KAERI/RR-4317/2017
보안과제( ), 일반과제(○)

522100-15,
522200-16,17

원자력 재난 환경 방호사업
Nuclear Emergency and Environmental Protection Project

원자력시설주변환경방사선평가
원자력통제관리
원자력방재
화학폐수처리시설 운영
Environmental Radiation Monitoring Around the Nuclear Facilities
Nuclear Material and Technology Control
Nuclear Emergency Preparedness
Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

KAERI

한국원자력연구원

KAERI

제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

이 보고서를 “원자력 재난 환경 방호” 사업의 단계종료 연구보고서로 제출합니다.

2018년 1월 31일

주관연구기관명 한국원자력연구원
주관연구책임자 강 문 자 / 이 완 로
연 구 원 정 근 호, 이 성 호,
이 관 엽, 정 연 수

KAERI

KAERI

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td colspan="2">522100-15,
522200-16, 17</td><td>해당단계
연구기간</td><td colspan="2">2015-2017</td><td>단계구분</td><td>계속</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="6">원자력 재난 환경 방호사업</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="6">원자력시설주변환경방사선평가,원자력통제관리,원자력방재,화학폐수처리시설운영</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="6">원자력 재난 환경 방호사업</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="6">원자력시설주변환경방사선평가,원자력통제관리,원자력방재,화학폐수처리시설운영</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구책임자</td><td rowspan="6">강 문 자,
이 완 로
(중간변경)</td><td rowspan="3">해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 84.14명</td><td rowspan="3">해당단계
연 구 비</td><td>정부</td><td>3,299,822 천원</td></tr>
<tr><td>내부 74.09명</td><td>기업</td><td>0 천원</td></tr>
<tr><td>외부 10.05명</td><td>계</td><td>3,299,822 천원</td></tr>
<tr><td rowspan="3">총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 84.14명</td><td rowspan="3">총 연구비</td><td>정부</td><td>3,299,822 천원</td></tr>
<tr><td>내부 74.09명</td><td>기업</td><td>0 천원</td></tr>
<tr><td>외부 10.05명</td><td>계</td><td>3,299,822 천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="3">한국원자력연구원,
방재환경부, 시설팀</td><td>참 여 기 업 명</td><td colspan="2">해당없음</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 : 해당없음</td><td colspan="3">상대국 연구기관명 : 해당없음</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명 :해당없음</td><td colspan="3">연구책임자 : 해당없음</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내로 작성합니다.)</td><td>보 고 서 면 수</td><td colspan="2">112p.</td></tr>
</table>

원자력시설주변 방사선환경조사 및 평가를 위해 환경방사능분석 1359건 및 10개 지점에서 환경방사선 실시간 측정을 수행하였다. 년 4회 주민선량평가를 수행하였으며 상·하반기 환경감시결과보고서를 제출하였다. IAEA ALMERA 협의체 활동 및 국내·외 교차분석에 참여하였다. 환경방사능 감시 기술 고도화 및 품질 개선을 위해 대용량 물 시료 자동축차분리기술 적용 및 실험실 내 방사성물질 관리 자동화시스템을 개발하였다.

안전조치 활동으로 IAEA 확대신고서 제출, 원자력시설에 대한 설계정보서 및 핵물질계량관리보고서 제출, SLA 사전보고 등을 IAEA에 적시에 제공하였으며, 양국간 원자력협정에 따라 매년 한미, 한카, 한호, 한일 등에 연례보고서를 제출하였다. 또한 IAEA 및 국가가 연구원 원자력시설에 대하여 수행한 정기 및 비정기적 사찰/검사에 대하여 차질없이 수검하였다.

방사선비상계획구역 기초지역 확장에 따른 하나로 방사선비상계획구역을 하나로 반경 1.5km 기준으로 재설정하였다. 방사선비상계획 적용에 따른 개선요구사항 및 여건변화에 따라 2회의 변경승인과 2회의 경미한 사항 변경신고를 하였고, 방사능방재훈련 시나리오 개발 및 총 27회의 방사능방재훈련 실시하였다.

일반 환경업무를 총체적으로 관리함으로써 법적의무사항 이행 및 연구활동의 안정적 지원과 원자력연구단지 주변의 청정화 등으로 환경보전 뿐만 아니라 원자력에너지의 긍정적 이미지 홍보에 일조하였다.

색 인 어 (각 5개 이상)		
	한글	방사선/능 환경감시, 원자력통제, 원자력방재, 화학폐수관리, 방사선, 방사능, 핵물질, 폐수
	영어	Environmental Radiation/Radioactivity Monitoring, Nuclear Material Control, Nuclear Emergency Preparedness, Chemical Waste Water Monitoring, Radiation, Radioactivity, Nuclear Material, Waste Water

KAERI

요 약 문

Ⅰ. 제 목

원자력 재난 환경 방호사업

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

원자력 재난 환경 방호사업은 한-IAEA 안전조치협정, 한-미 원자력협정, 원자력안전법, 원자력시설 등의 방호 및 방사능방재대책법, 대외무역법, 수생태계보전관련법 등이 요구하는 의무사항을 이행하고, 환경안전, 재난안전, 핵투명성제고를 위해 필요하다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1. 원자력시설주변환경방사선평가

원자력이용시설 주변에 대한 방사선환경 조사 및 평가의 목적은 원자력이용시설의 운영으로 인한 시설 주변의 주민이 받게 되는 방사선량이 연간 선량한도 이내로 유지되고 있는지를 확인함으로써 주민의 건강과 안전을 확보하고 아울러 시설 주변 환경의 방사능 오염을 사전에 예방하는 것이다. 따라서 본 사업은 원자력환경감시 및 평가 의무사항 이행, 원자력방사선환경 분석 기술개선 및 자동화와 주민 수용성 개선이라는 목표를 가지고 수행되었다. 이를 통해 시설로부터의 예기치 않은 방사성물질의 방출에 의한 주변 환경 변화의 영향을 판단할 수 있는 기초 자료 확보 및 평가능력을 제고하였다. 또한 원자력이용시설 주변 환경을 지속적이고 과학적인 조사·평가를 통하여 원자력에 대한 주민의 올바른 이해를 구함으로써 안정적인 연구환경을 조성하고자 하였다.

2. 원자력통제관리

원자력통제관리는 안전조치 및 전략물자수출입통제로 이원화되어 수행되었다. 안전조치는 한-IAEA 안전조치협정, 추가의정서, 양국간 협력협정, 원자력안전법에 따른 안전조치 의무사항을 차질없이 이행하고자 하였다. 원내 안전조치 활동으로, 연구원의 원자력활동에 대한 IAEA 확대신고, 11개 원자력시설의 핵물질 계량관리를 위한 설계정보서 및 계량관리보고서 IAEA에 제출, SLA(State-Level Approach)에 따른 사전보고사항 제출 및 IAEA/국가 사찰 수검을 차질없이 수검하는 것이다. 또한 양국간 원자력협정에 따라 의무사항으로 한-미, 한-카, 한-호, 한-일 연례보고서를 제출하고, 원자력안전법에 따라 차질없는 국가검사를 수검하고자 하였다.

또한, 전략물자 수출입통제 부분에서는 2014년 대외무역법으로 무형기술이전에 대한 규제가 강화되어, 원내 전략물자 수출입통제를 체계적으로 이행할 수 있도록 대책을 수립하고자 하였다. 또한, 사우디아라비아로 SMART PPE 사업이 착수되어 전략물자 수출입통제 분야에서도 차질없는 조치를 추진하고자 하였다.

3. 원자력방재

원자력방재는 연구원이 운영하는 원자력시설의 방사선비상계획 수립 및 이행을 대상으로 한다. 주요한 내용 및 범위는 방사선비상계획 및 수행절차 운영·개선, 방사능방재 교육 및 훈련 이행, 방사능재난대응설비 유지 및 개선, 방사능방재 유관기관 업무협력이다.

4. 화학폐수처리시설 운영

주로 중·장기 연구업무를 수행하는 연구원의 특성상 연구실로부터 다량의 화학폐수와 폐기물이 발생하고 있어 이를 적절하고 적법하게 처리하기 위하여 화학폐수처리시설을 운영하고 있으며 이를 통하여 법적의무사항을 이행하고 주변 환경보전과 주기적인 모니터링으로 환경사고로 인한 민원을 사전에 방지한다.

Ⅳ. 연구개발결과

1. 원자력시설주변환경방사선평가

원자력시설주변 방사선환경조사 및 평가를 위해 환경방사능분석 1359건 및 10개 지점에서 환경방사선 실시간 측정을 수행하였다. 년 4회 주민선량평가를 수행하였으며 상·하반기 환경감시결과보고서를 제출하였다. IAEA ALMERA 협의체 활동 및 국내·외 교차분석에 참여하였다. 환경방사능 감시 기술 고도화 및 품질 개선을 위해 대용량 물 시료 자동축차분리기술 적용 및 실험실 내 방사성물질 관리 자동화시스템을 개발하였다. 또한 EPZ 확대에 따라 공간감마선량 측정시스템 신설 및 이설하였으며 방사선통합관리시스템을 구축 및 운영하였다. KNF에 방사선환경조사 기술을 전수하고 자동분리장치의 해외수출 중소기업을 지원하였다. 주민수용성 개선을 위해 대외기관 및 산업체에 대해 방사능분석 및 기술지원 1620건을 수행하였다. 연구원 홈페이지 및 국가망을 통해 방사선환경준위을 공개하고 지자체에 자료를 제공하였다. 이에 더하여 연구원 주변 환경방사선 결과 설명 및 수용성 활동을 강화하고 유성구 감시 차량에 대한 원내 측정 관련 기술 지원 등 지역의 반 원자력정서 해결을 위한 활동 및 연구원 시설 현안 문제 해결을 위한 활동 등을 수행하였다.

2. 원자력통제관리

안전조치 활동으로 IAEA 확대신고서 제출, 원자력시설에 대한 설계정보서 및 핵물질계량관리보고서 제출, SLA 사전보고 등을 IAEA에 적시에 제공하였으며, 양국간 원자력협정에 따라 매년 한미, 한카, 한호, 한일 등에 연례보고서를 제출하였다. 또한 IAEA 및 국가가 연구원 원자력시설에 대하여 수행한 정기 및 비정기적 사찰/검사에 대하여 차질없이 수검하였다.

전략물자 수출입통제 활동으로 원내 전략물자 수출입통제 기반 구축이 필요하여, 원내 규정 제정 및 공표, 수행과제에 대한 전략물자 관련성 파악을 위한 KINAC 자문, 이중용도품목에 대한 CP(Compliance Program)를 추진하고 있다. 특히 SMART PPE 사업이 진행되어, 원내 사전판정 및 수출허가량이 대폭 증가하였음에도 차질없이 수행하였다.

3. 원자력방재

원자력방재과제 운영에 따른 주요 성과는 방사선비상계획구역 기초지역 확장에 따른 하나로 방사선비상계획구역을 하나로 반경 1.5km 기준으로 재설정, 방사선비상계획 적용에 따른 개선요구사항 및 여건변화에 따라 2회의 변경승인과 2회의 경미한 사항 변경신고, 방사능방재훈련 적용 및 검사 수검에 따른 70건의 방사선비상계획 수행절차 개선과 1건의 수행절차 신규 제정 및 7건의 관리절차 개선, 원자력시설에 대한 위해도 평가 및 방사선비상계획 적용 3건, 방사능방재교육 콘텐츠 개발 및 연도별 교육 시행으로 방재요원 대상 100% 교육 이수 달성, 방사능방재훈련 시나리오 개발 및 총 27회의 방사능방재훈련 실시, 방사능재난대응설비 분기/반기/년 유지관리 및 방재훈련 등 적용경험에 따른 설비개선 수십 건이었다.

4. 화학폐수처리시설 운영

일반 환경업무를 총체적으로 관리함으로써 법적의무사항 이행 및 연구활동의 안정적 지원과 원자력연구단지 주변의 청정화 등으로 환경보전 뿐만 아니라 원자력에너지의 긍정적 이미지 홍보에 일조하였다.

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

원자력 재난 환경 방호사업의 연구결과는 법적의무사항 이행, 원자력연구시설 안전에 대한 불신 증가에 따른 대외활동에 활용되었습니다.

SUMMARY

Ⅰ. Project Title

Nuclear Emergency and Environmental Protection Project

Ⅱ. Objective and Importance of the Project

Nuclear Emergency and Environmental Protection Project is for implementing of the obligation by Korea-IAEA safeguards treaty, Korea-U.S.A. treaty, Nuclear emergency preparedness Act, Foreign trade Act, and this project is necessary for environmental safety, disaster response, nuclear transparency.

Ⅲ. Scope and Contents of Project

1. Environmental Radiation Monitoring Around the Nuclear Facilities

Purposes of the environmental radiation monitoring and evaluation around the nuclear facilities are to ensure the healthy and safety of the residents as maintaining within annual dose limits and to prevent radioactive contamination of environment around the facility in advance. Therefore, this project carried out with the goal of implementing the requirements of radiation environment monitoring and evaluation, improving and automating the radioactivity analysis technology and improving resident's acceptance. This enhances the ability to acquire and evaluate basic data can be used to determine the effects of environmental changes caused by unexpected release of radioactive materials from facilities. Also a stable research environment is provided by seeking a proper understanding of the residents through continuous and scientific investigation and evaluation of the environment around nuclear facility.

2. Nuclear Material and Technology Control

KAERI safeguards is to implement obligations based on the Agreement and Additional Protocol between ROK and IAEA for the Application of Safeguards, Bilateral Agreements between ROK and USA, Canada, Australia, Japan, and

Domestic Nuclear Safety Law. For the IAEA Safeguards, KAERI should submit annual report for extended declaration, DIQs for nuclear facilities, accounting reports on nuclear material and advanced notifications. According to the information, KAERI should be inspected by IAEA and NSSC. Also, KAERI should provide annual reports based on the Bilateral Agreements.

Also, import/export control should be carried out based on the Domestic Law on the Foreign Trade. For this, KAERI should treat the advanced judgement and export permit on the strategic goods and technologies. Especially SMART PPE project should be treated smoothly in the view of import/export control.

3. Nuclear Emergency Preparedness

Nuclear Emergency Preparedness is for the nuclear facilities about emergency plan establishing and operation, the major contents of this project are Emergency Plan and implementing procedures operation and improvement, Nuclear emergency training and exercise, Radiation emergency response facility operation and improvement, Co-work with related organization

4. Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

Due to the nature of laboratories that mainly conduct mid- and long-term research activities. Due to the nature of laboratories that mainly conduct mid- and long-term research activities large amounts of chemical wastewater and wastes are generated from the laboratory, and a chemical wastewater treatment facility is operated to appropriately and legitimately handle them. Through this, Prevention of complaints caused by environmental accidents by conservation and regular monitoring.

Ⅳ. Result of Project

1. Environmental Radiation Monitoring Around the Nuclear Facilities

In order to investigate and evaluate the radiation environment around the nuclear facilities, the radioactivity analysis of 1359 samples and environment radiation real-time measurements at 10 sites were performed. The four times per year off-site dose assessment were performed and the first and second half

environment radiation monitoring reports were submitted. Also we participated the IAEA ALMERA activity and domestic and overseas radioactivity analysis. In order to improve the environment radiation monitoring technology and quality, we have developed the automatic separation system for water samples and automated radioactive material management system in laboratories. The new ERM system was developed and two ERM system were relocated as the EPZ augmentation, and the radiation integrated management system was established and operated. We transferred the technology of radiation environment analysis and supported the small business for overseas export of automatic separation system. To improve the resident's acceptance, we performed 1620 cases of the radioactivity analysis and technology support for external agencies and organizations. Also the radiation environment level was disclosed through the homepage of the KAERI and the national network, and the data were provided to the local government. In addition, we conducted activities to solve the problem of anti-nuclear emotion in the region as explanation of the environment radiation and technical support of in-house measurement by Yuseong-gu monitoring vehicle.

2. Nuclear Material and Technology Control

As safeguards activities in KAERI, annual reports on the extended declaration, 25 DIQs for nuclear facilities, 294 accounting reports of nuclear material, 165 advanced information were provided to IAEA in time. According to the bilateral agreements, annual reports were provided to USA, Canada, Australia and Japan. Based on the information, IAEA carried out the inspections on nuclear facilities and nuclear material in KAERI.

As import/export control in KAERI, a methodology was developed to establish the foundation of KAERI import/export control including KAERI import/export control regulation, relativeness analysis between KAERI project and strategic technology and forwarding CP(Compliance Program) of dual use items. Especially the amount of advanced judgement and export permit was extremely increased because of SMART PPE project with Saudi Arabia.

3. Nuclear Emergency Preparedness

The major research results of nuclear emergency preparedness project are under description.

- HANARO emergency planning zone(EPZ) was reestablished around the radius 1.5km of HANARO reactor because the EPZ base radius was expanded in the related Act.
- Emergency plan was updated 4times to reflect the operation experience and request from regulatory body, etc.
- 70 of emergency plan implementing procedures were updated, 1 was established, and 7 of emergency plan management procedures was updated.
- Hazardous assessment of nuclear facility was implemented for 3 nuclear facilities and its results was applied on the emergency plan
- The training program was developed and applied every year, the exercise scenario was developed and implemented 27 times in 3 years
- The emergency response facilities was checked periodically, and some components and software was improved based on the application on the exercise

4. Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility

We will comprehensively manage general environmental affairs, fulfill legal obligations, support stable research activities, and purify the environment around the nuclear research complex. Moreover we contribute to the positive image of nuclear energy as well as environmental preservation.

V. Proposal for Applications

The results of nuclear emergency and environmental protection project was used for implementing the obligation by related Acts and for responding the request by off-site organizations caused by escalated disbelief.

CONTENTS

SUMMARY ····· 8

Chapter 1 Introduction ····· 17

Chapter 2 Result of Environmental Radiation Monitoring Around the Nuclear Facilities ····· 21
Section 1. Schema ····· 23
Section 2. Result ····· 23

Chapter 3 Result of Nuclear Material and Technology Control ····· 43
Section 1. Schema ····· 45
Section 2. Result ····· 47

Chapter 4 Result of Nuclear Emergency Preparedness ····· 63
Section 1. Improvement of Emergency Plan ····· 65
Section 2. Radiation Emergency Training and Exercise ····· 77
Section 3. Emergency Response Facilities Maintenance and Improvement ····· 82
Section 4. Off-site relationship ····· 90
Section 5. Other results ····· 90

Chapter 5 Result of Operation of Chemical Wastewater Treatment Facility ···· 93
Section 1. Chemical Wastewater Treatment ····· 95
Section 2. Waste Treatment ····· 104
Section 3. Near Environment Monitoring ····· 106

Chapter 6 Reference ····· 107

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET ····· 112

KAERI

목 차

요 약 문 ····· 5

제1장 개 요 ····· 17

제2장 원자력시설주변환경방사선 평가 성과 ····· 21
제1절 개요 ····· 23
제2절 실적 ····· 23

제3장 원자력통제관리 성과 ····· 43
제1절 개요 ····· 45
제2절 성과 ····· 47

제4장 원자력방재 성과 ····· 63
제1절 방사선비상계획 개선 및 연구 ····· 65
제2절 방사능방재 교육·훈련 ····· 77
제3절 방사능재난대응설비 유지관리 및 개선 ····· 82
제4절 방재대책 대외업무 ····· 90
제5절 논문 등 기타성과 ····· 90

제5장 화학폐수처리시설 운영성과 ····· 93
제1절 화학폐수 적정처리 ····· 95
제2절 폐기물의 적정처리 ····· 104
제3절 주변 환경오염감시 ····· 106

제6장 참고문헌 ····· 107

서지정보양식 ····· 111

KAERI

표 목차

표 4-1. 새빛(연구로연료가공시설) 화재사고시 방사선원항 ····· 73
표 4-2. 6개월 냉각 1개 봉 사용후핵연료 핫셀 가상사고시 PIEF 굴뚝방출 방사선원항 ····· 74
표 4-3. 동위원소생산시설 핫셀사고시 방사선원항 요약 ····· 76
표 4-4. 방사능방재교육에 대한 방사능방재대책법 요건 ····· 77
표 4-5. 2015년도 방사능방재요원 방사능방재교육 계획 ····· 78
표 4-6. 방사능방재교육 이수율(2015-2017) ····· 78
표 4-7. 원자력연구원 원자력시설별 방사능방재훈련 주기 ····· 79
표 4-8. 2015년 방사능방재훈련 실시 현황 ····· 79
표 4-9. 2016년 방사능방재훈련 실시 현황 ····· 81
표 4-10. 2017년 방사능방재훈련 실시 현황 ····· 81
표 4-11. 2015년 본부상황실 PC 보강 현황 ····· 84
표 5-1. 폐수처리 전/후의 평균수질결과(2015년~2017년) ····· 101
표 5-2. 폐유기용제에 함유된 할로겐족 화합물질 ····· 102
표 5-3. 폐기유기용제에 함유된 비할로겐족 화합물질 ····· 102
표 5-4. 배출허용기준 (수질 및 수생태계보전에 관한 법률) ····· 103
표 5-5. 폐기물의 종류와 처리방법 ····· 105
표 5-6. 3년간 (2015년~2017년) 폐기물 처리량 ····· 106

KAERI

그림 목차

그림 2-1. IAEA ALMERA 신속분석법 개발 참여 ····· 27
그림 2-2. IAEA RCA RAS 및 FNCA 사업 참가 및 발표 ····· 27
그림 2-3. 핵종자동축차 분리기술 적용으로 운영 효율화 ····· 28
그림 2-4. 조사계획서 변경에 대한 승인 및 ERM 신설 및 이설 ····· 28
그림 2-5. 비상방재 차량 구축 및 방재훈련 적용 ····· 29
그림 2-6. 핵종자동분리장치 해외수출 중소기업 지원 ····· 30
그림 2-7. 방사성 물질 관리를 위한 자동화 시스템 모식도 ····· 31
그림 2-8. 국가 환경방사능 감시 정보공개망(KINS)을 이용한 방사선 정보 공개 ····· 31
그림 2-9. 주민협의회의 연구원 주변 하천 환경영향평가 대응 ····· 32
그림 2-10. 연구원측정 자료: 유성구 차량 원내 측정 관련 기술 지원 ····· 32
그림 2-11. 방사선환경영향조사 공개 및 유성구 도로 자연선량 특이값 대응 활동 ····· 33
그림 2-12. 안전과 소통 소식지 지원 ····· 33
그림 3-1. 안전조치 추진체계 ····· 45
그림 3-2. 전략물자 수출입통제 추진체계 ····· 46
그림 3-3. IAEA 및 국가검사 현황 ····· 51
그림 3-4. KASIS 특징 ····· 53
그림 3-5. 원내 안전조치 교육 ····· 55
그림 3-6. KAERI-KINAC 안전조치 세미나 ····· 55
그림 3-7. 전략물자 수출입통제 연도별 이행 현황 ····· 56
그림 3-8. PYRO 시설 안전조치 적용방안 합의 ····· 58
그림 3-9. 요르단 안전조치 기술지원 ····· 58
그림 3-10. 한-미 원자력협정 의무사항에 대한 후속조치 ····· 59
그림 3-11. 전략물자 수출입통제 기반구축 ····· 59
그림 4-1. 하나로 EPZ 재설정 현황 ····· 67
그림 4-2. 자운대 합동군사대학 시설사용 갱신협약서 ····· 69
그림 4-3. 청주대 예비환경실험실 지정 협약서 ····· 69
그림 4-4. 새빛 화재 이후 30분 간 확산시 환경누설 분율 ····· 72
그림 4-5. 새빛 화재시 옥내대피 전과 후의 거리별 유효선량(mSv) ····· 73
그림 4-6. PIEF 수조 가상사고시 풍향별 기체 누설량 ····· 74
그림 4-7. PIEF 17×17 RFA 집합체의 취급/누설사고시 선량평가 결과 ····· 75

그림 4-8. RIPF 지상 1층에 대한 제어체적 및 유체흐름 경로 수치 부여 ····· 76
그림 4-9. RIPF Bank 1 Co-60 취급중 화재로 인한 건물누설시 옥외에서의 거리별 전신유효선량 ····· 76
그림 4-10. 방사선비상관리시스템 서버 오류발생 화면 ····· 82
그림 4-11. 본부상황실 UPS/배터리 점검, 배터리 교체 ····· 82
그림 4-12. 본부상황실 제염수 집수조 개선 ····· 83
그림 4-13. 하나로동 옥상설치 무전기중계기 ····· 84
그림 4-14. 실시간 감시정보 취득, 활용 및 KINS 전송 시스템 최종 구축안 ····· 85
그림 4-15. 본부상황실 월모니터 보강 전(왼쪽) 및 후(오른쪽) ····· 86
그림 4-16. 본부상황실 비상전원 자동정기변환 장치설치 전후 ····· 86
그림 4-17. 상황전파시스템 이상사태 소집모드 추가화면 ····· 88
그림 4-18. 현장상황실 고휘도 스크린 설치 전(왼쪽) 및 후(오른쪽) ····· 89
그림 5-1. 반응조, 급속응집조 및 완속반응조 전경 ····· 95
그림 5-2. 침전조 ····· 96
그림 5-3. 모래여과조, 활성탄여과조 및 이온교환수지여과조 ····· 97
그림 5-4. 최종중화 방류조 ····· 97
그림 5-5. 농축조 ····· 98
그림 5-6. 탈수장치 ····· 98
그림 5-7. 폐수처리 공정 ····· 99

KAERI

제1장

개 요

KAERI

KAERI

제1장 개 요

원자력재난 환경방호사업은 당초 원자력방사선환경방호사업의 일환으로 2015년에 시작되었다. 그러던 것이 중간에 연구원의 조직개편에 의해 동 사업 소속 조직이 세분화되면서 부서운영 및 과제관리의 효율화를 위하여 원자력재난 환경방호사업이 원자력방사선환경방호사업으로부터 분리되어 나왔다. 원자력재난 환경방호사업을 주관하는 부서는 방재환경부이다. 방재환경부 산하에는 환경방사능평가실, 원자력통제관리실, 원자력방재실이 있었으며, 이들 부서 소관의 원자력시설주변 환경방사선평가, 원자력통제관리, 원자력방재 세부과제가 원자력재난 환경방호사업으로 귀속되었으며, 환경분야의 성격을 가진 화학폐수 처리시설운영 세부과제 또한 포함되었다. 원자력재난 환경방호사업 소속 과제는 가각 국제협약, 국내법 등 각 법이 요구하는 사항을 충족하기 위한 과제들이다. 또한 그 성격상 모두 대외 상대의 특성을 가지고 있다. 이들 과제의 대략적인 업무를 살펴보면, 원자력시설주변 환경방사선평가과제는 첫째, 원자력안전 관련법령 의무사항인 원자력시설 부지 주변 방사선환경 조사평가를 수행하여 안전성 확인하고 둘째, 환경방사선/능 감시 기술을 개발하고 선도하여 국가 현안을 해결하고 타 기관 및 산업체 기술을 지원하는 것이다. 원자력통제관리과제는 첫째, 자력사업자로서‘원자력안전법’이 요구하는 안전조치 이행 및 효율화와 국제사회가 요구하는 원자력활동의 투명성 보장을 그 내용으로 하며, 둘째, 전략물자 수출입통제 분야로써 전략물자 수출입 관련 대외무역법 및 원자력안전법이 요구하는 전략물자 수출입 업무 이행 및 체계화와 국제사회가 요구하는 4대 수출입 관련 전략물자 통제체제 Guideline 준수를 그 내용으로 하는 과제이다. 원자력방재과제는 첫째, 원자력사업자로서‘원자력시설 등의 방호 및 방사능방재대책법’이 요구하는 방사선비상계획 수립 및 이행을 대상으로 하며, 둘째, 원자력재난대응체계 강화 및 선진화로 원자력안전에 대한 주민신뢰 제고를 그 내용으로 한다. 화학폐수처리시설운영과제는 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 준수를 위한 적법한 시설운영, 폐기물 관리법 준수를 위한 적법한 폐기물 처리, 환경사고방지를 위한 주변 모니터링을 그 내용으로 한다.

지난 단계 과제를 수행하는 동안 연구원은 사용후핵연료 문제, 방사성폐기물 무단폐기 문제 등으로 인하여 매우 어려운 상황에 처했다. 이들 주변 환경 여건의 변화는 과거보다 더욱더 지방자치단체, 환경단체, 지역주민 들이 연구원의 연구활동에 대해 환경, 안전 등의 관점에서 접근하도록 하였으며, 이러한 변화의 일환으로 원자력재난 환경방호사업에도 당초 고려하지 않았던 많은 현안업무들이 발생하였다. 이 보고서는 지난 단계 사업을 운영하면서 각 세부과제별로 수행한 성과와 처리했던 업무의 요약을 제시하였다.

KAERI

제2장

원자력시설주변환경방사선 평가 성과

제1절 개요

제2절 실적

KAERI

KAERI

제2장 원자력시설주변환경방사선평가 성과

제1절 개요

원자력이용시설 주변에 대한 방사선환경 조사 및 평가의 목적은 원자력이용시설의 운영으로 인한 시설 주변 주민이 받게 되는 방사선량이 연간 선량한도 이내로 유지되고 있는지를 확인함으로써 주민의 건강과 안전을 확보하고 아울러 시설 주변 환경의 방사능 오염을 사전에 예방하는 것이다. 또한 시설로부터 예기치 않은 방사성물질의 방출에 의한 주변 환경 변화의 영향을 판단할 수 있는 기초 자료의 확보 및 평가능력 제고와 원자력이용시설 주변 환경을 지속적이고 과학적인 조사·평가를 통하여 원자력에 대한 국민의 올바른 이해를 구하고 안정적인 연구 환경을 조성하는데 있다.

1. 단계목표

가. 원자력환경감시 및 평가 의무사항 이행

나. 원자력방사선환경분석 기술개선 및 자동화

다. 주민 수용성 개선

제2절 실적

1. 수행내용

가. 성과목표별 달성도

성과목표	내용	평가지표	검증방법	달성도 (%)
1. 원자력시설주변 환경방사선평가				100
1-1. 원자력시설 주변 방사선 환경 조사 및 평가(법적의무 수행)	• 시설 주변 환경방사능분석: 1359건, 환경방사선 실시간 측정: 10개 지점 : 수집율 90% 이상 달성 • 환경방사선 감시기 강우 및 낙뢰 영향 평가	• 방사선환경 조사의 이행 • 감시 장비의 개선 • 기상관측 및 선량평가의 이행 • 상하반기 조사결과 보고서 제출 및 일시증가보고 원인 규명	• 환경방사선/능조사 결과 보고서 • 기상관측률 및 선량평가 결과 • 원안위 제출보고서: 평가결과 및 일시증가보고서 (원인규명, 원안	100

	• 기상자료 확보 및 주민선량평가: 관측률 90%이상 달성 • 주민선량평가: 4회/년 상·하반기 환경감시 결과 보고서 제출 • IAEA ALMERA 협의체 활동참여 • NPL, KINS, KRISS 교차분석 참가, IAEA RCA RAS 및 FNCA 사업 참석	• 국제협력 및 숙련도 시험 참가	위 공문) • 숙련도 평가 결과 • 덴마크 DTU와 MOU (방사능 분석 분야) 체결	
1-2. 환경방사능 감시 기술 고도화 및 품질 개선	• 대용량 물 시료 자동축차분리기술 적용 • EPZ 확대에 따른 조사계획서 변경 승인, 공간감마선량률 측정 시스템 신설 (1대) 및 이설 (2대) 완료 • 방사선통합관리시스템(환경방사선, 기상) 구축 및 운영 • 환경감시차량 방재훈련 적용기술 개발 • 노하우전수: KNF, 방사선환경조사 기술 • 자동분리장치 해외수출 중소기업 지원 • 실험실 내 방사성물질관리 자동화시스템 개발/기술실시	• 자동축차기술의 적용으로 전처리, 인력 운영 효율화 • 조사계획서 변경 승인 (2017.3) • 공간감마선량률 측정 시스템 확충 • 환경방사선, 기상 자료처리 시스템의 일원화 • 환경방사선 감시차량의 구축 및 활용KNF 기술 이전 • 중소기업지원기업 기술 실시	• 대용량 자동분리장치 및 절차서 • 조사계획서 변경 승인 공문 • 공간감마선량률 추가 정상 운영 여부 • 자료처리 일원화 시스템 구축 여부 • 감시차량 현황 및 운영절차서 • 기술이전보고서 • 기술지원요청공문, 기술실시 공문	100
1-3. 주민수용성 개선	• 대외기관 및 산업체 방사능분석 및 기술지원 1620건 • 연구원 홈페이지 및 국가망 (KINS)을 통해 방사선환경준위 공개 및 지자체 자료 제공	• 대외기관 및 산업체 방사능분석 및 기술 지원 활동 • 대전 방재센터에 일별 환경방사선량률 제공 및 실시간 자료 전송 여부	• 성적서 및 공문 • 유관기관에 대한 환경방사선 실시간 정보공개 실적(홈페이지) 자료	100
1-4. 지역 반 원자력정서 해결을 위한 활동 및 연구원 시설 현안 문제 해결 (추가 내용)	• 연구원 주변 환경방사선 결과 설명 및 수용성 활동 강화 (주민협의회 참석 답변) • 유성구 감시 차량	• 환경방사선 실시간 정보공개 시스템 구축 • 시민검증단, 주민협의회 기술지원 • 유성구 감시 차량	• 시민단체, 유관기관에 대한 환경방사선/능 기술지원 내역서 • 감시 차량 이용 측정 결과 및 유	100

	원내 측정 관련 협의 기술 지원 • 유성구 발표 도로 자연선량 특이값 발표에 대응(특이사항 없음 확인) • 기체방출량에 의한 주민선량 법적 기준치 이하임을 홈페이지 통해 공개 • 원자력연구원 안전과 소통 소식지에 환경방사선량률 자료 지원 및 방사능정보 일반인 수준으로 작성 공개 • 대전시, 유성구, 연구원 안전협약에 따른 선량률 자료 제공 체계 구축 • 새빛 과학동 인허가 변경 심사 시 C-14 분석 추가 요청문제 해결	원내 측정 관련 기술 지원 내용 및 도로 선량률 측정 지원 여부 • 선량률 자료제공 프로그램 개선 여부 • KINS 지적사항 해결 여부	성구 도로 자연 선량률 판명여부 (언론보도자료) • 시민검증단 회의 제출자료 및 발표자료 • 연구원 홈페이지 공개 자료 • 환경방사선량률 통합 서버 및 운영 프로그램 • 새빛 과학동 관련 방사선환경조사 평가 보고서	

나. 성과목표별 수행내용

(1) 원자력시설주변 방사선환경조사

① 원자력시설 부지 주변 방사선환경 조사평가 수행 및 안정성 확인

② 기상자료 확보 및 주민선량평가(관측률 90%이상)

③ 원자력 시설 주변 방사선 환경 조사 기술의 이전

④ 환경방사능 자동분리 장치 상업화 기술개발 및 현장적용기술 개발

(2) 환경방사선/능 분석법 효율화 및 고도화

① 자동축차분리 장치를 주요사업에 적용해서 전처리 및 분석 인력 축소로 인력 효율화, 분석시간 획기적으로 단축함.

② 원자력연구원에서 기술실시계약을 체결한 국내 중소업체에 신속 방사성핵종 자동축차분리 장치의 기술 이전 및 국내외 판매를 위한 기술 지원.

③ 방사성핵종 자동축차분리의 상업화기술은 산업체에 기술전수 되어 국내 실험실 및 해외에 수출되었고, 앞으로 세계시장에 수출할 기회가 증대되고 있음.

④ 한전원자력연료(주)의 방사선환경조사기술수준을 한 단계 높이는 계기가 되었으며 주요

사업과제에서 축적한 “원자력시설 주변 방사선환경 조사기술” 노하우가 관련기업에 전수되어 업체의 법적요건을 충족할 수 있는 기술력을 향상시키는 계기가 되었음.

⑤ 실험실 내 방사성동위원소 물질의 능동적, 체계적으로 관리를 위한 방사성동위원소 보관함 및 방사성동위원소 관리 시스템 개발하고 자동화 시스템을 기술 이전 (유상 기술실시 계약 : 2017. 12. 20. 예정)하였고, 본 시스템을 이용하여 방사성 동위원소의 관리를 자동화하여 더욱 강화되고 있는 방사성 물질의 관리의 효율화를 달성함.

(3) 주민 수용성 개선

① IAEA ALMERA 협의체 국제협력 및 국내외 교차분석 참가

② 대외기관 및 산업체 방사능분석 및 현안 해결 기술 지원

③ 국정감사 및 공익감사 기체방출(삼중수소, 요오드, 크립톤)관련 주민피폭선량 영향이 거의 없거나 미미함 근거 자료 제출

(4) 지역 반 원자력정서 해소를 위한 활동 (2017년 추가 내용)

① 환경방사선량률 측정결과 실시간 공개(홈페이지, 유성구 지자체, 대전시에 제공, KINS 자료 제공 및 핸드폰 어플에 공개).

② 대전시, 유성구, 연구원 안전협약에 따른 선량률 자료 제공.

③ 시민검증단 활동에 따른 방사선환경영향조사 및 방사능 방재 기술지원.

④ 주민협의회 활동에 연구원 주변 환경방사능 결과 설명 및 수용성 활동 강화, 연구원 방사능방재대책 현황 설명 및 주민이해도 제고 노력.

⑤ 관평천, 대전시 보건환경연구원 연구원 주변 하천토 결과 대응(연구원 영향 없음 확인, 평상시 변동범위 확인).

⑥ 유성구 감시 차량 원내 측정 관련 협의 기술 지원(평상시 준위 : 특이사항 없음을 증명)

⑦ 유성구 발표 도로 자연선량 특이값 발표에 대응(특이사항 없음을 과학적인 데이터 근거로 자료 제공)

다. 세부수행내용

(1) 원자력시설주변 방사선 환경조사(법정의무 사항)

① 방사선환경 조사계획서의 이행

② 실시간 공간방사선량율 (ERM) 측정 : 실시간 10개 지점 운영, 90% 이상 관측률 달성

③ 공간집적선량 (TLD) 조사 : 분기별 74개 지점 측정

④ 방사능 분석 : 1,359건/년 분석

·14종 시료 : 공기중미립자, 공기중방사성옥소, 공기중수분, 낙진, 하천토양, 표층토양, 솔잎, 빗물, 지표수, 지하수, 쌀, 배추, 육류, 우유

·6개 핵종 : 전알파, 전베타, 감마동위원소, 스트론튬, 우라늄, 삼중수소

⑤ 기상관측: 부지 기상자료 확보 (관측율: 97 %) 및 주민선량 평가자료 제공

⑥ 67m, 27m, 10m 풍향, 풍속, 온도, 대기압, 대기안정도 등 기상자료 확보

⑦ 주민선량평가 : 1/4, 2/4, 3/4, 4/4분기 평가 완료

⑧ 방사선환경 조사 및 평가 결과 대정부 보고

·2014년~2016년 방사선환경 조사 년차보고서 : 제출 완료

·2017년 방사선환경 조사 상반기 보고서 : 2017. 9 제출 완료

·2017년 방사선환경 조사 년차보고서 : 2018. 3 제출 예정

⑨ 원자력시설 정기검사 수검 (방사선환경 분야): 3개 시설, 5회

⑩ 교차분석을 통한 국제 기술 교류

⑪ IAEA ALMERA 신속분석법 개발에 참여

·토양중 Sr-89/Sr-90 신속분석법 유효성평가 전문가 그룹 참여

·해수중 Sr-89/Sr-90 신속분석법 개발 유효성평가 전문가 그룹 참여

·IAEA ALMERA Asia Pacific Regional Group Meeting 참가

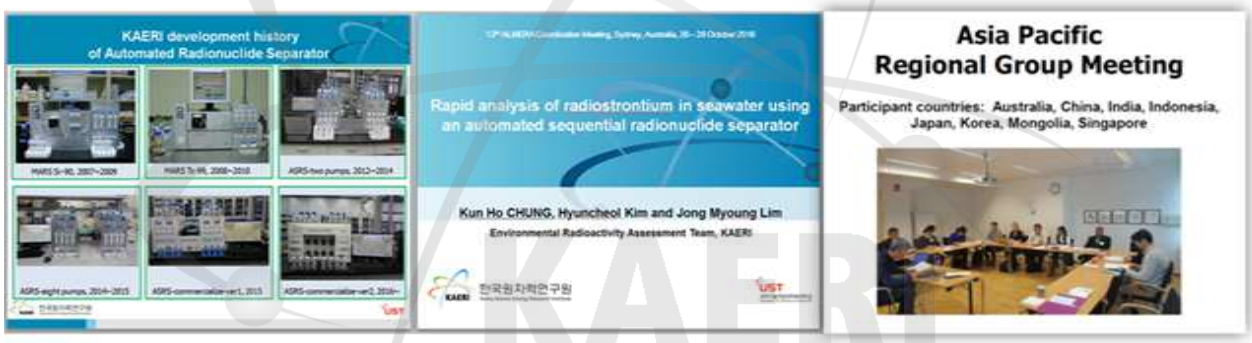


그림 2-1. IAEA ALMERA 신속분석법 개발 참여

⑫ 숙련도 시험 참가: IAEA ALMERA, NPL, KINS, KRISS, OBT workshop, 7 회 참가, 모든 핵종 Accept 판정

- IAEA RCA RAS 및 FNCA 사업 참가

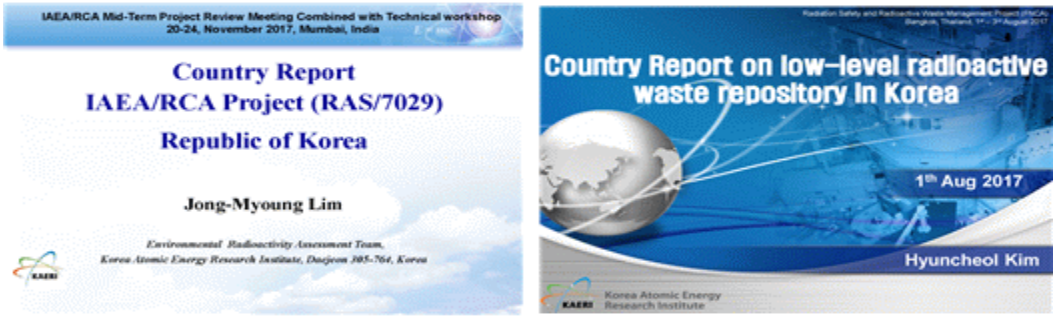


그림 2-2. IAEA RCA RAS 및 FNCA 사업 참가 및 발표

⑬ 국제 세미나 전문가 초청 강연

·영국 왕립화학회 방사화학그룹 주관 워크숍 초청강연 (2016. 6. 29~30)

·Automation of the radiochemical procedures for the rapid separation of radionuclides, Application of the pyrolyzer at KAERI

(2) 환경감시 기술 고도화: 시료전처리 기술 자동화 및 품질관리 강화

① 원자력 중장기 연구개발 사업에서 개발된 대용량 환경 시료에 대한 핵종자동축차 분리 시스템 및 기술의 적용으로 전처리 소요시간, 인력 등 운영 효율화

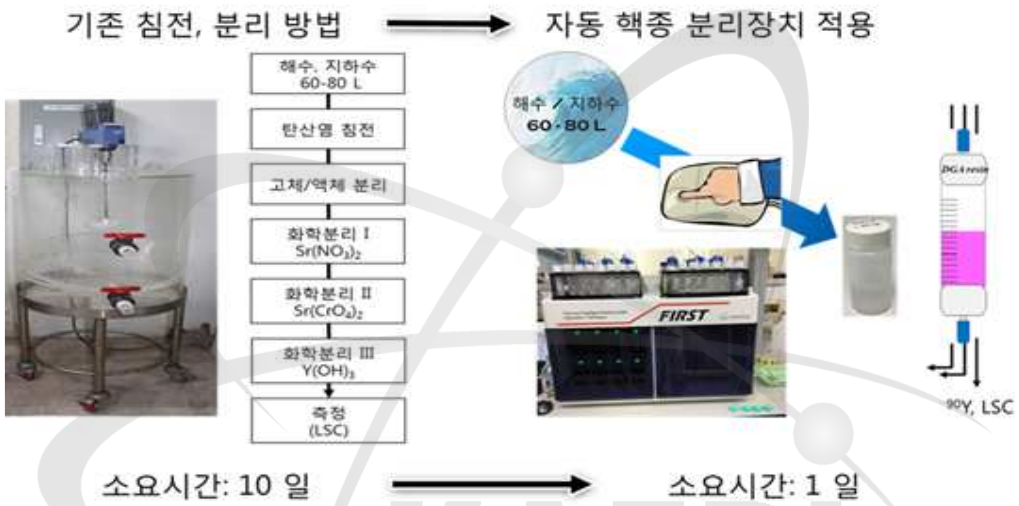


그림 2-3. 핵종자동축차 분리기술 적용으로 운영 효율화

② EPZ 확대에 따른 조사계획서 변경에 대한 승인(2017.03.31.)을 획득하고 이에 따라 공간감마선량률 측정 시스템 신설 (1대) 및 이설 (2대) 완료

그림 2-4. 조사계획서 변경에 대한 승인 및 ERM 신설 및 이설

③ 환경감시차량 방재훈련 적용기술 개발 (원안위고시 제 2014-82호 요구사항)하여 원내외 방사선(능) 측정, 시료채취 및 방사능 분석, 방사능오염지도 작성, 기상자료 수집

그림 2-5. 비상방재 차량 구축 및 방재훈련 적용

④ 방사선통합관리시스템(환경방사선, 기상) 구축 및 운영

⑤ 방사선환경조사기술 통상기술실시 및 관련기술 전수교육

·계약명, 대상: 방사선환경조사기술, 한전원자력연료(주)

·기　간: 2016.01.01. ~ 2017.12.31.

·계약기술료 총액/2016년 징수금액: 220,000천원/142,000천원

·기술내용: 방사선환경조사에 관한 노하우 (핵종별 방사능분석기술에 대한 노하우 등 5건)

㉮ 시료채취 방법 및 위치선정에 관한 노하우

㉯ 환경시료별 방사선/능 분석을 위한 전처리 기술 노하우:

- 회화/건조/산처리/전기전착 등

㉰ 환경시료별 방사선/능 분석 기술 노하우

- 환경시료에 대한 알파핵종분석

·환경시료별 알파핵종 분석을 위한 전처리 기술

·Resin이 충전된 컬럼을 이용한 화학분리 방법

·전기전착의 원리 및 방법

·알파스펙트로메트리 사용 및 분석법

- 환경시료의 전알파/전베타 분석

·환경시료별 방사능분석을 위한 전처리 기술

·XLB를 이용한 방사능 측정 및 분석

㉱ 방사능 결과에 대한 데이터 베이스 사용법 및 불확도 분석 노하우

㉲ 원자력안전법령 및 환경조사계획서에 따른 방사선환경조사

⑥ 핵종자동분리장치 해외수출 중소기업 지원

·원자력연구원에서 기술실시계약을 체결한 국내 중소업체에 신속 방사성핵종 자동축차분리 장치의 기술 이전 및 국내외 판매를 위한 기술 지원(추출크로마토그래피를 이용한 방사화학분리 자동화 기술 및 응용, 주식회사 비앤비, 일시: 2017년 9월 5일, ㈜ 비앤비 세미나실)

·자동축차분리장치의 효율 증대 및 장치 건전성 확보를 위한 기술 지원, 모델 디자인, 설계 및 제작, 운영프로그램 개발을 위한 기술 지원을 수행하여 중소기원의 기술선진화를 이루는 계기를 마련하였음 (자동축차분리기(ASRS)의 장치 서비스 및 운영프로그램 Upgrade, ㈜한진이엔아이, 2017년 9월 1일~10월 30일).

그림 2-6. 핵종자동분리장치 해외수출 중소기업 지원

⑦ 방사성동위원소 실험실 내 방사성 물질 관리를 위한 자동화 시스템 개발 및 기술 이전 (유상 기술실시 계약 : 2017. 12. 20. 예정)

·방사성동위원소 보관함 및 방사성동위원소 관리 시스템을 개발하여 방사성동위원소를 보다 능동적이고 체계적으로 관리할 수 있도록 하였음.

·본 시스템을 이용하여 방사성 동위원소의 관리를 자동화하여 더욱 강화되고 있는 방사성 물질의 관리의 효율화를 달성함.

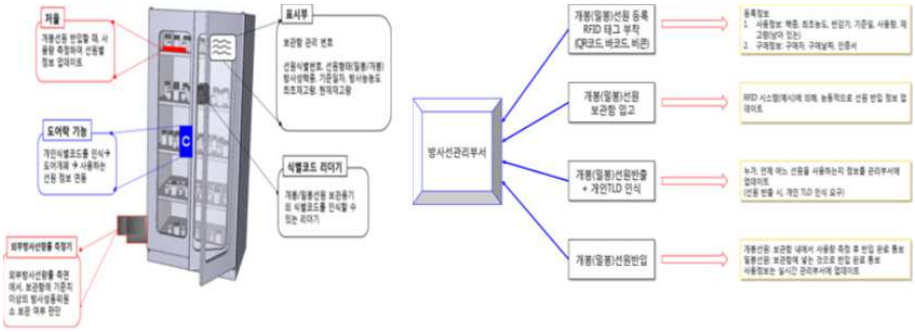


그림 2-7. 방사성 물질 관리를 위한 자동화 시스템 모식도

- 지질자원연구원 수탁과제 도출 및 수행 (해수 중 방사성 스트론튬 (^{90}Sr) 제거연구: 2016. 3. 1 ~ 2016. 11. 30, 0.4억)

(3) 주민수용성 개선 및 반 원자력정서 해소를 위한 활동 강화

① KOLAS 공인시험기관 운영: 대외기관 및 산업체의 환경시료, 산업재료, 방사능 분석 및 기술 지원: 1620건

② 대외기관 및 산업체 방사능분석 및 기술 지원

③ 연구원 홈페이지 및 국가망 (KINS)을 통해 방사선환경준위 공개

④ 대전시, 유성구, 연구원 안전협약에 따른 선량률 자료 제공

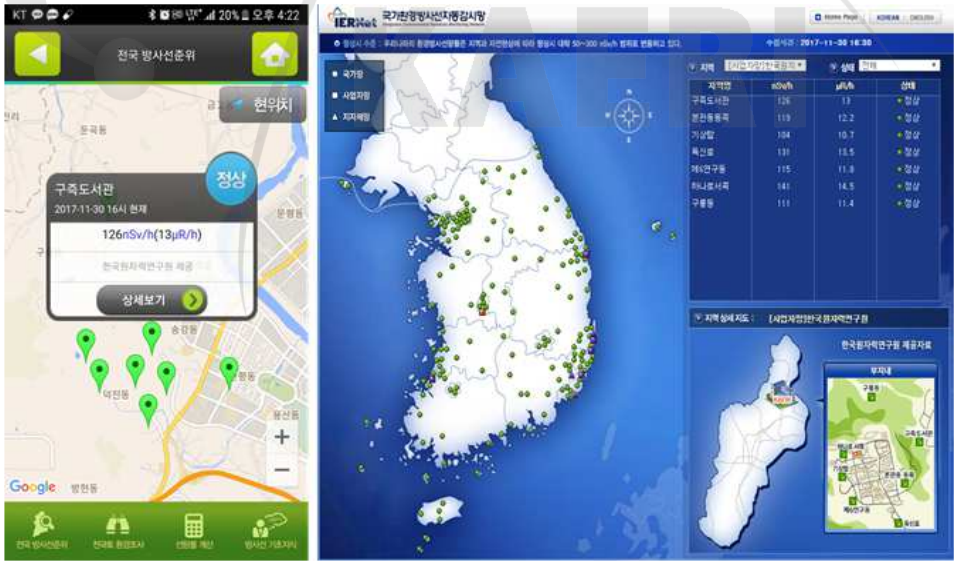


그림 2-8. 국가 환경방사능 감시 정보공개망(KINS)을 이용한 방사선 정보 공개

⑤ 시민검증단 활동에 따른 방사선환경영향조사 및 방사능 방재 기술지원

⑥ 주민협의회 활동에 연구원 주변 환경방사능 결과 설명 및 수용성 활동 강화

⑦ 관평천, 대전시 보건환경연구원 연구원 주변 하천토 결과 대응(연구원 영향 없음 확인, 평상시 변동범위)

연구원 주변 하천 환경영향평가 실시(안)
(주민협의회 주관)

○ 추진배경
- 2017년도 1/4분기 정기회의에서 『천지덕 시설 안전을 위한 주변 주민협의회』의 요구 사항임
- (관평천, 덕진천)에 대한 환경영향평가를 실시, 주민들이 우려하는 방사선 영향에 대한 불안 요소를 불식시키기 위해 환경영향 평가를 실시하기로 의결함

○ 평가개요

번호	제목	내용	비고(근거)
1	조사주관	주민협의회	2017. 1/4분기 정기회의 의결
2	조사범위	감마 방출 핵종	하천수/표층토양/심층토양
3	시료채취 지점	2지점	지점은 주민협의회 임의 선택 (관평천, 덕진천 중 임의지점) ※ 시료 채취시 주민협 입회 필요
4	조사 샘플 수	5기	1지점당 3개 샘플
5	조사기관	한국표준과학연구원	샘플 6개 조사
6	시료채취	심층 2m까지 채취	포크레인 비용(약 50만원)
7	소요예산		검사 후 결과수령 시 실비 정수에 따라 지출
8	비용부담	한국원자력연구원	
9	실시시기	2017.8-9월	2017.9월 정기회의 전까지 결과 확인

충청투데이 2017년 07월 19일 수요일 006면 사회

핫이슈

대전지역 방사능물질 극미량 검출

안전성엔 문제 없어

대전시보건환경연구원은 한국원자력연구원 주변 및 일부지역 하천수와 표층토양에 대한 방사능 검사를 실시한 결과 표층토양에서 세슘이 극미량 검출됐다고 18일 밝혔다.

이날 보건환경연구원에 따르면 올해 상반기 한국원자력연구원 주변 및 일부지역의 하천수 2개 지점, 토양 5개 지점에 대해 요오드(131I), 세슘(134Cs, 137Cs)을 분석했다. 조사결과 하천수에서는 요오드와 세슘 모두 검출되지 않았지만 표층토양에서 세슘(137Cs)이 극미량(불검출-9.66 Bq/kg-dry) 검출됐다. 표층토양에서 검출된 세슘(137Cs) 농도는 과거(2011년-2015년) 원자력안전기술원에서 국내 전 지역을 조사한 결과(불검출-29.7 Bq/kg-dry) 범위 내 수치로 안전성은 문제가 없는 수준이다.

인공방사성 물질인 세슘은 과거 대기권 핵실험 등에 의한 잔존물로 이미 전국적인 분포를 나타내는 것으로 알려져 있다.

이재현 보건환경연구원장은 "시민들의 방사능 불안에 적극 대처하기 위해 앞으로도 환경방사능 모니터링 검사를 지속적으로 시행하고 객관적인 정보를 제공하도록 노력하겠다"고 말했다.

양승민 기자

KRISS

시 험 성 적 서
Test Results

그림 2-9. 주민협의회의 연구원 주변 하천 환경영향평가 대응

⑧ 유성구 감시 차량 원내 측정 관련 협의 기술 지원(특이 사항 없음 확인)

그림 2-10. 연구원측정 자료: 유성구 차량 원내 측정 관련 기술 지원

⑨ 시설별 기체 핵종 방출량 국회의원 질의 대응(**법적 기준치 미만 확인**)

⑩ 유성구 발표 도로 자연선량 특이값 발표에 대응(**특이사항 없음 확인**)

그림 2-11. 방사선환경영향조사 공개 및 유성구 도로 자연선량 특이값 대응 활동

⑪ 기체방출량에 의한 주민선량 법적 기준치 이하임을 홈페이지 통해 공개

⑫ 원자력연구원 안전과 소통에 환경방사선량률 자료 지원 및 방사능정보 일반인 수준으로 작성 공개

그림 2-12. 안전과 소통 소식지 지원

2. 대표성과

가. 국민 수용성 증대를 위한 활동 강화 및 지역 반원자력 정서 대응 활동

(1) 환경방사선량률 측정결과 실시간 공개
- 홈페이지, 유성구 지자체, 대전시에 제공
- KINS 자료 제공(국가망)
- 핸드폰 어플에 공개(KINS에서 운영)

(2) 대전시, 유성구, 연구원 안전협약에 따른 선량률 자료 제공

(3) 시민검증단 활동에 따른 방사선환경영향조사 및 방사능 방재 기술지원

(4) 주민협의회 활동에 연구원 주변 환경방사능 결과 설명 및 수용성 활동 강화

(5) 관평천, 대전시 보건환경연구원 연구원 주변 하천토 결과 대응(연구원 영향 없음 확인, 평상시 변동범위)

나. 원자력시설주변 방사선 환경조사 및 평가

(1) 원자력시설주변 방사선 환경조사(법정의무 사항)
- 방사선환경 조사계획서의 이행
- 실시간 공간방사선량율 (ERM) 측정 : 실시간 10개 지점 운영, 90% 이상 관측률 달성
- 공간집적선량 (TLD) 조사 : 분기별 74개 지점 측정
- 방사능 분석 : 1,359건/년 분석

(2) 주민선량평가 : 1/4, 2/4, 3/4, 4/4분기 평가 완료

(3) 방사선환경 조사 및 평가 결과 대정부 보고

(4) 교차분석을 통한 국제 기술 교류
- IAEA ALMERA 신속분석법 개발에 참여

다. “방사선환경 조사 노하우 기술” 기술실시 계약 체결

(1) 원자력연구원에서 보유하고 있는 “방사선환경조사 노하우기술 (핵종별 방사능분석 기술에 대한 노하우 등 5건)”을 한전원자력연료(주)에 통상기술실시권(2016.1.1.)을 주었음.

(2) 기술실시계약을 체결한 업체인 “한전원자력연료(주)”에게 핵종별 방사능분석 기술에 대해서 2년 동안 (2016.01.01.~2017.12.31.) 이론 및 분석실습교육을 전수하기로 함.

(3) 한전원자력연료(주)에서 2018년부터 자체적으로 “핵물질가공시설 및 부대시설에 대한 방사선환경조사”를 수행할 후 있는 기술을 제공하기로 하였음.

(4) 한전원자력연료(주)의 방사선환경조사기술수준을 한 단계 높이는 계기가 되었으며 주요 사업과제에서 축적한 “원자력시설 주변 방사선환경 조사기술” 노하우가 관련기업에 전수되어 업체의 법적요건을 충족할 수 있는 기술력을 향상시키는 계기가 되었음.

라. 방사성핵종 자동축차분리 장치 상업화 기술개발 및 중소기업 해외수출 지원

(1) 자동축차분리 장치를 주요사업에 적용해서 전처리 및 분석 인력 축소로 인력 효율화, 분석시간 획기적으로 단축함.
(2) 원자력연구원에서 기술실시계약을 체결한 국내 중소업체에 신속 방사성핵종 자동축차분리 장치의 기술 이전 및 국내외 판매를 위한 기술 지원.
(3) 자동축차분리장치의 효율 증대 및 장치 건전성 확보를 위한 기술 지원을 수행함.
(4) 모델 디자인, 설계 및 제작, 운영프로그램 개발을 위한 기술 지원을 수행하여 중소기원의 기술선진화를 이루는 계기를 마련하였음.
(5) 방사성핵종 자동축차분리의 상업화기술은 산업체에 기술전수 되어 국내 실험실 및 해외에 수출되었고, 앞으로 세계시장에 수출할 기회가 증대되고 있음.

마. 방사성동위원소 보관함 및 방사성동위원소 관리 시스템 기술 이전 및 지원

(1) 방사성동위원소 보관함 및 방사성동위원소 관리 시스템을 개발하여 방사성동위원소를 보다 능동적이고 체계적으로 관리할 수 있도록 하였음.
(2) 원자력연구원에서 기술실시계약을 체결한 국내 중소업체에 방사성동위원소 보관함 및 방사성동위원소 관리 시스템의 기술 이전 및 국내외 판매를 위한 기술 지원.
(3) 본 시스템을 이용하여 방사성 동위원소의 관리를 자동화하여 더욱 강화되고 있는 방사성물질의 관리의 효율화를 달성함.
(4) 유상 기술실시 계약 : 2017.12.

3. 연구성과 및 활용 실적

가. 연구성과 실적

(1) 표준성과 총괄표

구분	SCI논문게재(편)			특 허(건)							기술료	
	국내 (SCI)	국외 (SCI)	계 (SCI)	국내			국외			계	수입액 (건수)	계약액 (건수)
				출원	등록	소계	출원	등록	소계			
2015		1	1									
2016	2	2	4								142,000 천원 (1건)	222,000 천원(1건)
2017		2	2		1	1				1		30,000 천원(1건)
합계	2	5	7		1	1				1	142,000 천원 (1건)	252,000 천원(2건)

(2) 연구성과 세부

No.	제 목	학술지	주저자	게제일	SCI/ KSCI
1	Application of a high-temperature tube furnace and liquid scintillation counter for radioactivity determination of 14C and 3H in solid waste samples	Journal of radioanalytical and nuclear chemistry	임종명	2015	SCI
2	Validation of the Quantification of Natural Radionuclides in Raw Materials and By-products Using Gamma-Ray Spectrometry	Accreditation and quality assurance	지영용	2016	SCI
3	Sequential separation method for the determination of uranium and thorium in soil using diamyl amylphosphonate and Aliquat®336 impregnated polymer resins	Reactive & functional polymers	고영건	2016	SCI
4	매립지 표면의 메탄 발산량 실측을 위한 플럭스 챔버의 방법론적 비교와 최적화	대한환경공학회지	정진희	2016	KSCI
5	기기 중성자방사화 분석을 이용한 대전 지하철 객차 내 PM10과 미량성분의 특성	대한환경공학회지	정진희	2016	KSCI
6	Combustion/absorption process for the separation of 14C and 3H in radwastes released from nuclear power plants and their analysis	Journal of Hazardous Materials	고영건	2017	SCI
7	Analytical method for the determination of gross beta, 90Sr, 226Ra and Pu isotopes in environmental samples	Journal of radioanalytical and nuclear chemistry	김현철	2017	SCI
8	Characteristics of Regional Scale Atmospheric Dispersion around Ki-Jang Research Reactor using the Lagrangian Gaussian Puff Dispersion	Nuclear Engineering and Technology	최근식	2017 (예정)	SCI(E)

No.	제 목	학술지	주저자	게제일	SCI/ KSCI
	Model				

나. 국내외 협력 및 지원실적

(1) 표준성과 창출 지원 실적

No.	제 목	학술지	주저자	게제일	SCI/국내
1	In Situ Gamma-Ray Spectrometry in the Environment Using Dose Rate Spectroscopy	Radiation Physics and Chemistry	지영용	2015	SCI
2	Optimization of radiostrontiumseparation processusing Sr resin	J.Nucl. Fuel Cycle Waste Technol.	정윤희	2015	국내
3	Study of the determination of 226Ra in soil using liquid scintillation counter	Anal. Sci. Technol.	정윤희	2015	국내
4	Survey Study on Radioactivity of Domestic Fishery Product	Korean J. Food Sci. Technol.	김창종	2015	국내
5	Characterizations of electrodeposited uranium layer on stainless steel disc	Colloids Surf A Physicochem Eng Asp.	고영건	2015	SCI
6	Dependence Evaluation of the Self-Absorption Correction Factor for p-type High Purity Germanium Detector Characteristics	J. Nucl. Fuel Cycle Waste Technol.	장미	2015	국내
7	A rapid and efficient automated method for the sequential separation of plutonium and radiostrontium in seawater	J. Radioanal. Nucl. Chem.	김현철	2015	SCI
8	Analytical evaluation of natural radionuclides and their radioactive equilibrium in raw materials and by-products	Appl. Radiat. Isot.	지영용	2015	SCI
9	Development of the IRIS collimator for the portable radiation detector and its performance evaluation using the MCNP code	J. Nucl. Fuel Cycle Waste Technol.	지영용	2015	국내
10	Indoor external and internal exposure due to building materials	Journal of radioanalytic	장미	2015	SCI

No.	제 목	학술지	주저자	게제일	SCI/국내
	containing NORM in Korea	al and nuclear chemistry			
11	Preliminary Evaluation of the Activity Concentration Limits for Consumer Goods Containing NORM	Journal of Radiation Protection and Research)	장미	2016	국내
12	Establishment of the Physicochemical and Radiological database of Raw Materials and By-Products in Domestic Distribution	J. Nucl. Fuel Cycle Waste Technol.	임충섭	2016	국내
13	Rapid Screening of Naturally Occurring Radioactive Nuclides (238U, 232Th) in Raw materials and By-products Samples Using XRF	Journal of Radiation Protection and Research	박지영	2016	국내
14	Indoor external and internal exposure due to building materials containing NORM in Korea	Radioanal. Nucl. Chem.	장미	2016	SCI
15	Comparison of the Quantulus 1220 and 300SL Liquid Scintillation Counters for the Analysis of 222Rn in Ground water	Journal of Radiation Protection and Research	김현철	2016	국내
16	Simultaneous determination of the depth of an embedded source and its radioactivity in the medium	Health Phys.	지영용	2016	SCI
17	In situ gamma-ray spectrometry using dose rate spectroscopy	Radiat. Phys. Chem.	지영용	2016	SCI
18	Development and performance of a hand-held CZT detector for in-situ measurement at the emergency response	Journal of Radiation Protection and Research	지영용	2016	국내
19	The Transport Characteristics of 238U, 232Th, 226Ra, and40K in the Production Cycle of Phosphate Rock	Journal of Radiation Protection and Research	정윤희	2017	국내
20	A Rapid Analysis of 226Ra in Raw Materials and By-Products using Gamma-ray Spectrometry	J. Nucl. Fuel Cycle Waste Technol.	임충섭	2017	국내
21	Validation of a procedure for the	J. Environ.	김현철	2017	SCI

No.	제 목	학술지	주저자	게제일	SCI/국내
	analysis of 226Ra in naturally occurring radioactive materials using a liquid scintillation counter	Radioact.			
22	Feasibility study of an analytical method for detecting 90Sr in soil using DGA resin and Sr resin	J. Radioanal. Nucl. Chem.	정윤희	2017	SCI
23	A New Approach for the Determination of Dose Rate and Radioactivity for Detected Gamma Nuclides Using an Environmental Radiation Monitor Based on an NaI(Tl) Detector	Operational Radiation Safety (Suppl. of Health Physics)	지영용	2017	SCI
24	Limitations of Gamma-Ray Spectrometry in the Quantification of 238U and 232Th in Raw Materials and By-products	Journal of radioanalytical and nuclear chemistry	지영용	2017	SCI
25	Feasibility study of an analytical method for detecting 90Sr in soil using DGA resin and Sr resin	journal of radioanalytical and nuclear chemistry	정윤희	2017	SCI
26	실내 건축자재 중 천연방사성핵종의 정량분석법 연구	분석과학(Analytical Science & Technology)	임종명	2017	국내
27	Analysis and Evaluation for Consumer Goods Containing NORM in Korea	Applied radiation and isotopes	장미	2017	SCI

(2) 국내·외 협력 실적

협력 파트너	수행형태	협력 내용(목표)	수행 결과
○ 한국원자력안전기술원(KINS)	위탁연구 (2015)	○ 원료물질 또는 공정부산물 중의 천연방사성핵종 방사능농도 조사를 위한 표준 운영절차서 개발	○ 국내 유통중인 원료물질 및 공정부산물 등에 대한 물리 화학적 및 방사선적 특성DB 구축 ○ 신속 screening 개념의 시료분류 기법 개발 및 특성 DB와 연계한 조사계획 수립 ○ 천연방사성핵종 방사능농도 조사를 위한 표준운영절차 개발 및 검증
○ 지질자원연구원	위탁연구	○ 해수 중 방사성	○ 지질자원연구원에서 개발한

	(2016)	스트론튬 (^{90}Sr) 제거연구	흡착제에 대한 방사성스트론튬의 제거특성을 평가 및 해양 오염수에 대한 적용 가능성 파악.
○ KNFC	위탁연구 (2015~2017)	○ 핵물질 가공시설 가동중 방사선 환경조사 및 환경영향평가	○ 방사선 환경조사 및 환경영향평가 상반기 보고서 제출 ○ 방사선 환경조사 및 환경영향평가 평가관련 기술실시계약에 따른 KNFC 직원 교육 및 실습
○ 원자력안전위원회	위탁연구 (2015~2017)	○ 가공제품 등의 천연방사성핵종 특성평가 및 안전관리 체계연구	○ 가공제품군별 사용자 피폭방사선량 평가를 위한 천연방사성핵종 농도수준 조사방법 개발 ○ 천연방사성핵종이 포함된 가공제품의 안전관리를 위한 방사능농도지수 선정 방법의 개발 ○ 가공제품에 대한 현장 감마핵종 분석기술 및 안전관리 체계 개발
○ 한국원자력안전기술원(KINS)	위탁연구	○ 운영개입준위 기반 국가 환경방사선감시체계 개선방안 도출	○ 원자력발전소 중대사고 거동특성 및 환경감시 요소 분석 ○ 국제기구/미국/일본의 보호조치기준 및 운영개입준위 기반 환경감시체계 조사, 분석

(3) 기타 성과 실적

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가명
1	Radioactivity Monitoring of Environmental Samples Around A Research Reactor : Effects of Fukushima Accident	Tenth International Conference Methods and Applications of Radioanalytical Chemistry, MARCX	강문자	2015/04/13	미국
2	토양속의 238U, 235U, 234U, 232Th, 230Th 분석을 위한 알파 분광법	한국원자력학회 2015년 춘계학술발표회	고영건	2015/05/07	한국
3	방사성 폐기물드럼내핵종의 방사능분석기술	2015 한국방사성폐기물학회 춘계 워크샵	임종명	2015/05/27	한국
4	Tritium analysis and speciation in environmental	4th Organically Bound Tritium	김창종	2015/09/01	루마니아

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가명
	samples	Workshop			
5	Method Validation for the Quantification of Radioactivity concentration in NORM samples using ICP-MS	2015 International Conference Environmetal Radioactivity	임종명	2015/09/22	그리스
6	방사능 오염 토양중 알파핵종 신속분석	2015 한국방사성폐기물학회 추계학술대회 워크샵	임종명	2015/10/14	한국
7	액체섬광계수기를 이용한 지하수 중 222Rn 분석: 기기 비교 Quantulus 1220과 300 SL	2015 한국분석과학회 추계학술대회	김현철	2015/11/20	한국
8	Determination of 3H and 14C of radwaste oils and radwaste ion exchange resins from nuclear power plants using a dry oxidation method	251st American Chemical Society National Meeting & Exposition	고영건	2016/03/17	미국
9	Environmental Radiation Monitoring in KAERI	Regional Workshop on the Environment Radiation and Measurement	지영용	2016/03/21	태국
10	Introduction of Dose Rate Spectroscopy and Its Application to the In-Situ Measurements	Regional Workshop on the Environment Radiation and Measurement	지영용	2016/03/22	태국
11	Rapid Analysis of U Isotopic Ratios in Food Stuff Samples Using Fusion and ICP-MS Measurement: For Radiation Monitoring Program in the Vicinity of Nuclear Facilities	한국원자력학회 춘계학술발표대회	임종명	2016/05/13	한국
12	Determination of radiostrontium in seawater using automated separation system at routine and emergency situation	LSC 2017, Advances in Liquid Scintillation Spectrometry	김현철	2017/05/01	덴마크
13	Automation of the radiochemical procedures for the sequential separation of radionuclides	LSC 2017 An International conference on advances in Liquid	정근호	2017/05/05	덴마크

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가명
		Scintillation Spectrometry			
14	Rapid Determination of U Isotopic Ratios in the Vicinity of Nuclear Facilities	2017춘계 한국원자력학회 학술대회	임종명	2017/05/18	한국
15	Determination of Organically Bound Tritium (OBT) in a Wheat Sample and Its Interlaboratory Comparison Study	한국원자력학회 2017 춘계학술발표회	고영건	2017/05/18	한국
16	Low-level Radioactive Waste Repository in Korea	Workshop of Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project (FNCA)	김현철	2017/08/01	태국
17	Determination of 90Sr in seawater for routine monitoring and emergency preparedness	Workshop of Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project (FNCA)	김현철	2017/08/02	태국
18	Stability evaluation for the element correction coefficient of the thermoluminescence dosimeter	The International Conference of Women Scientists and Engineers(BIEN 2017)	장미	2017/08/02	한국
19	CHARACTERIZATION OF PM2.5 AND METAL SPECIES IN URBAN AREA BY NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry	임종명	2017/09/18	한국
20	Analysis of Organically Bound Tritium (OBT) in Wheat Samples to Increase Radiation Safety by Environmental Monitoring	Global 2017 International Nuclear Fuel Cycle Conference	고영건	2017/09/25	한국
21	Rapid Determination of U Isotopic Ratios in Environmental Sample Matrix Using by ICP-MS	한국원자력학회 2017 추계학술대회	임종명	2017/10/26	한국
22	원자력시설 해체 중 환경방사능 감시	2017년 대한방사선방어학회	김현철	2017/11/22	한국

제3장

원자력통제관리 성과

제1절 개요

제2절 성과

KAERI

KAERI

제3장 원자력통제관리 성과

제1절 개요

원자력통제 이행은 안전조치와 전략물자 수출입통제 두 가지 업무를 수행하는 것이다.

먼저, 안전조치는 한-IAEA 전면안전조치협정 및 추가의정서에 따른 안전조치 이행, 미국, 카나다, 호주와 같은 국가간 원자력협정에 의해 수행되어야 하는 의무사항 이행, 그리고 원자력안전법에 의해 규정된 안전조치 이행 등으로 구분된다. 원내 핵물질을 취급하는 원자력시설은 11개로 구성되어 있으며 이들 원자력시설에 대한 안전조치 추진체계는 그림 3.1과 같다.

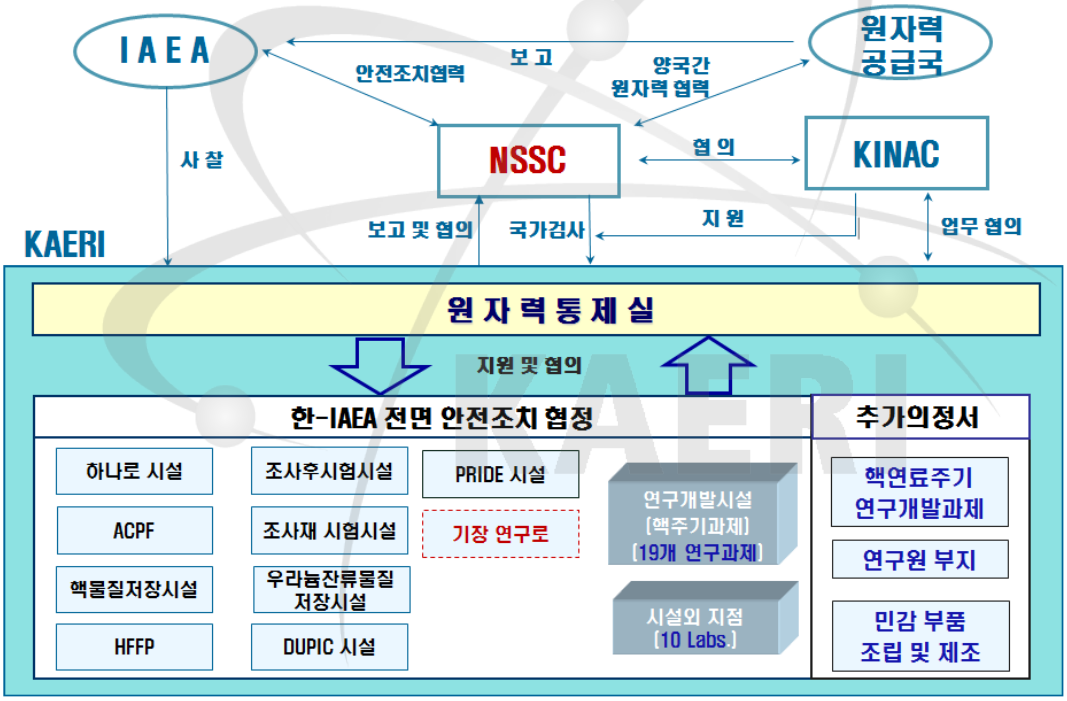


그림 3-1. 안전조치 추진체계

또한, 전략물자 수출입통제는 연구원의 전략물자 및 기술이 국외로 무단 이전되지 않도록 수출허가를 얻은 후 이전될 수 있도록 사전 이행하는 제도이다. 특히, 2014년 강화된 대외무역법은 전략기술에 대한 해외 이전이 전화, 강연, fax, e-mail 등으로 무분별하게 이루어지지 않도록 명시되어 있으므로 이행방법에 대한 체계적인 접근이 필요하며 특히 사우디로 SMART 수출입통제를 차질없이 이행하는 것이 중요하다. 연구원의 전략물자 수출입통제체제는 그림 3.2와 같다.

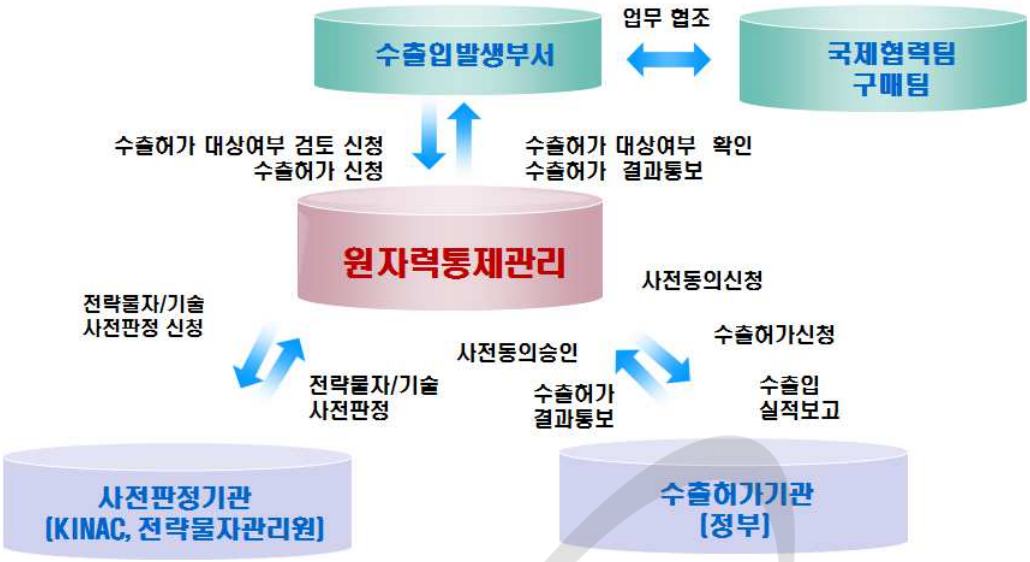


그림 3-2. 전략물자 수출입통제 추진체계

KAERI

제2절 성과

1. 수행내용

가. 성과목표별 달성도

성과목표			평가지표	검증방법	달성도
1.국제협약/원자력안전법에 따른 보고 의무사항 이행	1-1	확대신고서 제출	- 핵주기 연구과제 현황 및 부지정보 내용의 정확성	- 제출내용 및 문서	100
	1-2	설계정보서 제출	- 신규 및 수정 설계정보서 적시 제출	- 제출문서 및 내용	100
	1-3	핵물질계량관리보고서 제출	- 재고변동보고서,물자재고목록,물질수지보고서	- 제출문서 및 내용	100
	1-4	IAEA 안전조치관련 정보 제출	- 협정에 명시된 각종 보고 의무사항 이행여부	- 제출문서 및 공문	100
	1-5	특정핵물질의 계량관리 규정 변경 및 승인	- 변경규정 내용(11개 원자력시설)	- 문서 및 원규현황	100
	1-6	IAEA/국가 안전조치 정보 분석 및 업무협력	- 분석 정확성 및 협의결과	- 문서 및 회의록	100
	1-7	국가수준안전조치 사전보고서 제출	- 월간/분기/연간 사전보고 자료	- 제출문서 및 내용	100
	1-8	원자력안전법에 따른 보고사항 제출	- 면제 핵물질현황, 핵물질이동 등 보고자료	- 제출문서 및 공문	100
	1-9	양국간 협정에 따른 보고사항 제출	- 한-미 공동상설위원회의 조사후 시험활동에 대한 진도보고서 - 한-카, 한-호 연례보고서 등	- 제출문서 및 공문	100
2. IAEA 사찰 및 국가검사 수검	2-1	IAEA 사찰 수검(PIV, CA, RII, DIV, TV)*	- 물자재고검증, 추가접근, 무작위 중간사찰, 설계정보검증, 기술방문협의 등 수검결과	- 수검자료 및 수검 결과	100
	2-2	국가계량관리검사수검	- 수검 내용 및 결과	-수검결과	100
3.원내 안전조치업무 기술지원	3-1	계량관리전산시스템 운영	- 보완개발 결과 및 운영활용도	- 운영결과	100
	3-2	분기별 자체 물자재고조사 장부검사/현장검증	- 주기적 점검(연구개발시설 등 일부시설)	-점검결과	100
	3-3	원내 안전조치 기술 지원	- 지원내용 및 회의 건수	-관련문서	100
4.전략물자 및 기술 수출입 기술지원	4-1	수출입통제 관련 총괄 및 정책검토 등	- 기술지원 건수	- 제출/통보 문서	100
	4-2	전략물자 수출입 절차수립 및 제도개선	- 제도개선 내용 및 결과	- 관련문서 등	100
	4-3	수출입 품목에 대한 기술지원(사전판정 및 수출허가)	- 기술지원 건수	- 제출/통보 문서	100

2. 성과목표별 수행내용

가. 국제협약/원자력안전법에 따른 보고 의무사항 이행

(1) IAEA 확대신고서 제출

① '15년

- 핵물질 미사용 핵주기연구과제 (31건)
- 핵연료주기 관련 10년 중장기 연구개발계획 (1건)
- 원자력(연) 부지내 모든 건물/콘테이너/구조물 정보
  - 건물 (84건), 콘테이너 (35개), 구조물 (87개)

② '16년

- 핵물질 미사용 핵주기연구과제 (30건)
- 핵연료주기 관련 10년 중장기 연구개발계획 (1건)
- 원자력(연) 부지내 모든 건물/콘테이너/구조물 정보
  - 건물 (85건), 콘테이너 (40개), 구조물 (84개)

③ '17년

- 핵물질 미사용 핵주기연구과제 (25건)
- 핵연료주기 관련 10년 중장기 연구개발계획 (1건)
- 원자력(연) 부지내 모든 건물/콘테이너/구조물 정보
  - 건물 (88건), 콘테이너 (39개), 구조물 (80개)

(2) IAEA 설계정보서 제출

① '15년

- 신규 설계정보서(기장연구로시설 : 1건, 연구개발시설 : 1건)
- 수정 설계정보서(연구개발시설)

② '16년

- 신규 설계정보서(시설외지점 실험실 : 1건)
- 수정 설계정보서(조사후시험시설, PRIDE 시설, ACPF 시설, 연구개발시설, 시설외지점 (신규 실험실 포함))

③ '17년

- 수정 설계정보서(연구개발시설, 시설외지점)

(3) IAEA 계량관리보고서 제출

① '15년

- 핵물질재고변동보고서 : 74건
- 물자재고목록 : 22건

- 물질수지보고서 : 11건

② '16년

- 핵물질재고변동보고서 : 65건
- 물자재고목록 : 22건
- 물질수지보고서 : 11건

③ '17년

- 핵물질재고변동보고서 : 55건
- 물자재고목록 : 22건
- 물질수지보고서 : 11건

(4) SLA 사전보고

① '15년

- 월간보고 : 12건
- 분기보고 (7건)
- 연간보고 (2건)

② '16년 : IS(통합안전조치)에서 SLA(국가수준안전조치) 체제로 변환

- 월간보고 (48건) : 4개 시설
- 분기보고 (20건) : 5개 시설
- 연간보고 (1건)

③ '17년

- 월간보고 (102건)
- 분기보고 (20건)
- 연간보고 (10건)

(5) 기타 IAEA 안전조치관련 정보 제출

① '15년

- IAEA가 제기하는 각 시설별 안전조치 현안사안에 대한 검토/분석 및 해결방안
  . 하나로시설 내진보강공사 계획에 따른 IAEA 감시카메라 탈착요청
  . ACPF 시설에 대한 운영일정 변경 통보
  . PRIDE 시설의 PIV 일정 변경 요청
  . 기장 연구로 건설 및 운전일정(안) 변경 통보
  . 핵물질저장시설의 IAEA 시설부록 검토의견 제출
  . 한국원자력연구원 정전계획 통보
  . 넵티늄(Np) 보유현황 제출 등
- 핵물질 면제/재적용, 보유폐기물, 국내/국제간 핵물질 이동에 대한 사전 정보 제출 등에 대한 정보 제출

② ’16년

- IAEA가 제기하는 각 시설별 안전조치 현안사안에 대한 검토/분석 및 해결방안
  . 기장 연구용원자로 시설에 대한 IAEA 질의사항 답변 제출
  . PRIDE 시설의 Ar cell에 IAEA 핵물질검증장비 사용에 대한 의견 송부
  . PRIDE 시설의 시설부록(안) 검토의견 제출
  . 하나로핵연료가공시설의 시설부록(안) 검토의견 제출
  . 하나로시설의 내진보강공사 변경 일정 송부
  . 넵티늄(Np) 보유현황 제출 등
- 핵물질 면제/재적용 자료 제출
- 국제 핵물질 수출입에 대한 사전통보

③ ’17년

- IAEA가 제기하는 각 시설별 안전조치 현안사안에 대한 검토/분석 및 해결방안
  . 하나로시설의 내진보강공사 진행상황에 대한 자료 제출
  . 하나로 감시카메라 위치 선정 협의
  . 극소량 Pu 계량관리방안 협의
  . 미계량핵물질 관련 협의
  . 넵티늄(Np) 보유현황 제출 등
- 핵물질 면제/재적용 자료 제출

(6) IAEA 사찰수검

① ’15년

- 정기사찰(DIV 포함) **(8회)**
- 무작위중간사찰 **(5회)**
- 추가접근 **(3회)**
- 기술방문 **(3회,5일)**

② ’16년

- 정기사찰(DIV 포함) **(7회, 8일)**
- 무작위중간사찰 **(5회)**
- 추가접근 **(3회)**
- 기술방문 **(2회, 4일)**

③ ’17년

- 정기사찰(DIV 포함) **(7회)**
- 무작위중간사찰 **(6회)**
- 추가접근 **(1회)**
- 기술방문 **(3회)**

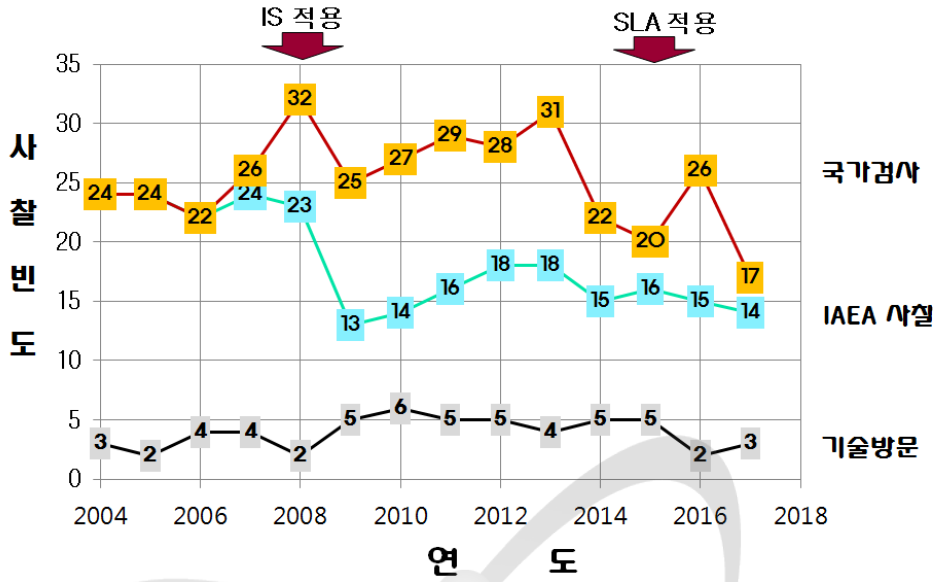


그림 3-3. IAEA 및 국가검사 현황

(7) IAEA/국가 안전조치 이행관련 연례평가회의, 실무회의 및 기술회의

① 한-IAEA 안전조치 관련 회의

- '15년 : 한-IAEA 안전조치 실무회의 등 5건
- '16년 : 한-IAEA 안전조치 실무회의 등 4건
- '17년 : 한-IAEA 안전조치 실무회의 등 4건

② 국내회의

- '15년 : 안전조치관련 회의 및 고시개정관련 회의 등 26건
- '16년 : 안전조치관련 회의 및 고시개정관련 회의 등 24건
- '17년 : 안전조치관련 회의 및 고시개정관련 회의 등 24건

③ 원내회의 : 시설 핵물질 계량관리 관련 사항 등

- '15년

. 특정핵물질의 계량관리규정 변경 관련 협의

. 원자력통제분야 제도개선관련 협의

. 한-카, 한-미 행정약정(안) 검토 협의

. 파이로 관련시설(ACPF, PRIDE 및 DUPIC 시설)에 대한 안전조치 적용방안

. DUPIC 시설의 사찰시 사용할 비파괴검사장비 협의

. 하나로시설 IAEA 감시카메라 위치변경 협의

. 판형핵연료 연구개발 실험실 위치 변경 등

• ’16년

. PRIDE 시설에 대한 물자재고 검사시 Ar cell 내 핵물질 검증방안

. 하나로 시설의 내진보강공사 및 IAEA 카메라 설치 일정

. 특정핵물질의 계량관리규정관련 협의

. 하나로핵연료가공시설 시설부록 협의

. 한-미 행정약정 체결에 따른 미국원산 핵물질 초기재고 관련 협의

. 국가검사 지적사항 해결방안 협의 등

• ’17년

. 원내 미계량핵물질 관련 협의

. PRIDE 시설에 대한 물자재고 검사시 Ar cell 내 핵물질 검증장비 활용방안

. 하나로 시설의 내진보강공사 및 IAEA 카메라 설치 일정

. 미국원산 핵물질 초기재고 관련 협의

. 시설 안전조치 절차서 관련 협의 등

. 면제 핵물질 적용 기준에 대한 협의

(2) 양국간 원자력협력협정에 따른 안전조치 의무사항 이행

① ’15년

• 한-미 공동상설위원회의 조사후시험활동에 대한 진도보고서(1건)

• 한-카 연례보고서, 한-호 연례보고서, 한-일 연례보고서 각각 1건/년

② ’16년

• 한-미 원자력공동상설위원회의 조사후시험활동에 대한 진도보고서(1건)

• 한-카 연례보고서, 한-호 연례보고서, 한-일 연례보고서 각각 1건/년

• 한-미 연례보고서(초기재고) 초안 (1건)

③ ’17년

• 한-미 원자력공동상설위원회의 조사후시험활동에 대한 진도보고서(1건)

• 한-카 연례보고서, 한-호 연례보고서, 한-일 연례보고서 각각 1건/년

• 한-미 연례보고서 (1건)

(3) 원자력안전법에 따른 안전조치 의무사항 이행

① 특정핵물질의 계량관리규정 변경 신청/승인/공표

• 원안위 승인(2016. 8. 22) 및 원내 공표(2016. 9. 5)

• 주요 내용

. 계량관리 규정의 단순화 (본책/별책을 본책으로 통합)

. 국가검사체제 변경사항 반영

. 자체 교육 관련사항 강화

. 원자력시설 해체시 안전조치 이행사항 추가

② 특정핵물질의 계량관리이행지침 변경 및 공표

- 원내 공표 : 2016. 9. 22
- 주요 내용
  . 원자력시설 해체시 안전조치 이행 절차 규정
  . 시설 해체시 핵물질 재고조사 실시 및 통보
  . 필요시, 안전조치 담당부서는 원안위/IAEA와 협의

(4) 원내 안전조치 이행

① 안전조치 전산시스템 보완 및 운영

- 원내 11개 원자력시설의 핵물질 계량관리 준실시간 운영
- 시설 특징을 고려한 계량관리체제 운영
- 주요기능
  . 시설 계량관리 자료를 바탕으로 IAEA 및 국가검사 수검자료 도출
  . 핵물질 계량관리보고서 도출
  . 사찰에 필요한 정보 관리 : 사찰관 정보, 사찰결과보고서 등
- 시스템 보완 : 확대신고시스템 모듈 개발 및 활용

그림 3-4. KASIS 특징

② 분기별 자체 물자재고조사 실시

- 안전조치 취약시설을 대상으로 분기별 장부검사 실시
- 대상시설 : 조사후시험시설, 연구개발시설, 시설외지점

③ 원내 안전조치 기술자문 : 수시

- 파이로 시설에 대한 NTT-안전조치 관련 협의
- 파이로 시설에 대한 IAEA 사찰관 훈련과정 개설관련 협의

- SFR 안전조치 업무협의
- PRIDE 시설의 계량관리 현황 협의
- 핵물질저장시설에 대한 시설 안전조치 자문
- 미계량 핵물질 발견에 따른 후속조치 협의
- SMART 전략물자 수출입 및 안전조치 이행방안 협의
- 해양원전핵연료개발팀에서 수행예정인 과제에 대한 안전조치 업무협의
- 하나로 보강공사 계획에 따른 IAEA 감시카메라 철거관련 협의
- 각 시설의 설계정보서 수정사항 발생시 협의
- 요르단 안전조치 기술지원 : 포괄적인 안전조치 기술지도 및 필수사항 기술전수
- 파이로 시설에 대한 IAEA 사찰관 훈련과정 개설관련 협의
- PRIDE 시설 물자재고 검증방식 개선을 위한 업무협의
- 하나로에 감시카메라 재설치 위치 및 내진보강공사 진행상황에 대한 협의
- 2017년 AREVA와 UF6 실린더 및 밸브 건전성 시험계획에 따른 안전조치 협의
- 원자력시설 해체 또는 리모델링시 안전조치 이행방안 및 규정화 협의
- 타시설(태광산업)에서 면제된 핵물질 연구를 위한 안전조치 이행절차 협의
- UF6 안정화 계획에 대한 협의
- 수입된 핵물질 보고지연에 따른 계량관리보고 협의
- 각 시설의 설계정보서 및 시설부록 관련 협의
- 하나로 내진보강공사에 따른 IAEA 감시장비 재설치 관련 위치 선정 및 방법
- PYRO 시설을 활용한 IAEA 훈련과정 개설 협의
- 원내 핵물질 전수조사 및 현장검증 방법 협의
- 차폐체, 교정선원 등에 대한 면제신청 방향 협의
- 원내에서 IAEA 무선 인터넷 사용에 대한 협의

④ **원내 안전조치 교육 실시 : 매년 실시**

- 2015. 10. 7 ~ 8, 통영, 32명 참석
- 2016. 11. 24 ~ 25, 대천, 35명 참석
- 2017. 11. 23 ~ 24, 무창포, 44명 참석

그림 3-5. 원내 안전조치 교육

⑤ KAERI-KINAC 안전조치 세미나 개최 : 2015.12.2.

그림 3-6. KAERI-KINAC 안전조치 세미나

(5) 전략물자 수출입통제 이행

① 전략물자 수출입통제 관련 총괄 및 정책검토

- ITT 관련 국제동향 Follow-up
- 대외무역법 강화에 따른 정책검토 및 분석
- 전문가 초청 세미나 실시 (2회, 원자력전용품목 및 이중용도품목 수출입통제)

② 전략물자 수출입 절차 수립 및 제도 개선

- KAERI 전략물자 수출입통제 기반 구축 방법론 개발
  . 원내 전략물자 수출입통제 관련 규정 개발 필요
  . 원내 수행과제의 전략물자 관련성 파악을 위한 KINAC 기술자문 실시 필요
  . 이중용도 품목 자율준수제도(CP) 추진
- 전략물자 수출입통제 기반 구축 방법론에 따른 이행
  . 원내 전략물자 수출입통제 관련 규정 제정 및 공표
  . 원내 수행과제의 전략물자 관련성 파악을 위한 KINAC 기술자문 실시 (117과제)
  . 이중용도 품목 자율준수제도(CP) 추진 중

③ 수출입 품목에 대한 기술지원

- 사전 판정 : 2,082건
- 수출 허가 : 569건

※ SMART PPE 사업에 대한 전략물자 수출통제 이행

- 원자력전용품목
  . 사우디아라비아 정부보증
  . 사전판정 절차 준수
  . 수출허가 절차 준수
  . 수출통제교육 실시
- 이중용도품목
  . 설계문서/도면 등에 대한 전략기술 수출입통제를 위한 효과적인 방안 협의
  . 자율무역거래자 준수제도(CP) 추진
  . 사전판정 : 1,961건
  . 수출허가 : 508건

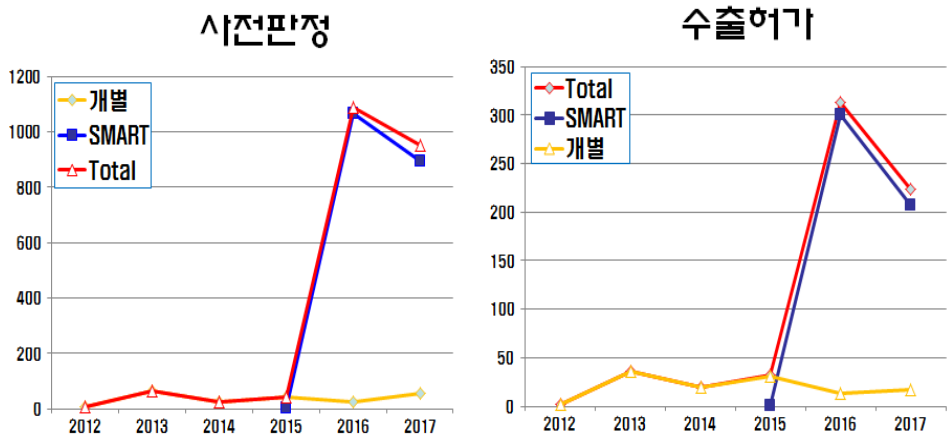


그림 3-7. 전략물자 수출입통제 연도별 이행 현황

KAERI

2. 대표성과

가. 안전조치 분야

(1) PYRO 시설 안전조치 적용방안에 대한 IAEA 합의 도출

- ACPF, PRIDE, DUPIC 시설에 대하여 IAEA와 KAERI는 2012년 경부터 PYRO 활동에 따른 새로운 안전조치 적용방안을 추진하여 왔고, 2015년 1월 시설구분, 대상시설, 사전보고, 사찰방법, 사찰활동 등에 대한 안전조치 적용방안에 대하여 상호 합의함

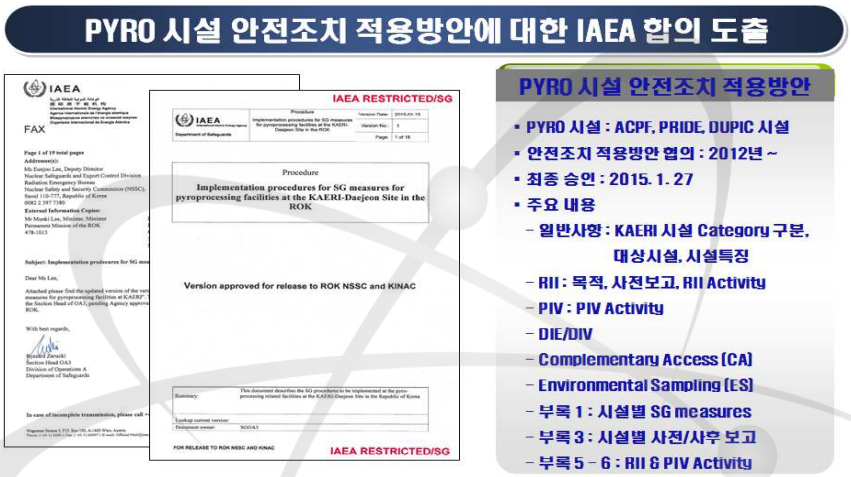


그림 3-8. PYRO 시설 안전조치 적용방안 합의

(2) 요르단 안전조치 기술지원

- 요르단에 건설 중인 JRTR의 최초 핵물질이 반입됨에 따라 IAEA 안전조치 적용에 필요한 안전조치 기초 및 설계정보서 작성 방법에 대하여 기술지원 수행

그림 3-9. 요르단 안전조치 기술지원

(3) 한-미 원자력협력협정 개정에 따른 후속조치

• 한-미 원자력협력협정 (2015. 11) 및 행정약정 (2016.3) 개정에 따른 안전조치 의무사항에 대한 조사 및 후속조치 이행

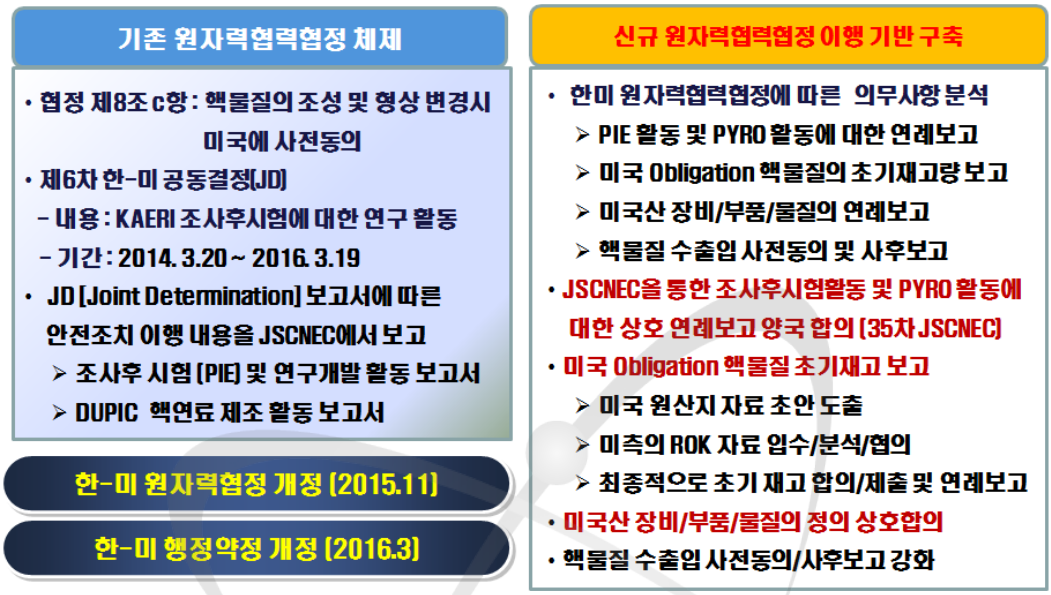


그림 3-10. 한-미 원자력협정 의무사항에 대한 후속조치

(4) 전략물자 수출입통제 기반구축

• 2014년 강화된 대외무역법에 따른 무형기술이전을 통제하기 위한 원내 전략물자 수출입통제 기반구축에 필요한 사항을 준비

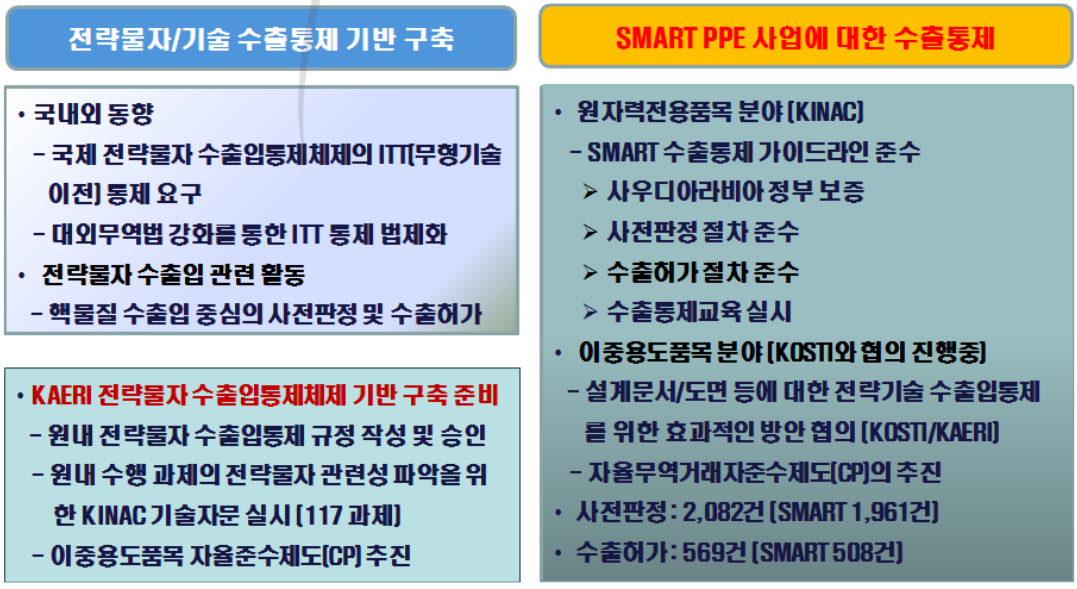


그림 3-11. 전략물자 수출입통제 기반구축

3. 연구성과 및 활용 실적

가. 연구성과 실적

(1) 표준성과 총괄표

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가
1	KAERI에서의 IAEA사찰과 국가검사 수검	한국방사성폐기물학회 춘계학술발표대회	김현숙	2015.5	한국
2	A Study on the Export Control System at KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	김인철	2015.5.	한국
3	KAERI 안전조치 이행현황	한국원자력학회 춘계학술발표대회	정주앙	2015. 5.	한국
4	The Status of Implementation on Additional Protocol at KAERI	원자력학회 춘계학술발표대회	김현조	2015. 5.	한국
5	The development approach on origin management system of nuclear material at KAERI	국제핵물질관리학회	김현조	2015.07	미국
6	SG Implementation at the R&D facility of the KAERI-Daejeon site	국제핵물질관리학회	김현숙	2015.7	미국
7	Application of ITT to KAERI export controls system	국제핵물질관리학회	김인철	2015.7	미국
8	전략물자자율준수제도(CP)의 이행 및 KAERI 적용방안 도출	한국방사성폐기물학회 추계학술대회	김인철	2015.10	한국
9	국가수준 안전조치 접근법(State-Level Approach) 적용에 대한 고찰	한국방사성폐기물학회 추계학술대회	정주앙	2015. 10.	한국
10	원자력 안전조치 분야의 하나로연구로와 기장연구로의 비교연구	한국원자력학회 추계학술발표대회	정주앙	2015. 10	한국
11	Import/Export Control for ITT in KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	이성호	2016.05	한국
12	Implementation Status of the Additional Protocol at KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	이병두	2016.05	한국
13	품목계수 및 중량취급이 혼재된 연구용원자로의 안전조치 이행방안 분석	한국원자력학회 춘계학술발표대회	김현조	2016.05	한국
14	The national inspection at KAERI	한국방사성폐기물학회 춘계학술발표대회	김현숙	2016.05	한국
15	기장연구로의 계량관리방안 분석에 대한 연구	한국방사성폐기물학회 춘계학술발표대회	정주앙	2016.05	한국
16	Experience of safeguards implementation at KAERI-Daejeon site	국제핵물질관리학회	김현조	2016.07	미국
17	Research on safeguards approach of KIJANG research reactor	국제핵물질관리학회	정주앙	2016.07	미국
18	Introduction of ICP for KAERI export controls	국제핵물질관리학회	김인철	2016.07	미국

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가
19	Experience of safeguards implementation at pyroprocessing R&D facilities at KAERI	International Pyroprocessing Res. Conf.	김현조	2016. 09	한국
20	KAERI 핵물질 원산지 관리 시스템 개발	한국방사성폐기물학회 추계학술발표대회	김현조	2016. 10	한국
21	KAERI Site의 핵물질 계량관리체제 분석	한국방사성폐기물학회 추계학술발표대회	이병두	2016. 10	한국
22	원자력전용품목 전략기술 수출통제 이해 및 KAERI 적용방안 도출	한국방사성폐기물학회 추계학술발표대회	김인철	2016. 10	한국
23	한국원자력연구원 특정핵물질의 계량관리규정 개정에 따른 이행체제	한국방사성폐기물학회 추계학술발표대회	김현숙	2016. 10	한국
24	The status of the safeguards implementation under the State-Level Approach at the HANARO	한국원자력학회 추계학술발표대회	김현숙	2016. 10	한국
25	한-미 원자력협력협정 개정에 따른 안전조치 이행방안 분석	대한방사선방어학회 추계학술발표대회	김현조	2016. 11	한국
26	Analysis on safeguards approach of radioactive wastes at KIJANG research reactor	대한방사선방어학회 추계학술발표대회	김현조	2016. 11	한국
27	KAERI 방사선관리시스템과 핵물질관리시스템의 연계현황과 향후과제에 대한 고찰	대한방사선방어학회 추계학술대회	정주앙	2016. 11	한국
28	A study on the safeguards implementation of the KAERI under a new bilateral nuclear cooperation agreement between the Republic of Korea and the United States	한국에너지학회 춘계학술발표대회	김현숙	2017. 4	한국
29	A study on the safeguards implementation of the nuclear facilities using small quantities of the nuclear material at KAERI	한국에너지학회 춘계학술발표대회	김현숙	2017. 4	한국
30	Approach on origin management of nuclear materials at KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	김현조	2017. 5	한국
31	Internal regulation on the training for the nuclear control in KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	김현숙	2017. 5	한국
32	A study on the establishment of Additional Protocol System at KAERI	한국원자력학회 춘계학술발표대회	정주앙	2017. 5	한국
33	KAERI 원자력기술에 대한 전략기술 수출통제	국제핵물질관리학회	김인철	2017. 7	미국
34	Internal regulation on the safeguards implementation at Korea Atomic Energy Research Institute	국제핵물질관리학회	김현숙	2017. 7	미국
35	A study of the internal training on the safeguards implementation at KAERI	BIEF 2017	김현숙	2017. 9	한국
36	Transparency efforts on safeguards implementation at KAERI	한국에너지학회 추계학술발표대회	김현조	2017. 9	한국
37	원자력연구원 자율준수제도의 적용	한국방사성폐기물학회 추계학술발표대회	김인철	2017. 10	한국

KAERI

제4장

원자력방재 성과

제1절 방사선비상계획 개선 및 연구
제2절 방사능방재 교육·훈련
제3절 방사능재난대응설비 유지관리 및 개선
제4절 방재대책 대외업무
제5절 기타성과

KAERI

KAERI

제4장 원자력방재 성과

2015년부터 2017년까지 원자력방재과제 수행에 따른 성과를 성과 유형별로 다음과 같이 기술하였다.

제1절 방사선비상계획 개선 및 연구

1. 방사선비상계획구역(EPZ) 재설정

국제원자력기구(IAEA)는 체르노빌 원전사고 이후 방사선적 영향이 수백 km까지 미쳤던 경험을 토대로 원자력시설 방사능방재대책 기준을 정비하였으며, 그 과정에서 여러 가지 기술문서를 발간하였다. 이후 2002년도에 방사선비상대책 및 대응에 관한 안전요건(Requirements No. GS-R-2)을 발간하여 각국에 제시하였는데 이 요건에서 IAEA는 방사선비상계획구역(EPZ)를 예방적조치구역(PAZ) 및 긴급보호조치계획구역(UPZ)으로 세분화하여 제시하였으며, 2007년도에 발간한 방사선비상대책을 위한 안전지침(Safety Guide No. GS-G-2.1)에서는 PAZ 및 UPZ 거리를 구체적으로 명시하였다. 원자로의 경우 PAZ는 〉100-1000MW(th)의 경우 0.5-3km, 〉1000MW(th)의 경우 3-5km이다. 열출력이 100MW(th) 이하 원자로에 대한 PAZ는 적용되지 않는다. 한편 원자로에 애한 UPZ는 2-10MW(th)의 경우 0.5km, 10-100MW(th)의 경우 0.5-5km, 100-1000MW(th)와 〉1000MW(th)의 경우 둘 다 5-30km를 제시하였다. 우리나라의 경우 원전은 열출력이 3000MW(th) 정도이며, 연구로인 하나로의 열출력은 30MW(th)인데, 기존 방사선비상계획구역은 원전의 경우 8-10km로 고시된 기준에 근거하여 설정하였으며, 하나로의 경우 개별적 설정원칙에 따라 기술적 검토를 기초로 반경 0.8km를 기준으로 설정하였다. 국내 원전에 대한 EPZ 개념은 과거 일본의 개념을 그대로 적용한 것이며, 연구로의 경우는 미국 개념을 적용한 것이다.

한편, 2011년에 발생한 후쿠시마 원전사고는 체르노빌 원전사고 이후 가장 심각한 원전 중대사고로써, 자연재난과 연계하여 일어난 복합재난이었고, 동일 부지 내 여러 호기에서 동시에 발생한 동시사고이었다. 후쿠시마 원전의 중대사고로 인한 주민 보호조치범위는 반경 30km이었고, 풍하방향으로 방사성물질이 확산되던 중 우천으로 인한 오염지역의 경우에는 50km까지 확대되었다. 이 사고는 IAEA가 제시한 UPZ의 거리가 어느 정도 타당함을 입증하였는데, 이를 계기로 국내 원전 EPZ 확장 논의가 국회 및 환경단체를 중심으로 가속화되었다. 대전지역의 경우도 연구용원자로를 포함한 원자력시설이 위치함에 따라 환경단체, 시 의회, 지역구의원, 지방자치단체 등은 원전과 마찬가지로 연구로 EPZ 확대가 필요함을 제기하였다. 2014년 초 발생한 세월호 침몰사고는 국내 안전대책의 미흡요소를 부각시켰고, 결국 안전관련 법적요건

강화로 이어졌는데, 같은 맥락에서 원자로 EPZ 기초지역도 확장되게 되었다. 연구용원자로 '하나로'의 EPZ 기초지역이 확대됨에 따라 다음 과정에 따라 하나로 EPZ가 재설정되게 되었다. 자세한 사항은 이관엽 등이 발간한 기술보고서 '하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 확대 재설정[4-1]에 기술되어 있다.

2014.11.22. 원안위 : 원자력시설 등의 방호 및 방사능방재대책법 하위규정 개정에 따라 '원자력사업자의 방사선비상대책에 관한 규정' 별표1에 연구용원자로 방사선비상계획구역 기초지역 개선 명시

2014.11.27. 원(연) : 대전광역시에 비상계획구역 확대 재설정 협의자료 제출(원자력방재팀-933)

2014.12.03. 대전시 : 연구원에 시가 운영하는 원자력안전시민협의회에서 연구원 제출자료에 대해 설명할 것을 공문 요구(시 안전총괄과-14345)

2014.12.18. 원(연) : 대전시 주최 원자력시민안전협의회(대전시 17차)에서 비상계획구역 확대설정 방안 발표(장소 : 연구원 본부상황실(화상회의실))

2014.12.18. 유성구 : 원자력연구원에 연구로 EPZ 재설정 주민설명회 일정연기를 알림과 동시에 주민 설명자료를 구에 제출할 것 요구(구 안전총괄과-17228)

2014.12.22. 대전시 : 지역 방사선비상계획구역 재설정 관련 주민설명자료 작성 준비를 위한 회의개최 공문 송부(시 안전총괄과-15187)

2014.12.23. 원(연) : 주민협의회 대상 하나로 EPZ 확대설정관련 발표(장소: 연구원 INTEC 대회의실)

2014.12.26. 대전시/유성구/원(연) : EPZ 확대개편 주민설명자료 준비 회의(시 안전총괄과-15187(2014.12.22.) 근거, 장소 : 시청 재난안전상황실)

2015.01.05. 연구원 : 대전시 및 유성구에 하나로 EPZ 확대설정 주민설명자료 송부(원자력방재팀-4)

2015.01.05. 유성구 : 주민설명 일정 확정 : 관평동(1/12), 신성동(1/13), 구즉동(1/16)

2015.01.12. 10:30 대전시/유성구/연구원 : 관평동 주민설명 실시(장소: 관평동자치센터 회의실)

2015.01.13. 15:00 대전시/유성구/연구원 : 신성동 주민설명 실시(장소: 신성동자치센터 회의실)

2015.01.16. 16:30 대전시/유성구/연구원 : 구즉동 주민설명 실시(장소: 구즉동자치센터 회의실)

2015.01.28. 16:00-17:20, 대전시 : 하나로 EPZ 확대설정 관련 대전시 주최 원자력안전시민협의회 2차(대전시 18차)회의 개최

2015.03.10. 15:00-16:00, 대전시 : 하나로 EPZ 확대설정 관련 대전시 주최 원자력안전시

민협의회 3차(대전시 19차) 회의 개최

2015.03.13. 대전시 : 하나로 EPZ 재설정 협의의견 연구원에 공문통보(재난안전정책관-3765)

2015.03.16. 원(연) : 하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 재설정(안)(대전시 협의의견 반영) 원자력안전위원회 승인신청(원자력방재팀-201)

2015.03.16. 원(연) : 하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 재설정 승인신청 KINS에 알림(원자력방재팀-204)

2015.03.17. 원(연) : 주민협의회 대상 하나로 EPZ 확대설정 주민설명 경과 보고

2015.03.19. 원(연) : 하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 재설정(안) 승인신청 보완자료(재설정안 내의 인구자료 반영) 원자력안전위원회/KINS 제출(원자력방재팀-221)

2015.03.23. 원(연) : 하나로 EPZ 재설정 경과 원안위 설명

2015.04.01. KINS : 하나로 방사선비상계획구역 경계 답사(연구원 안내)

2015.04.27. 원안위/KINS : 하나로 EPZ 재설정안 심사질의서 통보(방재환경과-820)

2015.04.30. 원(연) : 하나로 EPZ 재설정안 심사질의 답변서 원안위 제출(원자력방재팀-354)

2015.05.14. 원안위 : 원자력안전위원회 EPZ 재설정 승인(안)에 대한 위원회 보고

2015.05.18. 원안위 : 하나로 EPZ 재설정안 승인통보(방재환경과-986)

상기 경과에 따라 재성절한 EPZ는 다음 그림과 같다.

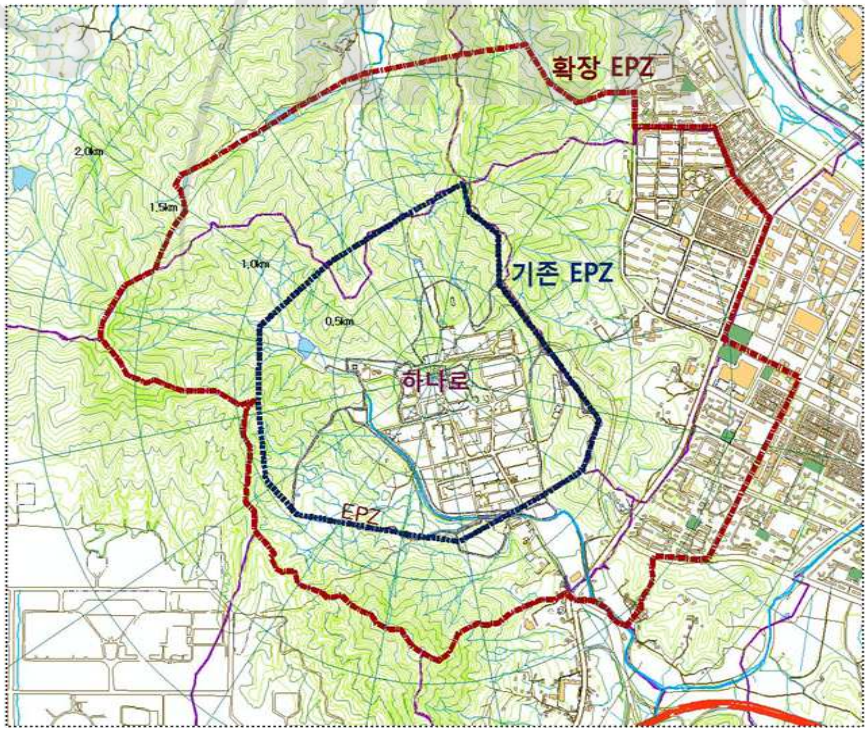


그림 4-1. 하나로 EPZ 재설정 현황

2. 방사선비상계획서 변경승인, 유지 및 기능개선

2016년도 조사후연료시험시설 전체훈련에 따른 개선요구사항에 “방사성물질의 굴뚝을 통한 방출 시, 환기설비를 정지할 경우 시설 내 방사선 준위가 상승될 것으로 예상되나 현재의 방사선비상발령 기준은 이를 미반영 하였으므로 비상발령기준의 검토 및 추가 필요”이 있었다. 이를 반영하기 위해 조사후시험시설 내 방사선량률 준위를 근거로 한 백색비상 발령기준을 추가하였으며, 지자체의 구호소 지정현황을 비상계획서 반영 후 원자력안전위원회에 변경승인 신청(원자력방재실-635 (2016.6.30.)) 하였다. 원자력안전위원회는 연구원 변경승신 신청(안)에 대한 보완 요구(방재환경과-1881(2016.10.4.))하였고, 원자력안전위원회의 보완요구 사항에 대한 답변을 수립 및 제출(원자력방재실-998(2016.10.19.))하여, 원자력안전위원회 변경승인(방재환경과-2306(2016.11.29.))을 취득하였다.

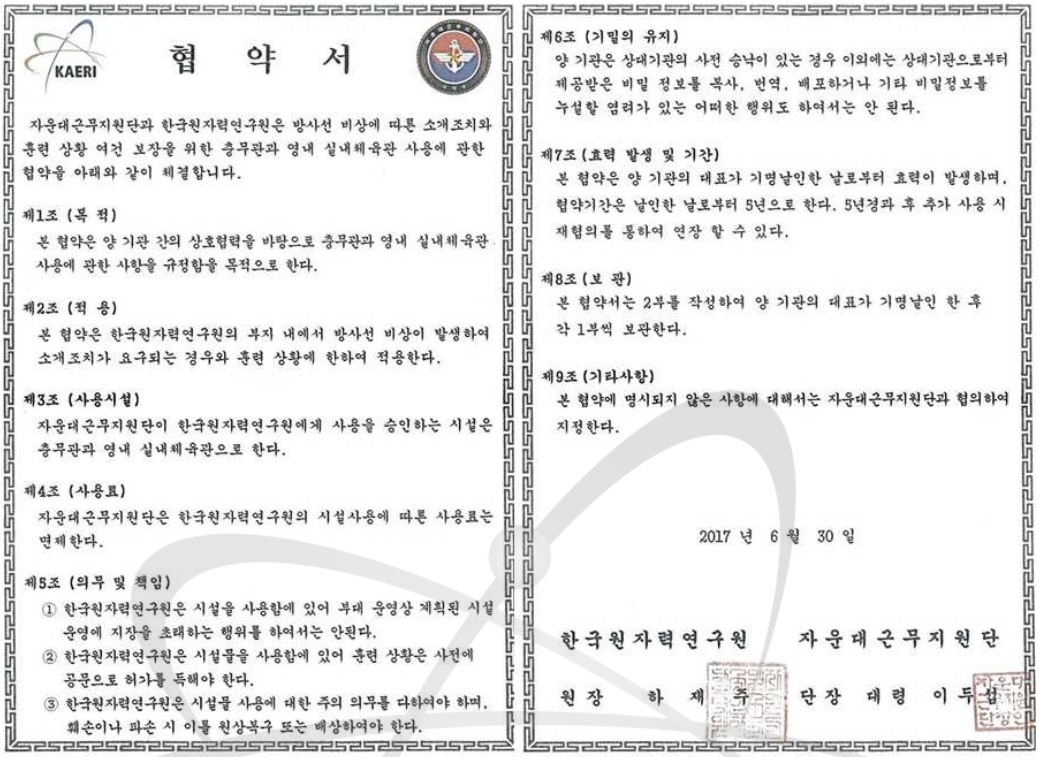
2017년도에 가연성폐기물처리시설 방사선비상계획 누락이 확인되었다. 따라서 이 시설을 비상계획에 반영하기 위해 비상발령기준 개발, 훈련요건 설정 등 시설 비상계획 관련사항 추가하여 비상계획서 변경승인을 신청(원자력방재실-429(2017.05.08.))하였으며, 이후 직원소개지 협약이 갱신(원자력(연)-자운대근무지원단)됨에 따른 추가 변경승인을 신청(원자력방재실-609(2017.06.26.))하였고, 원자력안전위원회 변경승인(방재환경과-1435 (2017.08.09.))을 취득하였다.

방사능방재대책법은 간결한 변경사항은 변경승인이 아닌 변경신고로 가름하고 있다. 조직개편과 같은 사항이 이에 해당된다. 2015년부터 2017년까지 연구원 조직개편에 의한 방사선비상계호기 변경신고가 2건 있었다.

방사선비상계획의 이행을 위해서는 유관기관의 협력을 필요로 한다. 연구원은 부지 내 전직원 소개를 대비하여 소개지 확보가 필요하다. 따라서 연구원은 연구원 사고시 안전지역에 위치한 자운대의 합동군사대학을 소개지로 확보하기 위하여 동 기관과 시설사용협약을 체결, 유지하고 있다. 이 협약은 5년의 기간으로 제한되어 있고, 2017년 6월 말에 만료됨에 따라 협약 갱신을 추진하였다. 달라진 점은 이 시설의 관리 주체가 이전에는 합동군사대학이었으나, 이번에는 자운대근무지원단으로 변경된 것이다. 갱신협약 체결일은 2017. 6. 30 이었다. 갱신협약서는 다음 그림과 같다.

방사능방재대책법은 원자력사업자가 갖추어야 하는 환경실험실이 방사선비상계획구역 내에 위치할 경우에는 예비환경실험실을 확보할 것을 요구하고 있다. 따라서 연구원은 구, 원자력발전기술원(현, 한수원중앙연구원)의 방사능분석실을 예비환경실험실로 지정하는 협약을 체결, 유지하고 있다. 그러나 당초 협약체결 시와 상황이 변경되었고, 동 기관의 분석실의 효용성이 떨어져 대안이 필요하였다. 따라서, 방사능분석실을 운영하고 있는 청주대학교와 협약 체결을 추진하게 되었다. 그 결과 청주대학교 시설을 관장하고 있는 산학협력단과 청주대 운영 방사능

분석실을 예비환경실험실로 지정하는 신규협약을 2017.9.20.에 체결하였다. 체결 협약서는 다음 그림과 같다.



협 약 서

KAERI

자운대군무지원단과 한국원자력연구원은 방사선 비상에 따른 소개조치와 훈련 상황 여건 보장을 위한 충무관과 영내 실내체육관 사용에 관한 협약을 아래와 같이 체결합니다.

제1조 (목 적)
본 협약은 양 기관 간의 상호협력을 바탕으로 충무관과 영내 실내체육관 사용에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (적 용)
본 협약은 한국원자력연구원의 부지 내에서 방사선 비상이 발생하여 소개조치가 요구되는 경우와 훈련 상황에 한하여 적용한다.

제3조 (사용시설)
자운대군무지원단이 한국원자력연구원에게 사용을 승인하는 시설은 충무관과 영내 실내체육관으로 한다.

제4조 (사용료)
자운대군무지원단은 한국원자력연구원의 시설사용에 따른 사용료는 면제한다.

제5조 (의무 및 책임)
① 한국원자력연구원은 시설을 사용함에 있어 부대 운영상 계획된 시설 운영에 지장을 초래하는 행위를 하여서는 안된다.
② 한국원자력연구원은 시설물을 사용함에 있어 훈련 상황은 사전에 공문으로 허가를 득해야 한다.
③ 한국원자력연구원은 시설물 사용에 대한 주의 의무를 다하여야 하며, 훼손이나 파손 시 이를 원상복구 또는 배상하여야 한다.

2 - 1

제6조 (기밀의 유지)
양 기관은 상대기관의 사전 승낙이 있는 경우 이외에는 상대기관으로부터 제공받은 비밀 정보를 복사, 번역, 배포하거나 기타 비밀정보를 누설할 염려가 있는 어떠한 행위도 하여서는 안 된다.

제7조 (효력 발생 및 기간)
본 협약은 양 기관의 대표가 기명날인한 날로부터 효력이 발생하며, 협약기간은 날인한 날로부터 5년으로 한다. 5년경과 후 추가 사용 시 재협의를 통하여 연장 할 수 있다.

제8조 (보 관)
본 협약서는 2부를 작성하여 양 기관의 대표가 기명날인 한 후 각 1부씩 보관한다.

제9조 (기타사항)
본 협약에 명시되지 않은 사항에 대해서는 자운대군무지원단과 협의하여 지정한다.

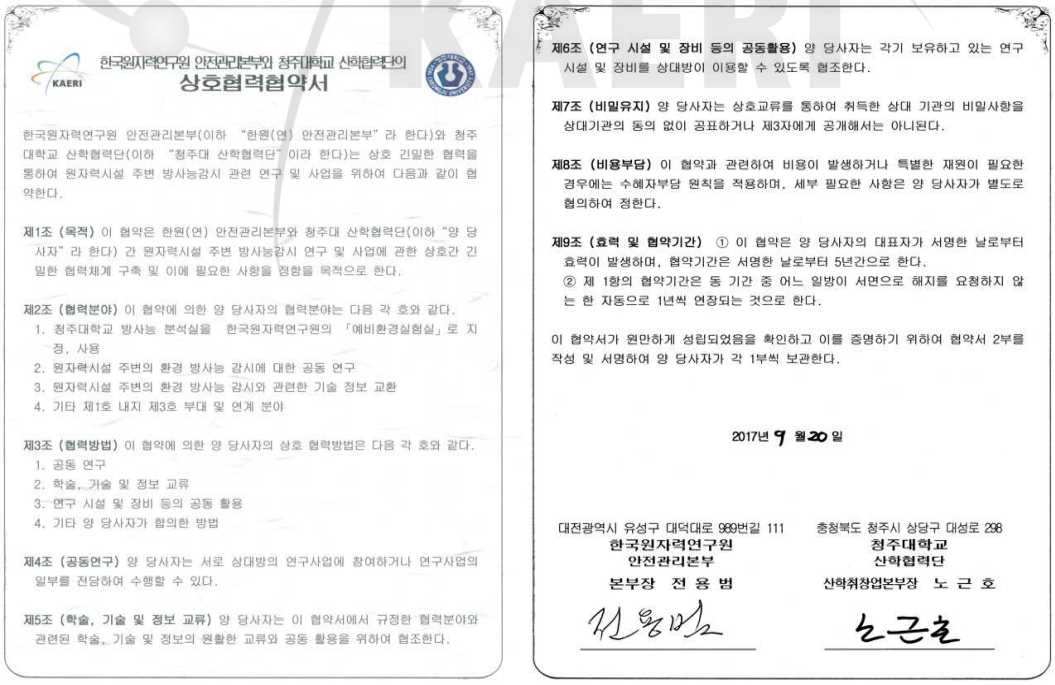
2017 년 6 월 30 일

한국원자력연구원 원장 하 재 주

자운대군무지원단 단장 대령 이 두 섭

2 - 2

그림 4-2. 자운대 합동군사대학 시설사용 갱신협약서



KAERI

한국원자력연구원 안전관리본부와 청주대학교 산학협력단의
상호협력협약서

한국원자력연구원 안전관리본부(이하 "한원(연) 안전관리본부"라 한다)와 청주대학교 산학협력단(이하 "청주대 산학협력단"이라 한다)는 상호 긴밀한 협력을 통하여 원자력시설 주변 방사능감시 관련 연구 및 사업을 위하여 다음과 같이 협약한다.

제1조 (목적) 이 협약은 한원(연) 안전관리본부와 청주대 산학협력단(이하 "양 당사자"라 한다) 간 원자력시설 주변 방사능감시 연구 및 사업에 관한 상호간 긴밀한 협력체계 구축 및 이에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조 (협력분야) 이 협약에 의한 양 당사자의 협력분야는 다음 각 호와 같다.
1. 청주대학교 방사능 분석실을 한국원자력연구원의 「예비환경실험실」로 지정, 사용
2. 원자력시설 주변의 환경 방사능 감시에 대한 공동 연구
3. 원자력시설 주변의 환경 방사능 감시와 관련한 기술 정보 교환
4. 기타 제1호 내지 제3호 부대 및 연계 분야

제3조 (협력방법) 이 협약에 의한 양 당사자의 상호 협력방법은 다음 각 호와 같다.
1. 공동 연구
2. 학술, 기술 및 정보 교류
3. 연구 시설 및 장비 등의 공동 활용
4. 기타 양 당사자가 합의한 방법

제4조 (공동연구) 양 당사자는 서로 상대방의 연구사업에 참여하거나 연구사업의 일부를 전담하여 수행할 수 있다.

제5조 (학술, 기술 및 정보 교류) 양 당사자는 이 협약서에서 규정한 협력분야와 관련된 학술, 기술 및 정보의 원활한 교류와 공동 활용을 위하여 협조한다.

제6조 (연구 시설 및 장비 등의 공동활용) 양 당사자는 각기 보유하고 있는 연구 시설 및 장비를 상대방이 이용할 수 있도록 협조한다.

제7조 (비밀유지) 양 당사자는 상호교류를 통하여 취득한 상대 기관의 비밀사항을 상대기관의 동의 없이 공표하거나 제3자에게 공개해서는 아니된다.

제8조 (비용부담) 이 협약과 관련하여 비용이 발생하거나 특별한 재원이 필요한 경우에는 수혜자부담 원칙을 적용하며, 세부 필요한 사항은 양 당사자가 별도로 협의하여 정한다.

제9조 (효력 및 협약기간) ① 이 협약은 양 당사자의 대표자가 서명한 날로부터 효력이 발생하며, 협약기간은 서명한 날로부터 5년간으로 한다.
② 제 1항의 협약기간은 동 기간 중 어느 일방이 서면으로 해지를 요청하지 않는 한 자동으로 1년씩 연장되는 것으로 한다.

이 협약서가 원만하게 성립되었음을 확인하고 이를 증명하기 위하여 협약서 2부를 작성 및 서명하여 양 당사자가 각 1부씩 보관한다.

2017년 9 월 20 일

대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
한국원자력연구원
안전관리본부
본부장 전 용 범

충청북도 청주시 상당구 대성로 298
청주대학교
산학협력단
산학취창업본부장 노 근 호

그림 4-3. 청주대 예비환경실험실 지정 협약서

방사선비상계획은 방사선비상대응기구를 포함한다. 방사선비상대응기구 편성 방재요원은 관련 정상조직 소속원으로부터 매년 편성한다. 연구원의 조직개편, 인사이동, 퇴직, 신규채용 등으로 부서원의 구성원은 매년 변경되기 때문에, 매년 초 비상조직 관계조직의 협조를 받아 방사선비상대응기구에 소속된 방재요원을 편성하여 인사발령을 추진하였다. 방재요원이 변경되면 후속으로 비상연락망을 개정하여 비상연락망 수첩을 발간하고, 방사선비상시 또는 방사능방재훈련시 상황을 전파하는 시스템에 등재된 방재요원 명부를 수정하였다.

3. 방사선비상계획 수행절차 개선

방사선비상계획서는 방사선비상시 대비, 대응 및 검증을 골자로 하는 요건을 기술하고 있다. 이중 대비 및 대응분야는 구체적인 이행을 위해 절차를 필요로 한다. 따라서 연구원은 방사선비상계획을 이행(수행)하기 위한 절차서와, 관리하기 위한 절차서를 개발, 운영하고 있다. 이들 절차서는 해마다 방사능방재훈련 적용 등을 통해 그 유효성이 검증되며, 개선사항이 도출되고 있다. 한편, 원자력규제기관이 검사기간 중에도 많은 개선 요구가 발생하고 있다. 다음은 2015년부터 2017년까지의 방사선비상계획 수행절차서 및 관리절차서의 개정, 제정 내역이다.

가. 방사선비상계획 수행절차 개정 70건

- 비상발령ㆍ해제(EPIP-1.1) : 신규시설 비상발령기준 추가 등 3회 개정
- 비상보고ㆍ통보(EPIP-2.1) : 연락처개정, 정보교환시스템 변경사항 반영 등 6회 개정
- 비상경보ㆍ방송 및 방사능방재요원 소집(EPIP-2.2) : 연락체계 보완, 상황전파시스템 개선 반영 등 2회 개정
- 비상경보 청취시 행동요령(EPIP-2.3) : 이재민보호소 운영반영 등 1회 개정
- 비상시 하나로제어실 운영(EPIP-3.1) : KAERIX 개선 등 2회 개정
- 현장상황실 발족ㆍ운영(EPIP-3.2) : 정기검사권고 반영 등 5회 개정
- 본부상황실 발족ㆍ운영(EPIP-3.3) : 양압환기설비 추가설치 반영 등 5회 개정
- 비상대응기구 운영 점검표(EPIP-3.4) : 조직개편 반영 등 4회 개정
- 비상대응시설 거주성 관리(EPIP-3.5) : 2016 합동훈련 개선요구 반영 등 2회 개정
- 초기 사고 분석ㆍ평가 - 새빛연료과학동(EPIP-4.1.2) : 방사선원항 산출절차 보완 등 2회 개정
- 초기 사고 분석ㆍ평가 - 동위원소생산시설(EPIP-4.1.3) : 방사선원항 산출절차 개선 등 1회 개정
- 초기 사고 분석ㆍ평가 - 조사재시험시설(EPIP-4.1.4) : 입자의 건물 누설량 산출절차 반영 등 1회 개정

- 초기 사고 분석 · 평가 - 조사후연료시험시설(EPIP-4.1.5) : 시설 내 각 공간별 체적정보 추가 등 1회 개정
- 사고시설 주변 방사선 탐사(EPIP-4.2) : 사용하지 않는 장비변경 등 1회 개정
- 비상자료 모니터링 시스템 운영(EPIP-4.3) : 시스템운영 최신화 등 1회 개정
- 주민보호조치 권고(EPIP-5.1) : 방사선비상계획구역 확대재설정 반영 등 2회 개정
- 집결 및 인원점검(EPIP-5.2) : 이재민구호소 명칭변경 등 2회 개정
- 소개 및 옥내대피(EPIP-5.3) : 시설사고시 보호조치범위 보완 등 3회 개정
- 갑상선방호약품 분배(EPIP-5.4) : 2017 의료정기검사 권고 반영 등 3회 개정
- 소개자오염검사 및 제염(EPIP-5.5) : 2015 의료 정기검사 권고 반영 등 3회 개정
- 소개자 보호소 운영(EPIP-5.6) : EPZ 확대 반영 등 2회 개정
- 긴급작업 지시서(EPIP-6.1) : 2015 하나로 전체훈련 평가 개선요구 반영 등 3회 개정
- 비상요원 피폭관리(EPIP-6.2) : 2015 의료정기검사 권고 반영 등 2회 개정
- 행방불명자 수색 · 구조(EPIP-6.3) : 수색구조팀 사후조치절차 개선 등 2회 개정
- 상해자 응급의료조치(EPIP-6.4) : 조사후시험시설 전체훈련 경험 반영 등 4회 개정
- 방사능 오염지역 화재진압(EPIP-6.5) : 긴급작업 지시 및 동의서 양식 변경 등 1회 개정
- 방재요원 오염검사 및 제염(EPIP-6.7) : IAEA 기준 반영 등 2회 개정
- 보안 및 출입통제(EPIP-7.1) : 연구원 관할 경찰서 변경사항 반영 등 1회 개정
- GPS 환경방사선 모니터링장비 운영(EPIP-8.3.1) : 기기교체 반영 등 1회 개정
- 고정지점 육상탐사(EPIP-8.4) : ERM 위치변경 반영 등 1회 개정
- 비상종료 및 복구활동(EPIP-10.1) : 조직개편 반영 등 1회 개정

나. 방사선비상계획 수행절차서 신규제정 1건

- 초기 사고 분석 · 평가 - 가연성폐기물처리시설(EPIP-4.1.6) 제정

다. 방사선비상계획 관리절차서 개정 7건

- 방사능방재요원 관리(EPMP-1.1) : 조직개편 반영 등 1회 개정
- 방사능방재교육 준비(EPMP-1.2) : 교육 미이수자에 대한 조치절차 신설 등 2회 개정
- 비상대응장비 · 물품의 주기적 점검 · 관리(EPMP-2.1) : 2015 정기검사 지적사항 반영 등 4회 개정

4. 안전해석코드 활용 원자력시설 위해도 평가 및 비상대책 최적화

방사능방재대책은 해당시설에서 발생할 수 있는 사고에 대한 해석과 그 환경영향을 평가하여 수립되어야 한다. 방사능방재대책 수립 대상이 되는 연구원의 시설들은 이러한 면에서 미흡하여 방사능방재대책을 수립하는데 애로가 있었다. 따라서 매년 주요 원자력시설을 대상으로 방사능방재대책 관점에서 안전해석코드를 활용하여 사고를 해석하고, 그 환경 영향 및 비상대응시나리오의 유효성을 평가하여, 방사능방재대책 개선을 도모하였다. 다음은 2015년부터 2017년까지 수행되었던 관련 연구결과의 요약 이다. 상세한 연구결과는 기술보고서로 각각 발간되었다.

가. 하나로핵연료가공시설(새빛연료과학동) 위해도 평가

새빛연료과학동은 우라늄을 사용하는 시설이다. 따라서 이러한 시설에서 발생가능한 사고유형을 해외사례를 통하여 조사하였으며, 이 시설의 안전성분석보고서를 검토하였다. 또한 이 설의 구조를 MELCOR 코드로 설계하고 표준화재 조건하에서 건물 밖으로 누설되는 특성을 분석하였다. 다음 그림은 MELCOR 코드 해석결과 확인한, 동 시설에 존재하는 다양한 형태의 우라늄이 시설 화재에 의해 실제적인 영향을 받아 휘발된 후 30분간 확산된다는 조건하에서, 화재영향을 받는 시점이 언제인가에 따라 건물 누설분율이 다르다는 것을 보여준다.

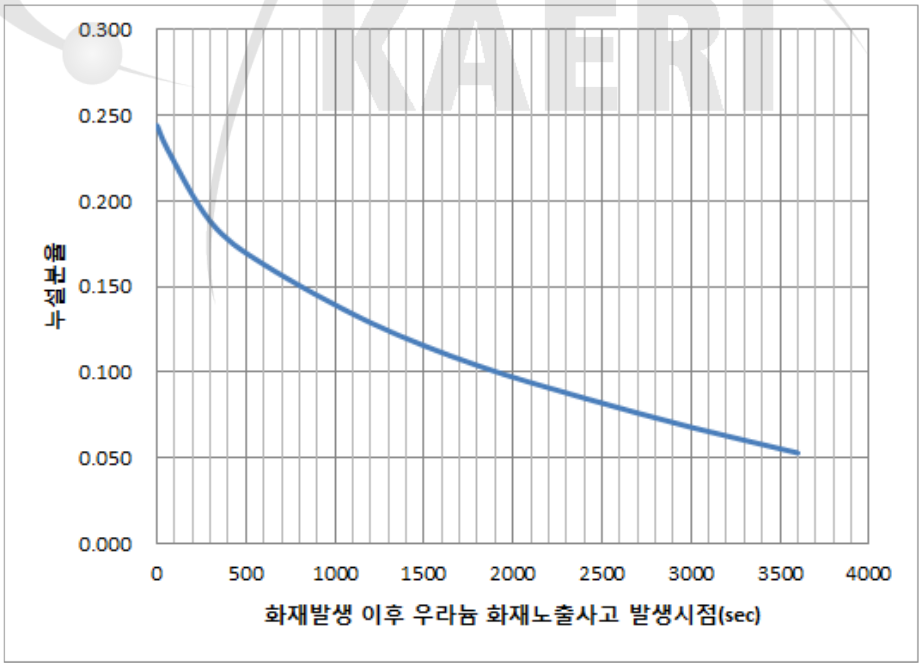


그림 4-4. 새빛 화재 이후 30분 간 확산시 환경누설 분율

상기와 같은 분석을 통하여 최종적으로 얻은 방사선원항은 다음 표와 같다.

표 4-1. 새빛(연구로연료가공시설) 화재사고시 방사선원항

핵종	핵종별 재고량		환경누설 1			환경누설 2		
	(kg)	(Ci)	분율	개시(s)	종료(s)	분율	개시(s)	종료(s)
U-234	5.3	3.30E+01	5.18E-05	90	3690	6.48E-05	2400	6000
U-235	104.6	2.26E-01	5.18E-05	90	3690	6.48E-05	2400	6000
U-236	21.2	1.39E+00	5.18E-05	90	3690	6.48E-05	2400	6000
U-238	398.8	1.35E-01	5.18E-05	90	3690	6.48E-05	2400	6000

다음은 상기 방사선원항의 조건 하에서 거리별 보호조치 전과 옥내대피 후의 7일간의 피폭 선량 변화를 보여준다.

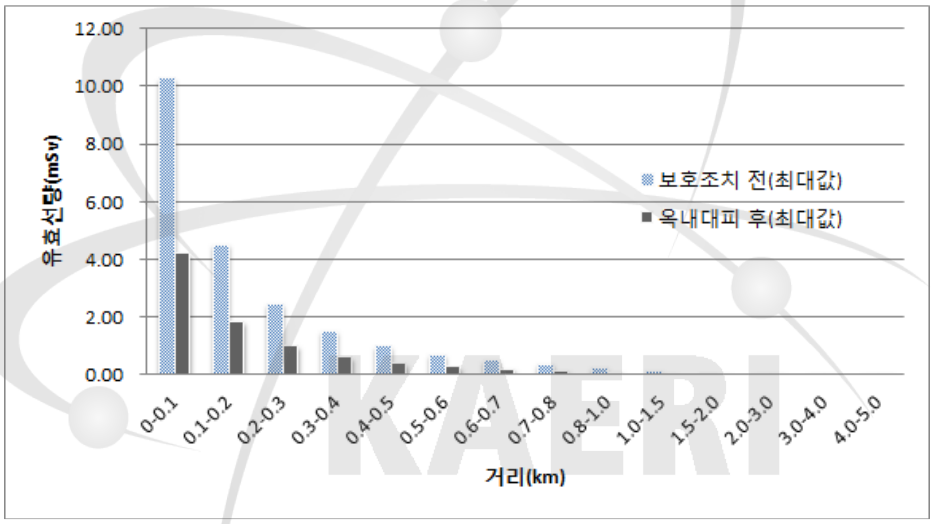


그림 4-5. 새빛 화재시 옥내대피 전과 후의 거리별 유효선량(mSv)

상기 연구를 통해 하나로핵연료가공시설 화재사고시 100m 이내의 소개만으도도 적절함을 확인할 수 있었고, 이를 방사선비상계획에 반영하였다. 상기 연구에 대한 상세한 사항은 기술보고서KAERI/TR-5976/2015를 참조하기 바란다[4-2].

나. 조사후연료시험시설 위해도 평가

조사후연료시험시설은 원자력발전소 사용후핵연료를 다루는 시설이나, 발생 가능한 사고를 해석한 안전성분석보고서가 없다. 임계사고 관점에서 해석한 보고서가 있으나, 해석결과 임계사고가 발생 가능하지 않다고 기술하고 있기 때문이다. 방사능방재대책은 사고를 전제로 하는데 사고가 없다면 방사능방재대책을 적용할 수가 없다. 따라서, 이 시설에서 발생가능한 사고

를 해외사례를 통해 조사하고, 사고시나리오를 설정하여 모의하여 방사선원항을 산출하고, 환경영향 평가 및 비상대응시나리오 효과분석을 시도하였다.

방사선원항은 굴뚝배출과 건물누설에 대해, 각 발생 가능한 사용후핵연료 유형별로 산출하였다. 사고 장소는 핫셀과 사용후핵연료 저장조인 수조로 설정하였다. 예를 들어, 굴뚝방출 방사선원항으로써 핫셀 내 가상사고로써 핫셀에서 실제 실험하는 최대 핵연료량인 1개 봉이 화재의 영향을 받은 경우로써 60GWD/tU의 연소도를 가진 6개월 냉각된 핵연료로 적용하였을 경우 산출한 방사선원항은 다음과 같다.

표 4-2. 6개월 냉각 1개 봉 사용후핵연료 핫셀 가상사고시 PIEF 굴뚝방출 방사선원항

Group	Nuclide	Inventory(Ci) of one assembly after 6months cooling	Release fraction		Release duration
			Before filtering	After filtering	
NG	KR 85	2.86E+01	1.0	1.0	30min
Cs	CS134	5.91E+02	1.0	1E-2	
	CS137	3.33E+02			
Te	TE127	9.16E+00	2E-2	2E-4	
	TE127M	9.36E+00			
	TE129	1.33E+00			

건물 누설방사선원항은 환기계통이 정지된 조건하에서 산출해야 한다. 따라서 이를 산출하기 위해서 건물 구조를 분석하고 MELCOR 입력자료를 작성한 후 사고 조건하에서 방사선원항을 산출하였다. 건물 누설은 실내 사고조건과 외부 풍향, 풍속에 영향을 받기 때문에, 풍향에 따른 건물누설 특성도 분석하였는데, 다음과 그림과 같다.

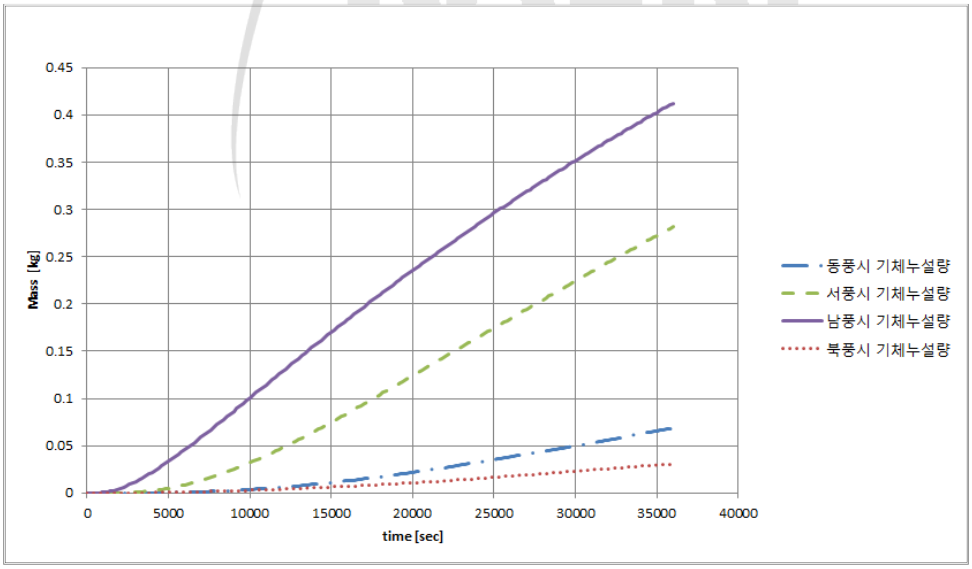


그림 4-6. PIEF 수조 가상사고시 풍향별 기체 누설량

조사후연료시험시설에 대한 사고해석 및 환경영향평가 결과 시설에서 보유하지 않지만 보유 가능한 사용후핵연료 사고시나리오 중 최대 가상사고는 원자력발전소에서 인출 후 6개월 냉각된 사용후핵연료 1개 봉의 핫셀 실험 중 화재사고 및 건물누설 사고가 있었다. 한편, 시설에서 보유한 사용후핵연료 현황에 근거해서는 17×17 RFA 집합체의 취급 중 낙하사고와 건물누설에 따른 환경방출이 가장 심각한 사로로 이 경우 최적의 보호조치는 100m 소개, 기타지역 옥내대피로써, 해석결과는 다음 그림과 같다. 이 시설에 대한 상세한 해석결과는 기술보고서 KAERI/TR-6394/2016에 기술되어 있다[4-3].

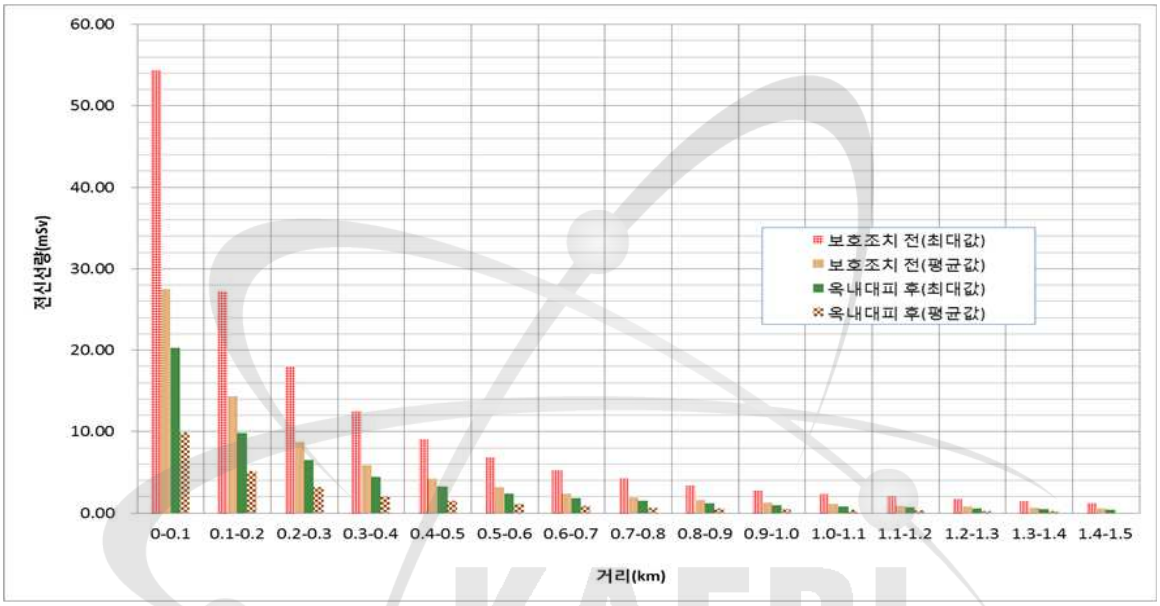


그림 4-7. PIEF 17×17 RFA 집합체의 취급/누설사고시 선량평가 결과

다. 동위원소생산시설 위해도 평가

동위원소생산시설은 4개의 핫셀 뱅크를 가지고 있다. 이 시설에서의 사고 시 굴뚝방출에 따른 방사선원항은 하나로 안전성분석보고서에 기술되어 있다. 따라서, 이 시설 핫셀사고 시 환기계통이 정지되어 있다는 조건하에서 건물누설에 따른 영향을 평가하고자 시도하였다. 이에 앞서 핫셀에서의 사고특성을 확인하기 위해 해외사례를 조사하였다. 다행히 90년대에 미국에서 모의 핫셀에서의 화재사고 전개를 실험한 자료를 입수할 있었다. 이 실험에 따르면 핫셀 내 화재는 환기계통의 가동 유무를 떠나서 10분 이상을 지속하지 않는 것으로 확인되었다. 이는 화재시 핫셀 체적이 작기 때문에, 급격한 산소 소모로 자연적으로 화재가 진압되기 때문이었다.

동위원소생산시설의 건물누설특성을 파악하기 위하여, MELCOR 코드로 해석하였는데, 이 코드 입력파일 작성을 위한 건물구조 분석을 수행하였다. 구조분석 사례는 다음 그림과 같다.

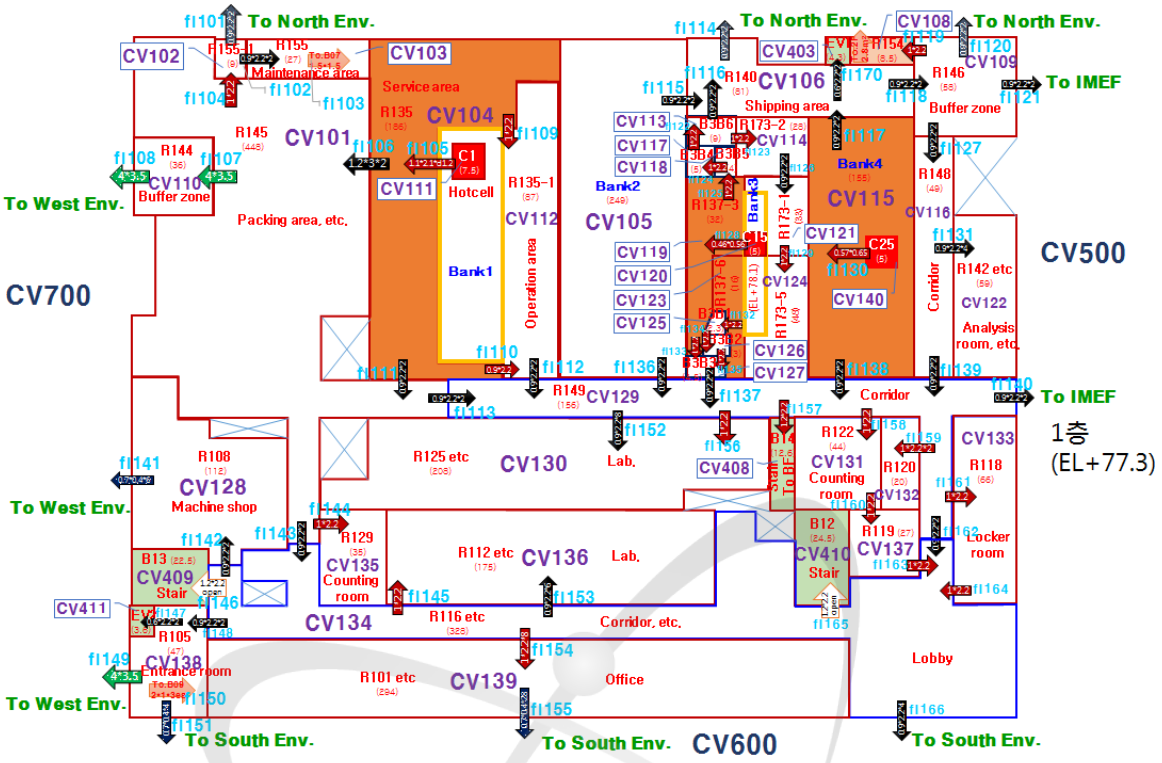


그림 4-8. RIPF 지상 1층에 대한 제어체적 및 유체흐름 경로 수치 부여

동위원소생산시설의 핫셀 사고시 최종적으로 산출한 건물누설 방사선원항은 다음 표와 같았다.

표 4-3. 동위원소생산시설 핫셀사고시 방사선원항 요약

핫셀 뱅크	사고 대상 핵종	사고량 (MAR) (Ci)	사고 유형	피해 분율 (DR)	휘발 분율 (ARF)	호흡 가능 분율 (RF)	누설 분율 (LPF)	누설 기간 (hr)	선원항	
									(Ci)	(Bq)
뱅크-1	Co-60	50,000	화재	1	0.001	1	0.033	10	1.65	6.11E+10
	Ir-192	100,000		1	0.001	1	0.033	10	3.3	1.22E+11
	Yb-169	100		1	0.01	1	0.033	10	0.033	1.22E+09
	Se-75	1,000		1	0.01	1	0.13	10	1.3	4.81E+10
뱅크-3	I-125	10	취급 용기 파열	1	0.01	1	0.28	10	0.028	1.04E+09
	I-131	60		1	0.01	1	0.28	10	0.168	6.22E+09
뱅크-4	Mo-99, Tc-99m	700	공정 사고	1	0.01	1	0.042	10	0.294	1.09E+10

핫셀 뱅크 1에서의 화재사고시 건물누설에 따른 옥외 선량은 다음 그림과 같았다.

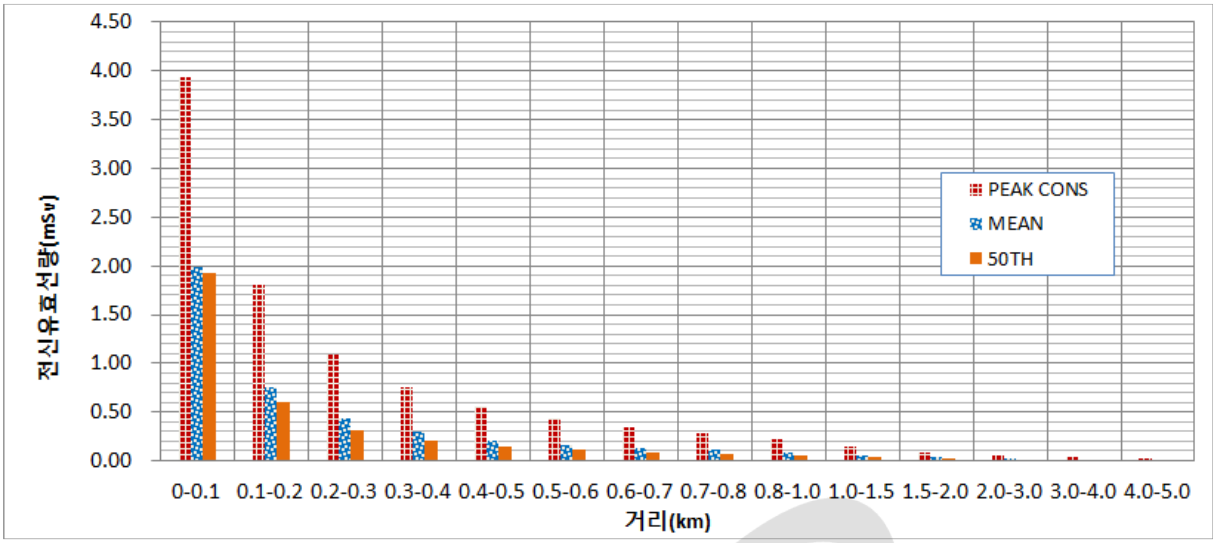


그림 4-9. RIPF Bank 1 Co-60 취급중 화재로 인한 건물누설시 옥외에서의 거리별 전신유효선량

동위원소생산시설 핫셀사고시 건물누설에 따른 사고해석 및 환경영향 평가에 대한 상세한 사항은 기술보고서 KAERI/TR-6823/2017에 기술되어 있다[4-4].

제2절 방사능방재 교육훈련

1. 방사능방재교육

방사능방재대책법은 원자력사업자 종업원에 대한 방사능방재교육을 다음 표와 같이 의무화하고 있다.

표 4-4. 방사능방재교육에 대한 방사능방재대책법 요건

교육대상		교육시간	
		신규교육	보수교육
원자력사업자의 종업원	방사능방재업무를 담당하는 종업원	방사능방재업무를 담당하는 종업원으로 임용된 날부터 6개월 이내에 18시간 이상	매년 8시간 이상(3회 이상 보수교육을 이수한 경우에는 매년 2시간 이상)
	방사능방재업무를 담당하지 아니하는 종업원	종업원으로 임용된 날부터 6개월 이내에 4시간 이상	3년마다 2시간 이상

따라서 연구원은 해마다 방사능방재교육계획을 수립하여 방사능방재교육을 실시하였다. 일례로 2015년의 방재요원 교육 요건별로 편성한 교육시간표는 다음 표와 같다. 한편, 1회의 교육시 모든 방재요원이 교육을 이수하지 않기 때문에, 교육 미이수자가 발생하며, 이 경우 다음 표의 교육을 반복 실시하였다.

표 4-5. 2015년도 방사능방재요원 방사능방재교육 계획

대상	방식	교시/차시	시 간	교육 내용
방재요원 (2시간대상)	집체	1교시	14:00 ~ 15:30	방사능 방재대책 현황
			15:30 ~ 16:00	시험 평가
방재요원 (8시간대상)		1교시	09:00 ~ 09:50	비상조직 발족까지 대응절차
		2교시	10:00 ~ 11:50	사고분석 및 절차
		4교시	13:00 ~ 13:50	방사선 측정기 취급 및 실무
		5교시	14:00 ~ 15:50	비상시 환경 모니터링
		7교시	16:00 ~ 17:40	긴급대응조치 절차
		8교시	17:40 ~ 18:00	시 험 평 가
방재요원신규 (8시간 추가)	온라인	1차시	1시간	방사선기초
		2차시	1시간	직원보호조치
		3차시	1시간	비상대응의 개념 및 기본원칙
		4차시	1시간	대응능력의 개발
		5차시	1시간	운영과 책임의 개념
		6차시	1시간	방사선비상사고사례
		7차시	1시간	현장 비상의료 대응
		8차시	1시간	연구용 원자로에서의 비상과 교훈

상기 교육을 실시하기 위해서 해마다 온라인 및 오프라인(집체) 교육 컨텐츠를 제정 또는 개정하였다. 3년간 실시한 방재교육 이수실적의 요약은 다음 표와 같다.

표 4-6. 방사능방재교육 이수율(2015-2017)

년도	방재요원	비방재신규	비방재보수*
2015	100%(191/191)	100%(79/79)	97.3(1052/1081)
2016	100%(199/199)	100%(97/97)	97.4(1053/1081)
2017	100%(217/217)	100%(41/41)	85.5(1076/1259)

*3년 주기 실시, 2015, 2016년은 2014년 미이수자 대상 추가교육

상기 표에서 보는 바와 같이 방재요원이 아닌 비방재요원도 교육 대상이다. 따라서 신규채용직원에 대해서는 매년 채용시마다 교육을 실시하여 100% 완료하였으며, 기존 직원에 대해서는 3년 주기의 비방재 보수교육을 실시하였는데, 2015년과 2016년의 경우 2014년도 비방재요원 교육 미이수자가 발생하여, 이 사람들을 대상으로 추가로 교육을 실시하였다. 한편 2017년도 비방재요원 보수교육은 전 직원(방재요원 제외)을 대상으로 실시한 것이다.

2. 방사능방재훈련

방사능방재훈련은 방사능방재대책법의 요건에 따라 원자력시설별, 비상조직별로 실시해야한다. 방사선비상계획에 반영된 시설별 방재훈련 주기는 다음 표와 같다. 비상조직은 비상대책반과 시설대응반으로 구성되어 있고, 시설별 훈련 시 시설대응반이 참여한다. 따라서 비상대책반 훈련을 위해 시설대응반 훈련 다음 일에 비상대책반 훈련을 별도로 실시하였다.

표 4-7. 원자력연구원 원자력시설별 방사능방재훈련 주기

시설 그룹	시설명	부분훈련	전체훈련	합동훈련	연합훈련
대규모시설	하나로 및 부대시설	4회/년	1회/년	1회/2년	정부 결정
	새빛연료과학동				
소규모시설	조사후연료시험시설 (방사성폐기물처리시설 포함)	2회/년	1회/2년	-	-
	가연성폐기물처리시설		1회/2년		

방사능방재 훈련실시를 과정을 요약하면 다음과 같다. 우선 매년 11월 말에 다음해 훈련실시계획을 수립하여 원자력안전위에 제출하고 방사능방재훈련 주기별로 훈련계획을 수립, 실시하였다. 2015년부터 2017년까지 방사능방재훈련 실시 현황은 다음 표와 같다.

표 4-8. 2015년 방사능방재훈련 실시 현황

일자	훈련시설	훈련조직	훈련유형	훈련내용	참석
3.11	하나로 부대시설 (RIPF)	시설대응반	부분훈련	시설화재에 현장요원 투입, 현장상황 확인결과에 따른 보수 및 복구계획 수립 및 복구조직 파견	20
3.12		비상대책반 (운영&안전)		직원보호조치 이행방안 수립, 직원보호조치 유도계획 수립, 시설 내 안전점검계획 수립	10
4.16	새빛연료 과학동	시설대응조	부분훈련	사고조건에 따른 방사선원항 산출, 사고조건에 따른 초기대응조치 및 응급조치 방안 수립	20
5.21	조사후연료 시험시설	시설대응반	부분훈련	핫셀 화재시 소화기 이용 초기진화 시도 및 상황전파, 작업자 부상에 따른 구호후송조 구성 및 구호후송, 오염검사 및 오염동반 부상자 제염	20
6.25	하나로시설	비상대책반 (환경)	부분훈련	하나로사고시 환경평가프로그램 운영, 환경감시항목 선정, 본부상황실 장비 유효성 점검, 공기시료채취기	16

일자	훈련시설	훈련조직	훈련유형	훈련내용	참석
				사양 검토, 환경시료채취도구 필요요소 검토	
8.13	방사성폐기물처리시설	시설대응반	부분훈련	고체폐기물처리지역 화재, 작업자 소화기 이용 최기진화 시도, 화재상황 전파, 자위소방대 소집 및 임무분담, 방사성물질 방출감시, 비상발령 및 전파, 현장요원 오염검사	19
9.10	하나로시설	전체 비상조직	전체훈련	하나로 노심손상 및 원자로실 화재에 따른 방사성물질 환경방출로 적색비상까지 발령하는 과정중 연구원 모든 비상조직 동원 및 대응활동 수행	279
10.22	하나로 부대시설 (IMEF)	시설대응반	부분훈련	조사재시험시설 환기설비 화재이후 보수 및 복구를 위한 절차, 소요물품, 제염방안 등 점검	17
11.5	조사후연료시험시설 및 새빛연료과학동	비상대책반	부분훈련	조사후연료시험시설 및 새빛연료과학동 화재 및 방사선비상발령 조건에 대한 보도자료 작성, 사고보고자료 작성, 자료작성 결과 점검체계 점검	10
총 9회 방사능방재훈련 실시, 총 411명 참여					

표 4-9. 2016년 방사능방재훈련 실시 현황

일자	훈련시설	훈련조직	훈련유형	훈련내용	참석
3.16	조사재 시험시설	시설대응반	부분훈련	서비스구역내 선원운반중 추락 및 비상사고, 핫셀배기필터 화재사고시 발생가능 핵종산출, 대응활동 수행	15
3.17	공통	비상대책반	부분훈련	운영지원조 업무분장, 비상대응자원 점검 및 관리, 안전관리조 보안통제, 시설안전점검 등 수행	10
5.19	동위원소 생산시설	시설대응반	부분훈련	핫셀뱅크 전기화재로 인한 백색비상 발령, 상황실 발족, 초기대응활동 수행	21
6.15	조사후 시험시설	전체 비상조직	전체훈련	PWR 사용후핵연료 수조시험 중 낙하사고로 청색비상발령 및 비상대응 수행	61
9.21	새빛연료과학동	시설대응반	부분훈련	시설에서 발생가능한 환자유형 검토, 모의환자 후송 및 제염실시	19
9.23	공통	비상대책반	부분훈련	핵연료가공시설 사고가정 보도자료 작성, 보도자료 검토체계 점검	10
10.18	폐기물	시설대응반	부분훈련	방사성폐기물 이송중 발생가능 사고	17

일자	훈련시설	훈련조직	훈련유형	훈련내용	참석
	처리시설			유형별 대응절차의 적합성 점검, 모의 이송사고에 대한 조직별 대응(도상)	
11.2	하나로시설	전체 비상조직	합동훈련	하나로 화재 및 핵연료 파손에 따른 적색비상 발령, 직원보호조치, 사고수습 등 유관기관 연계 대응	318
총 8회 방사능방재훈련 실시, 총 471명 참여					

표 4-10. 2017년 방사능방재훈련 실시 현황

일자	훈련시설	훈련조직	훈련유형	훈련내용	참석
3.8	하나로시설	시설대응반	부분훈련	하나로 노심손상사고시 누설부위 복구계획 수립, 중장기 복구계획 수립, 외부지원인력(소방 등) 사고지역 진입시간 단축방안 수립	18
3.9	공통	비상대책반	부분훈련	환경영향평가 기반 환경탐사계획 수립 및 환경탐사 활동 수행	16
5.10	조사후연료 시험시설	시설대응반	부분훈련	PWR 사용후핵연료 수조시험 중 낙하사고시 방사선원항 산출, 부상자 의료처치 수행	23
5.11	공통	비상대책반	부분훈련	방사선비상시 운영지원 및 안전관리업무 이행	11
5.30	동위원소 생산시설	시설대응반	부분훈련	장비과열로 인한 화재사고 발생시 초기대응활동 수행	21
9.7	새빛연료 과학동	전체 비상조직	전체훈련	핵연료가공시설 화재사고시, 백색/청색비상발령 및 연구원 전 비상조직 가동 사고대응	309
10.17	방사성폐기물 처리시설	비상대책반	부분훈련	방사성폐기물 이송중 운반사고 대비 정보관리조 역할 점검 및 보도자료 작성	14
11.2	방사성폐기물 처리시설	시설대응반	부분훈련	지진으로 인한 폐기물 이송중 전복사고, 화재발생시 화재진압 등 대응	18
11.2	조사재 시험시설	시설대응반	부분훈련	시설내 캐스크 운반 중 추락사고로 부상자 발생시 응급처치 및 인체제염	18
11.15	가연성폐기물처리시설	전체 비상조직	최초훈련	소각공정 화재, 폭발에 따른 적색비상 발령, 사고완화조치, 연구원 비상조직 가동 및 대응	57
총 10회 방사능방재훈련 실시, 총 505명 참여					

매 훈련결과보고서와 훈련평가에 따른 시정조치계획을 수립하여 3주 이내에 원자력안전위원회에 제출하였으며, 절차개선, 설비개선, 교육반영, 다음훈련 반영 등 후속조치를 이행하였다.

제3절 방사능재난대응설비 유지관리 및 개선

다음과 같이 방사능재난대응설비에 대한 점검 및 개선을 연도별로 실시하였다.

1. 2015년 점검, 개선 및 보완사항

방사능재난대응설비 주기점검 및 점검에 따른 조치현황은 다음과 같다.

- 방사선비상관리시스템 데이터 취득 24시간 KINS 전송 유지상태 점검 및 문제발생시 조치
  - ▸ 항목 : 하나로 안전변수, 원자력시설 RMS, ERMS, 기상관측정보

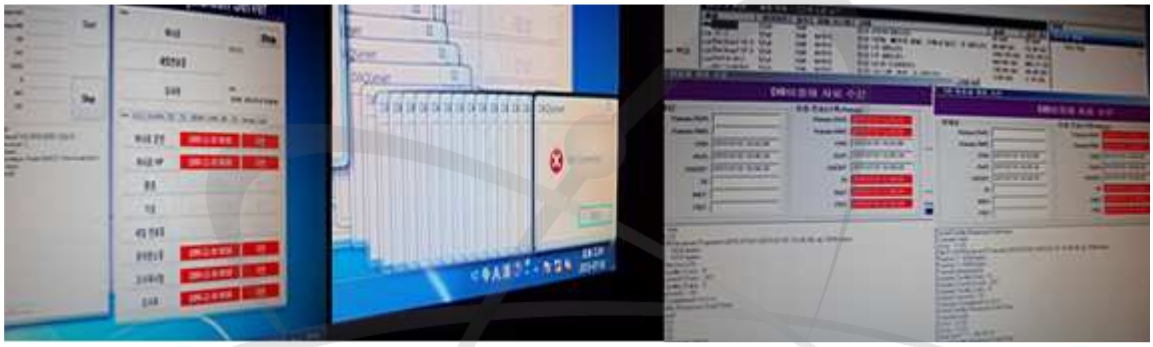


그림 4-10. 방사선비상관리시스템 서버 오류발생 화면

- 비상대응설비 월간점검 실시(12건) : 상황실 PC, 본부 디젤발전기, 화상회의설비 등
- 비상대응설비 분기점검 실시(4건) : 경보방송설비, 핫라인, 전화, UPS 등
- 상황실내 방사선/능 측정장비 검교정 조치(2건) : 6개월 주기 교정
- 전신오염감시기 성능시험(2015.8.10.) 등 고정방사선측정기 점검 : 년1회
- 본부상황실 UPS 점검 및 노후 배터리 교체 (18개) : 2015.3.26.

그림 4-11. 본부상황실 UPS/배터리 점검, 배터리 교체

- 본부상황실 비상전원 공급을 위한 비상디젤발전기용 배터리 점검 및 교체
- 정전시 본부상황실용 디젤발전기의 성능점검(2015.6.24.) : 특별점검

- 본부상황실 항온항습기 성능점검(2015.8.25.) : 특별점검
- 본부상황실 개인방사선량계 고장으로 1개 교체구매 : UltraRadiac-Plus Personal Radiation Monitor
- 본부상황실 배터리활용 공기시료채집기 4개 재구입(교체)

방사능재난대응설비 운영 및 점검에 따른 개선현황은 다음과 같다.

- 하나로 EPZ 확대에 따른 본부상황실 양압 환기설비 설치추진 : 상황실이 하나로 EPZ내 위치하게 됨에 따라 거주성확보요건 충족 필요성 대두
  - ▸ 사고시 상황실내 양압유지를 위한 환기설비 설계요건 수립
  - ▸ 양압설비 설치공사 시설팀 의뢰(원자력방재팀-609, 2015.7.21.) : 2015.12말까지 설치공사 완료
- 하나로 EPZ 확대 반영 대형지도 제작(EPZ 그림, 주변도로공사 현황 개정) 및 본부상황실 내 화상회의실 벽에 비치 : 재난대응 의사결정 참고자료
- 비상상황전파시스템 기능개선
  - ▸ 시스템 성능점검 기능추가 : 기존에는 성능 점검시 연구원 전체방송을 실시해야 해서 직원들의 민원해소를 위해 본 기능 추가
  - ▸ 통신법 개정에 따라 서버에서 개인 휴대폰으로 음성/문자 발신이 제한되어 발신번호 변작방지 예외신청 및 단말기 방송에이전트 추가설치 · 적용
- 본부상황실 제염수 집수조에 대한 빗물유입방지턱 설치(2015.3.31.)

그림 4-12. 본부상황실 제염수 집수조 개선

- 비상대응시설(본부상황실 및 현장상황실) 고정식 공간방사선량률 측정기 구입/설치 : 상황실 벽면에 고정 설치하여 거주성을 육안 감시토록 조치
- GPS/GIS 활용 차량탑재/개인휴대 환경방사선감시 장비 및 웹기반 감시결과 디스플레이 소프트웨어 1식 확보 : 본부상황실 비치
- 본부상황실 전산실 서버 케이블 정리작업(2015.7.15.), 상황실 PC 케이블 정리작업(2015.8.7.)
- 본부상황실 통신실 환경개선(2015.6.22.)

- 본부상황실 및 현장상황실 내 공용 USB 비치(2015.9.3.) : 내부망 및 외부망 데이터 전송용
- 본부상황실 방재요원을 위한 탕비실 및 휴게공간 확보
- 본부상황실 대응편의성 고려 내외부망 용 노트북 추가설치

표 4-11. 2015년 본부상황실 PC 보강 현황

분 류		본부상황실	
		전	후
외부망	데스크탑	3	2
	노트북	8	12
내부망	데스크탑	6	4
	노트북	14	19
총대수		31	37

- 국제 화상회의(KAERI-ITER간)시 통신 끊김 현상에 따른 원인파악 및 개선조치
  ▸ 화상회의 설비 버전 차이에 따른 문제로 파악되었으며, KAERI 화상회의설비 설정치를 변경하여 ITER와 지속적 화상회의 실시가능
- 사고시 사고현장 고방사선량률 지역 대응을 위한 고방사선량률 측정기 구입(1식) 및 현장상황실 비치
- 현장상황실내 방재물품 비치용 중량랙 위치 조정 및 랙 추가설치(2015.4.8.)
- 상황실 방호물품(마스크, 장화, 방호복, 구급함, 들것, 안전띠 등) 교체 및 추가비치
- 현장상황실 및 원자력시설 간 무전통신을 위한 중계기 설치, 디지털무전기 2개 확보 : 상황실과 원자력시설 내 모든 위치에서 무전기 통신 가능(기존: 원자력시설내 진입시 통신불가능)

그림 4-13. 하나로동 옥상설치 무전기중계기

- 외부망 연구원 홈페이지 중 방재대책분야 개정
  ▸ 내용 : EPZ 재설정, 시설 및 설비 개선사항, Q&A 최신화 등

2. 2016년 점검, 개선 및 보완사항

방사능재난대응설비의 주기점검 실시 및 유효성유지 현황은 다음과 같다.

- 설비별 월간점검 실시(12건) : 상황실 PC, 본부 디젤발전기, 화상회의설비 등
- 설비별 분기점검 실시(4건) : 경보방송설비, 핫라인, 전화, UPS 등
- 방사선/능 측정장비 검교정 조치(19건) : 6개월 주기 교정
- 본부/현장 상황실내 전신오염감시기 성능시험(2016.6.) 년1회
- 연구원 보유 갑상선방호약품에 대한 유효기간 연장(2년, 2016.10.20.-2018.10.20.) 스티커 부착(제약회사 발부)
  - ▸ 국내 제약업체가 제조하는 갑상선방호약품에 대해 식약처는 기본적으로 3년의 유효기간을 부여하고, 제조일 기준 경과기간별 검사 후 유효기간 연장 허가(최장 유효기간 7년 예상) : 미국은 동일 갑상선방호약품에 대해 10년 유효기간 허가

다음과 같이 방사능재난대응설비 · 장비 개선 및 보강을 실시하였다.

- 하나로 안전변수/시설 RMS 실시간 감시 및 KINS 전송 프로그램(ERPD) 재개발
  - ▸ 설비의 의의 : 원자력사업자는 방사능방재대책법에 따라 원자로 안전변수, 시설 및 환경 방사선 능/감시정보, 기상 관측정보를 실시간 감시하고 KINS AtomCARE 까지 전송하는 설비를 구축, 운영해야 함.
  - ▸ 배경 : 기존 전화망 및 모뎀을 이용한 시스템을 운영하고 있으나 통신망의 불안정, 외부 전산설비 환경 변화 등으로 통신기능의 잦은 중단이 발생하고 지속적인 유지관리에 애로가 발생하여 시스템 재개발 필요성 대두
  - ▸ 재구축 내역 : 전용 회선망 설치, 방화벽 설치, 실시간 감시정보 취득 · 활용 및 KINS AtomCARE 전송 프로그램 개발(2016년 말 완료)

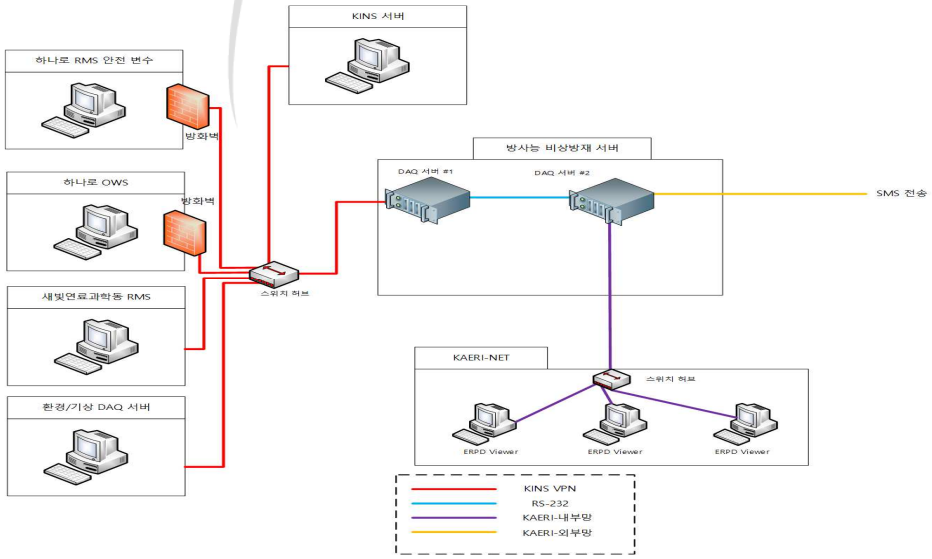


그림 4-14. 실시간 감시정보 취득, 활용 및 KINS 전송 시스템 최종 구축안

- 비상상황전파시스템 기능개선(H/W, S/W)
  - ▸ 기존 상황전파시스템 서버의 노후화 및 성능저하로 인하여 신규 서버로 교체
  - ▸ 집결지 입력 기능추가 : 기존에는 비상상황전파 방송시 정해진 집결지로만 안내방송이 나왔으나 사고상황에 따른 집결지를 변경하여 방송할 수 있도록 기능 개선(2016.10)
- 비상대응정보교환시스템(KAERIX) 재개발 구축
  - ▸ 정보교환시스템의 방재훈련 적용에 따른 개선요구사항 반영, 연구원 PC 사용환경 변화로 기존 비상대응정보교환시스템(KAERIX)의 호환성 문제 해소를 위해 재개발 추진 및 완료(2016.10)
- 본부상황실 환기설비룸 추가에 따른 통신실 개선 및 재배치 공사(2016.1)
- 원장실(방사선비상대책본부장) 화상회의설비 신규설치(2016.2)
- 제어실 화상회의설비 노후화로 교체(2016.2)
- 본부상황실 월 모니터(6개모니터로 구성)에 2개 모니터 추가설치(2016.2)

그림 4-15. 본부상황실 월모니터 보강 전(왼쪽) 및 후(오른쪽)

- 현장/본부상황실 내 방재요원 편의를 위한 스마트폰 충전기 설치, 현장상황실내 유관기관(방재센터/대전시/유성구/KINS)와 전용전화 설치(2016.3)
- 정전시 자동작동하는 본부상황실 디젤발전기에 대해 한전 전원 복구시 자동정지될 수 있도록 자동정지 변환 전원공급장치 설치(2016.8)

그림 4-16. 본부상황실 비상전원 자동정기변환 장치설치 전후

- 본부상황실 열쇠보관함 설치(2016.3)
- 본부상황실 작동불량 PC 4대 교체구입(2016.9)
- 본부상황실 내 제염실 남녀공용에서 남녀 개별 방으로 변경공사(2016.5)

- 방사능방재 물자 추가확보(디지털무전기, 들것, 비닐방호복, 휴대용 스피커 포함 마이크), 비치(2016.10)

2016년에는 대전방재센터의 하절기 특별점검이 있었고, 또한 하나로 EPZ 확대에 따라 추가 설치된 본부상황실 독립환기설비에 대한 특수검사 등이 수행되었다. 따라서 다음과 같은 추가적인 설비 보완 등이 있었다.

- 현장상황실내 UPS 실로 연결된 맨홀에 섬프펌프, 섬프 레벨게이지, 섬프펌프 자동동작 기능 추가설치, 현장상황실 지하 집수조 드레인 라인 설치(2016.7.)
  ▸ 사유 : 집중호우시 섬프범람으로 우수가 현장상황실 유입현상 발생
- 현장상황실 진입 캐노피 우수유입 가능부위 실링 보강(2016.7)
- 본부상황실 양압환기설비(하나로 EPZ 확대(2015.5.)에 따라 추가 발생한 법적의무) 추가 설치(2015~2016)에 따른 방사능방재 특수검사 수검
- 원자력규제기관(KINS)의 본부상황실 양압환기설비에 대한 사전검토의견 반영 시정 조치 수행
  ▸ 상황실 밀폐강화를 위한 진입로 현관문을 이동식 방화문으로 교체, 진입로 옆의 남자화장실 출입문 교체, 상황실 진입문의 실링교체, 화상회의실 외벽 유리창 밀폐 (2016.5.)
  ▸ 본부상황실 환기설비 DUCT에 풍량계(공기유량계) 설치, 제어화면에 풍량 표기, 일정풍량으로 제어할 수 있도록 제어기능 추가(2016.6)
  ▸ 필터시험원 의뢰 필터성능시험 수행 및 합격판정 취득(2016.6)
- 원자력규제기관(KINS) 특수검사 수검(2016.9.19.)
  ▸ KINS 검사원(3명) : 본부상황실 양압환기설비 설치 현황, 사전조치사항 검사
  ▸ 검사결과 적합판정을 원자력안전위원회 한빛지역사무소로부터 접수(한빛원전 지역사무소-1602(2016.10.19.)
  ▸ 단, 창틈 등 실링 미흡부위 보강지적으로 창틈 실링보강 및 원안위 보고 완료(2016.10)

3. 2017년 점검, 개선 및 보완사항

다음과 같이 방사능재난대응설비 주기점검 실시 및 유효성유지를 수행하였다.

- 설비별 월간점검 실시(12건) : 상황실 PC, 본부 디젤발전기, 화상회의설비 등
- 설비별 분기점검 실시(4건) : 경보방송설비, 핫라인, 전화, UPS 등
- 방사선/능 측정장비 검교정 조치(19건) : 6개월 주기 교정
- 본부/현장 상황실내 전신오염감시기 성능시험 : 년1회

다음과 같이 방사능재난대응설비 · 장비 개선 및 보강을 수행하였다.

- 하나로 안전변수/시설 RMS 실시간 감시 및 KINS 전송 프로그램(ERPD) 추가 재개발
  - ▸ 설비의 의의 : 원자력사업자는 방사능방재대책법에 따라 원자로 안전변수, 시설 및 환경 방사선 능/감시정보, 기상 관측정보를 실시간 감시하고 KINS AtomCARE 까지 전송하는 설비를 구축, 운영해야 함.
  - ▸ 배경 : 기존 전화망 및 모뎀을 이용한 시스템을 운영하고 있으나 통신망의 불안정, 외부 전산설비 환경 변화 등으로 통신기능의 잦은 중단이 발생하고 지속적인 유지관리에 애로가 발생하여 시스템 재개발 필요성 대두
  - ▸ 환경자료 취득 프로그램 재개발 및 사이버보안 규정으로 인한 프로그램 재개발 : 환경자료를 취득하는 방법의 변환으로 인해 외부망서버에서 환경자료 송신을 함. 사이버보안 규정에 의거하여 하나로 안전변수/시설 RMS 실시간 감시서버와 환경서버를 분리하여 KINS 전송 프로그램을 재개발하였음 또한 환경자료 송신을 위하여 KINS로 보내는 전용회선을 별도로 구축하였음
  - ▸ 재구축 내역 : 전용 회선망 설치, 사이버보안 규정에 의거 단방향 송신체계 구축, 실시간 감시정보 취득 · 활용 및 KINS AtomCARE 전송 프로그램 개발(2017년 말 완료)
- 방사선비상계획 수행절차서 관리체계 개선(ANSIM 이용)
  - ▸ 방사선비상계획 수행절차서 ANSIM 이용 전산화
  - ▸ ANSIM을 이용한 수행절차서 관리, 절차서 신규발간 및 개정내역, 검토 및 결재 기능 추가, 수행절차서 발간 및 개정 과정 전산화
- 비상상황전파시스템 기능개선(S/W)
  - ▸ 이상사태소집 모드 추가: 기존에는 비상발령, 소집 만 가능했던 상황전파 시스템을 비상발령이 아닌 이상사태에서도 시설대응조에 한하여 선제적으로 소집할 수 있도록 기능추가(2017.03)

그림 4-17. 상황전파시스템 이상사태 소집모드 추가화면

  - ▸ 보호조치방송 모드 기능추가: 기존에는 비상발령 상황전파와 연동하여서 만 가능했던 보호조치 방송기능을, 독립적으로 보호조치 방송만 실시할 수 있도록 기능 개선(2017.03)

▸ 보호조치방송 개선: 기존의 보호조치 방송은 연구원 시설의 위협 특성을 잘 반영하고 있지 않아 사고시설 별로 기본 집결지를 지정하였으며, 이외의 보호조치에 대해서 하나로 통제구역, 하나로 반경 300m구역, 부지전체로 구역을 나누어 소개방송을 하도록 개선(2017.03)

- 비상대응정보교환시스템(KAERIX) 개선

▸ 2016년 10월 개발된 비상대응정보교환시스템(KAERIX) 오류 및 사용자개선요구사항 조치 (10건)

▸ 비상대응정보 상황판 디스플레이 개선, 사건등록 이용자 편의성 개선 등

- 현장상황실 고휘도 대형 스크린 설치 (2017.01)

그림 4-18. 현장상황실 고휘도 스크린 설치 전(왼쪽) 및 후(오른쪽)

- 본부상황실 알파/베타 카운터 설치(2017.01)
- 현장상황실 시설 모니터링 CCTV화면 연결 (2017.02)
- 현장상황실 UPS 배터리 교체(2017.03)
- 본부/현장 상황실 리모컨 보관함 설치(2017.04)
- 본부/현장 상황실 펜 꽂이 및 파일 보관함 설치(2017.04)
- 본부/현장 상황실 TLD/EPD 보관함 설치(2017.05)
- 현장 상황실 UPS실 기기 열로 인한 화재 예방을 위한 에어컨 설치(17.08)
- 본부 상황실 비상 물품 장구함 정리(2017.08)
- 본부/현장 상황실 공학 계산기 비치(2017.08)
- 현장상황실 뉴스 모니터링용 위성TV설치(2017.08)
- 현장 상황실 비상물품 장구함 추가 설치(2017.08)
- 무전기 추가 구입(2017.04) 및 무선 중계기 배터리 교체/점검(2017.08)
- 본부 상황실 개인 전자 선량계 5 EA 추가 구입 (2017.09)
- 상황실 들것/필터/마스크/방수포/가운/방호복 KIT 추가 구입(2017.09)
- 본부/현장 TLD 교체(2017.09)
- 가연성 폐기물처리시설 화상회의시스템 설치(2017.10)

제4절 방재대책 대외업무

원자력방재과제는 지난 단계기간 중에 원자력규제기관에 의한 정기검사 2회, 특수검사 1회를 수검하였으며, 개선요구사항(절차 제정/개정, 설비보강 등)에 대해 조치하였다. 조치사항들은 상기한 절차개선, 설비개선 등에 포함되어 있다.

또한 다음과 같은 원내외 방사능방재대책 업무 교류 및 협력활동을 수행하였다.

- 방사능방재대책 월간실적 및 계획 원안위(대전방사능방재센터) 제출(매월)
- 원안위 협력요구 사항 지원 : EPZ 확장관련 Q&A 작성, 원안위 주관 워크숍/회의 참석, 국가/지역의 방사능재난대응매뉴얼 개정 검토, 법률 개정(안)에 대한 검토의견 제출 등
- 전문기관(KINS/의학원/KINAC) 방재관련 업무 협력/지원 : KINS 기술기준위원회 참여, KINS 분야별집중훈련(환경감시훈련) 지원, KINAC 핵감식/물리적방호개선 지원, 의학원 방사선비상진료 추진 협력 등
- 대전시, 유성구, 한수원(주), 방사선진흥협회, 소방서 등 방재대책 협력/지원
- 원내방재관련 협력 : 하나로안전성능지표(방재) 평가, 대테러대응업무 협력, 기장연구로 비상계획 수립 지원, 안전한국훈련/을지연습 지원, 국제화상회의 지원 등

제5절 기타성과

다음은 지난 단계(2015-2017) 동안 원자력방재과제를 운영하면서 발생한 계량적성과를 기술하였다.

(1) 논문게재 실적

구분	논문게재(편)			SCI IF값		특 허(건)							기술료	
	국내 (SCI)	국외 (SCI)	계 (SCI)	합계	평균	국내			국외			계	수입액 (건수)	계약액 (건수)
						출원	등록	소계	출원	등록	소계			
'16 실적	1 ( )	( )	1 ( )											

(2) 협력 현황

기간	협력 파트너	수행형태	협력 내용(목표)	수행 결과
2015 -2016	한국원자력 안전기술원 (KINS)	위탁연구	운영개입준위 기반 국가 환경방사선감시체계 개선 방안 도출	○ 원자력발전소 중대사고 거동특성 및 환경감시 요소 분석 ○ 국제기구/미국/일본의 보호조치 기준 및 운영개입준위 기반 환경감시체계 조사, 분석

(3) 연구논문 발표실적

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가명
1	방사선비상대책을 위한 우라늄 포함 화재, 폭발시 ARF, RF 고찰	대한방사선방어학회 춘계학술발표회	이관엽	2015/04/25	한국
2	원자력시설 인근주민 소개시간산정 사례분석	대한방사선방어학회 춘계학술발표회	김봉석	2015/04/25	한국
3	원(연) 조사후시험시설 사고시 굴뚝 방출농도에 대한 EAL 한계 분석	한국방사성폐기물학회 춘계학술발표회	이관엽	2015/06/02	한국
4	방사선비상대책을 위한 태풍시 연구용원자로 '하나로'의 공기누설특성 분석	ISORD-8(the 8th International Symposium on Radiation Safety and Detection Technology)	이관엽	2015/07/16	한국
5	원(연) 방사선비상대책 본부상황실 거주성 확보를 위한 양압설비요건 설정	한국방사성폐기물학회 추계학술발표회	이관엽	2015/10/16	한국
6	방사선 비상시 갑상선 방호약품 배포기준 검토	한국방사성폐기물학회 2015 추계학술발표회	김봉석	2015/10/16	한국
7	Development of Evacuation Time Estimates on Research Reactor 'HANARO'	RRFM/IGORR European Research Reactor Conference 2016	김봉석	2016/03/15	독일
8	ACCIDENT SCENARIO DEVELOPMENT OF THE NUCLEAR RESEARCH REACTOR 'HANARO' FOR A FULL-SCALE NUCLEAR EMERGENCY EXERCISE	RRFM/IGORR European Research Reactor Conference 2016	이관엽	2016/03/15	독일
9	방사선비상시 의사결정지원을 위한 환경감시 개선방향	2016 원자력안전규제정보회의	이관엽	2016/05/24	한국
10	원자력연구원 비상상황전파시스템 구축 및 이용	한국방사성폐기물학회 2016 춘계학술발표회	김봉석	2016/05/30	한국
11	연구용원자로 비상대응시설 요건 개선제안	한국방사성폐기물학회 2016 춘계학술발표회	이관엽	2016/05/30	한국
12	원자력연구원 비상상황정보공유시스템 구축 및 이용	한국방사성폐기물학회 2016 추계학술발표회	김봉석	2016/10/18	한국
13	방사선비상시 음식물섭취 대응방안 고찰	한국방사성폐기물학회 2016 추계학술발표회	이해초	2016/10/18	한국
14	A consideration of operation intervention level during	24th WIN annual global conference	이해초	2016/11/22	아랍에미레이

No.	제 목	회의명	발표자	발표일자	국가명
	uranium accidents				트
15	하나로 최대가상사고시 원자로실 방사성물질 제거전략 연구	대한방사선방어학회 2016 추계학술발표회	이관엽	2016/12/1	한국
16	원자력연구시설 사고특성 검토 및 방사선비상대책 적용 접근	대한방사선방어학회 2017년 춘계학술발표회 (워크샵 2)	이관엽	2017/04/12	한국
17	사고중 동위원소생산시설 핫셀의 누설특성 산출	한국방사성폐기물학회 2017 춘계학술발표회	이관엽	2017/05/25	한국
18	Analysis of Accident Characteristics of Nuclear Research Facilities at KAERI for Emergency Planning	World Congress on Radiology and Oncology	이관엽	2017/10/19	미국

(4) 간행물 발간실적

No.	제 목	저자명 (연구책임자)	발행일	주요 배포처 및 발간부수	구분(해당란에 “○”표)		
					연구 보고서	전문 서적	기타 (TR)
1	하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 확대 재설정	이관엽	2015/05/19	원내 10			○
2	방사선비상대책을 위한 하나로핵연료가공시설 화재사고시 영향분석	이관엽	2015/06/24	원내 10			○
3	운영개입준위 기반 사고단계별 방사선감시 방법론 연구	이관엽	2016/02/01	KINS, 원내 70부	○		
4	하나로 EPZ 확대에 따른 주민소개 시간 산정 및 활용	김봉석	2016/05/03	원내 20부	○		
5	조사후시험시설 방사선비상대책 최적화를 위한 사고해석	이관엽	2016/05/18	원내 20부			○
6	하나로부대시설(동위원소생산시설) 방사선 위해도평가 근거 최적 방사선비상대책 연구	이관엽	2017/03/29	원내 20부			○

제5장

화학폐수처리시설 운영성과

제1절 화학폐수 적정처리
제2절 폐기물 적정처리
제3절 주변환경오염감시

KAERI

KAERI

제5장 화학폐수처리시설 운영성과

제1절 화학폐수 적정처리

1. 화학폐수처리시설의 개요

가. 시설구성

화학폐수처리시설은 물리/화학적인 처리공정으로 구성되었다. 화학적처리공정은 폐수 중에 포함된 중금속 성분들을 응집시키기 위한 화학약품 투입공정과 반응조로 되어 있으며, 물리적 공정은 폐수의 응집, 침전 후 상등수에 함유되어 있는 일부 고형성분을 제거하기 위한 모래여과조, 이온성 잔류 무기 및 유기물제거를 위한 활성탄 흡착조 그리고 킬레이트수지조 등으로 구성되어 있다. 또한 폐수처리 중 필수적으로 생성되는 슬러지를 처리하기 위한 슬러지 농축조와 탈수기가 갖추어져 있다.

나. 단위시설 특성

(1) 집수조

각 실험실에서 발생되어 집수조로 유입된 폐수를 폭기시켜 농도를 균일화 시키고 이후 후속 처리공정인 화학약품 반응조로 일정량의 폐수를 공급한다.

(2) 반응조

그림 5-1. 반응조, 급속응집조 및 완속반응조 전경

집수조로부터 유입된 폐수는 pH조정기를 이용하여 pH9.5 ~ 10.5의 범위내로 조절되도록 가성소다 및 황산을 투입하며 급속히 교반한다.

(3) 급속 응집조

반응조에서 유입된 폐수에 중금속처리제 및 무기응집제를 투입하여 Seed Floc이 될 수 있도록 반응시킨다.

(4) 완속 응집조

급속응집조에서 유입된 폐수의 미세플럭들은 침전이 용이하지 못하므로 침강성이 큰 입자를 형성하도록 음이온성 응집보조제를 투입한다.

(5) 침전조

그림 5-2. 침전조

완속응집조에서 조대화된 플럭을 중력에 의하여 자연 침강시켜 고형물과 물을 분리하는 고액분리 기능을 한다.

(6) 처리수조

침전조에서 나온 상등수를 일시적으로 저장하며 여과이송펌프를 이용하여 상등수를 모래여과기로 이송한다.

(7) 모래여과조

그림 5-3. 모래여과조, 활성탄여과조 및 이온교환수지여과조

압력여과기로서 응집 침전처리를 거친 폐수중의 부유물질을 제거하는 장치이다.

(8) 활성탄여과조

내부에 활성탄을 충진시킨 것으로 처리설비중에서 주요기능은 2차여과 및 용해성 유기물질(COD)을 제거하는 역할을 한다.

(9) 최종중화 방류조

그림 5-4. 최종중화 방류조

여과 처리된 처리수가 최종적으로 집수되는 곳이며 방류수수질기준을 최종적으로 맞추기 위하여 황산 또는 가성소다를 투입하여 pH를 적절하게 조정한다.

(10) 농축조

그림 5-5. 농축조

침전조의 하부로부터 이송된 슬러지는 농축조에서 중력에 의해 농축시킨다.

(11) 탈수시설

그림 5-6. 탈수장치

농축슬러지 이송펌프에 의해 이송된 슬러지는 슬러지 저장탱크로 유입되고 탈수효율을 증대시키기 위해 탈수조제약품을 주입하여 탈수기에서 탈수되어 최종생성물인 Cake화 된다.

다. 폐수처리공정

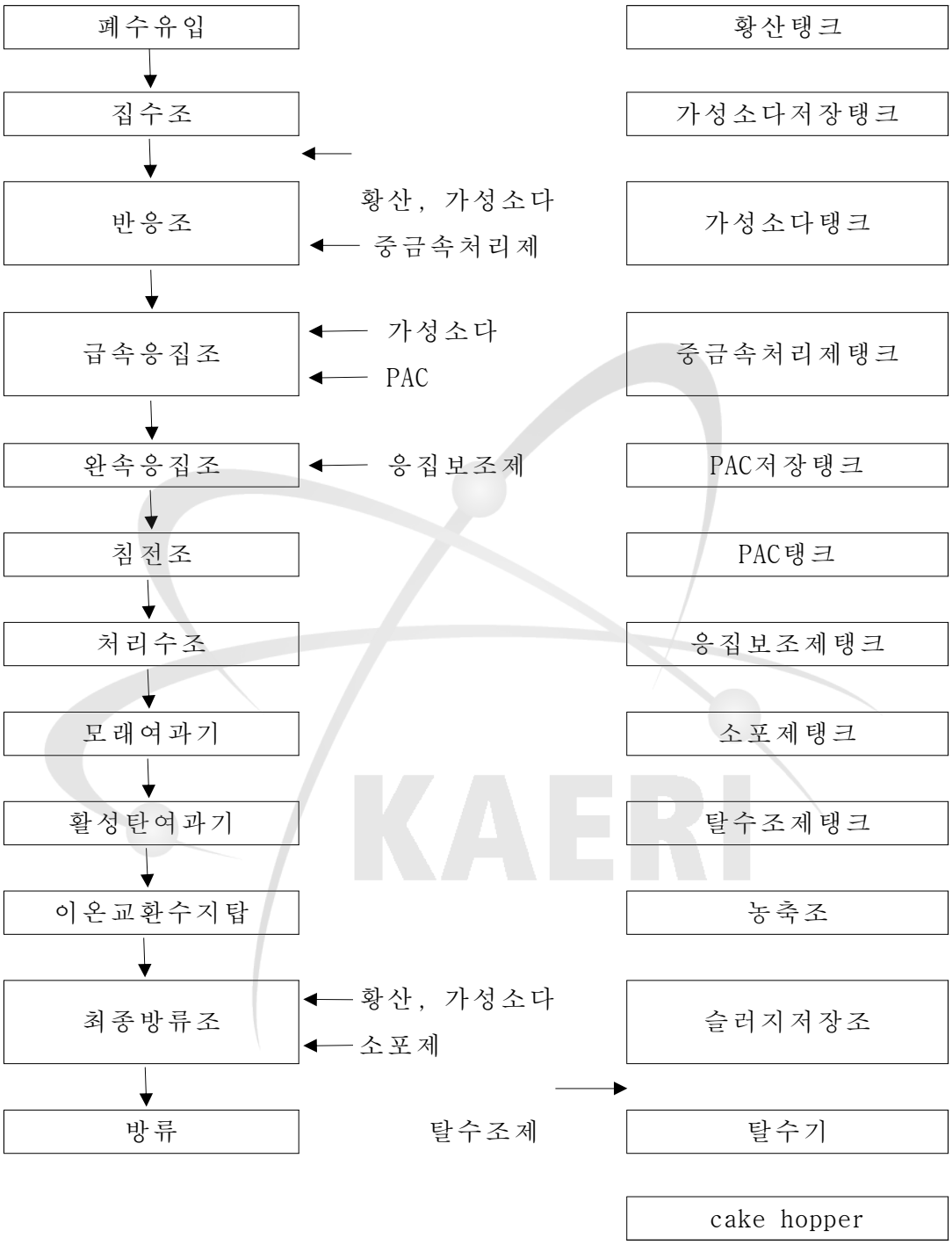


그림 5-7. 폐수처리 공정

2. 폐수의 특성

가. 폐수의 수질분석

폐수처리전 / 후의 수질은 두가지 측면에서 분석되었다. 분석은 연구원 외부의 수질분석 전문업체에서 분석하였으며 시료채취는 일반환경관점에서 정기적으로 (년6회) 이루어졌다. 시료채취방법은 일시채취로써 폐수처리시설의 가동시간 중에 채취하고 바로 분석실로 옮겨진 뒤 공해공정시험법에 따라 분석하였다. 분석항목은 환경보전법 중 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에서 규정하고 있는 항목을 따랐다.

다음은 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 규정하고 있는 수질분석항목에 따른 분석표이며 본 분석치는 3년간 (2015년~2017년)의 평균시험성적표이다.

KAERI

표 5-1. 폐수처리 전/후의 평균수질결과(2015년~2017년)

(단위 : mg/l)

측 정 항 목	처 리 전	처 리 후
pH	8.1	6.9
COD	60.9	5.6
BOD	-	-
SS	83.0	4.1
N-Hexane(광유류)	3.2	0.2
N-Hexane(동식물류)	6.7	0.1
Phenol	0.200	0.086
CN	불검출	불검출
Cr	0.142	0.024
Zn	0.193	0.020
Cu	0.062	0.001
Cd	불검출	불검출
Hg	불검출	불검출
As	0.020	불검출
Pb	0.031	0.005
Cr^{+6}	불검출	불검출
Mn	0.175	0.017
F	0.077	불검출
Fe	5.681	0.23
PCB	불검출	불검출
유기인	불검출	불검출
T-N	5.845	1.345
T-P	0.189	0.040

KAERI

나. 폐수의 특성

원자력연구원에서 발생하는 화학폐수의 특성은 크게 유기성 폐수와 무기성 폐수로 나누어 구분될 수 있다. 유기성 폐수는 다음과 같다.

표 5-2. 폐유기용제에 함유된 할로겐족 화합물질

1. 디클로로메탄(Dichloromethane)
2. 트리클로로메탄(Trichloromethane)
3. 테트라클로로메탄(Tetrachloromethane)
4. 디클로로디플루오로메탄(Dichlorodifluoromethane)
5. 트리클로로플루오로메탄(Trichlorofluoromethane
6. 디클로로에탄(Dichloroethane)
7. 트리클로로에탄(Trichloroethane)
8. 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene)
9. 테트라클로로에틸렌(Tetrachloroethylene)
10. 클로로벤젠(Chlorobenzene)
11. 디클로로벤젠(Dichlorobenzene)
12. 모노클로로페놀(Monochlorophenol)
13. 디클로로페놀(Dichlorophenol)
14. 트리클로로페놀(Trichlorophenol)
15. 트리클로로트리플루오로에탄(Trichlorotrifluoroethane)

표 5-3. 폐기유기용제에 함유된 비할로겐족 화합물질

1. 글리세롤트리아세테이트(Glyceroltriacetate)
2. 노말부틸알콜(n-Butylalcohol)
3. 노말헥산(n-Hexane)
4. 니트로벤젠(Nitrobenzene)
5. 데카하이드로나프탈렌(Decahydronaphthalene)
6. 디메틸설파이드(Dimethylsulfide)
7. 디메틸포름아미드(Dimethylformamide)
8. 디아세틴(Diacetin)
9. 디에틸렌글리콜(Diethyleneglycol)
10. 디에틸설폭사이드(Diethylsulfoxide)
11. 디에틸렌에테르(Diethyleneether)
12. 디옥산(Dioxan)
13. 메탄올(Methanol)
14. 메틸아세테이트(Methylacetate)
15. 메틸에틸케톤(Methylethylketone)
16. 메틸이소부틸케톤(Methylisobutylketone)
17. 메틸페놀(Methylphenol)
18. 벤젠(Benzene)
19. 부틸아세테이트 (Butylacetate)
20. 사이클로헥사논(Cyclohexanone)
21. 사이클로헥산(Cyclohexane)
22. 아세톤(Acetone)
23. 에탄올(Ethanol)
24. 에틸렌글리콜(Ethyleneglycol)
25. 에틸글리콜(Ethylglycol)
26. 에틸벤젠(Ethylbenzene)
27. 에틸아세테이트(Ethylacetate)
28. 에틸에테르(Ethylether)
29. 에틸페놀(Ethylphenol)
30. 부탄올(Buthanol)
31. 프로판올(Propanol)
32. 케로젠(Kerosene)
33. 크레졸(Cresol)
34. 크실렌(Xylene)
35. 터펜틴(Terpentin)
36. 테트라하이드로나프탈렌(Tetrahydronaphthalene)
37. 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran)
38. 톨루엔(Toluene)
39. 트리에틸렌글리콜(Triethyleneglycol)
40. 페놀(Phenol)
41. 포름알데히드(Formaldehyde)
42. 프로필렌글리콜(Propyleneglycol)
43. 피리딘(Pyridin)

표 5-2, 표5-3에서 제시된 바와 같은 물질을 함유한 폐수가 유기성 폐수이며 이들은 별도로 수거되어 외부로 위탁처리된다. 반면 무기성 폐수는 무기산과 알칼리 그리고 중금속이온을 포함한 폐수를 말하는 것으로 현재 유입되는 폐수가 이런 성분을 가지고 있다. 이러한 유입폐수의 pH는 2.6~12.8의 범위로 매우 큰 변화폭을 보여주고 있으며 중금속이온의 농도 또한 시료채취날짜에 따라 크게 달랐다. 중금속이온의 농도는 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률의 방류수허용기준치에 준하여 배출하여야 한다. 이는 다음과 같다.

표 5-4. 배출허용기준 (수질 및 수생태계보전에 관한 법률)

항 목	기 준
pH	5.8 -8.6
COD	130
BOD	120
SS	120
N-Hexane(광유류)	5
N-Hexane(동식물류)	30.0
phenol	3
CN	1
Cr	2
Zn	5
Cu	3
Cd	0.1
Hg	0.005
Fe	10
As	0.5
Pb	1
Cr^{+6}	0.5
Mn	10
F	15
PCB	0.3
유기인	1.0
T-N	60.0
T-P	8.0

KAERI

대부분의 중금속이온은 허용기준치 이하로 유입되고 있으나 이들을 그대로 방류할 경우 일부 높은 농도의 중금속이온과 간헐적으로 유입되는 기계실 보일러 세관수 그리고 순수제조실에서 발생하는 세정수가 매우 높은 오염도를 가진 폐수이기 때문에 처리 과정을 반드시 거쳐야 할 필요가 있다. 뿐만 아니라 매년 강화되는 환경법에 대응하기 위해서라도 적법한 처리시설의 운영의 필요성은 더욱 강조되고 있다.

3. 방류수 수질 및 처리현황

가. 방류수 수질

화학폐수처리시설을 거쳐 처리된 후 방류되는 처리수의 수질은 유입수의 수질특성과 아주 밀접한 관계가 있다. 폐수처리장으로 유입되는 폐수의 경우 발생원 자체가 실험실이고 실험실에서는 다양한 화학약품을 사용하고 있으며 사용약품의 종류는 연구과제의 성격에 따라 크게 변화된다. 따라서 유입폐수의 수질은 유입시간대에 따라 수시로 변화되므로 적정처리 조건 역시 수시로 바뀌어야 하는 어려움을 항상 내포하고 있다. 처리 후 방류수 중의 유/무기물농도는 표 5-4 배출허용기준과 비교해 볼 때 아주 낮은 농도로 처리되고 있음을 알 수 있다. 중금속이온의 경우 또한 배출허용기준 보다 1/5~1/10을 밑도는 수준으로 처리되고 있어 무기물 측면에서의 처리수질 역시 매우 양호하게 처리된 후 방류되고 있음을 알 수 있다.

나. 폐수처리 현황

화학폐수처리시설 운영기간 (2015/01/01~2017/12/31) 동안 일일 평균 폐수처리량은 (21일/월 기준) 77㎥ 이었으며, 2015년 25,240㎥, 2016년 18,480㎥, 2017년 14,130㎥을 처리하였다. 계절별 또는 시간별 유입량이 약간의 차이를 나타낸다.

제2절 폐기물의 적정처리

1. 폐기물 처리 개요

우리 연구원은 특성상 여러 가지 폐기물이 적은 양으로 또 불특정 한 주기로 발생하고 있다. 폐기물에 따라서는 적은 양이라도 사고 시 환경오염 유발하고 지역 주민의 민원을 야기시키는 등 그 피해가 적지 않다. 일부 폐기물들을 장기간 방치하여 유해물질누출의 위험과 안전사고의 위험까지 있다. 이에 적법한 폐기물처리를 통하여 환경사고를 미연에 방지하고 폐기

물관리법에 준한 적법한 처리를 수행하고 있다.

가. 폐기물의 종류 및 처리방법

폐기물은 발생원, 구성성분 및 유해성에 따라 분류하게 된다. 우리연구원에서 발생하는 모든 폐기물은 폐기물관리법 제2조 3항에 의거 사업장폐기물로 분류되고 다시 지정폐기물과 일반폐기물로 세분류 되는데 지정폐기물이라 함은 실험실에서 발생하는 폐기물을 말하며 일반폐기물이라 함은 사업장폐기물중 지정폐기물을 제외한 폐기물이라 정의 할 수 있다. 단. 폐기물관리법 제3조(적용범위) 1항 에 따라 『원자력안전법』에 따른 방사성 물질과 이로 인하여 오염된 물질은 제외하고 있어 방사선폐기물과 완전히 분리하여 관리되고 있다.

다음 표는 폐기물의 종류와 우리연구원에서 처리하는 방법을 표시했다.

표 5-5. 폐기물의 종류와 처리방법

구 분	폐기물의 종류	처리방법
지정 폐기물	폐 유 : 윤활유, 변압기유, 펌프오일, 기계유 등 폐유기용제 : alcohol, ketone, halogen용제 등 폐 시약 및 용기 : 불용 시약 및 빈 용기류 기타 상기폐기물이 묻은 용기 등	1. 처리의뢰서 작성 (전자결재) 2. 폐기물 운반 (폐수처리시설: 건물 번호 11) 3. 담당자 확인 4. 처리종료
일반 폐기물	폐 흡착제 및 폐 흡수제, 폐 합성 고분자 화합물 폐 촉매, 폐사, 폐 콘크리트, 공정중 발생된 슬럿지 등	
일반 생활계 폐기물 (재활용폐기물포함)	폐 형광등 : 깨지지 않게 종이 커버 씌워 배출 공병 및 PET병 : 내부에 기존 내용물 없게 깨끗이 세척 후 배출 (시약 용기 제외) 폐지 : 젖지 않게 가능한 별도 배출 캔 : 내용물이 없는 상태로 배출	청소 용역업체에서 수거후 처리

나. 폐기물 처리 현황 및 실적

우리연구원은 매년 폐기물처리실적에 대한 보고와 기타 폐기물 관리에 대한 모든 사항에 관하여 관할관청의 감독을 받고 있으며 매년 변경사항에 대한 내용도 허가를 득해야 한다. 또한 폐기물처리에 대한 모든 사항은 폐기물의 배출에서부터 운반, 최종처리까지 전 과정을 실시간으로 투명하게 관리하는 “Allbaro” 시스템을 통하여 종합 관리되고 있다. 이 시스템은 환경부 주관으로 폐기물의 발생억제, 재활용, 적정처리를 통한 폐기물의 전 생애적 관리를 하나로 통합한 IT기반 폐기물 종합관리 시스템이다. 우리연구원은 이 관리시스템을 이용하여 적정하고 적법하게 처리하고 있다.

3년간 (2015년~2017년)의 폐기물처리현황은 다음 표와 같다.

표 5-6. 3년간 (2015년~2017년) 폐기물 처리량

단위 : kg

구 분		2015년 처리량	2016년 처리량	2017년 처리량	비고
폐기물 종류	일반폐기물	215,950	205,240	197,510	
	지정폐기물	14,170	11,120	11,810	
총 량		229,880	216,360	209,320	

제3절 주변 환경오염감시

우리연구원은 매우 넓은 부지에 위치하고 있어 특정 배출시설에서 발생하는 오염원 이외에 불특정화 된 비점오염원의 누출로 인한 환경사고가 종종 있어왔다.

예를 들어 도색작업과 시설물 보수공사로 발생하는 페인트와 각종 오일류와 실험실에서 발생된 유해물질들이 우수관으로 유입되어 하천으로 방류되는 오염사고로 인하여 주변주민들과 지역사회에 우리연구원의 이미지에 부정적 영향을 주고 있다.

이는 방사선환경 뿐만 아니라 일반환경관리에도 적극적인 관심을 가져야하는 이유이기도 하다. 때문에 이러한 문제를 사전에 방지하고 오염사고 시 신속한 대응을 위하여 일반 환경관리에 관심을 가지고 주기적인 현장점검과 비점오염원의 관리를 수행하고 있으며 원내에서 진행하고 있는 공사에 관련된 지원부서 그리고 실험실을 운영하는 연구부서와 긴밀하게 협조하여 사전에 오염물의 누출을 방지하고 있다.

제6장

참고문헌

KAERI

KAERI

제6장 참고문헌

[2-1]강문자외, '원자력시설주변 환경방사선 평가', KAERI/RR-3867/2014, 한국원자력연구원, 2015

[2-2]강문자외, '원자력시설주변 환경방사선 평가', KAERI/RR-4040/2015, 한국원자력연구원, 2016

[2-3]정근호외, '원자력시설주변 환경방사선 평가', KAERI/RR-4204/2016, 한국원자력연구원, 2017

[2-4]김현철외, 'A rapid and efficient automated method for the sequential separation of plutonium and radiostrontium in seawter'. J Radioanal Nucl Chem, 304, 321-327, 2015

[3-1]이성호외, '원자력·방사선 환경방호 : 원자력통제관리', KAERI/MR-605/2017, 한국원자력연구원, 2017

[3-2]이성호외, '원자력·방사선 환경방호 : 원자력통제관리', KAERI/MR-585/2015, 한국원자력연구원, 2016

[3-3]이성호외, '원자력·방사선 환경방호 : 원자력통제관리', KAERI/MR-558/2013, 한국원자력연구원, 2014

[4-1]이관엽외, '하나로 방사선비상계획구역(EPZ) 확대 재설정', KAERI/TR-5961/2015, 한국원자력연구원, 2015

[4-2]이관엽외, '방사선비상대책을 위한 하나로핵연료가공시설 화재사고시 영향분석', KAERI/TR-5976/2015, 한국원자력연구원, 2015

[4-3]이관엽외, '조사후시험시설 방사선비상대책 최적화를 위한 사고해석', KAERI/TR-6394/2016, 한국원자력연구원, 2016

[4-4]이관엽외, '하나로부대시설(동위원소생산시설) 방사선 위해도평가 근거 최적 방사선비상대책 연구', KAERI/TR-6823/2017, 한국원자력연구원, 2017

KAERI

KAERI

서지정보양식

KAERI보고서번호	KAREI/RR-4317/2017			보고서 종류	연구보고서	
제 목 / 부 제	원자력 재난 환경 방호사업					
연구책임자 및 부 서 명	강문자, 이완로(변경) / 방재환경부					
연구자 및 부서명	정근호, 이성호, 이관엽 / 방재환경부 정연수 / 시설팀					
출 판 지	대전	발 행 일	2018.1.31	총 페이지	112p.	
공 개 여 부	공개(○), 비공개( )			참고사항	표(17)개, 그림(48)개, 참고문헌(11)개	
비 밀 여 부	대외비( ), __ 급 비밀					
INIS 공개여부	공개(○), 비공개( )					

초록 (15-20줄 내외)

원자력시설주변 방사선환경조사 및 평가를 위해 환경방사능분석 1359건 및 10개 지점에서 환경방사선 실시간 측정을 수행하였다. 년 4회 주민선량평가를 수행하였으며 상·하반기 환경감시결과보고서를 제출하였다. IAEA ALMERA 협의체 활동 및 국내·외 교차분석에 참여하였다. 환경방사능 감시 기술 고도화 및 품질 개선을 위해 대용량 물 시료 자동축차분리기술 적용 및 실험실 내 방사성물질 관리 자동화시스템을 개발하였다.

안전조치 활동으로 IAEA 확대신고서 제출, 원자력시설에 대한 설계정보서 및 핵물질계량관리보고서 제출, SLA 사전보고 등을 IAEA에 적시에 제공하였으며, 양국간 원자력협정에 따라 매년 한미, 한카, 한호, 한일 등에 연례보고서를 제출하였다. 또한 IAEA 및 국가가 연구원 원자력시설에 대하여 수행한 정기 및 비정기적 사찰/검사에 대하여 차질 없이 수검하였다.

방사선비상계획구역 기초지역 확장에 따른 하나로 방사선비상계획구역을 하나로 반경 1.5km 기준으로 재설정하였다. 방사선비상계획 적용에 따른 개선요구사항 및 여건변화에 따라 2회의 변경승인과 2회의 경미한 사항 변경신고를 하였고, 방사능방재훈련 시나리오 개발 및 총 27회의 방사능방재훈련 실시하였다.

일반 환경업무를 총체적으로 관리함으로써 법적의무사항 이행 및 연구활동의 안정적 지원과 원자력연구단지 주변의 청정화 등으로 환경보전 뿐만 아니라 원자력에너지의 긍정적 이미지 홍보에 일조하였다.

주제명키워드 (10단어내외)	방사선/능 환경감시, 원자력통제, 원자력방재, 화학폐수관리, 방사선, 방사능, 핵물질, 폐수

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

KAERI Report No.	KAREI/RR-4317/2017		Report Type	Research Report	
Title / Subtitle	Nuclear Emergency and Environmental Protection Project				
Project Manager and Department	Mun-Ja Kang, Wanno Lee / Nuclear Emergency and Environmental Protection Division				
Researcher and Department	Kun Ho Chung, Sung-Ho Lee, Goanyup Lee / Nuclear Emergency and Environmental Protection Division Yeon-Soo Jeong / Facilities Management Team				
Publication Place	Daejeon	Date of Publication	2018.1.31	Total number of page	112p.
Open	Open(○), Closed ( )		Reference	Tabs. (17) Figs. (48) Refs. (11)	
Classified	Restricted( ), Class Document				
INIS Open	Open(○), Closed ( )				

Abstract (15-20 Lines)

In order to investigate and evaluate the radiation environment around the nuclear facilities, the radioactivity analysis of 1359 samples and environment radiation real-time measurements at 10 sites were performed. The four times per year off-site dose assessment were performed and the first and second half environment radiation monitoring reports were submitted. Also we participated in the IAEA ALMERA activity and domestic and overseas radioactivity analysis.

KAERI safeguards is to implement obligations based on the Agreement and Additional Protocol between ROK and IAEA for the Application of Safeguards, Bilateral Agreements between ROK and USA, Canada, Australia, Japan, and Domestic Nuclear Safety Law. For the IAEA Safeguards, KAERI should submit annual report for extended declaration, DIQs for nuclear facilities, accounting reports on nuclear material and advanced notifications. According to the information, KAERI should be inspected by IAEA and NSSC. Also, KAERI should provide annual reports based on the Bilateral Agreements.

HANARO emergency planning zone(EPZ) was reestablished around the radius 1.5km of HANARO reactor because the EPZ base radius was expanded in the related Act. Emergency plan was updated 4times to reflect the operation experience and request from regulatory body, etc. The training program was developed and applied every year, the exercise scenario was developed and implemented 27 times in 3 years

We will comprehensively manage general environmental affairs, fulfill legal obligations, support stable research activities, and purify the environment around the nuclear research complex. Moreover we contribute to the positive image of nuclear energy as well as environmental preservation.

Subject Keywords (About 10 words)	Environmental Radiation/Radioactivity Monitoring, Nuclear Material Control, Nuclear Emergency Preparedness, Chemical Waste Water Monitoring, Radiation, Radioactivity, Nuclear Material, Waste Water

주 의

1. 이 보고서는 한국원자력연구원에서 시행한 원자력재난환경방호사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 한국원자력연구원에서 시행한 원자력재난환경방호사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 아니 됩니다.