

방사선동위원소 · 방사선 응용을 위한 IAEA 프로그램의 참여 제고 방안

— Establishment of a Strategy for the Promotion of an Active Participation in the IAEA Program related to Applications of Radioisotopes and Ionizing Radiation —

한국원자력연구소

김경표 · 이준식 · 정성희

— 국문초록 —

본 연구는 방사성동위원소 및 방사선 응용 분야에 있어서 우리나라가 연구개발 사업을 추진하는 데 도움이 될 수 있도록 국제원자력기구(IAEA) 프로그램의 현황을 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 : 방사선동위원소, 방사선, 방사성 의약품, 방사선 촬영법, PET

I. 서 론

우리나라는 1957년에 설립된 국제원자력기구(IAEA)의 창설 회원국으로 가입한 이래 원자력발전에 의한 에너지 생산 기술은 물론, 방사선·동위원소의 농업, 산업, 환경, 보건의료 등 이용 분야에서 괄목할 만한 성장을 이루었다. 이제는 세계 5위권의 원자력 과학기술 진입을 목표로 원자력연구개발사업을 수행하고 있으며, 이의 효과적인 추진을 위해서는 원자력 선진국과의 국제협력이 필수적인 과제가 되고 있다. IAEA는 원자력 분야에 있어서 국제협력의 핵심적인 무대이며 중추적인 역할을 수행하고 있다. IAEA가 선진국과 개도국간의 원자력관련 연구 증진을 목표로 추진하고 있는 ‘국제공동연구프로그램(CRP: Co-

operative Research Programme, 이하 IAEA 공동연구)’은 원자력 선진국과의 개별적인 기술협력 협정 없이도 참여할 수 있는 국제공동연구 메카니즘의 하나이다⁴⁾.

본고는 방사선 기술 관련 IAEA 프로그램의 현황을 살펴보고 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.

II. 방사선동위원소 · 방사선 기술 관련 IAEA 프로그램

방사성 동위원소와 전리방사선은 방사성 의약품, 방사선이용 분석 및 산업 이용 등 과학 기술 분야에서 광범위하게 이용되어 지속적인 성장과 삶의 질을 향상시키는 데 크게 공헌하고 있다. 특히 방사성 의약품과 방사선원은

*이 논문은 2005년 3월 15일 접수되어 2005년 4월 25일 채택 됨
책임저자 : 김경표, (305-353) 대전광역시 유성구 덕진동 150
한국원자력연구소
TEL : 042-868-2742, FAX : 042-862-8465
E-mail : kpkim@kaeri.re.kr

다양한 질병 진단과 암 치료 등 의료 분야에서 광범위하게 사용되고 있으며, 원자력 기술에 의한 분석 방법은 환경오염에 대한 연구에 기여하며 농산물의 국제교역에 필요한 오염 준위를 검증하는데 기여하고 있다.¹ 이와 같이 방사성 동위원소와 방사선 기술은 가장 유용하고 경제적인 옵션으로 많은 국가의 원자력프로그램에서 중요한 부분을 차지하고 있으며, 방사성 동위원소와 방사선 기술의 이용은 산업기술 발전의 간접적인 척도로 간주될 수 있다. IAEA는 이 분야에 대한 회원국의 요청에 따라 국가 경쟁력을 강화할 수 있도록 회원국의 원자력 관련 기관을 지속적으로 중점 지원하고 있는 바, 이와 관련되는 국제 기구의 활동을 분석하는 동시에 이의 효율적인 참여를 위한 새로운 방향과 전략의 모색이 요구되고 있다.

원자력의 물리·화학적 응용 분야에 대한 IAEA의 2004~2005년도 프로그램은 i) 방사화학 응용, ii) 산업 이용 및 지뢰제거용 원자력기술 등을 중심으로 수행되고 있다. 이 프로그램 운영의 목적은 보건의료, 산업생산성 및 품질관리 등의 향상을 위해 방사성 동위원소와 방사선 기술을 이용함으로써 회원국의 사회·경제적인 이득을 증대시키고, 아울러 방사성 동위원소와 방사선 이용기술 분야의 발전을 통해 회원국의 능력 증진 등 지속적인 성장을 도모하려는 것이다. 이의 수행지표로는 i) 당해 분야의 IAEA 공동연구와 기술협력 프로그램을 통한 지침과 지원을 제공받은 회원국내 연구소의 수, ii) 개발된 절차서의 수 등을 들 수 있다. 이들 활동의 우선순위 결정은 i) 최근 개발된 방사선 및 동위원소 이용 신규 분야, ii) 방사선과 동위원소 기술이 재래식 방법보다 유리한 분야, iii) 개도국 회원국에 대한 기술이전 등을 기준으로 한다.³⁾

1. 방사화학 응용

방사성 동위원소는 원자력 응용분야의 기본적인 수단이다. 또한 핵의학, 산업 및 방사선이용 분석 등의 분야를 유지·발전시키기 위해서는 동위원소의 생산과 이용을 위한 국가 능력의 배양이 필수적이다. 방사성 동위원소는 원자로나 사이클로트론에서 조사된 표적을 방사화학적으로

로 처리하여 얻어지며, 다양한 물리·화학적 특성을 가진 방사성 동위원소를 만들기 위한 특수 시설의 건설과 취급에 관한 지식도 필수적이다. 이러한 모든 분야에서 방사능의 측정과 국제 표준에 따른 품질보증은 필수적인 선결조건이다. IAEA는 처리방법의 개선, 신제품의 개발 및 품질보증의 향상 등을 위한 노력을 기울이고 있으며, 특히 개도국 회원국이 이 기술을 이용할 수 있도록 지원하고 있다.

방사화학 응용을 위한 IAEA 프로그램의 목적은 회원국이 방사성 동위원소 제품 개발과 방사성 분석 서비스를 이용·유지할 수 있도록 지원하는 것이다. 이를 통해 기대되는 성과는 산업, 보건 및 무역 부문에서 방사성 동위원소 제품과 방사성 분석서비스를 이용하기 위해 개발된 방사화학적 방법의 이용 및 이의 증진 등이다. 이의 수행 지표로는 i) 방사성 의약품의 조제와 평가에 대한 회원국내 연구소가 표준화한 절차의 수, ii) 핵 분석 방법에 대한 자체 품질보증 가능한 회원국내 연구소의 수를 들 수 있다.

방사화학의 의약품에 대한 IAEA 프로그램은 핵의학 분야의 프로그램과 밀접한 관계가 있다. 특히 치료용 방사성 의약품과 더불어 작은 생체 분자에 의한 진단용 방사성 약물에 대한 중요성이 강조되고 있다. 치료용 방사성 의약품 발생기에 대한 공동연구가 새로이 착수될 예정이며, 또한 방사성 의약품 제조·이용에 GMP(Good Manufacturing Practice) 개념의 도입이 중점적으로 추진될 전망이다. 핵 분석 기술에 있어서 QA/QC는 무역과 산업 분야의 이익 측면에서 지속적으로 추진될 것이다.

동 프로그램의 수행을 위한 2004년도 예산은 2003년에 비하여 22,000불이 감소한 1,733,900불이며², 2005년도 예산은 2004년에 비해 9,000불이 증가한 1,742,900불이다. 동 프로그램 하에 수행되고 있는 세부 과제는 i) 방사성 동위원소 선원 및 발생기의 개발 지원, ii) 핵 분석 기술과 방사화학 교육훈련, iii) 방사성 의약품의 개발, 제조 및 품질보증, iv) 분석적 품질관리 등 4개 프로젝트가 있으며, 이의 기대 성과와 수행 기간을 살펴보면 다음과 같다.^{1,2)}

첫째, ‘방사성 동위원소 선원 및 발생기의 개발 지원’을 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) 소형 밀봉선원과 방사성 동위원소 발생기 제조 방법, ii) 개선된 사이클로트론 목록, iii) 방사성 동위원소 생산·제조에 대한 보고서

1. 이밖에 원자력의 응용 분야로는 다음과 같은 것을 들 수 있다. 방사선원과 계측계기는 다양한 산업계에서 품질관리와 공정관리에 필수적이고, 감마선과 전자빔 조사는 일회용 의료제품의 멸균에 선호되는 방법이다. 또한 타이어, 와이어, 케이블 등에 이용되는 고분자 물질의 방사선에 의한 생산은 탁월한 성질을 가진 제품을 생산할 뿐만 아니라 제품의 수명을 보다 연장시켜 자원의 보존에도 기여하며, 방사선은 유해 폐기물을 처리하기 위한 수단으로 부각되고 있다.

2. 2004년도 예산의 감소분은 주로 관련 프로그램간 공동연구 계약의 감소 등 재원의 재분배에 따른 것이다.

표 1. 방사성 동위원소 선원 및 발생기의 개발 지원을 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
ARG2011	Developing a Centre for the Application of Radioisotopes and Ionizing Radiation in Human Health	2005	212,790
BGD2010	Upgrading the Technetium-99m Generator Production Facilities at the National Nuclear Centre	2003	400,500
BGD8017	Pilot-Scale Production of Biomaterial for Medical Treatments	2001	129,310
BRA2015	Establishing a PET Radiopharmaceuticals Production Facility	2003	666,642
BRA4056	Modernization of the IEA-R1 Reactor for Radioisotope Production	2005	235,600
EGY2008	PRODUCTION of Tc-99m GEL GENERATORS FOR NUCLEAR MEDICINE	1997	443,401
EGY2009	Use of Inshas Cyclotron Facility	2003	552,860
IRA4032	Cyclotron Production of Palladium-103 and Cobalt-57	2001	172,927
LAT4007	Establishment of a Multipurpose National Cyclotron Facility	2005	996,820
MAL4008	Establishment of a Multi-Purpose National Cyclotron Facility	2001	734,160
PER4022	Automation and Quality Control of Radioisotope Production	2001	228,507
POL4016	Cyclotron Facility for Positron Emission Tomography Radiopharmaceutical Production	2005	894,290
SLO4004	Facility for Cyclotron-Produced Short-Lived Medical Isotopes	2001	440,647
SLO9011	Support for Nuclear Safety Review Missions	2003	223,440
SLR2002	Radiochemical Facilities for Producing Medical Radionuclides	1997	2,347,283
SLR4010	Production of the Positron Emitting Radionuclides	2005	214,920
SYR4007	Cyclotron Facility for Medical Radioisotopes	1997	1,126,895
SYR4010	Production of Diagnostic and Therapeutic Radiopharmaceuticals Using a Cyclotron	2003	479,680
TUR2015	Strengthening of Radioisotope Production Facility at Cekmece Nuclear Research Centre	2005	437,060

의 발간 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업³은 표 1과 같이 19개의 프로젝트가 수행되고 있다.

둘째, ‘핵 분석 기술과 방사화학 교육훈련’을 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2008년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 ‘방사면역측정법 및 오염물질의 화학종 분석 그리고 방사화학 교육훈련 모듈’에 대한 공동 연구의 기술보고서이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 2와 같이 13개의 프로젝트가 수행되고 있다.

셋째, ‘방사성 의약품의 개발, 제조 및 품질보증’을 위한 활동은 2004년에 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) 저 분자량 물질을 이용한 치료용·진단용 방사성 의약품에 대한 연구결과, ii) 중요 방사성 의약품에 대한 사양 발간(WHO 공동 협력) 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 3과 같이 17개의 프로젝트가 수행되고 있다.

넷째, ‘분석적 품질관리’를 위한 활동은 매년 수행되고 있는 프로젝트이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) 인증된 표준물질, ii) 검증된 분석방법, iii) 능률 테스트 및 교차 시험의 결과, iv) 방사 분석법의 훈련 이수 인원 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 4와 같이 5개의 프로젝트가 수행되고 있다.

3. IAEA는 동 기술협력 프로그램을 통해 전문가 활용, 훈련생, 과학자방문, 기자재 공급 등을 수원국에 지원하고 있다.

표 2. 핵 분석 기술과 방사화학 교육훈련을 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
ALG4010	Development and Improvement of Experimental and Analysis Techniques for the Es Salem Reactor	2005	253,980
BOL8007	Water and Contamination Balance of La Paz River Basin	2001	285,350
CRO1005	Nuclear Techniques for the Analysis and Preservation of Cultural Heritage	2005	199,662
CUB8021	Reduction in Sugar Industry Pollution Using Radiotracer and Related Techniques	2003	168,620
PER8013	Application of Nuclear Techniques for the Analysis, Conservation and Dating of Archaeological Materials	2003	344,490
RAS2010	Quality Assurance and Quality Control of Nuclear Analytical Techniques	2001	428,410
RER1006	Nuclear Techniques for the Protection of Cultural Heritage Artefacts in the Mediterranean Region	2005	241,170
RLA5048	Regional Harmonization of the Technical and Specific Quality Requirements for the Monitoring of Radioactive Contaminatio	2005	427,360
SAU2003	Quality Assurance and Quality Control of Nuclear Analytical Techniques in Environmental Studies	2001	58,350
SUD0009	Supporting Postgraduate Teaching Programmes	2005	96,740
THA1009	Application of Low Energy Accelerator to Material Analysis	1999	189,310
TUN2003	Establishment of a Neutron Activation Analysis Laboratory	2005	268,010
URT2004	Establishing a Radio-analytical Laboratory	2005	210,560

2. 산업적 이용과 지뢰제거용 원자력기술

우수한 산업 생산성은 지속가능한 발전의 중요한 요소이며, 이 분야에서 원자력기술은 중요한 역할을 하고 있다. 방사선 처리는 보건의료와 산업 부문에서 부가가치가 높은 제품생산을 가능케 하고 있다. 밀봉 선원과 방사성 추적자는 비파괴 검사, 공정 최적화, 온라인 제품관리, 공정문제해결 등에 널리 이용되고 있다. 회원국내 원자력관련 연구소는 이 분야에 대한 프로그램을 중점적으로 추진하고 있다. 이러한 기술을 획득하고 유지하는 능력은 산업 발전에 매우 중요하므로 IAEA는 이 분야의 프로그램을 갖고 있는 회원국을 지원하고 조정하는 역할을 수행하고 있다. 한편, 지뢰로 인해 많은 인명이 희생되거나 부상을 당하고 있으므로 인도주의적인 차원에서 지뢰 제거는 많은 회원국의 관심이 되고 있다. 원자력 기술은 경제적인 방법으로 매설된 지뢰를 탐지·제거하고 이를 처리하는 데 크게 기여하고 있다.

이 프로그램의 목적은 회원국이 국가 산업에 있어서 원자력 기술을 지속적으로 이용하고 신기술을 도입할 수 있

도록 관련 활동을 추진하고, 인도주의적 측면에서 지뢰 제거를 위한 원자력 기술을 이용할 수 있도록 지원하는 것이다. 이의 기대성과는 산업 생산 및 공정문제 해결, 인도주의적인 지뢰제거 및 의료·산업용 방사선 처리 제품 개발 등에 이용되는 원자력기술의 국가 경쟁력 제고 등이다. 또한 이의 성과지표로는 i) IAEA가 개발한 고분자, 방출수 및 폐수에 대한 방사선 처리 방법을 채택한 회원국의 수, ii) 원자력의 산업적 이용 분야의 회원국내 수혜 연구소의 수, iii) 지뢰 제거용 원자력기술의 표준화된 장비와 절차서 등을 들 수 있다.

앞으로 이 분야의 IAEA 프로그램은 고분자, 산업 방출수 및 폐수의 방사선 처리를 위한 전자빔의 이용을 중점적으로 추진할 전망이다. 보다 정확하고 실시간 정보를 얻기 위하여 시험과 공정제어 분야에 신규 기술이 적용될 전망이다. 인도적 측면에서 지뢰제거를 위하여 지난 2년 동안 개발한 방사성 탐사장비를 개선하고 이를 실제 환경에서 테스트할 예정이다.

동 프로그램의 수행을 위한 2004년도 예산은 2003년에 비하여 127,000불이 증가한 948,000불이며, 2005년도 예

표 3. 방사성 의약품의 개발, 제조 및 품질보증을 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
ALG7003	Radiation Synthesis and Sterilization of Medical and Pharmaceutical Aids	2003	196,960
BYE2003	Modernization of Radioimmunoassay Kit Production	2003	214,332
CUB2014	Quality Assurance in the Production of Radio-labelled Monoclonal Antibody h-R3 for Treatment of Brain Tumours	2005	235,060
GRE4010	Establishing Quality Control for Advanced Radiopharmaceuticals	2003	56,370
IRA2006	Developing Technetium-99m Labelled Radiopharmaceutical Kits Based on Monoclonal Antibodies and Peptides	2001	138,820
IRA2007	Development and Enhancement of Radiopharmaceuticals in Accordance with Good Manufacturing Practices	2005	340,100
POL6007	Development of Radiation Technologies for Manufacturing Novel Polymeric Medical Products	2003	219,400
RAS2011	Quality Assurance and Quality Control of Nuclear Analytical Techniques (Formerly RAW/2/005)	2003	208,400
RAS2012	Establishing Quality Assurance and Good Manufacturing Practice of Medical Radioisotopes and Radiopharmaceuticals	2003	363,930
RAW2005	Quality Assurance and Quality Control of Nuclear Analytical Techniques	2003	189,420
RAW2006	Establishing QA and Good Manufacturing Practice of Medical Radioisotopes and Radiopharmaceuticals	2003	108,980
RLA2010	Preparation, Quality Control, and Validation of Radiopharmaceuticals Based on Monoclonal Antibodies	2001	530,700
SAF6009	Feasibility of Developing Flourine-18 Labelled Fluorodeoxyglucose for Positron Emission Tomography	2005	492,006
SCG2002	Production of Radiopharmaceuticals at Vinca Institute	2003	161,720
SYR2004	Upgrading Technetium-99m Generator Production and Labelling Compounds	2003	375,520
TUR2014	Establishment of a National Radioisotope and Radiopharmaceutical Quality Control Laboratory	2003	79,391
VEN2007	Preparation and Quality Control of Technetium-99m Based Radiopharmaceuticals	2001	266,040

표 4. 분석적 품질관리를 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
GUA8012	Using Non-destructive Testing to Inspect Liquefied Petroleum Gas Cylinders	2003	110,500
MOR2006	Establishment of a Quality Control Programme for Radiopharmaceuticals, Phase I	2003	66,860
POL2014	Accredited Laboratory for the Use of Nuclear and Nuclear-Related Analytical Techniques	2001	223,350
RER8010	Quality Control Methods and Procedures for Radiation Technology	2005	177,620
RLA2011	Sustainability of Quality Systems in Laboratories Using Nuclear Analytical and Complementary Techniques	2003	389,098

표 5. 천연자원의 탐사 및 개발을 위한 방사성동위원소 관련 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
CHI8026	Characterization of Mineral Ores in Underground Copper Mines by Nuclear Techniques	2003	226,632
COL8023	Nuclear Techniques Applied to the Assessment of Mineral Resources	2003	134,830
MON8005	Introduction of Nucleonic Gauge Techniques to Coal Industry	2003	159,940
PER1014	Prompt Gamma Neutron Analysis Technique for Copper Grade Estimation	2005	127,255
RAF8040	Radioisotope Applications for Troubleshooting and Optimizing Industrial Processes (AFRA IV-10)	2005	1,344,700
RAS8091	Process Diagnostics and Optimization in Petrochemical Industry (RCA)	2001	710,120
RAS8094	Optimization of Materials in Industry Using Online Bulk Analysis Techniques (RCA)	2003	327,600
RAS8099	Radioisotope Technology for Natural Resource Exploration and Exploitation (RCA)	2005	263,850
RLA8028	Transfer of Tracer Technology and Nucleonic Control System to Industrial Sectors of Economic Interest	2001	576,530
VEN8015	Nuclear Techniques in the Oil Industry	2001	162,830
VEN8019	Management of Sediments throughout the Navigation Canal of the Orinoco River	2005	106,310

산은 2004년에 비해 9,000불이 증가한 1,742,900불이다. 동 프로그램 하에 수행되고 있는 세부 과제는 i) 천연자원의 탐사 및 개발을 위한 방사성동위원소 기술, ii) 고기능성 고분자 및 기체 유해물질·폐수의 방사선 처리, iii) 산업적 방사선 촬영법 및 표준절차의 개발, iv) 대인지뢰 확인을 위한 원자력관련 방법 등 4개 프로젝트가 있으며, 이의 기대 성과와 수행 기간을 살펴보면 다음과 같다.^{1,2)}

첫째, '천연자원의 탐사 및 개발을 위한 방사성동위원소 기술'을 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 석유 부존 평가의 추적자 및 석탄과 시멘트 산업의 방사선 계측기에 관한 문서화 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 5와 같이 11개의 프로젝트가 수행되고 있다.

둘째, '고기능성 고분자 및 기체 유해물질·폐수의 방사선 처리'를 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) 고기능성 고분자의 합성에 관한 공동연구의 기술보고서 발간, ii) 최근 개발중인 방사선 처리법에 대한 논문의 출판 등

이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 6과 같이 22개의 프로젝트가 수행되고 있다.

셋째, '산업적 방사선 촬영법 및 표준절차의 개발'을 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) 파이프의 부식 정도 분석을 위한 공동연구의 기술보고서, ii) 허가, 훈련 및 인증에 대한 국제적 표준화 추진에 대한 진도보고서 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 7과 같이 27개의 프로젝트가 수행되고 있다.

넷째, '대인지뢰 확인용 원자력관련 방법'을 위한 활동은 2004년부터 착수되어 2007년까지 수행될 예정이다. 이의 주요 예상 결과물은 i) '대인지뢰 확인을 위한 원자력 기술의 이용'에 대한 공동연구의 최종보고서, ii) 인도차원의 지뢰제거용 탐지장치에 적합한 계기의 시험 결과 등이다. 또한 정규예산에 의한 프로그램 이외에 자발적 기여금에 의한 사업으로 수행되고 있는 이 분야의 기술협력사업은 표 8과 같이 3개의 프로젝트가 수행되고 있다.

표 6. 고기능성 고분자 및 기체 유해물질 · 폐수의 방사선 처리를 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
IRA8015	Radiation Processing of Polymeric Materials by Electron Beam	2001	555,390
IRA8017	Feasibility Study for Radiation Treatment of Wastewater and Sludge	2005	152,240
IRQ7004	Preparation of Sterilized Tissue Grafts	1999	50,980
JOR8006	Pre-Feasibility Study for the Reuse of Wastewater Through Radiation Processing	2001	47,470
MOL8004	Feasibility Study for Establishing the National Radiation Processing Centre	2005	39,140
MOR8010	Decontamination of Wastewater and Sludge by Irradiation	2003	148,030
PAK8016	Development and Suitability Assessment of Radiation-sterilized Medical Products	2003	167,500
POL8014	Industrial Scale Demonstration Plant for Electron Beam Purification of Flue Gas	1994	5,955,062
POL8019	Advanced System with High-energy Electron Beam for Radiation Processing and Research Studies	2005	155,040
POR8010	Implementation of Wastewater Treatment Using Radiation	2003	68,713
RAF8033	Radiation Processing for Materials and Environmental Applications (AFRA IV-8)	2001	712,150
RAS8096	Modification of Natural Polymers through Radiation Processing (RCA)	2003	158,000
RAS8098	Radiation Technology for Development of Advanced Materials and for Protection of Health and the Environment (RCA)	2005	300,560
RAS8102	Application of Radiation Technology for Materials Development for West Asian Countries	2005	278,800
RLA8030	Harmonization and Optimization of Managerial and Operational Procedures in Industrial Radiation Facilities	2001	164,500
ROK8007	Demonstration Facility for Industrial Wastewater Treatment Using an Electron Beam	2001	114,360
SAU8008	Electron Beam Applications for Industrial and Non-Industrial Products	2001	161,120
SAU8010	Feasibility Study for Electron Beam Flue Gas Treatment Plant	2005	57,010
SRL8017	Radiation Processing for Industrial Applications	2001	229,450
SYR8010	Radiation Production of Hydrogel Wound Dressings	2001	248,990
TUR8017	Radiation Processing Technology for Industrial Wastewater Treatment	2003	230,431
VIE8014	Upgrading the Irradiation Facility at Hanoi Irradiation Centre	2001	34,300

표 7. 산업적 방사선 촬영법 및 표준절차의 개발을 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수 년도	총예산 (USD)
ARG1028	Nuclear Techniques for Quality Control	2003	311,130
ARM8002	Development of National Non-destructive Testing Centre	2005	226,440
CMR8006	Sustainability and Institutional Self-reliance in Non-destructive Testing Capability	2003	157,520
COS8009	Increase of the Industrial Competitiveness by Means of Isotopic Diagnosis Technology	2003	177,568
ETH8009	Establishment of a Non-destructive Testing Centre in Support of Metal and Engineering Industries	2005	177,060
GHA8007	Improvement of Non-destructive Testing for Industry	2003	187,780
KAZ8004	Establishment of a Training and Certification Centre for Non-destructive Testing Methods	2003	344,820
MAL8017	Advanced Non-destructive Testing of Structural Integrity in Components related to Oil and Gas Industries	2003	203,140
MAL8019	Development of Industrial Process Gamma-ray and X-ray Tomography	2005	365,454
MAR8006	Strengthening National Non-destructive Testing Capability	2005	108,040
NIR8005	Development of Infrastructure for Non-Destructive Testing Centre	2001	141,040
PAK8015	Development of In-service Inspection Facilities for Nuclear Power Plants	2003	122,800
RAF8032	Strengthening Regional Training Capability in Non-Destructive Testing (AFRA IV-6)	2001	1,131,450
RAS8085	Non-Destructive Testing and Evaluation (RCA)	1999	231,161
RAS8100	Advanced Industrial Radiography (RCA)	2005	244,210
RAS8101	Strengthening Regional Training and Certification Capability in Non-destructive Testing (ARASIA 2)	2003	243,400
RAW8010	Strengthening Regional Training and Certification Capability in Non-destructive Testing (ARASIA 2)	2003	22,200
SUD8006	Quality Control in the Industrial and Infrastructural Sectors	2001	242,230
SUD8008	Development of National Capabilities for Training and Certification for Non-destructive Testing Personnel	2005	159,610
TUR8015	Establishment of Advanced NDT Techniques and Accreditation of NDT Laboratory	2001	173,354
URT8012	Strengthening Non-destructive Testing Services and Inspection	2005	149,080
UZB8002	Development of Non-destructive Testing Capability	2005	172,480
VIE8013	Advanced NDT Methods for the Construction Industry	1999	190,260
YEM8003	Establishment of a Centre for Non-destructive Testing	2003	55,870
ZAI8012	Establishment of an Industrial Non-Destructive Testing Capability	2001	144,510
ZAI8014	Establishing an Industrial Non-destructive Testing Capability, Phase II	2005	186,960
ZAM8010	Establishing a Non-destructive Testing Training Centre	2005	158,960

표 8. 대인지뢰 확인용 원자력관련 방법을 위한 기술협력사업

프로젝트 코드	사업명	사업착수년도	총예산 (USD)
COL1009	Determining Optimal Techniques in Support of the Humanitarian Demining Activities	2005	234,570
EGY1024	Application of Nuclear Techniques for Demining	2003	244,970
RER1005	Field Testing and Use of Pulsed Neutron Generator for Demining	2001	802,108

III. IAEA 공동연구의 신규 참여 증진 방안

1. 공동연구 참여에 따른 이점 고찰

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 참여시 이점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 국제적인 공동의 문제에 대해 상호 협력 및 대처를 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 국제적 코드·표준 제정과 같은 국제 공동문제에 대한 상호 협력 및 대처, ii) 새로운 연구 분야에 대한 차기 연구프로그램의 공동 도출 및 공동연구 과제 개발, iii) 안전성 평가기술의 실증과 같이 개별 국가가 단독으로 수행하기 어려운 분야에 대하여 국제 공동작업에 의한 평가를 수행함으로써 인허가 등 실증의 파급효과, iv) 자체적으로 수행한 평가결과의 객관적인 검토와 이의 평가방법에 대한 국제적 컨센서스 형성 가능성 등이다.

둘째, 시험적 성격의 연구 참여를 통한 연구범위 확장 및 신기술의 적용을 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 국제 공동연구 참여에 따라 연구 범위와 시각의 확대, ii) 선진국에서도 아직 개발되지 않은 상태에서 결과의 성공여부에 관계없이 연구를 수행할 수 있는 기회 제공 등이다.

셋째, 연구 수준의 국제화 및 국가 위상 제고를 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 해당 분야에서 세계적인 연구진과 자료·기술의 교환·공유를 통해 첨단 기법의 획득과 취약 분야의 보완, ii) 연구실의 국제 수준 유지, 국내 연구의 위상 검증, 국내 기술 제고, 국제학술논문 발표 증대, 인접 분야의 고도 기술 파악, iii) 연구 재료·결과, 최신 정보, 기술 경험, 데이터의 공유 등 향후 폭넓은 국제 기술 교류를 위한 기반 구축, iv) 정보 공유를 통한 참여국 간의 양자 협력 기반 구축 및 상호 신뢰도 증진, v) 국제 기구 주관 공동연구 참여에 따른 국내 기술·연구기관의 해외 홍보 효과 및 국가 위상 제고 등이다.

넷째, 폭넓은 기술·정보 교류 및 최신 기술 접근 용이를 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 해당 분야의 세계적인 전문가와 3~5년간 함께 참여하는 가운데 연구진의 상호 방문, 전문가 활용, IAEA 훈련생 수용 등 인적 교류 확대, ii) 연 1회 개최되는 연구조정회의 참석을 통해서 기술적인 문제점과 현황 등을 충분히 파악할 수 있으며, 세계 우수기관의 데이터 수집이 용이함, iii) 각국의 데이터 비교, 연구실간 상호 검정시험 등의 참여를 통해 정보 접근 용이, 기술 자문, 기술 공유 기회 확대, iv) 참여하고 있는 프로그램과 관련되는 연구 현안들에 관한 의견 교환이 용이하며, 유사 연구 분야의 전문가와 최신 정보 및 기술경험에 관한 주기적인 상호 협력, 교류 및 인맥 형성의 기회 제공 등이다.

다섯째, 연구의 효율성 제고 및 국내 연구 수행 시 자문 역할 기대를 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 참여 연구진 사이에 연구 정보 및 재료의 상호 교환을 통해 연구의 효율성 제고, ii) 참여하고 있는 많은 전문가들로부터 손쉽게 자문을 받을 수 있으므로 국내 프로젝트 수행 중의 문제점을 공동으로 해결할 수 있을 뿐만 아니라 우리의 연구 방향, 결과 등에 대한 참여 전문가의 의견을 반영할 수 있는 기회 제공 등이다.

여섯째, IAEA 전문가들과의 관계 유지를 통한 기술협력 활동 확대를 들 수 있다. 구체적인 장점은 i) 참여 프로젝트의 IAEA 담당관과 긴밀한 관계를 유지, ii) 이를 통해 IAEA 해당 부서 소관의 프로그램과 기술협력 사업에 참여하는 기회 확대 등이다.

2. 신규 참여 확대 방안

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

첫째, 국가차원의 적극적인 노력 전개를 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) 국내 연구과제 수행 시 관련 분야의 IAEA 공동연구의 참여를 적극 유도하고 이에 따른 평가 반영 등의 지원, ii) IAEA 한국대표부와 소관 정부 부처

의 체계적인 정보 입수, iii) IAEA에서 주관하는 워크숍 및 훈련과정의 적극적인 참여 유도 및 국내 유치 확대, iv) 과학기술부 국제협력사업의 일환으로 IAEA 프로그램 참여 증진을 위한 체계적인 관리 및 지원 등이다.

둘째, IAEA 공동연구 총괄부서 및 기술담당관과의 협력 강화를 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) IAEA 기술담당관과의 관계 유지 및 접촉을 통해 신규사업 제안 단계부터 이에 참여함으로써 주도적인 역할 수행, ii) 연구 분야 및 특정 주제 기획의 사전 인지 및 적절한 응모 준비 기간 확보, iii) 신규 참여 가능 분야 및 가용 재원 관련 정보를 빠른 시일 내에 입수함으로써 참여 증진, iv) IAEA의 기술담당관은 2~3개의 공동연구를 수행하므로 이에 대한 정보를 조기에 입수하여 국내 해당 분야의 적정 연구진에게 이를 전달함으로써 참여 증진 등이다.

셋째, 신규과제의 적극적인 제안을 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) 국내 개발이 필요한 기술 항목이 있을 경우 IAEA가 매년 개최하는 기술회의에서 공동연구 추진을 제안⁴, ii) 신규 과제 개발 시 이에 적극 참여함으로써 기획 단계에서부터 예상 참여국으로 등재될 수 있도록 노력 전개, iii) IAEA의 해당분야 실무자와 긴밀한 접촉을 통해 관심 분야의 신규사업 추진의 적극적인 제안 등이다.

넷째, 적극적인 국제학술 활동을 통한 인지도의 제고를 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) 논문 발표, 국제학회 참석 및 논문 발표 등을 통해 국내 연구진의 대외 인지도 제고, ii) IAEA 주관 기술회의에 적극적인 참여로 국제적인 인지도를 확보하고 연구 활동 영역을 확대함으로써 신규 참여 및 추가 선정 기회 확대 등이다.

다섯째, 공동연구 안내 다양화를 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) IAEA 공동연구의 국내 참여 연구책임자간 워크숍, 세미나 등을 개최함으로써 효율적인 참여 및 신규 참여증진 방안 도출, ii) 국내 원자력관련 웹사이트에 공동연구 내용을 수시로 알리고 이의 내용을 정기적으로 업데이트, iii) 국내 연구기관의 담당 부서에게 IAEA 프로그램의 특성 및 활용 방안을 적극적으로 홍보, iv) 국내 원자력 관련학회 전문위원회를 최대한 활용, v) 원자력 관련학회, 연구회 등의 행사 개최 시 공동연구의 개념 및 참여 의의를 널리 알림으로써 신규 참여 유도 등이다.

여섯째, 신규사업 참여 신청서 작성 및 프로그램의 성격 숙지를 들 수 있다. 구체적인 방안은 i) 연구협약

(Research Agreement)의 소정 신청 양식은 단 2쪽이므로 별지에 연구책임자의 연구실적, 주요 논문, 이력서, 특히 추진 중인 관련 분야의 국내 수행연구 과제 내용 등을 첨부하여 제출, ii) 매년 IAEA 사무국이 제시하는 신규사업 분야에 적합한 제목이 없을 경우 유사 내용이나 연구 대상으로 적극적인 제안, iii) 연구특성상 최초 제안내용은 기본 틀의 범주 내에서 약간의 방향 수정이 가능하므로 신규 진입의 부담을 크게 가질 필요가 없음, iv) 재계약 체결 시 연차 연구보고서는 3~10쪽 분량의 요약 제출로 평가되므로 이의 작성에 부담을 갖고 신규 참여를 어렵게 생각할 필요가 없음, v) 연구책임자 1인이 2개 이상의 공동연구 참여가 가능하므로 추가로 다른 공동연구 과제의 참여를 신규 신청할 수 있음, vi) 신규사업 신청을 동일 연구팀 소속의 연구원 명의로 2~3건 신청 가능, vii) 동일 공동연구에 1개국 2개 연구기관의 참여가 가능하므로 연구소와 대학이 함께 참여할 수 있는 방안 모색, viii) IAEA가 제안한 신규 사업의 타이틀에 'in Korea'를 붙여 동일 제목 하에 우리나라의 사례로 신청하는 방법 등이다.

IV. 결 론

본 연구를 통해 방사선동위원소·방사선 응용을 위한 IAEA 프로그램을 고찰함으로써 앞으로 우리나라가 이 분야의 원자력연구개발사업을 추진하는데 기여할 것으로 본다. 과거 과학기술부가 IAEA 공동연구 참여 증진을 위해 원자력국제협력기반조성사업으로 추진해 온 매칭 펀드의 지원금은 참여과제에 한정되었기 때문에 신규 참여 확대에는 한계를 보이고 있다. 따라서 신규 참여 증진을 효과적으로 달성하기 위한 전략으로는, 기 참여 공동연구중 추가 참여 가능 분야 도출과 함께 미 참여 공동연구중 신규 참여 가능 분야를 조사·분석하여 국내 적정 전문가의 참여를 적극적으로 모색하는 것을 제시할 수 있다. 그리고 원자력 관련 학회를 통해 동 프로그램 참여시 이점을 널리 알림으로써 동 프로그램의 신규 참여에 대한 국내 연구진의 관심을 효율적으로 고취시킬 수 있다. 아울러 추가 및 신규 참여가 가능한 분야에 대한 적정 전문가의 선정을 위해서는 원자력 관련 학회의 전문 분과를 활용하는 방안을 제시할 수 있다.

이러한 기본 전략 이외에 본 연구에서 제안된 IAEA 공동연구 참여시 장점 분석과 신규참여 확대 및 효율적 운영을 위한 구체적인 방안은 신규로 참여하려는 연구책임자에

4. 방사선 온열 병합 치료 연구의 경우는 일본 연구진이 IAEA에 요청하여 이루어진 것임. 우리나라도 국가 차원에서 IAEA에 대한 연구 요청을 보다 적극 추진할 필요가 있음

계 그 방향을 제시하는 동시에 연구 수행의 가이드라인으로 활용될 수 있으며, 우리나라의 신규 참여 신청 시 이의 수락을 제고시킬 것으로 판단한다. 아울러 제시된 전략과 방안이 향후 국제공동연구의 증진 및 효율적인 추진을 위한 원자력정책 수립에 활용될 수 있기를 기대한다.

2. IAEA: Project Summaries for the proposed 2005~2006 Programme, 2004
3. IAEA: The Agency's Programme and Budget 2004~2005, 2003
4. IAEA: The Research Contract Programme : Annual Report and Statistics for 1996~2003, 1997. 5~2004

참 고 문 헌

1. IAEA: Implementation of the Agency's Technical Cooperation Programme, 2004

• Abstract

Establishment of a Strategy for the Promotion of an Active Participation in the IAEA Program related to Applications of Radioisotopes and Ionizing Radiation

Kyoung-Pyo Kim · Jun S. Lee · Sung-Hee Jung

Korea Atomic Energy Research Institute

This paper presents the overall attributes of the current IAEA programs and their future prospects in the arena of applications of radioisotopes and ionizing radiation, thus dealing with the demand to achieve 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 a participation in the IAEA programs have been reviewed and their immediate relevance has been emphasized. A strategic approach for the enhancement of an active participation in the program and its efficient implementation has also been established. It is anticipated that the proposed recommendations such as the long term strategy and the applicable guidelines will be useful in formulating a nuclear policy for the further development of the international cooperative projects in the future.⁵

Key Words : Radioisotopes, Radiation, Radiopharmaceuticals, Radiography, PET (Positron Emission Tomography)

5. 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 Science and Technology.