회사를 선정한 점이다. 2017년 5월 5일 Jose Emeterio Gutierrez 웨스팅하우스 임시회장은 기자회견에서 2017년 6월 말까지 구조조정을 완료하고 7월 말까지 새로운 사업계획²⁴⁾을 완성할 것이며 구조조정 기간 동안 주력사업을 보호하기 위해 외부자금 8억 달러를 지원받았다고 밝혔다. 그리고 8억 달러의 외부 자금과 회사의 다른 부서의 수입 및 현금 유동성이 파산절차에 있는 본 회사를 지원하기에 충분할 것이라고 밝혔다.

SCANA社²⁵⁾는 웨스팅하우스와 2017년 6월 26일까지 사업을 계속 진행하기로 잠정합

22) 고정가격옵션 계약을 맺었다는 것은 계약당사자가 공기지연이나 비용초과 위험을 감당해야 한다는 것을 의미한다.

23) 웨스팅하우스는 품질관리 문제가 불거졌을 때, 이 문제를 해결하기 위한 시간을 제대로 판단하지 못하였고, 이후 직면하게 될 위험 또한 제대로 보지 못하였다는 비판을 받고 있다. 그리고 모듈화공법이 검증되지 않았음에도 불구하고 타 업체와의 경쟁에서 이기기 위해 AP1000 원전 건설의 비용과 소요일정을 낙관적으로 추산했다는 지적도 받고 있다.

24) 웨스팅하우스 Jose Gutierrez 회장은 영국에서 개최된 World Nuclear Association Symposium 기간(2017.9.13.~15)에 앞으로 건설 부문에서 손을 떼고 핵연료, 엔지니어링, 구성품 공급, 제염 및 해체에 집중할 것이라고 발표하였다.

25) 사우스캐롤라이나주의 Summer 원전 건설 사업 비용의 55%를 부담한 SCE&G社의 모회사이다.

의함과 동시에 V.C. Summer 원전 건설에 대한 다양한 옵션들을 평가하고 있다고 밝혔으나 2017년 7월 31일 Santee Cooper社와 South Carolina Electric&Gas社는 V.C. Summer 2기 건설을 중단한다고 발표하였다. 이는 건설 일정이 4년 지연되고 이로 인해 최소 50억 달러 이상의 예산 초과가 발생하였고 무엇보다도 주계약자 및 원자로 설계자인 웨스팅하우스의 파산 때문이었다.

웨스팅하우스의 또 다른 계약자인 Southern社는 2017년 8월 31일 조지아주에 건설중인 Vogtle 원전 2기를 건설 완료하겠다고 발표하였다. Southern社의 자회사인 Georgia Power社²⁶⁾는 Vogtle 원전 완공을 위해서는 신규원전에 대한 세금공제 혜택이 연장되어야 한다는 입장²⁷⁾이었으며, Vogtle 원전 지지자들은 미지급된 57억 달러에 대한 지불보증을 에너지부가 서둘러 해줄 것을 요청하였다. 이에 대한 에너지부의 지불보증 약속으로²⁸⁾ Vogtle 원전에 대한 총 지불보증은 기존 83억 달러를 포함하여 120억 달러가 되었다.²⁹⁾ Toshiba社는 2017년 12월 일시불로 32억 달러를 지불하여 2021년까지 분납하겠다고 약속한 37억 달러를 모두 지불하였다. 한편, 이러한 와중에 Duke Energy社는 수년간 수억 달러를 지출했음에도 불구하고, 2017년 8월 25일 사우스캐롤라이나주의 Lee Nuclear Station 신규 원전 건설 계획을 중단한다고 밝혔다.

웨스팅하우스의 파산 신청은 미국 원자력산업의 미래에 대한 근본적인 의문을 제기하는 계기가 되었다. 많은 전문가들은 이 사례로 인해 미 원자력 산업계가 당분간 새로운 원전 건설을 추진할 가능성은 매우 적다고 예상하고 미국이 원자력 산업에 대한 국제적 영향력을 점차 상실해 갈 수 있다는 우려를 제기하고 있다. 2017년 5월 Global Nexus Initiative는 연구 결과³⁰⁾를 통해 미국 원자력 산업이 침체되고 있으며 러시아와 중국에 비하여 국제적 영향력을 점차 상실해 가고 있다고 평가하였다. 그리고 만약 러시아와 중국이 세계 최고의 원자력 강국이 되도록 내버려둘 경우에는 안전, 안보 및 핵비확산의 국제 기준이 붕괴될 수 있다고 우려를 나타내었다.

미국 의회 또한 이러한 우려를 제기하여 Rick Perry 에너지부 장관은 상원 및 하원 세출분과위원회에 참석하여 웨스팅하우스 문제는 중국과 러시아가 국제 시장에서 영향력을 확대하는 구실을 주는 것이므로 반드시 단장기적 해결책을 찾을 것이라고 강조하였다.

Dan Lipman NEI 부회장에 따르면 현재 웨스팅하우스의 핵연료 제조, 저장 및 기타 서비스들은 정상적으로 운영되고 있다고 한다.³¹⁾ 언론들은 46억 달러 규모의 웨스팅하우스

26) Georgia Power社는 웨스팅하우스 파산 신청 후 Vogtle 건설공사를 관리하고 있다.

27) 미 하원은 2017년 말 원자력 생산세액공제(production tax credit) 적용 기한인 2020년을 삭제하는 세제 개혁 법안을 발의함에 따라 Vogtle 3, 4호기 및 NuScale의 SMR이 세액공제 대상이 될 것으로 기대하고 있다.

28) 에너지부는 2017년 9월 29일 조건부로 Vogtle 원전의 주요 사업자들인 Georgia Power社에 16억 7천만 달러, Oglethorpe Power社에 16억 달러, MEAG의 자회사 3곳에 4억 1,500만 달러 등 총 37억 달러 규모의 지불보증을 약속하였다.

29) 에너지부의 지불보증은 앞으로 신규 원전 건설, 특히 소형모듈원전 건설을 위한 경제적 지원을 받는 데 큰 도움이 될 것으로 전망된다.

30) GNI, "Nuclear Power for the Next Generation: Addressing Energy, Climate, and Security Challenges," April 2017

31) Lipman 부회장은 웨스팅하우스가 신규 원전 사업에서 손해가 발생하고 있는 동안에도 핵연료 사업은 2015년 회계기간

입찰에 참여하기 위해 사모투자펀드 Blackstone Group (BX.N)와 Apollo Global Management (APO.N)이 팀을 이루었고, 기업 인수합병 전문 회사인 Cerberus Capital Management가 공동 참여를 위해 원전 구성품 공급업체인 BWT Technologies와 협의 중이라고 보도³²⁾했다. 2018년 1월 캐나다의 Brookfield Asset Management Inc.의 계열사인 Brookfield Business Partners LP.는 웨스팅하우스 인수 의사를 공개적으로 발표³³⁾하였다.

2. 원자력 산업 지원을 위한 정부의 노력

가. 뉴욕 주 및 일리노이 주의 원전 지원 정책

규제가 완화된 시장에서 천연가스와 경쟁하기 위해서는 신뢰성과 저탄소 에너지원으로서의 가치를 인정받아야 한다. 하지만 현재의 청정에너지 정책은 풍력과 태양에너지를 선호하고 있고, 이 재생에너지들은 세액 공제, 주·연방의 풍력 및 태양광 발전 추가 의무 등을 통한 지원을 받고 있는 상황이다. 원전 산업계 리더들은 원전 조기폐쇄를 방지하기 위해서는 국가 차원의 조치가 필요하며, 무탄소 배출원으로서의 가치와 신뢰성에 관한 원전의 가치를 적절히 평가하는 정책을 수립하는 것이 필요하다고 주장하고 있다.

2016년 8월 뉴욕 주의 공공서비스위원회(PSC: Public Service Commission)는 청정에너지기준(CES)을 정식 승인해 원전의 탄소배출 저감 효과를 인정하고 원전 가동을 지원하는 방안을 마련하였다. PSC의 승인을 통해 2030년까지 뉴욕 주 전력의 50%를 재생에너지원을 통해 공급하게 될 것이다.³⁴⁾ Exelon은 CES 승인에 따라 2017년초 원전 4기에 약 2억 불을 재투자하고, Entergy와 Fitzparick 구매 관련 협상을 지속하여 BWR을 지속적으로 운영할 기회를 제공하겠다고 밝혔다.

뉴욕 주와 더불어 일리노이 주가 원전을 지원하는 정책을 발표하였다. 2016년 12월 1일 일리노이 주 의회는 청정하고 안정적인 전력 공급을 위한 지원책의 일환으로 원전의 계속운전을 지지하는 조치를 포함한 Future Energy Jobs 법안을 통과시켰다. 이를 통해 조기 폐쇄의 위기에 놓인 Quad Cities와 Clinton 원전의 계속운전을 보장받게 되었다. 동 법안의 주요내용은 위기에 처한 원전 보호, 4,200개의 일자리 유지, 연간 12억 불의 경

중 14억 8천만 달러의 수익을 냈고, 가동 중인 웨스팅하우스 원전도 같은 기간 동안 16억 5천만 달러의 수익을 냈다고 밝혔다. 그리고 파산신청 중인 웨스팅하우스는 Tennessee Valley Authority와 2030년까지 핵연료 제조 서비스를 제공하는 4억 5천만 달러 계약을 체결했고, 동유럽에도 이러한 핵연료 제조 서비스를 계속 제공하고 있다고 밝혔다.

32) Reuters, "Toshiba buying back 10 percent stake in Westinghouse unit for \$522 million," October 3, 2017

33) Reuters, "Brookfield Business Partners to buy Westinghouse for \$4.6 billion," January 4, 2018

34) CES는 뉴욕 북부의 원전 4기(Nine Mile Point의 2기, RE Ginna, James A Fitzparick)의 탄소배출 저감 효과를 명시적으로 인정했다. 뉴욕 주 원전들의 계속운전은 경제성 문제로 인해 어려움에 처해 있었으나 CES에 따라 뉴욕 주 소유의 전력 회사 및 원전 이외의 전력공급자들은 원전의 무탄소 배출에 관한 고유 가치를 인정하고 Zero Emission Credits(ZEC)을 지불해야 하며, 이를 통해 과도기 동안 원전 운영이 지속될 수 있을 것이다.

제활동 유지 및 에너지 비용 증가 방지를 위한 무탄소 배출 기준 마련, 그리고 뉴욕과 유사하게 거래 가능한 ZEC 제시 등이다. Exelon은 2016년 6월 1일 동 법안이 승인되지 않으면 Clinton 원전 폐쇄를 위한 공식적인 절차를 밟겠다고 밝힌 바 있으며, Cordova의 Quad Cities 원전도 1년 후 폐쇄하겠다고 선언한 상태이다. 그러나 현재 일리노이 주내 일부 의원들은 이 법안에 강력히 반대하고 있고, 3개의 주요 환경단체는 동 계획을 지지하지만 석탄 규제에 반대하는 압력단체는 이 법안을 반대하고 있는 상황이다.

나. 트럼프 정부의 원전 지원 정책

(1) 트럼프 대통령의 원자력 부흥 약속

트럼프 대통령은 2017년 6월 29일 에너지부 주관한 ‘미국 에너지 촉진(Unleashing American Energy)’ 행사에서 ‘미국산 에너지 우위(American Energy Dominance)’를 구현하기 위한 성명을 발표³⁵⁾하였다. 트럼프 대통령은 미국은 5년 전까지도 미처 알지 못했던 엄청난 에너지 부존이라는 축복을 받고 있으며, 오랫동안 그토록 바래왔던 ‘에너지 독립’에서 더 나아가 ‘미국산 에너지 우위’를 추구할 것이라고 밝혔다. 또한 미국은 에너지를 전 세계로 수출할 것이고 이는 헤아릴 수 없는 고용 창출로 이어질 것이고 전 세계 우방과 동맹국들에게 진정한 에너지 안보를 제공할 것이라고 주장하였다.

트럼프 대통령은 이러한 새로운 미국 에너지 우위 시대로 나아가기 위해 △원자력 분야의 회복 및 확대, △외국 석탄발전소에 대한 재정지원상의 장애 해결, △멕시코로 송유관 설치, △한국으로 더 많은 천연가스 매각, △루이지애나주 LNG 터미널에서의 수출 물량 확대 신청 승인, △연안의 석유 및 가스 임대차 사업 신규 추진 등 여섯 가지 시책을 발표하였다. 원자력과 관련하여 트럼프 대통령은 “깨끗하고, 재활용가능하며 배기가스 없는 원자력을 다시 살리고 확대할 것이며 미국 원자력 정책을 철저히 검토하여 중요한 에너지 자원인 원자력을 되살릴 새로운 방안을 찾을 것이라고 강조”하였다.³⁶⁾

트럼프 대통령의 원자력 회복 및 확대 발언에 대해 NEI CEO인 Maria Korsnick은 환영의 의사를 표하고 국내외에서 원자력 우위를 달성하기 위해서는 미 행정부가 △기존 원전들을 유지 보존하고, △선진 원자로 배치를 위한 기반을 정비하며, △해외 수출을 장려할 것을 주문하였다. 그러나 원자력 산업의 부활은 비용이 많이 소요되므로, 트럼프 행정부에게 쉽지 않은 도전이 될 것이라는 전망이 우세하다.

트럼프 대통령은 연설 당시 원자력 산업에 대한 세부적 계획을 제시하지 않았지만 백

35) White House, “Remarks by President Trump at the Unleashing American Energy Event,” June 29, 2017

36) “Today, I am proudly announcing six brand-new initiatives to propel this new era of American energy dominance. First, we will begin to revive and expand our nuclear energy sector — which I’m so happy about — which produces clean, renewable and emissions-free energy. A complete review of U.S. nuclear energy policy will help us find new ways to revitalize this crucial energy resource. And I know you’re very excited about that, Rick.”

약관을 중심으로 △기존 원전 지원, △원자력기술 혁신(선진 원자로와 규제 개혁 포함), △원전 수출 증진, △핵연료주기(특히, 농축분야) 분야에 대한 정책 검토가 이미 진행 중이고 2018년 초에 검토 결과가 나올 전망이다.

(2) 에너지부의 원자력 진흥 정책

Perry 에너지부 장관은 2017년 6월 27일 백악관 브리핑³⁷⁾에서 “원자력 분야의 기술성과 경제성을 지속적으로 확보하기 위해서 국내적으로 논의할 필요가 있다. 만약 그렇게 하지 않는다면 중국과 러시아가 우위를 선점할 것이다”라고 언급하였다. 또한 “원자력 없이 깨끗한 에너지 포트폴리오가 가능하지 않고, 트럼프 대통령도 같은 생각”이라며 “우리의 환경과 기후를 생각한다면 미국 에너지 포트폴리오에 온실가스 배출이 전혀 없는 원자력을 포함시켜야 한다”고 밝혔다. Perry 장관은 “원자력 에너지 개발이 전 지구적으로 청정 에너지 포트폴리오를 완성하는 데 있어 게임 체인저로서 중요한 역할을 할 것”이라면서 “우리는 선진 원자로와 소형모듈원자로 같은 기술 개발에 집중함으로써 이를 달성할 수 있다고 믿는다”고 밝혔다.³⁸⁾ Perry 장관은 2017년 6월 22일 상원 에너지위원회에서도 선진원자로와 소형모듈원자로에 집중하여 미국 원자력 산업을 부활시키겠다고 언급하였다.

Perry 장관은 2017년 4월 트럼프 정부 에너지 정책의 새로운 방향을 설정하기 위해 에너지부 직원들에게 보고서 작성을 지시하였다. Perry 장관은 해당 보고서를 통해 △석탄과 원자력과 같은 전통적인 연료에 비해 재생에너지를 지나치게 선호하는 정부 규정과 정책을 파악하고, △전력망의 계통신뢰도 분석과 △연방정부의 재생에너지 발전 지원 정책에 대한 득실을 평가할 것이라고 밝혔다. 일각에서는 장관의 지시가 석탄 및 원자력과 같은 전통적인 ‘기저전력’ 연료를 지원하도록 에너지 당국을 독려하고, 태양광 및 풍력과 같은 재생에너지를 지원하는 연방정부의 법률 개정에도 이용될 것이라고 평가하였다.

에너지부는 장관의 지시에 따라 2017년 8월 “전력 시장과 신뢰성에 대한 자체 보고서”³⁹⁾를 Perry 장관에게 제출하였다. 자체 보고서는 원자력이나 석탄발전과 같이 24시간 운영할 수 있는 ‘기저부하’를 미국의 전력망에서 유지해야 한다고 주장하였다. 간헐성의 특징을 가지고 있는 태양광 및 풍력 발전이 아직까지는 치명적인 문제를 일으키지 않았으나 이들 발전원은 장차 전력망의 신뢰도 영향을 줄 수 있는 바, 태양광 및 풍력의 광범위한 보급이 전력망에 미치는 영향을 추가적으로 연구할 필요가 있다고 주장하였다.

37) DOE, “Press Briefing by Secretary of Energy Rick Perry and Principal Deputy Press Secretary Sarah Sanders,” June 27, 2017

38) “I believe no clean energy portfolio is truly complete without nuclear power, and so does the President. ... you must include nuclear energy with zero emissions to your portfolio. ... Under the leadership of the United States, the world can benefit from that. ... This administration believes that the nuclear energy development can be a game-changer and an important player in the development of our clean-energy portfolio globally. I believe we can achieve this by focusing on the development of technology, for instance, advanced nuclear reactors, small modular reactors. ... This is massively important issue for the security of America and the security for America’s allies.”

39) DOE, “Staff Report to the Secretary on Electricity Markets and Reliability,” August, 2017

그리고 지금의 전력망은 신뢰할 수 있기는 하지만, 주정부의 재생에너지 공급의무제⁴⁰⁾와 연방정부의 세금 공제로 인해 기저전력 발전소의 경제성이 떨어지고 전력 시장 왜곡이 발생할 수 있는 바, 이로 인해 전력망의 복원력(resilience)⁴¹⁾과 미국의 미래 에너지 안보가 위협을 받고 있다고 분석하였다. 자체 보고서는 연방에너지규제위원회(FERC: Federal Energy Regulatory Commission)와 지역 당국 그리고 이해 당사자들은 △신규 및 기존 전력원의 안정적인 서비스와 △대용량 발전소의 복원력, 그리고 △연료 다양성 등을 적절히 평가하고 보상할 수 있도록 시장 조건과 에너지 가격형성 체계를 개혁할 필요가 있다고 권고하였다.

에너지부 연구는 FERC가 새로운 시장규칙을 강구하여 원자력과 석탄 발전의 속성에 가치를 부여할 것을 권고하고 있다.⁴²⁾ 즉 이들이 제공하는 신뢰성, 유연성 및 저탄소 배출이라는 혜택에 합당하는 보다 좋은 가격을 받을 수 있는 방안을 고려해 보라는 것이다. 또한, 에너지부 연구는 NRC의 규제 부담을 경감시켜 줄 것을 최우선 순위의 하나로 권고하였다. 이는 NRC가 기존 원자로의 수명연장을 허용하여, 신뢰할 수 있는 전력공급이 지속적으로 이루어져야 한다는 것이다. 또한 위험도 기반의 안전 원칙을 재검토해 볼 것을 제안하고 있는 바, 이를 풀이하면 소형모듈원전과 같이 위험도가 낮은 기술에 대해서는 이에 알맞은 규제 조치를 해야 한다는 의미로 볼 수 있다.

에너지부의 전력망 분석 보고서와 동일하게 기저전력의 중요성과 전력원 구성의 다양성을 통한 미국 전력망의 신뢰성과 복원력 강화를 강조하는 보고서⁴³⁾가 국제 시장조사 및 분석기관인 IHS Markit에서 발표되었다. 해당 보고서는 미국이 전력원 구성의 다양성을 잃어가고 있으며 이러한 변화는 앞으로 극심한 전기요금 변동과 함께 경제 전반에 부정적인 영향을 초래할 것으로 전망했다. 특히, 이산화탄소 저감을 목표로 하는 연방 및 주정부의 보조금과 재생에너지 공급 의무제는 목표를 달성하기보다 오히려 이산화탄소를 배출하지 않는 원전의 조기 폐쇄와 석탄 및 수력 등 기저전력의 쇠퇴를 야기하고 있다고 평가했다. 그리고 현재 7%인 풍력과 태양광은 앞으로 세배 가까이 증가하고 나머지 대부분의 전력은 천연가스에 의존하게 되어 지금보다 비효율적인 포트폴리오로 변질 될 것으로 전망했다. IHS Markit은 왜곡된 시장 전체를 바로잡는 것은 정치적으로 가능하지 않으므로 전력 신뢰성과 복원력에 가치를 정확히 반영할 수 있도록 시장규칙을 변경하고 전력시스템 복원력과 환경 영향 등을 보상하는 방법을 촉구하였다.

산업계는 에너지부의 전력망 연구 결과를 환영하고 있는 바, 기존 전력망에서 원자력이 가지는 결정적인 역할을 인정하고 있고, 신규 원전 건설에 대한 신속한 검토를 권고하고

40) Renewable Portfolio Standard. 미국은 29개 주가 RPS를 시행하고 있고 8개 주는 재생에너지 비율 목표만 설정하였으며 나머지 13개 주는 재생에너지 의무화 및 목표를 설정하지 않았다.

41) 전력망의 신뢰도(reliability)가 전력망에서 공급실패가 발생할 가능성을 의미하는 반면, 복원력은 천재지변 등의 요인에 의하여 한번 훼손된 전력망이 얼마나 빨리 정상으로 복구될 수 있는지를 나타낸다.

42) 현재 FERC의 시장논리는 최소비용 원칙이며, 이것이 바로 천연가스가 전력시장을 압도하게 된 이유이다.

43) IHS Markit, "Ensuring Resilient and Efficient Electricity Generation," September 2017

있기 때문이다. 또한 연료 보급의 제약 없이 자족적으로 운영되는 발전원으로서 원자력이 지니는 유연성에 대해서도 NRC와 전력망 운영자들이 인정해줄 것을 바라고 있다. 에너지부 연구는 많은 규제상의 우선순위를 변경하거나 가속화시킬 수 있는 지침을 제시하고 있다.

2017년 9월 29일 Perry 장관은 에너지부조직법 제403조에 의거한 규정안제안공고(NOPR: Notice of Proposed Rulemaking)를 통해 미국의 전력망 복원력 위협에 대처하기 위해 연방에너지규제위원회(FERC)가 신속한 조치를 취할 것을 지시하였다. 또한 에너지원의 신뢰성과 복원력의 가치가 충분히 보장받을 수 있도록 FERC가 승인한 독립계통운영자(ISO: Independent System Operators)와 광역송전기구(RTO: Regional Transmission Organizations)에게 규칙을 부과하도록 지시하였다. Perry 장관은 이 제안을 통해 FERC가 전력망의 신뢰도와 복원력을 지키기 위하여 필요로 하는 발전원들의 가치를 제대로 판단할 수 있는 제도를 구축 및 시행하도록 관련 규제를 제정하도록 촉구하였다.⁴⁴⁾

Perry 장관은 미국 전력망의 복원력은 모든 전력원을 망라하는 것에 달려있다는 소신을 표명하고 자연재해와 인재로 초래된 연료 공급 중단에 대처할 수 있도록 발전소 내에 연료를 저장할 수 있는 재래식 기저부하 발전소가 전력망에 반드시 포함되어야 한다고 주장하였다. 재래식 기저부하 발전소는 소내 연료 저장이 가능하고, 전압 및 주파수 조정, 운전 출력 여유도 등의 제공 능력이 있는 바, 2014년 발생한 극지방의 이상 한냉기류(Polar Vortex)나 허리케인과 같은 자연재해 발생 시 전력망 복원에 필수적이라고 설명하였다. 그리고 이러한 발전소는 필수적인 에너지 공급은 물론 부수적으로 신뢰도가 있어야 하고, 유사시 소내에 90일 간의 연료저장 능력이 있어야 하며, 이러한 조건에 맞는 발전소는 모든 비용을 회수받을 수 있어야 한다고 주장하였다. ‘적합한 발전소’의 조건으로 90일 간의 소내 연료 저장 능력을 들었다는 것은 석탄 및 원자력 발전소에 혜택을 주기 위한 것으로 볼 수 있다. 태양광과 풍력은 연료를 저장하지 않으며, 가스 발전소도 파이프라인으로 연료를 공급받으므로 연료를 저장하지 않는다.

Perry 장관의 제안은 정치적으로 논란이 많았는데, 석유 및 가스 산업계, 재생에너지 그룹, 환경 단체들이 강력히 반대하였다.⁴⁵⁾ 2017년 10월 5일 하원 에너지소위 청문회에 출석한 증인들⁴⁶⁾도 석탄 및 원자력 발전소의 신뢰도와 복원력에 대한 인센티브를 지급을

44) 이는 더 많은 석탄 및 원자력 발전소가 폐쇄되지 않고 남아 있도록 이들 발전원에 대한 인센티브를 증액시키도록 하는 것을 목적으로 한다.

45) 미국 천연자원보호협회(NRDC: Natural Resources Defense Council)의 에너지 담당 국장은 Perry 장관이 석탄 및 원자력 산업계를 구원하기 위해 터무니없는 제안을 하고 있다고 비난했다. 뉴욕주 검찰총장은 “뉴욕 시민들의 건강, 안전 및 경제 관련 사안보다 특정 집단의 이익을 위한 트럼프 정부의 정책 결정들을 강력히 반대한다”고 발표하였다. 미 풍력연합은 전력망의 신뢰도와 복원력을 위한 가장 좋은 방법은 성과에 따른 시장의 보상이지, 정부 지침에 따라 일부 에너지원에 대해서만 지불을 보증하는 것이 아니라고 비판하였다. 또한, 풍력연합은 최근 작성한 보고서에서 전력원의 구성 변화(즉 풍력의 점유율 증가를 의미)가 전력망 신뢰도를 위태롭게 한다는 증거도 없다고 주장하였다.

46) Joseph Bowring(Monitoring Analytics), Stefanie Brand(New Jersey Division of Rate Counsel), John Hughes(Electricity Consumers Resource Council), Tyson Solcum(Public Citizen Energy Program), Rebecca Tepper(Consumer Liaison Group for the ISO New England Region), Mark Vanderhelm(Walmart)

목적으로 하는 Perry 장관의 제안이 절차와 방법 모두 문제가 있다고 증언하였다. 이 날 Bobby Rush(민주-일리노이주) 소위원장은 공익을 무시하고 일부 산업계의 이익을 우선으로 하는 정책이라고 비판하였고, Frank Pallone(민주-뉴저지주) 하원의원은 석탄 및 원자력 산업계에 지나치게 특별하고 차별적인 혜택을 주기 위한 잘못된 제안이라고 비판하였다.

Perry 장관의 제안을 지지하는 그룹들은 에너지부가 그동안 에너지 안정화에 대한 가치 평가를 하지 않았기 때문에 이로 인해 문제점이 실제로 드러났으며, 천연가스의 낮은 비용과 재생에너지의 저탄소 배출이 지나치게 강조되었다고 주장했다. 또한, 재생에너지는 전력망 안정을 위해 원자력 및 석탄이 제공하는 기저부하와 가스 및 수력의 급송 능력에 의존하고 있다고 피력하였다. 석탄과 원자력이 가지고 있는 신뢰성과 탄소를 적게 배출하는 원자력의 장점을 제대로 평가하지 않고, 재생에너지가 충분하면 기저부하 발전원도 필요 없을 것이라고 자처하다가 언젠가 전력망 위기를 초래할 것이라고 주장하였다. Maria Korsnick NEI 회장은 최근 여러 차례의 허리케인과 극지방의 이상기류와 같은 극심한 기상악화 피해로 심각한 혼란을 겪으면서 전력망 복원력이 시급한 사안으로 떠올랐다고 Perry 장관의 제안을 찬성하였다. 미국원자력학회(ANS: American Nuclear Society)도 미국 전력망의 복원력 향상을 위한 Perry 장관의 제안을 지지한다고 밝혔다. 그리고 청정에너지를 지향하는 비정부기구인 ClearPath는 10년 내에 최소 4기의 선진원자로를 건설을 추진할 것을 에너지부에 지속적으로 요청하고 있으며, 동시에 탄력적이고 믿을만한 자원으로부터 생산된 전력에 더 가치를 두는 전력 시장의 개혁을 지지한다고 밝혔다.

Perry 장관의 제안은 그동안 간과되어 왔던 원자력과 석탄의 장점을 인식하고, 이들 발전원의 조기 퇴역을 방지하며, 경쟁력을 갖출 수 있는 비용회수 방안을 마련해 주자는 것이다. Perry 장관의 제안은 원자력과 석탄을 지원하는 트럼프 대통령의 “All of the above Energy Mix” 시책에 부합하고 있지만, 많은 논쟁을 불러일으켰다. 논쟁의 핵심은 △발전소의 퇴역으로 인해 전력망의 복원력이 저하되는 것인지와, △석탄 및 원자력이 그에 대한 해결책이 될 것인지의 여부이다. 한편, 트럼프 정부는 미국의 모든 에너지원을 활용할 수 있도록 규제를 풀되 전력시장의 정당성을 해치는 인센티브는 제공하지 않겠다고 한 바, 이와 상충하는 의미도 지켜보아야 할 것이다.

FERC⁴⁷⁾는 2018년 1월 8일 에너지부 장관이 제출한 규정안제안공고(NOPR)를 만장일치로 거부했다. FERC는 “에너지부 장관의 규정안제안공고와 이와 관련된 논의를 하는 동안 에너지부는 전력요금 변경을 위한 연방전력법의 법적 요구 조건인 현재의 전력요금이 부당하고 비합리적이며 지나치게 차별적이라는 것을 입증하지 못했다”고 법안 거부 이유를 밝혔다. 그리고 “석탄과 원자력 발전소의 퇴역으로 인한 전력망의 신뢰성과 복원

47) FERC는 5명의 위원 중 4명은 트럼프 대통령이 지명한 인물이고 3명은 공화당이다.

력에 미치는 영향에 대해서는 이러한 주장이 현재의 RTO/ISO 요금이 부당하고 비합리적이라는 것을 입증하지는 않는다”라고 답하고 “RTO와 ISO는 이미 폐쇄를 했거나 앞으로 계획되어 있는 발전소의 폐쇄가 전력망의 복원력에 위협이 되지 않을 것으로 보고 있다.”라고 주장하였다. 그러나 FERC는 전력망의 복원력 관련 사안에 대해서는 추가 검토를 할 것이라고 밝혔다.

FERC의 결정에 대해 Perry 장관은 성명을 통해 “의도한 대로, 우리 제안이 전력망의 복원력에 대한 논쟁을 유발했다.”라고 입장을 표명하였으며 “전력원의 다양화와 연료를 소내에 저장할 수 있는 능력이 극한의 날씨에 미국 국민들에게 신뢰할 수 있고 탄력적이며 경제적인 전기를 공급하는데 중요한 역할을 한다는 사실은 논란의 여지가 없다”라고 주장하였다. 에너지부는 발전원이 제대로 보상받을 수 있도록 FERC와 지속적으로 논의를 할 것이라고 밝혔지만, 이번 결정은 천연가스, 풍력 그리고 태양광 산업의 승리로 비춰지고 있으며 전문가들은 트럼프 정부의 에너지 계획에 큰 차질이 빚어질 것으로 보고 있다.

제2절 원자력 연구개발 정책 동향 분석

1. 오바마 정부의 백악관 원자력정상회의

백악관은 2015년 11월 6일 다수의 원자력 정책결정자, 국립연구소 기관장, 원자력 전력업체 및 산업계 대표, 선진 원자로 개발업체 대표 등을 초청하여 ‘원자력 정상회의’(White House Summit on Nuclear Energy)를 개최하였다.⁴⁸⁾ 이 백악관 정상회의의 목적은 오바마 정부의 청정에너지 전략과 기후변화 대응 및 에너지 안보를 공고히 함에 있어 원자력의 역할을 강조하기 위한 것으로 알려지고 있다.

백악관은 이 행사를 토대로 원자력을 미국의 청정에너지 전략을 위한 필수요소로 △선진 원자로 개발 및 배치 관련 기술, 규제 및 금융지원을 위한 원자력혁신가속통로(GAIN: Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear)를 출범시키고, 아이다호국립연구소(INL)가 이의 중심 역할을 수행토록 하며, △2016년 봄에 에너지부 및 NRC가 공동으로 기술 및 규제의 효율성 증가를 위한 제2차 선진 원자로 워크숍을 개최하며, △SMR을 포함해 원자력을 위한 대출보증(Loan Guarantee, 125억불)을 강화하며, △에너지부가 경쟁력 있는 선진경수로 개발 지원을 위한 경수로연구개발실증(RD&D) 워킹그룹을 설립하며, △에너지부는 NuScale과 함께 오크리지국립연구소(ORNL) 내에 CASL(Consortium for Advanced Simulation of LWRs) Energy Innovation Hub를 통해 SMR를 위한 새로운 비

48) 이 정상회의에서는 백악관의 John Holdren 과학기술정책실(OSTP: Office of Science and Technology) 실장, John Kotek 에너지부 원자력실 차관보 대행, Stephen Burns 원자력규제위원회 위원장, 웨스팅하우스, 제너럴 아토믹스 등 원자력 산업계 대표, NuScale, Transatomic Power 등 다수 소규모 선진 원자로 개발업체 대표, Third Way, NEI 대표 등이 원자력 정책, 산업, 발전, 규제, 연구개발 등 전반에 대해 발표하였다.

용분담의 모델링 및 시뮬레이션을 확립하고, △에너지부는 Arizona Public Service's Palo Verde Nuclear Generating Station과 함께 SMR 인허가 지원을 위한 투자(2012년 이후 452백만불 투자), 및 △상용 LWR 운영을 위한 현대화된 LWR 제어실 설계를 지원할 것이라고 발표하였다. 백악관 원자력 정상 회의 발표 중 원자력혁신가속통로 내용은 다음과 같다.

에너지부는 원자력계가 기존 원전의 지속적인 안전과 신뢰성 및 경제적 운영을 보장하면서 상용화를 위한 선진 원자로 설계에 필요한 기술, 규제, 금융지원을 활용할 수 있도록 원자력혁신가속통로를 출범시켰다. GAIN은 에너지부 시설단지 및 산하 국립연구소 전반에 걸쳐 인력, 시설, 재료, 데이터와 같은 다양한 영역에 대하여 한 번의 접속으로 이용할 수 있도록 했으며, 아래 기능을 보유한다.

- 보유능력 접근: GAIN은 에너지부 기술전환국(OTT: Office of Technology Transitions)의 청정에너지투자센터(Clean Energy Investment Center)를 통해 사용자가 원자력과 관련된 다양한 기능 및 전문지식에 접근할 수 있도록 단일화된 접속 창구를 제공할 것이며, 시작단계로 INL이 원자력과 관련 GAIN의 총괄책임자를 담당함.
- 원자력기반시설 데이터베이스(NEID: Nuclear Energy Infrastructure Database): NEID 계시를 통해 투명성을 강화하고, 기반시설과 관련된 카탈로그를 제공할 것임. NEID는 현재 미국 및 미국 외 84개 기관의 377개 시설에서 802개의 연구개발 상품들에 대한 정보들을 포함하고 있으며, 기술 개발 및 이행뿐만 아니라 연락처, 가용성, 기능 접근 과정 지원에 대한 자원 가용성을 확인할 수 있는 DB에 접근 가능함.
- 중소기업 바우처(Small Business Vouchers): 첨단 원자력 기술 개발을 위해 노력하고 있는 신규기업들을 적극 지원하기 위해 창업자들을 포함한 중소기업 지원자에게 약 2백만불을 바우처 형태로 사용할 수 있도록 원조할 계획임.
- 규제 절차 안내 지원(Assisting Navigation of the Regulatory Process): 원자력규제 위원회(NRC)는 에너지부에게 NRC의 최신 규정 및 인허가 절차를 제공할 것이며, GAIN을 통해 첨단원자력기술의 잠재적 지원자에게 신규원자로기술의 인허가에 관한 규제절차를 이해시키고 안내할 것임.

이처럼 COP21 회의에 앞서 개최된 백악관 원자력정상회의에서 미국은 탄소 및 메탄 배출을 감소하고자하는 국제적 노력을 강력히 지지하며, 이에 원자력에너지가 기여하고 있다는 것을 명확히 보여주고자 했던 것으로 보인다. 특히, 백악관 과학기술정책국 John Holdren 실장은 “오바마 대통령이 기후변화문제 해결을 최우선의 과제라 생각한다.”고 언급했다. 또한 백악관 수석 정책 고문인 Jason Walsh는 “우리는 파리에서 야심차고 내구성 있는 협정에 도달할 수 있다고 판단한다. 원자력 에너지는 국가적 약속을 이행할 수 있는 많은 기술 경로 중 하나이지만, 그 중 가장 중요한 기술이라 생각한다.”고 밝혔다.

이에 NEI 회장은 COP21에 앞서 이 정상회의를 통해 백악관의 의지를 확인할 수 있었다며, “원자력은 미국에서 탄소배출 없이 전기의 63%를 생성하는 가장 큰 비탄소 전력원”임을 강조하고, “탄소배출을 감소하기 위해 모든 신뢰할 수 있고 지속 가능한 프로그램에서 기존 원자로들의 보존과 인허가 갱신 및 신규 원자력 에너지 시설 건설을 장려할 필요가 있다.”고 밝혔다. EPA 전 청장이자 원자력 분야의 저명한 논평가인 Carol Browner는 “원자력이 미국의 청정에너지 전략의 필수요 인이라는 오바마 행정부의 입장으로 기후변화를 걱정하는 사람이라면 반드시 원자력을 지지할 수밖에 없는 분위기가 형성됐다”고 지적하며, “원자력 이외에도 풍력 및 태양력 등의 신재생에너지와 같은 모든 청정에너지원들이 필요하다”고 밝혔다.

2. 선진원자로 개발

가. 에너지부 활동

2030년대에는 미국 대부분의 원전이 설계수명에 도달하게 될 것임에 따라, 에너지부는 미국의 원전 발전용량을 지속적으로 확대하기 위한 방안으로 다양한 차세대 원전 개발 촉진사업에 착수했다. 워싱턴 D.C 소재 연구기관 Third Way의 조사에 의하면 북미 지역의 50여개 기업들이 차세대 원자로 기술개발을 위해 13억불 이상의 민간 자본을 투자하고 있으나 에너지부의 적절한 지원 부재 및 NRC의 인허가 지연 등으로 인해 창업기업들이 극복하기 어려운 장애에 부딪히고 있다고 밝혔다.

에너지부는 차세대 원자로 촉진을 위해 2015년 가을 백악관에서 개최된 원자력 고위급회담을 통해 원자력혁신가속통로(GAIN: Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear) 프로그램 착수를 발표했다. GAIN을 통해 신규 또는 선진 원자로 설계의 상업화를 위해 원자력계에 기술, 규제 및 재정적 지원을 제공할 수 있다고 밝혔으며, 수백만 불이 소요되는 인허가 비용에 에너지부 대출담보를 활용할 수 있도록 했다. 또한 중소기업이 국가 연구시설을 사용할 수 있도록 voucher 프로그램도 만들었다. 2016년 1월에는 두 개의 차세대 원자로 사업에 8천만 불 지원을 약속했으며, 향후 5년간 각각의 사업에 4천만 불씩 매칭펀드 형식으로 추진될 것이다. 본 사업은 X-energy사⁴⁹⁾의 Pebble-bed reactor와 TerraPower 및 Oak Ridge 국립연구소와 협력사업을 추진 중인 Southern Company⁵⁰⁾의 용융염 원자로 개발을 지원키로 결정되었다. 에너지부는 2016년 6월 13일 GAIN 구상의 일환으로 선진 원자로 개발의 가속화를 지원하기 위해 8개 선진 원자로

49) X-energy는 Xe-100 Pebble Bed 선진 원자로의 설계 및 연료개발 과제를 수행하기 위해 BWX Technology, Oregon State University, Teledyne-Brown Engineering, SGL Group, Idaho National Laboratory(INL) 및 Oak Ridge National Laboratory(ORNL)와 협력할 예정이다.

50) Southern Company Services는 TerraPower, EPRI, Vanderbilt University, ORNL과 MCFR(Molten Chloride Fast Reactor) 개발을 위한 중합영향실험 및 재료 적합성 연구를 수행할 예정이다.

개발업체에 2백만 불 수준의 Voucher를 제공할 예정이라고 밝혔다. 8개 업체⁵¹⁾는 아이 다호국립연구소의 'Nuclear Science User Facilities' 등 국립연구소의 시설 및 자료에 접근할 수 있게 되어 국립연구소와의 협력 하에 선진 원자로 개발을 가속화할 수 있을 것으로 기대된다.

에너지부는 2016년 5월 26일 미국내 원자력 발전 용량을 두 배로 늘리기 위한 에너지 부 전략을 담은 '선진 원자로 개발 및 배치를 위한 비전 및 전략 초안'을 발표했으며, 2017년 1월 해당 보고서의 최종본⁵²⁾을 발표하였다. 비전과 전략 보고서 주요 내용은 아래와 같다.

- 원자력 산업은 상당한 도전에 직면해 있으며 저렴한 천연가스와의 치열한 경쟁, 규제 조치 등으로 인해 2030년 이후 발전용량이 감소하기 시작할 것임
- 현재 운영 중인 99개의 원자로가 향후 15~30년 사이에 설계 수명에 도달할 것임
- 추가적인 계속 운전, 개량형 LWR 및 SMR 등을 통해 이를 완화시킬 수 있겠지만 2050년 이후에도 원자력이 지속적으로 유지되기 위해서는 선진 원자로의 개발 및 배치가 필수적임
- Gen-IV 원자로 등 선진 원자로들은 최신 LWR 기술에 비해 안전성, 경제성, 자원 활용성, 폐기물 감축, 산업용 열병합 발전, 핵확산 저항성 및 안전성 등을 획기적으로 개선시킬 수 있을 것임
- (비전) 선진 원자로는 안전, 비용, 성능, 지속가능성, 비확산성 등에서의 강점으로 인해 2050년까지 미국과 국제 원자력 분야에서 중요한 성장 요소를 제공할 것임
- (목표) 2030년대 초반까지 적어도 두 가지 비경수로 선진 원자로 개념이 기술적으로 성숙한 단계에 이르고 안전성 및 경제성 실증과 (상용) 원전 건설을 진행할 수 있도록 원자력규제위원회의 인허가 검토를 완료함
- (전략) △GAIN을 통해 인프라 강화, △기술 위험성 제거, △핵연료 및 핵연료주기 경로(pathway) 개발, △규제체제 수립 지원, △공공-민간 투자 효율성 확대 및 민간 지원을 위한 정책 인센티브 개발, △인력 양성

본 계획은 전략적 배치의 1단계로 2030년대 초반까지 2개의 선진 원자로형의 인허가 및 건설 준비를 마칠 것을 요구하고 있다. 2030년은 미국내 원자로의 대부분이 설계 수명에 도달하기 때문에 매우 중요한 해가 될 것이며, 2030년까지 탄소배출량을 32% 감축 하겠다고 서약한 상황에서 무탄소배출원의 60%를 담당하고 있는 원전 없이 이를 달성하

51) 8개 업체 중에서 뉴햄프셔의 'Creare LLC'는 INL과 금속연료 소재 개발, 워싱턴 주의 'Columbia Basin Consulting Group'은 Pacific Northwest 국립연구소와 남-비스무스 소형모듈원자로 인허가 개발, 뉴욕의 'Terrestrial Energy USA'는 아르곤국립연구소와 고온에서 용융염 원자로 물성 검증과 매사추세츠의 'Transatomic Power'는 오크리지국립연구소와 용융염 원자로 설계의 핵연료주기 성능평가를 수행할 예정이다.

52) Department of Energy, Vision and Strategy for the Development and Deployment of Advanced Reactors, January, 2017.

기는 쉽지 않을 것이다. 이에 따라 본 계획에서는 원전 용량을 현재의 두 배 수준으로 유지하기 위해서 기존 원전의 추가 수명연장, SMR을 통해 2050년까지 700TWh의 전력을 생산하고 또한 기타 선진 원자로 등을 활용하고자 한다.⁵³⁾⁵⁴⁾

에너지부 장관 자문위원회(SEAB: Secretary of Energy Advisory Board)는 2016년 9월 22일 원자력 발전 미래 보고서⁵⁵⁾를 발간하고 원자력의 성공적인 미래를 위해서는 전력 시장 구조 개혁이 먼저 필요하며, 실증된 경수로를 신규 원전으로 건설하고, 2030~50년대를 대비하여 상업용 선진 원자로 첫호기 건설을 위해 향후 25년간 115억 달러 규모의 프로그램을 추진할 것을 권고하였다. SEAB가 제안한 프로그램은 I.연구개발(5년), II.구성품 개발 및 NRC 인허가(7년), III.(필요시) 실증로 건설 및 운영(7년), IV.상업용 선진 원자로 첫 호기 건설(6년)로 이루어지며 소요 예산 아래와 같이 정부와 민간이 공동으로 부담할 것을 제안하였다.

- I 단계: 정부 단독 투자(20억 달러)
- II 단계: 정부-민간 공동 투자(30억 달러)
- III 단계: 정부-민간 공동 투자(35억 달러)
- IV 단계: 민간 단독 투자(30억 달러)로 예산 구성

SEAB의 미래 보고서에 대해 Lamar Alexander(공화, 테네시) 상원의원은 2016년 11월 16일 개최된 상원 에너지수력개발소위원회 공청회에서 기후변화에 대한 가장 확실한 보편은 원자력이며 지금은 선진원자로, SMR 및 사고저항성핵연료(accident tolerant fuel) 개발에 투자를 해야 할 시기라고 주장하였다. 그리고 SEAB 위원장인 John Deutch⁵⁶⁾는 선진원자로 배치를 위해 독립적인 준공공회사가 필요하며 이 회사가 핵연료주기와 폐기물관리까지 주관할 것을 권고하였다.

에너지부는 2017년 1월 SEAB의 원자력 발전 미래 보고서를 평가하고 대응전략을 담은 보고서를 발간⁵⁷⁾하였다. 에너지부는 선진원자로 개발 및 배치를 위해 GAIN을 통해 연구

53) NEI와 미국 국제안보전문연구소인 PGS(Partnership for Global Security)가 공동으로 참여하고 있는 GNI(Global Nexus Initiative)는 선진 원자로 배치와 관련된 정책권고보고서(A Framework for Advanced Nuclear Reactor Deployment: Policy and Issues)를 발간하고 기후변화 문제 해결과 지속가능한 에너지 생산을 위해 선진 원자로가 10~15년 안에 배치될 수 있도록 설계단계에서 실증단계로 개발 속도를 높여야 하며 이를 뒷받침할 수 있는 규제 개혁이 필요하다고 주장하였다. 그리고 GNI는 선진 원자로의 안전, 핵안보, 비확산 및 안전조치의 중요성을 강조하면서 증식을 통한 잉여 플루토늄 생산과 고농축우라늄 사용을 반대한다고 밝혔다.

54) 에너지부는 소듐냉각고속로(SFRs: Sodium-cooled Fast Reactors), 고온가스로(HTRs: High Temperature Gas-cooled Reactors), 납 또는 납-비스무스 냉각고속로(LFRs: Lead or Lead-bismuth cooled Fast Reactors), 가스냉각고속로(GFRs: Gas-cooled Fast Reactors), 용융염로(MSRs: Molten Salt Reactors), 초임계수냉각로(SCWRs: Super-Critical Water cooled Reactors) 등의 선진 원자로를 선호하며 토륨원자로도 포함될 수 있을 것이다. 이러한 원자로들은 대부분 경수로보다 안전하다. 일부 원자로는 예비전력 없이도 노심 용융을 방지할 수 있는 피동 냉각계를 지니며, 일부는 폐기물이 적고 설계가 간단하며 사용이 수월하여 안정성이 높은 특징을 지닌다.

55) Secretary of Energy Advisory Board, "Report of the Task Force on the Future of Nuclear Power", Department of Energy, September 22, 2016

56) John Deutch 위원장은 MIT 교수 시절 Moniz 에너지부 장관 등과 함께 '원자력의 미래(The Future of Nuclear Power)'라는 보고서에서 원자력발전은 지지하나 경제성을 이유로 재처리는 반대한 인사이다. 그러나 Moniz 장관, John Deutch 등은 당장 재순환을 동반하지 않는 선진 원자로 관련 연구개발에 대해서는 부정적 시각을 갖고 있지 않은 것으로 알려져 있다.

개발을 지원하며 SEAB가 제시한 정부-민간 투자계획에 동의하고 향후 해당 프로그램이 발족하게 되면 이해 당사자들과 구체적으로 협의할 것이라고 밝혔다. 그리고 선진원자로 개발을 담당하는 준공공(quasi-public) 회사의 필요성에 대해서는 관심을 가지고 지속적으로 논의할 것이며 2018년부터 투자가 가능하면 초기 프로그램이 바로 시작되어야 한다고 강조하였다. 또한 SEAB가 권고한 GIF, IAEA, OECD/NEA와의 국제협력은 원자로 설계, 필요기술 및 규제 체제 개발 등에 많은 도움이 될 것이라 평가하였다.

나. 원자력규제위원회 활동

원자력규제위원회(NRC)는 차세대 비경수로 원전 개발과 관련된 비전 및 전략 보고서⁵⁸⁾를 발간한데 이어 이를 수행하기 위한 중장기 실행계획⁵⁹⁾을 발간하였다. NRC는 비경수로 원전을 효율적·효과적으로 심사하고 규제하기 위해 NRC의 모든 체제가 준비되었음을 보장하기 위해 △NRC 직원의 비경수로 원전에 대한 기술적 역량을 강화하고, △심사 및 감독 등 규제 성숙도를 최적화하며, △이해당사자와의 의사소통을 최적화하는 것을 전략적 목표로 내세웠다. NRC는 전략적 목표를 달성하기 위해 핵연료주기와 비경수로 원전 개발 경험을 가지고 있는 다른 국가와의 협력을 적극 고려하고 있으며 늦어도 2025년까지 전략적 목표를 달성하기 위해 아래 6가지 전략을 발표하였다.

- (기술)비경수로 규제심사 및 감독을 위한 충분한 지식과 기술 습득 및 개발
- (기술)비경수로 규제심사를 위한 컴퓨터 코드와 도구 습득 및 개발
- (규제)기존 규제체제 내에서 탄력적인 비경수로 원전 규제 지침 개발 혹은 필요에 따라 새로운 규제체제 개발
- (기술)연료와 재료를 포함한 비경수로 전주기를 지원하는데 필요한 산업 코드 및 표준 개발 촉진
- (기술)비경수로 원전 규제심사, 부지선정, 인허가 등에 영향을 미치는 기술포괄적인 정책 검증 및 해결
- (의사소통)비경수로 기술과 관련된 내·외부 이해당사자와 소통하기 위한 통합 전략 개발 및 이행

2017년 3월에 개최된 제29차 규제정보회의(RIC: Regulatory Information Conference)⁶⁰⁾

57) Department of Energy, Departmental Response: Assessment of the Report of the SEAB Task Force on the Future of Nuclear Power, January, 2017.

58) NRC, "NRC Vision and Strategy: Safely Achieving Effective and Efficient Non-Light Water Reactor Mission Readiness", January 3, 2017

59) NRC, "NRC Advanced Reactor Vision and Strategy: Mid-Term and Long-Term Implementation Action Plans," March 2017

60) RIC은 원전 건설, 운영, 해체와 관련된 안전 및 안보 사안에 관한 최신 정보를 논의하는 장으로 국제기구를 포함한 30개국 이상의 정부, 연구기관, 산업체 관계자들이 참석한다.

에서 NRC는 선진 원자로 관련 비전과 전략을 소개하고 늦어도 2025년까지 비경수로 원전에 대한 모든 규제 체제를 마련하기 위해 노력할 것이라고 밝혔다. 그리고 소듐냉각고속로, 모듈형 고온가스냉각로 등 선진 비경수로의 주요 설계기준(principal design criteria) 마련을 위한 규제 지침 개발 현황을 소개하였다.

NRC는 선진 원자로 시험 요건 및 원형로 관련 자료 초안⁶¹⁾을 발간하고 원형로를 신규 혹은 혁신적인 설계와 안전 기능을 시험하기 위한 원자로로 규정하였다. 그리고 연구 개발 인허가가 아니라 상용 인허가 규정을 적용할 것이라 밝혔다. NRC는 선진 비경수로 원자로의 경우 원형 시험이 필요하다고 규정하고 있으나 인증 시험을 위해 원형로를 반드시 사용해야 하는 것은 아니며 원형로는 상용 운전이 가능한 것으로 규정한다. NRC가 규정한 안전 요건을 만족시키기 위해 충분한 자료를 확보하지 못한 경우 첫 호기 혹은 표준 원전 디자인을 원형로로 인허가 신청 가능하다. NRC가 선진 원자로 설계에 대한 충분한 자료가 확보되지 않았다고 판단하는 경우, 필요한 시험 자료를 확보하기 위해 첫 호기를 원형로로 인허가 가능하며 선진 원자로의 핵연료와 재료 안전성 평가 자료는 원형로뿐만 아니라 타 시설을 통해 시험 결과를 확보 가능할 것으로 보고 있다. 그리고 원형로 인근 대중과 작업 종사자의 안전을 위해 NRC는 추가 요건을 부과할 수 있으며 산업체는 원형로 인허가 신청 시 수행할 시험에 관한 자세한 정보를 제공해야 한다. NRC는 시험이 성공적으로 완료되기까지 인허가 조건 혹은 제약을 부과할 수 있으며 시험 기간은 일괄적으로 적용되지 않고 시험 목적에 따라 다양할 수 있다. 원형로는 첫 호기 혹은 표준 원전과 비슷한 규모와 기능을 가져야 하나 선진 원자로의 경우 소형 규모의 원전을 원형로로 인허가할 수 있으며, 이 경우 실물 규모의 원전에서 요구하는 안전 요건을 충분히 보장할 수 있어야 한다.

다. 의회 활동

미 의회조사국(CRS: Congressional Research Service)은 제115차 미 의회 회기 내에서 사용후핵연료 재처리와 선진 비경수로 기술 개발 사안이 원자력 관련 주요 과학 기술 정책 이슈로 다루어 질 것이라고 전망하였다.⁶²⁾ CRS가 전망한 두 가지 분야 중 선진 원자로 개발에 대해서는 양원이 초당적으로 지지의사를 표명하였다. Third Way⁶³⁾가 2017년 2월 21일에 개최한 ‘Advanced Nuclear Summit’ 행사에서 Tim Scott(공화-사우스캐롤라이나), Lisa Murkowski(공화-알래스카), Sheldon Whitehouse(민주-로드아일랜드), Chris Coons(민주-델라웨어) 상원의원들은 중국과 러시아와의 경쟁에서 승리하여

61) NRC, “Nuclear Power Reactor Testing Needs and Prototype Plants for Advanced Reactor Designs,” June, 2017

62) CRS, “Science and Technology Issues in the 115th Congress”, Frank Gottron, March 14, 2017

63) Third Way는 경제, 에너지, 정치 등 다양한 분야를 다루는 싱크탱크이며 원자력 관련 미 의회, 정부, 그리고 대중들에게 선진 원자로 개발의 중요성을 강조하고 있다.

리더십을 회복할 수 있도록 선진 원자로 개발을 초당적으로 지지할 것임을 약속하였다.

Dan Newhouse(공화-워싱턴) 의원을 비롯한 공화당 소속 하원의원 17인⁶⁴⁾은 2017년 5월 2일 트럼프 대통령에게 선진원자로, 특히 소형모듈원자로 개발에 정부가 지속적으로 지원해 줄 것을 요청하는 서한을 발송했다. 이들은 중국과 러시아가 미국보다 먼저 소형모듈원전을 국제 원자력 시장에 내놓을 것을 우려하면서 미국의 원전 산업체가 정부 지원을 받고 있는 타국의 원전 산업체에 비해 경쟁력에서 심각하게 뒤처지고 있다고 주장하였다. 그리고 건설 기간 단축 및 낮은 건설비용 등 이미 알려져 있는 소형모듈원전의 장점뿐만 아니라 원자로가 모듈형태로 공장에서 제작되기 때문에 국내 일자리 창출에 크게 기여할 것이라고 강조하면서 에너지부가 소형모듈원자로 개발에 지속적으로 지원할 수 있도록 2018년도 예산을 배정해 줄 것을 트럼프 대통령에게 요청하였다.

선진원자로 개발에 관한 미 의회의 관심과 지지는 표 3-1에서 보는 것처럼 총 8개의 법안 발의로 이어졌다. 상원은 선진원자로 인허가 절차 및 규제 체제 마련과 NRC 요금 체제 개선 등을 포함하는 Nuclear Energy Innovation and Modernization Act(S.512) 법안에 대한 산업계와 관련 전문가들의 의견을 듣고자 2017년 3월 8일 공청회를 개최하였다. 법안 발의자 중 한명인 James Inhofe(공화-오클라호마) 상원의원은 양당이 초당적으로 지지하는 이 법안을 통해 선진 원자로 개발 분야에서 러시아와 중국과의 경쟁에서 뒤떨어지지 않고 국제 리더십과 핵비확산 영향력을 회복해야 한다고 주장하였다. 공청회 증인으로 참석한 Korsnick 원자력협회(NEI) 회장은 소형모듈원전과 선진 비경수로 원자로 개발을 위해서는 시대에 뒤떨어지고 불필요하게 비싼 규제 절차를 개선해야 한다고 강조하면서 해당 법안에 대한 지지 의사를 밝혔다.

하원 세출위 산하 에너지수력개발소위 Mike Simposn(공화-아이다호) 위원장은 2018년도 예산 법안에는 원전의 안전과 신뢰성을 보장하고 차세대 원자로 개발 기반을 다질 수 있도록 원자력에 대한 강력한 재정 지원을 포함하고 있다고 강조하였다.⁶⁵⁾

64) Dan Newhouse, Chris Collins, Mike Kelly, Chris Stewart, Duncan Hunter, Blake Farenthold, Michael T. McCaul, Pete Sessions, Will Hurd, Tim Murphy, Chuck Fleischmann, Pete Olson, Cathy McMorris Rodgers, Joe Wilson, Mia Love, Greg Walden, Trent Franks

65) "This bill includes strong funding for Nuclear Energy, providing research and development to ensure a safe, efficient, and reliable nuclear fleet and laying the foundation for the next generation of nuclear reactors."

표 3-1. 미 의회 선진원자로 개발 관련 법안 발의 현황

하원	Nuclear Energy Innovation Capabilities Act of 2017
	□ 주요 발의자: Randy Weber(R-TX), Stephen Knight(R-CA), Lamar Smith(R-TX), Eddie Johnson(D-TX), Daniel Lipinski(D-IL)
	□ 주요 내용: 미 정부의 연구개발 역량을 강화하고 정부-민간 파트너십을 통해 민간의 선진 원자로 기술개발 투자를 독려
	□ 115차 회기: H.R.431, '17.1.11., 하원 법안 발의, H.R.589에 포함
	Advanced Nuclear Technology Development Act of 2017
	□ 주요 발의자: Robert Latta(R-OH), Jerry McNerney(D-CA), Charles Fieischmann(R-TN), Michael Doyle(D-PA)
	□ 주요 내용: 선진 원자로 개발 및 투자 촉진을 위해 NRC가 예측 가능한 규제체제를 마련
	□ 115차 회기: H.R.590, '17.1.23., 하원 통과
	Department of Energy Research and Innovation Act
	□ 주요 발의자: Lamar Smith(R-TX), Bernice Johnson(D-TX), Randy Webber(R-TX), Stephen Knight(R-CA)
	□ 주요 내용: 2025년까지 다목적 고속 시험로 건설을 포함한 에너지부 연구 혁신 강조
	□ 115차 회기: H.R.589, '17.1.24., 하원 통과
상원	Nuclear Energy Research Infrastructure Act of 2017
	□ 주요 발의자: Randy Weber(R-TX), Bernice Johnson(D-TX), Lamar Smith(R-TX), Daniel Lipinski(D-IL), Stephen Knight(R-CA)
	□ 주요 내용: 2025년 말까지 고속 중성자 연구로 건설
	□ 115차 회기: H.R.4378, '17.11.13., 하원 법안 발의
	Nuclear Energy Innovation Capabilities Act
	□ 주요 발의자: Mike Crapo(R-ID), Sheldon Whitehouse(D-RI), Cory Booker(D-NJ), James Risch(R-ID), Lisa Murkowski(R-AK)
	□ 주요 내용: 에너지부를 통해 새로운 혁신 프로그램을 개발하고 선진 원자로 개발 초기 단계부터 정부-민간 파트너십을 강화
	□ 115차 회기: S.97, '17.6.21., 상원 에너지및연자원위 통과
	Nuclear Energy Innovation and Modernization Act
	□ 주요 발의자: John Barrasso(R-WY), Sheldon Whitehouse(D-RI), James Inhofe(R-OK), Cory Booker(D-NJ), Mike Grapo(R-ID)
	□ 주요 내용: 선진 원자로 개발과 예측가능한 규제체제 마련을 촉구
	□ 115차 회기: S.512, '17.3.22, 상원 환경공공업무위 위원회 통과
Advanced Nuclear Energy Technologies Act	
□ 주요 발의자: Jeff Flake(R-AZ), Cory Booker(D-NJ), James Risch(R-ID), Mike Crapo(R-ID)	
□ 주요 내용: 에너지부는 2018년까지 최소 4기의 선진 원자로 실증 사업을 수행하기 위한 계약을 맺고 정부-민간 공동 투자로 에너지부 부지에 사업을 진행	
□ 115차 회기: S.1457, '17.10.3, 상원 법안 발의	
Energy and Natural Resources Act of 2017	
□ 주요 발의자: Lisa Murkowski(R-AK)	
□ 주요 내용: 에너지부가 고속 중성자 연구로 필요성을 결정하고 에너지부 부지에 민간이 투자한 시험로 건설을 허가	
□ 115차 회기: S.1460, '17.6.28, 상원 법안 발의	

3. 소형모듈원자로 개발

에너지부는 2016년 2월 18일 유타지방전력연합(UAMPS: Utah Associated Municipal Power Systems)과 SMR의 부지를 아이다호국립연구소로 하기로 잠정 합의했다고 밝혔다. 이 SMR은 NuScale이 개발하고 있는 50MWe급 12개 모듈로 구성될 예정으로 NuScale은 2016년 12월 31일 NRC에 SMR의 설계인증 인허가 신청서를 제출하였다. NRC 검토는 약 40개월이 걸릴 것으로 예상되고 있으며, 건설운영허가 신청을 2018년 1분기, 상업운전을 2023년으로 목표로 하고 있다.

GA(General Atomics)는 2030년경 상용화를 목표로 Energy Multiplier Module (EM2)로 불리는 SMR 개발을 가속화하고 있다. GA는 이미 EM2 개발에 4천만 불을 투자한 상황이며, 10년 내 EM2 원형로 건설 및 2030년경 상용화를 목표로 개발 중이다. GA는 전체 용량이 1,060MWe급인 4개의 모듈 EM2 원자로를 42개월내 46억 달러에 건설이 가능하고⁶⁶⁾, 소형의 최적화된 설계로 차량(트레일러) 운반이 가능할 것이라고 주장하고 있다. GA는 기존 대형 원전의 열효율이 33%인 반면, EM2은 열적 안전성이 우수한 세라믹 소재(SiC)를 사용함으로써 고온 운전이 가능하여 열효율을 53%까지 높일 수 있다고 강조하고 있으며 기존 경수로 또는 EM2에서 발생된 사용후핵연료의 지속적인 재활용을 통해 폐기물을 97% 감소시킬 수 있다고 주장하고 있다.

에너지부는 SMR의 성공적인 상용화를 위해 △SMR 부품의 비용 감소 및 제작 기간 단축을 위한 제작 기술, △SMR 관련 미국의 능력, △전력생산 외에 Hybrid energy system (신재생에너지와의 믹스), 해수담수화, 공정열, 국가안보 등의 수요를 알아보기 위해 2016년 6월 22~23일 양일에 걸쳐 'Pathway to SMR Commercialization'이라는 주제로 워크숍을 개최하고 워크숍 결과보고서⁶⁷⁾를 2016년 11월 1일 에너지부 홈페이지에 게재하였다.

이 워크숍에서 에너지부는 SMR 인허가 기술지원, GAIN 일환으로 SMR 개발 관련 국립연구소 자료 및 시설 활용, SMR 관련 제작기술 혁신을 위한 기술개발 지원 등 지금까지 수행해 온 활동들을 소개하였다. 산업체들은 SMR 상업화를 위해 △안전성, 용량 측면에서 기존 대형 원전과 다르므로 인허가 체제의 개선, △인허가 기술지원 프로그램이 2017년 종료되지 않고 계속 이어져야 하며, △최초의 SMR 건설에는 위험이 수반되므로 전기생산 세제 혜택, 전력구매협정 등 경제적 지원, 새로운 SMR 산업인프라를 위한 정부 투자 등 추가 지원이 필요하다고 주장하였다. 또한 산업체는 SMR 상업화 관련 단순히 기존에 국립연구소가 보유하고 있는 시설 및 자료 접근만으로는 한계가 있을 것으로,

66) 1개의 EM² 소형모듈 원자로는 265MWe 용량으로, 상기는 4개 모듈 배치에 발전용량 1,060MWe를 상정한 것이다.

67) DOE SMR Workshop - The Pathway to SMR Commercialization, Department of Energy, November 1, 2016

실제 상용화에 필요한 추가의 자료 및 시설 구축 등이 이루어져야 한다고 주장하였다.

이날 행사에 참석한 장비 제작업체 관계자들은 대형 원전이 아니므로, SMR 부품 제작 능력은 충분하나 이를 위한 제작시설 구축이 관건으로 보인다고 밝혔다. 그리고 향후 부품 제작을 위한 세부설계 완료, 선진 제작기술 개발, 생산량 증대를 위한 모듈 개념 개발, 현재 제작할 수 없는 부품 규명 및 공급망 확립 등이 이루어져야 할 것이라고 주장하였다.⁶⁸⁾

4. 다목적고속시험로 개발

원자력자문위원회(NEAC: Nuclear Energy Advisory Committee)는 선진 비경수로 개발 및 배치를 지원하기 위해 신규 시험로 건설 필요성을 검토하였으며 2017년 2월 24일 그 검토 결과를 발표하였다.⁶⁹⁾ NEAC 보고서에 따르면 미국내 기존 시험로는 열중성자를 사용하고 있어 고속 중성자, 액체 금속, 용융염 등의 환경에서 수행되어야 하는 핵연료 및 재료 조사 시험을 대체하기에 어려움이 있다고 한다. 그리고 해외에는 미국 산업체들이 활용할 만한 시험로가 있지만 수출통제와 관련하여 비용 및 지연 등 여러 어려움이 있을 것으로 판단하고 있다. NEAC은 미국이 신규 고속중성자 시험로를 건설하면 핵연료 및 재료 시험 등 여러 활용 가능성이 있을 것으로 전망하고 신규 시험로의 설계, 인허가, 및 건설 계획을 지금 즉시 마련해야 하며 에너지부 원자력실이 신규 시험로 건설을 지원할 수 있는 재정 및 일정을 포함하는 사전 개념 설계 계획을 즉시 추진할 것을 권고하였다.

에너지부 원자력실은 NEAC의 권고에 따라 2017년 3월 아르곤국립연구소, 아이다호국립연구소, 그리고 오크리지국립연구소 등이 참여하는 다목적고속시험로(VTR: Versatile Test Reactor) 개발 담당조직을 구성하였다. 각 국립연구소별로 주요 연구개발 분야를 나누어 분담하고 있는데 VTR 원자로 개발은 아르곤국립연구소가, VTR용 핵연료 개발은 아이다호국립연구소가 주로 담당하고 있다. VTR 개발팀은 단기(3년) 및 장기 계획과 연구개발 전망을 포함하는 보고서를 2017년 중순에 마무리하였다. VTR 개발 계획을 살펴 보면 10년(2026년 12월) 내에 아이다호국립연구소 부지에 VTR 건설을 완료하고 운영을 시작하는 것을 목표로 하고 있으며 향후 3년간 일정은 △VTR 관련 조사(2018년), △연구개발(2019년), △VTR 설계 개념 완성(2020년)으로 구성되어 있다.

에너지부는 2020년 미 대선에 따른 정치적 불확실성을 최소화하기 위해 2020년 초에 건설 준비를 마무리할 수 있도록 빠르게 진행할 예정이다. 이를 위해 VTR은 새로운 기술을 적용하기 보다는 보수적으로 접근할 예정인 것으로 알려져 있다. VTR 관련 2018년 예산으로 에너지부는 10백만 달러를 신청하였으나 상하원과의 조율을 통해 25백만 달러로

68) Holtec International은 뉴저지에 SMR을 포함하는 부품제작이 가능한 공장을 짓고 있으며 여기에는 3억 달러가 투자됐다고 설명하였다.

69) NEAC, "Assessment of Missions and Requirements for a New U.S. Test Reactor", February 2017

책정될 예정이며, 행정부 고위직과 의회의 강한 지지를 받고 있어 2019년 예산은 큰 폭으로 증가될 것으로 예상된다. VTR 핵연료는 U-10Zr와 U-xPu-10Zr 금속핵연료를 고려하고 있으며 VTR에서 발생하는 사용후핵연료를 재활용할 계획은 없으나 일부 사용후핵연료는 연구개발 및 선진금속핵연료 개발 목적으로 전기화학 재활용(파이로) 기술을 적용할 계획이다.

미 하원은 2025년까지 다목적고속시험로 건설을 포함하는 Department of Energy Research and Innovation Act(H.R.589)를 통과시켰으며 현재 상원에서 검토 중이다. 이와 함께 에너지부가 고속중성자시험로를 2025년 말까지 건설하도록 하는 Nuclear Energy Research Infrastructure Act(H.R.4378)가 2017년 11월 해당 소위를 통과하였다. 또한 상원에서 발의한 Nuclear Energy Innovation Capabilities Act(S.97)는 에너지부를 통해 새로운 혁신 프로그램을 개발하고 선진 원자로 개발 초기 단계부터 정부-민간 파트너십을 강화하고 2025년까지 고속중성자를 활용하는 시험로 건설을 완료하도록 하는 내용 등을 골자로 하고 있다.

5. 사용후핵연료 관리 정책 동향

가. 유카산 처분장

1987년 네바다주의 유카산을 고준위폐기물 영구처분장으로 지정했지만, 네번의 정권이 교체되는 동안 건설 승인이 계속 연기되었다. 오바마 대통령은 2010년 유카산 처분장의 인허가 관련 예산을 전액 삭감하여 건설 계획을 백지화하였다. 그리고 2012년 구성된 블루리본위원회(BRC)는 동의기반 부지선정(consent based process) 과정을 거쳐 새로운 처분장을 확보할 것을 권고하였다. 그러나 새로운 처분장 확보를 위한 오바마 정부의 활동은 초기 단계에 그쳤고, 처분장 확보 지연으로 인해 피해를 본 전력회사들에게 연방정부는 약 300억 달러(추정)의 보상 책임을 안게 되었다.

트럼프 정부는 유카산 사업을 재개할 의향이 있는 것으로 보이며 2018년 예산제안서에서 유카산 처분장 인허가 재개를 위해 1억2천만 달러를 요청하였다. 이에 따라 7년 만에 다시 고준위 폐기물처분장 문제가 미 의회의 찬반 논쟁에 휩싸이게 되었다. Rick Perry 에너지부 장관은 2017년 3월 28일 네바다 주지사와의 회의에서 유카산 사업 재개를 언급했고, 2017년 4월 25일 미 의회에도 유카산 사업 재개의 중요성을 강조하는 서한을 전달하였다. 워싱턴 내 많은 전문가들은 에너지부가 국내 폐기물 처분 업무를 수행하는 민간방사성폐기물관리실(OCRWM: Office of Civilian Radioactive Waste Management)⁷⁰⁾을 복구할 것으로 예상하고 있다. 그리고 원자력 산업계는 유카산 사업 재개를 주장

70) 오바마 정부는 OCRWM을 해체하고 관련 업무를 에너지부 원자력실로 이관하였다.

하며, 유카산 처분장 인허가와 중간저장시설 건설을 위한 자금을 연방기관이 확보할 수 있도록 의회를 설득 중이다. 네바다 주정부 산하의 폐기물처분사업 모니터링 담당기관의 추산에 의하면, 유카산 사업을 위해 에너지부는 총 17억 달러의 예산이 필요하고, 인허가 작업을 완료하기 위해 NRC는 3억3천만 달러가 필요할 것으로 예상하고 있다. 따라서 에너지부가 신청한 1억2천만 달러는 향후 사업 실행을 위한 작은 조치라 볼 수 있다. 본 예산이 승인되면, 이는 유카산 사업 재개를 위해 필요한 인력을 재고용하는데 사용될 것으로 예상된다.

John Shimkus(공화-일리노이) 하원의원은 유카산 사업 재개와 민간 소유의 중간저장 시설 건설을 지지하는 방사성폐기물정책법(Nuclear Waste Policy Act) 개정안⁷¹⁾을 제출하였고 하원 에너지산업위원회는 이 법안을 49-4로 통과시켰다. 해당 법안은 사용후핵 연료를 위한 중간저장시설 건설 과정과 유카산 사업 재개를 위한 인허가 과정 모두가 능률적으로 추진되는 것을 도모하고 있다. 법안은 유카산 사업 인허가 작업 재개를 목표로 하며, 정부가 중간저장시설 건설을 위하여 민간 사업자와 약정을 맺는 것을 허락하고, 유카산 사업에 대한 네바다주의 용수 공급제한을 해제하는 내용도 담고 있다. 그리고 유카산에 대한 NRC의 결정에 앞서 1기의 중간저장시설이 먼저 건설될 수 있도록 하며 중간저장시설을 위해 에너지부가 매년 5천만 달러를 2020년부터 3년간 사용할 수 있도록 규정하고 있다. NRC에는 통합중간저장시설을 위한 인허가 신청이 2건⁷²⁾ 접수되어 있고 법안에는 유카산 사업 인허가 검토 재개를 위한 행정부가 요청한 1억2천만 달러에 대한 자금 제공도 포함하고 있다. NRC에게도 인허가 작업 비용으로 3천만 달러를 배정하였다.

유카산 사업 재개를 위한 하원의 노력에 반해 상원은 2018년 회계연도 세출법안에 통합 중간저장시설 관련 조항을 수록하고, 사용후핵연료를 민간 시설에 저장할 수 있도록 에너지부에 예산을 배정하고 있지만, 유카산 처분장에 대해서는 언급하지 않고 있다. 2017년 7월 20일 상원 세출위원회는 유카산 처분장을 위한 1억2천만 달러를 제외한 세출안을 심의한 후, 상원 본회의에 회부하였다. 상원과 하원은 각 연방기관의 예산규모와 지출 우선순위에 대해 합의해야 하는데, 최근 몇 년간 세출법안에 합의하지 못한 의회는 2017년과 같은 수준을 적용한 잠정예산안을 편성하여 왔다. 2017년에도 잠정예산안이 채택되었으며 여기에는 유카산 사업 관련 예산이 없었기 때문에 현재까지 유카산을 위한 예산은 없는 상태이다.

2018년부터 유카산 사업이 재개될 수 있도록 세출법안이 재정된다 할지라도, 시설 준공까지는 많은 장애물이 있을 것으로 평가된다. 유카산 사업의 가장 강력한 반대자였던 Harry Reid(민주-네바다) 전 상원의원은 퇴임했지만, 본 사업 재개에 대해 여전히 많은 저항들이 예상된다. 2017년 4월 26일 청문회에 참석한 많은 원자력산업 종사자들은 유카산

71) Nuclear Waste Policy Amendments Act of 2017 (H.R.3053)

72) 텍사스주의 Andrews 카운티와 뉴멕시코주의 Lea 카운티

사업을 찬성했지만, 네바다주 대표단⁷³⁾은 반대 의사를 표명하였다. Heller 상원의원은 Shimkus 의원의 법안이 네바다 주민에게 거짓 약속을 하고 있으며 정부 단독으로 진행하는 고압적인 법안이라 평가하고, 지역 선정은 동의기반 과정을 통해 이루어져야 한다고 주장하였다. 네바다주 대표단은 Shimkus 법안에서 연방정부에게 수도 및 대기 사용 관련 권한을 부여하는 것은 주정부 권한을 제한하는 것이므로 반대의사를 표명하였다.

Brian Sandoval 네바다 주지사는 유카산에 고준위폐기물 처분장을 건설하는 것은 고려 대상이 아니라 밝혔고, 2017년 4월 26일 에너지부 장관을 만나 미국의 방사성폐기물 문제 해결을 위해 ‘현실적이고 안전한 대책’을 강구할 것을 촉구하였다. 네바다주 의회는 2017년 4월 21일 사용후핵연료와 방사성폐기물을 저장하는 유카산 처분장 계획을 강력히 반대하고, 트럼프 대통령이 관련 법안을 기각시킬 것을 요청하는 결의안을 채택하였다. 미 상원은 유카산 사업 재개에 대한 움직임이 없으나 상원 의석수에 대한 공화당의 근소한 우위는 본 사업 재개를 반대하는 네바다주의 주민 및 정치인에게 유리하게 작용할 것으로 보인다.

또한 네바다주는 영구처분장에 대한 에너지부의 입장에 대해 218개의 기술적·법적 논란⁷⁴⁾들을 제기하였다. 현재 이 논란에 대한 NRC 청문회는 시작되지 않았으며 제기된 논란을 청문회에서 처리하기 위해서는 약 4~5년이 걸릴 것으로 예상되며 약 20억 달러의 비용이 들 것으로 추정된다. 그리고 시험을 위해 일부 철로와 터널이 설치되었으나 42마일에 달하는 실제 터널 공사는 착수되지 않았고 사용후핵연료를 유카산으로 옮기기 위해 300 마일의 새로운 철도가 필요한 상태이다. NRC는 2015년 유카산 부지에 대한 안전성 평가 연구를 대부분 완료했지만, 이에 대한 공청회가 시작 단계부터 중단되어 있다. NRC 위원장은 상원 청문회에 유카산 처분장 인허가 절차가 3년에서 5년이 걸릴 수 있다고 답변하였다.

유카산 처분장이 당장 운영되더라도 바로 저장 한계에 이를 것으로 예상된다. 유카산 처분장은 법령상 최대 저장용량이 7만 톤으로 제한되어 있으나, 이미 미국 전역에 7만 톤의 사용후핵연료가 쌓여 있고 저장용량 상한을 해제하더라도, 하역 절차상 매년 3~4천 톤 밖에 수용할 수 없다. 또한 기존의 사용후핵연료 수송/저장용 캐스크는 유카산 처분장 설계에 비하여 너무 크다. 기존 캐스크는 소내 저장에 최적화되어 이대로는 유카산 처분장 설계하에서는 너무 많은 열을 방출할 것이어서 재포장 시설이 필요할 것으로 전망된다.

73) Dean Heller(공화-네바다) 상원의원, Dina Titus(민주-네바다) 하원의원, Ruben Kihuen(민주-네바다) 하원의원, Jacky Rosen(민주-네바다) 하원의원

74) State of Nevada, "Report and Recommendations of the Nevada Commission on Nuclear Projects," January 2017

나. 심부시추공 처분

2012년 블루리본위원회(BRC: Blue Ribbon Commission)는 “근본적으로 재사용 가능성이 없는 종류의 폐기물 처분”을 위해 심부시추공 방식 처분⁷⁵⁾ 대안연구를 진행할 것을 권고하였다. 에너지부는 2016년 1월 Battelle Memorial Institute를 주관 업체로 선정하여 방사성폐기물 처분장을 위한 타당성 연구차원에서 North Dakota의 Pierce County의 결정지반 암석을 4,880m 깊이로 뚫어보기로 했다. 동 심부시추공 실증시험의 목적 중 하나는 에너지부가 시추공 처분장 부지 규제에 필수적인 정보를 제공하는 것이었다.⁷⁶⁾

만약 초기 연구에서 실현 가능성이 확인되고 연방정부의 규제기관에서 승인받겠다고 해도 심부시추공 방식으로 미국의 모든 방사성폐기물을 처분할 수는 없을 것이나 소량의 국방용 고준위폐기물 처분에는 도움이 될 수 있을 것이며, 에너지부는 이 개념이 실현가능하다면 본 처분시설 유치를 희망하는 주가 생길 것이라고 기대하였다. 또한, Moniz 장관은 미 의회에서 본 연구가 유카산 사업의 대안이 될 수 있을 것이라 밝혔다.

그러나 동 실증시험에 방사성 물질이 사용되지 않고, 시추공이 과학실험 목적으로만 활용될 것이라는 에너지부의 설득에도 지역 주민들은 에너지부의 계획을 부정적으로 받아들이고 한번 시추 작업이 시작되면 이 지역이 영구 폐기물저장소가 될 것이라는 우려를 공청회에서 토로했다. 결국 2016년 3월 1일 North Dakota주에 위치한 Pierce County 위원회는 Rugby 지역에 계획된 에너지부의 심부시추공 사업추진에 대해 지역 주민들의 강력한 반대를 반영하여 만장일치로 반대를 결정하였다.

North Dakota가 사업을 거부한 이후, Battelle은 South Dakota에게 사업목적과 방사성 물질이 사용되지 않음을 보다 명확히 설명하여 Spink County에서 사업이 진행되기를 희망하였다. 2016년 4월 말까지 Spink County와 두 차례 협의를 거쳤으며, Dennis Daugaard 주지사는 에너지부가 방사성 물질을 해당 부지에 유입시키지 않는다는 조건하에 사업을 지지한다고 밝혔다. Battelle은 Spink County가 시추하려는 화강암 지반 바로 위에 대수층이 존재하여 폐기물 처분 부지로 적합하지 않다는 점을 강조하며, 본 사업은 과학 프로젝트라는 점을 재차 상기시켰다. Battelle의 설명에도 불구하고, 동 실증시험에서 방사성 폐기물이 사용되거나 South Dakota가 폐기물 처분부지로 활용될 것을 우려하며 협의에 참석한 모든 사람들은 동 사업을 반대했다. 2016년 6월 South Dakota주 Spink County 위원회 위원들은 Battelle에 서한을 보내 본 사업이 대중의 지지를 얻지 못할 것이라 밝혔다.

이에 따라, 2016년 7월 21일, 에너지부와 Battelle은 본 사업에서 떠나기로 합의했음을 발표했다. 그리고 에너지부는 새롭게 수정된 모집 요구사항을 포함하여 새로운 입찰서

75) 심부시추공 방식 처분은 5천 미터 깊이의 시추공을 뚫고 폐기물 용기를 시추공 하부에 넣은 후 시추공 상단은 벤토나이트와 콘크리트로 밀봉하는 개념이다.

76) 즉, 시추 기술, 시추공의 안정성 및 봉인, 지하의 특성 등 지표면 아래의 과학 및 공학적 특성을 확인하고자 했다.

발행할 것이라 밝혔다. 에너지부 대변인은 대중의 참여와 지원이 가장 중요하고, 이를 출발점으로 하여 적절한 수준의 정부와 공공 이해관계자가 포함되어야 한다고 언급하며, 새로운 사업 입찰은 대중 및 정부 이해관계자의 참여와 지원을 강조할 것임이라 발표하였다. 결정질암에 16,000ft(약 5km) 깊이로 뚫은 시추공이 적합한 저장방식이 될지에 대한 자료를 수집하는 이 사업은 5년 동안 8천만 달러가 소요될 것으로 예상되었다. 에너지부는 2016년 12월 심부시추공 현장 시험을 위해 4개의 민간기업과 계약을 맺었는데, △Respec社は 사우스다코타주의 Haakon 카운티 지역, △AECOM社は 텍사스주 서부 Forth Stockton 지역, △TerranearPMC社は 텍사스주의 Otero 카운티 지역, △Enercon社は New Mexico주의 Nara Bisa 지역을 선정하였다.

심부시추공 사업은 어떠한 실질적인 핵폐기물도 취급하고 있지 않지만, 관련지역사회는 연구 실험이 행해진 지역이 향후 사용후핵연료 처분장이 될 것을 우려하고 있다. 사업 계약서에는 시추 지역이 사유지여야 하고 대중의 지지를 확보할 것을 요구하고 있으나, 2016년 사우스다코타주의 심부시추공 연구가 지역사회의 강경한 반발로 무효화된 것으로 보아 대중의 지지를 얻기는 쉽지 않을 것이다. 에너지부 관계자들은 심부시추공 사업에서 방사성폐기물이 포함되지 않을 것이라고 강조하고 향후 방사성폐기물 저장 또는 처분을 위한 장소로 사용하지 않을 것이라고 홈페이지에 공고하였지만 회의적 여론이 바뀔지는 미지수이다. 에너지부는 2017년 5월 중 시추지역을 결정할 예정이었고, 유력한 후보 부지는 사우스다코타주의 Haakon 카운티 지역과 텍사스주나 뉴멕시코주도 가능성이 있을 것으로 예상되었다. 그러나 트럼프 정부는 심부시추공 관련 예산을 포함하는 사용후핵연료 처분 연구에 예산을 배정하지 않음으로 심부시추공 처분시험 계획을 전면 취소하였다.

다. 동의기반 부지 선정

2015년 12월 21일 에너지부는 2013년 BRC 권고에 따라 사용후핵연료 저장과 폐기물 처분시설의 부지 선정, 그리고 별도의 국방용 고준위 폐기물 처분 부지 확보를 위해 “동의기반” 부지 선정 절차에 착수하였다. 에너지부는 2016년 1월 20일 워싱턴에서 처분장 마련과 관련해 제1차 공청회를 개최하여 단체, 주, 전문가 및 이해당사자들로부터 부지선정 절차에 관해 의견을 수렴했다. 에너지부 원자력실은 2015년 12월부터 7개월간 진행한 동의기반 부지 선정을 위한 공개회의 및 논평 자료를 정리하여 초안을 발간하고 이를 설명하는 공청회를 2016년 9월 15일 워싱턴 DC에서 개최하였다. 이날 에너지부는 부지 선정을 위한 동의기반 접근방안은 대중과 이해 집단들의 의견을 수렴하는 1단계와 이를 바탕으로 동의기반 부지선정 절차를 마련하는 2단계, 그리고 마련된 절차를 적용하는 3단계로 구성되며 2단계 보고서 초안이 2016년 말에 공개될 예정이라고 밝혔다. 논평 자료에 따르면 많은 사람들은 에너지부를 신뢰하지 않고 있고 부지 선정을 위해서는 독립된

조직이 필요하다고 지적하였으며, 이에 대해 에너지부는 장기적 관점에서 독립 조직의 필요성을 인정하지만 단기적으로 시급한 문제를 해결하기 위해서는 동의기반 부지 선정 절차를 빨리 시작하는 것이 좋다는 의견을 제시하였다. 아울러 에너지부는 현재 가장 시급한 부지는 폐로에서 발생한 사용후핵연료와 고준위 폐기물을 저장할 수 있는 파일롯 규모의 중간저장시설이라고 밝혔다. 에너지부는 약속한 동의기반 부지선정 절차 초안⁷⁷⁾을 2017년 1월에 발표하였으며, 발표된 부지선정 절차(안)는 △동의기반 부지 선정 절차 시작, △부지 평가, △상세 평가, △합의, △인허가, 건설, 운영 및 폐쇄 등 총 5단계로 구성되어 있다.

동의기반 부지 선정과 관련해서 워싱턴 싱크탱크인 BPC(Bipartisan Policy Center)는 2014년 1월부터 방사성폐기물위원회를 조직하여 미국의 고준위폐기물 관리 방향에 대한 다양한 행사를 개최하고 동의기반 부지 선정과 관련해 아래 7가지 권고사항을 담은 보고서⁷⁸⁾를 발간하였다.

- 의회는 에너지부로부터 분리된 방사성폐기물 관리 전담 조직 신설
- 더 확실한 증거와 타국의 경험을 토대로 미래 방사성폐기물 시설 부지 선정을 위한 이행 절차 마련
- 안전이 최우선 기준이며 단기적으로 일반적인 안전 기준과 부지선정 기준 마련이 시급
- 부지를 유치하는 지역사회와 부지 선정에 영향을 받는 주들이 부지 선정 절차에 깊이 참여할 수 있도록 권한을 부여
- 획일화된 옵션이 아닌 다양한 옵션간의 경쟁을 통해 선정
- 주요 마일스톤과 결정 시점을 포함하는 총괄 일정 개발
- 일반적인 보상 옵션 개발

BPC 방사성폐기물위원회는 보고서 발간과 함께 2016년 9월 27일 세미나를 개최하여 BPC는 지속적으로 방사성폐기물 저장/처분 관련 정책옵션 개발을 위한 연구를 수행할 것이라 밝히고 차기 행정부와 의회가 동의기반 접근법을 빠른 시일 내에 수용할 것을 촉구하였다. 뉴멕시코 주의 WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)의 경우, 지역사회가 WIPP 부지선정 절차에 깊이 참여하여 동의를 기반으로 선정된 성공 사례로 2014년 사고 이후에도 지역사회가 WIPP을 지지하고 있다고 강조하였다.

오바마 정부의 동의기반 부지선정 절차 마련 프로그램은 트럼프 정부 출범과 함께 중단되었다. 트럼프 정부는 2018년 회계연도 예산안에서 사용후핵연료 동의기반 부지선정 프로그램을 중단하고 유카산 사업 재개로 방향을 바꾸었다. 그리고 심부시추공처분을 비롯한 사용후핵연료 처분 연구와 동의기반 중간저장 및 처분장 부지 선정을 다루는 폐기

77) DOE, Draft Consent-Based Siting Process for Consolidated Storage and Disposal Facilities for Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste, January 12, 2017.

78) Bipartisan Policy Center, Moving Forward with Consent-Based Siting for Nuclear Waste Facilities, September, 2016.

물통합관리시스템 사업을 종료하고 수송 및 중간저장 관련 사업은 유카산 및 중간저장 프로그램으로 이관하였다.

제3절 한미 원자력 협력

1. 한미 고위급위원회

한미 양국은 2010년 10월 시작된 한미 원자력협정 개정협상에서 민감현안을 타결하는 일환으로 양국의 전략적 사항에 대한 차관급의 협의 채널을 설립하기로 합의하였다. 신 한미 원자력협정 제18조 2항과 '양자 고위급위원회에 관한 합의의사록'에 근거하여 고위급위원회가 2016년 3월 3일 공식 출범하였으며, 제1차 전체회의가 2016년 4월 14일 서울에서 개최되었다. 고위급위원회는 그림 3-1과 같이 한국 외교부 차관과 미국 에너지부 부장관이 의장을 맡고 산하에 사용후핵연료관리(SFM: Spent Fuel Management), 원전수출증진(NEECC: Nuclear Export and Export Control Cooperation), 원전연료공급(AFS: Assured Fuel Supply), 핵안보(NS: Nuclear Security) 실무그룹을 두고 양국 정부의 국장급 관료들이 의장을 맡기로 하였다. 고위급위원회 구성과 기능은 위원회 출범시 채택되었고 제1차 전체회의를 통해 실무그룹 업무범위, 실무그룹 활동계획을 합의문서로 채택하였으며 향후 각 실무그룹별로 회의 및 워크숍 개최를 통해 구체적인 협력주제를 선정하기로 하였다.

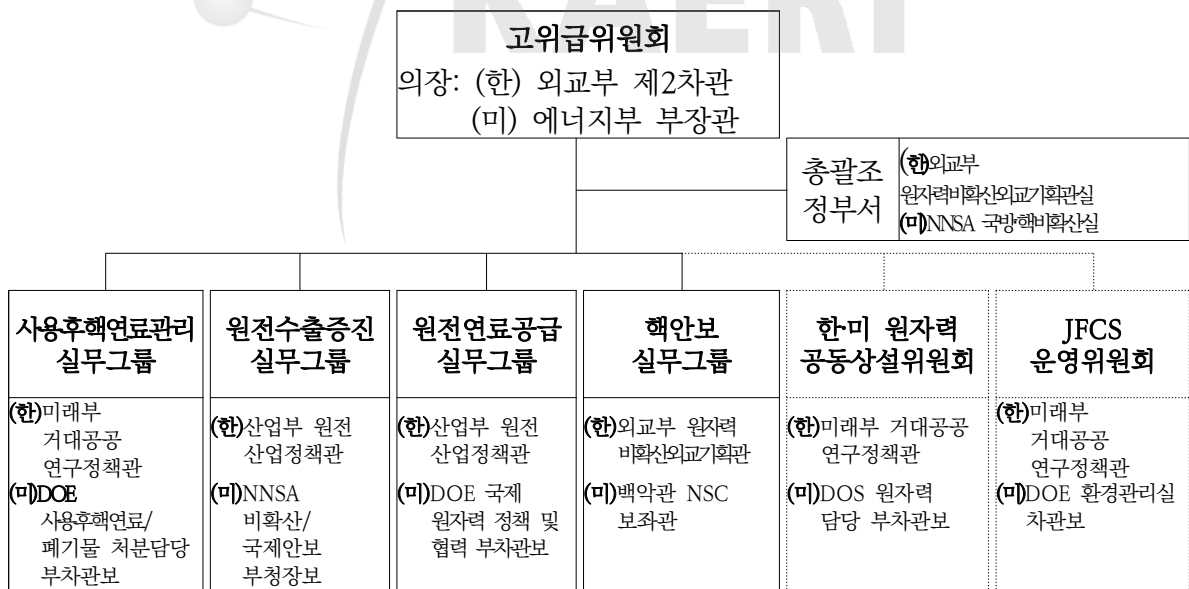


그림 3-1. 한미 고위급위원회 구성

고위급위원회는 사안별로 운영되어 오던 기존 협의체인 '한미 원자력 공동상설위원회'와 한미 핵연료주기 공동연구(JFCS: Joint Fuel Cycle Study) 운영위원회(Steering Committee)로부터 보고받도록 하여 동 협의체들이 4개 실무그룹과 유기적 연계 하에 운영되도록 하고, 원자력 안전규제 기관과도 긴밀히 소통할 수 있는 채널도 구축하였다.

제1차 전체회의 이후 각 실무그룹별로 워크숍, 실무그룹 회의, 화상회의 등 다양한 형태로 협의가 진행되었다. 사용후핵연료 관리 실무그룹은 제1차 전체회의 후속회의(2016년 4월, 서울)에서 한국측의 공동연구 제안 등에 대해 논의하였으며, 제1차 실무그룹회의(2016년 8월, 워싱턴 DC)와 제2차 실무그룹회의(2016년 10월, 영상회의)에서 실무그룹 내 협력 우선순위에 대해 의견을 교환하였다.

원전수출 및 수출통제협력 실무그룹은 제1차 실무그룹회의(2016년 6월, 서울)에서 양국의 수출통제체제에 대한 정보를 교환하고 세계원전시장 공동연구 프로젝트를 우선 추진해 나가는 데 합의하였다. 그리고 미측 의장과 한국측 부의장간 협의회의를 2017년 1월 워싱턴 DC에서 개최하여 미국 전력시장에 관한 정보를 제공받고 1차 실무그룹에서 논의되었던 사안들의 진행 경과를 점검하고 앞으로의 추진 계획을 논의하였다. 원전연료의 안정적 공급 실무그룹은 2016년 6월과 10월, 그리고 2017년 1월에 실무그룹 회의를 갖고 공동연구 추진방안과 구체적인 추진 계획을 논의하였다. 핵안보 실무그룹은 제1차 전체회의 이후 실무그룹 소인수회의(2016년 7월, 서울)와 제1차 실무그룹 회의를 2016년 9월 서울에서, 제2차 회의를 2017년 12월 서울에서 개최하여 실무그룹 협력범위 확대 및 세부 사업 선정을 위해 협의하였다.

2. 한국 에너지전환 정책에 대한 미국의 시각

2030년까지 재생에너지 발전 비율을 전체의 20%까지 늘리고 원자력과 석탄 의존도를 낮추려는 한국의 에너지전환정책은 미국의 원자력 및 환경 전문가들의 많은 관심을 불러 일으켰다. 이들은 한국의 에너지전환정책이 현 시점에서 한국과 국제 사회에 어떠한 영향을 미칠지 예단하기 어렵지만 에너지 정책에 대한 근본적이고 포괄적인 변화를 결정하기 전에 탈원전 정책이 가져올 장기적인 위협을 심사숙고해야 한다고 지적하였다.

한국이 재생에너지를 목표한 수준까지 늘릴 수 있을지에 대한 의문은 차치하더라도 미국의 원자력 및 비확산 전문가들은 한국 정부가 원자력을 축소하게 되면 이 여파로 원전 건설 능력을 잃게 될 것이고 이에 따라 국제 원전시장에서 중국과 러시아의 약진을 막을 수 있는 미국의 동맹국이 사라지는 것을 우려하고 있다. 미국 원자력 산업계는 한국의 △표준화된 설계, △안정적인 규제체제, △지속적인 건설로 습득한 사업관리 능력, △예측가능한 투자, △정부와 대중의 지지 등을 국제 원전시장에서 한국이 우수한 성과를 낼 수 있는 원동력으로 꼽고 있다.⁷⁹⁾ 이러한 역량을 가진 한국이 국내에서 원전 건설을 멈

추게 되면 지금까지 유지되어 왔던 원전 수출능력에도 부정적인 영향을 미칠 것으로 보고 있다. 이러한 사실은 경쟁자인 중국, 러시아, 프랑스, 그리고 미국에게 반가운 소식일 수도 있지만 현재 미국의 웨스팅하우스는 파산신청 중이고 프랑스의 Areva는 재정적·조직적 어려움에 처해 있기 때문에, 결국 중국과 러시아가 수혜를 입을 것으로 전망하고 있다. 중국과 러시아가 국제 원전시장을 잠식해 나가고 이로 인해 세계 원자력 판도가 중국과 러시아에 의해 주도되는 상황을 매우 우려하고 있는 미국 전문가들은 서방 세계에서 유일하게 선전하고 있는 한국과의 협력을 필수적인 것으로 보고 있다. 특히 원전을 공급할 수 있는 국가들 가운데 원자력 안전 및 핵비확산 차원에서 미국과 같이 높은 수준의 규제체제를 유지하고 있는 국가는 한국이 유일하다는 인식이 지배적이다. 따라서 이들은 웨스팅하우스가 어려움을 겪고 있는 상황에서 한국마저 자리를 잃게 된다면 국제 핵비확산과 핵안보가 위협을 받게 될 것이고 결국 미국의 국가안보에도 부정적인 영향을 미칠 것으로 전망하고 있다.

환경전문가들도 미국과 한국이 기후변화에 대응하기 위한 가장 효과적인 도구인 원자력을 잃는 것에 대해 많은 우려를 하고 있다. 전문가들은 지구의 평균기온 상승을 2℃ 이하로 억제하기 위해서는 수십 년 안에 원자력이 더 많이 건설되어야 하고, 2050년까지 원전을 2배로 늘려야 한다(80)81)고 주장하고 있다. 그러나 기후변화에 앞장서왔던 일부 선진국들이 자국내의 원전을 감축하는 방향으로 정책을 결정함에 따라 탄소배출 감축 목표 달성을 어렵게 하거나 불가능하게 만들 것이라고 주장하고 있다.

한국은 2030년까지 온실가스 배출전망치(BAU, Business as usual)대비 37% 감축을 목표로 하는 '2030 온실가스 감축 로드맵'을 가지고 있다. 미국의 환경 전문가들은 유럽처럼 전력망이 다른 나라와 연결되어 있지 않은 한국이 원자력을 감소시키면 자연스럽게 천연가스 의존도가 높아질 것이기 때문에 한국의 37% 감축 목표는 달성하기 어려울 것으로 전망하고 있다. 이러한 점을 고려해서 오바마 정부 당시 재생에너지 보급과 기후변화 대응에 많은 노력을 기울였던 Steven Chu 前 미국 에너지부 장관은 “한국의 탈원전 의지는 존중하지만, 원한다고 다 이룰 수는 없다. 한국은 독일의 사례를 따라가면 안된다. 독일은 탈원전을 추진한다면서 오히려 환경과 국민 건강에 좋지 않은 에너지를 쓰고 있는 실수를 범했다. 따라서 문재인 대통령을 설득해야 한다”고 주장했다.82)

독일은 후쿠시마 사고 이후 원전을 재생에너지로 대체해 나가는 정책을 펴고 있다. 이를 위해 8천억 달러의 보조금을 지급하였으나 석탄 발전에 치중하는 결과로 나타나 탄소 배출이 2013년과 2015년에 더 증가하였고 전기요금은 거의 두 배로 증가하였다.83) 현 시

79) Jessica R. Lovering, Arthur Yip, Ted Nordhaus, “Historical construction costs of global nuclear power reactors,” Energy Policy, 91, April 2016

80) Suzanne Waldman, “Timeline: The IPCC’s shifting position on nuclear energy,” Bulletin of the Atomic Scientists, February 8, 2015

81) Bobby Magill, “Nuclear Power Needs to Double to Meet Warming Goal,” Climate Central, January 29, 2015

82) 경향비즈, “‘노벨물리학상’ 스티븐 추 교수 ‘기후변화 대응 위해 탈원전 재고해야’” 2017.11.23

83) James Conca, “Why Aren’t Renewables Decreasing Germany’s Carbon Emissions?” Forbes, October 10, 2017

점에서 2020년까지 탄소배출을 40% 감축하겠다는 독일의 목표는 달성이 어려울 것으로 보인다. 이러한 사례는 미국 캘리포니아 주에서도 찾아볼 수 있다. 캘리포니아는 맑은 날씨와 해안에서 불어오는 바람, 재생에너지 친화적인 정책을 가지고 있지만, 원전 폐쇄는 화석에너지 사용의 증가⁸⁴⁾로 이어져 탄소배출이 증가하였다. 이는 원전 1기를 천연가스로 대체하게 되면 2백만 대의 차량이 도로에 더 더해지는 것과 맞먹는 양의 탄소가 배출되기 때문이다.⁸⁵⁾

원자력 산업을 국가안보와 에너지안보 관점에서 바라보는 미국 전문가들은 한국이 에너지전환정책으로 인해 원자력 산업 역량을 완전히 잃을 수도 있다고 우려하고 있다. 이들은 한국은 미국의 사례에서 보듯이 원자력 관련 공급망과 인력들이 한 순간에 사라질 수 있다는 것을 염두에 두고 원자력 기반시설을 유지하지 않음으로서 치러야 할 비용을 고려해야 한다고 지적하고 있다. 현재 미국내에서 원자력에 대한 수요가 줄어들고 있는 것은 사실이지만, 전문가들은 원자력 산업이 다시 회복될 것으로 예측하고 있으며 이를 위해 미국은 원자력 관련 전문기술을 유지하기 위해 노력하고 있다고 한다. 그리고 원자력은 현재 모듈화, 소형화 기술로 진화하고 있는데, 한국이 민간 원자력 기술과 공급망을 잃게 된다면 이러한 추세를 따라가기 힘들 것이라고 지적하였다.

제4절 시사점 및 향후 방향

현재 미국의 원자력 산업은 총체적 난국이라 할 수 있다. 미국은 신규원전 건설 장려를 위한 대출보증 및 일부 주정부의 보조금 지급에도 불구하고, 지난 30년 이상 원전을 건설하지 못하면서 원자력 기자재 생산의 인프라 붕괴, 원전 건설 경험 부족에 따른 공사 지연 등으로 많은 어려움을 겪고 있다. 미국내에서의 원자력은 현재 값싼 천연가스와 재생에너지의 가격 경쟁력에 밀려 조기 퇴역 위협에 처해 있다. 여기에 워싱턴DC 내 핵비확산론자들의 강력한 핵비확산 정책 및 압력은 미국 원자력 산업계를 더욱 어렵게 하고 있다. 더욱이 트럼프 정부의 파리기후변화협정 탈퇴는 '탄소 非배출'이라는 원자력의 가장 큰 장점 중 하나를 앗아갈 수 있는 상황이다.

이러한 원자력계의 어려움을 타계하기 위해 트럼프 대통령은 2017년 6월 원자력 진흥을 위한 정책 검토를 지시하였으며, Rick Perry 에너지부 장관은 2017년 4월부터 전력 시장에서의 안정적인 전력을 공급하는 원자력의 신뢰도 및 복원력에 대한 재평가 등 원자력 진흥을 위한 정책들을 추진하고 있다. 그러나 당분간 미국이 독자적으로 원자력 산업을 부흥하기는 힘들다는 것이 지배적인 의견이다. 따라서 미국내에서는 한국과 같이 세계

84) Brad Plumer, "The US keeps shutting down nuclear power plants and replacing them with coal or gas," VOX, November 3, 2016

85) James Conca, "Closing Diablo Canyon Nuclear Plant Will Cost Money And Raise Carbon Emissions," Forbes, July 15, 2016

최고 수준의 원전 기자재 생산 능력, 수십 년 간의 원전 건설경험 등을 보유하고 있는 동맹국과의 원자력 파트너십 구축이 중요하다는 주장이 지속적으로 제기되고 있다. 이러한 원자력 파트너십을 통해 미국은 △국내적으로 쇠퇴하는 원자력 산업을 부흥시키고, △중국과 러시아 주도의 국제 원전 수출에 따른 핵비확산 약화를 방지하며, △선진원자로의 공동 개발 등 잃어버린 기술리더십을 회복할 수 있다는 것이다.

국내적으로도 한미 원자력 파트너십이 더욱 필요하다. 현 정부의 에너지전환 정책으로 국내 신규원전 건설이 어려운 상황으로, 한미 원자력 파트너십을 통한 원전 수출 및 국내 산업계의 먹거리 창출은 국내 원자력계의 불만을 완화하면서 원자력 역량을 유지할 수 있는 좋은 기제가 된다. 이를 통해 미국이 겪은 원자력산업 인프라 붕괴의 전철을 밟지 않을 수 있으며, 자연스럽게 국내 원자력 산업 생태계를 보호할 수 있을 것이다.

원자력 산업 및 수출 측면에서 한국은 원자력 기자재 제작, 원전 건설 능력에서 세계 최고 수준으로 하드파워가 강하고 미국은 지금까지 쌓아온 원자력에 대한 브랜드 가치와 여전한 정치적 영향력을 기반으로 하는 소프트파워가 강한 상황으로, 한미 양국이 상호 강점을 융합하여 세계 원전시장을 뚫을 수 있다면 미국에게는 원자력 산업 부흥을 우리나라에게는 원자력 산업 생태계 보호 및 모멘텀을 유지할 수 있을 것이다.

미국은 현재 2030년대 초반까지 비경수 선진 원자로 개발을 위해 다목적고속시험로(VTR) 건설을 추진할 계획을 가지고 있다. 원자력 연구개발 측면에서 보면, 한미간 협력은 미국의 선진 원자로의 개발 투자 부담을 완화하고, 우리나라는 사용후핵연료의 안전한 관리 측면에서 선진기술 개발이 필요한 상황으로 국내외적으로 투자 부담은 물론 국제정치적 부담도 완화할 수 있을 것이다. 무엇보다도 현재 미국이 이러한 선진원자로 개발에 있어 한국을 중요한 기술협력 파트너로 인식하고 있다는 점이 중요하다.

이러한 측면에서 한미가 민간 차원을 넘어 정부 차원에서 한미 원자력 파트너십을 통해 상호 “win-win” 할 수 있는 체제를 구축할 필요가 있다. 특히, 트럼프 대통령은 한미 자유무역협정(FTA) 및 국방비 부담 차원이기는 하나 미국이 동맹국을 위해 많은 재원을 투자하나 그 만한 이득을 보지 못하고 있다는 인식이 강하므로, 트럼프 정부의 역점사업 중 하나인 원자력 진흥에 있어 미국은 물론 한국에게도 도움이 될 수 있는 한미 원자력 파트너십 구축은 경제적 실리를 바탕으로 향후 한미 관계에 긍정적 영향을 미칠 것이다. 이를 통해 양국간 신뢰가 더욱 강화된다면, 궁극적으로 선진핵연료주기를 포함하여 보다 발전되고 전략적인 원자력 협력의 기회가 올 것이다. 이러한 한미 원자력 파트너십 구축을 논의할 수 있는 전략적 협력 채널인 한미 고위급위원회(HLBC)를 향후 잘 활용해야 할 것이다.

제4장

한미 원자력 파트너십 증진을 위한 공동 노력

제1절 한미 전문가간 공동 활동

제2절 미국 전문가 정책 공동연구

제3절 평가 및 과제

KAERI



제4장 한미 원자력 파트너십 증진을 위한 공동 노력

2015년 11월 발효된 신 한미 원자력협정에서는 상호 원자력 선진국임을 인정하고 원자력 분야에 있어서 한·미간의 전략적 파트너십을 지속할 것을 특별히 강조하고 있다.⁸⁶⁾ 이는 개정협상 과정에서 민감현안에 대한 한·미간의 대립을 넘어 변화하는 세계 원자력 정세 속에서 상호 win-win 할 수 있는 프레임을 만드는 것이 바람직하다는 공통 인식에서 비롯된 것으로 평가된다.

본 연구의 전기(2012~2014) 단계 및 현 단계(2015~2017)에서는 개정협상 과정 및 협상 타결 이후의 전개 과정에서 한·미 간의 원자력 파트너십 증진을 위한 활동을 다양한 채널을 통해 수행하였다. 본 장에서는 대표적인 두 가지 활동을 기술하고자 한다.

첫째, 한·미 양국의 관련 전문가들을 중심으로 워크숍 개최, 집필 등을 통하여 한·미 원자력 파트너십 필요성 파악, 국가간 원자력 연구개발 협력사업의 국제적인 수용성과 핵비확산성 증진방안 도출, 한·미 원자력협력의 미래방향 제시 등을 위한 활동을 수행하였다.⁸⁷⁾ 이를 위해 본 연구에서는 양국간 협력의 예시 사례로서 한·미간 원자력협력을 면밀히 분석, 평가하고자 주요 현안들에 대한 한·미 양국 전문가간 의견 교환과 공동연구, 일반 대중과의 소통 등을 추진하였다. 이를 통해 한·미 원자력협력이 세계 핵비확산에 기여하는 동시에 우리나라의 원자력 산업을 효과적으로 지원하는 방향을 도출하고자 하였다.

둘째, 미국 전문가의 정책연구를 통해 한·미 원자력협력 확대를 위한 파트너십 증진 방안을 모색하고 연구결과를 미국 내에 기고케 함으로써 미국 내에 한·미 원자력 파트너십 증진을 강조하는 분위기를 형성하였다.⁸⁸⁾ 미국의 원자력산업은 지속적으로 쇠락하고 있는 상황으로, 미국 내에서는 원자력 파트너십을 통해 미국 내 원자력 산업을 부흥시키고 선진원자로 개발을 통해 다시 기술리더십을 회복해야 한다는 자성의 목소리가 높아지고 있다. 이러한 측면에서 한국과 미국이 상호 이익을 공유할 수 있는 원자력 파트너십 증진이 주목받고 있다.

본 장에서는 상기 두 가지 활동에 대해 보다 자세히 기술하고 향후 추진방향에 대해 논의하고자 한다.

86) 신 한미 원자력협정 서문의 일부 : DESIRING, in this regard, to expand the existing cooperation between the Parties by entering into new arrangements for peaceful uses of nuclear energy without prejudice to the sovereignty of each Party, and recognizing the need for long-term planning on a predictable and reliable basis and for an enduring strategic nuclear energy partnership, founded on the principles of equality and reciprocity, as well as emphasizing their recognition that they have both attained an advanced level in the use of nuclear energy for electricity production and in the development of their nuclear industries;

87) 이 활동은 한국과학기술원 위탁과제로 추진되었다. (임만성, 양자간 원자력 연구개발의 국제 수용성 및 핵비확산성 제고 방안 연구, KAERI/CM-2188/2015)

88) 이 연구는 ACCF(American Council for Capital Formation)의 George David Banks가 맡아서 수행하였다. (Crater, Jeffrey C., & George David Banks, The U.S.-Republic of Korea Nuclear Relationship - An Indispensable Alliance, ACCF, December, 2016) Banks는 2017년 2월 트럼프 행정부 출범후 백악관의 국제환경에너지 특보 및 선임국장으로 진출하였다.

제1절 한미 전문가 공동 활동

1956년 2월 ‘대한민국 정부와 미합중국 정부간 원자력의 평화적 이용에 관한 협력협정’의 체결을 시작으로 한미 원자력협력이 시작되었다. 미국의 전적인 지원 하에 원자력 개발을 시작했던 한국은 원자력 기술개발을 통한 원자력산업의 혁신적 성장을 거듭한 결과 2009년 12월 UAE 원전 수출에 성공하였고, 2017년 말 현재 24기의 원전을 가동하는 세계 5위의 원자력강국으로 발전하였다.

2010년 10월부터 시작된 한·미 원자력협정 개정협상은 2015년 4월 22일 최종적으로 타결되었다. 협정의 만료 시한을 2년 연장하면서까지 협상을 이어갈 만큼 한·미간에 이견이 팽팽했다. 협상을 통해 한국은 사용후핵연료 관리, 핵연료의 안정적 공급, 원전 수출경쟁력 강화를 목표로 원자력 기술개발과 산업 발전을 제약하는 요소를 제거하고 원자력의 평화적 이용을 위한 우리의 권한을 확보하고자 하였고, 미국은 강력한 핵비확산 정책기조를 유지하고자 하였다. 한국은 몰라보게 성장하고 변화한 원자력산업을 대변해줄 “새 옷”을 요구했으나, 미국의 대응은 미온적이었다. 인식의 차이를 좁히고 공감대를 형성하기 위한 대화와 교류가 절실했다. 신협정 체제 이후에도 한·미간 원자력협력이 실질적인 성과를 내기 위해서는 대화와 교류가 절실하다.

이러한 필요성 인식에서 본 연구에서는 한·미 원자력협력이 세계 핵비확산에 기여하는 동시에 우리나라의 원전산업의 성장과 원자력 기술개발을 효과적으로 지원하는 방향을 도출하고, 더 나아가 국제협력을 통해 세계 원자력산업의 나아갈 길을 모색하고자 하였다. 이를 위해 한·미 원자력협력의 주요 쟁점들에 대한 한·미 공동연구를 추진하여 결과를 연구논문 단행본으로 발간하고, 한·미 전문가들 간에 교류와 소통을 촉진하여 인식의 격차를 해소하는 한편, 일반 대중들과도 관련된 소통의 장을 마련함으로써 한·미 원자력협력에 바람직한 인식을 확산하고자 하였다. 구체적으로는 ‘한미 원자력 협력의 미래’를 주제로 한·미 공동 전문가워크숍을 개최하여 한·미 원자력 협력의 주요 쟁점들을 세계적, 지역·정치적, 기술적 측면에서 다각도로 평가해보고 전문가들 간 공감대를 형성하였고, 미국 원자력학회의 공공정책 트랙으로 열린 ‘비확산 세계에서 재활용의 합리화’ 패널을 통해 미국 전문가들과 사용후핵연료 관리를 위한 기술적, 정책적 방안을 논의하였다.

1. 한미 전문가 공동 워크숍

2015년 3월 6일 서울 아산정책연구원에서 양국의 관련 전문가들이 참석한 가운데 ‘한미 원자력 협력의 미래’에 관한 한·미 공동 워크숍이 표 4-1과 같이 개최되었다.

표 4-1. '한·미 원자력 협력의 미래' 워크숍 프로그램

9:30~10:00	Opening
9:30~9:40	Introduction - The Future of Nuclear Energy Cooperation: The Dilemmas and Opportunities Presented by the U.S.-ROK Relationship
	Man-Sung Yim, Korea Advanced Institute of Science and Technology Adam N. Stulberg, Georgia Institute of Technology
9:40~9:50	Opening Remarks
	Ambassador Ro Byug Park, Ministry of Foreign Affairs, Republic of Korea
9:50~10:00	Introduction of Participants
10:00~12:05	Session I (Chair: Yong-Sup Han, Korean Nuclear Policy Society)
10:00~10:25	ROK Nuclear Development and US-ROK 123 Agreement
	Kwang Seok Lee, Korea Atomic Energy Research Institute
10:25~10:50	Bilateral Nuclear Cooperation Agreements and International Law: Lessons from Korea
	Chang Hoon Shin, The Asan Institute for Policy Studies
10:50~11:15	Energy Insecurity and South Korea's Developmental State: Nuclear Policies in Comparative Perspective
	Brian Woodall, Georgia Institute of Technology
11:15~11:40	Public Opinion on the US-ROK Alliance and Nuclear Cooperation: A Korean Perspective
	Jiyeon Kim, The Asan Institute for Policy Studies
11:40~12:05	US-ROK Cooperation for 2016 Nuclear Security Summit
	Na-Young Lee, Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control
12:05~13:00	Lunch
13:00~15:00	Session II (Chair: Il Soon Hwang, Seoul National University)
13:00~13:25	ROK ENR Development vs. Nuclear Nonproliferation 1
	Bong-Geun Jun, Korea National Diplomatic Academy
13:25~13:50	ROK ENR Development vs. Nuclear Nonproliferation 2
	Sang Hyun Lee, The Sejong Institute
13:50~14:15	Gold Standards, Credibility Problems, and the Future of MNAS: The Bargaining Dimension to US-ROK Nuclear Cooperation
	Adam N. Stulberg, Georgia Institute of Technology
14:15~14:40	The Future of Spent Fuel Management and Reprocessing Technology: Prospects for Back-End Cooperation
	Man-Sung Yim, KAIST
14:40~15:05	Opportunities for Republic of Korea Leadership in Strengthening the Global Safeguards Regime through the Demonstration of Signature-based Safeguards
	Ed Blandford, University of New Mexico/Michael Simpson, University of Utah
15:05~15:30	Discussions & Wrap-up (Chair: Man-Sung Yim, KAIST)

본 워크숍은 한·미 원자력협정의 개정 협상이 마무리되어가는 시점에서 양국 간에 큰 시각차를 보여 온 주요 협상이슈들에 관해 관련 전문가들이 기술적, 정치적, 사회적 측면에서 다각적으로 평가하고 의견을 공유하는 의미있는 자리로 평가되었다. 이 워크숍에서는 한·미 원자력 협력의 창을 통해 원자력 기술개발, 핵연료주기, 사용후핵연료 관리, 핵연료 안정공급 등 광범위한 분야에서 다자간 국제 원자력 협력의 동인, 과정, 절차 등에 관한 시사점을 찾아보고자 하였다.

우선적으로 한·미 원자력협정 개정협상의 추진경과 및 그 의미를 평가해 본 바 향후 신 한미 원자력협정이 지향해야 할 목표로 다음 두 가지가 제시되었다.

첫째, 신협정은 41년 전 체결된 구협정을 한·미 양국이 상생(win-win)할 수 있는 새로운 아이디어를 담아 개선한 것이라는 측면에서 향후 신협정은 한·미간 전략적 협력 관계를 더욱 공고히 하고 원자력 협력을 증진시키는 체계가 되어야 한다는 것이다. 개정협상은 양국이 큰 이점을 보인 협상 이슈에 합일점을 찾고 신협정에 대한 국민들의 기대와 요구를 반영하는데 있어 많은 노력이 필요하였다. 협상 진행 과정에서 드러난 한국 국민들의 높은 기대 중 하나는 우리의 원자력 기술개발에 대한 미국의 일방적인 통제를 해제 하자는 것이었다. 이를 위한 틀이 신협정에 마련된 만큼 보다 선진화된 한·미간 협력관계 정립이 필요할 것이다.

둘째, 한국과 미국의 공동 이해를 증진시키는 것이다. 미국은 강력한 핵비확산 정책을 유지하고 있는데, 국내에는 핵주권을 회복해야 한다는 일부 주장이 제기되어 왔다. 핵물질 보유국들은 민감기술 활동에 대한 안전조치와 투명성 확보에 대한 책임이 있고, 핵비확산에 대한 의무가 있다. 구협정 체결 당시에는 한국이 미국의 일방적인 지원을 받던 관계이었으나 41년이 지난 현재 양국의 협력관계는 완전히 변했다. 신협정은 양국의 원자력 연구개발자와 정책전문가, 산업계 종사자들이 상호 이익을 추구하고 실질적인 성과를 내기 위해 함께 참여하여 협력하는 체계를 담아야 할 것이다.

한국의 원자력 개발은 미국과의 협력에 힘입은 바가 크다. 1950년대 이승만 대통령의 결정에 따라 TRIGA MARK-II 연구로를 미국으로부터 도입함으로써 원자력 개발을 시작하였고, 첫 원자력발전소를 미국의 웨스팅하우스사로부터 턴키로 들여왔으며, 미국 CE(Combustion Engineering)사⁸⁹⁾로부터의 기술 도입을 통해 국내 원전기술 자립을 이룩할 수 있었다. 이러한 원전 기술자립 프로그램은 이후 OPR1000, APR1400, APR+ 등 한국형 원전 개발의 토대가 되었다. 2009년 12월 요르단 연구로 수출 및 UAE 원전 수출에 성공하게 되면서 세계적인 원자력 수출국 대열에 합류하게 되었다.

한국의 기록적인 원자력 개발 성과에 따라 2000년 이후 양국은 대등한 입장에서 선진 원자력기술개발을 위해 협력하고 있다. 2000년부터 I-NERI 프로그램을 통해 한·미간 원자력 기술개발 협력을 보다 적극적으로 수행해오고 있으며, GIF(GEN-IV International

89) 후에 Westinghouse 사에 흡수되었다.

Forum) 회원국인 한·미 양국은 SFR 및 VHTR 개발에 같이 참여하고 있다. 양국은 2011년부터 파이로프로세싱의 기술성, 경제성 및 핵비확산성을 공동으로 검증해 보기 위한 한·미 핵연료주기 공동연구가 시작되었고, 현재 2단계 연구가 진행 중이다. 또한, 한국원자력연구원은 아르곤국립연구소와 연구개발 MOU를 체결하여 2020년까지 고속로 관련 공동연구를 수행중이다.

이와 같이 한·미 원자력협력은 전략적 파트너십을 통해 강화되어 왔고 양국 모두에게 기술적, 상업적 이익 뿐만 아니라 정치적 혜택도 가져왔다. 한국과 미국이 글로벌 파트너로서 공통의 이해와 신뢰에 근거하여 공동의 비전을 공유하고 협력을 강화해나가야 할 것으로, 신탁정은 이러한 새로운 협력의 프레임에서 마련되어야 할 것이다.

또한 워크숍에서는 한국과 미국이 공동으로 당면한 사용후핵연료 관리와 처리 문제를 해결하는 동시에 에너지안보, 경제적 이익, 글로벌 원자력 거버넌스 등 양국의 서로 다른 국익을 수호하도록 협력해 나가야 한다는 점이 강조되었다. 파이로프로세싱 기술개발을 포함하여 사용후핵연료의 수송, 저장, 처리 및 처분 분야에서 기술개발 협력과 사용후핵연료 관리에 관한 사회정치적 현안을 해결하는데 양국간 협력이 긴요하며, 미국의 원자력 영향력은 매우 쇠락한 상황에서 한국과 미국이 세계 원자력 거버넌스에서 확고한 위치를 유지하고 원자력의 평화적 이용의 비전을 실현하기 위해 한·미 원자력 협력은 더욱 강화되어야 한다는 점이 강조되었다.

2. 미국 원자력학회 공공정책트랙 패널

2015년 11월 미국 워싱턴 D.C에서 개최된 미국 원자력학회의 공공정책트랙으로 ‘비확산 세계에서 재활용의 합리화’(Rationalizing Recycling in a Non-Proliferation World)를 주제로 하는 패널이 개최되었다. 동 패널에서는 한국 전문가를 포함해 정부와 연구계, 산업계, 학계의 전문가들이 사용후핵연료 관리정책과 기술적 방안에 관해 다각적으로 논의하였다.

여기에서는 사용후핵연료 재활용의 필요성에 대한 찬반 입장이 개진되었는데 우리나라 입장 및 논리를 미국 전문가들에게 설명하는 자리가 되었다. 카이스트 임만성 교수는 개별 국가가 재활용을 결정하기 위해서는 경제적 요소뿐만 아니라 군사 및 정치 문화, 기술적 가능성, 지질학적 조건, 에너지 정책 등을 고려해야 한다고 강조하였다. 한편, 국제 원자력계에서 러시아와 중국의 원전 산업체가 부상함에 따라서 미국의 영향력이 감소하고 있음을 지적하였다. 아직까지는 미국이 양자간 원자력협정을 통해 전 세계 상업 원전의 90% 이상을 통제하고 있지만 앞으로는 영향력이 줄어들 것이며, 2030년이 되면 중국이 국제 원전시장을 장악하게 될 것이라고 전망하였다. 러시아는 원전 수출 시 재정 지원과 함께 사용후핵연료 회수를 제안하고 있으며 중국도 이와 비슷한 전략을 사용할 것이므로 미국도 경쟁력을 유지하려면 사용후핵연료 회수 및 재활용을 고려할 필요가 있다고 제안

하였으며 이러한 차원에서 한미간 협력의 중요성을 강조하였다.

3. 한미 원자력협력 연구논문 단행본 발간

본 연구에서는 한·미 원자력협력과 관련된 주요 논점들에 대한 단행본 연구논문집인 『원자력에너지 협력의 미래: 한·미 관계가 보여주는 교훈, 도전과 기회』(The Future of Nuclear Energy Cooperation: Lessons, Challenges and Opportunities Presented by the US-ROK Relationship) 발간을 추진하였다. 연구집 발간작업을 통하여 한·미 원자력협력 문제를 범세계적이고 다각적인 시각으로 접근하여 한·미 원자력협력과 관련된 다양한 정치적, 기술적, 경제적, 국제관계적 이슈들에 대한 분석 작업을 수행하였다. 그리고 한·미 원자력협력을 양자간 문제를 넘어 범세계적인 영향을 미치는 주요 국제문제로 다루면서 미래 원자력협력 방향을 모색하였다. 본 연구논문집 작성에는 한국과학기술원 임만성 교수, 조지아공대 샘턴국제대학원 Adam Stulberg 교수 등 한·미 양국의 전문가 20인이 참석하였다. 전체 4부 18장으로 구성되었으며 목차는 아래와 같다.

INTRODUCTION: “The Future of Nuclear Energy Cooperation: The Dilemmas and Opportunities Presented by the U.S.-ROK Relationship” (Stulberg & Yim)

PART I: THE GLOBAL CONTEXT

Chapter 1: “Dangerous Diplomacy: Peaceful Nuclear Cooperation, Proliferation, and the US-ROK Relationship” (Matthew Fuhrmann, TAMU)

Chapter 2: “U.S. Security Guarantees and South Korean Proliferation Proclivity: A Crucial Case” (Philipp Bleek, Monterey Institute of International Studies and Eric Lorber, Duke University)

Chapter 3: “The Nuclear Energy Resurgence: South Korea as a Model for Nuclear Aspirants” (Sig Hecker and Peter Davis, Stanford University)

Chapter 4: “Bilateral Nuclear Cooperation Agreements and International Law: Lessons from Korea” (Chang Hoon Shin, The Asan Institute for Policy Studies)

PART II: REGIONAL AND POLITICAL CONTEXTS

Chapter 5: “Middle Power Diplomacy and Nuclear Cooperation: Global Opportunities vs. Regional Constraints on ROK Foreign Policy” (Victor Cha,

Georgetown University)

Chapter 6: “Energy Insecurity and South Korea’s Developmental State: Nuclear Policies in Comparative Perspective” (Brian Woodall, Georgia Institute of Technology)

Chapter 7: “Public Opinion on the U.S.-ROK Alliance and Nuclear Cooperation: The American Perspective” (William Boettcher, North Carolina State University)

Chapter 8: “Public Opinion on the US-ROK Alliance and Nuclear Cooperation: A Korean Perspective” (Jiyoon Kim, The Asan Institute for Policy Studies)

PART III: TECHNICAL THRESHOLDS & OPPORTUNITIES

Chapter 9: “Nuclear Weapons Latency and Pyroprocessing Technology: Lessons and Insights into ROK ENR from a Computational Model” (William Charlton and David Sweeney, Texas A&M University)

Chapter 10: “ROK ENR Development vs. Nuclear Nonproliferation” (Bong-Geun Jun, Korean National Diplomatic Academy and Sang Hyun Lee, The Sejong Institute)

Chapter 11: “Developing Nonproliferation Culture in New Nuclear States: Opportunities and Challenges for the US and ROK” (Donald Kovacic, Oak Ridge National Lab)

Chapter 12: “Policy and Market Factors Shaping National Nuclear Strategies: Prospects for U.S.-ROK Leadership in Global Nuclear Energy Markets” (Walter Howes, Verdigris Capital, LLC and Andrew D. Paterson, Environmental Business International)

PART IV: INTERNATIONALIZATION OF THE FUEL CYCLE

Chapter 13: “Gold Standards, Credibility Problems, and the Future of MNAS: The Bargaining Dimension to US-ROK Nuclear Cooperation (Adam N. Stulberg, Georgia Institute of Technology)

Chapter 14: “The Future of Uranium Enrichment and Prospects for US-ROK Cooperation” (Erich Schneider, University of Texas)

Chapter 15: “Opportunities for Republic of Korea Leadership in Strengthening the Global Safeguards Regime through the Demonstration of

Signature-based Safeguards” (Ed Blandford, University of New Mexico; Philip L. Lafreniere, University of New Mexico; Michael F. Simpson, University of Utah; and Per F. Peterson, University of California, Berkeley)

Chapter 16: The Future of Spent Fuel Management and Reprocessing Technology: Prospects for Back-End Cooperation?” (Man-Sung Yim, KAIST)

CONCLUSION: “Lessons and Policy Guidelines” (Stulberg & Yim)

제2절 미국 전문가 공동 정책연구

본 연구에서는 미국 전문가의 정책연구를 통해 한미 원자력협력 확대를 위한 파트너십 증진 방안을 모색하고 연구결과를 그림 4-1.과 같이 미국 내에 기고하였다. 본 절에서는 그 내용을 간략히 기술하고자 한다.

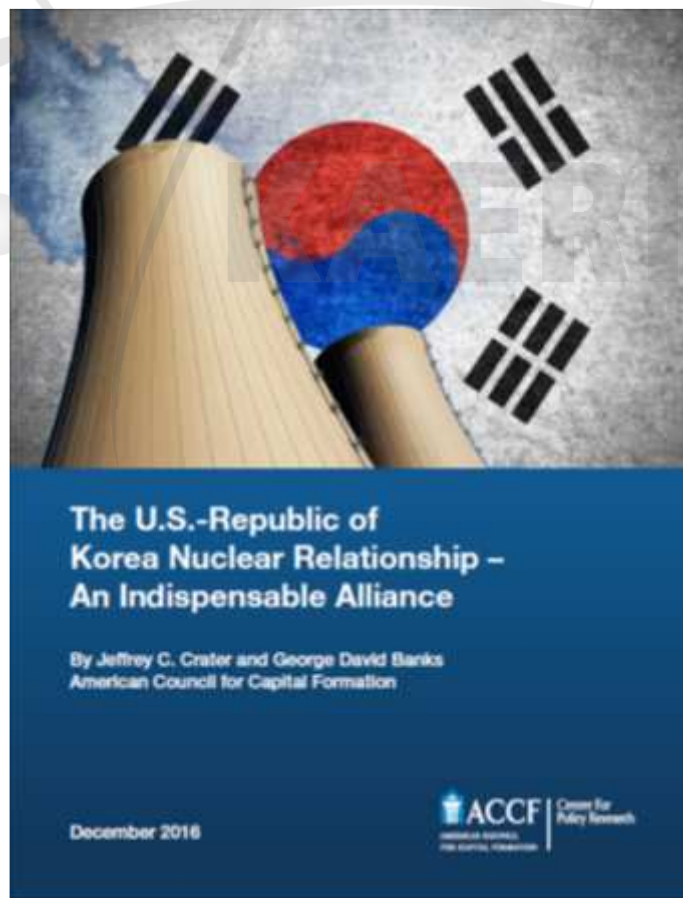


그림 4-1. 한미 원자력협력 공동 정책연구

1. 미국 원자력 산업의 쇠락

전 세계에서 가장 많은 상용 원자료를 보유하고 있는 미국은 에너지원으로 원자력이 아닌 값싼 천연가스와 재생에너지에 점점 의존하는 추세이다. 미국 전력업체 Exelon은 최근 원전 2기의 폐쇄 계획을 발표하였다. 미국의 민수용 원자력은 큰 정책 변화 없이 향후 10년 동안 20% 이상 감소할 것으로 예상되고 있다. 미국의 원자력 분야가 빠르게 축소되면서 고연봉의 일자리가 크게 감소하고 미국의 세계 핵비확산 및 원자력 안전 체제의 확립 능력을 잃어가고 있다.

1980년대 미국의 원자력 기술은 세계 시장을 점유했지만 그 이후로 점점 위축되어 왔으며, 현재는 회복 불가능 상태에 이르렀다. 정부와 친밀한 관계를 유지하지 않던 미국의 원전 회사들은 점점 정부와 국외 공급망(Supply Chain)에 의존하기 시작하게 되었다. 미국은 원자로 용기와 증기발생기 부품 제조를 일본의 Japan Steel Works와 한국의 두산중공업에 의존하고 있다. 두산중공업은 특히 사우스캐롤라이나주와 조지아주에 건설되고 있는 Westinghouse의 AP1000 4기의 주요 원전 기자재 부품을 공급하고 있다. 펜실베이니아주의 Lehigh Heavy Forge는 소형모듈원자로(SMR)의 부품을 제조 가능하지만 대형 원전의 원자로 압력용기와 상부헤드는 제조가 불가능한 상황이다. 상용 원자로급 또는 N-Stamp 인증을 받은 부품들을 제조 및 공급이 가능했던 미국의 수많은 업체들이 지난 30년 간 400개에서 255개로 축소되었다.

핵연료 부분에 있어서도 전망이 좋지 않다. 오바마 정부가 유카산 처분장 건설을 중단하는 등 미국은 현재 사용후핵연료 및 고준위폐기물 처분 정책을 명확히 정하지 못하고 있다. 미국은 러시아와 달리 핵확산 위협을 줄이기 위한 폭넓은 핵연료 회수 옵션을 제공할 수 없는 형편이다. 또한 미국은 심지어 상업용 우라늄 농축 프로그램을 보유하지 못하고 있다. American Centrifuge Project(ACP)가 종료되면서 가까운 미래에 미국이 우라늄을 농축할 가능성은 없어졌다. Westinghouse와 같은 미국의 제조회사들은 대개 국외 농축 기술에 의존하고 있다. 게다가 미국 원자력 회사들은 뉴멕시코주에 2010년 원심 분리 농축 공장을 짓고 있는 영국-독일-네덜란드 컨소시엄인 URENCO와 같은 국외 소유의 우라늄 농축 공급 회사들에게 의존할 수밖에 없다. 현재 국영 프랑스 전력회사인 EDF가 인수한 AREVA는 아이다호주 동부에 위치한 Eagle Rock에 농축시설 건설을 추진했지만 핵연료 시장의 경기가 좋지 않아 중단되었다.

현재 미국의 원자력 산업이 약화되면서, 미국은 지난 몇 십 년과 비교하여 민수용 원자력 기술의 세계적 확산, 그리고 그 기술을 통한 핵확산을 통제할 수 있는 역량이 줄어들었다. 이러한 미국의 권한과 영향력을 확립시키기 위해서는 외교와 양자(특히 한국) 협력에 더욱 집중해야 한다.

2. 국제사회에서의 한국 원자력 위상

일본은 후쿠시마 원전사고 전에는 민수용 원전 확대 계획으로 해당 부문이 활기를 띠었고 세계 원전시장에서 상당한 지분을 차지하고 있었으나.⁹⁰⁾ 2011년 후쿠시마 사고 이후 일본의 모든 원자로 54기의 가동이 중단되었다. 이후 가동 가능한 43기 중 단 5기만이 더욱 엄격해진 규제 하에서 재가동되었다. 일본 전력회사들은 높은 복구비용 때문에 수많은 원전의 폐쇄를 결정하였다. 일부 분석가들은 원전이 단층선 근처에 위치했거나 강화된 안전 기준을 충족하지 못하는 이유로 일본의 남아있는 원전 중 약 1/3 가량만이 재가동될 것으로 분석하고 있다. 일본에서는 오래된 원전들을 대체할 신규 원전이 건설될 수도 있지만 이는 지역사회의 지지가 필요한 실정이다. 분석가들은 일본이 원자력 산업을 다시 부흥시킬 수 있을지 의문을 제기하고 있다. 가장 긍정적으로 전망하더라도 완전한 복구까지는 수 십 년이 걸릴 것으로 예상되고 있다. 미국은 민수용 원자력 이용개발에 있어서 일본과의 파트너십을 유지해야 하지만, 상용 원자력 기술에 대한 중국의 국제적 우위를 일본이 단독으로 저지할 수 있다고 기대해선 안 된다.

중국은 15년 전만 해도 원자력 산업이 활발하지 않았지만 현재는 민수용 원자력 분야에서 상당히 진전되었다.⁹¹⁾ 중국은 방대한 자금과 탄탄한 제조 능력을 보유하고 있어 향후 국제시장 진출에 적극 노력할 것이다.⁹²⁾ 중국은 매년 8기의 원자로를 건설할 능력이 있으며, 매년 20기의 원자로 건설을 계획하고 있다. 중국은 현재 일본, 한국, 미국을 통틀어 원자력 제작 능력을 능가하고 있으며, 곧 세계 원자력 시장의 흐름을 바꿔놓을 것이다.

중국의 이러한 성장을 저지시키지 못한다면 중국이 상용 원자력 분야에 세계적 리더가 된다는 것은 기정사실이며, 이는 미국과 미국의 동맹국들에게 부정적인 결과를 가져다 주게 될 것이다. 중국의 활발한 원자력 산업으로 인해 향후 세계 핵비확산 및 원자력 안전 관련 표준 및 제도를 결정할 때 중국은 강력한 주장을 펼칠 힘을 갖게 될 것이다. 핵무기 개발을 위해 민수용 원자력 프로그램을 도입하려는 국가는 미국이 아닌 중국에 승인 요청을 하게 될 것이다. 중국이 탄탄한 예산을 기반으로 국제 원전시장을 독점하게 된다면 핵비확산에 대한 미국의 영향력은 대폭 줄어들게 될 것이다.

국의 많은 원자력 관계자들은 중국의 산업 스파이 활동과 의심스러운 핵비확산 활동

90) 일본 기업들은 외국 기업을 인수하거나 파트너십을 맺으려고 노력하였다. 특히 미국 기업을 대상으로 하였는데, Toshiba는 2006년 Westinghouse를 인수하고, Hitachi는 2007년 GE와 파트너십을 맺었으며, Toshiba는 2010년 United States Enrichment Corporation(USEC)의 지분 1억 달러를 매수하였다. 일본은 민수용 원자력 기술에 있어서 명백한 세계적 리더(특히 아태 지역)였다. 이들 3대 원전회사는 GE-Hitachi가 설계한 신형비등수형원자로(ABWR)의 적은 수요 등 여러 어려움을 겪으면서 세계 경쟁에서 살아남기 위해 통합을 추진해왔으나 아직 성과는 없는 실정이다.

91) 중국은 1990년대 초반 3기의 상용 원자로를 운영하였다. 그러나 중국은 2016년 현재 35기의 원자로를 가동하고 있다. 중국은 2030년까지 원자력 시설용량을 150GW_e까지 늘릴 계획인데, 이는 독일의 총 발전 시설용량과 맞먹는 수준이다. 미국의 많은 원자로가 조기 폐쇄 가능성이 있기 때문에, 약 10년 후 중국은 미국의 원자로 수의 두 배를 보유하게 될 수도 있을 것이다.

92) 중국은 최근 노후된 Magnox 원자로를 교체해야 하는 영국에 원자력 기술을 수출하는 협약을 체결하고 약 230억 달러를 투자하여 신규 원전 2기의 건설에 참여하고 있다. 중국은 영국 뿐 아니라 아프리카, 아시아, 남아메리카에서 약 12개의 프로젝트에 참여하면서 세계적인 원자력 부품 제조 공급국으로 자리매김하고 있다.

이력을 알고 있기 때문에 중국과의 긴밀한 원자력 협력 관계를 경계하고 있다. 유럽 국가들이 러시아의 석유와 천연가스 공급에만 의존하는 것을 우려한다는 사실을 고려하면, 원자력 국가들도 중국의 자금과 기술에 너무 의존하지 않고 다양한 공급 체계를 유지하는 것을 선호할 것이다.

미국은 한국과 일본과의 관계 강화로 앞선 우려들을 해결할 수 있다. 한국의 원자력 산업계가 활기를 띠면서 미국과 협력하여 중국의 성장 흐름을 저지하는 중요한 역할을 하는데 자리매김할 수 있다. 한·미 원자력 산업계는 양국의 협력을 통해 세계 시장, 특히 아태지역에서 번영할 수 있을 것이다.

3. 한미 원자력 협력의 강화

한미 원자력협정은 오랜 역사에도 불구하고 아직 합의점에 도달하지 못한 사안들이 있으며, 이 가운데 주요 사안은 한국의 핵연료 안정적 공급을 위한 우라늄 농축 능력 개발과 한국의 파이로프로세싱 개발이다. 이 사안들을 해결하기 위해 한미 원자력고위급위원회(HLBC)가 출범되었다. 한미 양국은 2011년 한미 핵연료주기 공동연구를 출범시키고 현재 연구를 수행 중이다. 한국은 핵연료주기 프로그램을 확립하지 못했기 때문에 INL과의 공동연구를 통해 부족한 부분을 채워가고 있다. INL은 1960년대에 첫 고속로인 EBR-II를 건설하고, 30년간 가동하는 등 오랜 기간 고속로를 연구해왔다. 한국과 INL은 연구 규모의 전기화학적 재활용(파이로프로세싱) 기술의 실행가능성을 이미 확인하였다. 본 공동연구는 2020년까지 지속될 예정으로, 사용후핵연료 장기 관리 옵션 개발의 일환으로 파이로 기술에 대한 기술성, 경제성 및 핵비확산성을 평가할 예정이다.

그러나 미국은 여러 안보 문제를 이유로 한국의 완전한 파이로프로세싱 활동을 모두 승인하지는 않고 있다. 한 가지 주목해야 할 부분은 파이로프로세싱은 순수 플루토늄이 아닌 불순물이 섞인 플루토늄을 생산한다는 것이다. 파이로프로세싱을 통해 얻은 생성물은 플루토늄과 함께 넵투늄, 아메리슘, 퀴륨 등 초우란원소(TRU)가 함께 섞여 있기 때문에 무기용으로 적합하지 않다. 세계원자력협회(WNA)에 따르면, 파이로프로세싱은 고온 고방사성이기 때문에 핵확산저항성이 있다. 결론은 파이로프로세싱으로 무기급 플루토늄을 얻을 수 있는 가능성은 거의 없다는 것이다.

한국은 2012년 파이로프로세싱의 기술실현 가능성을 높이기 위해 파이로프로세싱 실증 시설인 PRIDE 시설을 건설하였다. 한국은 아르곤국립연구소(ANL)와 SFR 설계협력을 진행하고 있다. 본 공동연구는 4세대 원자로인 SFR의 기술 개발에 도움이 될 것이다.

4. 한미 원자력협력 파트너십 확대를 위한 제언

한미 원자력 협력의 강화는 국제 핵비확산 체제 및 에너지 안보 강화, 경제성장 및 환경보호, 기후변화 대응 등 핵심적인 국익을 증진하는 정책 및 조치들을 촉진할 것으로, 본 보고서에 제시된 한미 원자력협력 파트너십 증진을 위한 제언은 다음과 같다.

- **(한미 양자간 고위급위원회(HLBC)의 효과적인 이행)** HLBC는 한미 간의 R&D 협력 증진을 위한 중요한 도구로, 국제사회가 요구하는 최대한의 투명성을 제공하면서 핵물질 보안을 확보하는 방법을 기반으로 한미 공동연구를 보장해야 함.
 - HLBC는 JFCS를 지지하며, 한미 협력의 어떠한 장애물도 신속히 다루며, 현재 진행 중인 연구를 위한 예산을 확보해야 함.
 - HLBC는 한국의 파이로 기술개발을 저지하는 것이 아니라 오히려 권장해야 함. 한국의 경제 및 민간의 원자력 개발사업 규모 측면에서 폐기물 상황을 고려하여 파이로 기술의 경제성을 고려해야 함.
 - HLBC는 한국과 미국의 농축 기술에 투자할 수 있는 보다 효율적이고 시장 경쟁력이 있는 다양한 방안을 조사해야 함.
 - HLBC는 원자력 기술의 안전 및 안보에 관한 한미간 합작 투자 및 경영진의 협력을 도모해야 함.

- **(원자력 안전, 지속가능성 및 비확산을 위한 최고 수준의 국제기준 장려)** 한미 협력 증진은 원자력 안전성을 향상시키고, 원자력의 지속가능성 및 환경 보호 수준을 높이며, 국제 핵비확산 체제를 강화시킬 수 있음. 특히, 한미가 파이로-고속로 연계의 공동 기술개발을 지속한다면 안전성 향상을 기본으로 경제적으로 타당하고 상업적으로 배치할 수 있는 고속로 개발이 가능할 것임. 이를 위한 추가적인 협력 사항은 다음과 같음.
 - 원자력 안전 관련 지식 및 경험과 최적 관행에 대한 정기적인 정보교환을 포함하는 최고 수준의 안전 기준 유지
 - SMR 및 제4세대원자로(Gen IV)를 포함하는 선진 원자력 시스템의 인허가
 - 범태평양 지역을 포괄하는 원자력 안전 지역협력 강화

- **(한미 원자력 협력을 국제협력의 모범 사례화)** 핵비확산 의무를 준수하면서 장기간 원자력을 책임 있게 사용함으로써 미국의 신뢰를 쌓은 국가(한국)에게는 어떠한 새로운 원자력협정에 대해서도 평화적 활동이 최대한 보장되어야 함. 이러한 협력의 범주에는 최고 수준의 국제 안전기준, 지속가능성 및 비확산 준수를 바탕으로 하는 선진 핵연료주기 기술이

포함되어야 함. 확산 위험 감소를 위한 상호 약속을 증명하기 위하여 다음과 같은 추가의 노력이 필요함.

- 선진 핵연료주기 시설을 위한 안전조치체제의 공동 개발
- 물리적 방호 및 핵감식과 같은 핵안보 기술의 공동 개발
- U-Mo 고밀도 저농축우라늄(LEU) 핵연료의 개발 및 실증과 LEU 기반의 Mo-99 생산 기술 개발을 통한 고농축우라늄(HEU)의 사용 최소화

○ **(선진 기술의 R&D 협력 강화)** 한국과 미국은 JFCS 및 SFR 설계 협력을 뛰어 넘어 선진 원자력 기술을 공동으로 개발할 수 있다. 예를 들어 양국은 Gen IV 국제 포럼에 공동 투자하여 SFR 및 고온 원자로 개발을 주도할 수 있다. 또한 양국 정부 SFR 개발에 관한 Argonne 국립연구소와 KAERI 간의 협력을 더욱 강화할 수 있다. 이와 함께 두 기관의 선진 금속 연료, 인허가 절차 간소화, SMR 개발에 관한 설계 및 시연에 기업이 참여하는 것도 가능할 것이다.

- 특히, 양국은 신규 원자력 시설에 대한 자원 조달과 비용 상승에 관심을 가져야 한다. 미국과 같이 천연가스 매장량이 풍부하고 가스발전소 건설 비용이 상대적으로 저렴한 국가에서 원자력은 경쟁력이 약해질 수 있기 때문이다.
- 또한, 한미 양국은 사용후핵연료의 저장 및 운송, 처분 등을 포함하는 관리 기술에 관한 협력 증진을 통해 사용후핵연료의 영향을 최소화하는 데 기여할 수 있을 것이다.

○ **(원자력 상업 협력의 기회 모색)** 다음과 같이 분야에서 한미 간에 최적의 협력이 이루어진다면, 원자력 교역 및 상업적 거래를 확대할 수 있는 잠재력이 커질 수 있음.

- 제3국가와의 전략적 협력을 위한 원자력 비즈니스의 파트너십 구축
- 합작 투자 및 투자 체제 구축
- 원자력 인프라 및 인력개발 분야에서 한국을 모범 사례로서 한 “newcomer” 국가를 위한 공동 지원체제 구축
- 기존의 원자력 협력 체제인 IAEA 기술협력 및 INPRO에 관한 IAEA 국제 프로젝트, IAEA 평화이용구상(PUI) 등에서 주도적인 역할 수행

제3절 평가 및 향후 추진방향

미국 전문기관 또는 전문가를 통한 정책 공동연구는 제2장에서 기술한 미국내 우호적 환경 조성의 특수한 한 활동으로도 볼 수 있다. 이 활동을 특별히 별도의 장으로 다룬 것은 다음과 같은 의미가 있기 때문이다.

첫째, 우리가 직접 이야기하는 것보다 미국 전문가의 입을 통해 이야기하는 것이 미국 오피니언 리더들이 더 잘 듣고 또한 더 설득력이 있다. 우리가 아무리 사실에 근거해 이야기한다 할지라도 우리를 100% 신뢰하거나 해당 사안에 대해 100% 정확히 알고 있지 않는 한 우리의 이야기에 쉽게 귀 기울이거나 믿지 않을 것이다. 반면 저명한 미국 전문가가 연구를 통해 발표하는 이야기는 보다 귀 기울이고 믿게 될 것이다. 실질적으로 본 연구에서 한미 원자력 파트너십 증진을 위해 수행한 미국 전문가와의 정책 공동연구 결과는 기고를 통해 발표되어 미국내 한미 원자력 파트너십 구축 여론을 만드는데 기여한 것으로 평가된다.

둘째, 양국 전문가간 공동연구를 통해 상호 이해 증진 및 창의적인 새로운 아이디어 창출이 가능하다. 제1절에서 설명한 양국 전문가간 공동 활동을 통해 우리에게 대한 이해가 부족하던 미측 전문가들이 우리나라의 원자력 개발 배경 및 역사, 현황, 비전 등을 더 이해하게 되었고 국제정치적 측면을 포함해 한미간 원자력 협력 비전을 창출할 수 있었다.

셋째, 이러한 공동 활동을 통해 보다 심화된 인적 네트워크 구축이 가능하다. 공동 활동에서의 솔직한 토론을 통해 상호 신뢰가 쌓임으로써 단순히 아는 차원에서 심증을 나눌 수 있는 차원으로 발전될 수 있다. 실질적으로 본 장에서 기술한 공동 활동 및 연구를 통해 보다 심화된 네트워크가 일부 구축된 것으로 평가된다.

이에 따라 이러한 양국 전문가간 공동 활동이나 공동연구는 예산이 허용되는 범위 안에서 향후 최대한 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 공동연구 주제를 더 다양화 하고, 대상 전문가도 다양화함으로써 그 효과를 높여 나가야 할 것이다.

제5장

결론 및 건의사항

A large, light gray watermark of the KAERI logo is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing protons and neutrons. The word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font across the center of the logo.

KAERI



제5장 결론 및 건의사항

본 연구는 한국 핵연료주기 프로그램에 대한 미국의 정책 변화를 최종 목표로 수행되었다. 미국은 핵비확산, 특히 민감기술의 확산방지 측면에서 타국의 핵연료주기 프로그램에 개입하는 정책을 지속적으로 펼쳐오고 있다. 따라서 미국의 정책을 변화시킨다는 것은 단기간 내에 달성될 수 있는 것이 아니라 잘 조율된 전략에 따라 장기간에 걸쳐 다양한 분야에서 다양한 채널을 다양한 활동을 통해 추진되어야 할 사항이다.

이러한 노력의 일환으로 본 연구에서는 미국 주요인사 초청 및 시설 방문 프로그램을 운영하여 우리나라의 원자력 프로그램 및 핵비확산 노력을 적극 홍보하였다. 주요 기관 방문은 우리나라 원자력 연구개발 시설과 산업 현장을 두루 살필 수 있도록 계획을 세웠으며, 특히 주요 인사들이 핵연료 제조부터 방사성폐기물 처분에 이르기까지 원자력 전주기 분야에서 우리나라가 활발하게 활동하고 있음을 충분히 인식할 수 있도록 기획하였다. 이와 더불어 우리나라가 추진 중인 미래원자력시스템에 대한 한·미 양국간의 이해 차이를 좁히고자 공동 워크숍을 개최하였다. 이를 통해 미국 전문가들의 입장을 파악 및 분석하여 대미전략 수립 시 활용하도록 하였으며 미국 전문가들과의 간담회와 브리핑을 통해 우리나라 선진핵연료주기 추진 당위성 및 타당성을 전파하였다. 이러한 활동으로 미국 워싱턴 DC 내에 Grass-root 차원의 탄탄한 인적 네트워크를 구축할 수 있었으며 이제 이러한 네트워크를 활용할 수 있는 단계에 이른 것으로 평가된다.

이와 함께 본 연구에서는 미국의 원자력 및 핵비확산 정책, 미국 원전 산업 현황 등을 워싱턴 파견 전문가 및 국내 연구팀이 지속적으로 분석하여 이를 국내에 전파하였다. 특히 2015년 한미 원자력협정 개정협상 타결, 2016년 미국 대선, 2017년 양국의 신정부 출범 등에 따른 미국의 원자력 정책 변화와 함께 미국에서 미국 행정부, 의회, 산업계 및 비확산 커뮤니티가 바라보는 한미 원자력 협력(파트너십)의 필요성에 입장을 분석하였다.

그 결과, 국제 핵비확산 관점에서 볼 때 미국의 핵비확산 입지 강화를 위해서는 전략적 파트너로서 한국이 필요하며, 자국의 원전 산업 부흥 관점에서 볼 때에도 성숙한 원자력 산업 기반을 구축하고 있고 자국 내 원자로 건설뿐만 아니라 해외 원전수출 계약을 활발히 추진하고 있는 한국이 최적의 파트너라는 논리를 제시하였다.

본 과제를 통해 수행한 우호적 환경조성 활동 및 정책 공동연구는 한·미 핵연료주기공동연구 진행, 한미 원자력협정 개정 및 발효, 한미 고위급위원회 출범 등 선진핵연료주기 시스템 개발의 원활한 추진에 필요한 한·미 양국의 긴밀한 협력을 이끌어내는데 기여한 것으로 평가된다.

한·미 원자력협정 개정협상이 끝났다고 해도 아직 미국의 정책이 완전히 변화된 것은 아니다. 신협정에 규정된 바와 같이 한·미 핵연료주기공동연구 완료 이후에 한·미 고위급

위원회에서 또 다른 협의가 필요하다. 이에 따라 한·미 고위급위원회를 잘 운영해 나가고 한·미 핵연료주기공동연구가 성공적으로 완수될 수 있도록 지속적인 지원이 필요하다. 특히 한·미 공동연구 완료 이후 진행될 파이로 협력을 위한 협상에 대비하기 위해서는 한·미 원자력협력 기반 강화, 미국에 대한 우리나라의 원자력 프로그램 이해 증진, 미국의 원자력 및 핵비확산 정책 동향 조사 활동 강화 등 지금보다 더욱 적극적이고 총력적으로 우호적인 국제환경을 조성하기 위한 노력을 전개해 나가야 할 것이다.

이를 위해 미국 현지에서 정부, 의회, 싱크탱크, 산업계 등을 대상으로 우리 원자력 프로그램을 전문적으로 홍보하는 체계를 더욱 더 강화해야 하며, 국내 전문가를 워싱턴DC 현지에 지속적으로 파견하여 국제 정책동향 파악, 국제홍보, 인적 네트워크 구축, 국제 공동연구 등의 활동을 효과적으로 수행해 나가야 할 것이다. 이와 함께 미 주요인사와의 네트워크 구축을 위해 소규모의 공동 워크숍 및 간담회를 개최하고 우리나라 원자력시설 방문 프로그램을 지속적으로 운영해 나가야 할 것이다.

이러한 활동은 선진 핵연료주기 기술개발을 위한 국제정치적 제약요인을 제거하는데 일조할 것이며, 사용후핵연료 관리문제를 해결하는 기술집약적 대안기술의 하나인 파이로-SFR 기술을 성공적으로 개발하는데 크게 기여할 것이다. 또한 글로벌 파트너십 강화 및 전략적 국제협력 활성화를 통해 선진핵연료주기 기술을 성공적으로 개발함으로써 우리나라의 국제위상을 제고하는 동시에 미래 원자력 시장의 주도권을 확보하는 데 기여할 것으로 평가된다.

The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features the word "KAERI" in a bold, sans-serif font. Above the text is a stylized graphic consisting of two curved lines that sweep upwards and outwards, ending in small circles, resembling a molecular structure or a dynamic path.

제6장

참고문헌

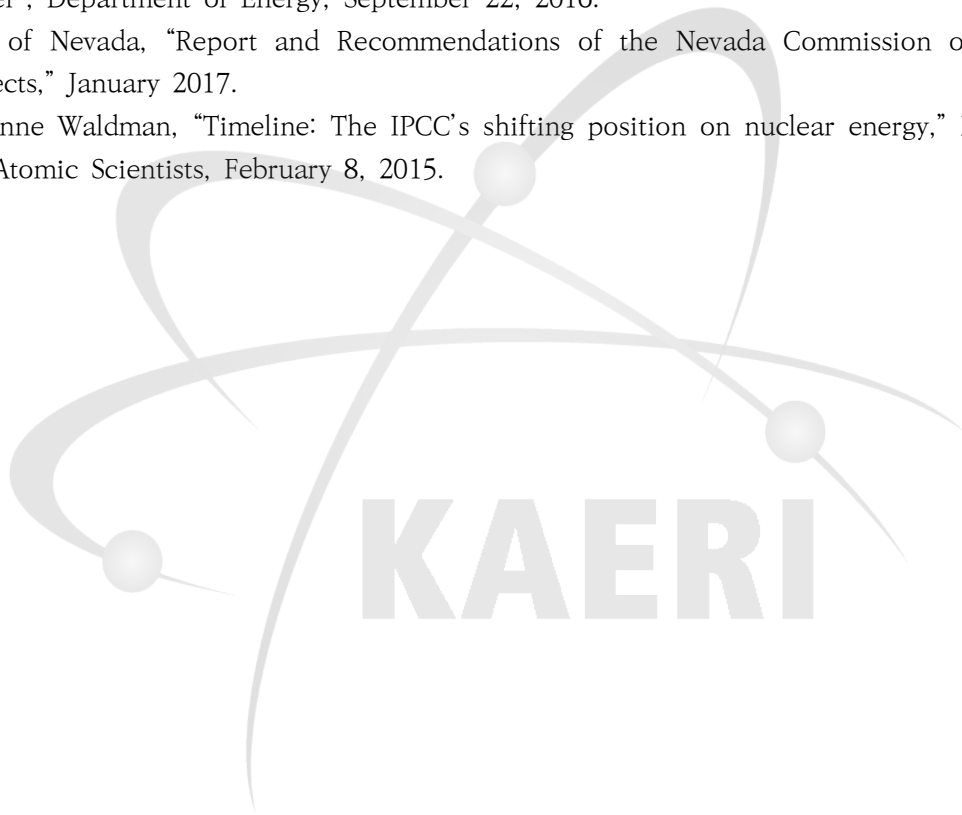
KAERI

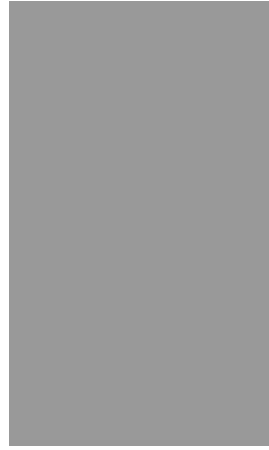


제6장 참고문헌

- [1] 경향비즈, “‘노벨물리학상’ 스티븐 추 교수 ‘기후변화 대응 위해 탈원전 재고해야,’” 2017.11.23.
- [2] 임만성, 양자간 원자력 연구개발의 국제 수용성 및 핵비확산성 제고방안 연구, 한국과학기술원, KAERI/CM-2188/2015
- [3] 한국에너지연구소(편), 가네코(저), 「국제원자력 문제와 원자력 외교 : 일본의 시각」, KAERI/AR-294/88, 1988.
- [4] Bipartisan Policy Center, Moving Forward with Consent-Based Siting for Nuclear Waste Facilities, September, 2016.
- [5] James Conca, “Why Aren’t Renewables Decreasing Germany’s Carbon Emissions?” Forbes, October 10, 2017.
- [6] James Conca, “Closing Diablo Canyon Nuclear Plant Will Cost Money And Raise Carbon Emissions,” Forbes, July 15, 2016.
- [7] Crater, Jeffrey C., & George David Banks, The U.S.-Republic of Korea Nuclear Relationship - An Indispensable Alliance, ACCF, December, 2016.
- [8] CRS, “Science and Technology Issues in the 115th Congress”, Frank Gottron, March 14, 2017.
- [9] DOE, Draft Consent-Based Siting Process for Consolidated Storage and Disposal Facilities for Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste, January 12, 2017.
- [10] DOE, “Press Briefing by Secretary of Energy Rick Perry and Principal Deputy Press Secretary Sarah Sanders,” June 27, 2017.
- [11] DOE, *Staff Report to the Secretary on Electricity Markets and Reliability*, August, 2017
- [12] DOE, *Vision and Strategy for the Development and Deployment of Advanced Reactors*, January, 2017.
- [13] DOE SMR Workshop - The Pathway to SMR Commercialization, Department of Energy, November 1, 2016.
- [14] DOE, *Departmental Response: Assessment of the Report of the SEAB Task Force on the Future of Nuclear Power*, January, 2017.
- [15] GNI, *Nuclear Power for the Next Generation: Addressing Energy, Climate, and Security Challenges*, April 2017.
- [16] IHS Markit, “Ensuring Resilient and Efficient Electricity Generation,” September 2017.
- [17] Jessica R. Lovering, Arthur Yip, Ted Nordhaus, “Historical construction costs of global nuclear power reactors,” Energy Policy, 91, April 2016
- [18] Bobby Magill, “Nuclear Power Needs to Double to Meet Warming Goal,” Climate Central, January 29, 2015.
- [19] Michael Wallace, John Kotek, Sarah Williams, Paul Nadeau, Thomas Hundertmark, George David Banks, “Restoring U.S. Leadership in Nuclear Energy: A National Security Imperative,” CSIS, June 2013.
- [20] NEAC, *Assessment of Missions and Requirements for a New U.S. Test Reactor*, February 2017.

- [21]NRC, “NRC Vision and Strategy: Safely Achieving Effective and Efficient Non-Light Water Reactor Mission Readiness”, January 3, 2017.
- [22]NRC, “NRC Advanced Reactor Vision and Strategy: Mid-Term and Long-Term Implementation Action Plans,” March 2017.
- [23]NRC, “Nuclear Power Reactor Testing Needs and Prototype Plants for Advanced Reactor Designs,” June, 2017.
- [24]Brad Plumer, “The US keeps shutting down nuclear power plants and replacing them with coal or gas,” *VOX*, November 3, 2016.
- [25]Reuters, “Toshiba buying back 10 percent stake in Westinghouse unit for \$522 million,” October 3, 2017.
- [26]Secretary of Energy Advisory Board, “Report of the Task Force on the Future of Nuclear Power”, Department of Energy, September 22, 2016.
- [27]State of Nevada, “Report and Recommendations of the Nevada Commission on Nuclear Projects,” January 2017.
- [28] Suzanne Waldman, “Timeline: The IPCC’s shifting position on nuclear energy,” Bulletin of the Atomic Scientists, February 8, 2015.





부 록

[부록 1] 미 행정부 및 의회 주요인사

KAERI



부 록 1. 미 행정부 및 의회 주요인사

행정부



Secretary: 장관, Deputy Secretary: 부장관, Under Secretary: 차관, Assistant Secretary: 차관보, (Principal) Deputy Assistant Secretary: (수석) 부차관보, Special Advisor: 특별보좌관
Administration: 청장, Deputy Administration: 부청장, (Principal) Assistant Deputy Administration: (수석) 부청장보

의회 (상원)

Foreign Relations (21명)		Energy/Natural Resources (23명)		Senate Leadership							
	Chairman * Republican Cortez, Bob Tennessee		Ranking Member Democrat Cardin, Benjamin L. Maryland		Chairman Republican Murkowski, Lisa Alaska		Ranking Member Democrat Cantwell, Maria Washington		Majority Leader Republican McConnell, Mitch Kentucky		Minority Leader Democrat Schumer, Charles E. New York
	* Republican Risch, James E. Idaho		Democrat Menendez, Bob New Jersey		Republican Barrasso, John Wyoming		Democrat Wyden, Ron Oregon		Majority Whip Republican Cruz, John Texas		Minority Whip Democrat Durbin, Richard J. Illinois
	* Republican Rubio, Marco Florida		Democrat Shahen, Jeanne New Hampshire		Republican Roh, Jim Idaho		Democrat Sanders, Bernard Vermont				
	Republican Johnson, Ron Wisconsin		Democrat Coons, Christopher A. Delaware		Republican Lee, Mike Utah		Democrat Stabenow, Debbie Michigan				
	Republican Flake, Jeff Arizona		Democrat Udall, Tom New Mexico		Republican Pulte, Jeff Arizona		Democrat Pritzker, Al Minnesota				
	Republican Gardner, Cory Colorado		Democrat Murphy, Chris Connecticut		Republican Deineke, Steve Montana		Democrat Manchin, Joe West Virginia				
	Republican Young, Todd Indiana		Democrat Kaine, Tim Virginia		Republican Gardner, Cory Colorado		Democrat Heinrich, Martin New Mexico				
Barrasso, John R. Wyoming	Isakson, Johnny R. Georgia	Edward J. Markey D. Massachusetts	Mertley, Jeff D. Oregon	Alexander, Lamar R. Tennessee	Howen, John R. North Dakota	Hirono, Mazie K. D. Hawaii	King, Angus D. Maine	Portman, Rob R. Ohio	Ducowich, Tammy D. Illinois	Masto, Catherine D. Nevada	
Portman, Rob R. Ohio	Paul, Rand * R. Kentucky	Booker, Cory D. New Jersey		Luther Strange R. Alabama							

*: 브라운 방문

의회 (하원)

Foreign Affairs (46명)			
 Chairman * Republican Royce, Ed California	 Ranking Member Democrat Engel, Eliot New York	 Republican Smith, Chris New Jersey	 Democrat Sherman, Brad California
 Republican Ros-Lehtinen, Ileana Florida	 Democrat Meeks, Gregory W. New York	 Republican Rohrabacher, Dana California	 Democrat Sires, Albio New Jersey
 Republican Chabot, Steve Ohio	 Democrat Connolly, Gerald E. Virginia	 Republican Wilson, Joe South Carolina	 Republican McCaul, Michael T. Texas
 Republican Poe, Ted Texas	 Republican Issa, Derrill A. California	 Democrat Deutsch, Theod. Florida	 Democrat Bass, Karen California
 Republican Marino, Tom Pennsylvania	 Republican Brooks, Mo Alabama	 Democrat Eeringa, William Massachusetts	 Democrat Cislinski, David Rhode Island
 Republican Cook, Paul California	 Republican Perry, Scott Pennsylvania	 Democrat Bera, Ami California	 Democrat Frankel, Lois Florida
 Republican DeSantis, Ron Florida	 Republican Meadows, Mark North Carolina	 Democrat Tlaib, Rashida Michigan	 Democrat Castro, Joaquin Texas
 Republican Yoho, Ted Florida	 Republican Kinzinger, Adam Illinois	 Democrat Kelly, Robin L. Illinois	 Democrat Boyle, Brendan F. Pennsylvania
 Republican Eldrin, Lee M. New York	 Democrat Donovan, Daniel New York	 Democrat Turner, Tina NY	 Democrat Torres, Norma CA
 Democrat Bera, Ami California	 Democrat Wagner, Ann Missouri	 Democrat Schneider, Brad Illinois	 Democrat Suozzi, Thomas New York
 Democrat Schiff, Adam B. California	 Democrat Rooney, Francis Florida	 Democrat Espinoza, Adriano New York	 Democrat Liew, Ted CA
 Republican Fitzpatrick, Brian Pennsylvania	 Democrat Rooney, Francis Florida	 Republican Fitzpatrick, Brian Pennsylvania	 Democrat Tom, Garrett Virginia



House Leadership			
 Majority Leader Republican McCarthy, Kevin California	 Minority Leader Democrat Pelosi, Nancy California	 Majority Whip Republican Scalise, Steve Louisiana	 Minority Whip Democrat Hoyer, Steny H. Maryland
Congressional Caucus on Korea (33명)			
 Co-Chair Republican Kelly, Mike Pennsylvania	 Co-Chair Democrat Bera, Ami California	 Co-Chair Republican Bockman, Peter J. Illinois	 Co-Chair Democrat Connolly, Gerald E. Virginia
 Co-Chair Republican Royce, Ed California	 Co-Chair Democrat Lee, Barbara J. California	 Co-Chair Republican Coopers, John Michigan	 Co-Chair Democrat Cooper, Jim H.S. Tennessee
 Co-Chair Republican Barton, Joe L. Texas	 Co-Chair Republican Brdy, Brad R. Texas	 Co-Chair Democrat Crowley, Joseph New York	 Co-Chair Democrat Caputo, Michael E. Massachusetts
 Co-Chair Republican Calvert, Ken S. California	 Co-Chair Republican Comstock, Barbara A. Virginia	 Co-Chair Republican Conaway, Mike Texas	 Co-Chair Democrat Lofgren, Greg California
 Co-Chair Democrat Hingger, Adam D. Illinois	 Co-Chair Democrat King, Pete T. New York	 Co-Chair Democrat Schiff, Adam B. California	 Co-Chair Democrat Sanchez, Linda T. California
 Co-Chair Republican Reed, Tom W. New York	 Co-Chair Democrat Woodall, Rob Georgia	 Co-Chair Democrat Schiff, Adam B. California	 Co-Chair Democrat Sewell, Terri A. Alabama
 Co-Chair Democrat Thompson, Mike California	 Co-Chair Democrat Schiff, Adam B. California	 Co-Chair Democrat Schiff, Adam B. California	 Co-Chair Democrat Thompson, Mike California

*: 표의된 방문
**: 에너지 및 상무위원회의 소속



서지정보양식

KAERI보고서번호	KAREI/RR-4286/2017	보고서 종류	연구보고서
제 목 / 부 제	선진 핵연료주기 시스템 개발을 위한 국제환경 조성		
연구 책임자 및 부서명	이광석 / 한미 원자력협력		
연구자 및 부서명	류재수, 이병욱, 전은주, 이영우, 이진희, 이한명, 이해나 / 국제전략연구실, 이동형, 김미진, 장양희 / 한·미 원자력협력, 김경표 / 국제협력팀, 이동훈 / 미래원자력시스템실증사업기획실, 이기복 / 소통협력본부, 고원일 / 핵주기전략개발부, 박성원, 한도희 / 소듐냉각고속로개발사업단, 오근배 / 수출용신형연구로실증사업단		
출 판 지	대전	발 행 일	2018.01.31
공 개 여 부	공개(○), 비공개()		총 페이지
비 밀 여 부	대외비(), _ 급 비밀		110p.
INIS 공개여부	공개(○), 비공개()		
참고사항			
표(6)개, 그림(3)개, 참고문헌(28)개			
초록 (15-20줄 내외)			
<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국 주요인사 초청 및 시설 방문 프로그램을 운영하여 우리나라의 원자력 프로그램 및 핵비확산 노력을 적극 홍보하여 원자력 전 주기 분야에서 우리나라가 활발하게 활동하고 있음을 충분히 인식할 수 있도록 함 ○ 한미 공동 워크숍 등을 통하여 우리나라가 추진 중인 미래원자력시스템에 대한 한·미 양국간의 이해 차이를 좁히고 미국 전문가들의 입장을 파악·분석하여 대미전략 수립시 활용하도록 하였음 ○ 이러한 활동으로 미국 워싱턴 DC 내에 Grass-root 차원의 탄탄한 인적 네트워크를 구축할 수 있었으며 이제 이러한 네트워크를 활용할 수 있는 단계에 이른 것으로 평가됨 ○ 2015년 한미 원자력협정 개정협상 타결, 2016년 미국 대선, 2017년 양국의 신정부 출범 등 미국의 원자력 정책 및 산업 동향 등을 워싱턴 파견 전문가 및 국내 연구팀이 지속적으로 분석하여 이를 국내에 전파하였음 ○ 전반적으로 원전 수출, 연구개발 및 핵비확산 측면에서 미국의 전략적 파트너로서 한국이 필요하다는 인식이 미국내에 크게 자리잡아 가고 있음 			
주제명키워드 (10단어내외)	국제환경, 원자력협정, 한미 원자력협력, 핵비확산, 미래원자력시스템		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

KAERI Report No.	KAREI/RR-4286/2017	Report Type	Research Report		
Title / Subtitle	Promotion of International Environments for the Development of Advanced Nuclear Fuel Cycle Systems				
Project Manager and Department	K.S. Lee, Center for ROK-US Cooperation				
Researcher and Department	Ryu Jae Soo, Lee Byung-Wook, Eunju Jun, Youngwoo Lee, Keonhee Lee, Lee HanMyung, Lee Haena / International and Strategic Studies Team, Lee Dong-Hyoung, Kim Mijin, Jang Yang Hee / Center for ROK-US Cooperation, Kim Kyoung-Pyo / International Cooperation Team, Lee Dong Hoon / Planning team of Future Nuclear System Demonstration Team, Lee Ki-Bog / Communication and Cooperation, Ko Won-Il / Nuclear Fuel Cycle Strategy Division, Seong Won Park, Dohee Hahn / Sodium-cooled Fast Reactor Development Agency, Keun Bae Oh / Kijang Research Reactor Design and Construction Project				
Publication Place	Daejeon	Date of Publication	2018.01.31	Total number of page	110p.
Open	Open(○), Closed ()		Reference	Tabs. (6) Figs. (3) Refs. (28)	
Classified	Restricted(), __Class Document				
INIS Open	Open(○), Closed ()				
Abstract (15-20 Lines)					
<p>○ Proactive efforts were made for the promotion of Korean nuclear energy and nuclear non-proliferation through an expert invitation program of key U.S. personnel, consisting of a series of extensive site visits to nuclear R&D institutions and industrial sites and leading them to witness Korean nuclear energy capacity in whole nuclear fuel cycle, from the production of nuclear fuel to radioactive waste disposal.</p> <p>○ Sveral ROK-U.S. joint workshops were conducted to narrow the differences of each side's respective understanding of the future nuclear energy systems being developed in Korea.</p> <p>○ These activities contributed to the realization of a concrete grass-root network in the U.S.</p> <p>○ U.S. nuclear energy policies and trends were comprehensively analyzed by the study team including an expert dispatched to Washington DC, especially focusing on positions of U.S. opinion leaders on the necessity of US-ROK nuclear partnership in the big political changes such as the conclusion of ROK-US nuclear cooperation agreement in 2015, U.S. presidential election in 2016, administration changes in the both governments in 2017, etc.</p>					
Subject Keywords (About 10 words)	International Environment, Nuclear Cooperation Agreement, ROK-US Nuclear Cooperation, Nuclear Non-proliferation, Future Nuclear Energy Systems				

주 의

1. 이 보고서는 한국원자력연구원에서 시행한 ‘선진핵연료주기시스템 개발을 위한 국제환경 조성’ 과제의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 한국원자력연구원에서 시행한 ‘선진핵연료주기시스템 개발을 위한 국제환경 조성’ 과제의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 아니 됩니다.