

Assessment of Potential Impacts of the Proposals for Multilateralization of Nuclear Fuel Cycle

핵연료주기 다자화 제안의 잠재적 영향 평가

Joo Hyun Moon¹⁾

Dongguk University, 707 Seokjang-dong, Gyeongju, Gyeongbuk

문주현¹⁾

동국대학교, 경상북도 경주시 석장동 707

(Received August 16, 2010 / Revised September 13, 2010 / Approved September 28, 2010)

Abstract

Recently, there have been grave concerns that the anticipated increase in the use of nuclear energy worldwide could result in dissemination of sensitive nuclear technologies. To meet the increase in nuclear energy demand and strengthen the non-proliferation regime simultaneously, the various proposals for 'multilateralization of nuclear fuel cycle' have been widely suggested. Those proposals are expected to have serious impacts on our country, if they has come true. In this paper, therefore, the 12 existing proposals were reviewed and assessed for their potential impacts on our country, in order to help prepare the appropriate measures responding to the international attempt of 'multilateralization of nuclear fuel cycle'.

Key words : Sensitive nuclear technologies, Non-proliferation, Nuclear fuel cycle, Multilateralization

요 약

최근 전 세계적인 원자력 수요 급증으로 민감 기술의 확산에 대한 우려가 커지고 있다. 원자력 수요 증가에 대처하면서 핵비확산체제를 강화하기 위해, 다수의 '핵연료주기 다자화' 방안이 제안되었다. '핵연료주기 다자화' 방안이 실현될 경우, 우리나라에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 '핵연료주기 다자화' 움직임에 대해 우리나라의 적절한 대응책 마련에 도움을 주기 위해, 12가지 기존의 '핵연료주기 다자화 방안'을 검토하고, 우리나라에 미칠 잠재적 영향을 평가하였다.

중심단어 : 민감 기술, 비확산, 핵연료주기, 다자화

1) Corresponding Author. E-mail : jhmoon86@dongguk.ac.kr

I. 서론

최근 지구온난화와 화석연료 고갈 우려에 따라, 친환경에너지원인 원자력의 수요가 전 세계적으로 급증하고 있다. World Nuclear Association(WNA)에 따르면, 원자력 발전량은 2009년 현재 372 GW(e)에서 2060년 최소 1,140에서 최대 3,688 GW(e)까지 증가할 것으로 예상되고 있다[1]. 이러한 원자력 수요 증가는 기존 원자력 이용국가의 시설 용량 확대뿐만 아니라 다수 국가가 원자력을 신규 도입하고자 하는데 기인하고 있다.

원자력 신규 도입 희망국가 중 다수 국가가 핵연료주기 시설과 기술을 자체 확보하고자 하고 있어, 민감 기술, 즉 농축 농축과 사용후핵연료 재처리 기술의 확산에 대한 우려가 커지고 있다. 이 때문에 2003년 엘바라데이 전 IAEA 사무총장은 'Economist' 紙 기고문을 통해 원자력 수요 증가에 대처하고 핵확산 우려를 차단하기 위한 방안으로서 '핵연료주기 다자화(Multilateralization)' 를 주장하였으며, 그 이후 3~4년간 민감 기술 확산 방지를 위한 다양한 다자간 핵연료주기 서비스 및 핵연료 공급보장 방안이 제안되었다.

그 후 약간의 소강상태가 있었으나, 최근 원자력 르네상스의 경향이 뚜렷해지고 이란 핵문제가 국제사회 현안으로 떠오르면서, 핵비확산 체제 강화방안의 일환으로 '핵연료주기 다자화' 방안에 대한 국제적 논의가 본격화될 기미가 보이고 있다. 그간 제안된 다수의 방안은 이행단계까지 도달하기에는 넘어야 할 기술적·제도적 장애물이 많아서 구상단계에서 그치고 말았지만, 원자력기술선진국을 중심으로 '핵연료주기 다자화'에 대한 국제적 논의를 이끌어가고자 하는 움직임이 있음에 따라, 언젠가는 실행력을 갖춘 다자화 방안이 도출될 가능성을 배제할 수 없게 되었다.

가까운 시일은 아니나 '핵연료주기 다자화'가 실현될 경우, 원자력 이용이 활발하면서도 핵연료 원료물질을 100% 수입하고 있는 우리나라로서는 에너지안보 측면에서 상당한 영향을 받을 수밖에 없다. 또한 원전 수출에 있어서도 긍정적이든 부정적이든 영향을 받을 수 있다. 따라서 과거 제안되었던 '핵연료주기 다자화 방안'을 철저히 분석하여 우리나라 실정을 반영한 적절한 대응논리와 대응책을 마련하는 한편, 나아가 우리가 주도 가능한 방안을 수립하여 선제적으로 제안함으로써 '핵연료주기 다자화'에 대한 논의구조를 우리나라에 유리한 쪽으로 전환시킬 필요가 있다. 이러한 측면에서 본 논문에서는 '핵연료주기 다자화' 움직임에 대해 우리나라의 적절한 대응논리 개발에 도움을 주기 위해, 과거 제안된 '핵연료주기 다자화 방안'을 조사·분석하고, 우리나라에 미칠 잠재적 영향을 평가하였다.

II. 핵연료주기 다자화 방안

본 절에서는 2003년 엘바라데이 전 IAEA 사무총장의 기고와 IAEA 전문가 그룹의 "핵연료주기 다자화 접근법" 제안 이후 수년 간 개별 국가, 국가 연합, 세계 원자력산업계 및 국제기구 등에서 제안한 12가지 '핵연료주기 다자화' 방안을 검토하였다. 각 방안의 제안시기에 따라 정렬하였으며, 각 제안의 핵심내용을 중심으로 정리하였다.

가. Reserve of Nuclear Fuel

2005년 9월 제49차 IAEA 총회에서 미국은 우라늄 공급국과 IAEA에 "(우라늄) 공급 실패 시, 이를 해결할 수 있는 신뢰할 만한 메커니즘을 창설할 것"을 촉구하며, "이 메커니즘 지원을 위해, 농축 및 재처리를 포기한 국가에게 핵연료 공급보장을 확실하게 지원할 수 있도록 17톤의 고농축우라늄 (HEU)을 저농축우라늄 (LEU)으로 변환할 것을 약속하겠다."고 발표하였다[3].

나. Global Nuclear Power Infrastructure (GNPI)

2006년 1월 푸틴 러시아 대통령은 "핵비확산체제의 확실한 준수를 강조하면서, 모든 관심 있는 국가가 원자력에 공평하게 접근할 수 있는 기회를 가질 수 있는 국제 원자력인프라를 창설하자"고 제안하였다. 여기서 언급된 국제 인프라의 핵심이 "농축을 포함한 핵연료주기 서비스를 비차별적이며 IAEA 통제 하에서 제공하는 국제 센터"이다[4].

다. Global Nuclear Energy Partnership (GNEP)

2006년 2월 미국 에너지성 장관은 자국과 세계의 에너지 안보를 증진하고, 청정 개발을 촉진하며, 핵확산 위험 감소와 환경 개선을 위한 포괄적 전략으로서 GNEP을 발표하였다. GNEP은 국내 요소와 국제 요소로 구분할 수 있는데, 국내 요소는 미국 원자력의 미래, 즉 인허가 획득이 가능한 원자로의 종류와 사용후핵연료 문제 해결방법에 초점을 맞추고 있다. 한편 국제 요소의 핵심은 원자력기술선진국으로 구성된 컨소시엄이 농축과 재처리와 같은 민감 기술의 자체 개발을 포기한 국가에게 핵연료 서비스와 원자료를 공급하는 것으로 요약할 수 있다[5].

라. World Nuclear Association Proposal

2006년 5월, AREVA(프랑스), Tekhshnabeksport(러시아), URECO(독일, 네덜란드, 영국), 그리고 USEC(미국) 등 4개 주요 농축공급사의 대표가 포함된 WNA 실무그룹은 우라늄 및

농축서비스 공급보장을 강화하기 위한 3단계 메커니즘을 제안 하였다. 이 메커니즘은 1) 기존 시장에 의한 기본적인 공급보장, 2) 정부와 IAEA의 지원을 받는 농축회사들에 의한 집단적 공급보장, 3) 정부의 농축우라늄의 비축으로 구성되어 있다.

이 제안의 개념은 원자로의 '다중방호 (Defence in depth)' 와 유사한 '다중 보장 (Guarantee in depth)' 개념으로서, 정상적인 상황에서는 1단계의 공급 보장이 이루어지고, 정치적 이유 등으로 인해 공급이 중단될 경우 2단계가 적용되며, 발생 가능성이 희박하지만 최후의 대안으로서 농축회사의 재고가 더 이상 없을 때 3단계가 적용된다. 한편 WNA 실무그룹은 어떠한 공급보장방안도 기존 시장을 대체해서는 안 되며, 공급 실패 시 보완하는 보조수단이어야 함을 강조하고 있다[6].

마. Six-Country Concept

2006년 6월, 상업적 우라늄농축 플랜트를 운영하는 프랑스, 독일, 네덜란드, 러시아, 영국, 미국 등 6개국은 국제 시장에 의존하는 국가에게 핵연료 공급을 보장하기 위한 방안으로서 '핵연료에 대한 신뢰할만한 접근을 위한 다자간 메커니즘에 대한 개념' 을 제안하였다. 이 개념은 WNA 제안의 변형으로서, 다음과 같은 2단계로 구성되어 있다. 첫 번째 '기본 보장' 단계에서는 국제 시장에서 공급자를 구하고 민감 핵주기 활동을 추구하지 않기로 결정한 수요국가에게 공급 중단이 일어난 경우, 농축우라늄 공급국가들이 상호 대체하여 공급하기로 동의한다. 두 번째 '저장' 단계에서는 "기본 보장" 단계가 실패할 경우, 참여국가가 저농축우라늄의 가용한 실제적 또는 가상적 저장분을 제공한다. 이 제안은 국가에게 농축 및 재처리 기술 포기를 요구하지는 않지만, 이 제안에 참여할 수 있는 국가를 농축 및 재처리 능력이 없는 국가로 한정하고 있다[7].

바. IAEA Standby Arrangements System

2006년 9월 일본은 " 'Six-Country Concept' 가 상업 목적의 민간 핵기술 사용 권리를 제한할 수 있고, 선행핵연료 주기 전체를 포괄하지 못하고 있다" 고 우려하고, "공급실패시의 대응만이 아니라 실패를 예방하기 위한 활동이 필요하다" 고 강조하면서, "공급실패 예방을 위한 조기 경보시스템 도입" 을 제안하였다. 이 시스템은 IAEA에 의해 운영되며, IAEA 회원국이 자국의 우라늄 채광, 저장, 변환, 농축 및 핵연료 가공 능력에 대해 자발적으로 제공한 정보를 데이터베이스 형태로 관리하고, 수요국에 배포하여 공급실패가 일어나지 않도록 한다[8].

사. Nuclear Threat Initiative (NTI) Nuclear Fuel Bank

2006년 9월 NTI는 "다른 방안이 실패할 경우, IAEA의 접근

및 통제가 가능하게 저농축우라늄을 비축할 수 있도록 IAEA에 5천만 달러를 기여하겠다" 는 제안을 하였다. 이 제안을 하면서, 제안 시점으로부터 2년 내에 "1) IAEA가 저농축우라늄 비축을 승인하는데 필요한 조치를 취할 것, 2) IAEA 회원국 중 1개국 이상이 1억 달러 또는 이에 상응하는 LEU를 추가로 기여할 것" 이라는 단서조항을 달았다. NTI는 핵연료 은행의 구조, 위치, 접근 조건 등 동 방안의 모든 다른 요소는 IAEA와 회원국의 결정에 따르기로 하였다. 2007년 12월 미국 의회는 5천만 달러의 기여를 승인하였으며, 2008년 2월 노르웨이는 5백만 달러를, 같은 해 8월 UAE는 1천만 달러를, 12월에는 EU가 25백만 유로를, 그리고 2009년 3월 쿠웨이트가 10만 달러 제공을 약속하였다[9-10].

아. Enrichment Bonds

2007년 5월 영국은 "IAEA가 특정 조건을 만족했다고 결정할 경우, 국가 농축공급자들이 농축서비스를 제공하는 것을 차단하지 않으며, 수출 보장을 위한 사전 동의를 제공하는 '보증(Bonding)' 원칙" 을 제안하였다. 독일과 네덜란드는 영국과 협력하여 '농축 보증' 개념을 발전시키고 있으며, 최근 이 제안의 명칭을 '핵연료 보장 (Nuclear Fuel Assurance) 제안' 으로 변경하였다[11].

자. International Uranium Enrichment Centre

Putin 러시아 대통령이 앞서 제안한 GNPI 창설의 첫 번째 실행단계로서, 2007년 1월과 5월에 러시아는 참여국의 우라늄농축시설에 대한 접근을 보장하기 위해 Angarsk에 모델 국제우라늄농축센터(IUEC)를 설립할 것을 제안하였다. 2007년 5월 10일 러시아와 카자흐스탄이 IUEC 기본 틀에서 최초의 협정을 서명하였다. 또한 2007년 6월, 러시아는 IAEA 회원국이 이용할 수 있도록, IAEA 후원 하에 120톤의 LEU를 비축할 것을 제안하고, 안전조치를 취한 상태에서 Angarsk에 저장하였다[12].

차. Multilateral Enrichment Sanctuary Project

2007년 5월 독일은 "시장에서 신규 공급자로서 상업적 기반을 지니며 IAEA 통제 하에 운영되는, 치외법권적 지위 (Extra-territorial status)를 갖는 다자간 우라늄 농축 센터를 창설하자" 고 제안하였다. 독일은 이 제안을 '다수의 관심 국가에 의해 유치국가 내에 치외법권적 지위로 설립되고, IAEA에 의해 감독을 받으며, 다국적 상업 컨소시엄이 소유 및 운영하는 다자간 농축시설' 에 대한 '다자간 농축 보호구역 프로젝트 (Multilateral Enrichment Sanctuary Project, MESP)' 로 발전시

켰다[13-15].

카. Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle

2007년 5월 오스트리아가 Two-track 다자간 메커니즘을 제안하였다. 첫 번째 트랙은 현재의 IAEA 안전조치 의무 이상으로 국제적 투명성을 극대화하는 것이다. 이를 위해 모든 국가는 기존 핵프로그램, 개발 계획 및 활동, 핵물질, 장비 및 관련 기술의 모든 거래 내용을 신고하고, 이 신고내용은 IAEA를 통해 교환한다. 두 번째 트랙은 가장 민감한 핵기술들, 특히 농축 및 재처리 기술에 대한 공평한 접근과 통제가 가능하도록, 핵연료 은행 후원 하에 모든 핵연료 거래가 이루어지도록 한다[16].

타. Nuclear Fuel Cycle (non-paper)

2007년 6월 EU는 여러 가지 핵연료 공급 옵션을 고려할 때, 유연하게 접근하는 것이 필요하다는 것을 주목하고, 핵연료 공급의 신뢰성 측면에서 다자간 메커니즘을 평가할 수 있는 기준을 제시하였다. EU가 제시한 평가기준은 다음과 같다[17].

- 핵확산저항성: 민감 핵기술의 우발적 유출 최소화
- 공급의 보장성: 장기 공급계획의 신뢰성
- 동등한 의무와 권리의 일관성: 사기업, 공급 국가, 소비 국가와 IAEA의 의무
- 시장의 중립성: 기존 시장의 기능을 불필요하게 교란 또는 간섭하지 않을 것

Ⅲ. 다자화 방안의 잠재적 영향 평가

가. 핵연료주기 다자화 방안의 특징

현재까지 제안된 다자화 방안의 핵심은, 단기적으로 NTI의 핵연료은행, Six-country concept 등과 같이 핵연료 공급보장 체제를 구성하고, 장기적으로 농축과 재처리 및 폐기물 관리를 개별 국가에서 다자간 운영체제로 전환하는 것이다. 앞서 살펴본 12가지 방안은 궁극적 목표는 유사하나 제안국가나 기관의 이해관계에 따라 단기적 목표, 범위, 대상, 이행에 도달하기까지 필요한 시간 등이 각각 다르다. 12가지 방안의 목표, 방법, 메커니즘, IAEA 역할 등을 <표 1>에 요약하였다[18]. 그러나 다자화라는 큰 틀에서 보면 다음과 같은 몇 가지 공통점을 찾을 수 있다.

- 어떠한 다자화 체제도 기존의 핵연료주기 서비스(우라늄 농축 및 핵연료 공급 등) 시장의 훼손이나 교란을 원하지 않는다. 다수의 제안은 정치적 이유 등으로 인해 상업적

우라늄 공급 활동이 중단된 경우에만 작동되는 보조 수단을 두는 '심층 방어' 개념을 채택하고 있다.

- 대다수 제안은 핵연료주기 다자화의 단계적 이행을 가정하고 있다. 또한 저농축 우라늄과 연료의 공급 등 선행 핵연료주기 측면에 초점을 맞추고 있다. 그러나 사용후핵연료의 재처리, 재사용 또는 처분 문제에 대해서는 상대적으로 소홀히 다루고 있다.
- 어떤 제안도 세계 각국의 모든 입장을 고려할 수 없고 파생되는 기술적 문제를 완전하게 해결할 수 없으므로, 핵연료 주기 다자화의 성공적 이행은 체제 적용의 유연성에 달려있다고 보고 있다.

상기 12가지 방안은 안정적 에너지공급과 핵비확산체제의 강화라는 공통의 목표를 지향하고 있으나, 두 가지 치명적 한계 때문에 다수 국가의 자발적 참여와 호응을 얻지 못하고 있다.

첫째, 12가지 방안의 대부분은 전 세계 국가를 핵주기서비스 공급국과 소비국으로 이분하고, 공급국 입장에서 핵비확산성 논리를 강조하고 있다. 이들 구상은 민감 핵주기 관련 기술의 확산을 방지하고 원자력의 평화적 이용을 촉진한다는 데 의의가 있으나, NPT에서조차 보장하고 있는 핵비보유국의 원자력의 - 비록 민감 기술이기는 하나 - 평화적 이용 권리를 제한하고, 핵비보유국(엄밀하게 말하면 핵주기서비스 소비국)의 민감 기술에 대한 접근을 원천적으로 차단하려는 의도를 드러내고 있다. 이 때문에 다자화 체제가 이행될 경우, 이 체제는 핵주기서비스 소비국의 민감 기술에 대한 진입장벽으로 작용하여, 전 세계 국가를 핵주기서비스 공급국과 소비국으로 이분하여 고착화시키는 불평등 체제로 탈바꿈할 소지가 다분하다. 이 때문에 다자화 방안에 대하여 농축/재처리시설을 보유한 국가들은 지지입장인 반면, 그렇지 않은 국가들은 자국의 원자력의 평화적 이용 권리를 침해할 수 있다는 이유를 들어 반대 또는 소극적 입장을 보이고 있다.

둘째, 12가지 다자화 방안 모두 핵주기서비스 소비국의 민감 기술 포기에 대한 대가로서 충분한 보상을 제시하지 못하고 있다. 앞서 언급하였듯이 대부분의 방안은 우라늄과 농축서비스 공급보장을 민감 기술 포기의 대가로 제시하고 있는데, 대다수의 소비국이 불만족하고 있다. 왜냐하면, 국제 우라늄 및 농축서비스 시장은 그간 상당히 신뢰성 있게 운영되어 왔으며, 현재까지 원자력발전에 지장을 초래한 공급실패 사례도 없었다. 따라서 대다수 소비국은 기존 시장에서도 우라늄과 농축서비스를 충분히 확보할 수 있는데, 굳이 민감 기술을 포기하면서까지 다자화 체제를 수용할 필요성을 하등 느끼지 못하고 있는 것이다. 따라서 다자화 방안이 성공적으로 이행

Table 1. Synopsis of the proposals for multilateralization of nuclear fuel cycle

| 제안 | 목표 | 방법 | 메커니즘 | 자격 | IAEA 역할 | 산업계 역할 | 예상 문제점 |
|------------------------------|--|--|---|---|--|------------------------------------|--|
| 미국의 핵연료 비축 제안 (2005.9) | -신뢰할만한 연료 공급의 보장 지원 | -고농축 우라늄을 저농축 우라늄으로 전환하여 비축 | -특정 메커니즘 없으며, 기존 미국의 저농축 우라늄 공급 메커니즘과 동일 | -미국 국내법을 준수하는 모든 소비국 | -역할 없음 | -고농축 우라늄을 저농축으로 변환 | -미국 통제 하에 놓인 비축분으로 인해 일부 소비국의 선호도 반감 |
| 러시아의 국제 원자력 인프라 (2006.1) | -세계 에너지 안보에 있어서 원자력 발전의 역할 확대 -핵비확산체제를 강조하면서 선행 및 후행 핵주기에 동등 접근 기회 제공 | -IAEA 통제 및 평등에 기초하여 핵연료 주기 서비스를 제공하는 국제 센터 | -핵비확산 체제 하의 시장에서 모든 나라에게 동등한 접근 기회 제공 | -참여국은 핵비확산 체제를 준수 | -설립된 국제 핵연료 센터의 통제 및 안전 조치 | -국제 핵연료주기 센터의 관리와 운영 | -세부적 사항은 논의된 바 없음 -선행핵주기를 강조하며, 후행 핵주기에 대한 구체적 제안 없음 |
| 미국의 GNEP (2006.2) | -미국에서의 원자력 발전 확대 -방사성폐기물 처분 문제 해결에 도움 -핵비확산 목표의 진전 -국가에게 선행 및 후행 핵연료 주기 서비스의 제공 | -새로운 핵확산 저항성 기술을 이용하여 제한된 수의 공급 국가가 선행 및 후행 서비스 제공 | -기존 및 신규 농축 시설의 이용 -핵확산저항성이 개선된 재처리 기술 개발 -공급자가 사용후핵연료 처리를 책임짐 | -농축과 재처리를 포기한 국가 | -안전조치의 적용 | -선행 및 후행 핵주기 서비스 수행 | -새로운 기술들의 장주기 개발에 대한 성공과 실패에 대한 책임 -민감한 핵기술의 핵확산 위험성 -사용후핵연료 처리에 대한 정치적 의지의 부족 |
| WNA 제안 (2006.5) | -농축서비스에 있어서 기존 시장 메커니즘의 안보 증진 | -우라늄 농축 서비스 제공 | -3단계 1: 기존 시장 2: 집단 공급 보장 3: 정부의 LEU 비축분 | -IAEA가 승인한 나라들 (1): 국제적인 안전 조치 수행 (2): 농축시설 포기 약속 | -예비 공급에 대한 "triggering" 메커니즘의 승인 -참여가 가능한 소비 국가에 대한 평가 | -농축 계약의 수행 -2단계 시스템 하에 예비공급 | -모든 공급자에 대하여 복잡한 동의를 요구 -농축회사들의 계약을 정부가 지원하지 않을 수 있음 -인센티브 부족 |
| Six-Country Concept (2006.6) | -농축 서비스 또는 농축 우라늄의 신뢰할만한 공급 보장을 위한 방법 마련 | -우라늄 농축 서비스 공급 | -여러 단계의 방법 1: 기존 시장 2: IAEA와 상호 상업적 예비를 통한 연료 보장 메커니즘 3: LEU 비축분 | -IAEA가 승인한 나라들 (1): 포괄적인 안전 조치 규정과 추가의 정서 수행 (2): 국제적인 원자력 안전 및 안보 기준을 받아들임 (3): 민감 핵주기 활동을 하지 않음 | -새로운 공급 시스템을 활성화하기 위한 '브로커' 역할 -참여가 가능한 소비 국가에 대한 평가 -IAEA의 LEU 비축분 관리 및 소유 가능 | -농축 계약의 수행 -2단계 예비 시스템 하에 예비 공급 | -예비 메커니즘에 대한 허가 기준이 너무 엄격함 -예비 LEU 비축분의 통제에 관한 IAEA의 역할 부족 -인센티브 부족 |
| IAEA 예비 조치 시스템 (2006.9) | -우라늄 농축 외에 선행 서비스의 포함 -우라늄 공급 시장 실패의 예방 -공급 국가들의 숫자 확대 | -선·후행 서비스의 제공 | -다음을 포함 (1)매년 갱신되는 각국의 공급 용량 리스트 (2)가상의 선행 핵연료 주기 은행 | -IAEA의 안전협정을 위반한 적이 없는 모든 IAEA 회원국 | -특정 년도에 원하는 서비스 공급이 가능한 공급국과 소비국간의 "match maker"의 역할 | -선행 서비스 공급 계약의 수행 | -민감한 핵기술의 핵확산 위험성 |
| IAEA 핵연료 은행 (2006.9) | -핵연료 국제적 공급 보장 | -정치적인 고려나 차별성 없는 LEU 공급 | -IAEA에 의해 소유되고 운영되는 LEU 비축분 | -비핵확산 의무를 충족하는 국가들 -상세 기준은 회원국과 IAEA에 의해 결정 | -LEU 비축분의 관리, 통제 및 안전조치 | -LEU 비축분을 제공 | -기한이 연장되지 않을 수 있음 -핵심사항(비축분 내용, 위치, 접근기준, 안전 및 수출관리 기준, 연료 가격 등)이 결정되어야 함 |
| 농축 보증 제안 (2007.5) | -국가가 정치적인 이유로 공급 계약을 멈출 수 없도록 추가적인 보장 | -우라늄 농축 서비스 | -농축 채권: 공급국가가 소비국에 대한 공급 수출을 보장하도록 하는 공급국, 소비국, IAEA간의 협정 | -IAEA가 승인한 나라들 (1): 포괄적인 안전 조치 규정과 추가의 정서 수행 (2): 국제적인 원자력 안전 및 안보 기준을 받아들임 (3): 공급된 핵물질을 평화적으로만 사용하고 확산시키지 않음 | -규제자로서 역할 -LEU를 수출하기 위한 요건을 충족시키는가에 대한 최종 결정 | -농축 계약 수행 | -소비국가에 대한 조건이 너무 엄격 |
| IUEC (2007.1, 5) | -우라늄 농축 서비스에 대한 비차별적이고 보장된 접근의 제공 | -우라늄 농축 서비스 | -이해당사자에게 기술적 접근이 되지 않은 IAEA 안전조치 하에 "시장 중립적인" IUEC | -수립된 핵비확산성 기준을 충족시키는 모든 IAEA 회원국 | -IUEC에 의해 소유된 핵물질에 대한 안전 조치의 적용 -LEU의 저장 안전조치의 통제 | -농축 계약 수행 -LEU 비축분 제공 | -IAEA와 러시아 간의 협정이 맺어지지 않음 -인센티브 불충분 |
| MESP (2007.5) | -연료공급에 대하여 상업적으로 실행가능하고 정치적으로 중립적인 핵연료 옵션의 제공 | -우라늄 농축 서비스 | -IAEA에 의해 소유되고 운영되는 LEU 비축분 | -NPT 의무를 지키는 모든 NPT 회원국들 | -영토의 영역에서의 관리자 -우라늄농축공장의 관리자 -핵비확산성 기준에 따른 LEU 공급의 결정 | -농축 공장의 소유 및 운영 | -Host 국가를 찾기 어려움 -수많은 정치적, 법적, 실질적 문제들이 해결되지 않음 |
| 핵연료주기의 다자화 (2007.5) | -핵연료 주기의 다자화 증진 | -모든 농축 및 재처리 시설과 핵연료 공급활동을 다자간 통제 하에 둠 | -농축 채권: 공급국가가 소비국에 대한 공급 수출을 보장하도록 하는 공급국, 소비국, IAEA간의 협정 | -모든 국가가 참여 가능 -구체적이고 엄격한 기준은 없음 | -핵연료은행의 창설 및 관리자 | -농축 계약의 수행 | -상세기준들이 적용되지 않았음 -농축과 재처리 시설 다자화로 전환시의 어려움(국가적 관심: 정치적, 재정적, 법적 장애물, 안보 문제 등) |

하기 위해서는 핵주기서비스 수요국이 민감 기술 포기에 상응한다고 생각할 수 있는 다른 보상을 제안하거나, 핵주기서비스 공급국이 그동안 누리던 특권을 포기하는 선택을 해야 할 것이다.

나. 다자화 방안 이행시 우리나라에 대한 잠재적 영향 및 대응방안

핵연료주기 다자화 방안이 가까운 미래에 이행될 것이라 예상되지는 않지만, 실현이 되었을 때, 우리나라에 미치는 영향은 상당할 것이다. 첫째, 에너지안보의 대외 의존도가 더욱 심화될 수 있다. 현재도 우리나라는 핵연료 원료물질을 100% 해외에서 수입하고 있으나, 계약자 분산, 계약방법의 다양화 등을 통해 우리나라 공급실패의 위험을 분산할 수가 있었다. 하지만 다자화 체제가 이행되고 우리나라가 그 체제에 편입될 경우, 소수 우리나라 공급자로 이루어진 공급 카르텔에 우리나라의 우리나라 및 농축서비스 수급을 전적으로 의존하게 됨으로써, 장기적 관점에서 공급의 지속성 및 가격 측면에서 매우 불리한 상황에 놓일 가능성이 높다. 다자화 체제 초창기에는 많은 수의 국가를 참여시키기 위해, 현재 시장가격에 비해 저렴하거나 비슷한 가격으로 우리나라 및 농축서비스가 제공될 가능성이 높으나, 그 체제가 안정화되어 과점 상태의 공급시장이 형성되었을 때에 그러한 가격 및 공급정책이 유지될 수 있을 것인가에 대해서는 쉽게 낙관할 수 없기 때문이다.

둘째, 원전 수출경쟁력에 영향을 미칠 수 있다. 원전 수출시 핵연료 공급보장이 수반되어야 한다. 다자화 체제 이행 시, 우리나라는 독자적인 핵연료 공급이 가능한 다른 원전수출국, 특히 미국, 러시아, 프랑스 등 핵주기서비스 공급국에 비해 상당히 불리한 위치에 놓이게 될 것이다. 원전수입국은 핵주기서비스 공급국이 원전과 함께 제시하는 핵연료 및 사용후핵연료 관리 서비스 등의 조건을 선호하게 될 가능성이 높으므로, 우리나라가 이들 국가와 경쟁하기 위해 불합리한 계약조건을 감수해야 할 것이다. 설사 원전을 수출한다 해도, 우리나라가 핵연료를 공급할 수 없으므로, 원전수출 이후 핵연료 공급에서 얻을 수 있는 수익을 기대하기 힘들어지게 된다.

셋째, 원자력 이용 확대에 지장을 줄 수 있다. 사용후핵연료 처리 및 처분 서비스는 선행 핵주기 서비스와 달리 풀어야 할 제도적, 기술적 문제가 많기 때문에, 기존의 다자화 방안에서도 선불리 후행 핵주기 서비스를 해주겠다는 제안을 하지 못하고 있다. 우리나라가 다자화 체제에 가입하면서 사용후핵연료 재활용 기술 개발을 포기할 경우, 원전으로부터 방출되어 누적되는 사용후핵연료 처분이 큰 문제가 될 수 있다. 현재 우리나라는 사용후핵연료를 건식 처리하여 최종 처분 양과 방사

성 독성을 저감하고자 하고 있는데[19-20], 이 처리기술 개발을 포기하게 되면 막대한 양의 사용후핵연료를 어디에 어떻게 처분해야 할지 심각한 문제가 야기될 것이다. 완벽한 후행 핵주기 서비스가 제공되는 다자화 체제가 아니면, 에너지안보와 온실가스 저감을 위해 원자력 이용확대를 추구해온 정부의 에너지정책은 심각한 난관에 봉착하게 될 것이다.

그렇다면 우리나라가 다자화 체제에 가입하지 않을 수 있을까? 다자화 체제가 이행되고 많은 국가가 다자화 체제에 가입했을 때, 언제까지 우리나라가 그 체제에 가입하지 않고 버틸 수 있을까? 만약 미국, 프랑스, 러시아 등 강대국 중심으로 핵연료주기 다자화체제가 출범하고 원자력 이용이 활발한 우리나라가 이 체제에 가입하지 않고 있을 때, 우리나라를 이 체제에 끌어들이려는 국제사회의 유무형의 압력은 엄청날 것이다. 국가 경제의 대외 의존도가 큰 우리나라는 다자화 체제에 대한 가입 시기를 늦출 수 있어도 언젠가는 그 체제에 가입하지 않을 수 없을 것이다.

따라서 '핵연료주기 다자화' 가 거스를 수 없는 시대적 흐름이라면, 우리나라는 여러 방안을 철저히 검토하여 우리나라에 가장 유리한 체제가 출범될 수 있도록 국제적 논의를 주도하거나, 우리나라가 공급국 지위에서 참여할 수 있는 다자화 방안을 직접 고안하여 제안하는 등의 선제적 대응을 해나가야 한다. 이러한 측면에서, 우리나라가 '핵연료주기 다자화' 방안을 검토하여 최적 방안을 도출할 때, 최소한 <그림 1>과 같은 요소, 즉 핵비확산체제, 경제성, 국내 정치 및 국제 정치 측면에 대해 심층 평가가 이루어져야 한다. 또한 우리나라의 국익을 극대화시킬 수 있는 다자화 방안을 고안하여 국제사회에 제안할 필요가 있다. 예를 들면, 우리나라 일정 지역을 '치외법권 지역'으로 지정하고 연구시설을 건설한 후, 이곳에서 미국과 우리나라를 포함한 다수 국가의 연구진이 참여하여 사용

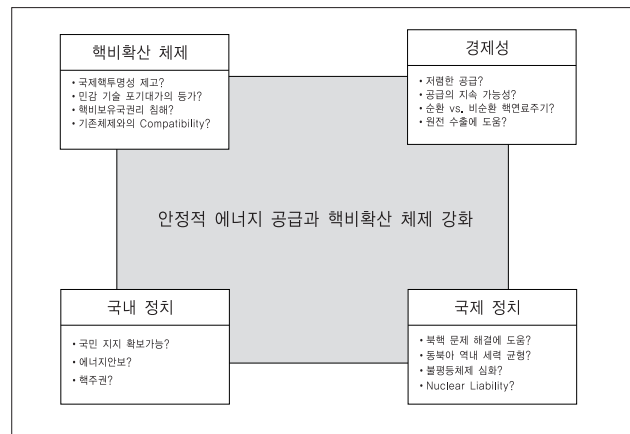


Fig. 1 Elements for evaluating the proposals for multilateralization of nuclear fuel cycle

후핵연료 건식처리 기술을 개발·실증하는 것이다. 추후 기술 개발 성공 시, 이지역에 다자간 상업용 건식처리시설을 건설하여 이곳에서 우리나라의 사용후핵연료를 처리하는 것이다.

지금까지 '핵연료주기 다자화' 방안에 대해 살펴보았다. 아직까지 출범이 가시권에 들어온 다자화 방안은 없다. 하지만 원전 건설이 붐을 이루는 '원자력 르네상스'가 현실화될 경우, '핵연료주기 다자화'에 대한 국제적 논의가 급물살을 탈 가능성이 매우 높다. 따라서 안정적 에너지 공급과 경제성장을 위해 원자력 이용확대를 추구하는 우리나라로서는 국제적인 '핵연료주기 다자화' 논의가 우리에게 유리한 방향으로 흘러갈 수 있도록 적극 노력해 나가야 한다.

감사의 글

본 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 원자력연구개발사업으로 지원받았습니다.

참고문헌

- [1] World Nuclear Association, "WNA Nuclear Century Outlook Data" (2009)
- [2] Mohamed ElBaradei, "'Towards a Safer World'", The Economist (2003)
- [3] IAEA, Communication dated 28 September 2005 from the Permanent Mission of the United States of America to the Agency, document INFCIRC/659 (2005)
- [4] IAEA, Communication received from the Resident Representative of the Russian Federation to the Agency transmitting the text of the Statement of the President of the Russian Federation on the Peaceful Use of Nuclear Energy, INFCIRC/667 (2006)
- [5] "Fact Sheet on the Global Nuclear Energy Partnership", United States Mission to International Organizations in Vienna
- [6] World Nuclear Association, "Ensuring Security of Supply in the International Nuclear Fuel Cycle" (2006)
- [7] IAEA, Communication dated 31 May 2006 received from the Permanent Missions of France, Germany, the Netherlands, the Russian Federation, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland and the United States of America, document GOV/INF/2006/10 (2006)
- [8] IAEA, Communication received on 12 September 2006 from the Permanent Mission of Japan to the Agency concerning arrangements for the assurance of nuclear fuel supply, document INFCIRC/683 (2006)
- [9] Nuclear Threat Initiative, "Nuclear Threat Initiative Commits \$50 Million to Create IAEA Nuclear Fuel Bank", NTI press release (2006)
- [10] IAEA, "UAE Commits \$10 Million to Nuclear Fuel Reserve Proposal" (2008)
- [11] IAEA, Communication dated 30 May 2007 from the Permanent Mission of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland to the IAEA concerning Enrichment Bonds—A Voluntary Scheme for Reliable Access to Nuclear Fuel, INFCIRC/707 (2007)
- [12] IAEA, Communication received from the Resident Representative of the Russian Federation to the IAEA on the Establishment, Structure and Operation of the International Uranium Enrichment Centre (2007)
- [13] IAEA, Communication received from the Resident Representative of Germany to the IAEA with regard to the German proposal on the Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle, INFCIRC/704 (2007)
- [14] IAEA, Communication dated 30 May 2008 received from the Permanent Mission of the Federal Republic of Germany to the Agency with regard to the German proposal for a Multilateral Enrichment Sanctuary Project, INFCIRC/727 (2008)
- [15] IAEA, Communication dated 22 September 2008 received from the Permanent Mission of Germany to the Agency regarding the German proposal on a Multilateral Enrichment Sanctuary Project, INFCIRC/735 (2008)
- [16] IAEA, Communication received from the Federal Minister for European and International Affairs of Austria with regard to the Austrian proposal on

- the Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle, INFCIRC/706 (2007)
- [17] European Union, Nuclear Fuel Cycle, non-paper circulated in Vienna (2007)
- [18] Yury Yudin, Multilateralization of the Nuclear Fuel Cycle: Assessing the Existing Proposals, UNDIR (2009)
- [19] 김정국, 김광락, 김인태, 안도희, 이한수, “파이로프로세싱 발생 LiCl 염폐기물의 열발생,” 방사성폐기물학회지, 7(2), pp. 73-78 (2009)
- [20] 윤달성, 백승우, 김시형, 김광락, 안도희, “파이로프로세싱 전해정련장치의 열전달 해석,” 방사성폐기물학회지, 7(4), pp. 213-218 (2009)