



“핵테러 위협 방지를 위한 기술 개발의 선두에서”

‘International Symposium on HEU Minimization’의 의의

박준경

한국원자력연구원 국제협력사업팀 행정원



- 서울대 정치외교학 학사
- 한국원자력연구원 국제협력사업팀(15~)
- 담당 업무 : 양자 및 다자간 원자력 국제 협력

들어가는 말

오바마(Barack Obama) 전 미국 대통령은 핵무기 제조에 전용될 수 있는 민수용 핵물질에 대한 안보를 강화하여 핵테러 위협을 줄이는 것을 목표로 2010년 4월 핵안보정상회의(Nuclear Security Summit, NSS)를 출범시켰다.

이 회의는 2016년까지 총 네 차례 개최되었으며 우리나라는 2012년에 2차 회의를 유치하여 공동이행공약(Gift Basket)의 개념을 새로이 도입하고 성공적인 공동선언들을 이끌어냈다.

NSS는 국제원자력기구(IAEA)를 중심으로 진행되어온 기존의 핵안보 이슈를 정상 수준의 의제로 끌어올려 공동 선언과 실제적인 이행 방안들을 이끌어냈다는 점에서 중요한 의미를 갖고 있다.

최근 이슬람국가(ISLAMIC STATE, IS)와 같은 비국가 행위자들의 테러 위협이 커지고 있는 국제 환경 하에서 핵안보에 대한 국제 공조의 중요성은 점점 커지고 있다. 따라서 국제 사회의 평화와 안정을 위해 국제 공조 하에 NSS를 통해 쌓은 모멘텀을 유지 및 발전시켜 핵안보 관련 공약들을 꾸준히 이행해나가는 것이 더욱 중요해지고 있다.

금년 6월 오슬로에서는 NSS의 주요 의제 중 하나였던 <고농축우라늄



노르웨이 오슬로에서 개최된 「고농축우라늄(HEU) 최소화 심포지엄」. IAEA와의 협력 하에 노르웨이 외 교부와 노르웨이방사선방호청(NRPA)이 주관한 이번 심포지엄에는 27개국에서 90여명이 참석하였다.

(Highly Enriched Uranium, HEU)¹¹ 최소화를 위 한 심포지엄 (International Symposium on HEU Minimization)이 개최되었다.

이 심포지엄은 2016년 NSS 이후 주요 국가들이 다 시 한 자리에 모여 핵무기급에 바로 전용될 수 있는 HEU의 사용 최소화를 위한 그 간의 활동 성과를 짚어 보고 향후 나아갈 길을 모색하는 자리이므로, 핵안보 모멘텀의 유지 및 발전에 중요한 의미를 갖는다.

또한, 이번 심포지엄은 2016년 워싱턴DC에서 개최 된 제4차 NSS에서 노르웨이가 주도한 「HEU 최소화

를 위한 공동이행공약」에 포함된 계획을 이행한 것이 기도 하다.

오슬로 심포지엄 개요

IAEA와의 협력 하에 노르웨이 외교부와 노르웨� 이방사선방호청(Norwegian Radiation Protection Authority, NRPA)이 주관한 심포지엄에는 27개국 90 여명이 참석하였다.

환영사를 맡은 노르웨이 외교부 장관은 HEU 최

¹¹ 20% 이상으로 농축된 우라늄(HEU)은 핵무기로 전용될 수 있으므로 1978년부터 미국은 RERTR(Reduced Enrichment for Research and Test Reactors) 프로그램을 주도하여 민간 부문에서 그 사용을 줄이기 위한 활동을 진행해 왔다. 민간 부문에서 HEU가 쓰이는 곳은 연구용 원자로의 핵연료와 의료용 동위원소 생산을 위한 표적 등이며, HEU 연료/표적을 저농축우라늄(Low Enriched Uranium, LEU)으로 전환(Conversion)할 경우 HEU가 무기급으로 전용될 수 있는 가능성자체를 낮춤으로써 핵안보를 강화할 수 있다.

소화를 위한 국제협력의 중요성을 강조하고, 중국이 공급한 나이지리아 소형 중성자원 원자로 (Miniaturized Nuclear Source Reactor, MNSR)의 저농축우라늄(Low Enriched Uranium, LEU) 전환 사업에 30만불을 기여한다는 구체적인 공약으로 회의를 열었다.

이 심포지엄은 크게 ‘연구로 전환 및 관련 핵연료 기술 개발’, ‘HEU 제거 및 처분’, ‘의료용 동위원소 생산’의 3개 워킹그룹으로 구성되었으며 한국, 아르헨티나, 네덜란드가 각 워킹그룹의 의장을 맡아 그 간의 활동 경과를 발표하였다. 각 의장 발표 후에는 패널 세션이 진행되어 참여국들이 분야별 활동을 발표하고 전체 토의가 이루어졌다.

워킹그룹1(연구로 전환 및 핵연료 기술 개발)은 HEU를 연료로 사용하는 연구로의 LEU 전환 현황과 함께 연구로 전환에 필요한 고밀도 LEU 핵연료 기술 개발 경과를 보고하였다.

워킹그룹2 (HEU 제거 및 처분)는 HEU를 보유하고 있는 국가들이 원 공급국인 미국, 러시아 및 중국에 이를 반환하거나 LEU로 희석하는 활동에 대한 성과를 보고하였다. HEU 생산이 시작된 이래 전 세계 46 개국에서 300 건의 HEU 제거가 성공적으로 수행되어 총 6,200 kg의 HEU가 제거 혹은 처분되었다.

NSS 종료 이후에도 2016년 8월에는 인도네시아가 보유한 HEU를 미국과의 협력 하에 LEU로 희석하여 동남아시아 지역 전체에서 HEU가 완전히 제거되었고, 같은 해 9월에는 폴란드가 HEU를 완전히 제거하는 등 여러 성과들이 있었다.

워킹그룹3(의료용 동위원소 생산)의 경우 의료용 동위원소의 수급 문제, 생산에 사용되는 표적의 LEU 전환 및 대체 기술개발 등의 이슈에 대해 보고하였다.



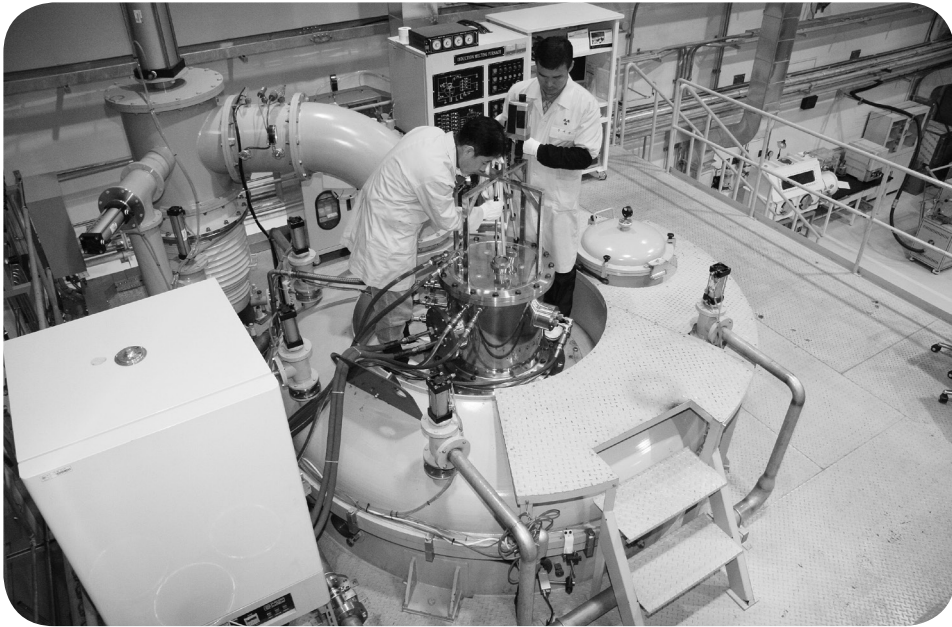
워킹그룹1의 의장을 맡은 박종만 KAERI 연구로핵연료개발부장은 HEU 사용 연구로의 LEU 전환 현황 및 전환에 필요한 고밀도 LEU 핵연료 기술 개발 경과에 대해 보고하였다.

한국의 역할과 성과

워킹그룹1(연구로 전환 및 핵연료 기술 개발)의 의장을 맡은 한국원자력연구원(KAERI) 연구로핵연료개발부의 박종만 부장은 HEU 사용 연구로의 LEU 전환 현황 및 전환에 필요한 고밀도 LEU 핵연료 기술개발 경과에 대해 보고하였다.

첫 번째 패널 세션에서는 중국, 체코, 폴란드, 일본이 자국의 연구로 전환 프로그램을 소개하였고, 두 번째 패널 세션에서는 미국, 독일, 벨기에와 함께 한국이 기술적 문제로 아직 전환되지 못한 고성능 연구로의 LEU 전환을 위한 고밀도 저농축 우라늄-몰리브덴 합금(U-Mo) 핵연료 개발의 현황과 계획을 소개하였다.

1978년 미국 주도로 시작된 연구로 전환 노력으로 2017년까지 총 70기의 연구로가 LEU 핵연료로 전환되어, 현재는 전 세계에서 51기의 연구로만이 HEU 연료를 사용하고 있다. 남아있는 연구로 중 대부분은



한국원자력연구원의 원심분무 핵연료 분말 제조 시설. 현재 고밀도 LEU 핵연료 관련 연구는 U-Mo 합금을 중심으로 진행되고 있는데, KAERI는 세계 유일의 상용급 U-Mo 분말 생산 기술인 원심분무 기술을 보유하고 있다. 이러한 독보적 기술을 바탕으로 한국은 2012년 이후로 연구로 전환을 위한 선진국의 U-Mo 핵연료 개발 프로젝트에 U-Mo 분말을 지속적으로 공급해왔다.

기술적 문제로 아직 전환되지 못한 고성능 연구로들이다.

이 연구로들의 성능을 유지시킬 수 있는 고밀도 LEU 핵연료(U-Mo 핵연료) 개발을 위해 한국, 미국, 유럽연합, 러시아가 노력하고 있다.

이들 국가 중 한국이 의장직을 맡게 된 것은 그간 NSS 프로세스를 통해 연구로 전환 관련 프로젝트들에 꾸준히 기여한 결과이다.

현재 고밀도 LEU 핵연료 관련 연구는 U-Mo 합금을 중심으로 진행되고 있는데, KAERI는 세계 유일의 상용급 U-Mo 분말 생산 기술인 원심분무 기술을 보유하고 있다. 그러므로 KAERI의 지원 없이는 고밀도 LEU 핵연료 개발이 진행될 수 없다고 해도 과언이 아

니다.

이러한 독보적 기술을 바탕으로, 한국은 연구로 전환을 위한 국제적인 U-Mo 핵연료 개발 프로젝트에서 주도적인 역할을 해왔다.

2012년 서울에서 개최된 제2차 NSS에서 한국, 미국, 프랑스, 벨기에 4개국은 유럽 고성능 연구로의 핵연료 전환을 위하여 고밀도 LEU 핵연료 공동협력사업 추진에 합의하였으며, 이에 대한 후속 조치로 KAERI는 2014년 미국과 벨기에에 총 100 kg의 U-Mo 분말을 공급하였다.

2014년 네덜란드 암스테르담에서 개최된 제3차 NSS에서는 기존 협력에 독일이 추가되어 5개국 간 공동선언을 발표하였고, 한국은 미국이 주도

하는 연구로 전환 프로그램이 끝날 때까지 필요한 U-Mo 핵연료 분말을 지속적으로 공급하기로 합의하였다.

그리고 제4차 NSS에서는 미-일 양국이 일본 교토 대 임계장치(KUCA)를 LEU로 전환하기로 합의하였는데, 한국은 이에 필요한 U-Mo 분말을 일본에 공급하여 핵연료 전환 프로그램에 기여할 예정이다.

이러한 기여를 제공한 결과, 이번 심포지엄에서 일본, 미국, 유럽의 대표들이 모두 기조 발언과 기술발표 세션을 통해 한국의 적극적인 기여에 깊은 사의를 표하고 직접 한국 의장에게 찾아와 감사 인사를 하였다.

한국이 서방세계 선진국들을 대상으로 이 정도의 독보적인 기술적 우위를 차지하고 있는 분야는 많지 않다. 그러므로 한국의 U-Mo 핵연료 기술은 핵안보 관련 국제무대에서 우리나라의 영향력을 강화해주는 강력한 도구이자 외교적 자산이기도 하다.

Big three의 입장

미국의 리더십, 중국의 적극성, 러시아의 독자 노선

HEU 최소화를 가로막는 장애물은 크게 기술적인 문제와 정치적인 문제로 나눌 수 있다. 핵안보의 주체가 국가인 만큼 국가 수준의 정치적 의지의 문제가 기술개발만큼이나 결정적인 요소로 작용한다.

심포지엄 참여국 중 HEU 공급국인 미국, 중국, 러시아에게는 개회 연설 형태로 기조 발언 기회가 주어졌는데 러시아는 미국, 중국과는 명확한 온도 차를 보여주었다.

미국은 핵비확산을 주도하고 NSS를 기획한 국가로서 이번 심포지엄에서도 모든 워킹그룹에 직·간접적으로 참여하며 영향력을 보여주었다. 미국은 1978년부터 연구로 고농축우라늄 감축(RERTR) 프로그램 하

에서 다른 국가들의 HEU 최소화 노력을 기술적, 재정적으로 지원하고 있으며, 이번 심포지엄에서 발표된 대부분의 연구로 전환 사례에 관여하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

중국은 NSS가 출범한 2010년까지만 해도 국제 핵안보 활동에 큰 우선 순위를 두지 않았다. 하지만 IS의 활동이 두드러지고 중국 내 원자력 프로그램이 확대됨에 따라 핵안보 이슈에 점점 적극적으로 참여하는 모습을 보여 주고 있다.

시진핑 중국 국가주석은 2013년 취임 이후 참석한 3, 4차 NSS에서 핵안보 관련 중국의 정책을 적극적으로 소개하고 HEU 최소화를 위한 노력을 지원하겠다고 선언하였다.

특히 4차 NSS에서는 미-중 공동 선언을 통해 긴밀한 협력 추진 의지와 세부 계획을 발표하고, 핵안보 분야 첫 미-중 양자회의를 개최하기도 했다.

NSS 후속으로 중국은 미국과 협력 하에 2016년 3월에 중국 내 HEU 사용 연구로 1기, 2017년 8월에는 중국이 가나에 수출한 연구로 1기의 LEU 전환을 완료하였다.

자국 내에서는 2016년에 핵안보 훈련센터를 설립하고 2017년에 원자력안전법을 제정하여 핵테러 위협 대응을 위한 국제협력에 대한 내용을 포함시키는 등 핵안보 체제를 정비하였다.

안팎으로 핵안보 체제를 강화해 나가고 있는 중국의 행보는 HEU 최소화 움직임에 있어서 매우 긍정적인 요소이다.

반면 러시아 정부는 현재 HEU 최소화를 정책적 우선순위로 두고 있지 않다. 실제로 러시아는 국가 수준의 HEU 최소화 관련 정책을 가지고 있지 않다.

이번 회의에서도 러시아는 기조발언에서 HEU 사용 혹은 LEU 전환은 개별 국가가 결정해야할 주권 사항



이라고 강조하였고, 향후 HEU 최소화 계획에 대한 언급을 하지 않았다.

러시아가 전 세계 HEU 사용 민간 원자력시설의 40%를 보유하고 있고 1988년에 중단했던 HEU 생산을 2012년에 재개한 상황으로, 러시아의 참여 없이는 핵안보의 핵심인 HEU 제거라는 최종 목표에 도달할 수 없다. 이러한 이유로 워킹그룹별 보고 및 발표에서도 러시아의 협력 필요성이 여러 차례 언급되었다.

NSS가 출범하던 2010년 전후의 시기까지만 해도 핵안보 분야 미-러 협력 관계는 긍정적인 기류를 보이고 있었다.

2009년에 양국 정상은 핵비확산 및 핵안보에 대한 공동 선언에서 HEU 최소화를 위한 협력 계획을 발표하였다. 이에 대한 후속조치로, 미-러 양국은 러시아 내 연구로 6기에 대한 LEU 전환 타당성 검토를 수행하였고, 첫 번째 타자로 ARGUS 연구로에 대한 전환이 2014년 7월에 완료되었다.

이전까지 러시아의 HEU 최소화 노력은 주로 구소련/러시아가 공급한 해외의 연구로를 대상으로 이루어졌기 때문에 자국 연구로의 전환은 의미 있는 움직임이었다.

하지만 2014년 3월 우크라이나 사태에 이은 국제사회의 대(對)러시아 제재로 미-러 관계가 악화되면서 그 이후 협력은 보류되었다. 러시아는 워싱턴DC에서

열린 4차 NSS에 불참하면서 악화된 관계에 썩기를 보였다.

맺는 말

핵안보 관련 이슈에서 국제 공조가 강조되는 것은 핵테러 위협에 단일 국가 단위로 대응할 수 없기 때문이다. 비국가행위자가 특정 국가에서 취득한 핵물질로 어느 국가에서 테러를 일으킬지는 전혀 알 수 없다.

이러한 불확실성에 대응하기 위해 네 차례에 걸친 NSS에서 참여국들은 구체적인 이행 방안들을 제시하고, 국제연합(UN), IAEA, 유럽연합(EU), 국제형사경찰기구(INTERPOL) 등 국제기구의 참여를 통해 실제 공조의 체계를 세우고자 노력했다.

이번 HEU 최소화 심포지엄이 참여국들에게 NSS 이후의 성과를 검토하고 향후 추진할 사항들에 대한 논의의 장을 제공한 만큼, 앞으로 국제 사회는 미진한 부분과 보완할 점들에 대해서 지속적인 국제 공조를 통해 기술적인 문제들을 해결해 나가고 정치적 모멘텀을 유지해 나가야 할 것이다.

한국이 앞으로 국제 사회에서 HEU 최소화에 획기적으로 기여한 국가로 기억될 수 있도록 KAERI는 연구로 전환을 위한 기술 개발의 선두주자로서 상용 U-Mo 핵연료 개발 및 관련 국제 협력을 주도적으로 이끌어 나갈 것이다. 