

2008~2009년 방사성동위원소 및 방사선 이용 기술 증진을 위한 IAEA 프로그램 및 참여 제고 방안

— IAEA Program for Radioisotope Production and Radiation Technology During 2008~2009 and a Strategy for an Enhancement of its Active Participation —

한국원자력연구원 정책연구부* · 동위원소이용기술개발부¹⁾
울지대학교 정형외과²⁾ · 가톨릭대학교 대전성모병원 구강악안면외과³⁾
김경표* · 이준식¹⁾ · 정성희¹⁾ · 이광원²⁾ · 김 진³⁾

— 국문초록 —

방사성동위원소 및 방사선 기술은 의학, 산업, 농업 및 환경 등과 같이 다양한 분야에서 이용되고 있으며 선진국뿐만 아니라 개발도상 국가의 지속적 성장과 삶의 질 향상에 크게 기여하고 있다. 우리나라가 이의 응용 분야에서 연구개발 사업을 추진하는데 도움이 될 수 있도록 2008~2009년도 국제원자력기구(IAEA)의 관련 프로그램 현황과 중점 추진 분야를 검토하고 향후 전망을 제시하였다. 특히 국제기구를 통한 공동연구 프로그램 참여를 증진시킬 수 있도록 IAEA 프로그램 참여시 이점을 고찰하고 이의 필요성을 강조하였다. 또한 신규 참여 증진을 위한 방향을 제시하고 이의 효율적인 운영 방안을 제안하였다. 본 논문에서 제시된 전략과 구체적인 방안이 향후 국제공동연구 확대를 위한 정책 수립에 활용되고, 방사선기술 응용 연구를 수행하는 국내 산·학·연 연구기관의 국제공동연구 참여 증진에 기여할 수 있기를 기대한다.

중심 단어 : 방사성동위원소, 핵의학, 영상진단, 사이크로트론, 표적기술

I. 서 론

우리나라는 세계 5위권의 원자력 과학기술 진입을 목표로 원자력 연구개발 사업을 수행하고 있으며, 이의 효과적인 추진을 위해서는 원자력 국제기구와의 국제협력이 필수적인 과제가 되고 있다. 국제원자력기구(IAEA)는 원자력 분야에 있어서 국제협력의 핵심적인 무대로서 원자력발전에 의한 에너지 생산 기술은 물론, 방사성동위원소

와 방사선을 이용한 농업, 산업, 환경, 보건의료 등의 이용을 증진시키고 있다. IAEA가 선진국과 개도국간의 원자력관련 연구 증진을 목표로 추진하고 있는 ‘국제공동연구프로그램(CRP : Coordinated Research Programme, 이하 IAEA 공동연구)’은 원자력 선진국과의 개별적인 기술협력 협정 없이도 참여할 수 있는 국제공동연구 메카니즘 중의 하나이다¹⁾.

본 연구에서는 방사성동위원소와 방사선 이용 기술 관련 2008~2009년도 IAEA 프로그램의 현황을 살펴 보고 향후 전망을 제시하고자 한다. 아울러 동 프로그램의 신규 참여를 확대하기 위하여 실무 차원과 정책적 측면에 초점을 두어 IAEA 공동연구의 참여시 이점을 고찰하고, 이의 신규 참여 방안과 효율적인 참여 방안을 모색하고자 한다.

*접수일(2008년 10월 1일), 심사일(2008년 11월 21일), 채택일(2008년 12월 5일)
교신저자: 김경표, (305-353) 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
한국원자력연구원 정책연구부
TEL: 042-868-2741, FAX: 042-862-8465
E-mail: kpkim@kaeri.re.kr

II. 방사성동위원소 생산 및 방사선 이용 기술 관련 IAEA 프로그램²⁾

방사성동위원소 및 방사선 기술은 의학, 산업, 농업 및 환경 등과 같이 다양한 분야에서 이용되고 있으며 선진국뿐만 아니라 개발도상 국가의 지속적 성장과 삶의 질 향상에 크게 기여하고 있다. 개발도상국의 경우, 방사성동위원소 이용 기술 확대에 따른 소득 증대의 잠재력이 상당히 높기 때문에 향후 지속적인 지원이 요구되고 있다. 이와 관련하여 IAEA 회원국은 다음과 같이 방사성동위원소 생산 및 방사선 기술에 대한 필요성을 인식하고 있다.

첫째, 핵의학 분야 영상진단 영역에서 양전자 방출 방사성동위원소의 이용은 가장 우수한 영상학적 정보를 제공한다. 특히 암환자의 치료 계획 수립에 보다 양질의 정보를 제공할 수 있다는 점에서 이의 이용이 상당히 빠른 속도로 증가하고 있고, 이러한 방사성동위원소를 생산하기 위한 사이클로트론의 설치에 관심이 높아지고 있다. 따라서 의료용 사이클로트론과 국가 방사성동위원소 생산 시설의 건설 및 이용을 활성화하기 위한 지원이 필요하다.

둘째, 연구용 원자로와 관련하여 고농축 우라늄의 국제상거래가 점차 감소됨에 따라 저농축우라늄을 이용하여 ^{99}Mo 를 생산할 수 있는 기술 개발이 요구되고 있으며, 특히 영상진단에 필수적인 방사성동위원소 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 의 발생기를 생산하기 위해 ^{99}Mo 의 안정적인 공급이 요구되고 있다.

셋째, 방사선을 이용하여 다양한 종류의 오염물질을 처리하는 기술이 각광받고 있으며, 특히 유기 오염물질의 유해성과 기존 처리 기술의 한계성 등을 고려해 볼 때 방사선을 이용한 오염물 처리 기술에 대한 연구의 필요성이 점차 증대되고 있다. 예로써 화석연료를 이용한 발전이나 폐기물을 처리하는 공정에서 발생하는 배연가스 등 환경오염물질을 제거할 수 있도록 이에 대한 기술 지원이 필요하다.

넷째, 방사선 처리는 고분자 나노 복합체나 나노 젤과 같이 새로운 형태로 진보된 물질을 개발하기 위한 유망 기술로 평가되고 있다. 투명도, 굽힘 및 마모 저항성 등에서 향상된 기계적 표면 특성을 가진 고분자 나노 복합체와 의료·생명공학용 나노 젤의 이용은 상당한 경제성을 갖고 있으므로 방사선을 이용한 신물질의 합성 및 개질(改質)에 대한 연구 지원이 요구되고 있다.

다섯째, 방사성 추적자와 밀봉선원 이용 기술은 생산공정 관리, 공정효율 개선, 품질 향상 및 생산성 제고 등을

위해 산업 현장에서 광범위하게 지속적으로 이용되고 있다. 특히 의학용 디지털 방사선촬영 시스템의 밀봉 감마선원을 이용한 산업용 감마 CT 기술과 핵의학 분야에서 활용되고 있는 단일광자방출단층촬영(SPECT : Single Photon Emission CT) 이용 기술은 가동 중인 대형 산업공정의 장치설비를 대상으로 유용하게 활용되고 있다. 개발도상 회원국은 방사성추적자·방사선원 이용기술, 비파괴 검사기술 등 산업적 응용 분야에서 공정효율 최적화 및 노후설비 안전성 확보 등에 기여할 수 있는 지침이나 교육훈련 자료로서 표준절차서를 필요로 하고 있으며, 이와 관련된 연구 활동에 대한 지원 요청이 급증하고 있다.

위에서 언급한 기술들에 대하여 회원국의 역량을 강화하고 기반을 확충하기 위해 IAEA는 동 프로그램 관련 정규예산으로 신규 개발 계획을 수립하고 있으며, 아울러 자발적 기여금에 의한 기술협력 사업을 병행하여 이를 지속적으로 수행하고 있다. 정규예산에 의한 동 프로그램의 사업 목적은 회원국이 방사성동위원소와 방사선 기술을 이용하여 보다 진보된 의료 활동을 전개하고 안전하고 청정한 산업 발전을 달성하며 사회·경제적인 발전을 도모할 수 있도록 방사성동위원소 제품의 생산 및 방사선 기술을 이용하는 데 필요한 국가 역량을 강화하기 위한 것이다. 이의 성과로는 회원국의 지속 가능한 발전의 도구로서 방사성동위원소 제품의 생산과 방사선 기술의 이용 역량 제고를 기대할 수 있다.

동 프로그램의 수행을 위한 2008년, 2009년도의 정규 예산은 각각 1,969,056유로, 1,969,020유로이다. 그리고 이의 수행을 위한 프로젝트의 우선순위를 선정하는 기준은 i) 신규 혹은 최근 주목받고 있는 방사성동위원소와 방사선 응용 분야에서 회원국의 관심과 요구를 확실하게 충족시킬 수 있는 강점 기술 개발을 위한 과제, ii) 방사성동위원소와 방사선 기술의 이용 및 기술전수를 증진시키기 위한 IAEA의 역할을 지원하거나 활성화시킬 수 있는 과제, iii) 단순한 지식의 전달과 학술 능력의 향상을 위한 활동과 이를 통해 장기적으로 회원국에게 도움을 줄 수 있는 활동의 순이다.

1. 의료 및 산업적 이용을 위한 방사성동위원소 개발

방사성동위원소의 응용 분야는 수익 증대 효과가 매우 크기 때문에 개발도상국은 방사성동위원소를 생산하기 위해 의료용 사이클로트론 설치에 관심을 보이고 있다. 사이클로트론을 보유하고 있지 못한 의료센터의 경우 방사

성동위원소 발생기를 사용함으로써 임상에 양전자방출 단층촬영법(PET)의 장점을 이용할 수 있다. PET용 방사성 동위원소 생산 전용 사이클로트론을 보유하고 있는 의료 센터는 중·저에너지 사이클로트론을 이용하여 새로운 진단 제제를 생산할 수 있다. 일반적으로 PET 응용 분야에는 ^{18}F -FDG(Fluorodeoxyglucose)가 이용되지만 다른 PET용 추적자, 예를 들어 물질대사 진단과 분자영상을 위한 $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ 발생기의 개발도 활발히 진행되고 있다. 주요 방사성 핵종 및 이의 표지화합물을 효율적으로 생산하기 위하여 경제성이 높은 공정 모듈의 개발이 요구되고 있으며, 사이클로트론 및 국가 방사성동위원소 생산 시설의 이용, 특히 의료 분야의 연구개발을 활성화하기 위한 지원도 필요한 실정이다. 한편, 연구용원자로 지원 프로그램과 연계하여 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 발생기를 제조하기 위해 저농축우라늄을 표적으로 이용하거나 혹은 산화 폴리브텐에 중성자를 조사하여 ^{99}Mo 를 생산하는 방법이 개발되고 있다.

이 프로그램의 목적은 각 회원국이 방사성동위원소 생산 및 이용과 관련된 산업 기반을 구축하고 인력을 양성할 수 있도록 지원하는 것이다. 기대되는 성과로는 의료,

산업 및 기타 응용 분야에서 회원국 내 방사성동위원소 및 방사성의약품의 생산 및 이용 증진을 들 수 있다. 동 프로그램의 성과지표는 방사성동위원소 및 방사성의약품을 개발하거나 공정 개선 기술을 활용할 수 있는 연구기관의 수이다. 동 프로그램 수행을 위한 2008년, 2009년도의 정규예산은 각각 813,134유로, 827,539유로이다.

동 프로그램 하에 수행되고 있는 세부 과제는 i) 의료 및 산업용 방사성동위원소 및 발생기의 신규 개발, ii) 진단용 방사성의약품의 신규 개발, 생산 및 품질관리, iii) 가격 경쟁력 있는 방사성의약품의 개발 등 3개의 프로젝트가 있으며, 각각의 수행기간과 기대성과는 다음과 같다.

첫째, “의료 및 산업용 방사성동위원소 및 발생기의 신규 개발”을 위한 활동은 2004년에 착수되어 2013년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 원자로와 사이클로트론에서 생산되는 방사성동위원소와 핵종 발생기, 품질관리 기술과 표준절차서, 사이클로트론에서 액체 및 기체 표적을 조사하기 위한 표적기술 등이다. 둘째, “진단용 방사성의약품의 신규 개발, 생산 및 품질관리”를 위한 활동은 2007년에 착수되어 2013년까지 수행될 예정이다.

Table 1. Technical cooperation projects for development of radioisotope products for medical and industrial applications in the Asia and Pacific region

Project code	Title	1st year of approval	Budget (USD)
BGD2011	Capacity Building for the Manufacture of Cold Kits for Tc-99m Radiopharmaceuticals	2007	231,680
MAL4008	Establishment of a Multi-Purpose National Cyclotron Facility	2001	534,160
MON2008	Modernization of Instruments for the Analysis of Mineral Resources in Mongolia	2007	165,151
MYA6024	Production of Monoclonal Antibodies and Reagents for Radioimmunoassay	2003	119,700
PAK2003	Establishment of a Cyclotron and Positron Emission Tomography Facility for Clinical Nuclear Medicine Practice in Pakistan	2007	130,289
PHI2008	Establishment of a National Nuclear and Radioanalytical Measurements Centre	2007	147,248
RAS2012	Establishing Quality Assurance and Good Manufacturing Practice of Medical Radioisotopes and Radiopharmaceuticals	2003	162,958
RAS2013	Good Radiopharmacy Practice and Good Manufacturing Practice	2007	504,000
ROK2004	Development of Advanced Radiopharmaceuticals and Therapeutic Radioisotopes	2007	72,235
SRL2007	Identification of Trace Elements in Water and Biomedical Samples using High Sensitivity TXRF (total reflection X-ray fluorescence)	2007	211,240
THA2012	Strengthening of the Instrumental Neutron Activation Analysis Laboratory for Analysis of Food and Environmental Samples	2007	230,560
VIE2008	Development of Nuclear Analytical Techniques for Application and Research Purposes	2007	389,052

주요 예상 결과물은 ^{18}F 표지화합물의 개발 및 생산을 위한 기술 및 절차서, 암 및 거동관련 질환 영상진단용 특정 방사성의약품에 대한 기술보고서, 품질보증과 의약품 제조관리 기준 등이다. 셋째, “가격 경쟁력 있는 방사성의약품의 개발” 관련 활동은 2006년에 착수되어 2012년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 치료용 방사성의약품의 생산을 위해 개발된 기술과 지침서 등이다.

또한 앞서 언급한 정규예산에 의한 프로젝트 이외에 자발적 기여금에 의한 기술협력 사업으로 47개의 프로젝트가 수행되고 있으며, 이중 아시아·태평양 지역 국가를 대상으로 한 사업은 표 1에 나타난 바와 같이 12개의 프로젝트가 있다³⁾.

2. 청정 산업공정과 재료 개발을 위한 방사선 이용 기술

다양한 산업공정과 환경오염을 관리하는 데 있어서 방사성동위원소와 방사선 이용 기술의 응용은 선진국은 물론 개도국의 지속적인 발전을 위하여 매우 중요하다. 특히 새로이 부상하는 경제 체제와 개도국 회원국에서는 방사선 기술을 이용하여 공산품의 품질을 향상시키고 산업체로부터 발생하는 오염원의 환경영향을 최소화함으로써 지속적인 산업 성장을 도모하고 있다. 현재 전 세계적으로 160개 이상의 산업용 감마선 조사 시설과 1,200개 이상의 전자선 가속기 시설이 운영되고 있다. 이러한 설비들은 주로 멸균, 식품조사, 고분자·고무의 개질 등에 주로 사용되고 있다. 이중 40개 이상의 시험용·산업용 Co-60 감마선 조사장치 및 전자선 가속장치가 IAEA의 지원 하에 개도국에 설치되었다.

방사선 가공기술은 수많은 오염 물질을 정화하는 데 있어서도 높은 활용 가능성을 보여주고 있다. 특히 이미 밝혀진 바와 같이 유기성 오염 물질의 위험성과 기존 처리기술의 적용에 어려움이 있기 때문에 방사선 이용 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. 일례로 농업 부산물인 폐기물을 방사선으로 처리하여 유용한 제품을 생산하기 위한 기술이 활발하게 개발되고 있다. 또한 방사선 가공기술은 높은 투명도와 향상된 표면 내마모성의 기계적 성질을 갖는 고분자 나노물질 코팅과 같이 새로이 진보된 소재의 연구개발에도 유망한 방법으로 평가받고 있다.

방사성추적자와 밀봉선원 이용기술을 산업공정에 적용함으로써 높은 생산 효율과 품질 개선을 꾀할 수 있다. 이러한 기술은 자체적인 연구개발 역량 강화를 위한 인프라 구축을 필요로 한다. 비파괴검사 등 산업적 활용 체계

가 확립된 분야에 대해서도 개발도상 회원국을 위한 표준 절차 지침서와 교육훈련 등이 요구되고 있다. 한편, 폭발물과 불법 물질을 탐지하기 위하여 중성자 등 다양한 분야의 기술이 접목된 원자력 이용 기술을 개발함으로써 국가 차원의 안전과 보안을 확보할 수 있다.

이와 같은 배경 하에 IAEA는 회원국이 방사선 기술의 자체 개발 능력을 보유할 수 있도록 국가적 차원의 연구 개발 능력 강화를 중점적으로 추진하고 있다. 특히 개도국 회원국에 대해서 방사선 이용 기술 활용을 증진시키기 위한 기반 시설을 구축하고 전문 기술을 보급하고 있다.

이 프로그램의 목적은 회원국이 방사성동위원소와 방사선 이용 기술을 오염물 정화, 고부가 제품 개발, 생산 공정 효율과 산업안전성 제고, 위험물질 탐지 등에 활용할 수 있도록 국가 역량을 강화시키는 것이다. 이의 기대 성과는 회원국이 오염물 정화, 고부가 물질 합성, 성분 분석, 산업공정의 안전성과 효율성 향상 등을 달성할 수 있는 관련 지식의 보급, 전문 인력의 양성 등을 들 수 있다. 그리고 이의 성과 지표는 방사선 가공, 구성성분 분석, 방사성동위원소 산업 응용 등을 위하여 개발된 기술을 활용하는 회원국 내 연구기관의 수이다. 동 프로그램의 수행을 위한 2008년도 예산은 2007년에 비해 3.2% 증가된 1,155,922유로이며, 2009년 예산은 1,141,481유로이다. 2008년도 증가분은 첨단 소재 개발, 오염 물질 정화 등의 방사선 가공기술 분야 및 방사성 분석 기술 관련 활동의 보급을 강화하기 위한 것이다. 특히 회원국은 첨단 소재의 방사선 가공 기술과 유기성 오염 물질의 정화 기술 등과 같이 방사선 기술의 탁월한 효과를 거둘 수 있는 분야에 연구 활동을 집중함으로써 사업 효율성 증대를 꾀하고 있다.

동 프로그램 하에 수행되고 있는 세부 과제는 i) 방사성동위원소와 방사선 기술을 이용한 산업공정 관리 지원, ii) 첨단소재 개발을 위한 방사선 기술 개발, iii) 방사선 기술을 이용한 오염물 정화, iv) 폭발물과 불법 물질의 탐지 및 성분분석 기술 역량 강화 등 4개 프로젝트가 있으며, 이의 수행기간과 기대성과는 다음과 같다.

첫째, “방사성동위원소와 방사선 기술을 이용한 산업공정 관리 지원” 관련 활동은 2004년에 착수되어 2013년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 개도국 회원국이 산업공정 관리에 적용할 수 있는 방사성동위원소와 방사선 기술의 활용 지침서, 훈련교재 및 절차서의 개발 등이다. 둘째, “첨단소재 개발을 위한 방사선 기술 개발” 관련 활동은 2007년에 착수되어 2013년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 고부가 제품과 나노 소재의 개

발을 위한 방사선 가공 응용기술의 방법과 표준절차서 개발 등이다. 셋째, “방사선기술을 이용한 오염물 정화” 관련 활동은 2005년에 착수되어 2013년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 오염 물질을 처리하기 위한 방사선 가공기술의 응용절차서 개발, 방사선 가공기술 활용 전문 인력 양성 등이다. 넷째, “폭발물과 불법 물질의 탐지

Table 2. Technical cooperation projects on radiation technology for industrial applications and a safer environment in the Asia and Pacific region

Project code	Title	1st year of approval	Budget (USD)
BGD8019	Application of Portable Nucleonic Gauges and Prompt Gamma Neutron Activation Analysis (PGNAA) for the Development of Mineral Resources in Bangladesh	2007	131,810
CPR1006	Investigation of the Detection of Concealed Explosives by Nitrogen-14 Nuclear Quadrupole Resonance	2007	319,250
CPR1007	Residual Stress Measurement using Neutron Diffraction for Industrial Application	2007	259,365
MAL8017	Advanced Non-destructive Testing of Structural Integrity in Components related to Oil and Gas Industries	2003	236,940
MAL8019	Development of Industrial Process Gamma-ray and X-ray Tomography	2005	370,454
MAL8020	Establishment of a Laboratory for the Application of Radiation in Nanotechnology	2007	259,217
MAL8021	Establishment of Digital Radiography Methods and Procedures for Small and Medium-Sized Enterprises	2007	107,577
MYA8007	Development and Application of Non-Destructive Testing Techniques in Construction Activities	2007	101,020
PHI5030	Upgrading the Gamma Irradiation Facility	2005	924,374
PHI8024	Enhanced Non-destructive Testing Training	2005	240,892
RAS1010	Use of small accelerators as nuclear analytical tool in art and archaeology (ARASIA)	2007	220,475
RAS2011	Quality Assurance and Quality Control of Nuclear Analytical Techniques (Formerly RAW/2/005)	2003	265,264
RAS8099	Radioisotope Technology for Natural Resource Exploration and Exploitation (RCA)	2005	323,332
RAS8100	Advanced Industrial Radiography (RCA)	2005	209,956
RAS8101	Strengthening Regional Training and Certification Capability in Non-destructive Testing (ARASIA 2) (Formerly RAW/8/010)	2003	321,520
RAS8102	Application of Radiation Technology for Materials Development for West Asian Countries	2005	195,800
RAS8105	Development and Application of Advanced Industrial Radiography and Tomography Techniques (RCA)	2007	254,500
RAS8106	Radiation Processing Applications for Health and the Environment (RCA)	2007	306,913
RAS8107	Raising Productivity in the Coal, Minerals and Petrochemical Industries by using Nucleonic Analysis Systems and Radiotracers (RCA)	2007	547,100
ROK8009	Application of Industrial Process Gamma Tomography in Industrial Plants	2007	95,070
SRL8019	Technical Support for the Establishment and Operation of a Multi-Purpose Gamma Irradiation Facility	2007	528,380
VIE0010	Technical Support for Training in Nuclear Engineering at the Hanoi University of Technology	2003	232,456
VIE8014	Upgrading the Irradiation Facility at Hanoi Irradiation Centre	2001	25,914
VIE8017	Upgrading the Irradiation Facility at Hanoi Irradiation Centre	2005	414,950
VIE8018	Applying Electron Beam Technology for Processing Biomaterials	2005	352,650
VIE8019	Establishment of Tracer Technique to Study Processes in the Gas Industry	2007	123,362

및 성분분석 기술 역량 강화”를 위한 활동은 2004년에 착수되어 2012년까지 수행될 예정이다. 주요 예상 결과물은 폭발물과 불법 물질의 탐지를 위한 원자력기술 보급 및 고가 예술품 등의 비파괴 검사기술 활용 확대 등이다.

또한 앞서 언급한 정규예산에 의한 프로젝트 이외에 자발적 기여금에 의해 수행되고 있는 국가 및 지역별 기술협력 사업으로 95개의 프로젝트가 수행되고 있으며, 이 중 아시아·태평양 지역 국가를 대상으로 한 사업은 표 2에 나타난 바와 같이 26개의 프로젝트가 있다⁴⁾.

III. IAEA 공동연구의 신규 참여 증진 방안

본 절에서는 국내 전문가의 IAEA 프로그램에 대한 이해를 고취시키고 이의 참여를 확대하기 위하여 동 프로그램 참여에 따른 장점을 제시하고 신규 참여 증진을 위한 방안을 제안하고자 한다. 여기서 저자는 앞서 발표한 연구 결과⁴⁾ 중 우선순위와 내용을 수정하여 다음과 같이 기술한다.

1. 공동연구 참여에 따른 장점 및 기대효과

국내 원자력 관련 연구기관이 IAEA 프로그램에 더욱 관심을 기울이도록 하는 동시에 신규로 참여하려는 연구 책임자에게 그 방향을 제시하고 연구 수행의 가이드라인으로 활용할 수 있도록 IAEA 공동연구 참여 시 장점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, **연구 수준의 국제화 및 기술수출 기반 조성**을 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 세계적인 연구진과의 기술 공유를 통한 첨단 기법의 획득과 취약 분야의 보완, ii) 연구실의 국제 수준 유지 및 연구개발 성과의 검증, 국제학술논문 발표 증대, iii) 참여국 간의 양자 협력 기반 구축 및 상호 신뢰도 증진, iv) 국내 기술의 대외 홍보 및 국가 위상 제고, v) 원자력 기술 수출 기반 구축 등이다.

둘째, **국제 공동 이슈에 대한 상호 협력 및 대처**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 국제 표준이나 코드의 제정과 같은 공동 문제에 대한 상호 협력 및 대처, ii) 새로운 연구 분야에 대한 차기 연구프로그램의 공동 도출 및 공동연구 과제 개발, iii) 개별 국가가 단독으로 수행하기 어려운 분야에 대하여 국제 공동 작업으로 평가를 수행함으로써 실증의 효과를 얻음, iv) 자체적으로 수행한 평가결과의 객관적인 검토와 이의 평가방법에 대한 국

제적 공감대 형성 가능 등이다.

셋째, **폭넓은 인적·기술 교류 및 최신 기술 상호 제공**을 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 참여 기간 중 세계적인 전문가와 연구진의 상호 방문, 전문가 활용, IAEA 훈련생 수용 등 인적 교류의 폭 확대, ii) 인접 분야의 고도 기술 연구동향과 세계적 추세 파악 용이, iii) 연구 자료·결과, 데이터의 공유 등 향후 폭넓은 국제 기술 교류를 위한 기반 구축, iv) 각국의 데이터 비교, 연구실간 상호 검증시험 등의 참여를 통해 정보 접근 용이, v) 유사 연구 분야의 전문가와 기술 경험에 관한 상호 협력 및 인맥 형성의 기회 제공 등이다.

넷째, **시험적 성격의 연구 참여를 통한 연구범위 확장 및 신기술의 적용**을 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 국제 연구 환경과 기술 현황을 신속하게 파악함으로써 연구 범위와 시각 확대, ii) 시험 성격이 강한 연구 과제를 국제 공동연구로 시도함으로써 단독 수행에 따른 시행착오 감소, iii) 각국의 연구기관에서 신기술 적용 시 제기되는 제반 문제점 파악, iv) 표준물질의 개발과 관련하여 국가간 라운드로빈테스트 수행 및 결과 토의 등이다.

다섯째, **IAEA 전문가들과의 관계 유지를 통한 기술협력 활동 확대**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 참여 프로젝트의 IAEA 담당관과 긴밀한 관계 유지, ii) 이를 통해 IAEA 해당 부서 소관의 프로그램과 기술협력 사업에 참여할 수 있는 기회 증진, iii) 우수 연구 성과 달성 시 동 분야의 IAEA 전문가 등재 및 기술자문 활동 전개 등이다.

여섯째, **연구의 효율성 제고 및 국내 연구 수행 시 자문 역할 기대**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 장점은 i) 참여 연구진 사이에 연구 정보와 자료의 상호 교환을 통해 국내 연구의 효율성 제고, ii) 외국의 참여 전문가들로부터 국내 프로젝트 수행 중의 문제점 해결, 연구 방향과 결과에 대한 기술자문 의견 반영 등이다.

2. 신규 참여 확대 방안

앞서 언급한 IAEA 공동연구 참여시 이점을 배경으로 신규 참여를 증진시키기 위한 방안을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, **IAEA 프로그램의 성격 파악 및 적절한 과제 신청**을 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 연구 특성상 최초 제안 내용은 기본 틀의 범주 내에서 다소 방향 수정이 가능하므로 신규 진입의 부담을 크게 가질 필요가 없음, ii) 매년 IAEA 사무국이 제시하는 신규 사업 분야에

적합한 제목이 없을 경우 유사 연구 내용이나 대상으로 적극적인 응모, iii) IAEA가 제안한 신규 사업의 타이틀에 'in Korea'를 붙여 동일 제목 하에 우리나라의 사례 연구로 신청, iv) 연구책임자 1인이 2개 이상의 공동연구 참여가 가능하므로 추가로 다른 공동연구 과제를 신청할 수 있음, v) 신규 사업 신청 시 동일 연구팀 소속의 연구원 명의로 2~3건 신청 가능, vi) 동일 공동연구에 1개국 2개 연구기관의 참여가 가능하므로 연구소와 대학이 각각 별도로 신청 등이다.

둘째, **국가 차원의 노력 전개**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) IAEA 한국대표부와 소관 정부 부처의 체계적인 정보 입수, ii) 사업공모 분야를 심층 분석하여 국내 연구기관이 전 분야에 응모할 수 있도록 유도, iii) 국내 연구과제에 대해 IAEA 관련 프로그램의 참여를 적극 유도하고 과제 기획·평가 시 우대, iv) IAEA에서 주관하는 워크샵 및 훈련과정의 적극적인 참여 유도 및 국내 유치 확대, v) 소관 부처 국제협력사업이나 국내기반 연구사업에 대한 연계지원 장려책 등을 통한 체계적인 관리 및 지원 등이다.

셋째, **IAEA 프로그램 안내 다양화**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) IAEA 공동연구의 국내 참여 연구책임자간 워크샵, 세미나 등을 개최함으로써 신규 참여 증진 및 효율적인 참여 방안 도출, ii) 국내 원자력관련 웹사이트에 신규 프로그램 내용을 수시로 공지하고 정기적으로 업데이트, iii) 국내 연구기관의 담당 부서에 IAEA 프로그램의 특성 및 활용 방안을 적극적으로 홍보, iv) 국내 원자력 관련 학회의 전문분과위원회를 최대한 활용, v) 원자력 관련 학회와 연구회 등의 행사 개최 시 IAEA 프로그램 신규 참여 유도 등이다.

넷째, **IAEA 프로그램 기술담당관과의 협력 강화 및 신규과제의 적극적인 제안**을 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) IAEA의 기술담당관은 2~3개의 공동연구를 수행하므로 지속적인 관계 유지를 통해 신규 사업 제안 단계부터 이에 대비함으로써 주도적인 역할 수행, ii) 신규 참여 가능 분야 및 가용 자원 등의 조기 입수, iii) 연구 분야 및 특정 주제 기획의 사전 인지 및 적절한 응모 노력 전개, iv) 국내 개발이 필요한 기술 항목이 있을 경우 IAEA 주관 기술회의에서 공동연구 추진 제안 등이다.

다섯째, **적극적인 국제학술 활동을 통한 인지도의 제고**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 국제회의 참석 및 논문 발표 등을 통해 국내 연구 성과의 대외 인지도 제고, ii) IAEA 주관 기술회의에 적극적으로 참여함으로써 국제적으로 인지도를 확보하고 연구 활동 영역을 확

대하여 신규 참여 및 추가 선정 기회 제고 등이다.

3. 효율적인 연구 수행 방안

IAEA 프로그램에 참여하고 있는 국내 원자력 관련 연구기관이 보다 효율적으로 공동연구를 수행할 수 있는 방향을 제시하는 동시에 연구 수행의 가이드라인으로 활용할 수 있는 방안은 다음과 같다.

첫째, **국제협력 증진 전략 수립 및 소속기관의 행정 지원을** 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 장기적 안목에서 아국 주도사업 발굴을 위하여 IAEA 프로그램에 대한 국내 참여 강점·취약 분야 분석을 통한 전략 수립, ii) 효과적으로 IAEA 공동연구 결과를 도출하기 위해서는 소요 예산과 인력 측면에서 이와 관련되는 국내 연구 과제의 병행 수행이 필수, iii) IAEA 연구조정회의 및 관련 행사의 국내 유치를 촉진할 수 있도록 적극적인 행정 지원 등이다.

둘째, **아국 주도 사업 확대**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 기존 연구프로그램 진행 중 신규 사업 구성 시 기존 참여국의 협력 하에 연구 방향과 내용이 결정되므로 우리 입장과 의견이 최대로 반영되도록 노력, ii) 국내에서 우수한 시험 성과를 달성한 경우 다른 참여국과 이를 공유함으로써 기술협력 강화, iii) 막대한 경비가 소요되는 대형 시험은 벤치마크용으로 1~2개국에서 수행하고 이에 대한 시험결과를 IAEA의 공동연구를 통해 국내 여러 분야에서 활용함으로써 효과적인 기술개발을 수행, iv) IAEA 주관 기술회의 및 각종 프로그램에 적극적인 참여 및 우수 연구 결과들을 발표하여 한국의 위상 제고 등이다.

셋째, **분야별 전문가 그룹 결성 및 워크샵·세미나 정례화**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 유사한 연구 분야의 과제책임자간 워크샵 및 외부 전문가 초청 세미나를 개최함으로써 상호 협력 증진, ii) 신규 참여 확대 및 효율적 수행을 위한 워크샵·세미나를 지역별로 매년 정례화하여 개최하고 이의 참석 범위 확대 등이다.

넷째, **국제회의의 참여·유치 확대**를 들 수 있으며, 이의 구체적인 방안은 i) 연구조정회의를 국내에 유치함으로써 국내 연구진의 인지도 제고 및 연구 역량 강화, ii) IAEA 주관 각종 국제회의, 훈련과정 등의 적극적인 국내 유치를 통하여 국내 관련 연구원 읍서버 참가 기회 제공, IAEA 담당관과 협력체계 강화, 각국 전문가 방한 시 국내 연구 수행을 위한 전문가 활용 효과 도모 등이다.

IV. 결 론

최근 IAEA는 방사성 핵종을 이용한 치료 분야에 있어서 임상 적용 가능성을 검토한 결과, ^{177}Lu 제품을 주목하고 있다. 표적 치료를 위해서는 치료용 방사성 핵종을 안정적으로 생산할 수 있는 기술을 개발하기 위한 지원이 필수적인 바, 실용성 있는 치료용 방사성동위원소의 개발이 중점적으로 추진될 것이다. 이와 더불어 임상 적용과 관련하여 경제성이 높은 방사성의약품 개발 프로젝트가 새로이 착수될 전망이다. 금번 IAEA 프로그램에서는 원자력화학분석 기관에서 ISO 17025를 기반으로 한 품질보증 활동은 정규예산에 의한 사업에서 제외되었지만 특별 기여금에 의한 기술협력 사업을 통해 동 활동을 위한 지원은 지속적으로 수행될 예정이다. 아울러 진단용 방사성의약품의 개발을 활성화하기 위한 활동도 계속해서 진행될 것이며, 경제성 있는 치료용 방사성의약품을 개발하기 위한 사업이 중점 추진될 전망이다.

IAEA 공동연구의 신규 참여 증진을 위한 효과적인 전략으로는, 기 참여 공동연구 중 추가 참여 가능 분야 도출과 함께 미 참여 공동연구 중 신규 참여 가능 분야를 조사·분석하여 국내 적정 전문가의 참여를 적극적으로 모색하는 것을 들 수 있다. 그리고 원자력 관련 학회를 통해 동 프로그램 참여시 그 이점을 널리 알림으로써

IAEA 프로그램에 대한 국내 연구진의 관심을 효율적으로 고취시키는 것이 바람직하다. 이러한 기본 전략 이외에 본 연구에서 제안된 IAEA 공동연구 참여시 장점 분석과 신규참여 확대 및 효율적 운영을 위한 구체적인 방안은 신규로 참여하려는 연구책임자에게 그 방향을 제시하는 동시에 연구 수행의 가이드라인으로 활용될 수 있으며, 우리나라의 신규 참여 신청 시 이의 수락 비율을 제고시킬 것으로 판단한다. 아울러 제시된 전략과 방안이 향후 국제공동연구의 증진 및 효율적인 추진을 위한 원자력정책 수립에 활용될 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

1. IAEA : Coordinated Research Activities : Annual Report and Statistics for 2007, July 2008
2. IAEA : The Agency's Programme and Budget 2008~2009, GC(51)/2, 138-150, Aug. 2007
3. IAEA : TC-PRIDE, <http://tcpride.iaea.org/>
4. 김경표, 이준식, 정성희 : 방사성동위원소·방사선 응용을 위한 IAEA 프로그램의 참여 제고 방안, 방사선 기술과학, 28(2), 79~89, 2005

• Abstract

IAEA Program for Radioisotope Production and Radiation Technology During 2008~2009 and a Strategy for an Enhancement of its Active Participation

Kyoung-Pyo Kim · Jun S. Lee · Sung-Hee Jung · Kwang Won Lee¹⁾ · Jin Kim²⁾

Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon, Korea

¹⁾*School of Medicine, Eulji University, Daejeon, Korea*

²⁾*Daejeon St. Mary's Hospital, Daejeon, Korea*

The current IAEA programs for 2008~2009 and the resultant prospects for the applications of radioisotopes and radiation have been presented, thus providing a condensed understanding of the Agency's programs for an effective and efficient deployment of the respective national R&D projects in Korea. The considerable and beneficial advantages of Korea's participation in the IAEA programs have been reviewed and their immediate relevance has been emphasized. Also a strategic approach for an enhancement of Korea's active participation in these programs and their efficient implementation has been established.¹

Key Words : Radioisotopes, Radiation, Radiopharmaceuticals, Cleaner Industrial Process Diagnosis, Radiation Process

¹ This study is a partial product of the national project for the establishment of an infrastructure for international cooperation, which is supported by the Ministry of Education, Science and Technology.