

원자력 글로벌 협력 전략 연구 및 네트워크 구축
A Strategic Study and International Networking for
Global Nuclear Collaboration

원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구
Development of International Strategies for Strengthening
Nuclear R&D Collaboration

KAERI



제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

이 보고서를 “원자력 글로벌 협력 전략 연구 및 네트워크 구축” 과제 세부과제 “원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구”의 연구보고서로 제출합니다.

2021년 01월 31일

주 관 연구 기관 명	한국원자력연구원
주 관 연구 책임자	류재수
연 구 원	이광석 김경표 이병욱 윤성원 전은주 배영민 이영우 이건희 이한명 김연중



보고서 요약서

과제고유번호	525420-20	해당단계 연구기간	2018.1.1.- 2020.12.31	단계구분					
연구사업명	중사업명								
	세부과제명								
연구과제명	대과제명	원자력 글로벌 협력 전략 연구 및 네트워크 구축							
	세부과제명	원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구							
연구책임자	류재수	해당단계 참여 연구원수	총	11명	해당단계 연구비	정부	2,328,006 천원		
			내부	11명		기업	천원		
		총연구기간 참여 연구원수	총	11명	총 연구비	정부	2,328,006 천원		
			내부	11명		기업	천원		
				외부	명			계	2,328,006 천원
				외부	명			계	2,328,006 천원
								계	2,328,006 천원
								계	2,328,006 천원
						계	2,328,006 천원		
연구기관명 및 소속부서명	한국원자력연구원 국제전략부			참여기업명					
국제공동연구	상대국명 :			상대국 연구기관명 :					
위탁연구	연구기관명 :			연구책임자 :					
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내로 작성합니다.)				보고서 면수	p.				
<p>본 과제의 목표는 국제 다자간 핵비확산 체제 및 양자간 원자력협력 대응전략을 개발하고, 국내의 원자력 주요 현안 및 해결을 위한 대응전략 제시 및 주요국 원자력 정책 분석 및 국내 전파하는 것임. 구체적으로 △ 다자간 국제 핵비확산 체제 및 국제기구/협약체 대응전략 개발, △ 양자간 원자력협력(대미) 대응전략 개발, △ 원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제 제약요인 극복방안 제시, △ 주요국의 원자력 정책 분석, △ 북한 핵문제 동향 분석 및 관련 기술역량 기반 구축 등을 수행함. 이러한 활동의 결과로서, △ NPT 탈퇴국가에 대한 항구적 안전조치 평가 연구 수행 및 작업문서 개발을 수행하여 2020 NPT 평가회의에서 우리나라 주도의 핵비확산 논의 창구 마련하였고, △ 한미 원자력 협력의 현재까지 진행을 분석하고 미래 협력 방향을 도출한 종합 자료 생산 및 한미 협력 현안 타개를 위한 한미의 전략적 파트너십 구축 전략을 수립하여 한미간 협력 추진 및 현안 해결의 전략자료 제공하였으며, △ 과기부-K.A.CARE 간 포괄적 협력 MOU 체결 및 연구원-K.A.CARE 협약 체결을 통한 한-사우디 원자력공동연구센터 설립을 통한, 한-사우디 원자력 협력의 지속성 부여 등의 성과를 달성하였음.</p>									
색인어 (각 5개 이상)	한글	원자력 국제협력, 국제 핵비확산 체제, 양자 원자력 협력, 국제 제약요인 극복방안 도출, 주요국 원자력 정책 분석, 북한 핵문제							
	영어	International cooperation for peaceful uses of nuclear energy, Multilateral nuclear non-proliferation regime, Bilateral nuclear cooperation, Measures to overcome international constraints, Analysis of nuclear policy and trend in major countries, DPRK's nuclear issues							



요 약 문

I. 제 목

원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라가 원자력 선진기술 개발 및 원자력 수출을 원활히 추진하기 위해서는 원자력 국제통제 관점에서 국제적 제약요인 극복을 위한 전략개발이 필수적임. 국제 정치·외교적 측면도 중요하게 고려해야 하는바, 주요국들의 원자력 동향을 파악하고 다자간 핵비확산 체제 및 국제기구/협약체, 양자간 원자력협력 관계에 전략적인 대응이 필요함. 이에 따라, 본 과제는 다자간 국제 핵비확산 체제 및 양자간 원자력협력 대응전략을 개발하고, 국내외 원자력 주요 현안 및 해결을 위한 대응전략 제시 및 주요국 원자력 정책 분석 및 국내 전파를 목적으로 함.

III. 연구개발의 내용 및 범위

국제 다자간 핵비확산 체제 및 국제기구/협약체 대응전략 개발을 위해, 다자 체제(NPT, NSG, IAEA, IFNEC) 관련 회의 대응방안 제시 및 정부대표단 기술자문 수행하였고, 50주년이 되는 NPT 체제 평가, 핵비확산 강화를 위한 항구적 안전조치 분석 등의 연구를 진행함.

양자간 원자력 협력 활성화를 위한 대응전략 개발도 수행하였는데, 구체적으로, 미국 원자력 정책 동향 분석을 통해 한미 간 협력 현안 해결 및 종합적이고 전략적 차원에서 원자력 연구개발 협력 전략을 제시하였음. 또한, 정부 및 연구원의 요청에 따른 기타 협력 대상국가(사우디 등)의 원자력 협력/협정 체결을 지원하였음.

또한 본 과제는 원자력 기술개발에 있어 국제 현안을 선제적으로 분석하고 대응방안을 제시하여 원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제 제약요인 극복방안을 제시하였음. 특히, 중동지역 국가로의 중소형원자로 수출환경을 지속적으로 분석하고 현안 발생 시 대응하였음.

이밖에, 주요국의 원자력·에너지 동향에 대한 분석을 통한 원전 축소 기조에서 우리나라에 주는 시사점을 도출하는 연구도 진행하였으며, 북한 핵문제 동향 분석을 위해 국제 핵검증 체제, 국제기구 내 북한 및 이란 핵문제 논의 동향 등을 지속적으로 분석하였음.

IV. 연구개발결과

본 과제는 상기 활동들을 통해 아래와 같은 성과를 달성하였음.

- NPT 탈퇴국가에 대한 항구적 안전조치 평가 연구 수행 및 작업문서 개발을 통해, 2020 NPT 평가회의에서 우리나라 주도의 핵비확산 논의 창구 마련
- NSG의 파이로 통제 비공식회의 대응을 통해, 우리나라 관련 연구개발 활동을 저해하지 않으면서도 국제 수출통제 및 핵비확산 측면이 강화되는 문구 개발
- IFNEC 집행위원회 계기 백악관 초청 국제장관급 SMR 컨퍼런스에 고위급 인사 참여 성사시켜, 정부 내 SMART 등 SMR 기술 개발 동력 형성
- 한미 원자력 협력의 현재까지 진행을 분석하고 미래 협력 방향을 도출한 종합 자료 생산 및 한미 협력 현안 타개를 위한 한미의 전략적 파트너십 구축 전략을 수립하여, 한미간 협력 추진 및 현안 해결의 전략자료 제공
- 사용후핵연료 관리 옵션 개발 관련 기술적/정책적 기틀 마련 노력(파이로 장기동의)
- 미국의 원자력 정책동향 시리즈 발간 및 국내 전파(101건 이상)로 최신의 미국 관련 정보를 제공하여 정부/연구원의 시의성 있는 전략 개발에 기여
- 과기부-K.A.CARE 간 포괄적 협력 MOU 체결 및 연구원-K.A.CARE 협약 체결을 통한 한-사우디 원자력공동연구센터 설립을 통한, 한-사우디 원자력 협력의 지속성 부여
- 중동 수출과 전략기술 연구개발을 위한 현황 분석 및 국제 제약요인 극복 전략 수립 및 현안 대응
- 주요국 원자력 동향, 원자력 선진국 및 신흥공급국 국제협력 방향 분석자료 발간 및 국내 전파
- 국제 핵검증 체제 논의 동향 분석 및 북한 비핵화를 위한 참여 전략 개발을 통해, 북한 비핵화를 위한 국가적 역량 구축 기여

V. 연구개발결과의 활용계획

본 과제로 도출된 국제 협력에서 발생가능한 제약요인에 대한 대응전략을 정부/연구원에 제공하여, 사용후핵연료 관리, SMR 개발·수출, 원자력 추진체·배터리 개발 등 국가 전략기술 개발을 원활하게 추진하는 것에 기여할 수 있을 것임. 또한, 국제기구/협의체 및 주요국 동향분석 자료는 정부/연구원의 주요 현안 파악 및 우리나라의 원자력 대외정책 방향 결정의 근거자료로 활용될 수 있을 것임. 과제를 통해 확보한 협력 인프라(공동연구센터, 정부 인적 네트워크 등)는 원자력 주요기술 개발 추진에 원동력이 될 것으로 기대됨.

SUMMARY

I. Project Title

Development of International Strategies for Strengthening Nuclear R&D Collaboration

II. Objective and Importance of the Project

In order for Korea to develop advanced nuclear technologies and promote nuclear exports smoothly, it is essential to develop strategies to overcome constraints from the technology development and the nuclear exports in the perspective of international nuclear control. Considering in-depth international policies and diplomatic, developing the strategies should be on understanding nuclear trends in major countries and responding strategically to the multilateral nuclear non-proliferation regimes, international organization and bilateral nuclear cooperation. Accordingly, this project aims to develop participation strategies for the international nuclear non-proliferation regime and the bilateral nuclear cooperation, to present promotion strategies through finding solutions in responding to international constraints, and to analyze nuclear policies and trends in some major countries.

III. Scope and Contents of Project

In order to promote governmental participations in the international nuclear non-proliferation regime, the international organization and the consultative groups, this project presented participation strategies for the regular meetings of the multilateral regimes (NPT, NSG, IAEA, IFNEC) and conducted technical consultations for the government delegations, and performed studies on the evaluation for the NPT regime which marks its 50th anniversary and the permanent safeguards system to strengthen nuclear non-proliferation.

The development of strategies to vitalize bilateral nuclear cooperation was also carried out. Specifically, through analysis of US nuclear policy trends, this project

suggested solutions of the urgent issues of cooperation between Korea and the United States and promotion strategies for the nuclear R&D cooperation in comprehensive and strategic levels. In addition, at the requests of the government and KAERI, the project supported the signing of nuclear cooperation or agreements with other countries for bilateral cooperation (Saudi, etc.).

This project preemptively analyzed international or global issues in nuclear technology developments and suggested countermeasures to overcome the constraints derived from the issues. In particular, this project continuously analyzed the international environment for exporting small modular reactors (SMR) to countries in the Middle East and responded to some urgent or pending issues.

Besides, the studies was conducted to derive implications for Korea, which has been in the energy transition, through analysis of the nuclear and energy trends of the major countries. To capture the trend of the North Korea nuclear issues, this project included the analysis for changes of the international nuclear verification regime and discussions on the North Korea and Iranian nuclear issues within the international organizations.

IV. Result of Project

This project resulted the following achievements through the above activities.

- Establishing an opportunity for discussion on nuclear non-proliferation led by Korea at the 2020 NPT Review Conference by conducting the study and developing the work paper on evaluation of the permanent safeguards system for countries withdrawing from the NPT
- Developing phrases that strengthen international export controls and nuclear non-proliferation without impeding Korea-related R&D activities through the responses to the informal meeting in NSG
- Thr participation of the Korean high-level officer at the International Ministerial level SMR Conference held at the White House during the IFNEC Executive Committee ('19.11), creating a driving force in the government for SMR development such as SMART
- Providing strategies for promoting ROK-US nuclear cooperation and resolving

the urgent or pending issues in the cooperation by analyzing the overall progress of the ROK-US cooperation to date, producing a comprehensive document that derives future cooperation directions and proposing a strategic partnership between the two countries beyond the current issues

- Efforts to establish a technical and political basement related to the development of options for spent fuel management
- Contributing to the development of timely strategies for the Korean government and KAERI by providing the latest and interested information related to the US nuclear policy through publication and dissemination of a series of US Policy Trends (over 101 cases)
- Ensuring sustainability of Korea-Saudi nuclear cooperation through the establishment of the Korea-Saudi Arabia Nuclear Joint Research Center through the conclusion of a comprehensive cooperation MOU between the two governments and the conclusion of the related arrangement between KAERI and K.A.CARE
- Analyzing the current status of exports to the Middle East and R&D of strategic technologies and deriving strategies to overcome international constraints in terms of nuclear exports to the Middle East
- Publication and dissemination of analysis results on the nuclear policy trends and the direction of international cooperation in major countries
- Contributing to building national capacity for the denuclearization of North Korea by analyzing the status of discussion on the international nuclear verification regimes and developing participation strategies for the denuclearization

V. Proposal for Applications

By providing government or research institutes with the strategies, which are the achievements from this project, to resolve some constraints that may arise from international cooperation, it is to smoothly promote the development of national strategic technologies such as spent fuel management options, SMR, nuclear propellant and battery. In addition, the analysis of policy trends in the major countries, the international organization and the consultation groups can

be used as a basis for newly identifying crucial issues in international nuclear cooperation and determining a direction of Korea's posture at the issues. The cooperation infrastructure secured through this project (the joint research center, governmental officers network, etc.) is expected to become a driving force in promoting the development of strategic technologies.



목 차

요약문	5
제1장 서론	15
제1절 연구 배경 및 필요성	17
제2절 국내외 환경 변화	18
제3절 연구 목표 및 범위	19
제2장 국제 다자간 핵비확산 체제 동향 및 대응전략	21
제1절 NPT 동향 및 대응전략	23
제2절 NSG 동향 및 대응전략	31
제3절 원자력 국제기구/다자간 협의체 참여전략	33
제4절 다자간 핵연료주기 구상 논의 동향	42
제3장 양자간 원자력협력 체제 동향 및 대응전략	47
제1절 미국과의 원자력 협력	49
제2절 기타 국가와의 원자력 협력	58
제4장 국가별 원자력 정책 분석	61
제1절 미국의 원자력 정책 동향	63
제2절 주요국의 원자력 정책 분석	80
제5장 국제 제약요인 극복을 위한 국제협력 전략 개발·이행	85
제1절 국제 제약요인 극복 방안	87
제2절 국가별 원자력 협력 전략 개발·이행	90
제6장 북핵문제 동향 분석 및 참여전략 개발 지원	97
제1절 북한 핵문제 동향 분석	99
제2절 북핵 해결 대비 국내 기술역량 기반 구축	101

제7장 결론 103

서지정보양식 109



표 목차

표 1. TPNW 조약문 주요내용	26
표 2. 역대 NPT 평가회의의 주요 쟁점	29
표 3. 파견자를 통한 IAEA 내 동향 분석	38
표 4. RNFSWG 내 MNR 논의 현황	43
표 5. 미국의 원자력 정책동향 시리즈	63
표 6. 한-사우디 원자력공동연구센터의 공동연구 과제(안)	94



그림 목차

그림 1. 한미 원자력 협력의 과거, 현재 및 미래 분석자료	50
그림 2. 미국VTR 사업 추진 계획	76
그림 3. 사우디아와의 장기 협력 로드맵: 한-사우디 공동연구센터	92



제1장

서론





제1장 서론

제1절 연구 배경 및 필요성

- 한 국가의 원자력 기술개발은 다른 과학기술과는 달리 기술적·경제적·사회적 차원뿐만 아니라 국제정치적 차원까지 고려되어야만 효율적으로 추진할 수 있음.
 - 1953년 미국이 주창한 ‘원자력의 평화적 이용’(Atoms for Peace)의 중요한 요소는 평화적 원자력 활동에 대한 국제적 통제이었음. 국제 원자력 통제는 1970년 NPT로 구체화되어 국제 핵비확산체제¹⁾로 자리 잡았으며, 미국을 중심으로 계속 강화되어 왔음.
 - 이러한 국제 핵비확산체제는 이제 평화적 원자력 활동의 당연한 국제규범으로 자리잡아 핵무기 확산 위험을 감소시킴으로써 원자력의 평화적 이용 증진에 기여를 해 왔다고 할 수 있으나, 한편으로는 원자력의 이용개발 증진을 일부 어렵게 한 것도 사실임.

- 한 국가의 평화적 원자력 활동과 국제 원자력 통제가 충돌²⁾할 수 있는 요소는 국제 핵비확산 다자간 체제³⁾, 양자간 체제 및 미국 등 각 국가가 독자적으로 추진하고 있는 정책 등이 있음.
 - 미국 등 핵비확산에 우선순위를 두고 있는 국가들은 핵비확산을 위해 다른 국가의 원자력 활동에 대해 법적⁴⁾ 또는 정치외교적⁵⁾으로 관여하는 정책을 펴고 있는데, 이것이 문제가 될 수 있는 것은 통제가 합리적인 기준에 의한 것이 아니라 임의적 판단에 기인할 수 있기 때문임.⁶⁾
 - 또한 요소로는 북한핵문제가 있음. 북한핵문제는 우리나라가 직접적인 이해당사자라는 측면에서 중요하기도 하지만 원자력 국제통제의 한 기제로 작용하고 있는 측면도 있음.

- 이에 따라 우리나라가 원자력 선진기술 개발 및 원자력 수출을 원활히 추진하기 위해서는 원자력 국제통제 관점에서 국제적 제약요인 극복을 위한 전략개발이 필수적임.
 - 국제 정치·외교적 측면도 중요하게 고려해야 하는바, 주요국들의 원자력 동향을 파악하고 다자간 핵비확산 체제 및 국제기구/협약체, 양자간 원자력협력 관계에 전략적인 대응이 필요함.

1) ‘국제 핵비확산체제’란 평화적인 원자력 활동이 핵무기 제조에 전용되는 수평적 확산을 방지하는 것과 핵무기의 성능을 향상시키거나 핵무기의 안전성을 확보할 목적으로 실시되는 핵실험(수직적 확산)을 금지시키는 등 일련의 행위를 법적으로 보장하는 국제적인 조약, 제도, 협정 등을 통칭하여 나타내는 말임.

2) 한 국가의 평화적 원자력 활동과 국제 원자력 통제 간의 어려움을 가장 극명하게 경험한 국가가 한국임.

3) 국제 핵비확산체제는 크게 ①여러 국가가 참여하는 다자간(multilateral) 체제, ②원자력협정 등 국가간에 이루어지는 양자간(bilateral) 체제, ③특정국가의 일방적인(unilateral) 정책으로 구분할 수 있다.

4) 법적인 것으로는 양국간 원자력협정이 있다. 원자력협정은 ‘Atoms for Peace’에 따라 탄생된 것으로 양국간 원자력 교역에 필요한 수량국의 의무사항과 공급국의 통제권들을 포함하고 있다. 공급국의 통제권 가운데 대표적인 것이 수량국의 원자력 활동에 대한 사전동의(prior consent)이다. 수량국은 이전된 품목 및 이로부터 파생된 품목의 농축, 재처리, 형상/내용 변경, 재이전시 사전에 공급국의 동의를 받아야만 함.

5) 정치외교적 영향력은 국제사회에서의 정치군사경제력을 바탕으로 행사되는 것이라 할 수 있다. 법적으로 보장된 것은 아니지만 국제정치적으로 약자인 수량국의 입장에서는 이를 받아들이지 않을 수 없는 것이 현실임.

6) 어느 국가의 원자력 활동이 핵무기 확산 위험이 있거나 핵무기 개발 잠재력을 키워줄 것인가라는 판단은 각 국가의 권리가기는 하나 그 기준이 임의적으로 보일 경우 그 차별성으로 인하여 해당국과의 갈등은 피할 수 없을 것임.

- 이와 함께 북한핵문제 동향 분석과 향후 비핵화 진전 시 기술 관점에서 협상 참여 전략개발 및 기술이행 지원이 필요함.

제2절 국내외 환경 변화

1. 국내 환경

- **(국내 원자력 산업 위기)** 정부의 에너지전환정책 시행을 통해 국내 원전 활용을 줄이고 원전 수출, 해체분야 활성화 등의 산업적 전환을 꾀하고 있지만, 현재는 과도기적 시기로 신규원전 건설 취소를 대신할 수 있는 새로운 산업이 정착되지 않아 국내의 원자력 관련 기업들이 재정적 위기를 겪고 있음.
- **(혁신 SMR 개발)** 최근 「혁신원자력연구단지」 설립 보도 등 정부 및 연구원은 혁신 SMR이 미래 원전 시장뿐만 아니라 오지·광산지역 전력 공급, 중공업 분야 이용, 수소 및 담수 생산 등에서 중요한 역할을 할 것으로 보고 있는바, 관련 연구개발 투자가 강화될 것으로 예상됨.
- **(사용후핵연료 처리기술 재검토)** 사용후핵연료 처리기술 재검토를 둘러싸고 내년 총선을 비롯하여 재검토 과정에서 우리 연구원은 물론 정부, 국회, 학계, 시민단체, 국회 등 이해당사자 간의 협의 및 의견 대립이 심화될 것으로 예상됨.

2. 국제 환경

- **(원자력 이용 확대)** 국제사회는 온실가스 저감, 에너지 안보 강화를 위한 원자력 에너지의 유용성을 인식하여 발전원으로서 원자력의 이용을 유지·확대해 가고 있으며, 러시아, 중국 등이 국제사회의 원자력 수요에 대응하여 원전 수출을 확대하고 있음.
- **(국제 핵비확산 체제)** 내년은 NPT 출범 50주년이 되는 해로, NPT 당사국들이 NPT 발전을 위한 방안들을 제출할 것으로 예상되며, 미국은 NSG 차원에서 재처리 기술의 통제 범주 논의를 완료하기 위해 노력할 것으로 예상됨.
- **(미국의 원자력 진흥정책)** 2020년 11월에는 미국에서 대통령 선거가 치러질 예정으로, 미국의 대선 결과에 따라 원자력 연구개발을 포함한 미국의 원자력 정책의 변화도 가능함.
 - 또한 미국은 국제사회 내 원자력 리더십 약화를 우려하고 있으며, 국내적으로 원자력 R&D 사업 지원 확대하고 있음.

- (SMR) 미국, 국제기구(IAEA), 국제협약체(IFNEC) 등은 안전성 강화, 초기 투자 부담 완화 등 기존 대형 원전 사업의 약점을 보완할 수 있는 소형원자로(SMR) 개발 및 배치가 특히 강조되고 있으며, 국제 원자력계는 원전 산업 부흥을 위해 SMR의 성공을 기대하고 있음.
- (북한 핵문제) 2018년 북미 및 남북 정상회담의 급속한 진전과 달리, 2019년에는 실질적 차원에서 북미 및 남북 간 협상 진전이 미미한 상황이며, 이를 타개하기 위한 북미간, 남북간 명확한 해법이 보이지 않고 있는 상황

제3절 연구 목표 및 범위

1. 연구 목표 및 기대효과

- 본 과제의 연구 목표는 전략적 가치를 갖는 원자력 기술개발의 원활한 추진 및 원자력 수출을 위해 국제정치적 요소들을 고려하여 국제적 대응전략을 개발하는 것으로서 다음과 같이 세부목표를 설정하였음.
 - 다자간 국제 핵비확산 체제 동향 분석 및 대응전략 개발
 - 양자간 원자력협력 체제 동향 및 대응전략 개발
 - 국가별 원자력 정책 분석
 - 국제 제약요인 극복을 위한 국제협력 전략 개발·이행
 - 북핵문제 동향 분석 및 비핵화 참여전략 개발 지원
- 본 과제는 상기 목표 달성을 통하여 다음과 같은 기대효과를 가져올 것임.
 - 다자 및 양자 체제를 포함한 우리나라의 국제협력 전략 개발을 통해 전략적 가치를 갖는 원자력 선진기술 확보
 - 사용후핵연료 처리 관련 연구개발의 원활한 추진
 - 중동지역(사우디 포함) 원전 수출 등의 원활한 추진을 위한 기반 확보
 - 향후 북한 비핵화 진전 시 필요한 우리나라의 참여전략 개발 및 기술적 이행지원에 기여

2. 세부목표별 연구범위

- 다자간 국제 핵비확산 체제 동향 분석 및 대응전략 개발
 - 다자 체제(NPT, NSG, IAEA, IFNEC) 관련 회의 대응방안 제시 및 정부대표단 기술자문 수행
 - NPT 50년 평가, 핵비확산 강화를 위한 항구적 안전조치 분석 등의 학술활동 수행

- 양자간 원자력협력체제 동향 및 대응전략 개발
 - 한미 간 협력 현안 해결 및 종합적이고 전략적 차원에서 원자력 연구개발 협력 전략 제시
 - 정부 및 연구원의 요청에 따른 기타 협력 대상국가의 원자력 협력/협정 체결 지원

- 국가별 원자력 정책 분석
 - 미국 원자력 정책 동향의 주기적 분석 및 국내 전파
 - 주요국의 원자력·에너지 동향에 대한 분석을 통해 우리나라에 주는 시사점 도출

- 국제 제약요인 극복을 위한 국제협력 전략 개발·이행
 - 원자력 기술개발에 있어 국제 현안을 선제적으로 분석하고 대응방안을 제시
 - 특히, 중동지역 국가로의 중소형원자로 수출환경을 지속적으로 분석하고 현안 발생 시 대응

- 북한핵문제 동향 분석 및 비핵화 시 기술적 관점의 참여전략 개발·이행지원
 - 국제 핵검증 체제, 국제기구 내 북한 및 이란 핵문제 논의 동향 등을 지속적으로 분석



KAERI

제2장

국제 다자간 핵비확산 체제 동향 및 대응전략

제1절 NPT 동향 및 대응전략

제2절 NSG 동향 및 대응전략

제3절 원자력 국제기구/다자간 협의체 참여전략

제4절 다자간 핵연료주기 구상 논의 동향

KAERI



제2장 국제 다자간 핵비확산 체제 동향 및 대응전략

제1절 NPT 동향 및 대응전략

- 핵비확산조약(NPT, Treaty on the Non-proliferation of Nuclear Weapon)은 1957년 UN 총회에서 서방국가들을 중심으로 논의가 시작되었으며, 1960년대 프랑스와 중국의 핵실험으로 핵무기 확산에 대한 우려가 증폭되자 미국과 소련은 1968년 3월 제네바 군축회의(CD, Conference on Disarmament)에 조약의 초안을 제출했고 이후 1970년 3월에 발효되었음.
- NPT는 핵비보유국에 핵무기 비확산을 추구하는 동시에 핵보유국에게는 핵무기 경쟁중지 및 핵군축을 촉구하며, 평화적인 원자력 이용개발에 대한 권리를 인정하고, 이를 검증하기 위해 IAEA 전면안전조치를 적용함.
 - NPT는 지난 반세기 동안 △ 핵군축 △ 핵비확산 △ 원자력의 평화적 이용 증진을 3대 축으로 국제 핵비확산 체제의 근간이 되는 국제조약으로써 그 역할을 수행해 온 것으로 평가되고 있음.
- 본 과제는 △ NPT의 과거 성과(1970-2015) 및 현재 프로세스를 평가 연구를 수행하고, △ NPT 주요 이슈에 대한 심층 분석 및 △ 2020 NPT 평가회의 및 제 2, 3차 준비위원회 대응 지원 등의 활동을 수행하였음.

1. NPT의 50년 성과 및 프로세스 평가

- 국제사회가 원자력의 평화이용 권리와 핵비확산 보장을 위해 구축한 원자력 이용 프레임의 정의하고 이를 평가함. 특히, 원자력 수출통제, 핵연료 주기의 국제적 관리, 원자력 안전성 강화 및 핵안보 측면에서 과거의 발전과 이슈들을 분석하여 2020년 NPT 평가회의에서 논의할 수 있는 평화적 이용 관련 제안들을 마련함.

가. NPT 원자력의 평화적 이용 분야의 50년 성과 평가⁷⁾

- NPT의 3대 축(핵군축, 핵비확산 및 원자력의 평화이용) 중 원자력의 평화적 이용 분야에서 50년간의 성과를 평가하고 발전방향에 대해 고찰함.
 - 국제사회가 원자력의 평화이용 권리를 핵비확산 보장 내에서 향유하기 위해 어떤 프레임을 개발

7) 이병욱, "NPT 체제에서 원자력의 평화적 이용", 외교지, Vol.133, pp.56-69, 2020.4.

했는지 검토함. 특히, 원자력 수출통제, 핵연료 주기의 국제적 관리, 원자력 안전성 강화, 핵안보 측면에서의 발전을 분석하고 원자력의 평화이용 권리를 누리기 위한 요구 조건들을 분석함.

○ 이를 바탕으로, 2020년 평가회의를 계기로 논의될 수 있는 원자력의 평화이용 발전방향으로서 두 가지 세부주제(항구적 안전조치 시스템 강화, 다자간 핵주기의 국제적 확립)를 제안하며 이에 대한 가능성을 평가함.

- NPT를 탈퇴하더라도 최소한 수출된 품목과 이로부터 파생된 시설과 핵물질이 핵무기 제조로 전용됨을 방지하기 위한 보조수단으로 INFCIRC/66-type로 불리는 ‘특정시설 안전조치협정’을 원자력 교역의 규범으로 활용
- 안전조치와 핵물질 방호조치 등 핵확산을 방지하기 위한 여러 제도적 장치가 확립되어 있는 오늘날의 핵비확산 체제에서 NPT 제4조의 평화이용 권리⁸⁾를 각 당사국이 완전하게 행사하지 못하는 현실을 감안할 때 다자간 차원의 핵연료주기에 대한 접근은 효율적인 공급보장 수단이 될 수 있음.

나. NPT 현재 프로세스 평가 논문 발표⁹⁾

○ NPT의 3대 축(핵군축, 핵비확산 및 원자력의 평화이용) 중 원자력의 평화적 이용의 국제적인 이행을 검토하기 위해, 핵비확산 체제 하에 원자력의 평화이용 권리를 둘러싸고 논의되고 있는 주요 이슈 및 주요 그룹의 입장들을 확인

○ 수출통제 체제 하에 공급국들은 핵비확산 보증을 위해 수출통제를 강화하려는 경향이 있고, 수입국들은 수출통제가 평화적인 원자력 프로그램 개발에 저해요인으로 작용한다고 평가하고 있음.

- 가장 최근 합의된 2010 NPT 평가회의의 결과문서는 원자력 관련 수출이 핵무기 또는 핵폭발장치 개발에 직간접적으로 이용되지 않을 것을 보장하고, 국가별 수출통제 체제 구축 시 다자간 협의 및 합의된 지침을 활용할 것을 촉구하고 있음.

○ 핵비보유국들의 민감기술 접근의 어려움은 NPT 제4조 평화이용 권리를 침해한다는 것이 개도국들의 주장인바, 핵보유국들은 핵비확산을 확보하면서 민감 기술의 평화적 활용처인 핵연료 공급 및 사용후핵연료 처분에 대한 접근을 가능하게 할 수 있는 방안들을 강구

- 이 중 하나가 2003년 IAEA사무총장이 제안한 ‘민감기술 다국적 관리방안(MNA)’임. 이 방안은

8) NPT 제4조는 “원자력의 평화적 이용개발에 있어서 본 조약의 어떠한 규정도 당사국의 권리에 영향을 주지 않으며, 원자력의 평화적 이용을 위한 장비, 물질 및 과학기술 정보의 최대한의 교환을 용이하게 한다”고 규정

9) 이병욱 외 2인, “NPT 체제 하에 원자력의 평화적 이용을 위한 과제와 발전방향”, 한국원자력학회 춘계학술대회, 2020.

농축 및 재처리 시설을 개별 국가들이 운영하는 것이 아니라 국제적으로 공동으로 관리하고 개별 국가들이 필요에 따라 접근할 수 있게 함.

- 하지만 MNA역시 국가의 자체적인 핵주기 구축과는 부합하지 않아, 본 개념은 개도국들의 외면을 받고 있음.

○ 후쿠시마 원전사고를 계기로 원자력의 평화적 이용을 증진하기 위한 전제로서 안전성 확보가 더욱 중요한 이슈로 제기되고 있음.

- 2010년 NPT 평가회의 최종 결과문서는 당사국에 원자력 이용개발 시 적절한 수준의 효과적인 안전성을 확보하고, 원자력 안전 협약 및 관련 국제 체제에 가입할 것을 촉구하고 있음.

○ 구소련의 붕괴와 미국 내 9.11 테러 등 방사성 물질을 포함한 핵물질의 확산 및 원자력시설에 대한 파괴 행위의 우려가 높아지면서 국제적으로 핵안보 강화의 필요성이 제기되었음.

- 2010년 NPT 평가회의 최종 결과문서는 당사국에 최고 수준의 핵안보 및 핵물질 방호를 유지하고, 핵물질 및 원자력시설에 IAEA 권고안 (INFCIRC/225/Rev.4) 및 이외 국제 지침을 조기에 적용할 것을 촉구하고 있음.

2. NPT 주요 이슈에 대한 심층 분석

가. NPT 탈퇴국가에 대한 항구적 안전조치 평가 연구¹⁰⁾

○ NPT 탈퇴국가가 공급받은 모든 품목에 대한 안전조치가 지속 가능할 수 있도록 하는 항구적 안전조치들을 사례별로 평가해 NPT 탈퇴로 발생하는 loophole을 보완할 수 있는 방안을 제시함. 이를 국내외 학회를 통해 전파하고 정부에 2020 NPT 평가회의의 관련 작업문서(WP) 초안 제 공함.

○ 부분안전조치협정(INFCIRC/66), 전면안전조치협정(INFCIRC/153) 및 양자 원자력협력 협정 은(NCA) NPT 탈퇴국가가 공급받았던 품목에 대한 안전조치가 지속가능하게 하는 항구적 안전 조치 기능을 가지고 있음.

- 항구적 안전조치 기능이 상황에 따라 원활히 적용되는지 확인하기 위해, 각 협정의 체결 상황을 조합하여 각 상황에 따른 NPT 탈퇴국가에 대한 안전조치 기능이 지속 적용되는 지 확인
- 그 상황은 △ 전면안전조치 협정만 체결, △ 부분+전면안전조치 협정을 체결, △ NCA+전면안

10) 이근희 외 3인, "NPT 탈퇴국가에 대한 Fall-back 안전조치 메커니즘 적용 평가", 한국원자력학회 추계학술대회, 2018; 이근희 외 3인, "Safeguards System Analysis on the Withdrawal from the NPT", Institute of Nuclear Materials Management(INMM) 60th Annual Meeting, 2019.

전조치 협정을 체결, △ NCA+부분+전면안전조치를 체결한 상황으로 나눠짐

- 분석을 통해, 전면안전조치협정을 체결한 상황에서 NPT 탈퇴국가가 자력 생산 및 공급된 품목에 대한 안전조치 기능을 상실함을 확인하였고, 부분안전조치 및 NCA가 이를 보완할 수 있음을 도출

○ 이러한 분석 결과를 기반으로, 2020 평가회의 작업문서를 제안하였음. 본 문서는 창설 50주년을 맞는 NPT가 강건한 핵비확산 체제로서 유지되기 위해서는 NPT 탈퇴와 연관된 핵확산 문제가 심도 있게 다루어져야 함을 주장하며,

- NPT 탈퇴에도 불구하고 해당국가의 핵비확산을 보장할 수 있는 방안 즉, 안전조치의 계속 적용에 대한 지속성을 확보하기 위한 IAEA 전면안전조치 협정의 개정을 제안

○ 다수의 전문가들이 현재 NPT 탈퇴국가에 공급되는 원자력 품목의 군사적 전용을 방지하기 위한 법적 수단 확보 필요성을 제기하였으나, 본 연구는 안전조치 협정 체결의 모든 경우를 고려해 안전조치 loophole이 어느 경우에 발생하는지 구체적으로 제시한 것에서 의미가 있음.

- 이 연구 결과를 정부가 2020년 평가회의에서 활용(부대행사 예정)할 수 있도록 지속 지원할 예정

나. 핵무기금지조약(TPNW) 분석

○ NPT 체결 50주년이 다가옴에도 핵군축 분야에서 별다른 진전이 보이지 않자 핵비보유국을 중심으로 핵무기 제조, 사용, 보유 등에 대한 불법화 움직임이 태동되었고, 이의 일환으로 △핵무기 사용에 따른 인도주의적 영향, △핵무기 제거에 대한 법률적 갭 및 △핵무기의 불법화 문제가 국제사회에서 제기되기 시작하였음.

- 이러한 변화는 핵무기 개발, 생산, 획득, 소유, 비축을 금지하기 위한 TPNW 조약으로 발현됨 (2017년 7월 7일 UN 채택).

표 1. TPNW 조약문 주요내용

조약문 구성	주요내용
전문	△ 핵무기 사용의 재앙적인 인도적 영향 우려, △ 핵무기의 완전한 철폐 중요성, △ 핵무기 사용 피해자 고통 유념, △ NPT 중요성 강조 등
1조(금지 의무)	어떤 상황에서도 △ 핵무기 개발·실험·생산·제조 및 기타 방식을 통한 획득·보유·축적, △ 핵무기 또는 그 통제권의 직간접적 이전 또는 이전 접수 △핵무기 사용 또는 사용 위협, △ 금지활동 지원·독려·유발행위 및 그러한 지원 모색·접수, △ 영토 또는 관할권 내 핵무기의 배치·설치·전개 등의 행위 절대 금지
2조(선언)	당사국들은 조약 발효 30일 이내에 핵무기 소유·보유·통제 및 핵무기 프로그램 종료 여부, 영토 또는 관할권 내 핵무기에 대해 선언

3조(안전조치)	핵무기 제거 비당사국은 IAEA 안전조치 의무 지속. 안전조치 협정 미체결국은 조약 발효 180일 이내에 협정 협상시작 및 18개월 내 체결
4조(핵무기 제거 조치)	핵무기 소유·보유·통제국의 경우 핵무기 폐기 후 가입 또는 가입 후 폐기 - (폐기 후 가입국) 폐기 검증 및 IAEA와 안전조치 협정 체결 - (가입 후 폐기국) △핵무기의 실전배치 즉각 철회 △조약 발효 60일 이내에 법적 구속력 있고 시한이 정해진 계획 제출 및 폐기 △폐기 검증을 위해 IAEA와 안전조치 협정 체결
5조(당사국 차원의 이행)	본 조약의 의무를 이행하기 위한 당사국 차원의 법적, 행정적 차원의 조치 확립 및 이행
6조(피해자 지원 및 환경 복원)	핵무기 사용과 실험 등으로 피해를 입은 개인이나 환경에 대한 지원 및 복원
7조(국제협력)	본 조약의 의무를 이행하기 위해 당사국간 국제협력 추진. 핵무기 사용·실험 당사국의 피해자 지원 및 환경 복원 의무
8조(당사국 회의)	본 조약의 적용과 이행을 위한 정책을 결정하기 위해 당사국간 정기적인(평가회의 등) 회의 개최
9조(비용 부담)	당사국간 회의 개최비용은 유엔 분담율에 의거하여 당사국 및 비당사국들이 분담. 선언(2조), 현황 보고(4조), 개정(10조) 비용은 유엔 분담율에 의거하여 당사국이 부담. 핵무기 제거 및 검증 이행(4조) 비용은 핵무기 제거 당사국이 부담
10조(조약의 개정)	조약의 개정은 당사국 2/3 이상의 찬성으로 결정. 결정 90일 후 개정 발효
11조(분쟁의 해결)	조약의 해석과 적용상의 분쟁은 유엔헌장 33조에 따른 평화적 수단 또는 상호 협의에 의해 해결
12조(보편성)	당사국들은 본 조약의 보편성 확보를 위해 비당사국의 가입을 독려
13조(서명)	2017년 9월 20일부터 모든 국가에 서명을 위해 개방
14조(비준·기탁·승인 및 가입)	서명국들의 비준·기탁·승인 및 가입 개방
15조(발효)	50개국 비준서 기탁 시 90일 이후 발효
16조(유보)	조약의 모든 조항은 비유보
17조(유효기간 및 탈퇴)	무기한의 유효기간. 당사국의 국가이익 침해 시 탈퇴 가능. 기탁처의 탈퇴 통보 수신 12개월 후 효력 발생
18조(타 협정과의 관계)	본 조약과 일관된 의무의 기존 국제협정에 부정적 영향 주지 않음
19조(기탁)	유엔사무총장을 기탁처로 지정
20조(정본)	아랍어, 중국어, 영어, 불어, 러시아어, 스페인어 공히 정본

○ 미국의 핵우산을 고려했을 때 핵무기금지조약(TPNW)이 우리나라에 미칠 영향을 분석하여, 항

후 NPT 회의 중 핵군축 이행의 전면에 노정될 것으로 보이는 본 조약에 대한 우리나라의 입장 수립에 기여함.

- 국제평화, 인도주의적 영향 등을 고려하여 원칙적으로는 동 조약을 지지하나, 북한의 핵능력 증대에 따른 국가안보 문제를 고려하면 동맹국의 입장에서 동 조약의 체결에 반대해야 함.
- 따라서 우리로서는 북한의 핵능력이 제거되고, 동맹국에 대한 우리의 국가안보 의존도가 상당부분 줄어들 때 동 조약의 지지여부를 다시 고려해야 할 것으로 평가됨.

다. 한-유엔 군축비확산회의

- 제18차 한-유엔 군축비확산회의('19.11) 참가하여 2020년 NPT 평가회의의 주요 현안을 파악함.
 - NPT 발효 50주년, 무기한연장 25주년인 2020 NPT 평가회의가 갖는 상징성과 성공적인 결과 도출의 필요성에 대한 공동인식을 확인
 - 미, 러를 중심으로 한 핵보유국의 핵군축 이행과 핵비보유국과의 신뢰 구축의 필요성이 강조되었으며, 과거 평가회의에서 합의된 중동 비핵지대 설립 결의(1995), 이행조치(2000), 행동계획(2010) 등의 추진현황에 대한 역추적(back-tracking)이 필요하다는 것이 중론
 - 이밖에, △ 과거 평가회의의 결정사항에 대한 추진현황과 당사국의 이행의지 확인, △ 북한 비핵화 방향 합의와 이해당사국의 역할 정립 등을 논의함.

3. 2020 NPT 평가회의

- NPT 발효 당시 조약 발효일로부터 25년이 경과한 시점에 조약 연장 여부를 결정하기 위한 회의를 소집하도록 규정했던바, 1995년 뉴욕에서 NPT 검토 및 연장회의가 개최되었음. 동 회의를 통해 NPT의 무기한 연장이 만장일치로 합의되었고, 'NPT 평가 프로세스 강화'에 대한 결의도 함께 채택됨.
 - 해당 결의안에서는 조약 전문의 목적과 각 조항의 이행을 확인하기 위하여 제8조 3항에 따라 매 5년마다 NPT 평가회의(RevCon, Review Conference)를 개최하고, 각 평가회의 3년 전부터 매년 준비위원회 회의(PrepCom, Preparatory Committee)를 10일간 개최할 것을 정함.
- 우리나라는 NPT 평가회의의 계기에 NPT 3대 목적인 핵군축, 핵비확산 및 원자력의 평화적 이용 증진에 관한 조약상의 의무 이행과 권리 행사의 균형을 강조하는 입장을 밝혀옴. 역대 NPT 평가회의의 주요 쟁점 및 최종문서 채택 여부는 표 2와 같음.
- 본 과제는 제2, 3차 준비위원회의 정부 참가를 지원하고, 2020 평가회의의 준비를 지원하였음. 이

를 통해, NPT 평가회의 관계부처 중 '원자력의 평화적 이용'에 관계된 유일한 전문기관으로서 역할을 수행하여 우리나라가 핵비확산/핵군축/평화적 이용이라는 3대 축의 균형을 중시하는 원자력 선진국이자 핵보유국과 비보유국 간 중견국으로서의 입장 수립에 기여함.

표 2. 역대 NPT 평가회의의 주요 쟁점

개최연도	주요 쟁점	최종문서 채택여부
1975	핵보유국의 군축 노력부재를 지적하는 핵비유국과, 핵비확산 의무 이행을 강조하는 핵보유국간의 입장 대립	채택
1980	핵보유국의 핵군축 의무 이행 및 비보유국에 대한 안전보장 제공에 대한 의견 대립이 격화	미채택
1985	핵군축 및 원자력의 평화적 이용에 대한 논의에 덧붙여, 안전조치와 물리적 방호에 대한 논의가 전개	채택
1990	포괄적핵실험금지조약(CTBT) 체결과 NPT 무기한 연장을 연계시키려는 핵비보유국과 이를 별개의 문제로 접근하려는 핵보유국들의 의견 충돌	미채택
1995	핵보유국은 CTBT 체결에 합의하고 비핵국가에 대한 소극적 안전보장과 비핵지대 설치에 관한 중등 결의문 채택, 핵비보유국은 NPT 무기한 연장에 합의	일련의 결정문 채택
2000	CTBT 조기발효, 핵분열성물질생산금지조약(FMCT) 협상 조속 개시 등 핵군축을 위한 13개 실질 조치 채택	채택
2005	핵보유국은 핵비확산 강조, 비동맹국가들은 핵보유국의 실질적인 핵군축 및 소극적 안전보장 명시를 요구	미채택
2010	핵군축, 핵비확산 및 평화이용 관련 실질적인 이행 조치를 담은 64개 행동계획(Action Plan) 채택	채택
2015	핵무기의 인도주의적 영향, 중등 비WMD지대 관련 국제회의 개최 문제에 대한 이슈 제기 및 당사국 간 의견 충돌	미채택

가. 제2, 3차 준비위원회 참가

○ 최근 NPT 평가회의 및 준비위원회, 제안 WP들을 분석한 의제검토 자료를 작성해 정부에 제공하였고, 클러스터 III(원자력의 평화적 이용) 및 부대행사 회의에 참가·대응하였음.

○ 2, 3차 준비위원회에서 프랑스가 제안한 「민간 원자력 협력을 위한 프레임워크(NPT/CONF.2020/PC.III/WP.7)」은 국제적으로 최고 수준의 안전, 안보, 비확산을 담보할 수 있는 양국간 원자력협정 프레임워크를 NPT 체제에서 논의할 것을 제안한바, 이 WP의 공동제안 가능성을 분석¹¹⁾

- 제안된 프레임워크는 협정 내 포함되어야 할 항목으로서 양국간의 협력범위, 용어 정의, 정보보호, 안전성, 평화이용(군사적 이용금지), 안전조치(항구적 안전조치 포함), 물리적 방호, 이전 및 재이전, 지적재산권 보호, 제3자 원자력 손해배상, 협정의 이행, 분쟁 해결, 발효 및 기간 등을 제시
- 제3차 준비위원회는 핵군축 등 주요 사안에 대한 참가국간 이견을 좁히지 못하여 결과문서(권고 사항) 도출에 실패한 채, 내년도 의장단 선출 등 평가회의 조직사항에만 합의
- 1995년 현재의 NPT 평가회의 프로세스가 마련된 이후 평가회의 준비위에서 권고사항 도출에 성공한 전례가 없음에 비추어볼 때, 내년도 회의 준비를 위한 여건을 마련한 것만으로도 의미가 있다는 평가
- 또한, 제3차 준비위원회 클러스터 3(원자력의 평화적 이용)에서는, 대부분의 참석국들은 원자력의 평화적 이용이 NPT 3대축의 하나로써 핵군축, 핵비확산과 동등하게 다뤄져야 하며, 혁신적 원자력 기술은 기후변화 대응을 포함한 국제현안 해결과 지속가능개발목표(SDGs) 달성에 중요한 수단이라는데 공감대를 형성
- 다만, 우리나라를 비롯한 서방그룹 국가들은 원자력의 평화적 이용에 핵비확산 및 안전조치 의무 준수와 최고 수준의 원자력 안전 및 핵안보가 확보되어야 함을 강조한 반면, 비동맹국가(NAM)들은 IAEA 전면안전조치협정 외에 추가의정서(AP) 비준, 자의적 수출통제 조치 등을 부과하여 원자력 물질, 장비, 기술이전 및 국제협력을 제한해서는 안 된다는 입장을 밝힘.
 - 또한, 원자력의 평화이용 촉진과 원자력 발전, 원자력 응용 분야 혜택 공유를 위한 국제협력에 있어 IAEA의 핵심적인 역할을 지지하며, IAEA 기술협력사업(TCP), 평화적 이용 이니셔티브(PUI) 등을 통해 추진한 다양한 성과사업을 평가하고 자발적 기여를 지속해 나갈 의지를 표명함.

나. 2020 평가회의 준비 지원

- 2020 평가회의 작업문서 제출 및 부대행사 개최를 준비하기 위한 관계부처 회의('20.2)에 참석하여 'NPT 탈퇴국가에 대한 항구적 안전조치 평가 연구'를 활용한 작성문서 작성을 제안
- 2020 평가회의 시 국가별이행보고서로 2010 평가회의에서 합의한 64개 행동계획(Action Plan) 중 △ 우리나라의 IAEA에 대한 기여 현황, △ 선진 안전조치 기술 개발을 위한 기여 현황, △ 핵연료주기 다차적 접근 개발 관련 노력, △ 고농축우라늄(HEU)의 민간 축적, 사용 최소화를 위한 자발적 조치 등에 대한 이행 현황을 조사함.
- 특히, HEU의 민간 축적 및 사용 최소화를 위해, 원심분무 U-Mo 분말 공급을 통해 연구용원자

11) 동 제안에는 벨기에, 캐나다, 핀란드, 그리스, 니제르, 멕시코, 포르투갈, 루마니아 등 8개 공동제안국 참여(우리나라와 미국은 미참여)

로 HEU 연료의 저농축우라늄(LEU) 전환사업 등 국제사회의 HEU 민간사용 최소화 노력에 지속적으로 기여하고 있음을 홍보

제2절 NSG 동향 및 대응전략

- 원자력공급국그룹(NSG)은 핵확산 방지를 목적으로, 핵물질, 장비, 부품, 기술 등 원자력 품목의 이전을 통제하고 있으며, 본 체제는 쟁거위원회(Zangger Committee), 바세나르체제(Wassenaar Arrangement), 미사일기술통제체제(Missile Technology Control Regime) 등과 함께 국제 핵비확산 체제의 수출통제 분야에서 핵심적인 역할을 수행하고 있음.
 - NSG는 협의체로 법적 구속력은 없으나, 참여국들이 NSG의 수출통제 지침을 기반으로 자국의 국내법에 반영하고 있어 실질적 차원에서 법적 효력을 갖는 효과를 가지고 있음.
- 근래 NSG 내에서는 재처리 범위 확대를 위한 논의가 진행되고 있는 상황으로, 본 과제는 △ 재처리 범위 확대가 갖는 의미, △ 파이로 연구개발과 한반도 비핵화 공동선언, △ 한미핵연료주기 공동연구(JFCS)를 포함하는 한미 원자력 협력과의 관계, △ 한미 간에 향후 추진될 수 있는 사용후핵연료 관리 옵션 협의에의 영향 등을 분석하여 우리측 파이로 통제 관련 수정안을 제시하고 지속적으로 협상 전략 개발함.
 - 이를 통해, 기술전문가그룹(TEG) 의장 주도로 정규회의 계기에 개최되는 파이로 통제 관련 한미 불 비공식 협의에 참가하여, 개발한 협상 전략을 기반으로 미국, 프랑스, TEG 의장의 통제 문안 검토 작업에서 파생되는 질의 및 현안에 대해 대응전략을 수립해 이행함.
- 이밖에, 본 과제는 NSG 총회, TEG, 협의그룹(CG) 등 정규·일회성 회의에 참여하여 국제 원자력 수출통제 동향을 파악하고 파이로를 포함한 우리나라 원자력 연구개발 측면에서 제한사항이 발생하지 않도록 지속 대응함.

1. 재처리 통제범위 확대 의제 관련 한미불 비공식 협의

가. 대응전략 수립

- 관계부처와의 협의에서 파이로를 포함하여 우리나라의 연구개발이 저해되지 않으면서도 국제 수출통제 및 핵비확산 측면이 강화되는 우리측 통제 문구(안)을 개발¹²⁾하였고, 비공식 협의 완료 전에 어떠한 형태로든 논의가 확대되는 것을 수용 불가하는 우리측 입장을 수립

12) 상세내용 비공개

나. 비공식 협의 대응

- 파이로 통제 관련 지침에 대한 미국, 프랑스의 수정안('17년 말 제안)을 검토하여 우리나라의 수정안(악티나이드 균분리 제목 및 내용 추가, 재처리와 균분리 공정 구분 등)을 제시('18년)하였고, 미측의 두 차례의 사전질의('18.6 총회, '19.4 제7차 TEG)에 우리측이 답변하는 방식으로 비공식 협의 진행함¹³⁾.
- 우리측의 주도적이고 기술적인 대응 체계(외교부-연구원 연계)를 바탕으로, 장기적 차원에서 우리나라의 사용후핵연료 관리 옵션 개발을 위한 연구개발에 부합되는 방향으로 동 협의가 진행될 수 있도록 대응하였고, 현재 미측이 우리측 수정안을 지속적으로 내부검토 하는 것으로 알려짐 (2021년 이후 논의가 재개될 전망).

다. 파이로 통제 관련 논의 동향 발표¹⁴⁾

- 외교부에서 주관한 원자력 수출통제 세미나('20.6)에서 △ 파이로 통제 제안 개요, △ 파이로 관련 한-미-NSG 정책 동향, △ NSG 내 논의 경과, △ 향후 예상 현안 및 대응 방향에 대해 발표하여, 국내 정부(외교부, 원안위, 산업부, 과기부 등) 및 유관기관(한국원자력통제기술원, 전략물자관리원 등)의 전문가들에 관련 이슈에 대한 이해를 제고하고 대응전략에 대한 의견을 확인함.

2. NSG 상/하반기 정규회의 및 총회

- 매년 개최되는 NSG의 TEG/CG/총회 회의에서 △ 파이로 통제와 관련된 기타 TEG 의제(조사 후핵연료 절단기 통제범위 확대, 용해조 통제 등)와 △ 원자력 기술개발에 영향을 줄 수 있는 TEG 의제(중수 생산공정 확대 통제, 가속기구동임계(ADS) 시스템 통제 추가, 핵연료 피복관 통제범위 확대 등), △ 기타 CG/총회 의제에 대한 검토자료 제공 및 기술자문 수행함.
- 제5차 TEG('18.4)는 최근 재처리 항목의 하위항목(조사후핵연료 절단기, 용해조)에 대한 개정에 대한 논의가 착수됨.
 - 조사후핵연료가 노출되는 방법 중 피복관에 구멍을 뚫거나(breach), 필링(peeling) 등의 방법을 추가하여 조사후핵연료 절단기 통제범위를 확대하고, 습식재처리에서 활용되는 용해조의 핵임계도안정성(Nuclear criticality safety)을 고려하지 않는 방식으로도 사용후핵연료의 용해가 가능하므로 용해조의 핵임계도안정성 관련 내용을 삭제하는 개정안을 제안됨.

13) 상세내용 비공개

14) 류재수, "파이로 통제 관련 NSG 내 논의 동향", 원자력 수출통제 세미나(외교부 주관), 2020.6.

- 제46차 CG('18.11)에서는 TEG의 TOR(Terms of Reference) 개정을 통해 재처리 통제범위 확대(파이로 통제 관련), 공작기계 등 장기 미결 의제 논의에 대한 CG 의장 역할 확대 제안이 있었음.
 - 구체적 내용으로, △ CG 의장의 TEG 의제에 대한 구두 및 서면보고 요청, △ 중요 함의를 갖는 의제에 대한 논의 시한 설정, △ 회기간 협력 독려 등이 있음.
 - 이 의제는 '19년 총회 계기 CG에서 CG의 임무 부여가 있을 시 CG 의장이 동 권한을 행사하는 것으로 문안이 완화되어 총회에 상정된바, 특히, CG 차원에서 재처리 통제범위 확대 의제에 대한 관여를 어렵게 하여 한·미·불 삼자 비공식 협의 체제 내 논의 상황을 유지함.

제3절 원자력 국제기구/다자간 협의체 참여전략

- 매년 주기적으로 개최되는 IAEA 이사회 및 총회와 IFNEC 집행위원회(장관급), 운영위원회(국장급) 및 실무그룹 회의와 관련하여, 본 과제는 관련 의제를 분석하고 우리나라의 대응방안을 제시함.
 - 상기의 연구 결과들이 단순히 제시에 그치지 않도록 정부에 방안을 제시하고, 관련 회의의 정부 대표단에 참석하여 기술자문을 수행
- 또한, 과학기술전문관 자격으로 본 과제 참여연구원이 주비엔나대표부에 파견되어 활동을 수행 중임('17.4~ '19.10, '20.3~). 동 파견자들은 △ 북핵, △ 안전조치, △ 핵안보 및 △ 이란핵문제 등의 현안 대응과 △ 원자력 발전, △ 원자력 기술 및 응용 및 △ 기술협력 분야의 원자력 진흥 업무 수행함.
 - 본 과제는 동 파견자의 활동으로 파생되는 IAEA 내·외부 정책 및 논의 동향 결과를 확인하고, 주요 결과를 국내에 전파함.

1. IAEA 이사회 (과학기술응용 의제 대응)¹⁵⁾

- 본 과제는 IAEA가 매년 발간하는 원자력기술보고서(NTR), 연례보고서, IAEA 활동 보고서의 정책적/기술적 검토 및 관련 이사회 관련 발언을 지원하고, IAEA 회원국들의 과학기술응용 분야 결의 합의를 위한 초안 작성 및 전체위원회 협의를 지원하였음.
- 이를 통해, 공식보고서에 우리나라 현황 및 IAEA 및 회원국에 기여한 과학기술응용 분야 활동을

15) 2018년 IAEA 9월 이사회 및 제62차 정기총회 참가보고서, KAERI/OT-3265/2018; 2019년 IAEA 9월 이사회 및 제63차 정기총회 참가보고서, KAERI/OT-3330/2019

정확하고 전략적으로 포함하도록 하였고, IAEA 연간 목표와 계획을 담은 결의문이 우리나라 정책 방향과 합치되도록 검토함.

가. 이사회 논의 대응

- △ 우리나라 원자력 정책 및 기술 발전현황, IAEA 관련 우리나라 활동을 바탕으로 과학기술응용분야 IAEA 공식보고서(원자력기술보고서(NTR), 연례보고서, IAEA 활동 보고서) 검토, △ 정부와 협력하여 보고서 내용 수정 작업 수행, △ 관련 이사회(3, 6, 9월) 이사국 발언문 준비, △ 추가 현장 대응 및 회의 결과 전파 등 활동 수행함.
- IAEA 3월 이사회는 IAEA 사무국이 매년 원자력 기술과 관련된 전반적 현황을 요약하여 발간하는 NTR 보고서를 평가하고 자국의 원자력 기술개발 관련 진전사항을 발표하는 회의임.
 - 회원국들은 지속가능발전목표(SDGs) 달성과 기후변화 대응을 위한 기구의 활동에 사의를 표하며, 자국 및 기구의 △ 원전 도입국을 위한 인프라 평가, △ 원전의 안정적 공급, △ 소형모듈형원전(SMRs) 및 선진원자로 개발, △ 민간용 HEU 최소화, △ 연구용원자로 가동 및 활용, △ 원자력응용실험실 개선사업(ReNuAL) 성과, △ 보건, 식량 등 비발전분야의 원자력 기술 응용 등의 활동들을 조명함.
 - 우리나라는 △ 제염 해체 분야 연구활동 강화, △ 사우디와 SMART 협력, △ 요르단 연구용연구로(JRTR)의 의료용동위원소 시험생산, △ 정읍첨단방사선연구소의 IAEA 협력기관 재지정, △ ReNuAL 사업 등 특별재정(EB) 기여 지속, △ 고밀도 저농축우라늄(LEU, Low Enriched Uranium) 제공 협력 등을 소개함.
- IAEA 6월 이사회는 IAEA 사무국이 매년 IAEA의 주요 활동을 요약해 발간하는 연례보고서 및 원자력 기술, 원자력 안전 및 안보, 핵 검증, 기술 협력 등에 대한 IAEA의 활동에 대해 회원국들이 평가하는 회의임.
 - 기구는 △ 원자력 도입 국가 인프라 검토 지원(통합원자력인프라검토(INIR)), △ 원자력 운영 국가와의 파트너십 강화, △ INPRO를 중심으로 한 원자력 (선진) 기술 개발 지원 활동, △ 카자흐스탄 핵연료 은행 가동을 통한 회원국의 핵연료 공급보장 지원, △ 해체 및 환경 복원 등 분야의 IAEA 협력센터 지정, △ 국제우수연구로 신규 지정, △ 연구로 활용 관련 서비스(통합연구로활용검토서비스(IRRUR)) 개발, ReNuAL 사업 확대 등의 활동을 수행
 - 특히, 2019년 국제우수연구로로 HANARO가 공식 지정되었고 사무국 및 주요 회원국(프랑스 등)이 개도국의 연구로 활용 확대를 독려하면서, 연구로 분야 협력에 있어서 우리나라의 활동 영역이 보다 넓어짐

○ IAEA 9월 이사회는 IAEA의 결의안을 바탕으로 추진한 IAEA 활동과 노력이 소개된 IAEA 활동 보고서를 검토하는 회의로, 세부 이슈에 대한 집중 검토가 이뤄짐.

- OECD/NEA와의 공동 주관으로 '기후변화와 원자력 발전의 역할 국제 장관급 컨퍼런스'를 2019년 10월에 개최하였고, 그 결과로서 기후, 환경 및 경제성을 고려하는 에너지시스템과 원자력 발전 TWG 설립 준비가 착수됨.
- 2012년 제56차 정기총회에서 회원국의 수요변화와 성장을 위해 추진된 ReNuAL 사업은 Seibersdorf 연구소의 8개 원자력응용(NA) 실험실에 대한 현대화 및 개선을 목표로 지속 추진 중이며, 현재 ReNuAL 사업의 대상 실험실이 모두 개선 완료되었고 다음 단계(FML-2 건설, 선량측정실험실의 개선 등)를 위한 기획 단계(FML-2 설계, 소요예산 추정)가 2021년 초부터 본격적으로 추진될 것임.
- 또한, SMR 개발 및 배치와 관련하여 관심있는 회원국들과 상호협력을 지속하기 위해 관련 기술 워킹그룹(TWG)을 발족하는 등 본격적으로 회원국의 SMR 개발 연구를 지원하기 위해 활동 중

나. 결의안 합의 지원

○ △ 원자력우호국그룹(FONE) 주도의 결의안 초안 작성¹⁶⁾ 논의 참여 및 기술자문 역할, △ 이전 결의 및 우리나라 원자력 정책/기술 동향을 바탕으로 결의문 최종안 검토, △ 추가 현장 대응 및 전체위원회 회의 결과 전파 등 활동을 수행함.

○ 본 과제에서 검토·대응한 '원자력 과학, 기술 및 응용 결의안'은 '19년부터 전반적인 간소화 및 분야 재분류 작업이 진행되었음.

- 서문을 포함하여 불필요하고, 일반적이며, 중복된 내용을 최대한 삭제하였고, 기존 5개에서 9개 분야로 세분화하여 분야별로 전문성이 드러나도록 작성됨.
- 이 중 우리나라는 'B.7 원자력발전 인프라 개발 지원'과 'B.8 중소형모듈형원자로(SMRs) 개발과 배치' 수정 작업에 참여하여 주요국으로서의 위상 제고에 기여

○ 결의안 논의에서, 특히 의료용동위원소의 非 HEU 기반 생산에 대해, 노르웨이를 비롯한 일부 EU 국가들의 큰 관심을 확인할 수 있었고, 우리나라는 FONE의 사전결의안협의 회의와 관련 부대행사(제3차 HEU 최소화 심포지엄을 통한 교훈) 등을 통해 이러한 관심에 동참함.

- 이밖에, 원자력발전응용 결의안은 △ 원자력 발전 응용 부분의 일반 파트 분리(서문, 핵연료주기 및 폐기물 관리, 연구용원자로), △ 자연생성방사성물질(NORM) 관리, △ 중소형원자로 기술위

16) 비발전 응용분야는 G77+중국 그룹이 주도해 작성되었고 발전분야는 원자력우호국그룹이 주도하여 마련되었음.

킹그룹 신설과 활동 확대, △ 원자력혁신과 청정에너지 미래(NICE Future) 구상 소개 등을 특이 할만함.

2. IFNEC 정규회의 및 장관급 컨퍼런스

- 본 과제는 IFNEC 집행위원회(장관급), 운영그룹(국장급) 및 워킹그룹 회의 관련 의제를 분석하고 우리나라의 참여전략을 제시하고, 특히, 2019년 집행위원회 계기 백악관 초청 '국제장관급 중 소형원자로(SMR) 컨퍼런스 참여'를 지원함.
- 원자력 분야 다양한 이슈의 국제 논의를 주도하는 IFNEC에 대한 우리나라의 적극적인 참여를 유도하고, 특히, 미국의 선진원자로 개발·수출 정책 하에 개최된 SMR 컨퍼런스에 우리 정부의 고위급 참석을 성사시켜, 한미 협력 개선 및 SMR 개발 중요성에 대한 고위급 인사의 인식 제고에 기여했다고 평가됨.

가. 워킹·운영그룹 회의 참여

- IFNEC 워킹그룹은 핵연료서비스워킹그룹(RNFSWG), 인프라개발워킹그룹(IDWG), 원자력공급국 및 고객연계그룹(NSCCEG) 등 3개로 구성되어있는데, 각 그룹의 업무 범위 내 주요 현안을 다루는 연 1-2회의 워크숍에 우리측 전문가로 참여하여 대표 역할을 수행
 - RNFSWG는 국제적인 핵연료주기 공급체계 수립 지원을 목표로, 주로 다국간처분장 개념(MNR, Multinational Repository)과 원자력연료 전주기 연계 등을 논의 중임. 최근 △MNR 재원조달 방안 개발(2018.12), △MNR 재원조달 보고서 검토 및 위험관리 이슈(2019.11), △MNR 개념 개발현황 분석, 경제·사회·정치적 도전과제(2020.7), △사용후핵연료 심부시추공처분(DBD) 기술현황 분석(2020.11) 등을 다룸
 - IDWG는 원자력 이용에 필요한 인프라 개발 지원을 목적으로, 원자력의 평화 이용을 위한 핵비확산 강화, 인프라 구축 등을 포괄적으로 다루고 특히 SMR 개발과 규제 확립 위주로 관련 현안 논의와 회원국 간 정보 및 우수사례 공유에 집중하고 있음. 최근 △대형원전 및 소형모듈형원자로 규제, 신규 원자력도입국 규제체제(2018.5), △다자 차원의 안전 및 안전문화와 교육훈련의 중요성(2018.11), △원자력 수출통제 관련 국제규범 및 사례 검토(2019.6) 등을 다룸
 - NSCCEG는 원자력발전 산업의 현안에 대한 공급국과 고객국 간 공동대응 모색을 목표로, 지난 3년간 공급국-고객국의 원자력 안전 책무, 원자력 공급망 및 현지화를 포함한 프로젝트 개발 등을 주제로 공급국과 고객국 간 인식을 공유하고 지속가능한 협력관계 형성을 논의 중임. 최근 △원자력안전 및 안전문화와 교육훈련의 중요성(2018.11), △공급국의 원자력안전 및 안전문화 증진 노력 사례 공유(2019.6) 등을 다룸

- IFNEC 운영그룹은 워킹그룹 활동을 점검하고 공동성명서를 검토하는 등 실질적 추진 주체로, 최근 IFNEC 활성화를 위해 △운영방식, △참여자격, △재정기여 확대 방안 등 거버넌스 지침 개정을 논의해옴. 이에 운영그룹 주요 의제를 검토하고 우리 정부대표단 참여전략을 수립하고 회의에 참석하여 기술·정책 자문을 수행
 - 2018년부터 총 6회 개최된 운영그룹에서는 △집행위 참가대상을 상징적으로 장관급으로 유지 하되, 운영그룹 중심으로 실제 활동이 기획되고 추진하기로 합의하였으며, △연간 운영그룹 2회, 집행위 1회 개최로 참석자, 의제 등이 중복되는 현행 운영방식의 효율화, △참관국(observer)의 회원국 전환 요건 및 절차 확보, △회원국의 재정기여 독려 방안 등을 거버넌스 지침에 반영할 것을 추가 논의 중

나. 집행위원회 및 국제장관급 SMR 컨퍼런스 참여 지원

- 집행위원회에서 우리 대표단의 기조발언 및 미국, 요르단, 케냐 등의 양자 협의 활동을 지원하고, '19년 집행위원회 계기 개최된 백악관 초청 국제장관급 SMR 컨퍼런스의 수석대표(과기부 1차관) 및 연구원 전문가(SMART 개발단) 활동을 기획·지원함.
- '19년 집행위원회의 고위급 인사 참여의 필요성을 강조하기 위해, △ 한·미 고위급 대화를 통한 현 한·미 원자력협력의 관계 개선 필요, △ 고위급의 참석을 통한 SMR 개발 및 회원국 간 협력 의사 표명, △ 선진원자로 개발 등 미국의 동맹국으로서 R&D 협력 강화의 중요성 강조 등의 논리를 개발
 - 또한, 고위급 인사의 한국 수석대표로서 발언문을 △ 기존 대형 원전이 타 발전원과 치열한 경쟁을 펼치고 있는 상황에서 안전성이 혁신적으로 증가된 선진 소형원자로(SMR)의 중요성 강조하고, △ 미국 에너지부가 집행위원회 계기 부대행사 SMR 및 선진원자로에 대한 장관급 국제 컨퍼런스를 개최한 것은 매우 시의적절함을 강조하는 방향으로 작성
- 집행위원회의 고위급 참여를 통해, SMART 기술경쟁력 확보를 위해 R&D 투자 강화, 인허가 지원 확인과 함께 SMR 분야에서 미국과의 파트너십 개발에 동력을 마련했다고 평가 가능
 - 또한, 우리나라는 SMART 기술의 우수성을 홍보하고 사우디아와의 파트너십을 통한 상용화 의지를 천명한 바, 국제사회에서 SMR 분야의 선두주자 입지를 강화한 것으로 평가

3. IAEA 내 논의 동향

- IAEA 정책 및 논의 동향에 대한 자료를 주빈대표단 및 연구원에 전파(100건 이상, 표 3)하였고, 관련 주요 이슈 및 활동으로, △ IAEA 사무총장 서거 관련, △ 후쿠시마 오염수 이슈 대응, △ 핵비확산 분야 기술자문, △ IAEA 신규 추진 사업 분석, △ SMR 개발 동향 분석 및 홍보 등이 있음.
- (IAEA 사무총장 서거 관련) 2019.7월 IAEA Amano 사무총장의 갑작스런 서거에 따른 IAEA 신임 사무총장 선거 경과 및 특별이사회 동향 분석
 - (후쿠시마 오염수 이슈 대응) 작년 총회에서부터 후쿠시마 오염수 관련 우리 정부의 입장을 알리고 대응전략 마련을 위한 IAEA 안전기준 분석 및 후쿠시마 오염수 현황 관련 기술 자문 수행
 - (핵비확산 분야 기술자문) 2019.5월 미국의 對이란 경제제재 조치에 맞서 이란이 이란핵합의(JCPOA) 위반 수위를 높임에 따라, 이란 핵활동 위반 현황 관련 IAEA 특별이사회 참석 및 기술자문 수행
 - (IAEA 신규 추진 사업 분석) 동물원성 감염병 대응을 위한 통합행동(ZODIAC) 사업 및 원자력 기술을 활용한 플라스틱 오염 관리(NUTEC Plastic) 사업의 동향 분석
 - (SMR 개발 동향 분석 및 홍보) SMR 분야의 규제현안 및 안전조치 방안, 다수호기 또는 다수모듈 블록화 관련 보고서 등 IAEA의 SMR 규제자 포럼 및 실무그룹(TWG-SMR)의 기술자료와 주요국의 연구개발 동향을 분석하고, 중소형원자로의 사회·경제적 잠재가치에 주목하고 있는 회원국들을 대상으로 우리나라의 SMART를 적극 홍보

표 3. 파견자를 통한 IAEA 내 동향 분석

순서	제목	일시
1	IAEA 2020-2021 사업예산 논의 동향	'19.2.6
2	원자력우호국그룹 회의 참석 - 제63차 IAEA 총회 결의안 준비 등	'19.2.19
3	IAEA 3월 이사회 FONE 공동발언문 초안 및 제63차 IAEA 총회 결의 수정안	'19.2.21
4	주비엔나 미국대사 주최 이란 핵문제 관련 정보브리핑(2.20) 결과	'19.2.21
5	IAEA 이사회 의장 면담 결과(3월 이사회 준비)	'19.2.27
6	오스트리아 Zwentendorf 원전 시설 방문	'19.2.28
7	IAEA 3월 이사회 원자력기술보고서(의제4) FoNE 공동발언 관련	'19.3.4
8	IAEA 3월 이사회(2) / Amano 사무총장 모두발언	'19.3.7
9	IAEA 3월 이사회(3) / 원자력 안전	'19.3.7
10	IAEA 3월 이사회(4) / 원자력기술보고서	'19.3.7
11	한-아세안 원자력 분야 협력사업 검토의견	'19.3.9
12	IAEA 기술협력실 아태국장 등 면담 결과 보고	'19.3.9

13	국제응용시스템분석연구원(IIASA) 방문 (대기오염관련 연구 사례 공유 등)	'19.3.20
14	카타르측의 UAE 원전 안전성 관련 IAEA 개입 요청 보도 관련 IAEA 면담 결과 보고	'19.3.22
15	우리나라의 IAEA 자발적 기여금 현황	'19.3.26
16	원자력우호국그룹(FONE) 대사급 오찬 회의 결과	'19.3.27
17	IAEA 원자력 에너지부 기획·정보·지식 관리국장 면담 결과	'19.3.28
18	과기정통부 및 한국원자력연구원 특별기여금 관련 현황 보고	'19.4.5
19	IAEA 총회 과학포럼 비공식 브리핑 참석 결과	'19.4.10
20	IAEA 원자력 에너지분야 사무총장 자문그룹(SAGNE) 위원 변경 관련 사무국 접촉 결과	'19.4.10
21	2020년 NPT 평가회의 의장 후보자(주비엔나 아르헨티나대사) 면담	'19.4.19
22	IAEA 2018년 연례안전조치보고서(SIR) (남·북한 관련 내용 포함)	'19.5.8
23	2019년 IAEA 사업예산위원회(PBC) 결과	'19.5.11
24	IAEA 이사회 의장 면담 결과(6월 이사회 준비)	'19.6.4
25	IAEA 6월 이사회 / 사무총장 이란 핵검증 보고서 회람	'19.6.4
26	몽골의 2019~21년 임기 IAEA 지역이사국 수입 지지 입장 통보	'19.6.5
27	IAEA 6월 이사회(1) / 사무총장 모두발언(북핵 관련)	'19.6.11
28	IAEA 비이사국의 이사회 참여 제한 문제에 대한 사무국측 의견	'19.6.11
29	IAEA 6월 이사회(3) / 2018년 연례보고서	'19.6.12
30	IAEA 6월 이사회(4) / 2018년 기술협력보고서(TCR)	'19.6.13
31	IAEA 6월 이사회(7) / 2018년 안전조치이행보고서(SIR)	'19.6.14
32	IAEA 사무총장 보고서 회람(이란의 저농축우라늄 보유 한도 초과)	'19.7.2
33	IAEA 이란특별이사회결과(7.10)	'19.7.12
34	제63차 IAEA총회 원자력안전결의 작성회의 결과보고	'19.7.22
35	IAEA 특별이사회(Feruta 비서실장, IAEA 사무총장 대행으로 임명)	'19.7.25
36	제63차 IAEA총회 원자력발전결의 초안 및 FONE 부대행사	'19.7.29
37	아르헨티나, IAEA 사무총장 입후보 및 지지요청	'19.7.30
38	IAEA 사무총장선출(8.1 특별이사회시 10월선출안 승인 예정)	'19.7.31
39	우리 하나로 연구용원자로의 IAEA 국제연구소센터 지정 확정	'19.8.1
40	Cornel Feruta IAEA 사무총장대행면담(북한핵문제등협의)	'19.8.1
41	IAEA 사무총장특별보좌관(Special Assistant to Director General) 면담 결과	'19.8.30
42	IAEA 9월 이사회(2) / 후쿠시마관련논의	'19.9.10
43	IAEA 9월 이사회(3) / 원자력 및 방사선안전	'19.9.11
44	핵안보분야 IAEA 사무총장 자문단 한국인 전문가 임명	'19.9.11
45	IAEA 9월 이사회(4) / 원자력과학,기술및응용에관한기구의활동강화	'19.9.11

46	IAEA 9월 이사회(7) / 핵안보	'19.9.14
47	원자력 전용품목 수출에 따른 UAE 정부보증요청(공한전달)	'19.9.16
48	제63차 IAEA총회 / IAEA 사무총장대행 개막사(북핵관련내용)	'19.9.16
49	제63차 IAEA총회 / 후쿠시마 오염수 문제(한·일기조연설및답변권)	'19.9.17
50	제63차 IAEA총회 / 수석대표 주요활동 결과	'19.9.20
51	제63차 IAEA총회 / 원자력우호국그룹 부대행사(지역커뮤니티와의협력) 결과보고	'19.9.24
52	IAEA 기후변화 및 원자력의 역할에 관한 컨퍼런스 개최 관련 동향	'19.9.26
53	IAEA 3월 이사회 FONE 공동 발언문 한국측 요청안 반영 결과	'20.3.4
54	IAEA 3월 이사회 (3)/ 원자력 및 방사선 안전	'20.3.12
55	IAEA 3월 이사회 (4)/ 원자력 기술 보고서	'20.3.13
56	원자력손해보충배상협약(CSC) 가입 관련 IAEA측 의견	'20.4.22
57	2019년도 IAEA 안전조치이행보고서(우리 및 북한 관련 내용 포함)	'20.5.5
58	2019년도 IAEA 연례보고서 초안(북핵 관련 내용)	'20.5.5
59	IAEA JUSCKANNZ 대사급 협의(IAEA의 COVID-19 대응 현황 등)	'20.5.14
60	제64차 IAEA 총회 계기 원자력우호국(FONE) 그룹 부대행사 개최 계획	'20.5.21
61	제64차 IAEA 총회 계기 MIKTA 회원국 공동세미나 개최계획(안)	'20.6.4
62	IAEA 6월 이사회(안전조치 의제 발언문(안) 검토)	'20.6.5
63	IAEA 6월 이사회 / JCPOA 이행 검증 보고서 회람	'20.6.8
64	이란의 IAEA 사찰관 접근 거부(IAEA 사무총장 추가 보고서 회람)	'20.6.8
65	COVID-19 상황 下 IAEA 안전조치 이행 현황(사무총장 보고서)	'20.6.8
66	IAEA 6월 이사회/기술협력 의제 발언문(안) 검토 요청	'20.6.8
67	IAEA 사찰관 접근 거부 문제 관련 이란측 입장문 등 회람	'20.6.11
68	IAEA 6월 이사회(1) / 사무총장 모두발언(북핵 관련)	'20.6.15
69	IAEA 6월 이사회(2) / 사무총장 모두발언	'20.6.15
70	IAEA 6월 이사회(6) / 이란핵합의(JCPOA) 이행 검증·모니터링	'20.6.17
71	IAEA 6월 이사회(3) / 2019년 연례보고서	'20.6.17
72	IAEA 6월 이사회(9) / 시리아 핵문제	'20.6.18
73	IAEA 6월 이사회(4) / 기술협력 관련	'20.6.18
74	IAEA 6월 이사회(10) / 이란 안전조치협정 이행(사찰 접근 문제)	'20.6.19
75	IAEA 6월 이사회(7) / 2019년 안전조치이행보고서(SIR)	'20.6.19
76	IAEA 6월 이사회(14) / 이란 관련 사무총장 보고서 대외공개 결정	'20.6.20
77	제64차 IAEA 총회 결의안(원자력발전분야) 초안 검토 요청	'20.6.24
78	Rafael Grossi IAEA 사무총장 면담 결과(한국 전문인사의 IAEA 고위직 진출 등)	'20.6.29

79	제64차 IAEA 총회 원자력안전결의안 작성 계획(안) 회람	'20.7.6
80	믹타 의장국 활동계획 업데이트(오스트리아)	'20.7.9
81	2020 청년 모의 NPT 회의(IAEA 사무총장 영상메시지)	'20.7.9
82	2020 청년 모의 NPT 회의(IAEA 사무총장 유선 협의)	'20.7.16
83	Grossi IAEA 사무총장 협의 (이동형 전자빔 가속기 지원 요청)	'20.7.16
84	Rafael Grossi IAEA 사무총장 브리핑 참석 결과(동물원성 감염병 대응(ZODIAC) 관련)	'20.7.21
85	제64차 IAEA 총회 개최 방안 통보(코로나19 관련)	'20.7.29
86	제64차 IAEA 총회 준비 사항	'20.8.12
87	제64차 IAEA 총회 원자력안전결의안 초안 회람	'20.8.18
88	제64차 IAEA 총회(원자력발전분야 결의안 수정안 회람 및 FONE 부대행사 취소)	'20.8.18
89	IAEA의 이동형 전자빔 가속기 지원 요청 (사무총장 명의 서한)	'20.8.26
90	제64차 IAEA 총회(원자력안전결의안 공동제안국 참여 요청)	'20.9.9
91	IAEA 9월 이사회 발언문(안) 검토 요청(원자력과학기술 및 응용)	'20.9.10
92	IAEA 9월 이사회 발언문(안) 검토 요청(원자력 및 방사선 안전)	'20.9.10
93	IAEA 9월 이사회(2) / 사무총장 모두발언(북핵 이외)	'20.9.15
94	IAEA 9월 이사회(3) / ZODIAC 프로젝트	'20.9.15
95	IAEA 9월 이사회(4) / 후쿠시마 관련 논의	'20.9.15
96	IAEA 9월 이사회(5) / 원자력 및 방사선 안전	'20.9.17
97	IAEA 9월 이사회(7) / 원자력 과학, 기술 및 응용	'20.9.18
98	제64차 IAEA 총회 / 우리 수석대표 기조연설(후쿠시마 제외)	'20.9.23
99	제64차 IAEA 총회 / MIKTA 화상세미나 개최	'20.9.24
100	제64차 IAEA 총회 / 수석대표(과기정통부 제1차관)-IAEA 사무총장 면담 결과	'20.9.30
101	제7차 사용후핵연료 및 방사성폐기물안전공동협약(JC) 검토회의 대비 조직회의 결과 보고	'20.10.6

○ IAEA와 직접 대면하는 주빈대표부의 효율적인 업무수행과 IAEA 현지 최신 정보의 연구원 확보에 기여하였고, 특히 후쿠시마 오염수 이슈에 주빈대표부 및 정부대표단의 기술적 분석과 자문을 적시에 제공함.

제4절 다자간 핵연료주기 구상 논의 동향

- 다자간 핵주기 구상(MNA)는 다자적으로 관리되는 기관 및기구를 통해 핵연료 주기의 일부에 대한 수요를 충족시키기 위한 접근법으로서 '비확산 보증'과 '핵연료 공급 및 서비스 보장'을 목표로 하고 있음.
 - MNA는 정치적인 이유로 공급을 중단할 경우 핵연료 공급을 보호할 수 있으며, MNA로부터 구매가 가능하게 되면 각 국가가 독자적으로 농축과 재처리 공장의 건설을 추진하지 않을 것이며, 이는 곧 '핵비확산'을 보증하게 됨.
- 국제사회(IAEA 등), 미국, 러시아, 영국 등은 농축재처리와 같은 민감기술의 확산 방지를 위한 노력의 일환으로, 다양한 MNA를 제안해왔으며, 농축 기반의 선행핵연료주기 차원에서는 성공을 거두었으나 아직까지 재처리, 다국간 저장 및 처분 개념의 후행핵연료주기 차원에서는 성공을 거두지 못하고 있음.
 - 우리나라는 '16.7월 고준위폐기물 관리 기본계획에서 사용후핵연료 관리 방안의 일환으로 국제적인 다자간/다국간 저장, 처분장도 하나의 옵션으로 검토할 수 있음을 밝히고 있는 바, 지금까지 논의된 MNA를 분석하고 향후 실행가능한 방안을 모색하는 것은 우리나라의 사용후핵연료 관리 옵션의 개발 차원에서 중요하다고 판단됨.
- 본 과제는 MNA에 대해 국제적으로 활발히 논의하고 있는 IFNEC의 핵연료서비스워킹그룹(RNFSWG)의 다국적처분장(MNR) 논의를 검토하고, 관련 정부대표단의 참여를 지원하였음.
 - MNR은 MNA의 구체적인 방법론으로 처분 역량이 있는 서비스 제공국가(유치국)가 협정 등에 기반하여 고객국의 사용후핵연료 및 고준위방사성 폐기물을 처분해주는 방식임
- 또한, MNA의 과거·최신 논의를 바탕으로 국제 핵비확산 체제 및 우리나라의 현안인 북한 핵문제와 다자간 핵주기 구상을 결합한 실현 방안을 도출하여, MNA의 우리나라 적용방안을 분석함.

1. IFNEC 내 논의

- RNFSWG는 민감 핵연료주기 기술 대안으로서 '09년부터 MNR 개발을 위한 모델협정 구체화, 기초문서 발간 등 지속적으로 다자간 핵주기 구상을 논의해온 국제 워킹그룹임.
 - 표 4는 RNFSWG 내 MNR 논의 현황을 요약함.

표 4. RNFSWG 내 MNR 논의 현황

- (논의 개시) IFNEC RNFSWG은 2009년부터 처분 역량이 있는 서비스 제공국가(유치국)가 협정 등에 기반하여 고객국의 사용후핵연료 및 고준위방사성폐기물을 처분해주는 방식의 MNR을 핵심의제로 다뤄옴
- (모델협정 개발) RNFSWG은 처분서비스를 위한 상업적 계약의 신뢰성을 제공하고 참가국의 역할과 책임을 정의하기 위해 처분시설 유치국-고객국간의 모델협정(Model Agreement) 개발*을 논의함.
* 사용후핵연료 및 고준위방사성폐기물 처분에 대한 정치적·대중적 신뢰 확보를 목적으로 △참여국 권한, △규정 및 규제 요건, △감시 및 검사, △사용후핵연료 등에 대한 책임 및 책임 이전, △분쟁 해결 방안, △재정 지원 보장 등의 내용 포함
- (산업 워크숍 개최) 2014년 RNFSWG 산업 워크숍을 개최하고 처분 및 MNR 개념을 중심으로 한 후행핵연료주기 분야 활동을 논의함
- (기초문서 발간) 2016년 MNR 개념과 개발 당위성을 설명하는 문서(소규모 원전 운영국을 위한 최종 사용후핵연료 처분 방안의 실질적 고려*) 발간
* 관련 △정책·규제, △비용 및 자원조달, △기술적 이슈, △국제 협력 등 세부 활동 제안
- (이중접근법 채택) 일부 IFNEC 회원국은 후행핵연료주기에 대한 이중접근법(Dual Track Approach)을 채택하여 국내 처분프로그램 개발과 함께 병렬적으로 MNR 개발 기회를 모색하고 지지함
- (자원조달 워크숍 개최) 2018년 MNR 사업 자원조달 방안에 대한 워크숍을 개최한바, 그 결과를 보고서로 발간

○ 우리나라는 ‘고준위폐기물 관리 기본계획’ 하에 국제협력을 기반으로 국제공동저장·처분시설 활용노력을 병행하기로 한바, 국내 처분 부지 선정의 진척도를 감안하여 하나의 대안으로서 지속적인 모니터링을 할 필요가 있어 아래와 같은 활동을 수행함.

가. MNR 자원조달 방안 워크숍 결과보고서 분석

○ RNFSWG의 「MNR 자원조달 방안」 워크숍의 결과보고서는 ① MNR 사업 자원조달의 일반적인 특성, ② 가상 시나리오에 기반한 4가지 자원조달 방안 분석으로 구성되어 있음.

○ Part 1인 ‘MNR 사업의 자원조달의 일반적인 특성’은 △ MNR의 정의, △ MNR 자원조달 특수성, △ 처분장 사업 단계 및 비용, △ 처분장 총 비용 예측, △ MNR 자원조달 위험요소 등 고정비용이 크게 소요되는 MNR의 자원조달 특성과 문제들을 소개함.

- 자원조달은 모든 처분장 사업에서 중요한 이슈이나, MNR 사업 자원조달은 자원, 비용 및 수익 발생 시기, 위험 분담(risk allocation) 등의 특수한 이슈를 가지고 있음
- OECD/NEA, EDRAM, IAEA과 일부 국가들은 처분장 사업에 소요되는 비용에 대한 예측을 수행하였는바, MNR을 공유하는 것이 개별국가가 소규모 처분장 사업을 독립적으로 추진하는 것보다 최소 30-50%를 절약할 수 있을 것으로 예측됨.
- 하지만, MNR 사업은 기술적, 제도적, 사회·정치적, 재정적 위험요소를 내포하고 있으며, 통상적인 처분장 사업에 비해 정치적, 재정적 위험요소가 가장 큼. 이는 그간 유사하게 제안된 여러

공동처분 사업 추진에 큰 장애물이었음.

- Part 2인 ‘가상 시나리오에 기반한 4가지 재원조달 방안 분석’은 MNR 사업의 주요 특성을 고려하여 4개의 전문가그룹이 4개의 재원조달 방안(컨소시엄 구성 및 복수의 MNR 개발, 처분장 사업 지분 판매 및 투자이익 회수, 저장시설-처분장 사업의 단계적 추진, 정부의 사업 개발-고객국 참여 및 미참여)을 개발한 결과를 보여줌.
 - 다양한 지역의 MNR 개발 관심 국가들이 컨소시엄을 구성하여 순차적으로 여러 개의 MNR 개발을 추진하는 방안은 기술 설계의 반복 등으로 관련 위험도의 감소, 외부 재원조달 기회의 확대 등에 장점이 있음.
 - 국가기관 또는 국영업체를 통해 지질학적 처분장 사업을 추진 중인 국가가 다른 국가들에 해당 사업의 지분을 판매하여 다자간 협정을 맺는 방안도 가능함.
 - 초기에 사용후핵연료 건식 저장시설을 개발 및 운영하고, 그 수익의 일부를 동일 부지의 영구 처분장 개발에 투자하는 방식은, 사용후핵연료 등 관리 주체의 참여 형태에 따라 크게 세 가지(① 민관 파트너십, ② 완전 민영화, ③ 두 방안의 혼합 형태)로 나뉨.
 - 사업을 개발하는 정부가 대중 및 정치적 지지, 법적·규제 제도, 필요한 인프라를 기반으로 전반적인 리더십을 제공하는 방안은 고객국의 참여 여부에 따라 운영 방식을 달리해야 함.

나. RNFSWG 회의 참가

- ‘19년 11월 개최된 동 워킹그룹 회의에서는 다국간 국제처분장(MNR) 개발 관련 재원조달 방안, 개발 장려책, 사업 추진의 위험관리 방안 등 다국간 국제처분장 구상의 구체화와 실현을 위한 회원국 간 의견을 교환함.
- △ MNR 초기 재원조달 및 프로젝트 개발, △ 위험관리 관점의 MNR 재원조달 이슈 등에 대해 논의가 진행되었으며, 우리나라는 다자처분장 추진의 현실적 한계 등을 지적하며, 처분장 유치국과 이용국의 경제적 이득에 대한 평가의 중요성을 설명함.
 - 이밖에, 러시아는 다자처분장의 장기적 관리운영과 통제를 위한 기준 설정에 대한 노력이 필요함을 설명

2. 실현 방안 개발

- 과거/현재 다자간 핵주기 구상 논의를 바탕으로, 우리나라 상황을 고려한 실현 방안을 개발하여, 정부 및 고위급 인사에 이를 전파함.

- 실현 방안의 골자는, 북한 비핵화 추진 시 IAEA의 전면안전조치의 적용을 전제조건으로 하여 북한의 원자력 시설들이 평화적 이용 시설로 전환토록 유도해 위한 구상으로 원자력 이용개발 분야에서 북한을 국제사회의 일원으로 활동할 수 있도록 지원하여 한반도 비핵화를 촉진하는 것임¹⁷⁾
- IFNEC에서 논의되는 MNR 사업 및 다자간 핵주기 구상 실현의 유인이 될 수 있는 경제성에 대한 평가가 현재 불충분·불명확한바, 경제성보다는 정치적 이해관계를 활용하는 방식으로 다자간 핵주기 구상을 실현하는 방안을 모색했다고 평가됨.



17) 상세내용 비공개



제3장

양자간 원자력협력 체제 동향 및 대응전략

제1절 미국과의 원자력 협력

제2절 기타 국가와의 원자력 협력

KAERI



제3장 양자간 원자력협력 체제 및 대응전략

제1절 미국과의 원자력 협력

- 2017년 1월 출범한 트럼프 행정부는 미국의 원자력 경쟁력 회복을 위해 원자력 발전 및 산업의 진흥과 함께 국제적 기술리더십 회복을 위한 선진원자로 개발 및 실증 등 연구개발 투자를 강화해나가고 있음
 - 그러나 러시아와 중국은 재원조달을 무기로 국제사회에서 원전 수출 시장의 점유율을 점차 확대하고 있는바, 이에 미국은 한편으로 이를 견제하기 위해 한국을 비롯한 동맹국과의 전략적 협력이 필요한 상황이며, 다른 한편으로는 자국의 원자력 산업 부흥을 위해 자국 주도의 원전 수출이 중요한 상황으로, 동맹국과 경쟁 관계에 있음.

- 우리나라는 그동안 원자력 이용개발에 있어서 성공적인 모범 국가로 성장해왔음에도 불구하고, 2017년 2월 문재인 정부 출범 이후 에너지전환 정책에 따라 신규 원전 건설계획을 전면 폐지하고 앞으로 원자력발전 점유율을 점차 줄여 나갈 예정으로, 국내 원전 산업 생태계가 위협을 받을 수 있다는 우려들이 제기되고 있음.

- 이러한 한국과 미국의 원자력 정책 변화에 따라 기존 한미 원자력 협력 관계에도 변화가 일어나고 있음.
 - 미국은 자국 내에서의 신규 원전 건설이 활발하지 않은 상황에서 원전 산업의 경쟁력 회복을 위한 사우디아라비아로의 원전 수출이 매우 중요하며, 우리나라도 에너지전환 정책에 따라 국내 신규 건설이 어려운 상황에서 기존 원전 기자재 공급망 및 건설 역량 유지를 위한 사우디아라비아로의 원전 수출이 절대적으로 중요한 상황임.
 - 이러한 의미에서 한미 두 동맹 국가는 사우디아라비아로의 원전 수출을 둘러싸고 한편으로는 경쟁관계에 있으면서도, 다른 한편으로는 중국과 러시아를 견제하기 위한 협력 파트너가 필요한 상황임.

- 본 과제에서는 한미 양국에 부합하는 협력 추진 전략을 제시하기 위해, △ 한미 신정부 하에서 원자력 협력 환경 및 미래 환경을 분석하고, △ 한미 협력 현황을 상세히 진단하고 현안을 도출·대응하고, △ 이를 기반으로 한미원자력 연구개발 종합 협력전략을 개발하였음.

1. 한미 원자력 협력의 과거, 현재 및 미래

○ 미국은 자국의 원자력 산업 재부흥과 수출 증진, 선진원자로 개발, 기술리더십 회복 등을 위해 우리나라와의 원자력협력을 희망하고 있는바, 양국 원자력 정책 변화와 '50년대부터 시작된 한미 원자력협력 현황을 분석·평가함(그림 1).



그림 1. 한미 원자력 협력의 과거, 현재 및 미래 분석자료

○ 미국은 지속적인 핵비확산 강화 정책(민감기술(농축·재처리) 확산 방지) 기조 하에, 원자력의 평화적 이용과 안전 이슈에 따라 원전 정책이 변화하고 있으며, 우리나라는 '50년대 말 원자력 개발 결정 후 지속적인 진흥 정책을 바탕으로 기술자립 및 원자로 수출로 인한 고도성장을 달성함.

○ 한·미간 원자력 협력관계는 미국 주도의 일방적 지원 형태에서 벗어나 점차 양국이 대등한 파트너 관계로 발전 중임.

- '50-'70년대에는 미국은 국내 원자력 도입에 대한 지원을 하였으나, 재처리 연구와 같이 민감한 분야에 대해서는 적극적으로 개입하여 중단
- '80-'90년대부터 기술이전 협력이 이뤄졌으며, 한·미 원자력공동상설위원회 설치각서('76)에 근거하여 양국 원자력정책 및 연구개발, 안전, 산업 전 분야로 협력범위를 확대
- '00년대부터는 한미 양국간 긴밀한 협력을 통한 UAE 원전 공동 수주, 선진기술 공동개발 등을 통해 양국의 이익을 창출하는 협력 관계로 변화함.

- 미국에 있어 한국과의 협력의 가치란, △ 차세대 선진기술 개발(선진 원자로 개발 등)을 위해 기간단축, 비용을 절약할 수 있도록 R&D 공동 개발할 수 있는 협력 파트너이자, △ 미국 원자력 산업의 취약한 분야인 원전건설 능력, 기자재 공급망은 한국의 강건한 원자력 산업(공급체계)을 활용하는 보완 관계, △ 미국 주도의 세계 핵통제체제 강화를 위해 필요한 공조 파트너임.
- 반면, 우리나라에 있어 미국과의 협력의 가치는 원자력 핵심기술 조기확보를 위한 전략적 파트너이자 미국의 세계 정치·외교적 영향력, 브랜드 파워 등을 활용한 세계 원전시장 점유율 확대로 볼 수 있음.
 - 따라서, 한-미간 공통 관심사인 선진 원자력 기술분야 양국 연구개발 기관 및 산업체간 협력 체계를 구축하여 상호 이익을 극대화하는 방향으로 한미 원자력 협력의 미래 방향을 설정할 수 있음.
- 향후 한미 원자력 협력을 위한 구체적 전략은, △ 연구개발 측면의 기술리더십 확보를 위한 선진 기술 공동개발 협력 강화 및 강점분야 융합을 통한 높은 시너지 창출, △ 산업 측면의 전략적 파트너십 구축을 통한 제3국 공동 진출, △ 핵비확산/핵안보 측면의 양국 국제 핵비확산·핵안보 체제 협력 강화로 축약됨.

2. 사우디 원전 이슈

- 사우디 원전 수주를 둘러싼 한미 간 갈등 상황은 SMR, 제4세대 원자로, 사용후핵연료 관리, 연구구로 및 연구로 핵연료 등 광범위한 분야의 한미간 협력에 영향을 주고 있는바, 본 문제의 적시 해결을 위한 기반 지식 및 현안 대응 전략(안)을 도출함.

가. 현안 분석

- 한미 원자력 협력은 사우디 원전 수주와 관련되어 이견이 발생하면서 현재 모든 새로운 원자력 협력이 보류된 상황으로, 이에 대한 상황 해석 및 현안 평가를 위해 △ 우리나라 원전 수출에 대한 한-미 원자력 협정상 해석, △ 사우디 추가의정서(AP) 가입 이슈와 한-사우디 원자력협력에의 영향, △ 한-사우디 원자력협력에 대한 미국의 입장 등을 분석
- 우리나라가미국과 원자력협정을 체결하지 않은 국가의 원전을 수주하고 이들 국가로 미국산 원자력 품목을 이전하기 위해서는 건별(case-by-case)로 미국의 사전동의를 받고 수출할 수 있음.
 - 따라서, 이들 국가에 대한 핵 투명성 및 국제 핵비확산 신뢰도, 추가의정서 비준과 같은 미국의

핵비확산 협력 조건 등을 만족하고 있는지 따져보아야 미국의 사전동의 확보 가능성이 높아짐.

- 사우디에게 추가의정서 가입을 요청할 경우 한-사우디 원자력 협력(SMART 포함)에 미치는 영향을 검토한바, 사우디는 AP 가입이 자발적 선택 사안으로 우리나라가 관여할 사안이 아님을 밝히고 있으므로 SMART 건설, 공동연구센터 설립 등 현재 진행되고 있는 사업들에 영향을 미칠 가능성이 있음.
 - 단, 사우디의 대형원전 수주가 결정되면 사우디의 AP 가입 문제가 자연스럽게 부상할 수 있으므로, AP 문제를 언급하는 시점이 언제가 될지가 중요한 문제임.
- '19년 말, 美 에너지부 장관이 사우디 에너지부 前장관에 사우디의 농축·재처리 포기과 한국의 원전 수주를 견제하는 내용의 서한을 보낸 사항에 대해, 서한의 내용의 심층 검토 및 그 시사점을 분석함.
 - 미국은 미-사우디 협정에 '원자력협정의 지속 기간 동안 어떠한 농축이나 재처리도 포기한다.'는 사우디의 서약을 담을 것을 요구하였고, 한국의 원자로가 미국 기술에 기반하고 있으므로 한국 원전 수주 시 미국 기업이 한국에게 관련 정보나 전문성을 제공하는 것을 허가하지 않겠다는 뜻을 전달
 - 이는 미국이 사우디의 대형 원전 수주를 위해 정치적 영향력을 바탕으로 사우디(핵비확산)와 한국(기술)을 동시에 압박하고 있는 것으로 평가

나. 미국 원자력 수출통제 제도 분석¹⁸⁾

- 미국의 수출통제를 근간으로 하는 국제 수출통제 시스템의 발전 방향 예측과 우리나라 원자력 수출에 대한 영향을 확인하기 위해, △ 미국의 수출통제 제도 및 법, △ 부처 권한 및 역할, △ 원자력 수출 통제 절차, △ 재수출 통제 등을 분석함.
- 미국의 원자력 수출통제 시스템이 국가별 수출거부 또는 금지를 위한 통제국가 리스트를 운용하였던 과거와는 달리 국가별 수출 승인 위주로 통제를 이행하되 해당 품목의 수출 요건 강화 정책으로 변경한 것이 주요한 특징임을 확인함.
 - 또한, 미국산 품목을 포함한 재수출 품목의 수출통제 판정시 이중사용 품목은 포함품목의 비율에 따라 재수출 통제를 이행하고 있는 반면, 원자력 전용품목의 경우 사례별로 재수출통제를 이행하고 있는 것으로 밝혀짐.

18) 미국의 원자력 수출통제 제도 분석. KAERI/AR-1299/2020

- 본 연구의 결과물은 향후 국제 수출통제 시스템의 발전 방향을 예측하는데 활용할 수 있으며, 우리나라의 수출통제 정책에 반영하여 우리의 원자력 품목 수출에 따른 핵확산 위험을 줄이고 원자력 품목 수출전략 개발에 활용할 수 있을 것임.

3. JFCS 핵비확산성 평가기준 분석¹⁹⁾

- 2020년 JFCS의 성공적 완료를 위해 타당성 평가기준인 핵비확산성에 대한 해석을 정립하여 JFCS 국내 연구진들에 제공하고 JFCS 최종보고서에 이를 충분히 반영할 수 있도록 검토함.
 - 미국의 동의 여부를 평가하는데 있어서 미-일 원자력협정 사례를 바탕으로 고려될 수 있는 요소들을 검토하여, 핵비확산성 판단기준에 대한 기초자료를 제공
- 미-일 원자력협정에 따른 핵확산평가보고서에는 재처리 및 농축에 대한 장기동의를 부여해도 핵확산 위험이 현저히 증가하지 않는다는 판단을 내리고 있음.
 - 그 근거로는 △ 효과적인 핵비확산 정책 이행, △ 구체적인 선진 원자력 프로그램 계획 수립, △ NNPA 및 AEA가 제시하는 확장된 통제조건의 만족, △ 강화된 안전조치 및 물리적방호 수단 적용, △ 조건 미준수 시 약정 중단, △ 핵비확산 평가를 위한 정보 제공 등의 요소들을 열거
- 한-미, 미-일 원자력협정을 비교 분석하면, 공통적으로 포함된 요소(안전조치, 조기 탐지), 차이가 되는 요소(핵비확산 정책의 이행, 선진 원자력 프로그램의 구체성, 조건 미준수 시 약정 중단 등)를 구분되며, 기술적 측면 뿐 만 아니라 정치적 측면도 판단이 기준이 됨을 확인함.

4. 원심분무 U-Mo 기술개발 및 한미 협력²⁰⁾

- 한국이 보유한 상용급 고밀도 U-Mo 핵연료 분말 제조 기술을 활용한 핵연료 분말 무상 공급 협력 현황을 확인하고 이를 핵안보 체제 강화 및 연구로 핵연료 시장 선점이란 가치에서 평가함.
- 우리나라는 U-Mo 분말 제조 기술을 바탕으로 HERACLES 사업을 통해 2014년 미국(98kg)과 벨기에(2kg)에 총 100kg의 U-Mo 분말을 공급함.
 - 그리고 2016년 제4차 핵안보정상회의에서는 미-일 양국이 일본 교토대 임계장치(KUCA, Kyoto University Critical Assembly) 핵연료를 LEU로 전환하기로 합의하였는데, 한국은 미-일간 KUCA 사업의 성공을 지원하기 위한 U-Mo 분말 제공을 약속하였고, 2020년 4월 U-Mo 분말 42kg을 성공적으로 제조하여 제공함.

19) 류재수 외 2인, "한미원자력협력현장의 핵비확산수용성에 대한 고찰", 한국원자력학회 춘계학술대회, 2019.

20) 전은주, 국제 핵안보 체제 강화를 위한 한국의 원자력 기술 기여, 한국 비확산·원자력 저널 제4호, 2020

- HEU 최소화를 중심으로한 국제 핵안보 체제에 대한 한국의 기여는 아래와 같은 관점에서 중요한 의미를 지님
 - U-Mo 분말 제조 기술은 핵안보 체제 강화를 위한 모멘텀이 약해진 상황에서도 지속적이고, 실질적인 진전과 협력 성과들을 도출할 수 있는 국제 협력 아이템임.
 - 국제 무대에서 우리나라의 기술적 영향력을 행사할 수 있는 중요한 외교적 자산으로서의 가치
 - 미국의 주도하에 민간에서의 HEU 최소화를 지속적으로 추진하고 있는 상황에서 U-Mo 및 U3Si2 기술 검증이 완료되고 상업화에 성공한다면, 연간 3억불 수준인 국제 연구로 핵연료 시장을 석권할 수 있는 기술임.
 - 국가 정치 외교적 핵심 사업 지원을 위한 지속적인 연구개발의 실질적인 성과임.

- 이러한 분석을 바탕으로 한 미국과의 연구로 수출 협력을 한미 현안 해결을 위한 종합 전략에 반영하여, 정부관계자의 전략 수립 자문 및 미국 주요인사(미국 핵안보청 부청장, 미국 에너지부 장관 등)에 면담 요지로 활용

5. 트럼프 정부의 원자력 이슈 심층 분석

- 한미 협력 관련 전략 개발 목적 이외에, 핵태세보고서, JCPOA, NICE Future Initiative 등 미국 대외정책의 대표적 이슈들을 분석하여, 트럼프 정부의 원자력 정책의 이해를 제고함.

가. 미국 핵태세보고서 비교 검토²¹⁾

- 핵태세보고서는 미국의 국가안보 전략 상 핵무기의 역할과 관련 목표를 담은 보고서로, 트럼프 정부의 2018년 핵태세보고서와 오바마 정부의 2010년 보고서를 비교 분석하여 핵군축 측면에서 함의를 도출
 - 오바마 정부는 기존 핵무기의 유지보수 외에 새로운 핵무기 개발과 비확산 의무를 이행중인 NPT 핵비보유국에 대한 핵무기 사용 또는 위협을 금하였으며, 생화학 무기 사용을 제외한 극한 상황에서의 핵무기 사용으로 제한하였음
 - 반면, 트럼프 정부는 잠수함 발사 순항 미사일(SLCM) 및 저위력 잠수함 발사 탄도 미사일(SLBM)의 개발과 무기 시스템의 현대화를 지시하였음. 핵 선제 사용 정책에 대한 악화된 입장을 표명하고, 핵무기금지조약과 포괄적 핵실험 금지조약(CTBT) 비준에 대한 거부 의사를 표명함

- 2018년 핵태세보고서 상 드러난 트럼프 정부의 핵정책은 핵무기의 역할을 감소시키고 글로벌

21) 이견희 외 3인, “2010/2018년 미국 핵태세보고서 비교 분석”, 한국원자력학회 춘계학술대회, 2018.

비확산·핵안보 체제 강화를 전면에 내세웠던 오바마 정부의 핵정책과 단절된 형태로, 오바마 정부의 주요 군축비확산 성과인 이란핵합의, 미-러 New START 등을 평가 절하함

- 트럼프 정부의 핵정책에 비판적인 언론·학계는 '저위력 핵전력' 강화, 핵 억지력 강조 등을 통해 핵사용의 문턱을 낮추었다고 비판하고 있으며, 찬성파들은 러시아의 크림반도 합병 및 우크라이나에서의 침략적인 행태에 대한 적절한 대응으로 평가

○ 트럼프 대통령은 글로벌 비확산체제의 근간인 NPT에 대한 지지를 표명하면서도, △소극적 안전보장, △핵군축 등 비핵보유국들이 NPT 체제 유지의 핵심으로 보는 요소에 대해서는 약화된 의지를 표함

- P5 이외 국가의 핵무기 개발·획득을 금지한 NPT 체제하에서 소극적 안전보장 및 핵군축 공약은 NPT의 당초 성립 및 1995년 영구연장의 중요한 조건이었는데, 미국의 관련 공약에 대한 의지 약화는 비동맹·시민사회의 비판을 초래할 것으로 예상

○ 아울러, 트럼프 대통령은 오바마 정부와 달리 CTBT 비준 불추진을 공식화함으로써 서방그룹이 '핵무기 금지조약'에 반대하면서 그 대안으로 옹호해온 핵실험 금지, 핵분열물질 감축 등 점진적·실질적 핵군축의 유효성에 대한 의구심을 초래할 가능성도 있음

○ 한편, 러시아의 크림반도 합병 이후 전반적인 미-러 관계가 악화되면서 양국 간 핵군축 협력의 모멘텀이 약화될 우려도 대두되고 있는바, 2021년 종료 예정인 New START 추가연장을 위한 미-러간 협상 전망도 불투명할 것으로 평가

나. 이란핵합의 관련 미국 최근 행정부간 입장 분석²²⁾

○ 민주당 오바마 정부와 공화당 트럼프 정부는 이란 내 민감기술, 특히 우라늄 농축 능력을 제한하여 핵무기 개발을 방지한다는 공통적인 목표 하에 각각 JCPOA를 합의하거나 파기하는 다른 양상의 정책을 추진한바, 양 정부의 입장을 정치철학 측면에서 비교 분석함.

○ 민주당 기반의 오바마 정부는 국제문제를 외교적으로 해결하기 위한 자유주의적 접근으로 통제 가능한 범위에서 이란이 기 보유한 민감기술을 인정하되, 제도 안에서 그 이상의 핵확산을 막는 방식을 취함.

- 자유주의는 개별 국가들이 공조를 통해 무정부 상태²³⁾인 국제정치에서 공통의 질서를 만들어 평

22) 이간희 외 5인, "오바마와 트럼프 정부의 JCPOA에 대한 정책 비교 분석", 한국원자력학회 춘계학술대회, 2019.

23) 무정부 상태(무정부성): 국제사회를 주도하는 강력한 기구 또는 중앙정부가 없음

화를 달성할 수 있다고 믿는바, 오바마 대통령은 이란과의 평화적 협상을 통해서 효과적이고 검증 가능한 핵비확산 체제를 확립한다면 그 틀 내에서 평화를 달성할 수 있다고 평가하였음.

- 공화당 기반의 트럼프 정부는 현실주의적 접근으로 국제문제를 해결하기 위해 본래 안정적 상태의 국제 질서를 유지하고자 변수가 될 수 있는 이란의 농축 능력 보유를 강하게 억제하는 방식을 취함.
 - 현실주의 접근은 무정부 상태의 세계에서 필연적으로 갈등이 발생하므로 개별 국가는 안보와 생존을 최우선 목표로 한다고 주장하는바, 이러한 접근은 진보나 국가 간 협력 가능성에 대해서 회의적이다. 이러한 시각은 이란 핵협상을 파기하는 트럼프의 아래의 공식 성명에서 뚜렷하게 드러남.
 - 이란이 평화적 원자력 프로그램을 추진한다는 사실 자체가 허구라고 단언²⁴⁾
 - 기본적으로 이란의 ‘평화적 목적’을 신뢰하지 않으며 이란의 원자력 프로그램을 영구적인 통제하에 두지 않고는 핵무기를 향한 야욕을 꺾을 수 없을 것이라고 생각²⁵⁾
 - 트럼프의 시각에서 ‘흉악한(murderous) 테러지원국(sponsor of terror)’인 이란은 안보를 위해 핵무기 개발을 선택할 수 있는 국가이며 그 목표는 국제 공조의 틀을 통해 꺾을 수 있는 것이 아님²⁶⁾

다. 신규 국제 이니셔티브(NICE Future) 참여 검토

- 미국은 청정에너지각료회의(CEM)²⁷⁾에서 원자력-재생에너지 결합 등을 통한 혁신적이고 선진화된 에너지시스템 개발을 논의하는 고위급 대화 채널(NICE Future)을 출범
- NICE Future 이니셔티브는 청정에너지 공급과 혁신적이고 선진화된 에너지시스템 개발 및 통합을 논의하는 다자간 대화 채널을 구축한다는 목표 아래, 미래 에너지시스템에 대해 기술·경제·사회적 관점으로 장관급 수준의 논의 기회를 창출하고자 함.
 - 논의 분야는 선진 에너지시스템 개념 구축과 환경 조성에 기여로서, △ 선진 에너지시스템, 혁신 기술, 저장 및 활용에 대한 기술 평가, △ 미래 에너지정책을 결정하는 이해관계자의 참여, △ 가치 평가, 시장 구조 및 재정 지원 능력 분석, △ 청정·통합 에너지 시스템에서 원자력의 역할에 대한 소통 강화 등의 상세 분야가 제시됨.

24) "Full Transcript of Trump's Speech on the Iran Nuclear Deal", The New York Times, May 8, 2018

25) "Trump Waives Iran Nuclear Sanctions in What He Calls 'Last Chance' for JCPOA", Tasnim News Agency, January, 13, 2018

26) "Full Transcript of Trump's Speech on the Iran Nuclear Deal", The New York Times, May 8, 2018

27) 청정에너지장관(CEM) 회의는 온실가스 감축을 위한 청정에너지 사회로의 전환을 목표로, 청정에너지 기술개발 정책 및 프로그램을 장려하기 위한 고위급 연례회의임.

- 본 이니셔티브에 참석하는 것은 우리나라에 △ 국내의 미래 에너지시스템에 대한 선제적 고찰, △ 선진 에너지시스템의 공동 구상, △ 미국 등과의 협력 채널 확대, △ 원자력 활용의 타당성 제고 등의 장점이 있을 것으로 평가됨.
- 반면, 본 이니셔티브는 실천계획의 구체성 부족 및 선진 에너지시스템 기술개발 추진 동력 부재, 국내 원자력정책과의 대치 등의 단점이 있는바, 본 이니셔티브 설립 과정을 지속적으로 파악하여 실천계획 및 파생되는 결과가 보다 명확해질 때 참여하는 것이 적절해 보일 것이란 의견 수립

6. 한미 전략적 파트너십 구축 전략 수립

- APR1400 기술자립 문제로 인해 한미 원자력협력 관계가 경색되어 다수의 신규 협력이 중단될 위기를 타개하고자, 한미 협력 현황과 한미의 상호보완적인 특징점을 바탕으로 한미 관계를 전략적 파트너십으로 재정립할 수 있는 추진전략(4개 분야)을 정부관계자에 제안함.
- 정부와의 협의를 통해, 최종적으로 3개의 분야(SMR/선진원자로/연구로)의 협력 추진 방안이 도출됨.
 - 특히, 연구로 관련 협력 추진 방안은 핵비확산성이 강화된 연구로 수출 협력 체제 구축하는 것으로, 중·러의 영향권에 있는 국가의 연구로 사업에 미국의 영향력을 유지/확대하고, 우리나라는 미국과의 협력 체제를 기반으로 연구로 시장 진출 가능성을 확대하고자 함.
- 곳곳의 분야에서 발생하는 한미 협력의 균열을 종합적으로 평가하고 해결방안을 마련했다는 것에 의의가 있으며, 특히, 현재 한미 협력에서 발생하는 문제에 대한 근본 원인과 전략적 파트너십의 구축 필요성에 대해 정부·민간 공통의 이해를 마련했다고 평가
 - 한미 전략적 파트너십 구축 방안 자료 내 한미 협력 현황의 종합 평가내용은 정부 고위급 관계자의 한미 협력 이해제고 목적으로 지속 활용되었음.

제2절 기타 국가와의 원자력협력

- 영국의 유라툼 탈퇴 시 한-영 원자력협력 관계, 향후 체코, 폴란드, 루마니아 등과의 새로운 원자력 협력 수요에 대비하여, 본 과제는 정부 요청 시 양국간 원자력협력 전략 및 협정 체결을 지원함.

1. 한-남아공 협정 개정 검토

- 남아공 측은 '10년 체결된 한-남아공 원자력 협정이 '17년 남아공 고등법원에서 위헌판결을 받으면서 이를 개정할 것을 우리 측에 요청함.
- 남아공측이 제시한 협정(안)은 기존 협정 대비 △통제 조항 삭제 및 이전 조항 신설, △안전조치 조항 수정, △민간원자력손해배상 조항 추가, △적용기간 조항 삭제라는 점에서 유의미한 차이가 있음을 확인함.
 - 특히, 통제 조항을 대체하는 이전 조항에는 협정의 핵심적인 통제권인 평화이용 보증과 재이전 사전동의가 불명확한 바, 우리 표준문안과 같이 '평화이용 보증'과 '이전 및 재이전'이라는 별도 조항으로 나눠 명시할 필요가 있음을 제안함.
 - 또한, 남아공은 협정(안)에 기존 협정 및 우리 표준문안과 다른 표현들을 사용(이전, 안전조치 조항 등)한바, 수정 의도를 문의하고 해석 상 차이가 없도록 수정(안) 도

2. 한-영국 협정 개정 검토

- 영국의 유럽연합 탈퇴에 따른 한-영 원자력협정 개정 가능성이 제기됨에 따라, △ 한시적 방안으로 기존 한-영 원자력 협정 중 유럽원자력공동체(Euratom) 관련 조항을 수정하는 방안, △ 기존 한-영 원자력협정을 전반적으로 개정하는 방안(개정의정서)을 각기 상세 검토 시행
- 두 방안은 △ 제4조 'IAEA-유라툼-영국 간 3자 안전조치협정'을 'IAEA-영국 간 안전조치협정 및 추가의정서로 수정, △ 전문 및 제8조의 유라툼 관련 문안 삭제를 공통으로 제시함.
- 두 방안은 제6조의 유라툼 내에서의 자유이전 조항에 대한 접근에서 차이가 있는데, 영국에서 유라툼 국가로의 재이전 보증을 면제하기 위해서는 유라툼 회원국과의 자유이전 원칙이 유라툼 탈퇴 이후에도 가능토록 하는 영국과 유라툼 회원국 간 합의(신규약정 체결)에 따라 제6조의 수정 혹은 삭제가 결정될 것으로 평가

3. 한-케냐 협정 체결 검토

- 케냐에 연구로 건설 사업 추진으로 원자력협력협정 체결 필요성에 대해 검토하고 표준협정모델 활용 방안 및 통상 협상 기간에 대한 자문 자료 제공
 - (법적 측면) 우리나라는 원자력 품목(장비·핵물질 등)의 수출을 동반하는 원자력협력에 있어 법적 요건으로 상대국과의 원자력협력협정(NCA: Nuclear Cooperation Agreement) 체결을 요구하지는 않고 있지만, 우리나라는 UAE 원전 및 요르단 연구용 원자로 수출처럼 빈번한 원자력 품목의 이전이 예상되는 경우 통상 NCA 체결을 추진
 - (협상 기간) 상대국에 따라 다르나, 한미처럼 큰 이슈가 없는 경우 통상 협상 준비에 2-3개월, 협상에 3-6개월 이내로, 1년 이내 협상 완료되므로, 케냐는 우리나라와 협력 측면에서 현안이 없는 상황인바 표준협정모델을 기반으로 추진 시 6-12개월 이내 완료될 것으로 예상



KAERI



제4장

국가별 원자력 정책 분석

제1절 미국의 원자력 정책 동향

제2절 주요국의 원자력 정책 분석

KAERI



제4장 주요국의 원자력 정책 분석

제1절 미국의 원자력 정책 동향

○ 미국의 원자력 정책은 국제사회는 물론 우리나라 원자력 이용개발 및 한미 협력에 직·간접적인 영향을 미치는 바, 미국의 원자력 산업, 핵비확산 정책(대북·대이란), 사용후핵연료 처분 등 관련 동향을 지속 분석(표 5)하여, 정부, 유관 기관, 학계 등에 전파함.

표 5. 미국의 원자력 정책동향 시리즈

순서	제목	발행일	분야
1	Georgia주 Vogtle 원전 건설 재개 승인과 의미	'18.1.5	원전 건설
2	전력망 복원력에 관한 FERC의 결정	'18.1.17	국내 정책 전반
3	트럼프 대통령 이란 핵협정 인증 2번째 거부	'18.2.1	對이란
4	트럼프 행정부의 대북 강경 정책 징후	'18.2.9	對북한
5	미국과 타국과의 신규 원자력협정 체결 동향	'18.2.12	대의 정책
6	핵태세검토보고서 (Nuclear Posture Review)	'18.3.5	대의 정책
7	트럼프 행정부의 2019회계년도 예산요청안	'18.3.9	국내 정책
8	트럼프의 미·북 정상회담 수락에 대한 평가	'18.3.23	對북한
9	트럼프 대통령의 국가안보팀 개편	'18.3.30	대의 정책
10	美 원자력산업계를 위한 SMR의 역할	'18.4.19	원자력 연구개발
11	이란핵협정 파국 방지를 위한 노력	'18.5.3	對이란
12	잉여 플루토늄 처분에 관한 미·러 갈등	'18.5.23	대의 정책
13	미국의 이란핵협정(ICPOA) 탈퇴 여파	'18.5.28	對이란
14	트럼프 행정부의 원자력 회생 노력	'18.6.18	국내 정책 전반
15	유카산 프로젝트와 임시저장시설	'18.6.22	사용후핵연료 관리
16	일본의 플루토늄 이용에 대한 입장 발표	'18.8.2	대의 정책
17	유카산 프로젝트의 교착	'18.8.6	사용후핵연료 관리
18	미 행정부 주요 인사의 핵비확산 시각 (트럼프 대통령)	'18.8.22	주요 인사 평가
19	미 행정부 주요 인사의 핵비확산 시각 (John Bolton 국가안보보좌관)	'18.8.23	주요 인사 평가
20	미 행정부 주요 인사의 핵비확산 시각 (Mike Pompeo 국무부 장관)	'18.8.23	주요 인사 평가
21	미 행정부 주요 인사의 핵비확산 시각 (Christopher Ford 차관보)	'18.9.3	주요 인사 평가
22	2019 국방수권법	'18.9.10	대의 정책
23	일본의 플루토늄 축적에 대한 우려	'18.10.1	대의 정책
24	미국의 원자력협정(영국, 멕시코 및 사우디) 체결 추진 현황	'18.10.16	대의 정책
25	미국의 對중국 원자력 수출통제 강화 정책	'18.10.22	대의 정책
26	MOX 연료제조시설(MFFF) 건설 사업의 종료 과정	'18.11.6	플루토늄 관리
27	중국의 미국 원자력기술의 절도 및 남용	'18.11.7	대의 정책
28	미국의 원자력 산업 회생 노력: Good and Bad News	'18.11.19	국내 정책 전반
29	미-사우디 원자력협정 체결 전망	'18.11.20	對사우디

30	증간선거 결과와 미국의 원자력정책 전망	'18.11.28	국내 정책 전반
31	미국의 對 이란 제재 시행	'18.11.29	對이란
32	DOE 원자력담당 차관보 지명	'18.12.7	주요 인사 평가
33	미국한림원의 플루토늄 희석처분 방식 평가	'18.12.14	플루토늄 관리
34	CNS의 플루토늄 관리 강화 방안 제안	'19.1.3	플루토늄 관리
35	美 핵폐기물관리 전략 개편을 위한 전문가 권고	'19.1.7	플루토늄 관리
36	美 의회의 미-사우디 원자력협력 제한 노력	'19.1.9	對사우디
37	美 의회의 원자력 지원을 위한 입법 동향	'19.1.16	국내 정책 전반
38	고순도저농축우라늄(HALEU) 핵연료 개발	'19.2.8	원자력 연구개발
39	SMR 개발 촉진을 위한 전문가 제언	'19.2.13	원자력 연구개발
40	트럼프 대통령과 정보기관의 견해 차이	'19.2.20	대의 정책
41	美 의회의 신임 지도부	'19.2.18	주요 인사 평가
42	美 의원의 '그린 뉴딜' 결의안 제안	'19.3.5	국내 정책 전반
43	美 원자력산업의 국제 경쟁력 저하 우려	'19.3.18	국내 정책 전반
44	美 행정부의 국제협정 파기와 핵비확산 체제 영향	'19.3.26	대의 정책
45	미-사우디 원자력협력에 대한 논란	'19.4.13	對사우디
46	미국의 원자력 리더십 회복을 위한 법안 발의	'19.5.8	국내 정책 전반
47	美 의회, 사우디아와의 원자력협력 감독 법안 발의	'19.5.9	對사우디
48	북미 정상회담의 동향과 전망	'19.5.20	對북한
49	미국의 방사성폐기물정책 입법 동향	'19.5.29	사용후핵연료 관리
50	트럼프 대통령의 對이란 전략	'19.6.3	對이란
51	2019년 NPT 준비위원회	'19.6.24	대의 정책
52	美 싱크탱크, 미국의 원자력 리더십 회복 촉구	'19.6.27	국내 정책 전반
53	한-사우디 원자력수출 관련 美 의회 논의	'19.7.4	對사우디
54	미국의 방사성폐기물 관리 동향	'19.7.8	사용후핵연료 관리
55	북미 핵협상 쟁점 전망	'19.7.26	對북한
56	미국의 우라늄 해외 의존 논란	'19.7.29	국내 정책 전반
57	이란, JCPOA 의도적 위반	'19.8.2	對이란
58	사우디로의 원자력수출에 대한 美 의회의 공방	'19.8.19	對사우디
59	미국, 거래제한 명단에 중국 원자력기업 추가	'19.8.26	대의 정책
60	VTR 개발을 둘러싼 찬반 논쟁	'19.9.3	원자력 연구개발
61	미국 대선후보자들의 원자력지지 성향	'19.9.20	주요 인사 평가
62	한-사우디 원자력협력에 대한 미국의 견제	'19.9.27	對사우디
63	미국 원전의 보안점검 훈련 완화에 대한 논쟁	'19.10.18	대의 정책
64	美 에너지부 최고책임자들의 원자력지지 성향	'19.10.21	주요 인사 평가
65	잉여 Pu 처분을 위한 희석·처분 옵션의 문제점	'19.11.8	플루토늄 관리
66	핵안보 관심 저하에 대한 우려	'19.11.20	대의 정책
67	이란의 JCPOA 위반 수위 점증	'19.11.25	對이란
68	DOE 장관 후보자 청문회	'19.12.05	주요 인사 평가
69	미 의회의 방사성폐기물 입법 동향	'19.12.9	사용후핵연료 관리
70	트럼프 탄핵 청문회와 부다페스트 양해각서	'19.12.24	대의 정책
71	원자력 시설의 사이버 보안 위협	'20.1.2	국내 정책 전반
72	미국 수출입은행(EXIM) 설립인가 7년 연장	'20.1.7	국내 정책 전반
73	이란 솔레이마니 사령관 살해가 JCPOA에 주는 함의	'20.1.16	對이란
74	2020년 회계연도 미 에너지부 원자력 예산	'20.1.28	국내 정책 전반

75	2020 NPT 평가회의 전망	'20.2.7	대의 정책
76	미 에너지부의 제한적 재처리 옵션 검토 사업 착수	'20.2.26	사용후핵연료 관리
77	2021 회계연도 미국 행정부 예산 (안)	'20.3.5	국내 정책 전반
78	미 의회, 이란과 걸프만 국가들에 대한 새로운 핵협상안 준비	'20.3.11	對이란
79	NRC의 사용후핵연료 중간저장시설 환경영향평가	'20.3.26	사용후핵연료 관리
80	COVID-19에 따른 美 원자력의 대응 및 도전	'20.4.8	국내 정책 전반
81	미국의 원자력산업 경쟁력 회복을 위한 DOE 전략	'20.5.12	국내 정책 전반
82	미국 내 심부시추공 처분 연구개발 동향	'20.5.22	사용후핵연료 관리
83	미국 내 사용후핵연료 임시저장 관련 현황	'20.5.28	사용후핵연료 관리
84	미국의 선진원자로실증프로그램(ARDP) 추진	'20.6.4	원자력 연구개발
85	Rita 차관보의 사용후핵연료 재처리 및 회수 제안	'20.6.15	사용후핵연료 관리
86	美 정부의 소형모듈형원자로(SMR) 개발 지원 동향	'20.6.17	원자력 연구개발
87	트럼프 정부, JCPOA 관련 제3국 2차 제재 면제 철회	'20.6.22	對이란
88	사용후핵연료 재활용과 미국 내 동향	'20.6.23	사용후핵연료 관리
89	NPT와 핵군축 국제 동향	'20.7.6	대의 정책
90	미국의 對이란 제재 부과 노력과 국제사회 동향	'20.7.14	對이란
91	美 국제개발금융공사의 원자력사업지원 금지 철회 제안	'20.8.3	국내 정책 전반
92	NTI(Nuclear Threat Initiative) 핵안보지수 발표	'20.8.6	대의 정책
93	美 대선 후보의 에너지정책, 트럼프 vs. 바이든	'20.8.28	주요 인사 평가
94	미국 양당의 대선 공약 (에너지, 지구온난화)	'20.9.7	국내 정책 전반
95	JCPOA 관련 미국 및 국제사회 동향	'20.10.20	對이란
96	美 에너지부-사우스캐롤라이나주 간 플루토늄 반출 합의	'20.10.21	플루토늄 관리
97	NuSclae의 소형모듈원자로(SMR)에 대한 기대와 우려	'20.10.28	원자력 연구개발
98	JCPOA 관련 최근 동향과 향후 전망	'20.11.2	對이란
99	SMR 및 선진원자로에 대한 美 정부의 재정 지원	'20.11.13	원자력 연구개발
100	원자력과 재생에너지 공존에 대한 논쟁	'20.12.14	국내 정책 전반
101	바이든 행정부의 주요부처 수장 후보자 동향	'20.12.14	주요 인사 평가
102	바이든 대통령 당선인의 기후변화와 원자력	'20.12.28	국내 정책 전반
103	바이든 대통령 당선인이 직면한 이란 핵문제	'20.12.30	對이란
104	바이든 대통령 당선인, 에너지부(DOE) 장관 지명	'20.12.30	주요 인사 평가

1. 후행 핵연료주기 정책

가. 사용후핵연료 관리 및 폐기물 처분 동향

○ 미국은 연간 2,000~2,400톤의 사용후핵연료가 발생되고 있으며, 향후 신규 원전을 건설하지 않는다고 하더라도, 2050년까지 약 15만톤의 사용후핵연료가 발생할 것으로 예상됨.

- 현재까지는 원전에서 발생한 사용후핵연료는 소내 건식 저장 시설이나 사용후핵연료 저장조에 임시저장 중이나, 이를 장기적으로 관리하기 위한 처분장 또는 중간저장소가 필요한 상황임.

○ 트럼프 정부는 2018년, 2019년 예산 제안서에서 유카산 처분장 인허가 재개를 위해 1억2천만

달러를 요청하면서 유카산 처분장 사업을 재개하는 것처럼 보였으나 주 정부 및 의회를 설득하지 못하였고,

- 2020년 대통령 선거에서 네바다 주 유권자를 고려하여 유카산 처분장 사업을 당분간 수면위로 올리지 않는 전략을 구사하면서 2020년, 2021년 연방정부 예산에 유카산 예산을 반영하지 않음.

○ 미 하원은 2018년 5월 10일 표결을 통해 유카산 사업 인허가 재개를 요구하는 핵폐기물정책법(NWPA: Nuclear Waste Policy Act, H.R.3052) 개정안을 통과시키는 등 유카산 사업 재개를 위해 노력하고 있는 반면,

- 상원은 2018년, 2019년 회계연도 세출법안에 통한 중간저장시설 관련 조항을 수록하고 사용후 핵연료를 민간 시설에 저장할 수 있도록 에너지부에 예산을 배정하고 있지만, 유카산 처분장 사업에 대해서는 언급하지 않고 있음.

나. 중간저장시설 건설

○ 미국은 연방정부가 주도하는 사용후핵연료 최종처분장 건립이 지연되고 있는 가운데, 민간에 의한 중간저장시설 건설²⁸⁾ 계획은 활발하게 추진되고 있음.

- 민간 기업인 ISP²⁹⁾는 저준위 폐기물 저장시설이 있는 Texas주 Andrew County에 사용후핵연료 임시저장시설(CSIF)을 건설을 추진 중이며, NRC는 2020년 5월 6일 동 사업에 대한 환경영향평가서(EIS) 초안을 발간하면서 인허가 검토를 진행
- NRC는 EIS와 별개로 중간저장시설에 대한 기술 안전성 분석 및 검토를 진행 중이다. 기술 안전성 분석은 2021년 2분기에 완료될 예정이며, 안전성평가보고서(SER)가 발간되면 EIS와 함께 인허가 발급을 위한 기본 자료가 될 것으로 예상

○ Holtec International은 뉴멕시코 지역에 중간저장소 건설을 추진 중이고 건설인허가 신청서를 제출함('17.3).

- Holtec社は 우선 캐니스터 500개(우라늄 8,680톤)를 저장할 수 있는 시설에 대한 인허가를 신청하고, 단계적으로 캐니스터 1만개까지 저장할 수 있는 용량으로 시설을 확대할 계획임.
- NRC는 Holtec社가 제안한 시설에 대한 환경영향평가서(EIS) 초안에서 인허가를 발급하지 않을 환경적 영향 및 근거를 찾을 수 없으며 동 시설의 석유산업에의 영향에 대해, 폐기물 저장 위치 보다 훨씬 깊은 지층을 뚫는 이들 산업에 방해가 되지 않을 것이라고 밝힘.
- Holtec 제안은 그동안 뉴멕시코 주지사의 지지를 받아왔으나, 새로 당선된 Michelle Grisham

28) 2010년 오바마 정부가 유카산 사업 중단 이후 사용후핵연료 관리 방안 마련을 위해 구성한 블루리본위원회가 “중앙집중식 중간저장시설 건설”을 사용후핵연료 관리의 핵심 권고사항으로 제안하면서 관련 논의와 계획이 본격화됨.

29) ISP는 현재 시설 운영주체인 Waste Control Specialists와 Orano(舊 AREVA) 미국지부와의 공동 벤처사

주지사는 중간저장시설을 반대한다는 입장을 밝히면서 향후 사업 추진에 어려움이 있을 것으로 예상

○ WCS社와 Holtec International社가 추진하는 부지에서 한 곳 혹은 두 곳 모두가 중간저장시설로 인허가를 받게 되면 이는 미국 행정부가 사용후핵연료의 영구처분 문제를 해결할 수 있는 시간을 벌어줄 것임.

- DOE는 이러한 현재 상황을 고려하여 FY2021에 'Interim Storage and Nuclear Waste Fund Oversight' 프로그램을 신설하여 예산을 요청한바, 이 프로그램은 유카산 처분장 예산을 배정하지 않는 대신, 원자력 폐기물의 중간저장프로그램의 개발과 실행을 우선순위화 하여 적극 지원하기 위해 마련됨.

다. MOX 연료 제조시설 건설 동향

○ 미국과 러시아는 2000년 각자의 군사용 잉여 플루토늄 34톤을 처분하기 위한 협정(PMDA)을 체결하였으나 처분 방식에 대한 입장 차이로 난항을 겪고 있음.

- 미국은 잉여플루토늄을 MOX 연료로 변환하고자 하였으나, 이를 위한 시설(MFFF) 건설비가 당초 예산을 크게 초과하자 희석처분(D&D) 방식으로 전환
- 러시아는 미국이 새로 채택한 희석처분 방식에 대해 핵무기로의 전용 가능성이 있다는 이유로 협정 중단을 선언하였고, 미국은 어떠한 처분방식도 사용할 수 있다고 주장하며, 희석처분 방식이 PMDA의 목표를 더 빨리 달성할 수 있다는 입장임.
- 러시아 외무부는 미국의 희석처분 방식과 MFFF 건설 중단은 러시아의 동의를 구하지 않았기 때문에 협정 위반이라고 주장

○ 에너지부 장관은 2018년 5월 10일 국방수권법이 부여한 권한을 행사하여, MFFF 사업을 종료하기로 결정하고, MFFF 대안으로 희석처분을 채택함

- MFFF 건설 사업 종료 결정과 잉여 플루토늄 처분방식에 대한 미국과 러시아의 이견지속에 따라 PMDA 협정은 가까운 미래에 재개되기는 어려울 것으로 전망
- 국가핵안보청과 국방부는 건설이 중단될 MFFF 부지를 핵탄두 장착용 플루토늄 생산 용도로 변경할 것을 제안

○ 미국은 대안으로 WIPP(Waste Isolation Pilot Plant)에서 희석·처분(D&D)하는 방식을 모색하고 있는바, WIPP의 용량 확장, 인허가 등의 문제가 우선 해결되어야 할 것임

- DOE는 △뉴멕시코 주의 로스알라모스연구소(LANL)에서 Pu를 화학적으로 변경시켜, △South Carolina 주의 SRS 부지에서 이를 “stardust”로 부르는 물질과 혼합하여, △최종적으로 뉴멕시코 주의 WIPP에 매립하는 D&D 방식으로 잉여 플루토늄을 처분하고자 하며, 2050년까지 약 200억 불이 필요하다고 밝힘
- 그러나 D&D 방식에 대해 미국 한림원은 “spent fuel standard”를 충족시키지 못한다고 평가하였으며, WIPP도 34톤의 플루토늄을 수용할 수 있는 규모에 미치지 못하며, 플루토늄 수용을 위해서는 새로 인허가를 취득해야 하지만 의회에서의 관련법 개정은 요원한 상태임

2. 양국간 원자력 협력

가. 미-사우디아라비아 원자력협정

- 사우디아라비아는 향후 25년 간 800억 달러 규모의 원전을 건설하겠다는 계획을 수립하였으나 많은 이들이 사우디의 핵무기 개발 의도에 의구심을 갖고 있음
 - 특히 Mohammed Bin Salman 사우디 왕세자가 2018년 3월 사우디는 핵무기 개발을 원하지 않지만, 이란이 개발한다면 사우디도 개발할 것이라고 밝히면서 미국 의회에서도 사우디와의 협정에 법적 구속력이 있는 농축 및 재처리 포기 규정을 포함해야 한다는 주장이 제기됨
- 미국 정부는 사우디 정부에 농축/재처리 기술 포기(Gold Standard)와 추가의정서(Additional Protocol) 수용을 요구했지만, 사우디는 이를 강력히 반대하면서 현재 미국과 사우디 정부와의 원자력협정 체결 협상이 순조롭지 않은 상황임
 - 미국은 농축 및 재처리 기술을 한시적 기간(예로 10년) 동안 제한하고 이 기간 동안 양국이 민감 기술의 추진 여부를 결정하자는 완화된 Gold Standard를 사우디에 제시함
 - 사우디 역시 완화된 제안을 고려하고 있으나, 추가의정서 수용은 강력히 거부하고 있는 것으로 알려져 있음. 이는 추가의정서 수용 시 IAEA가 사우디의 신성한 지역인 Mecca 등을 사찰할 수 있는 권한이 부여된다는 것에 대한 우려와 이스라엘이 추가의정서를 수용하지 않는 한 추가의정서를 수용할 수 없다는 아랍 국가들의 기본적인 입장에 따른 것으로 보임
 - 2018년 10월 2일 Khashoggi 암살 사건으로 미국 양당 의원들은 사우디 정부에 대한 제재를 요청하고 사우디와의 원자력협정 체결 협상을 포기할 것을 강력히 요구하고 있는바, 미·사우디 원자력협정 협상은 당분간 답보 상태에 머물 것으로 보임

나. 미-중 원자력협력

- 중국은 자국의 원자력기술 자립을 가속화하고자 민간 원자력 시장에 참여하는 미국 기업에게 기술 이전을 압박하고 있으며, 나아가 국가 주도 하의 기술 절도와 군사용 전용을 꾀하고 있음
 - 트럼프 행정부는 중국으로의 첨단 원자력기술 수출이 중국의 국방력 강화에 기여하여 미국의 안보를 위협할 수 있다고 판단하고 2018년 10월 잠수함, 항공모함 등에 활용 가능한 선진 원자로, 특히 소형 원자로 등 특정 선진원자력 기술의 수출허가 신청에 대해 거부추정(presumption of denial)을 원칙으로 하는 새로운 정책을 발표함
 - 미국의 對중국 수출통제 강화가 웨스팅하우스 AP1000 원전 건설과 같은 미국의 중국 사업에 어떠한 영향을 미칠지는 불분명함. 일부 산업체들은 중국에 대한 수출통제 강화 정책으로 지식 재산권을 보호할 수 있고 기술 이전을 제외한 수출을 보장하고 있다며 긍정적이라는 반응을 보인 반면 중국으로부터 투자를 받기 어렵고 수출통제 규정이 對중국뿐만 아니라 전반적으로 강화되어 향후 선진원자로 수출에 부정적인 영향을 미칠 것이라고 우려하는 시각도 존재함

다. 미-영 원자력협정

- 트럼프 대통령은 2018년 5월 7일 영국과의 원자력협정과 본 협정에 관한 핵확산평가보고서(Nuclear Proliferation Assessment Statement)와 기밀 부록을 포함해 원자력법이 요구하는 문서를 함께 의회에 제출함
 - 새로운 미·영 원자력협정의 일부 조항들은 미·유라툼 협정과 비슷하며, 이는 핵보유국인 중국 및 러시아와의 협정과 NPT 비당사국인 인도와의 협정과 유사함
 - 민감기술 이전의 경우, 양국이 추후 서면으로 조건들, 즉 양국이 협정상 모든 핵비확산 조건에 따를 경우 민감기술 이전을 명시적으로 허가³⁰⁾함
 - 재처리 및 농축 사전 동의를 경우, 과거 일본, 유라툼, 중국, 인도와 합의했던 사전 동의와 유사한 형태로, 미·영 협정은 재처리와 회수된 플루토늄의 영국내 이용에 대한 장기동의를 제공하고 우라늄 농축을 최고 20%까지 허용함. 이는 영국이 핵보유국으로 이미 상업적 재처리 및 농축 기술을 보유하고 있고 현 미·유라툼 협정에서 장기동의를 얻은 바 있기 때문임
 - 영국이 유럽연합과 유라툼을 탈퇴한 이후에는 유라툼의 안전조치가 아닌 새로운 미·영 협정의 안전조치가 적용될 것이며, 협정에 따른 협력에 필수요건은 아니지만 추가의정서를 IAEA 안전조치 협정에 포함하기로 합의함

30) 매우 예외적인 조항으로, 미국이 체결한 다수 원자력협정에서는 협정을 개정하지 않는 한 민감기술을 이전할 수 없도록 되어 있음.

라. 미-멕시코 원자력협정

○ 트럼프 대통령은 5월 8일 멕시코와의 첫 번째³¹⁾ 원자력협정을 의회에 제출함

- 멕시코는 본 협정에서 라틴아메리카비핵지대조약과 핵비확산조약에 따라 미국산 핵물질에 대해 IAEA 전면안전조치 및 추가의정서를 적용받도록 하고 있다. 추가의정서 준수는 美 원자력법 상 의무는 아니나, 미국은 협정 체결국에 추가의정서 수락을 강력히 요구하고 있음
- 미국과 멕시코는 기밀자료나 민감기술 이전을 허가하지 않으며, 미국은 멕시코에 농축 및 재처리에 대한 장기동의를 제공하지 않는다. 따라서 농축이나 재처리를 위해서는 양국의 합의가 이뤄져야 한다.
- UAE와 대만과는 달리, 멕시코는 민감기술 포기에 동의하지 않았다. 그러나 멕시코는 기존 국제 시장에서 핵연료 구입 의향을 밝혔으며 미국 역시 국제시장을 지원하고 멕시코에 저농축우라늄의 안정적 공급을 위해 노력할 것을 약속한 바, 이는 미·베트남 협정과 유사하다고 볼 수 있다.
- 한 가지 특이사항으로는 미국-멕시코-IAEA 3자간 공급 협정에 따른 핵물질과 장비는 계속 그 협정을 적용하기로 한 것이다. 이와 대조적으로 지금까지 미국은 타국과의 협정 개정에서 예전의 협정을 적용받던 핵물질 및 장비에 대해 새로운 협정이 적용되도록 해왔다.

3. 핵안보, 군축 및 핵비확산

가. 핵태세검토보고서

○ 2018년 2월 트럼프 행정부가 공개한 핵태세검토보고서(NPR)는 미국의 국방전략에서 핵무기의 역할을 이전 오바마 정부 때보다 부각시키고 있음

- 핵군축 차원에서 살펴보면, 트럼프 행정부는 진지한 군축 논의에는 기꺼이 참여하겠다고 말하면서도 소형·저강도 핵무기를 강조하고 기존 핵전략 3축체제(Triad)³²⁾의 보유 및 현대화를 전면 지지하고 있음. 이는 핵무기금지조약의 추진³³⁾에도 걸림돌이 될 수 있을 것으로 전망된다.
- 트럼프 행정부는 비확산 의무를 준수하는 NPT 핵비보유국에 대해서는 핵무기를 사용하거나 위협하지 않을 것이며 극한 상황에서만 핵무기 사용을 고려한다는 미국의 오랜 정책을 재차 확인하면서도 비핵공격에도 핵무기를 사용할 수도 있다는 입장을 포함,
- 북한과 이란의 핵비확산이 어려운 과제임을 강조하고, 관련 위협을 막기 위한 국제사회의 공조를 요청함. 포괄적 핵실험금지조약(CTBT)에 대해서는 CTBT 상원 비준을 추진하지 않으나,

31) 현재 미국과 멕시코의 원자력 협력은 미국, 멕시코, IAEA의 3자간 공급 협정에 따름.

32) 핵전략 Triad는 SLBM을 갖춘 잠수함(SSBN), 대륙간탄도미사일(ICBM)과 공중발사순항미사일(ALCM)을 탑재한 전략폭격기로 구성됨.

33) 참여국들은 이 조약을 핵보유국들이 동참하지 않더라도, 핵비보유국들이 핵무기를 영원히 거부하도록 압박을 가할 수 있는 효과적인 수단이라고 보고 있음.

CTBTO 준비위원회는 계속 지지할 것이라고 밝힘

나. 국방수권법

- 2018년 8월 13일 2019 국방수권법(NDAA)이 발효된바, 국방을 총괄적으로 다루는 이 법안에서 핵비확산 및 핵안보 분야에서 원자력 기술의 수출 승인 절차 수정, 초소형원자로 개발방안 검토 등과 관련된 예산이 요청됨
 - 2019 국방수권법은 원자력 기술 수출통제와 관련된 산업계의 불만들을 일부 해소시키는 차원에서 원자력기술의 해외 이전에 관한 모든 허가사항을 에너지부 장관³⁴⁾이 처리해야 하는 것을 탈피함. 농축 및 재처리에 대해서는 권한을 위임하지 못하도록 했으며, 중국과 러시아에 대해서는 전혀 위임하지 못하도록 하고 있는데 이는 악화된 미·러 관계와 중국의 핵비확산 태도 및 기술 절취에 대한 우려가 반영된 결과임³⁵⁾
 - 2019 국방수권법은 에너지부 장관에게 1년 내에 국방부와 에너지부 산하 안보시설에 전력공급을 확보하기 위한 50MWe 이하의 초소형 원자로의 최적 위치 분석과 초소형 원자로에 대한 소요비용, 배치 일정 및 공급 가능 업체 등을 평가할 것을 지시함.
 - 트럼프 대통령의 안보동맹에 위협을 가하는 행보에 대해 2019 국방수권법은 대통령이 약 28,500명의 주한 미군의 철수 명령을 쉽게 내리지 못하도록 제한하였으며, 2019 국방수권법의 양원 합동보고서는 국방부에 대통령의 핵무기 사용 결정에 필요한 시간을 늘리도록 하는 방안을 모색할 것을 지시함

다. 동아시아 지역 재처리

- 일본의 플루토늄 축적과 동아시아 내 재처리 확산을 우려하는 미 하원 외교위원회 소속 의원들³⁶⁾은 2018년 8월 21일 국무부 장관에게 서한 발송을 통해 일본의 플루토늄 재고를 처분하고 추가 누적을 막기 위해 미국이 일본과 함께 공동의 노력을 지속해야 한다고 주장함.
 - 미국과 일본은 플루토늄을 재활용하지 않으면서 플루토늄을 처분할 수 있는 방법 개발³⁷⁾에 공동 노력해야 하며 중국이나 한국의 플루토늄 생산을 저지할 수 있도록 협력해야 한다고 주장함
- 일본 정부는 2018년 7월 31일 '구체적 이용 목적이 없는 Pu은 보유하지 않는다.'는 기존 정책을 재인용하면서, 플루토늄 이용에 대한 일본의 기본 입장을 발표하고 플루토늄 보유량이 현재

34) 에너지부 장관은 1954년 원자력법에 따라 국방부, 상무부 및 NRC와의 협의를 거친 후, 국무부의 동의 절차를 거쳐 허가를 승인해야함.

35) 러시아와는 민간 원자력 협력이 거의 없지만, 웨스팅하우스 기술은 중국 원자력 프로그램에 중요한 역할을 계속 할 것으로 평가

36) Edward Royce(공화-캘리포니아) 외교위원회 위원장, Elliot Engel(민주-뉴욕) 위원회 간사, Ileana Ros-Lehtinen(공화-플로리다) 아시아-태평양 분과 위원장, Brad Sherman(민주-캘리포니아) 아시아-태평양 분과위원회 간사가 서명함.

37) 플루토늄의 민수 이용에 따른 핵확산 위험은 이에 따른 상업적 이익을 상쇄한다고 보는 바, 이러한 인식은 미 행정부가 사바나리버 부지의 MOX 시설 건설을 종료시키는 것에도 크게 작용

수준을 넘지 않도록 하겠다고 천명함

라. 이란 핵협정

- 트럼프 대통령은 이란의 핵능력 축적을 막고 중동지역의 안정을 위협하는 행위에 대응하기 위해서는 최대압박 전술이 유일한 해법이라는 인식 하에 2018년 5월 8일 이란 핵협정(JCPOA)을 탈퇴한다고 발표함
 - 트럼프 대통령은 이란의 탄도 미사일 프로그램에 대한 관심 부족, 이란 핵 프로그램에 대한 제한 조치가 10년이면 해제되는 점(소위 일몰조항(sunset provision)), 과거 군사적 핵 활동이 있었던 지역에 대한 IAEA의 접근 불가 등 JCPOA에 결함이 있다고 주장해옴
 - 로하니 이란 대통령은 트럼프 대통령의 JCPOA 탈퇴 선언 직후, 미국을 제외한 다른 JCPOA 참여국들과의 협상이 결렬되면 우라늄 농축을 재개할 권리를 가지고 있다는 입장을 밝힘.
- 트럼프 대통령의 JCPOA 탈퇴 결정은 중동지역, 특히 사우디아라비아와 북한에 심각한 부작용을 미칠 것으로 전망됨
 - 사우디는 JCPOA의 일몰조항과 핵문제에 국한된 점을 비판해온바, JCPOA가 완전히 와해되어 버릴 경우 사우디의 핵무기 개발 의도와 평화적 원자력 이용 계획에도 영향을 미칠 것을 전망됨.
 - 북한 핵문제 해결에 있어 트럼프 대통령의 JCPOA 탈퇴선언은 미국이 신뢰할 수 없는 협상 상대방이라는 인식을 심어주었을 것이며, 향후 JCPOA와 같은 조건을 북한에 적용하기는 쉽지 않을 것이라는 것이 대다수 전문가들의 입장임
- 트럼프 대통령이 JCPOA 탈퇴 후 이란에 대한 제재를 재개하고 이란에 대한 압박을 강화하였고, 2020년 1월 솔레이마니 피살 이후 양국 간 갈등이 극에 달함. 트럼프 행정부는 2020년 9월 JCPOA 이전에 부과했던 모든 UN안보리 제재조치의 복원을 선언하고 對이란 제재를 위반하는 국가 및 개인을 처벌하는 계획을 발표함
 - 트럼프 행정부는 이란산 석유 구입을 전면 중지하고, 이란의 초과 보유 중수 수출 금지, 농축우라늄과 천연우라늄 교환 조치 금지 등 이란의 원자력 활동에 대한 제한을 강화함. 철강산업 제재, 중동지역에 군사력 배치 등 이란을 압박하는 추가적인 조치를 취함
 - 이란은 미국의 경제제재와 원자력 활동 제약 조치에 맞서, 농축우라늄 보유량 상한선 초과, 농축도 상향, 신형 원심분리기 사용 등 단계적으로 JCPOA 위반 수위를 높여 나가고 있음
- 한편 바이든 대통령은 대선 캠페인에서 JCPOA 재가입을 준비할 것이라 밝히면서도, 이 문제는 현재 합의보다 더 포괄적인 핵합의로 향해야 한다고 언급함

마. 북한 핵문제

- 트럼프 행정부는 과거 전략적 인내 정책을 실패로 정의하고 최대의 압박과 개입 전략으로 군사 행동을 포함한 모든 옵션을 고려하는 강력한 대북압박 정책을 전개하였고, 그 결과 북한을 남북 정상회담이라는 대화의 장으로 이끌어 냄
 - 2018년 6월 12일 사상 최초의 북미 간 정상회담에서 북한의 완전한 비핵화를 위한 양국의 노력에 합의하고, 후속 고위급 회담에서 북한의 비핵화 이행 방안을 마련하기로 함. 북핵 문제 해결에 대한 기대감이 커졌으나 비핵화의 합의 수준을 놓고 논란이 일어옴
 - 북미 정상은 비핵화 합의를 구체화하기 위해 베트남 하노이에서 2019년 2월 제2차 정상회담을 가졌으나 양국의 비핵화 이행과 제재 완화에 대한 이견으로 협상이 결렬되었음. 북한은 대북제재 완화 또는 해제를 최우선적인 상응조치로 요구해온 반면, 미국은 영변 핵시설 폐기와 검증 등 가시적인 비핵화 실행조치가 필요하며, 이러한 조치 없이는 완전한 대북제재 해제는 불가하다는 입장으로 맞섬
 - 국제사회는 영변 핵시설의 검증과 폐기를 대북제재 완화와 교환하는 빅딜을 기대했으나, 양국이 합의에 이르지 못하고 정상회담은 불발됨에 따라 북한의 비핵화 논의가 장기화 될 가능성이 큼
- 바이든 대통령은 민주당의 전통적인 비확산 강화기조 하에서 강력한 대북제재 등 북한의 비핵화 압박을 지속 추진해 나갈 것으로 예상됨에 따라 북미 관계는 새로운 도전에 직면할 수 있음
 - 바이든 선거 캠프의 외교안보 분야 핵심 참모인 토니 블링큰 前국무부 부장관은 중국이 북한에 진정한 경제 제재를 부과해 북한을 협상의 장으로 나오게 하도록 압박하겠다고 하며, 북한이 당장 핵을 폐기할 것이라는 환상은 없지만 단계적으로 집중적인 외교정책을 추진할 것이라고 밝힘

4. 원자력 산업 현황 및 정책

가. 미국 원자력 산업 현황

- 미국은 1958년 미국의 원전 산업을 시작하여 2020년 7월 말 기준 30개 주의 60개 부지에서 95기의 상업용 원자로를 가동 중인 세계최대의 원전 운영국임
 - 미국의 대부분의 원전은 1967년에서 1990년대 건설된 원전으로, 가동원전의 평균연령은 세계에서 가장 높은 수준인 39.8년이며, 가동원전의 절반 가까이 되는 46기가 41년 이상 가동 중
- 미국 내 신규원전 건설의 중단, 원전의 노후화, 원전의 조기폐쇄 등은 미국 원자력 산업 공급망의 붕괴의 원인이자 결과로 이어져 미국 원전 산업의 쇠퇴를 가속화 시키고 있음

- 미국 전력시장에서 원자력 발전의 경쟁력은 미국의 셰일 혁명으로 인한 값싼 천연가스의 공급확대, 재생에너지에 대한 보조금 지원 지속으로 인해 점점 상실되어 가고 있으며, 신규 원전 건설 기피, 기존 원전의 노후화로 미국 원전은 2030년까지 약 20%가 조기 폐쇄 될 수 있다고 전망됨
- 미국 원전 산업 공급망의 붕괴, 건설비 상승 등으로 인한 원전 산업의 침체로 미국의 원전 수출 경쟁력과 비핵확산 영향력이 약화되면서 원자력 분야 국제 리더십도 상실되고 있다고 평가됨
 - 러시아는 다양한 수출 패키지, 저렴한 원전 설계와 자금 조달 옵션 등을 통해 전 세계 원전 수출 시장에서 60%를 차지하고 있으며, 중국은 향후 10~20년 동안 자국에 원자력 발전을 300기가와트(GW)를 추가할 계획으로 경쟁국의 원자력 굴기는 미국을 더욱 긴장하게 만들고 있음
- 이러한 미국 원자력 산업의 위기는 미국의 청정에너지 전략과 안보 이슈와 맞물리며 미 의회의 초당적인 입법노력과 재정지원, 행정부의 정책적 지원 등을 이끌어 내고 있음

나. 트럼프 대통령의 원자력 지원 정책

- 트럼프 대통령은 2017년 6월 29일 ‘미국산 에너지 우위(American Energy Dominance)’를 구현하기 위한 성명을 발표³⁸⁾하고 원자력 에너지 정책의 재검토를 지시함
 - 트럼프 대통령의 원전 산업 재검토 및 지원 정책에 따라 행정부는 원자력 규제의 혁신, 전력 시장의 변화, 공공-민간 파트너십을 통한 산업계 지원을 통해 원자력 산업의 리더십을 회복하려는 지원정책을 추진하고 있음
- 미 에너지부는 2020년 4월 원자력 산업과 기술의 경쟁 우위를 회복하기 위한 세부 추진 전략³⁹⁾으로, 원자력 산업 경쟁력 회복이 국가의 안보 이익에 부합함을 강조하면서, 우리나라 산업을 포함한 원자력 산업의 지원 방안을 제시함
 - 동 전략은 △국내 선행핵주기 산업 지원 조치 △ 선행핵주기 및 원전 산업의 활성화/강화 △ 원자력 기술 선도 △ 미국 원전 수출 경쟁력 강화 등 4가지 목표를 제시하고 이를 위한 수단과 전략을 권고함.

다. 에너지부의 원자력 R&D 지원

- 미 에너지부는 선진 원자력 기술개발을 통한 국제사회에서의 원자력 기술 리더십을 회복하기 위

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

39) Restoring America's Competitive Nuclear Energy Advantage: A strategy to assure US National Security ('20.04.23)

해 △ 기존 원전 지원, △ 선진원자로 개발 △ 핵연료주기 인프라 구축 △ 수출 경쟁력 확보 등 4대 기술개발 축을 제안하고 이를 바탕으로 원전 산업계 지원을 추진 중임

- 에너지부는 2010년 초반 안전강화·수명연장·인허가 지원 등을 통한 경수로 이용 확장과 미래를 위한 차세대 원자로 개념 연구에 집중한 반면, 최근에는 선진 기술 활용, 선진 원자로 실증 등 기술의 상용화 및 배치에 집중하는 것으로 R&D 전략을 전환함
- 에너지부 원자력실(NE) FY2020 예산은 선진 핵연료 개발, 사용후핵연료 재활용, 선진 원자로 개발 가속화를 위한 실증 사업 지원 등에 집중되고 있음
- 특히 의회와 에너지부는 선진 원자로 개발과 상용화에 연방정부 예산과 산업체 예산을 집중하기 위해 '선진원자로 실증사업(Advanced Reactor Demonstration Program)'을 신설하고, 2억 3천만불의 예산을 투입하는 등 선진원자로 개발을 적극 지원하고 있어 이를 주목할 필요가 있음

라. 의회의 입법 지원

- 미 의회는 트럼프 행정부의 원자력 산업 리더십 회복을 위해 추진하고 있는 선진원자로 개발, 규제 현대화 등을 지원하는 원자력 지원 법안을 제정하여 입법 측면에서 지원 중임
- 미 의회는 원자력 기술 혁신을 가로막고 있는 금융 및 기술적 장벽을 해소하고, 민간-공공 파트너십을 바탕으로 선진원자로 기술의 개발과 배치의 가속화를 지원하기 위해 원자력혁신역량강화법(NEICA)을 통과시킴
 - 선진원자로 개발을 가속화하기 위해 고속 중성자 환경에서의 재료와 연료를 테스트 할 수 있는 다목적 고속중성자 시험 원자로(VTR)개발을 검토·결정하고, 2025년 12월 31일까지 건설 완료 및 운영 인허가를 승인할 수 있도록 계획을 추진하도록 지시
 - 민간에서 제안하고 자금 조달하는 선진원자로 개념 실증 프로그램을 지원하기 위해 에너지부와 민간-산업 간의 협력을 주도하는 '국가 원자로혁신센터(National Reactor Innovation Center)' 설립을 지시
 - 동 법은 선진원자로 개발 산업체의 △ 인허가 계획 수립, △ 인허가 타당성 설명서 획득 △주제 보고서 검토 △ 사전 인허가 검토, △ 인허가 검토 신청, △ NRC와의 협력 등에 예산 투입 지시
- 미 의회는 미국의 원자력 규제를 현대화하고 선진 원자로에 대한 인허가 체계 구축을 지원하는 초당적 입법안인 '원자력 혁신 및 현대화법(NEIMA)을 제정
 - 동 법은 원자력규제위원회(NRC)가 2년 이내에 선진 원자로에 대한 인허가 절차를 개발하고 2027년 12월까지 상용 선진원자로의 배치, 운영하기 위해 선진원자로 설계 산업체가 선택적으로 사용할 수 있는 기술 포괄적인 규제 프레임워크의 마련 등 선진원자로 규제 체계 구축을 지시

○ 이외 미국의 원자력 에너지 리더십 회복을 목표로 에너지부가 선진원자로 기술을 실증하고, 선진 원자로를 위한 연료를 제공하고, 원자력 인력을 개발하는 것을 지원하는 ‘원자력 리더십법 (NELA)’과 ‘미국 원자력 인프라법(ANIA)’이 발의됨

- 사용후핵연료 문제 해결을 위한 연구개발을 지원하는 ‘사용후핵연료 해결 및 연구개발 법’과 기후변화 대응을 위한 에너지 효율 및 재생 에너지원 이용 증대를 골자로 한 ‘청정에너지 및 일자리 혁신 법안’도 발의됨

마. 소형모듈원전 및 선진원자로 개발

○ 미국은 비경수형 선진원자로 개발을 가속화하고 지원하기 위한 시험 인프라로서 다목적 고속시험로(VTR) 개발을 추진 중임. 미국은 VTR을 통해 △첨단 핵연료와 혁신적인 구조 재료의 시험 및 검증 △ 혁신적인 부품 및 계측기 테스트 및 검증 △ 고급 모델링 및 시뮬레이션 도구의 검증 등을 지원하고, 선진원자로의 인허가를 가속화할 수 있을 것임.

- 2018년 원자력혁신역량법(NEICA)를 법적 근거로 하여 에너지부는 2019년 2월 VTR 사업에 대한 CD(Critical Decisions)-0을 승인하여 VTR 사업을 공식화하고, 2026년에 시설을 완공하고 운영하는 것을 목표로 제시하고 있음.
- 2020년 8월 에너지부는 VTR의 최종 설계 및 건설 지원 사업을 추진하기 위해 Bechtel National Inc.가 이끌고 GE-Hitachi, TerraPower가 참여하는 산업계와 협상을 진행 중임
- 2020년 9월 미 에너지부 부장관이 VTR 사업의 CD-1을 승인하면서 건설 전 엔지니어링과 설계단계로 진입 가능해졌음. 또한 VTR 건설을 위한 환경영향평가(EIS)를 2020년 12월에 공개하면서 2021년 여름 VTR 부지 및 연료제작시설 부지를 확정할 계획임

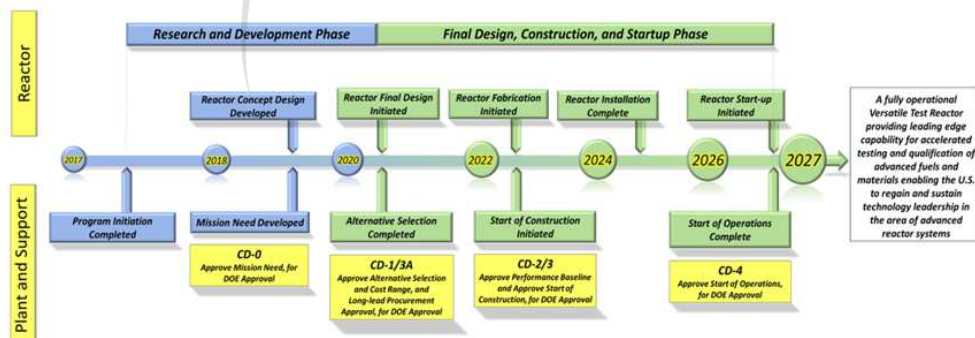


그림 2. 미국VTR 사업 추진 계획

○ 미국의 VTR 참조 노형이 한국이 오랫동안 개발해온 소듐냉각고속로와 많은 기술적 유사성을 가지고 있는바, VTR 사업은 한미간 원자력 협력의 새로운 기회가 될 수 있을 것임

- VTR 개발과 관련하여 그동안 한국원자력연구원과 아르곤국립연구소간 소듐냉각고속로 협력을 지속해 왔고 한·미 핵연료주기공동연구를 통해 금속핵연료 개발 협력도 활발히 이루어짐
 - 에너지부는 VTR 개발의 CD-1을 위해 FY2020 VTR 예산으로 1억불을 요구했으나, 의회는 사업비용 및 일정, 사업의 우선순위에 대한 설명 부족을 이유로 65백만불을 배정하면서 VTR 자금 조달을 위한 국제 파트너십 및 민간 참여를 모색하라고 권고함
- 미국은 자국 내 신규 대형 원전 건설이 어렵고 기존 원전들이 폐쇄되어가는 상황에서 침체된 원자력 산업을 회생시키고 국제사회에서 기술 리더십을 회복하기 위해서는 소형모듈원전(SMR)이 게임 체인저의 역할을 해야 할 것으로 보고 있음
- 현재 미국 NuScale Power社의 60 MWe 원자로 모듈이 개발 중인 경수로 기반의 SMR 설계 중 가장 성숙했다고 보고 있으며, 가장 빨리 배치 될 수 있을 것이라고 예상되고 있음.
- NuScale SMR은 2020년 8월 설계인증(DC) 최종 6단계 검토가 완료되면서 NRC 최초로 DC 절차를 완료한 SMR이 되었으며, 최초 호기는 INL 부지 내 건설되어 2029년에 운용가능 할 것으로 예상됨
- 에너지부는 NuScale SMR 최초 호기를 INL에 설치하기로 하고, 동 SMR의 설계 및 건설과 이후 관련 R&D 수행을 지원하는 Joint Use Modular Plant (JUMP) MOU를 체결하고, 동 SMR 건설 사업에 향후 10년간 13억 5천5백만 달러의 자금을 지원하기로 함
 - 당초 JUMP 사업계획은 2026년까지 NPM(Nuclear Power Module, NuScale SMR 12기 총 720 MWe)를 설치완료하고 2027년부터 운영하는 것을 목표로 하였으나, 설계변경, 사업 자금 확보 등의 현안으로 운영 시점이 2년 지연될 것으로 예상되며, 이로 인해 2020년 11월 기준 Logan City, Lehi City, Kaysville, Murray, Bountiful, Beaver, Heber Power, Salmon River Electric 등이 사업을 철회하면서 사업의 미래를 우려하는 시선도 커지고 있음
- 미 의회와 행정부는 연방정부의 예산과 산업체의 협력을 기반으로 선진원자로 실증사업에 집중하기 위한 방안이 필요함을 인식하고 선진원자로 실증사업(ARDP: Advanced Reactor Demonstration Program)을 FY2020부터 추진하고 있음
- 미 의회는 ‘선진원자로 실증사업(ARDP)’을 신설하고 2억3천만 달러의 예산을 배정하였으며, 에너지부는 기술 수준에 따라 3개의 세부 사업으로 구분하여 관련 산업체를 지원할 예정임
 - 미 에너지부는 ‘Advanced Reactor Demonstrations’하에 향후 7년 이내에 가동 가능한 선진원자로로 TerraPower社의 Natrium 원자로와 X-Energy社의 Xe-100을 선정했고, ‘Risk Reduction for Future Demonstrations Program’ 하에 Kairos Power, Westinghouse,

BWXT, Holtec, Southern Company Services 등 5개 회사를 선정함. 'Advanced Reactor Concepts 2020 Program'에는 Advanced Reactor Concepts(ARC), General Atomics, MIT를 선정함

- 미 국방부는 혁신 원자력기술을 군사력 강화의 핵심 동력으로 인식하고 작은 규모와 이동성을 가지는 20 MWe 이하(주로 1~10 MWe) 초소형원자로의 군사적 활용에 관심을 가지고 있음
 - 국방부는 2019년 1월 국방 목적의 MNR 기술을 5년 내에 실증하기 위해 1단계 설계(24개월), 2단계 건설(약 24개월)로 추진되는 'Project Pele'에 본격적으로 착수함. 2020년 3월 국방부는 1단계로 1~5MWe급 이동형 MNR 설계 경쟁을 위해 3개 산업체(BWX Technologies, Westinghouse, X-energy)를 선정함
 - 이후 2단계 사업에서 최종적으로 사업을 추진할 1개 산업체를 선정할 예정이며, 2023년까지 시제품을 만들어 알래스카 부대와 같은 격지 부대로 이송하여 최종 실증하는 것을 목표로 함

바. 바이든 新행정부의 원자력 정책 전망

- 2020년 11월 3일 미 대선에서 민주당 바이든 후보가 당선됨에 따라 에너지 및 기후 정책 등에 변화가 있을 것으로 예상되나, 미국의 원자력 정책은 원자력 산업경쟁력 및 기술 리더십 회복을 적극 지원해온 트럼프 행정부의 기초를 유지할 것으로 전망됨
 - 바이든 당선인은 2035년까지 전력분야에서 CO₂ 배출 Zero 달성을 제시하고, 탄소 배출 감축을 위한 원자력 이용이 필요함을 인식하고 기존 원자력 발전과 혁신적인 선진원자로 개발 필요성을 강조하면서 원자력을 유지·지원하겠다고 공약함
 - 바이든 당선인의 기후변화 대응을 위한 R&D와 인프라 재건에의 4년간 2조 달러 투자 계획은 선진원자로 등 혁신적인 원자력 기술개발 지원 기초를 강화시키는 기회가 될 것으로 기대
- 민주당은 2020년 7월 당론에서 전력분야의 CO₂ Zero 달성을 위한 원자력 이용을 지지함
 - 민주당은 기후변화에 대응한 탈탄소 목표 달성을 위한 기술중립(technology-neutral) 접근방안에 '수력발전, 지열발전, 기존원전 및 선진원자력, 그리고 탄소포획 및 저장 등을 포함함'을 명시하고, 기존 원전의 폐기물 문제를 해결할 수 있는 선진원자로 등의 차세대 기술의 연구·개발·실증·배치를 지원함을 명시함
 - 민주당이 원자력을 지지하는 내용을 당론에 반영한 것은 1972년 이후 48년 만으로, 기후변화 대응을 전면에 내세우는 민주당의 에너지 전략 하에 원자력이 필수적임을 강조했다라는 측면에서 매우 중요한 이정표라고 할 수 있음

- 바이든 당선인은 기후변화를 국가안보 문제의 한 축으로 다루면서 대통령 기후특사, 에너지부 장관, 백악관 국가기후고문으로 원자력 및 청정에너지 R&D 투자에 우호적인 인사들을 지명함
- 대통령 기후특사로 임명된 John Kerry 前국무부 장관은 기후변화 대응에 원자력의 중요성을 인식하고, 선진원자로와 같은 차세대 원자력 기술의 연구개발을 추진해야 한다고 주장해온바, 원자력의 이용과 선진 원자력 R&D에 많은 힘이 실릴 것으로 예상됨
 - 에너지부 장관 후보인 Jennifer Granholm 前미시간 주지사는 청정에너지 기술에의 투자 및 기술개발을 통해 미국의 경제를 재건해야 함을 주장해온바, 당분간 R&D 투자 강화 기조가 유지·강화 될 것으로 전망됨
 - 백악관의 국가기후고문에 지명된 Gina McCarthy 前EPA 청장도 온실가스 감축에 원자력의 역할을 인정하며 원전 산업 지원을 위한 적극적인 지원이 필요함을 강조해온 원자력에 우호적 인사로 평가됨



제2절 주요국의 원자력 정책 분석

- 본 과제에서는 탈원전, 원자력 이용 확대 국가의 원자력 정책 동향 및 이슈를 분석하여 현재의 원전축소 정책 기조 하에서 국가 원자력 및 에너지 정책 방향 수립에 갖는 시사점을 도출하고자 하였음.
- 또한, 원자력 선진국 및 신흥공급국의 국제협력 방향을 분석하는 목적 아래, 원자력 선진국으로서 중국과 원전을 도입하려는 사우디를 선정하여 원자력 수출 정책 및 국제협력 현황을 파악하였음.

1. 독일의 탈원전 정책 분석

- 독일의 탈원전 정책의 변화 과정인 ‘2000년 탈원전 선언, 2010년 보류, 2011년 복귀’와 그 배경을 살펴보고, 우리나라에의 시사점을 도출
- 독일의 탈원전 정책 변화는 자국의 풍부한 갈탄 매장량과 지리적으로 주변국과 연결된 전력망을 통해 전력을 상시 주고받을 수 있는 환경, 탈원전에 대한 정부·국민·산업계의 40여년에 걸친 합의형성 등 ‘독일 자국의 실정을 반영한 정책적 판단’을 전제로 함.
- 그럼에도 불구하고, 2011년 후쿠시마 원전 사고 직후 독일의 즉각적인 탈원전 복귀는 화석 연료 사용의 증가로 인한 온실가스 배출량 증가, 재생에너지 보조금과 송전망 확대로 인한 전기요금 상승, 간헐성의 재생에너지로 인한 불안정한 전력 수급, 과잉 생산된 전력의 수출로 인한 주변국 전력계통 혼란 등의 문제를 초래하고 있음.

2. 대만의 탈원전 관련 국민투표 경과 분석⁴⁰⁾

- 대만에서는 2011년 3월 후쿠시마 원전사고 이후 원전 반대 여론이 심화되었으며, 2016년 5월 탈원전을 선거 공약으로 내세운 민진당의 차이잉원(蔡英文) 총통이 당선됨에 따라 탈원전 정책이 본격적으로 추진됨.
- 그러나 2017년에 태풍으로 인한 송전탑 붕괴, 폭염으로 인한 전력소비 급증과 함께 원전 1~3기만이 가동되면서 전력 공급예비율이 6% 미만으로 떨어지는 날이 잦아지고, 특히 2017년 8월 대정전 사고가 발생하는 등 전력수급 불안이 지속됨.
- 이에 대만에서는 2018년 11월 24일 2025년까지 모든 원전의 가동을 정지시킨다는 전기사업

40) 윤성원 외 2인, “대만의 원자력 정책 동향과 시사점”, 한국원자력학회 춘계학술대회, 2019.

법 제95조 제1항(이하, 95조 1항)의 폐기를 묻는 국민투표가 실시되었으며, 그 결과 찬성 59%, 반대 41%로 동 조항은 폐기됨.

- 이 국민투표는 '탈원전 선거공약→ 탈원전 정책발표→법 개정(입법원 관여) →국민투표(국민참여) 등 일련의 민주적 절차로 진행됨.
- 대만의 국민투표 경과를 통해 탈원전 정책과 같이 국민적 관심사이며 찬반이 대립되는 사안에 대하여 법에 근거한 국민의 선택권을 부여하고 있음에 주목할 수 있음.

3. 영국 원전 건설 정책 분석⁴¹⁾

- 에너지 안보 및 기후변화 대응을 위해 신규 원전 건설을 추진 중인 영국의 에너지 및 원자력 정책 변화 과정을 분석
 - 영국은 우수한 에너지 수급 환경 속에서도 재생에너지와 원자력의 적정 비중을 위해 신규 원전 건설을 재추진한바, 이를 면밀히 검토하여 우리나라 에너지 정책 수립의 시사점 도출
 - 해야 할 것임.
- 영국은 전력산업 민영화 이후 신규 원전에 대한 지원금 중단으로 원전 사업의 경제성이 악화되면서 북해산 석유, 가스 등 풍부한 에너지 부존자원을 근거로 1995년 원전 건설 계획을 취소하였으나, 2006년부터 원자력 역할을 재평가하고 민간기업의 신규 원전 투자를 장려하여 원자력 발전 비중을 2016년 22%에서 2035년 36%까지 확대하기 위해 노력 중임.
 - 영국 내 노후 석탄화력 발전소의 점진적 폐쇄와 기존 원전의 잇단 수명종료로, 영국의 발전설비용량은 향후 10~20년 내 급격히 감소될 예정임. 이에 영국 정부는 △증가하는 에너지 수입 의존도와 제한적인 유럽 전력망 연계로 인한 전력 거래 한계 등 에너지안보 문제를 해결하고, △온실가스 배출저감 목표를 달성하기 위해 원자력 이용을 확대하고자 함.

4. 일본의 원전 재가동 현황⁴²⁾

- 2011년 후쿠시마 원전 사고 이후 원전 가동을 중단한 일본의 원전 재가동을 위한 안전성 강화를 '기술적 안전'과 '사회적 안심'의 측면에서 분석
 - 일본의 원전 재가동은 안전성 강화를 대전제로 신규제기준에 따라 원전의 재가동 적합성 여부를 심사 및 검사하는 '기술적 안전' 강화뿐만 아니라 '사회적 안심' 측면에서 원전 입지지역과 원자력사업자가 '원자력 안전협정'을 체결하여 원전의 안전성에 대한 신뢰를 높이고자 함.

41) 김미진 외 2인, "Construction of Nuclear Plants in UK and Its Implication", 한국원자력학회 춘계학술대회, 2018.

42) 김연중 외 2인, "일본의 원전 재가동과 안전성 강화", 한국원자력학회 추계학술대회, 2018.

- 일본은 원전의 재가동을 선택할 수밖에 없는 상황에서 2017년 현재 재가동 가능한 42기의 원전 중 ‘기술적 안전’과 ‘사회적 안심’ 두 가지 측면의 안전성이 확인된 원전 5기를 재가동하고 있음.

5. 프랑스 에너지전환법 분석⁴³⁾

- 원자력발전 의존도가 75%에 달하는 프랑스의 원전 비중 축소를 담고 있는 에너지전환법 시행의 배경과 향후 실행 가능성을 평가
- 에너지 부존자원이 부족한 프랑스는 1970년대 이후 원자력발전 중심의 에너지 정책을 지속적으로 수립·이행해 왔지만, 2011년 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 안전에 대한 우려 여론 대응과 에너지원 다양성 확보를 위해 75%의 원자력발전 비중을 50%로 낮추는 에너지 전환을 구상하였고, 국민적 논의를 통해 에너지 안보 및 환경 목표를 동시에 만족하는 에너지전환법을 2015년 제정하게 됨.
 - 에너지전환법은 △ 온실가스 감축을 통한 기후변화 대응, △ 신재생에너지 확대, △ 원자력발전 비중 축소 등을 중심으로 국제사회의 온실가스 배출 감축을 위한 주도적 역할과 에너지원의 다양화를 통한 에너지 안보의 지속적 유지라는 정책적 목표를 담고 있음.
- 최근 프랑스에서는 신재생에너지 확대에도 불구하고 원자력발전 비중을 낮추게 되면 온실가스 감축 목표를 달성하기 어렵다는 입장의 대두와 함께, Fessenheim 1, 2호기의 폐쇄 결정 논란, Macron 대통령의 원전 비중 축소 우려 발언 등으로 에너지전환법에서 명시된 원자력발전 비중 축소 시점이 연기될 가능성이 큼.
 - 이러한 의미에서 기후변화 대응에 중요한 가치를 두고 있는 프랑스 에너지 정책상 원자력발전 비중 축소 정책의 이행은 신재생에너지 산업의 성장과 연계될 가능성이 높음.

6. 미국의 원자력 진흥정책 분석

- 전 세계의 에너지 수급을 주도하는 미국의 에너지 자원 현황과 트럼프 행정부의 ‘미국 에너지 우위’ 시책 추진과 원자력의 역할을 확인
 - 미국의 석유 및 천연가스 산업은 생산량에 있어 “르네상스”를 맞이하고 있음. ‘셰일혁명’으로 석유 생산량은 1970년대 이후 최고 생산량에 이르고 있으며, 천연가스 생산량은 2000년 이후 매년 신기록을 세우고 있음.

43) 이영우 외 2인, 프랑스의 에너지전환법 제정과 향후 전망, 원자력산업지 4월호, 2018]

- 원자력은 지난 30여 년 간 미국 전력의 1/5 정도를 공급하여 왔으나, 타발전원에 비하여 상대적으로 높은 투자비, 전력도매 가격하락 등으로 원자력발전 사업자들은 운영에 압박을 받고 있음.
- 한편 트럼프 대통령은 미국이 보유한 풍부한 부존에너지 자원의 가치를 인식하고, 과거 추구하여 왔던 ‘에너지자립’ 목표에서 한걸음 더 나아가 전 세계의 에너지 공급을 주도하는 ‘미국 에너지 우위’ 시책을 천명하고 있음.
 - 미국은 기존 원자력발전소들이 2030년대에 접어들면서 퇴역하게 될 것으로 보고, 선진원자로를 적기에 개발하여 그 공백을 메우고자 하고 있음.
 - 특히 트럼프 행정부는 원자력이 지니고 있는 이산화탄소 배출저감, 전력공급의 높은 신뢰성은 물론, 연료 교체 없이 장기간 운전할 수 있어 허리케인과 같은 우발적 재해에 대한 강한 복원력을 지닌 원자력의 가치를 인식하고 이에 대한 지원을 강화하고 있음.

7. 중국의 원자력 정책 분석 및 국제협력 방향⁴⁴⁾

- 중국의 원자력 정책을 「태동기, 성장기, 성숙기」로 구분하여 분석하고, 각 시기별, 노형별 연구개발 현황 자료를 수집하여 향후 우리나라와의 협력 및 수출 전략 차별 전략 수립 방안을 도출
 - 중국의 3단계로 구분된 원자력정책은 ‘군사적 이용→평화적 이용→안전성 강화 및 수출 경쟁력 확보’라는 시대의 흐름을 반영한 정책 기조의 변화에 비롯된 것임.
- 「제13차 5개년 에너지발전계획(2016~2020년)」에 따르면 비화석연료인 원자력의 비중은 설비용량 기준 2018년 현재 38기 34.6 GWe에서 2020년 58기 56.3 GWe까지 확대될 전망이며, 향후 건설을 계획중인 원전의 95 % 이상은 중국이 지적재산권을 갖는 노형인 CAP(China Advanced Passive) 시리즈와 HPR1000을 채택함.
 - 또한 중국의 원자로 노형 연구개발 전략은 ‘독자개발과 선진기술 도입을 통한 원자로 국산화’라는 일관된 정책 아래 기본노형인 경수로(PWR)는 물론이고 다양한 노형을 도입·개발 중임.
- 중국은 2018년 현재 약 37개국과 원자력 협력 협정을 체결하고, 원자력 수출을 통해 ‘원자력 강국’으로 거듭나기 위하여 「13차 5개년 경제·사회개발계획」 및 「제13차 5개년 원자력공업발전 계획(2016~2020년)」, 원자력 발전 설비 제조를 포함하는 「중국제조 2025」에서 원자력 수출의 방향성을 제시함.
 - 원자력 수출 정책의 정책적 측면은 국가가 감독하고 기업이 수행하는 원자력 체제 구축 및 법률 정비를 위함이고, 기술적 측면은 원자력 기술의 지적재산권 확보, 전략적 측면은 ‘일대일로(一帶

44) 김연중 외 2인, “중국의 원자력 정책 및 수출 전략 분석”, 한국기술혁신학회 추계학술대회, 2018;

一路, One Belt One Road) 및 저우추취(走出去, Going Global)'을 기반으로 원자력 기술의 해외 진출을 확대하기 위함임.

- 중국과 원자력 협력 협정을 체결하고 수출 및 인력 양성을 협의중인 대부분의 국가는 '국내외 정세 변화와 재정 문제'로 원전 건설을 결정하지 못하는 특징이 있으며, 이에 중국은 '산업 인프라 구축, 금융지원 패키지' 등을 제시하는 수출 전략을 마련함.
- 한편 중국이 독자 개발한 HPR1000 및 CAP1400, SMR, HTGR의 수출은 '실현성, 경제성, 안전성' 측면에서 수출 상대국의 정세 변화, 건설 경험 부족으로 인한 건설비 상승 가능성, 안전 규제 수준 향상 등이 대응 과제로 남아 있음.

8. 사우디의 국제협력 방향 분석

- 사우디의 원전 도입과 관련하여 사우디 정부의 에너지정책 및 원자력정책의 특징을 살펴보고, 우리나라의 원자력 기술과 경험을 공유할 수 있는 국제협력 체계에 대한 시사점을 도출함
 - 사우디의 국제협력에 대한 분석자료는 사우디와의 SMART 및 국제공동연구센터 협력 전략 개발의 기초자료로 활용
- 사우디가 기술집약적인 원자력 도입을 위해서는 장기간의 투자 및 기술력이 요구되는 상황이며, 앞으로 원전 도입을 원활히 진행하기 위해서는 핵 투명성 확보와 함께 원자력 인력양성, 안전규제 체제 확립, 관련 산업시설 구축 등 여러 과제들을 해결해 나가야 할 것임.
 - 이를 위해 사우디는 원전 도입에 필요한 기술, 인력 및 인프라 구축을 우리나라를 비롯한 원자력 주요 선진국들과의 국제협력을 통하여 추진하고 있음.
- 사우디가 앞으로 주요 선진국과 원자력협력을 강화하고 핵 투명성을 제고하기 위해서는 원자력의 평화 이용을 보장할 수 있는 △개정 소량핵물질의정서(SQP)의 수용, △확대·강화된 안전조치체제인 추가의정서 가입, △핵실험 의사가 전혀 없음을 표명하는 전면핵실험금지조약(CTBT) 가입 등 '의미 있는 조치들'을 취해 나가야 할 것임.

제5장

국제 제약요인 극복을 위한 국제협력 전략 개발·이행

제1절 국제 제약요인 극복 방안

제2절 국가별 원자력 협력 전략 개발·이행

KAERI



제5장 국제 제약요인 극복을 위한 국제협력 전략 개발·이행

- 사회적·정책적 요구사항과 미래사회의 수요를 반영하여 전략적 가치를 갖는 원자력 기술개발을 추진하기 위해서는 양자 및 다자를 포함해 국제 핵비확산 체제 내에서 정책적 차원의 국제적 제약요인 극복을 위한 전략개발이 필수적임
 - 본 과제는 중동지역으로의 중소형 원자로 수출 관련 국제 핵비확산 체제, 양자간 원자력 협정 및 국제법적 측면에서의 핵비확산 이슈 등 국제적 제약 요인을 분석함.

- 또한, 국제 제약요인과 국가의 특성이 결합된 국제협력을 원활히 추진할 수 있는 전략을 마련하여 해당 국가와의 원자력 협력 강화에 기여하였음.
 - 특히 사우디 사례에서는 이 전략에 따라 한-사우디 공동연구센터 등의 성과를 확보

제1절 국제 제약요인 극복방안

1. AP 미가입 국가와의 협력 전략

- 현재 우리나라와 협력관계를 유지 중인 사우디(AP 미가입국) 사례를 바탕으로, △ 우리나라가 사우디에 AP를 공급조건화하지 않고 SMART를 수출할 경우 제기될 수 있는 법적·기술적 요소들을 검토하고, △ JCPOA에서 이란의 잠정적 AP 적용 방식을 사우디에 적용하는 방안 전략을 수립하여 정부관계자에 전파함.

- 우리나라가 사우디에 AP를 공급조건화 하지 않고 수출 협력을 진행할 경우,
 - 국제법적으로 우리나라가 사우디가 AP를 가입하지 않더라도 SMART를 수출하는 데는 문제가 없으며, SMART는 우리의 독자기술로 미국 원천기술이 포함되지 않았고 미국산 핵물질 및 기자재를 사용하지 않을 계획으로 사우디 내 SMART 건설 시 미국의 동의나 수출허가가 불필요
 - 하지만, 국제 핵비확산 체제에서 다수의 서방국가들은 전면안전조치협정과 AP가 안전조치의 표준이 되어야 함을 강조하고 있으며, 우리나라도 NPT 등 다자 체제 내에서는 핵비확산을 위해 AP 가입의 중요성을 강조 중임을 고려해야 함.

- 잠정적 AP 적용 방식은 이란이 JCPOA에 따라 AP를 잠정적으로 적용하는 것에 합의한 것을 차용하는 것으로 미국 핵비확산 정책의 일관성 유지 및 사우디의 핵확산 우려를 불식시키는 동시에 한미 양국이 사우디와의 원자력협력 명분을 확보할 수 있음.

- 현재 사우디가 계획한 자국의 에너지정책의 실현을 위해 잠정적 AP 가입 방안은 여러 측면을 보완하는 효과적인 방안임을 주장하여, 본 방식의 적용 가능성을 제고

○ 전략 분석 자료뿐만 아니라 NSG, 미국과의 양자 협의 등에서의 AP 공급조건화 논의에서 우리나라가 취해야할 입장에 대해 정부관계자(외교부 등)에 구두 자문을 수행하여, AP 공급조건화 문제에 대한 정부관계자의 이해 제고에 기여함.

2. 정부보증 요청 당위성 평가 및 개선

○ 양자간 원자력협정이 체결된 국가에 대한 수출시, 추가의 정부보증 없이도 핵비확산을 담보할 수 있는 방안을 제시하여, 효율적·효과적인 국가 수출통제 체제 마련에 기여 가능하고 우리나라의 원자력협정 표준문안 개발을 통해 협정의 완결성을 높이는 동시에 협정의 효력 및 활용에 대한 인식을 제고하고자 함.

- 또한, 재이전 관련 NSG 수출통제지침과 우리나라 수출통제체제간 차이를 분석하여, 우리나라 원자력 수출 시 제한사항 가능성을 전파

가. 재이전 사전동의 요청 조건 비교⁴⁵⁾

○ 원자력공급국그룹(NSG) 국제 원자력수출통제 체제의 핵심 중 하나로 NSG 참여국간 최대한 동일 또는 유사한 수준의 수출통제의 이행이 중요하며, 이에 참여국들은 NSG 수출통제 지침과 동일한 수준으로 반영 노력

- 이에, NSG 수출통제 지침 대비 우리나라 수출통제 체제가 동일한 수준으로 원자력 품목의 재이전을 수령국에 요구하는지 검토함.

○ 전용품목 및 기술 이전 시 정부 보증 요구는 NSG 지침과 동일하나, 재이전의 사전동의 요구 조건은 차이가 있음을 확인

- NSG 지침은 전면안전조치를 받지 않는 국가에 대해서만 사전동의를 요구하지만, 우리나라는 전용품목 및 기술 이전 시마다 수령국의 전면안전조치 적용 여부와 상관없이 모든 수령국에 대해 사전동의를 요구함
- 이는 우리나라가 체결한 원자력협정의 내용과도 상충되는바, 이것이 수정되지 않으면 우리나라가 체결한 원자력협정과 이 조건이 적용되지 않는 원자력 품목 이전의 경우 국내법 위반 문제가 발생함.

45) 류재수 외 2인, “NSG 지침과 한국의 수출통제 체제 비교”, 한국원자력학회 춘계학술대회, 2018.

나. 정부보증 요청 평가⁴⁶⁾

- 한-사우디 공동연구센터 사례에 나타난 정부보증 요청에 대한 사우디 입장⁴⁷⁾에 대해 우리나라 법 및 현행 절차, 한-사우디 협정내용 및 사우디의 입장을 검토하여 그 타당성을 평가하고, 일반화를 통해 정부보증의 추가 요청 원인을 법적 및 행정적 측면에서 분석함
 - 사우디 사례의 추가 정부보증 요청은 ‘품목 정의’ 부분과 ‘정부보증 대상 범위’ 부분에서 한-사우디 협정의 정부보증 불충분을 보완해야 함. 특히 정부보증 대상 범위로 주장된 ‘이전된 기술에서 파생된 품목 및 기술’은 국내법적 근간과 국제적 사례를 기반으로 검토되어야 함.
 - 행정적 측면에서 추가적인 정부보증이 발생하지 않기 위해, 추가적 정부보증 요청의 실효인 ‘수출품목이 원자력협정의 대상으로 관리됨을 양국이 확인하는 절차’를 양자 원자력협정 내용으로 반영하는 것을 제안
- 이를 바탕으로 표준협정의 문안을 수정하여 전용품목 이전 시 정부보증 추가 요청을 배제하는 방안 제안함.
 - 제안된 표준모델의 주요 개정 문안은 △ 정의 조항에서 NSG 지침의 후속 개정본 적용, △ 정보에 대한 정의 또는 정보의 원자력협정 적용 대상 포함 여부의 결정, △ 안전조치 조항에서 항구적 안전조치 적용의 대상 및 범위 보완, △ 물리적 방호 조항에서 보완적 의미로 IAEA 권고문서(INFCIRC/225)와 함께 핵물질방호협약(CPPNM) 추가, △ 적용 기간 조항에서 이행약정을 체결하지 않고도 원자력협력협정의 적용 대상 시점을 명확히 할 수 있는 절차적 내용을 포함함.

3. 극지용 원자력 추진체/배터리 개발 원료 물질 확보 방안

- 극지·오지용 원자력 추진체 및 배터리(RTG) 개발을 위해서는 플루토늄-238, 방사성동위원소(Sr-90) 등이 필요한바, 양자원자력협정 상 미국, 러시아 및 영국으로부터의 수입 가능성 검토, 물질에 따른 협정 대상 물질 포함 여부, 실제 수입이 이뤄질 경우 제약요인 및 대응전략 등에 대해 분석함.
- Pu-238과 Sr-90 등이 원자력협정의 적용을 받지 않으므로, 극지 목적에 적용해도 문제는 되지 않다고 평가되지만, Pu-238 수출 시 수출국이 평화이용 보증을 이유로 협정 적용을 요구할 수도 있는바 기존 협정의 정의를 준수 요구 필요

46) 류재수 외 2인, “양자원자력협정 체결과 정부보증간 관계 연구”, 한국원자력학회 춘계학술대회,

47) 사우디는 양국이 양자협정을 이미 체결했기 때문에, 정부보증 요청은 불필요하다고 주장

제2절 국가별 원자력 수출 전략 개발·이행

1. 對사우디

- SMART 표준설계변경인가, 경제성 등으로 사우디아와의 SMART PPE 사업 이후 후속 협력에 대한 동력이 상실될 수 있는 상황에서, 본 과제는 이를 타개하기 위한 협력환경을 조성하고 對사우디 수출전략을 개발을 목표로 하였음.
 - 이를 위해, 사우디 원자력 동향을 분석하고, 이를 바탕으로 협력 추진을 위한 방안으로 KAERI-K.A.CARE 간 공동연구센터의 설립 전략을 수립하였음. 그리고 이를 한-사우디 SMART 협력 로드맵에 포함하여 한-사우디 공동위 계기 이를 사우디측에 제안하였음.
- 공동연구센터를 포함한 한-사우디 협력 로드맵을 제시하는 전략을 통해 SMART 사업을 비롯한 다양한 협력을 추진할 수 있는 환경을 조성함. 결과적으로, '과기부-K.A.CARE 간 포괄적 협력 MOU' 및 '연구원-K.A.CARE 간 원자력공동연구센터 설립 및 운영 협약'에 바탕이 된 것으로 평가됨.

가. 사우디의 원자력 동향 분석

- 사우디의 에너지정책과 원자력개발 정책 및 체제, 국제협력 현황을 살펴보고, 현재 사우디와 소형 원전인 SMART의 공동 건설 및 원자력 인력양성에서 협력관계를 추진하고 있는 우리나라의 입장에서 향후 사우디로의 대형원전 수출 및 원자력 기술 협력 강화를 위한 정책적 시사점을 도출하였음
- 사우디 정부는 국가의 재정 적자 및 석유에 의존하는 경제 구조에서 탈피하기 위한 대책으로 2016년 4월 「사우디 비전 2030」을 발표하고, 경제 부문에서 에너지 정책의 목표를 '에너지원 다양화'로 제시함.
 - 사우디왕립원자력·재생에너지원(이하, K.A.CARE)은 「사우디 비전 2030」 달성을 위한 에너지 개발의 일환으로 「사우디국가원자력에너지프로젝트(SNAEP)」에서 △ 대형 원전 도입, △ 소형 원전 도입, △ 핵연료주기 사업 육성, △ 원자력 규제 기관 설립의 4대 추진 과제를 제시함.
 - 사우디의 원자력 도입은 중동지역의 지정학적 특성 상 핵비확산 관점에서 핵 투명성 및 국제 신뢰 확보가 무엇보다 중요하게 작용할 것이며, 이러한 관점에서 사우디가 기술개발, 관련 법령 및 제도 정비, 인력양성 및 인프라 구축을 위해 약 10개 국가와 국제협력을 추진하는 것은 의미가 있음.

- 사우디는 향후 중동지역으로의 원전 수출을 위한 중요한 거점 국가로, 우리나라는 사우디와의 인력양성 및 SMART 공동설계를 포함한 SMART 건설 전 설계(PPE) 협력 사업을 성공적으로 추진해온 만큼, 앞으로도 주요 원자력 선진국과의 치열한 경쟁에서 원전 수출의 우위를 점하기 위해서는 정부를 중심으로 한 국가차원의 협력이 그 어느 때보다도 중요함.

나. 협력 추진 전략 수립

- 사우디의 에너지 정책 및 대형원전 수주 현황 등을 기초로 사우디와 SMR 및 원자력 협력을 지속할 수 있는 전략을 수립함.
 - 사우디 원자력의 청사진을 제시하는 국가 차원의 전략과 사우디의 목표 달성의 길라잡이 역할이 가능함을 강조하는 연구원 차원의 협력을 제안하였고, 특히 사우디 내 원자력국립연구소(S-NNL) 설립의 기반이 되는 한-사우디 공동연구센터의 필요성, 개념 및 구축 방안을 수립함.
- 사우디 원자력 및 SMART 협력의 장기비전은 10년 내 SMART 기술자립(자력설계) 및 수출역량 기반 확보를 통해, 중동지역 최고의 원자력기술 강국 위상을 확보하는 것으로,
 - 우리나라 모든 원자력기관의 모태인 원자력연구원이 과거 60년 동안 축적해온 원자력 기술 역량과 모든 원자력 유관기관의 산파 역할의 경험을 공유하여 이를 지원
- 양국 협력의 중심에 SMART가 있는바 조속한 시일 내에 우선적으로 SMART 표준설계 인허가 사업이 착수되어야 함을 강조하고, 이는 한-사우디 공동연구센터와 연계되어 촉진되기를 제안
 - 특히, KAERI-K.A.CARE 공동연구센터는 '32년까지 소형원전 수출 등 중동지역 최고 수준의 기술 역량을 갖춘 원자력 R&D 기관을 사우디가 확보할 수 있도록 사우디의 인력양성에 기여할 예정

다. 한-사우디 SMART 협력 로드맵 제시

- 제3차 한-사우디 공동위 계기 사우디의 국립연구소 및 공동연구센터 설립 필요성을 전파⁴⁸⁾하였고, 도출한 한-사우디 원자력 협력 전략을 기반으로 사우디와의 장기 협력 비전 및 로드맵을 수립하여 사우디에서 개최된 K.A.CARE와의 기관장간 회의에서 이를 논의
 - 한-사우디 공동연구센터를 설립하여 한-사우디 원자력 기술이전 및 공동연구 수행과 사우디 전문인력 양성을 지원한다는 내용의 협력 로드맵을 사우디측에 제시함. 구체적으로 센터 설립을

48) 이광석, "Establishment of Joint R&D Center", 제3차 한-사우디 원자력 공동위, 2019.5.

기반으로, S-NNL 설립을 위한 인큐베이션에 3년, S-NNL 설립을 기반으로 기술이전 및 안정화를 위해 5년이 소요되어 8년 후부터는 S-NNL이 KAERI와 공동연구를 추진함.

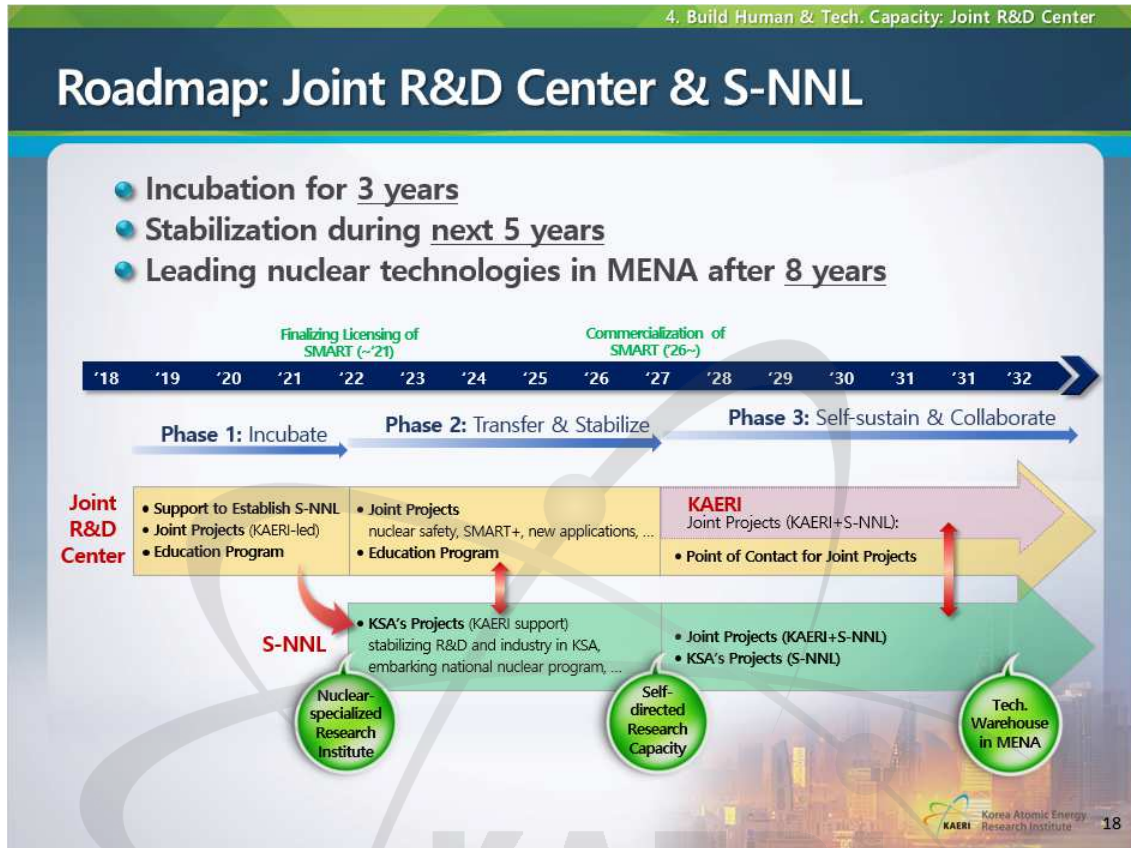


그림 3. 사우디아와의 장기 협력 로드맵: 한-사우디 공동연구센터

○ 본 회의에서 한국과 사우디 SMART 파트너십의 비전과 목표, 경제적·기술적 우수성 등을 공유함으로써, K.A.CARE 신임원장의 SMART 사업에 대한 우려를 불식시키고 후속 사업의 조속 추진을 위한 우호적인 분위기를 조성한 것으로 평가됨

- 이는 IAEA 정기총회 계기 K.A.CARE 원장와의 면담('18.9), SMART 운영위원회('18.10) 등의 구체적 협력 논의에 바탕이 되었고, '19년 9월 IAEA 총회 계기 체결된 『원자력 연구개발의 포괄적 협력 MOU』, 『원자력공동연구센터 설립 및 운영 협약』의 성과와 연결됨.

라. 사우디아와의 SMART 파트너십 및 포괄적 협력 체제 구축

○ 사우디아와의 SMART PPE 사업의 동력을 잇고 사우디 내 원전 건설 및 제3국 수출을 위한 파트너십을 촉진하기 위해 한-사우디 간 포괄적 협력 체제 필요성이 제기되 따라,

- 과기부-K.A.CARE 간 『원자력 연구개발의 포괄적 협력 MOU』 체결을 위한 전반적인 모든 사항

(필요성 제기, 전략 개발, 문안 개발, 협상 등)을 지원하였음.

- 또한, 포괄적 협력 체제를 바탕으로 한-사우디 협력을 실제 공동연구로 실현하기 위해, 사우디의 R&D 역량개발 및 지속적 기술협력 체제 구축을 위한 원자력공동연구센터 설립 추진과 공동연구 분야 도출 및 사업 체결(『원자력공동연구센터 설립 및 운영 협약』)을 이행함.

○ 『원자력 연구개발의 포괄적 협력 MOU』는 사우디가 한국과의 SMART 파트너십 구축에 이어 한국과의 협력을 통해 국가 원자력 연구개발 역량을 구축하고자 KAERI-K.A.CARE 공동연구센터를 설립하고 이를 중심으로 공동연구 수행 및 인력 양성 등을 추진하기 위한 양해각서 체결을 희망하면서 착수됨.

- MOU에 명시된 협력 분야는 △ 원자력 안전 연구, △ SMART 관련 추가적인 기술 협력, △ 차세대 원전 및 원자로의 비발전 부문 응용 (수소생산기술, 석유화학 프로세스, 원자력 담수화 등), △ 원자력 정책 연구 및 R&D 기획, △ 연구원 내에 KAERI-K.A.CARE 공동연구센터 설립 및 공동연구 등이 있음.
- '19년 9월 IAEA 총회 계기 체결된 동 MOU로 인해, 한-사우디 원자력 연구개발 협력분야 확대 및 장기 협력관계 구축이 기대되고 사우디 내 SMART 건설을 위한 환경 조성이 촉진될 것이라 평가됨.

○ 『원자력공동연구센터 설립 및 운영 협약』을 바탕으로 설립된 원자력공동연구센터는 연구원과 K.A.CARE간 협력의 공식 채널로서 공동연구를 통하여 사우디 원자력 연구개발 역량 구축에 기여한다는 목표 아래,

- △ 공동연구 과제 발굴, 협약 및 수행, △ 공동연구, 연구 참여, 학위연계 프로그램 등의 전반적인 관리, △ 사우디 원자력국립연구소(NNL) 설립 지원(계획 수립 및 기술 자문), △ 국가 수출통제, 연구보안 절차 등 법적 필요절차 지원, △ 사우디 참여연구원에 대한 복무관리, 행정지원 및 정주지원 등의 기능을 수행

○ 또한, 본과제는 원자력공동연구센터에서 수행될 원자력안전, 차세대 SMART 개발, 원자력이용 다변화, 정책연구 등 4개 분야 6개 공동연구 상세과제 도출 및 사업약정(Project Arrangement) 체결을 지원함(표 6).

표 6. 한-사우디 원자력공동연구센터의 공동연구 과제(안)

No	연구분야	공동연구 과제명
1	원자력 안전	SMART 적용을 위한 SPACE 코드 성능향상
2		선진 차폐설계를 위한 McCARD 코드 적용
3		SMART의 방사선비상계획구역(EPZ) 평가
4	차세대 SMART 개발	차세대 SMART(SMART+)를 위한 기초연구
5	원자력 이용 다변화	원자로 담수화를 위한 예비 개념 설계
6	정책 연구	에너지 계획 및 원자력 도입에 따른 거시경제학적 효과 분석

- 공동연구센터 설립을 통해 연내 KAERI-K.A.CARE 간 실제 R&D 사업 착수 및 사우디로의 한국 원자력 기술의 자연스러운 전수(한국화)가 가능해짐.
 - 또한, 양국 간 지속적인 기술협력을 통해 향후 사우디 내 SMART 건설을 위한 우호적 환경조성에 기여하고, 우디와의 중동지역 및 글로벌 SMART 수출협력 체제에의 긍정적 효과의 기대가 가능해짐.

2. 對UAE

- UAE의 원자력R&D센터 형태(미국 컨설팅업체 의뢰)가 불분명한 상황에서, 연구원이 UAE와 협력을 주도적으로 추진하기 위한 전략을 수립하고, UAE와의 협력 MOU 문안(원자력 연구개발 분야의 포괄적 협력) 개발 및 협의 지원함.
- UAE를 MENA 지역의 원자력 인프라 개발 사업의 주체 및 원자력 수출의 허브 국가로 성장할 수 있도록 지원한다는 추진 전략 아래, 원자력 인프라 역량 개발을 지원하고 인프라 개발 사업이 성숙된 후 UAE와 제3국 원전 공동 진출을 모색한다는 방향을 수립함.
 - 세부 추진 사업으로 포괄적 원자력 연구개발 인프라 구축을 위한 중장기 인력 양성 및 기술협력 추진을 제안
- 연구원과 UAE 기관과의 협력 및 MOU 체결은 무산되었지만, UAE 내 원자력 인프라 개발 협력에 대한 공감대를 형성했다 평가하며, 특히 UAE와의 공동연구 가능 과제로 '신규원전의 콘크리트 경년열화(장기적 손상)에 따른 구조 건전성 평가'를 도출함
 - 본 과제는 UAE의 환경 조건을 고려한 원전 콘크리트 구조물의 경년열화(Aging) 평가 및 장기 가동원전 유지관리 체계 구축을 목적으로 하며, UAE와 연구개발 협력 가능성을 지속적으로 논의하기로 합의

3. 對인도

- 인도 정부는 2030년까지 21기의 신규 원전 건설 확대 계획을 발표하였고 우리나라와는 순수 R&D 중심의 협력을 희망하고 있음을 파악
 - '11년 한-인도 원자력협력협정이 체결된 이후, '14년 1월 VIP의 인도 순방을 통해 원자력 분야 협력 확대를 위한 정례적 교류를 합의했지만, 한-인도 원자력정기협의회가 3회 개최된 것을 제외하고는 실질적 협력이 이뤄지지 않았음.

- 이에 따라 다양한 분야의 연구개발 정보교환을 통해 협력의 동력을 유지하면서 △ 기자재 현지화 및 부품 생산 지원으로 시작하는 수출 협력의 점진적 확대, △ 미국과의 컨소시엄을 구성하여 진출 등의 협력 추진방안을 도출
 - 다수 원전 운영에 따른 관련 기술협력(안전, 계측제어 등) 확대와 함께 인도가 장점을 지니고 있는 선진원자로(고속로) 협력을 우선 추진하고, 중장기적으로 재료, 방사선 및 방사성동위원소 이용, 폐로, 폐기물 관리/처리 등으로 R&D 협력 확대를 모색
 - R&D 협력은 궁극적으로 원전 수출 협력으로 확대되어야 하며, 가격경쟁력을 갖춘 대형 원전 건설 협력에서 출발하여 소형원전을 진출하는 방향이 적절한 것으로 판단됨. 특히, 인도 원전시장 진출에 암묵적 우선권⁴⁹⁾이 있는 미국과 컨소시엄을 구성하여 진출하는 것이 미국의 영향력과 한국의 기술적 역량이 결합된 수출 경쟁력을 갖는데 기여할 것임.

4. 對가나

- 연구로(GHARR-1)을 활용하고 있는 가나는 자국의 소규모 전력망을 고려하여 100-600MWe 급 중소형 원전을 도입하기를 희망
 - 전기의 장기화 및 수력발전 관련 인프라의 부족으로 가나는 전력 수출 국가에서 전력수급 불안 국가로 되고 있는바, 중·장기적 차원에서 화력발전 도입과 함께 궁극적으로 안정적 전력수급을 위한 중소형 원전 도입을 검토 중

- 양국 간 구체적 원자력협력은 없으나, 2005년 아카오 가나원자력위원회(GAEC) 위원장 방문 계기에 정부 및 원자력 유관기관을 방문하여 원자력협력 방안에 대해 논의하였고, 최근 아카오 위원장은 원자력 분야에서 한국의 성공을 높이 평가하며, 중소형 원전(SMART) 도입을 희망한다는 입장 피력

49) 미국은 '74년 인도의 핵실험 이후 인도-국제사회 간 중단된 원자력협력 재개를 주도함('05년 미-인도 정상 간 원자력협력 추진 합의와 미국 주도로 '08년 원자력공급국그룹(NSG) 내에서 인도와 국제사회 간 원자력협력 추진 합의 도출(국제제재 해제))

- 단, 원전 건설 부지를 제공할 수 있으나, 예산 부족으로 SMART의 건설·소유·운영·이전(BOOT) 또는 건설·운영·이전(BOT)의 협력 방식을 제안
- 따라서 단기적으로 IAEA 기술협력 사업을 통한 가속기 수출, 연구로 교육훈련 제공, RI 이용 등을 우선 추진하고, 장기적으로 BOOT/BOT 방식 및 이에 따른 국가차원의 재원조달 방안을 마련해 SMART 수출 협의를 추진하는 협력전략 도출
 - 특히, 하나로(연구원 연구로)가 '19.9월 국제연구용원자로센터(ICERR)로 지정된 바, IAEA 기술협력 사업의 일환으로 연구로 교육훈련 협력 추진도 가능

5. 對캐나다

- 캐나다는 2018년 SMR 로드맵을 발표하고 계획 실행을 위한 4개 주요 부문(△ 실증·배치, △ 역량·공신력, △ 정책·제도·규제, △ 국제 파트너십과 시장)을 선정하여 자국 내 다양한 프로젝트를 수행하고 있는바, 실증 사업 조사를 통해 우리나라와의 SMR 개발 협력 가능성을 타진
 - 캐나다는 '19년 SMR 실증사업과 사전인허가검토가 추진되어, 캐나다원자력연구소(CNL)는 2026년 배치를 목표로 New Brunswick Power社는 2030년대 배치를 목표로 사업체 공모를 진행함.
- 실증 사업에 대한 우리나라 SMART의 참여 및 VHTR 개발 협력을 추진하기 위한 방안으로서,
 - SMART는 설계가 이미 완료되었으므로 국내 및 캐나다 내 사업 파트너를 확보하여 캐나다의 SMR 실증사업에 참여를 제안했고, VHTR은 미국의 USNC/GFP(사업자 확보)와 파트너십을 구축해 설계(현물기여)에 참여하여 기술실시권 등 확보 및 진출하거나, 정부 R&D 지원(과기부/산업부)을 통해 설계 개발 후 사업모델을 개발 및 진출하는 방안을 수립

제6장

북핵문제 동향 분석 및 비핵화 시 참여전략 개발

제1절 북한 핵문제 동향 분석

제2절 북핵 해결 대비 국내 기술역량 기반 구축

KAERI



제6장 북핵문제 동향 분석 및 비핵화 시 참여전략 개발

제1절 북한 핵문제 동향 분석

- 북한의 추가 핵실험 등 북한 핵문제 동향·현안 분석의 기반 자료 확보를 위해, 핵분열물질생산 금지조약(FMCT), 핵군축검증국제파트너십(IPNDV) 등 북한 핵문제에 영향을 줄 수 있는 국제 핵검증 체제 논의 동향을 중점적으로 분석함.
- 본 분야의 주력 기관들의 통제관점의 해석을 벗어나 국제협약체 논의 동향 및 국제사회 현황을 바탕으로 객관적인 평가를 수행하고자 하였음.
- 또한, 생산된 자료들은 북한이 사실상 핵보유국으로 인식되기 직전의 현재 상황에서 북한이 국제사회에서 핵군축 및 검증 관련 취하게 될 입장 예측에 활용될 수 있음.

1. IPNDV 현황 조사

- 미국의 주도로 2015년 출범한 IPNDV는 핵군축 검증 분야 최초의 다자협약체로 향후 핵무기 감축 시 핵보유국과 핵비보유국이 함께 참여할 수 있는 검증방안을 논의 중임.
- 동 체제에 대한 추진·논의 및 우리나라 활동 현황에 관한 자료 작성과 작업반 회의('18.7) 참가
- 2018년부터 시작된 IPNDV 2단계에서는 실질적이고 효율적인 핵무기 해체 모니터링 및 기술 실증, 사찰훈련, 회원국 확대를 위한 아웃리치 활동을 추진하고 있음.
- 특히, 핵물질 사찰 및 비군사적목적의 시설 사찰에 국한된 IAEA의 활동만으로는 핵탄두 해체 및 검증에 한계가 있기 때문에 IPNDV의 활동은 의미가 있음.
- 또한 IPNDV를 통해 일부 국가에 한정되었던 핵무기 통제 및 핵군축 검증 기술과 이와 관련한 정보 공유 및 확산이 이루어지고 있는 것은 핵군축 의지의 긍정적 상황임.

2. FMCT 현황 조사

- 제네바 군축회의('18.2) 내 FMCT 논의동향을 파악하고, FMCT 고위급 준비그룹 회의('18.5)50)에 참석하여 기술 자문 수행함.
- FMCT 고위급 준비그룹 1차 회의의 주요 논의 주제는 핵분열성물질의 정의(물질, 생산 및 생산

50) FMCT 고위급 준비그룹 회의는 FMCT 협상 개시를 위한 권고 보고서를 작성할 예정으로, 제1차 회의가 스위스 제네바에서 2017년 7월 31일부터 8월 11일까지 2주간 개최되었으며, 제2차 회의가 2018년 5월 28일부터 6월 8일까지 제네바에서 개최됨.

시설), 검증, 법, 제도에 관한 것이었으며, 2차 회의의 논의 의제는 조약을 본격적으로 협상할 경우 어떠한 내용을 논의할 것인가에 대해 논의하고, 최종보고서를 합의하여 UN에 보고하기로 합의하였음.

- 핵보유국들은 동 조약이 체결되어도 자국이 보유하고 있는 핵물질에 미치는 영향을 최소화시키는 방향으로 의견을 개진하였으며, 핵비보유국들은 가능한 한 핵보유국들이 소유하고 있는 핵분열성 물질을 국제적 관리 하에 두려고 노력하였음.
- FMCT는 NPT를 무기한 연장하고자 하는 핵보유국들의 전략적 수단의 일환으로 제안된 조약으로서, 핵보유국 및 NPT 체제 밖의 잠재적 핵보유국들의 핵무기 폐기정책이 확고히 확립되기 전에는 실효성 있는 유효한 조약으로 성립되기는 어려울 것임.

○ 또한, 국제 핵군축 협의체 동향 세미나(18.11, KINAC 주최) 계기 FMCT 개요, 주요 논의 내용 및 북핵 문제에의 함의에 대한 발표를 수행함.

- 정의(핵물질, 생산 및 생산시설), 검증 범위 및 대상(검증도구, 재고포함 여부), 거버넌스(별도기구 설립) 등에 있어 핵보유국과 핵비보유국 간 입장 차가 여전히 크므로, 향후에도 논의 진전은 어려울 것으로 전망됨.
- 핵보유국은 FMCT가 미래의 생산금지를 의미하는 것으로 기존 재고분은 검증대상에 포함되기 어렵고 일부는 검증 자체도 수용하기 어렵다는 입장이고, 일부 핵비보유국은 재고분이 핵무기 제조에 전용될 수 있으므로, 이를 금지 대상에 포함시켜야 하며 비차별성의 원칙을 근간으로 전면안전조치 및 추가의정서 적용 등 핵비보유국 수준의 강력한 검증이 이루어져야 한다는 입장임.
- 따라서 앞으로의 논의도 기술적 토대를 다지는 수준의 한계를 벗어나기 어려울 것으로 전망됨.

3. IAEA 내 논의 동향

○ IAEA 총회 주요국 기조연설의 북한 핵문제 발언 내용, IAEA 이사회 북핵 보고서 등을 통해 IAEA와 국제사회의 북한 핵문제에 대한 입장을 지속 확인하고 정부에 북한의 IAEA 안전조치 현황 관련 분석자료 제공

- IAEA의 북한 핵문제에 대한 입장으로, 관련국간 정치적 합의가 도출되면 검증에 있어 핵심적인 역할을 수행할 준비가 되어 있음을 강조하고 IAEA 사찰관이 북한에 부재한 기간에 발생한 사안을 포함한 제반 미결현안을 해결할 것을 일관되게 촉구 중임을 확인

제2절 북핵 해결 대비 국내 기술역량 기반 구축

- 북핵 해결 대비 국내 기술역량 기반 구축을 위해 기술 수요를 분석하고 원내 검증 기술역량 확보 방안을 제시 및 이행 지원
 - 향후 북한의 비핵화 진전 시 필요한 기술적 현안들을 파악하고, 연구원이 기 보유한 기술을 토대로 필요 기술역량을 추가 확보할 수 있는 기반을 구축하고자 함.

1. 핵검증을 위한 농축 탐지기술 동향 조사

- 북한이 보유했다 판단되는 농축기술·시설의 △ 활동 탐지, △ 기술별 전력소비량(검증 목적), △ 핵폐기 후 활용 사례 등에 대한 기술 동향을 조사
- 특히, 농축 기술의 발전에 따라 핵무기 제조를 위한 고농축우라늄(HEU) 확보에 필요한 농축 시설의 규모가 줄어들면서 비밀 농축 활동 탐지가 어려워질 수 있으므로, 미신고 농축 시설의 부재를 확인하는데 필요한 기술 수준을 확인하기 위해 농축 기술별 전력소비량을 분석
 - 시설 면적당 소비전력 역시 수백~수천 개의 대형 압축기를 사용하는 기체확산법의 경우 $10,000\text{W}/\text{m}^2$, 원심분리법의 경우 $160\text{W}/\text{m}^2$ 수준으로, 후자의 경우 일반적인 식당 건물 수준의 소비전력으로 적외선(IR) 영상 등을 이용한 탐지가 어려울 것으로 평가
- 농축 기술별 탐지 가능성을 살펴보면, 기체확산법은 큰 규모의 시설인 경우 시각적으로 탐지가 가능하며, 전력소비량($1.5\text{ MW}/\text{SQ}/\text{yr}$)이 높아 열적으로도 탐지가 가능할 것으로 평가됨.
 - 반면, 원심분리법은 시설 규모가 평균적으로 일반 사무실 크기($1,000\sim 5,000\text{m}^2/\text{SQ}/\text{yr}$)로 시각적 탐지가 어려우며, 전력소비량($0.05\sim 0.17\text{ MW}/\text{SQ}/\text{yr}$)이 낮아 탐지가 어려울 것으로 평가됨. 또한, 농축 공정 중 UF_6 가 누출될 수 있으나, 그 누출량이 변환 공정의 1/1000 수준으로 적어 화학적 탐지 난이도는 높을 것으로 보임.
 - 이외에 레이저 농축은 UF_6 또는 원자증기 상태의 우라늄 누출량이 원심분리법에서 변환 공장 수준으로 적어 화학적 탐지 난이도가 높을 것으로 평가되며, 화학 분리도 예상되는 우라늄 누출량이 적어 화학적 탐지 난이도가 높을 것이라 평가됨.

2. 북한 핵 인력 전환 분석

- 향후 비핵화 진전에 대비하여, 과거 구소련 핵과학자에 대한 지구적확산방지구상(GIPP), 국제 과학기술센터(ISTC) 사업 사례조사를 바탕으로, 북한 핵 과학자의 적절한 관리와 활용이라는

두 가지 측면에서 인력의 규모 및 기술 수준, 기간(단·중·장기) 등을 고려한 인력 전환 사업 계획 (안) 도출

- 지원 주체는 국제 정치적 구속력 및 투명성 증진 차원에서 우리나라 단독보다는 이해당사국이 참여하는 다자가 지원하는 체제를 고려해야 함.

○ 구체적으로, 핵심인력은 향후 북한의 비핵화 전개 과정에서 북핵시설 해체 등 북한 비핵화에 참여가 가능함. 또한, 고급 및 일반 인력은 북한 지역 내 다자가 참여하는 국제과학기술협력센터를 설립하여 평화 이용 분야에 적용 가능한 연구개발 사업에 참여시킬 수 있음.

○ 북한 비핵화 검증에서 기술 분야를 제외하고 핵심적인 분야라 할 수 있는 북한 핵개발 인력 전환 분야 사업의 고려사항들을 분석하여 정부가 목표하는 완벽한 비핵화 전략 수립에 기여

3. 원내 비핵화 관련 사업 기획 참여

○ 원내 비핵화 관련 '북한 비핵화 참여전략 개발 및 이행 지원' 사업 기획이 추진됨에 따라, 본 과제는 북한 비핵화를 위한 추진 전략 개발 지원 연구를 제안

○ 세부연구내용으로, △ 과거 및 현재 북한 핵활동 분석 및 평가, △ 비핵화 추진을 위한 우리나라의 참여 전략 수립 지원, △ 조율된 비핵화 추진 전략 마련을 위한 국내외 협력 네트워크 구축 및 활용, △ 완벽한 북한 비핵화를 위한 북핵 과학자의 활용 방안 수립 지원, △ 단계별 북한 비핵화 추진 시 단계별 추진 경과에 대한 분석·평가 등을 포함

제7장

결론



KAERI



제7장 결론

- 본 과제는 국가전략적 가치를 갖는 원자력 선진기술의 국내 개발과 원자력 수출을 원활하게 추진하기 위한 국제전략을 연구하고 수립하는데 기본 목표를 두고 수행되었음.
 - 이에 따라 우리나라의 원자력 선진기술 개발과 원자력 수출에 영향을 미칠 수 있는 다자간 국제 핵비확산체제, 양국간 원자력 협력 관계, 북한핵문제 등을 대상으로 정책동향 분석, 주요 현안 파악 및 대응전략 수립, 원자력 협력 추진전략 수립 등 다양한 연구 활동을 수행하였음.

- **(다자간 체제)** 원자력 이용개발의 필수적인 국제규범으로 자리 잡은 국제 핵비확산체제는 원자력 선진국 그룹에 속하는 우리나라가 선도적으로 참여하여 그 변화를 모니터링하고 주도해야 나가야 할 대상임.
 - 국제규범의 변화가 원자력 선진기술의 국내 개발과 원자력 수출에 영향을 미칠 수 있으며, 국제 핵비확산체제의 적극적 참여를 통해 국가 핵비확산 신뢰성을 강화해 나갈 수 있음.
 - 특히 2020년 발효 50주년을 맞은 핵비확산조약(NPT)에 대한 핵비확산/핵군축/평화적이용 측면에서의 평가는 향후 국제 핵비확산체제의 향방을 갈음할 수 있는 중요한 기회인 만큼 본 과제에서는 2020년 NPT 평가회의⁵¹⁾ 준비를 위한 의제 검토, 워킹페이퍼 작성 준비 등을 주도적으로 수행하였음.
 - 또한 국제 원자력 수출통제 규범을 만들고 있는 원자력공급국그룹(NSG)은 지속적으로 통제품목 및 지침을 개정하고 있는데, 이는 평화적 원자력 이용개발에 작간접적으로 영향을 미칠 수 있어 사전에 효과적인 대응이 요구되고 있음. 본 과제를 통해 우리의 사용후핵연료 처리기술 개발에 영향을 미칠 수 있는 사항들을 사전에 파악하여 효과적인 대응을 할 수 있었음.
 - 향후에도 NPT, IAEA⁵²⁾, NSG, IFNEC 등 국제 다자간체제에서의 동향 파악, 현안 대응, 참여 전략 수립 등 지속적인 전략연구가 필요함. 특히 2021년 미국에 바이든 행정부가 출범함에 따라 국제 핵비확산체제에 대한 재조명 및 강화가 예상되므로 특별한 관심을 기울여야 할 것임.

- **(양국간 관계)** 양국간 관계는 원자력 선진기술의 국내 개발과 원자력 수출에 결정적인 영향을 미칠 수 있어서 신중하고 종합적인 전략을 갖고 접근해야 할 대상임.
 - 특히 미국은 원자력협정에 따른 사전동의권 등 우리나라의 원자력 활동에 대한 통제권을 갖고

51) 2020년 NPT 평가회의는 코로나 사태로 말미암아 2021년 8월로 연기되었음.

52) 1957년 창설된 IAEA는 원자력 외교의 중심이고 국제 원자력 안전조치 및 기술협력을 수행하는 국제기구로서, IAEA에서는 안전조치 강화방안, 혁신원자력시스템 개발, 다자간 원자력 구상, 핵비확산성 평가, 개도국의 원자력발전 도입 지원 등 원자력의 평화적 이용을 위한 다양한 방안들이 논의되고 있음. 이러한 의미에서 연구원 차원에서 IAEA를 종합적이고 효과적으로 모니터링하고 대응해 나갈 수 있는 상시적 협력 체계가 필요하며, 특히 국제적 현안이 생겼을 때 IAEA를 통해 해결해 나갈 수 있는 역량 구축도 필요함.

있는 동시에⁵³⁾ 원자력 선진기술 개발 및 원자력 수출에 있어 협력할 수 있는 국가이기도 해서 특별한 대응전략이 필요함. 이러한 측면에서 본 과제는 한미 원자력협력의 과거, 현재, 미래를 살펴보고 여러 한미간 현안을 해결하기 위한 정부의 대응전략 수립에 핵심적으로 기여하였음.

- 이외에도 원자력협력 상대국(미국, 사우디 등)의 불확실한 입장으로 인해 예측하기 힘든 상황이 되기 쉬운 양국간 협력 분야의 특성을 감안하여, △협력 상대국의 동향 등 기초자료 수집, △시나리오 별 대응전략 수립, △협력 추진전략 이행의 지속적 모니터링(정부관계자 소통) 등의 체계적인 정책지원을 수행하였음.
- 향후에도 양국간 관계에 있어서 잠재 현안을 선제적으로 파악하고 대응전략을 수립하는 전략연구가 지속적으로 필요함. 또한 상대국(특히 미국)의 우호적 정책을 정부, 의회, 단체 및 주요 인사들이 반대하지 않고 지원할 수 있도록 우호적 환경 조성활동을 지속적으로 수행해 나가야 할 것임.

○ **(북한 핵문제)** 북한 핵문제는 우리나라가 직접적인 이해당사자라는 측면에서 중요하기도 하지만 원자력 국제통제의 한 기제로 작용하고 있다는 측면에서도 중요함. 원자력 전문 연구기관으로서 우리 연구원은 북한 비핵화에 대비하여 국내 기술역량 기반 구축에 필요한 기술 수요를 분석하고 원내 검증 기술역량을 확보해 나가야 함.

- 당초 본 과제에서 이를 위한 추진전략을 수립하고자 하였으나 북한 핵문제 해결을 위한 미·북 협상의 불확실성, 한국의 역할 제한 등으로 인해 북한 비핵화 참여를 위한 기술역량 수요가 과제 기획 당시보다 축소되어 북한 비핵화 관련 정부의 자문 요청을 충족하는 수준으로만 연구를 수행하였음.
- 향후 미·북간 및 남북간 구체적인 합의가 도출되는 경우 북한 비핵화를 위한 우리 연구원의 역할을 확실히 설정해 나가야 할 것임.

○ 정부 및 우리 연구원에서 전략적으로 추진하고 있는 소형모듈원자로(SMR) 및 원자력연료주기 분야에서의 미래 혁신기술 개발과 원자력 수출은 단순히 기술·경제적 차원뿐만 아니라 국제정치적 차원까지 고려한 종합적인 접근이 필요함.

- 그 동안 한·미 원자력협정 개정, 원자로/원자력연료주기 한·미 협력 현안, 중동국가로의 원자로 수출 현안, 원자력공급국그룹(NSG)의 관련 지침 개정 등 원자력 기술 혁신 및 수출에 연계된 국제현안이 계속적으로 존재해왔으며, 향후에도 JFCS 완료 이후 한미간 협상 등 국제현안은 심도를 더해 가며 계속 존재할 것으로 전망됨.

53) 미국은 공화당 정부나 민주당 정부 모두 민감기술(농축, 재처리)에 대해서는 지속적으로 강한 통제정책을 견지해 왔으며 앞으로도 그럴 것으로 예상된다. 미국은 민감기술을 보유하고 있지 않은 국가가 민감기술을 갖고자 시도 또는 시도할 기미가 보이는 경우 모든 법적, 정치외교적 영향력을 행사해 이를 저지해 왔음.

- 특히, 앞으로 2021년부터 3년간은 한미간 원자력 현안 협의, 국제 핵비확산체제 논의 등 중요한 국제현안이 대두될 것으로 전망되어 본 과제와 같은 국제전략 연구의 지속적 추진이 긴요함.
- JFCS의 완료(2020년말 예정) 이후에 미래 원자력연료주기 협력에 대해 한미간 심도있는 협의⁵⁴⁾가 진행될 것으로 예상되며, NPT 50년 평가, NSG 지침 개정 등 우리의 원자력 활동에 큰 영향을 미칠 수 있는 국제적 움직임이 진행되고 있음. 또한 2021년 미국에 바이든 행정부가 새로 출범함에 따라 미국 원자력 정책의 큰 변화가 예상⁵⁵⁾되는바 이에 대한 동향 파악 및 정책 분석이 중요할 것임.
 - 이러한 국제전략 수립과 국제환경 조성은 단기간 내에 달성될 수 있는 것이 아니라 충분한 시간이 필요하므로 지속적인 연구를 통하여 항상 준비 태세를 갖추고 있어야 함.



54) 이는 2015년 개정된 한미 원자력협정에 규정되어 있는 절차로서 개정협상에서 유보했던 사항들을 재차 협의하는 것이어서 양국간에 첨예한 대립이 예상된다.

55) 민주당과 바이든 대통령 모두 원자력을 무탄소 에너지원으로서 기후변화 해결책의 하나로 추진할 것으로 보이며 SMR 및 선진원자로 개발에 대한 지원은 트럼프 행정부의 정책을 그대로 유지할 것으로 기대됨. 그러나 민주당이 전형적으로 사용후핵연료 재활용 등에는 부정적 입장을 견지해 온 것을 보면 한미간 현안 협의에도 부정적 영향을 줄 가능성이 있으므로 민주당의 정책을 조기에 파악해 대응하고 주요 인사를 파악해 접촉해 나가는 환경조성 활동이 중요할 것임.



서지정보양식

KAERI보고서번호	KAERI/RR-4650/2020	보고서 종류	연구보고서
제 목 / 부 제	원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구		
연구 책임자 및 부서명	류재수 / 국제전략부		
연구자 및 부서명	이광석, 이병욱, 윤성원, 이영우, 이건희, 이한명, 김연중 / 글로벌전략실, 김경표 / 한-사우디원자력공동연구센터, 전은주 / 연구기획팀, 배영민 / SMART계통기술개발부,		
출 판 지	대전	발 행 일	2021.01.31
총 페이지	110p.		
공 개 여 부	공개(○), 비공개()		
비 밀 여 부	대외비(), _ 급 비밀	참고사항	표(6)개, 그림(3)개
INIS 공개여부	공개(○), 비공개()		
초록 (15-20줄 내외)			
<p>본 과제의 목표는 국제 다자간 핵비확산 체제 및 양자간 원자력협력 대응전략을 개발하고, 국내외 원자력 주요 현안 및 해결을 위한 대응전략 제시 및 주요국 원자력 정책 분석 및 국내 전파하는 것임. 구체적으로 △ 다자간 국제 핵비확산 체제 및 국제기구/협약체 대응전략 개발, △ 양자간 원자력협력(대미) 대응전략 개발, △ 원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제 제약요인 극복방안 제시, △ 주요국의 원자력 정책 분석, △ 북한 핵문제 동향 분석 및 관련 기술역량 기반 구축 등을 수행함. 이러한 활동의 결과로서, △ NPT 탈퇴국가에 대한 항구적 안전조치 평가 연구 수행 및 작업문서 개발을 수행하여 2020 NPT 평가회의에서 우리나라 주도의 핵비확산 논의 창구 마련하였고, △ 한미 원자력 협력의 현재까지 진행을 분석하고 미래 협력 방향을 도출한 종합 자료 생산 및 한미 협력 현안 타개를 위한 한미의 전략적 파트너십 구축 전략을 수립하여 한미간 협력 추진 및 현안 해결의 전략자료 제공하였으며, △ 과기부-K.A.CARE 간 포괄적 협력 MOU 체결 및 연구원-K.A.CARE 협약 체결을 통한 한-사우디 원자력공동연구센터 설립을 통한, 한-사우디 원자력 협력의 지속성 부여 등의 성과를 달성하였음.</p>			
주제명키워드 (10단어내외)	원자력 국제협력, 국제 핵비확산 체제, 양자 원자력 협력, 국제 제약요인 극복방안 도출, 주요국 원자력 정책 분석, 북한 핵문제		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

KAERI Report No.	KAERI/RR-4650/2020	Report Type	Research Report		
Title / Subtitle	Development of International Strategies for Strengthening Nuclear R&D Collaboration				
Project Manager and Department	Jae Soo Ryu / International Relations Division				
Researcher and Department	Kwang Seok Lee, Byung Wook Lee, Sung Won Yun, Youngwoo Lee, Keonhee Lee, Han Myung Lee, Yeon Jong Kim / Global Strategy Team, Kyoung Pyo Kim / Korea-Saudi Arabia Nuclear Joint Research Center, Eunju Jun / R&D Planning Team, Young Min Bae / SMART System Development Division,				
Publication Place	Daejeon	Date of Publication	2021.01.31	Total number of page	110p.
Open	Open(<input type="radio"/>), Closed (<input type="checkbox"/>)		Reference	Tabs. (6) Figs. (3)	
Classified	Restricted(<input type="checkbox"/>), __Class Document				
INIS Open	Open(<input type="radio"/>), Closed (<input type="checkbox"/>)				
Abstract (15-20 Lines)					
<p>The objective of the project is to develop participation strategies for the multilateral nuclear non-proliferation regime and the bilateral nuclear cooperation, to present promotion strategies through finding solutions in responding to international constraints, and to analyze nuclear policies and trends in some major countries. Specially, the following were performed: △ development of participation Strategies in the multilateral nuclear non-proliferation regimes, △ development of promotion strategies for bilateral nuclear cooperation, △ suggestions for overcoming international constraints in the nuclear technology development, △ analysis of nuclear policies in major countries and △ analysis of status in the North Korea nuclear issue and development of participation strategies in the denuclearization. The main achievements of these activities are followings: △ establishing an opportunity for discussion on nuclear non-proliferation led by Korea at the 2020 NPT Review Conference by conducting the study and developing the work paper on evaluation of the permanent safeguards system for countries withdrawing from the NPT, △ providing strategies for promoting ROK-US nuclear cooperation and resolving the urgent or pending issues in the cooperation by analyzing the overall progress of the ROK-US cooperation to date, producing a comprehensive document that derives future cooperation directions and proposing a strategic partnership between the two countries beyond the current issues and △ ensuring sustainability of Korea-Saudi nuclear cooperation through the establishment of the Korea-Saudi Arabia Nuclear Joint Research Center through the conclusion of a comprehensive cooperation MOU between the two governments and the conclusion of the related arrangement between KAERI and K.A.CARE.</p>					
Subject Keywords (About 10 words)	International cooperation for peaceful uses of nuclear energy, Multilateral nuclear non-proliferation regime, Bilateral nuclear cooperation, Measures to overcome international constraints, Analysis of nuclear policy and trend in major countries, DPRK's nuclear issues				

주 의

1. 이 보고서는 한국원자력연구원에서 시행한 원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 한국원자력연구원에서 시행한 원자력 기술개발의 원활한 추진을 위한 국제전략 연구의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 아니 됩니다.