

최 종 보 고 서

KAERI/RR-2428/2003

**이공계 대학생 원자력분야 실험실습
교육과정 개발 및 운영**

**Development and Implementation of
Education Programs on Nuclear Experiment for
University Student of Science and Technology**

한 국 원 자 력 연 구 소

제 출 문

한국원자력연구소장 귀하

본 보고서를 “이공계 대학생 원자력분야 실험실습 교육과정 개발 및 운영”
과제의 최종보고서로 제출합니다.



2004. 2. 28.

연 구 기 관 명 : 한국원자력연구소
원자력연수원

연 구 책 임 자 : 서 경 원

연 구 원 : 주 용 창

김 지 영

요 약 문

I. 제 목

이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 교육과정 개발 및 운영

II. 연구개발의 목적 및 필요성

한국원자력연구소는 연구용 원자로인 하나로 및 하나로 주변시설을 이용하여 이공계 대학생들에게 실험·실습을 함으로써 다양한 원자력분야의 현장 체험은 물론이고 앞으로 장래의 전공분야 선택에 큰 도움이 되고자 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 교육과정을 개발하였다.

본 연구의 목적은 이공계 대학생들을 대상으로 하나로 및 하나로 주변시설을 이용한 전문화된 교육 기회를 제공하고 다양한 커리큘럼을 개발·운영함으로써 국내 연구기반의 활성화와 하나로의 다양하게 활용하는데 목적이 있으며 이를 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.

첫째, 하나로를 이용한 전문연구 교육과정을 다양하게 개발하고 지속적으로 운영함으로써 대학생들에게 하나로 활용 기회를 제공한다.

둘째, 대학생을 대상으로 하는 원자력 분야 학생 실험·실습을 지속적으로 운영함으로써 관련 전문가를 양성하는데 이바지한다.

셋째, 이공계대학생을 대상으로 원자력 분야 학생 실험·실습을 개발 운영함으로써 향후 잠재 이용자를 육성할 뿐만 아니라 그 저변을 확대하는데 목적이 있다.

마지막으로 이상과 같이 개발 운영되는 각 교육과정은 연구용 원자로인 하나로의 이용을 더욱 활성화하여 궁극적으로 원자력 저변인구를 확대하고 올바른 원자력정책 및 기술기반을 확립하는 주요 자원이 될 것이다. 따라서 한국원자력연구소는 명실 공히 원자력분야 실습기관으로서 자리를 굳게 할 것이므로, 일반인의 원자력에 대한 이해도 크게 향상될 것이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

1) 이공계 대학생 원자력분야 실습교육과정

우리 연구소가 보유하고 있는 연구용 원자로인 하나로와 그 주변시설 및 각종 방사선계측 기기 등의 첨단 장비를 활용하여 국내 이공계 대학생들에게 원자력분야 실험·실습 교육과정을 운영하여 원자력 전문인력을 양성하는데 교육의 목표를 두고 있다. 교육과정은 대학별 일정을 고려하여 정하고 교과목 및 교육시간 등은 대학별 2 ~ 5일 과정으로 선택하여 운영하되 대부분은 일정하게 5일간(40 시간)으로 조정하여 정해진 교육과정으로 개발하여 운영하도록 하였으며, 이 교육프로그램에서 개발하여 이용되는 교육과목으로는 방사선 안전교육, 방사선 차폐(보건물리), RI 생산이용, 중성자 방사화분석, 열 중성자속 측정, 중성자빔 이용, 원자로 시뮬레이터(CNS, Compact Nuclear Simulator), 핵연료 연소도 측정, 워크숍 및 평가 등으로 구성하였다.

2) 이공계 대학 대상 원자력분야 실험·실습 수요 방문조사

1999년도부터 실시해온 이공계대학 원자로 실험·실습 수요조사를 시작으로 하여 2002년에는 교육실시 여부에 대한 수요조사를 전국적으로 지속적으로 실시하였다. 1차 대전지역 소재 많은 대학교에서 한국원자력연구소에서의 실험·실습에 대한 실시 및 교과내용에 대한 협의를 시작으로 2차, 3차년도에는 전국적으로 확대하였다. 이 교육과정의 교육기간은 1주일 교육에 각 대학 학과 커리큘럼과 연계되는 교과목 및 대상학교의 요청과목으로 실시하였다. 또한 2001년도 이공계대학 실험·실습 확대 수요조사 계획에 따라 전국 90여 대학교 재료, 금속, 신소재공학, 고분자공학과 등 270여개 학과에 1차 인터넷 수요조사를 실시하고 2차로 우편 수요조사를 실시하여 한국원자력연구소의 다양한 커리큘럼 및 시설을 활용한 실험·실습에 관심을 갖는 학과를 대상으로 하는 교육과정 개발을 목표로 하였다.

2003년도에는 수요조사 이후 전화등 직·간접적으로 추가요청이 있는 대학에 대해서 수요를 방문 조사하였으며, 그 결과 순천대학교, 선문대학교, 청주대학교는 차기년도에 실습이 가능한 것으로 확인되었다.

3) 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 운영

이공계대학생 원자력분야 실험·실습 교육은 기존 원자력관련 학과에 편중된 원자로 실험·실습을 확대함으로써 하나로 시설을 다양하게 활용하고 아울러 관련분야의 예비 이용자들을 양성함으로써 향후 국내 관련 산업 분야에 인력기반을 구축하는 주요한 밑바탕이 될 것이다.

1999년도에 실시한 수요조사를 바탕으로 다양한 교과목 개발과 자료준비, 강사진 개발, 교재개발 등을 포함하는 교육과정을 개발하여 2000년도부터 대전지역 소재 대학교중 처음으로 목원대학교를 대상으로 실시하였으며, 2001년도에는 충남대학교, 대전대학교, 목원대학교를 대상으로 실시하였고, 2002년도에는 대전대학교, 충남대학교, 목원대학교, 한남대학교, 배재대학교, 조선대학교를 대상으로 확대하여 실시하였다. 2003년도에는 본 과제 범위를 이용하여 추가확대하지 못하고 전년도와 대전대학교, 충남대학교, 목원대학교, 한남대학교, 배재대학교, 조선대학교, 수원대학교를 대상으로 실시하였다. 운영된 교과목으로는 환경방사선/능 측정, 감마선 분광학, 중성자방사화 분석, 중성자 라디오 그래피, 원자로 재료, 동위원소 생산이용, 중성자빔이용, 방사화학, CNS(컴퓨터 시뮬레이터 교육), 방사선 차폐, 원자로이용 등의 과목을 각 대학 커리큘럼과 연계하여 실시하였다.

IV. 연구개발결과

1) 전국 이공계 대학 중 추가요청 대학의 수요 방문조사

순천대학교 재료 금속공학과, 선문대학교 전자재료공학과, 청주대학교 물리학과를 방문 조사하여 차기년도에는 참여할 것으로 확인하였다.

2) 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 교육과정 운영

대전대학교 전자재료과학전공 37명, 충남대학교 물리학전공 21명, 목원대학교 광·전자물리전공 14명, 한남대학교 광·전자물리전공 31명, 배재대학교 전산전자물리전공 14명, 조선대학교 신금속소재공학전공 16명, 수원대

학교 물리학전공 6명 등 총 7개 대학 139명 참가하였다.

3) 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습용 교재인 ‘원자로 실험 Ⅱ, Ⅲ’ 2권을 개발하였다. 운영에서 사용된 교재는 이공계 대학생을 위한 ‘원자로 실험 I,Ⅱ,Ⅲ’으로 부록 1,2,3에 교재 개요를 수록하였다.

V. 연구개발결과의 활용계획

본 과제를 통하여 개발 및 운영된 교육과정으로 하나로 이용이 더욱 활성화될 것이며, 각각의 교육과정에 대한 앞으로의 활용계획은 다음과 같다.

이공계 대학생 원자력 분야 실험·실습은 전적으로 이 과제를 통하여 새로 개발된 과정이며, 그 과정운영도 매년 크게 증가하면서 운영되고 있어 전국의 이공계 대학에서 원자력을 이용할 수 있는 전 분야를 대상으로 확대 개발하여 별도의 사업으로 개발하여 운영할 계획이다.

아울러 산·학·연 종사자들을 대상으로 하는 하나로 이용 전문연구 교육과정과 원자력분야 및 이공계대학생을 대상으로 하는 원자로 학생실험·실습을 보완하여 신규 교육과정의 개발 및 운영을 향상시키고 장기적으로는 원자력전문기술인력 양성에 일조하여 국내 관련 산업에 긍정적 기여를 할 것이므로 지속적인 교육운영이 되어야 할 것이다.

S U M M A R Y

I. Project Title

Development and Implementation of Education Programs on Nuclear Experiments for University Students of Science and Technology

II. Project Objective and Importance

KAERI will provide university students of science and technology with experience in the work place and experiments using HANARO and its facilities, and provide a chance for the selection of various major scopes in the future.

Purpose of this research is to offer a specialized education opportunity by using HANARO and its facilities to university students by developing and operating various curriculum for future users. This is purposeful in various practical ways and achieves follow-up research in this area.

First, this practice offers the opportunities to university students by developing various and continuously operating research processes by using HANARO.

Second, reactor experiments of the university students contributes to the training for specialist as the training on operating reactor practises are continuous.

Third, student experiments for the university students of science and technology are purposeful in developing and magnifying the base-users as well as the related specialists of the nuclear power industry hereafter.

Finally, training courses utilizing nuclear reactor facilities activate and expand various fields, and they become important resources for

establishing a nuclear energy policy and technology.

III. Scope and Contents of the Project

This program includes the development and implementation of education and training programs using HANARO (research reactor) and its facilities, in order to offer a special education opportunity and to provide a chance for the selection of various major scope in the future for the university students of science and technology by KAERI. The length of the program is from two days to five days (40 hours) depending on the university. But most of the cases are five days. This program contains basic reactor experiments for university students who have a specialty in nuclear energy, and other engineering and special research educational programs for researchers from universities and the industrial areas. The main curricula consists of radiation safety, radiation shielding, radioisotope production, neutron activation analysis, neutron radiography, compact nuclear simulator and environmental radiation measurements. etc.

IV. Results

1) Investigation on needs of a university

According to the investigation, KAERI will implement an additional 3 universities next year.

- Suncheon University, Sunmoon University, Chongju University.

2) Development and Implementation

The results of the development and implementation of this program are

as follows :

- Daejeon University (major in electronic, materials science) 37 students
- Paichai University (department of applied physics) 14 students
- Hannam University (major of optical & electronic physics) 31 students
- Mokwon University (major of optical & electronic physics) 14 students
- Chungnam University (major of physics) 21 students
- Chosun University (department advanced metallurgy add materials engineering) 16 students
- Suwon University (major of physics) 6 students

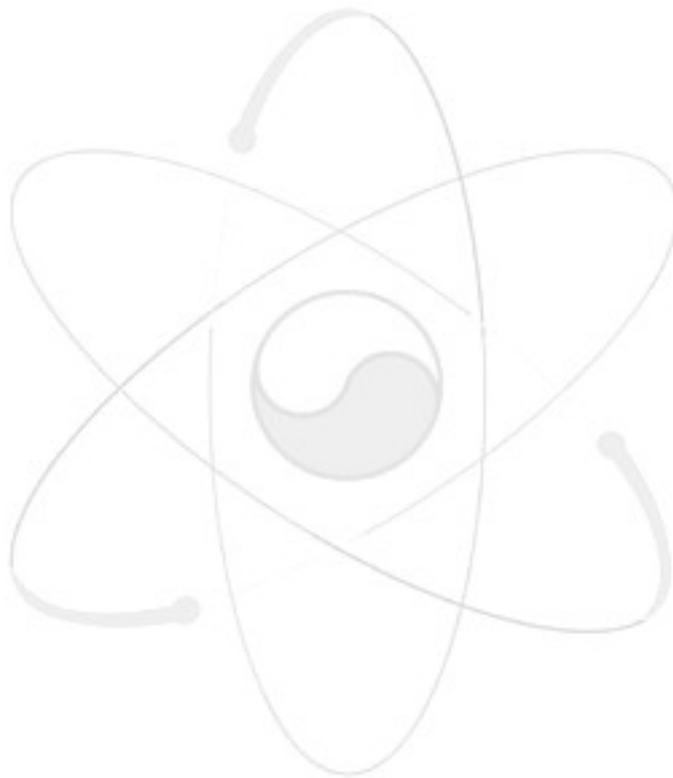
Participants of the program were in total 7 universities and 139 students.

3) Two books as the texts of this program which are 'Reactor Experiment II, III' were developed this year. The texts names for this program are 'Reactor Experiment I, II, III', which is inserted in the summary of the texts as appendix 1, 2, 3.

V.Applicationoftheresults

We will activate the usage of the research reactor(HANARO) through this project. The course development will be aimed at to the university students of science and technology for experiments and training education. And we will try to provide a suitable education opportunity for the user-workers in the other fields, and also, develop and manage special research education courses for users of universities and research institutes and so on. The supplementation develops the training and education for the nuclear energy fields and science/technology university

students. We will enhance the education development regarding a new education courses and its operation. The education program has to be continuously operated for the related fields with experiments and training courses.



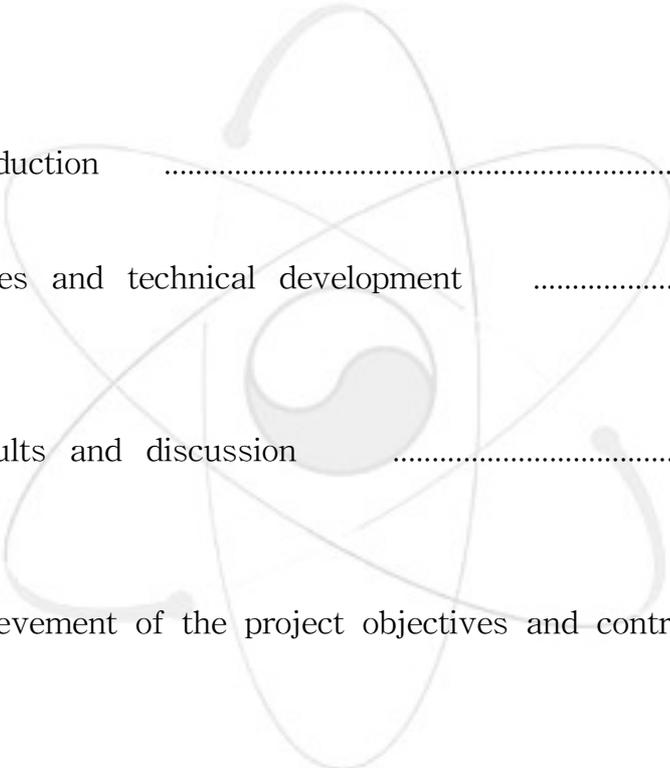
CONTENTS

Summary

Contents

List of Tables

List of Figures



Chapter 1. Introduction	1
Chapter 2. States and technical development	4
Chapter 3. Results and discussion	15
Chapter 4. Achievement of the project objectives and contributions	37
Chapter 5. Application plan of the results	40
References	42
Appendix	45

목 차

요약문	
Summary	
Contents	
목 차	
표 목차	
그림 목차	

제 1 장 서 론	1
제 2 장 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습과정.....	4
제 1 절 교육프로그램 운영	4
1. 2000년도 교육과정	4
2. 2001년도 교육과정	4
3. 2002년도 교육과정	5
4. 2003년도 교육과정	7
제 2 절 2003년 과정개발 내용	9
1. 대상 교과목, 이론 및 실험강사	9
2. 시간표	11
3. 교육대상	14
4. 교재개발	14
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	15
제 1 절 대학별 교육과정 운영	15
1. 배재대학교	15
2. 대전대학교	17
3. 한남대학교	20

4. 목원대학교	23
5. 충남대학교	25
6. 조선대학교	26
7. 수원대학교	28
제 2 절 대학별 교육운영 결과	28
1. 배재대학교	28
2. 대전대학교	29
3. 한남대학교	31
4. 목원대학교	32
5. 충남대학교	34
6. 조선대학교	35
7. 수원대학교	36
제 4 장 연구개발 목표 달성도	37
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	40
참고문헌	42
부 록	45

표 목차

표 1	개발된 원자력분야 실험·실습 교육과정 교과목 및 강사	10
표 2	배재대학교 교육시간표	11
표 3	대전대학교, 한남대학교 교육시간표	12
표 4	목원대학교 교육시간표	12
표 5	충남대학교 교육시간표	13
표 6	조선대학교 교육시간표	13
표 7	수원대학교 교육시간표	14
표 8	2003년도 배재대학교 교육시간표	16
표 9	2003년도 배재대학교 실험·실습 일정표	16
표 10	2003년도 대전대학교 교육시간표	18
표 11	2003년도 대전대학교 실험·실습 일정표	19
표 12	2003년도 한남대학교 교육시간표	21
표 13	2003년도 한남대학교 실험·실습 일정표	22
표 14	2003년도 목원대학교 교육시간표	24
표 15	2003년도 목원대학교 실험·실습 일정표	24
표 16	2003년도 충남대학교 교육시간표 및 실험·실습 일정표	26
표 17	2003년도 조선대학교 교육시간표 및 실험·실습 일정표	27
표 18	2003년도 수원대학교 교육시간표	28
표 19	이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 년도별 교육현황	38
표 20	2003년도 각 대학별 수료결과	39
표 21	2003년 이공계대학 수요조사 결과	41

그림 목차

그림 1	배재대학교 과정참여자	29
그림 2	대전대학교 과정참여자	30
그림 3	대전대학교 실험·실습사진	30
그림 4	한남대학교 과정참여자	31
그림 5	한남대학교 실험·실습 사진	32
그림 6	목원대학교 과정참여자	33
그림 7	목원대학교 실험·실습 사진	33
그림 8	충남대학교 과정참여자	34
그림 9	조선대학교 과정참여자	35
그림 10	이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 년도별 교육현황	38
그림 11	2003년 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 학교별 교육현황	39

제 1 장 서 론

원전의 안전성 확보, 핵연료 국산화, 원자로 관련 기반연구 등 원전기술의 국산화 및 핵심기술의 자립은 부전자원이 없는 우리나라에 에너지 확보의 자생력을 키우고 더 나아가 국내 원자력 관련 산업을 선진국 수준 이상으로 향상시킬 수 있는 뒷받침이 될 것이다.

국내 원자력분야 기술력 향상제고와 이에 상응한 교육은 향후 국내 관련 분야의 전문인력 확보뿐만 아니라 안정된 시설설비의 운영·이용에 많은 기여를 할 수 있다. 사회전반에 걸쳐있는 각 분야 종사자교육과 원자력에 대한 이미지 향상을 위해, 한국원자력연구소 원자력연수원에서는 다양한 교육 프로그램 개발과 산업정보화 및 첨단기술 관련분야에 종사하는 산·학·연 관련종사자 및 잠재 이용 연구자들을 대상으로 하는 교육과정을 개발·운영하고 있다.

하나로(HANARO)를 이용한 전문연구 교육과정을 효율적으로 운영하기 위하여 전문연구회의 의견조사, 과정계획 작성 및 과정운영 준비 및 각 교육 관련 기관과의 상호 정보교환 등을 통하여 다양한 교육을 시행할 수 있도록 하였다. 이를 바탕으로 다양한 교육프로그램 개발과 하나로 이용 현황 및 다른 산업계의 적용분야 등을 파악함으로써 궁극적으로 국가가 필요로 하는 관련분야 전문가들을 양성하고 원자력 안정성 및 원자력 전문연구를 확대하는데 그 중요성을 내포하고 있다.

1999년도부터 2002년까지는 하나로 이용 활성화를 위한 방안 중 하나로 산·학·연 관련자를 대상으로 하는 전문연구 교육과정과 잠재 예비인력 양성의 일환으로 실시되어 온 기존 원자력공학과 대학생 및 신규 이공계 대학생을 대상으로 하는 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습을 개발 운영함으로써 국내 원자력분야의 전문인력 확보뿐만 아니라 기술인력의 토대를 제공할 수 있는 기반이 되는데 그 목적을 두고 시행되어 왔다.

원자력분야 학생 실험·실습 분야는 크게 원자력관련 학과와 이공계대학생을 대상으로 한 실험·실습을 실시하고 있다. 서울대학교, 한양대학교, 경희대학교, 조선대학교, 제주대학교, 과학원등 원자력 관련학과가 있는 대학을 대상으로 원자로 이용 실험 및 실습교육 과정을 개발하고 이와 병행하여 비

원자력분야 이공계 (물리, 화학, 신소재, 재료 등) 대학생에 대한 이공계대학 원자로 실험·실습 교육과정도 개발·운영하였다. 원자로 학생실험·실습 교육과정 개발은 전국 6개 원자력공학과 및 유사 전공학과를 대상으로 실시되어 왔고, 이공계대학생 교육을 확대하기 위하여 실험·실습에 대한 수요조사(과목, 기간, 인원 등)를 2000차 년도에 대전지역 소재 대학교에 대해 실시하였고, 2001, 2002년도에는 전국으로 확대하여 실시하였다.

그러나 하나로 이용 교육 훈련과제는 2002년에 종료되었으며, 2003년도에는 학생대상 특히 이공계 대학생 대상을 본 과제로 운영하게 되었다. 이공계대학생을 대상으로 하는 교육과정은 각 분야 교육 교과목을 선별하고 교육교재를 개발한 후 교육 과정 개발 및 운영의 형식으로 진행하였다.

과정개발 초기부터 원자력분야 대상기관과 협의를 통해 별도로 비원자력분야 수요조사 및 개발·운영을 진행하여 왔다. 교육과정 개발에서는 대상기관과의 협의 및 강사진 선정 등의 교과목 설정, 교재자료 및 강의자료 준비에 대한 교육교재 개발, 교육과정 일정표 및 과정시간표 작성 등의 교육과정 개발을 준비하였다.

커리큘럼 구성은 원자력 관련학과의 경우 원자력 발전과 관련된 분야에 집중적으로 실시하고 있으며 이공계의 경우 대상학과의 특성과 대상학교의 커리큘럼과 연계된 교과목을 개발하여 실시해 오고 있다. 이렇게 함으로써 한국원자력연구소의 다양한 시설·설비의 이용과 우수한 연구진들을 활용함으로써 학생들에게 원자력관련 인력의 저변확대 뿐만 아니라 향후 관련분야 예비인력을 양성함으로써, 원자력의 이용 및 원자력 전문연구를 확대하는데 그 중요성이 있다.

첨단 종합기술인 원자력의 기술 자립은 충분한 원자력 기술인력을 보유하고 있느냐에 좌우되며 기술인력이 부족한 국가는 이를 어떻게 확보하고 양성하느냐가 중요한 문제로 대두되며 따라서 우리는 국내 원자력 산업의 자립과 함께 인력 양성의 중요성을 인식하게 된다. 자원빈국인 우리나라는 지속적인 경제발전과 끊임없는 기술개발에 바탕을 두게 되며 이를 위한 인력의 고급화가 계속 요구되고 있다.

본 과제는 국내 이공계대학 원자력관련 공학과학생을 대상으로 우리 연구소가 보유하고 있는 연구용 원자로와 각종 특수 실험실습장비를 이용한

원자력분야 실험·실습교육을 제공하여 원자력 전문인력을 양성하는데 목표를 두고 수행되었다. 이를 위하여 우리 원자력연수원은 자체연구개발사업의 일환으로 원자로 실험실습 교육프로그램을 개발하여 원자력 관련 대학에서 필요한 교육과정을 제공하였으며, 관련교재를 개발하여 원자력 고급인력에 대한 교육기회를 제공할 수 있도록 하였다.

원자력 분야 실험·실습교육은 연구용 원자로(하나로) 및 방사선 계측기 등 특수한 시설을 활용한 실험·실습교육으로 국내 원자력관련 대학의 교육과정보다 그 프로그램에서 차별성과 우수성을 내포하고 있다. 많은 장비와 부속기구의 준비 및 유지, 관련강사의 실험을 위한 사전 과정준비 등 실제 운영에 어려움이 있으나 대부분 실험 및 실습 중심의 교육훈련으로 교육 효과적인 측면에서 우수성을 가지고 있다.

금년도 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습의 운영은 원자로 이론, 동위원소 생산이용, 중성자 방사화분석, 핵연료연소도 측정, 중성자 라디오 그래피, 방사선 차폐(보건물리) 등의 교과목을 중심으로 이론강의와 실습을 병행하여 수행하였으며, 실험·실습은 2~5개조로 편성하여 실시하였다. 배재대학교를 비롯한 대전대학교, 한남대학교, 목원대학교, 충남대학교, 조선대학교, 수원대학교 등 이공계 대학생을 대상으로 대학에 따라 1~5일간씩 7개 대학에 걸쳐 139명을 양성하였다. 금년도에는 실험실습위주의 교과내용 개선에 초점을 맞추고 기존 실습과정의 보완과 함께 과정개발에 주력하여 실험실습교육의 질적인 향상에 노력하였다.

제 2 장 이공계 대학생 원자력 분야 실습과정

제 1 절 교육프로그램 운영현황

본 과제의 연구목적은 국내 이공계대학 원자력분야 대학생을 대상으로 본 연구소가 보유하고 있는 연구용 원자로인 하나로와 각종 특수 실험·실습장비를 이용한 원자로 실험·실습교육을 제공하여 원자력 전문인력으로 양성하는데 있다. 이를 위하여 원자로 실험·실습 교육 프로그램을 개발하여 관련 대학에 필요한 교육과정을 제공하여 향후 국내 원자력 기술 개발에 종사할 전문인력의 양성과 함께 원자력 안전성의 확보에 근간이 되는데 그 중요성이 있다.

2000년 ~ 2002년까지는 원자력 기반 확충사업의 하나인 하나로 이용 교육훈련 프로그램 개발 및 교육과정 운영 과제 이공계 대학생의 원자력분야 실험·실습 프로그램을 개발·운영하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 2000년도 교육과정

(1) 목원대학교 원자력분야 실험·실습

2000년도에는 목원대학교 물리학과 학생을 대상으로 원자력분야 실험·실습을 실시하였다. 실습과목으로는 시뮬레이터교육, 연구로이용, 동위원소 생산, 중성자 방사화분석, 중성자 라디오 그래피, 방사선차폐에 대해 1주일동안 실시하였다.

2. 2001년도 교육과정

2001년도에는 충남대학교, 대전대학교, 목원대학교를 대상으로 교육과정을 개발하였다. 개발된 교과목으로는 환경방사선/능 측정, 감마선 분광학, 중성자방사화분석, 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산이용, 컴퓨터 시뮬레이터 교육, 방사선 차폐 등의 과목을 각 대학 커리큘럼과 연계하여 실시하였다.

(1) 충남대학교 원자력분야 실험·실습

2001년 이공계대학 원자로 수요조사 및 실습개발의 일환으로 먼저 충남대학교 물리학과 4학년 학생들을 대상으로 원자로 실험·실습을 개발하였다. 학과 실험 교과목 중 물리실험에서 학교 시설로는 실습이 어려운 중성자 관련분야를 실습 과목으로 개발하였다. 실습방법은 해당학년 강의요일에 강의 시간만큼 실습을 진행하기로 하였다.

(2) 대전대학교 원자력분야 실험·실습

이공계 대학생 원자력분야 실습개발 확대운영의 일환으로 개발한 대전대학교 원자력분야 실험·실습은 전자물리학과 2, 3, 4학년을 대상으로 한국원자력연구소에서 수행하고 있는 연구나 실험중 일부를 견습하고 실습하는 수준에서 진행하기로 하였다. 학교 커리큘럼 중 현대물리실험 과목에 본 원자로 실험·실습을 포함하여 커리큘럼의 일환으로 실시하도록 하였다. 따라서 학생들에게 원자로 실습이 정규학점으로 부과되도록 하였다.

(3) 목원대학교 원자로 실험·실습

목원대학교 원자력분야 실험·실습은 2000년도 개발 및 운영에 이어 연속운영 함으로써, 1회운영에 비해 다양한 교과목을 개발하여 광·전자물리학과 3~4학년을 대상으로 운영하도록 하여 학생들에게 다양한 실습 기회를 제공하도록 하였다.

3. 2002년도 교육과정

2002년도에는 한남대학교, 배재대학교 및 조선대학교를 개발하여 원자로 실습 교육을 진행하도록 하였으며, 충남대학교, 대전대학교, 목원대학교는 연속 운영하도록 하였다. 개발된 교과목으로는 환경방사선/능 측정, 감마선 분광학, 중성자방사화분석, 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산이용, 컴퓨터 시뮬레이터 교육, 방사선 차폐 등의 과목을 각 대학 커리큘럼과 연계하여 실시하였다.

(1) 배재대학교 원자력분야 실험·실습

배재대학교 전산전자물리전공 4학년 학생들을 대상으로 원자력분야 실험·실습교육을 개발·운영하였다. 해당 학과와 협의한 개발 교과목으로는 방사화학, 환경방사능 측정, 중성자 래디오 그라피 등 6개과목 이상을 개발하여 1주일간 실습하였다.

(2) 대전대학교 원자력분야 실험·실습

대전대학교 원자력분야 실험·실습은 전자재료과학전공 2,3학년 학생을 대상으로 2001년에는 개발 및 운영을 하였고, 2002년도에는 일부 교과목을 확대 개발하여 연속 운영하도록 개발하였다. 교과목으로는 연구로개요, 중성자방사화분석, 방사화학, 원자로재료, 환경방사능 등의 다수 교과목을 실시하도록 하였다.

(3) 한남대학교 원자력분야 실험·실습

한남대학교 원자력분야 실험·실습은 광·전자물리학과 3학년 학생을 대상으로 2002년도에 개발한 과정중 일부로, 개발과 동시에 교육을 실시하도록 협의하였다. 대상학과는 광·전자물리학과로 학과 커리큘럼과 연계하고 학생들이 필요로 하는 동위원소 관련분야에 많은 과목을 개설하여 실시하도록 하였다. 교과목은 이공계대상으로 개발한 교과목중 중성자 방사화 분석, 환경방사능 등 8개 과목을 선택하여 1주일간 실시하였다.

(4) 목원대학교 원자력분야 실험·실습

목원대학교 원자력분야 실험·실습은 2000년도를 시작으로 3년 연속 개발 및 운영과정으로 해당학과 차원에서는 원자로 실험실습과 관련하여 많은 경험을 갖게 되었다. 대상학년은 광·전자물리학과 4학년을 시작으로 전학년 대상 원자로 실습을 경험하게하고 다양한 연구분야 경험과 현장실습을 경험하게 하는 유익한 학연 커리큘럼으로 자리잡아 가고 있다. 교과목은 다양한 과목을 실험적으로 학생들에게 접하게 하여 관련분야 및 타분야에 대해서도 많은 경험을 체득하도록 계획하였다. 교육실시는 2학기중에 실시하도록 하였고, 교과목은 중성자 래디오 그라피, 동위원소 생산이용 등 9개 교

과목을 실시하도록 하였다.

(5) 충남대학교 원자력분야 실험·실습

충남대학교 원자력분야 실험·실습은 2001년도에 이어 연속 운영과정으로, 전년도와 마찬가지로 해당학과 커리큘럼중 일부를 연구소 하나로와 관련된 실습으로 대체하기로 하였다. 또한 실습의 전문성을 높이기 위하여 학과 전공 실습과 연계한 물리학과 4학년을 대상으로 한 실습으로 전문성을 기하기로 하였다. 2일에 걸쳐 실시한 충남대학교는 실습과목으로 방사선 안전관리, 중성자 빔 이용장치, 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산이용으로 4개 과목에 대해 실시하였다.

(6) 조선대학교 원자력분야 실험·실습

조선대학교 원자력분야 실험·실습은 2001년도 전국 이공계 원자로 실험실습 인터넷조사에서 적극적으로 관심을 표명한 대학중 일부로써, 2002학년도 즉시 실시 가능성을 확인하고, 교과목은 기존 이공계 대학생 원자력 분야 실험과목중 방사선 안전관리, 중성자 방사화 분석, 중성자 빔 이용 실습, 중성자 라디오 그래피 및 동위원소 생산이용을 실시하였다. 대상학년은 재료 금속공학부 2, 3학년을 대상으로 2일과정으로 시행하도록 하였으며, 학생 반응도에 따라 차기년도부터 확대 운영하도록 하였다.

4. 2003년도 교육과정

2003년도에는 한국원자력연구소 자체연구개발과제인 이공계 대학 원자력 분야 실험 실습 프로그램 개발 및 운영과제로 실시된 것으로 그 결과는 다음과 같다.

(1) 배재대학교

배재대학교 전산전자 물리학과 4학년 학생을 대상으로 원자력분야 실험·실습을 실시하였다. 개발 교과목으로는 시뮬레이터교육, 연구로 개요, 방사선안전관리, 방사화학, 환경방사능, 동위원소생산, 중성자 방사화분석, 중성자 라디오 그래피 과목을 선택하여 1주일간 운영하였다.

(2) 대전대학교

대전대학교 원자력분야 실험·실습은 전자재료과학전공 2학년 학생을 대상으로 2001년에는 개발 및 운영을 하였고, 2002년도와 2003년도에는 일부 교과목을 확대 개발하여 연속 운영하도록 개발하였다. 대상 교과목으로는 방사화학, 원자로 재료, 환경방사능, 방사선 차폐 등 4개 과목 이상을 개발 운영하여 실습하기로 협의하였다. 대전대학교의 실습기간은 1주일간 실시하였다.

(3) 한남대학교

한남대학교는 광·전자물리학과 3학년 학생을 대상으로 2002년도에 개발한 과정중 일부로, 2003년도에도 연속으로 교육을 실시하도록 협의하였으며, 학과 일정과 연계하여 실시하도록 하였다. 교육기간은 1주일간으로 실시하도록 하였고, 대상교과목은 방사선 안전관리, 원자로 재료, 방사선 차폐 과목을 포함하여 8개 과목을 교육 운영하였다.

(4) 목원대학교

목원대학교 원자력분야 실험·실습은 2000년도에 시작하여 3년 연속 개발 및 운영한 과정으로 대상학생은 광·전자 물리학과 4학년을 시작으로 2003년도에는 3학년 학생을 대상으로 원자로 실습을 경험하게 하고 다양한 연구분야와 현장 실습을 체득하게 하는 유익한 학·연 커리큘럼으로 자리잡아 가고 있다. 대상교과목은 원자로 재료, 방사선 차폐 등 8개 과목에 대해 실험적으로 학생들에게 접하게 함으로써 관련분야 및 기타 분야에 대해서도 많은 경험을 할수 있도록 하였으며, 운영은 1주일간 실시하였다.

(5) 충남대학교

충남대학교는 2001년도에 이어 연속 운영과정으로, 전년도와 같이 운영하되 방사선 차폐 과목을 추가하여 실시하였다. 또한 실습의 향상성을 높이기 위하여 전공실습과 연계한 물리학과 4학년 학생을 대상으로 한 실습을 통해 전문성을 높이기로 하였다. 교육과정 운영은 3일간에 걸쳐 실시하기로 하였으며, 대상교과목은 방사선 안전관리, 중성자 빔 이용장치, 중성자 라디오 그

라피, 동위원소 생산, 방사선차폐에 대해 진행하였다.

(6) 조선대학교

조선대학교는 2001년도 전국 이공계 원자력분야 실험·실습 인터넷 조사에서 적극적으로 관심을 가진 대학중 일부로, 2002학년도 즉시 실시 가능성을 확인하고, 2003년도에 연속 운영하였다. 대상학년은 신금속재료공학과 3학년을 대상으로 2일 과정으로 실시하였으며 학생들의 반응도에 따라 차기년도부터 확대 운영하도록 하였다. 대상 교과목은 학과내용과 연계하여 동위원소 생산이용, 중성자 라디오 그래피를 포함하여 4개과목에 대해 시행하였다.

(7) 수원대학교

수원대학교의 대상학년은 물리학과 4학년 학생들로 하루일정으로 교육을 실시하였으며 대상 교과목은 원자로 기본, 및 실험 자재소개 및 시뮬레이터 교육과정으로 진행하였다.

제 2 절 2003년 과정 개발 내용

1. 대상 교과목 및 강사

연구로 개요, 방사선 안전관리를 공통과목으로 하여 CNS, 중성자방사화분석, 중성자 라디오 그래피, 동위원소생산, 환경방사능, 방사화학, 방사선차폐, 원자로 재료, 중성자 빔 이용장치 등의 과목에 대해서는 각 대학별, 학과별로 연계하여 관련과목 위주로 개발하였다. 개발된 대상교과목 및 강사는 아래 [표 1]과 같다.

[표 1] 개발된 원자력분야 실험·실습 교육과정 교과목 및 강사

순번	교과목	이론 및 실험강사	교과내용
1	연구로 개요	이기홍	<ul style="list-style-type: none"> 원자로의 분류와 특징 전 세계의 연구로 현황 및 우리나라의 연구로
2	방사선 안전관리	이봉재	<ul style="list-style-type: none"> 방사선 장해 방어 방사선의 인체영향 및 방사선 방호 모니터링
3	방사선 차폐	서경원 주용창	<ul style="list-style-type: none"> 보건물리 일반 및 실험
4	동위원소 생산	박울재 홍순복 장경덕 신현영	<ul style="list-style-type: none"> 서론 방사성동위원소 생산 실험
5	중성자 방사화분석	정용삼 문종화 김선하 백성렬	<ul style="list-style-type: none"> 방사화 분석법의 원리 기초적 이론 실험의 각 단계 방사화 분석의 응용
6	환경방사능	이창우 정근호	<ul style="list-style-type: none"> 환경중 자연방사능의 거동
7	원자로 재료	지세환 노희범	<ul style="list-style-type: none"> 원자로 재료에서의 조사손상 연구 중성자 조사손상 과정 원자로 재료 및 우주조사환경재료 조사효과 연구 흑연재료(graphite materials) 조사효과 연구
8	방사화학	지광용 송병철	<ul style="list-style-type: none"> 방사화학 분석기술
9	중성자 라디오 그래피	심철무 오화숙	<ul style="list-style-type: none"> 방사선 투과 사진법의 원리 중성자원 및 코리메이터 화상법 화질등급 규격 NR 특성
10	중성자 빔 이용장치	성백석 김신애 최용남	<ul style="list-style-type: none"> Properties of Neutron & Neutron Scattering HANARO and Neutron Beam Facilities Introduction to the Neutron Diffraction
11	CNS 실습	박재창 안국훈	<ul style="list-style-type: none"> 원자로 냉각수 계통 충수 및 배기 상온정지 상태에서부터 고온정지 상태운전 고온정지 상태에서부터 고온대기 상태로 발전소 기동 고온대기에서 2% 출력까지의 발전소 운전 2% 출력에서 100% 출력까지 출력 운전

2. 시간표 개발

2003년 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 과정은 7개 대학에 대하여 일주일(5일)과정, 3일과정, 2일과정, 1일과정으로 학과 특성에 따라 구분하여 실시하였으며 일주일 과정의 배재대학교, 대전대학교, 한남대학교, 목원대학교의 시간표는 아래 시간표를 기본으로 대학교 및 학과별로 2~3개 과목의 차이가 있게 개발하였다. 또한 충남대학교는 학과 특성상 과년도에 2일과정에서 방사선차폐 과목을 추가함으로써 3일과정으로 개발하였고, 조선대학교와 수원대학교는 2002년도의 시간표를 기본으로 동일하게 개발하였다. 각 대학의 시간표는 [표 2] ~ [표 7]에 나타낸 것과 같다.

[표 2] 배재대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시
	09:00~ 09:50	09:55~ 10:40	10:50~ 11:40	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:40~ 14:30	14:40~ 15:30	15:40~ 16:30	16:40~ 17:30
1일차	Orientation		연구로 개요		중 식	방사선 안전관리		연수원 소개 <small>15분-VTR상영, 30분-원시장소개(정한다)</small>	
2일차	동위원소 생산이용		원자로 재료			방사화학		중성자 라디오그래피	
3일차	환경방사능		방사선 차폐			실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
4일차	실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)					실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
5일차	실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)					과정 평가			

[표 3] 대전대학교, 한남대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시	
	09:00~ 09:45	09:55~ 10:40	10:50~ 11:35	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20	
1일차	Orientation		연구로 개요		중 식	방사선 안전관리		연수원 소개 <small>(15분-VTR상영, 30분-전시장소개(제한))</small>		
2일차	방사화학		환경방사능			실험실습 (2개조 분할 실시)		실험실습 (2개조 분할 실시)		
3일차	동위원소 생산이용		중성자 방사화 분석			실험실습 (2개조 분할 실시)		실험실습 (2개조 분할 실시)		
4일차	CNS		중성자 라디오 그래피			실험실습 (전 체 조)				
5일차	실험실습 (전 체 조)					과정 평가				

[표 4] 목원대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시	
	09:00~ 09:45	09:55~ 10:40	10:50~ 11:35	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20	
1일차	Orientation		연구로 개요		중 식	방사선 안전관리		연수원 소개 <small>(15분-VTR상영,30분-전시장소개(제한))</small>		
2일차	원자로 재료		동위원소 생산이용			실험실습 (2개조 분할실시)		실험실습 (2개조 분할실시)		
3일차	방사선 차폐		중성자 방사화 분석			실험실습 (2개조 분할실시)		실험실습 (2개조 분할실시)		
4일차	CNS		중성자 라디오 그래피			실험실습 (전 체 조)				
5일차	실험실습 (전 체 조)					과정 평가				

[표 5] 충남대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시
	09:30~ 10:20	10:30~ 11:20	11:30~ 12:20	12:30~ 13:20	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20
1일차	방사선 안전관리	중성자 빔 이용장치		중 식	중성자 빔 이용장치		중성자 빔 이용장치	
2일차	A조 : 중성자 라디오 그래피 (09:00 ~ 12:00)				A조 : 동위원소 생산이용 (13:30 ~ 16:30)			
	B조 : 동위원소 생산이용 (09:00 ~ 12:00)				B조 : 중성자 라디오 그래피 (13:30 ~ 16:30)			
3일차	방사선 차폐	방사선 차폐 실험 각 조별 실시		방사선 차폐 실험 각 조별 실시		과정평가		

[표 6] 조선대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시
	09:30~ 10:20	10:30~ 11:20	11:30~ 12:20	12:30~ 13:20	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20
1일차	오리엔 테이션	연구로 개요		중 식	방사선 안전관리	중성자 라디오 그래피		동위원소 생산이용

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시
	09:30~10:40	10:50~12:00	12:00~ 13:00	13:00~14:10	14:20~15:30	15:40~ 16:30
2일차	A조 : 중성자 라디오 그래피 (09:30 ~ 12:00)		중 식	A조 : 동위원소 생산이용 (13:00 ~ 15:30)		과정 평가
	B조 : 동위원소 생산이용 (09:30 ~ 12:00)			B조 : 중성자 라디오 그래피 (13:00 ~ 15:30)		

[표 7] 수원대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시
	10:30 ~ 12:00	13:00 ~ 13:50	14:00 ~ 15:00
1일	하나로 원자로 견학	CNS	연수원 소개 및 실험 기자재 설명

3. 교육대상

2003년도 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습과정의 교육대상은 대전 지역소재 대학의 물리학전공, 혹은 유사학과 학생을 위주로 개발하였으며, 대전외곽지역의 조선대학교는 2001 수요조사의 응답결과 대상학교 학과 학생이며, 수원대학교는 물리학과에 대해서 과년도에 계속 실시해온 대상학교이다. 선문대학교(전자재료공학과)와 순천대학교(재료·금속공학과), 청주대학교(물리학과)는 이공계 대학생 원자력분야 실험실습과정 수요조사결과 2004년도 과정에 참석여부를 결정한 대학으로 추가로 선정되었다.

4. 교재개발

원자로 실험 I 교재의 내용은 연구로개요, 원자력 발전소 운전, 감마선 분광학, 감마선 계측 통계학, 방사선 차폐, 중성자속(Neutron Flux) 측정, 방사성동위원소 생산, 중성자 방사화분석의 과목을 포함하며, 1차년도부터 시행한 이공계대학생 원자력분야 실험·실습의 교재로 채택되었다. 2003년도에 실시한 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습의 교재는 기존에 사용했던 원자로 실험 I에 4개 과목을 더 보충하여 원자로 실험 II를 같이 채택했으며 추가된 과목으로는 환경방사능, 원자로 재료, 방사화학, 중성자 라디오 그라피 기술현황과 전망이다. 또한 원자로 실험 III은 연구로 개요, 중성자 빔 이용장치, 중성자 라디오 그라피 기술현황과 전망, 방사성 동위원소 생산, 방사선 차폐를 포함하여 학과 특성에 맞추어 채택하게 되었다. 이상과 같은 교재는 부록 1,2,3에 나타내었다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절 대학별 교육과정 운영

2003년도 이공계 대학생의 원자력분야 실험·실습을 실시한 각 대학별 교육과정 운영은 다음과 같다.

1. 배재대학교

2003년도 배재대학교의 원자력분야 실험·실습은 다음과 같이 협의하여 운영되었다. 협의 내용은 다음과 같다.

<협의 내용>

- 가. 협의장소 : 배재대학교 자연과학관 110호실
- 나. 일 시 : 2003년 3월 20일(목) 10:00-11:30
- 다. 참 석 자 : 서경원, 김지영, 조창호 교수(520-5372).
- 라. 협의내용

2003년도 이공대학 원자로 실험·실습 과정(배재대학교)을 수행함에 있어서 원활한 운영을 위하여 아래와 같이 협의함.

- (1) 실습 시간표 및 실습 과목 결정.
- (2) 연구소소개 과목으로 시청각 홍보자료인 video 상영.
- (3) 앞으로의 계획
 - ① 겸임교수제 활용.
 - ② 학사 커리큘럼에 맞춰 일정을 선정하여 각 대학 동참실시.

협의 결과 2003년도 배재대학교 전산전자 물리학과 4학년 학생 14명을 대상으로 원자력분야 실험·실습을 2003년 4월 7일~4월 11일 일주일간 실시하였다. 해당 학과와 협의한 개발 교과목으로는 시뮬레이터교육, 연구로 개요, 방사선안전관리, 방사화학, 환경방사능, 동위원소생산, 중성자 방사화분석, 중성자 라디오 그래피 과목을 개발운영하여 실시하도록 하였다. 교과목 및 실험·실습 일정표는 [표 8] 및 [표 9]에 나타낸 바와 같다.

[표 8] 2003년도 배재대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시	
	09:00~ 09:45	09:55~ 10:40	10:50~ 11:35	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20	
4/7(월)	Orientation		연구로 개요 (이 기 흥)		중 식	방사선 안전관리 (이 봉 재)		연수원 소개 (서 경 원) <small>15분-VTR상영, 30분-전시장소개(경한나)</small>		
4/8(화)	방사화학 (지 광 용)		환경방사능 (이 창 우)			실험실습 (2개조 분할실시)		실험실습 (2개조 분할실시)		
4/9(수)	동위원소 생산이용 (한 현 수)		중성자 방사화 분석 (정 용 삼)			실험실습 (2개조 분할실시)		실험실습 (2개조 분할실시)		
4/10(목)	CNS (박 재 창)		중성자 라디오그래피 (심 철 무)			실험실습 (전 체 조)				
4/11(금)	실험실습 (전 체 조)					과정 평가				

[표 9] 2003년도 배재대학교 실험·실습 일정표

날 짜	해당조	과 목	시 간	실험강사	실험·실습장소
4/8(화)	A	방사화학	13:30~15:20	지광용 송병철	화학특성동
	B	환경방사능측정		이창우 정근호	제3연구동
	A	환경방사능측정	15:30~17:20	이창우 정근호	제3연구동
	B	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
4/9(수)	A	동위원소생산이용	13:30~15:20	홍순복 장경덕	하나로 센터
	B	중성자방사화분석		문종화 김선하	하나로 센터
	A	중성자방사화분석	15:30~17:20	문종화 김선하	하나로 센터
	B	동위원소생산이용		홍순복 장경덕	하나로 센터
4/10(목)	A,B	중성자라디오그래피	13:30~17:00	심철무 오화숙	하나로 센터
4/11(금)	A,B	CNS	09:00~12:30	박재창 안국훈	원자력 연수원

2. 대전대학교

2003년도 대전대학교의 원자력분야 실험·실습은 아래와 같이 협의하여 운영되었으며, 협의 내용은 다음과 같다.

<협의 내용>

가. 협의장소 : 대전대학교 이과대학 전자재료과학과

나. 일 시 : 2003년 5월 2일(금) 16:30-17:20

다. 참석자 : 서경원, 김지영, 송인걸 교수(042-280-2413).

라. 협의내용

- (1) 실습 시간표 및 실습 과목 결정 협의.
- (2) 향후 개발과정 중 자격취득 과정으로 방학중 RI 과정
- (3) NDT 과정 개발(학생자비부담)

이 결과 2003년도 대전대학교 전자재료과학전공 2학년 학생 37명을 대상으로 원자력분야 실험·실습을 2003년 5월 19일~5월 23일 일주일간 실시하였다.

대전대학교 원자력분야 실험·실습은 전자재료과학전공 2학년 학생을 대상으로 2001년에는 개발 및 운영을 하였고, 2002년도와 2003년도에는 일부 교과목을 확대 개발하여 연속 운영하도록 개발하였다. 개발 운영한 교과목으로는 방사화학, 원자로 재료, 환경방사능, 방사선 차폐, 방사선 안전관리, 연구로 개요, 동위원소 생산이용, 중성자 라디오 그래피 과목을 포함하여 8개 과목에 대해 개발 운영하여 실습하기로 협의하였다. 대전대학교의 실습 기간은 1주일 단위로 2003년 5월 19일~5월 23일에 실시하였으며 교과목 및 실험·실습 일정표는 [표 10] ~ [표 11]과 같다.

[표 10] 2003년도 대전대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시
	09:00~ 09:50	09:55~ 10:40	10:50~ 11:40	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:40~ 14:30	14:40~ 15:30	15:40~ 16:30	16:40~ 17:30
5/19(월)	Orientation		연구로 개요 (이 기 흥)		중 식	방사선 안전관리 (이 봉 재)		연수원 소개 (서 경 원) <small>15분-VTR상영, 30분-전시장소개(정환나)</small>	
5/20(화)	동위원소 생산이용 (한 현 수)		원자로 재료 (지 세 환)			방사화학 (지 광 용)		중성자 라디오그래피 (심 철 무)	
5/21(수)	환경방사능 (이 창 우)		방사선 차폐 (서 경 원)			실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
5/22(목)	실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)					실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
5/23(금)	실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)					과정 평가			

[표 11] 2003년도 대전대학교 실험·실습 일정표

날 짜	해당조	제 목	시 간	실험강사	실험·실습장소
5.21(수) 오후	A	동위원소 생산이용	13:00 ~ 15:30	홍순복 장경덕	하나로센터
	B	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	C	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	D	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	E	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	F	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
5.21(수) 오후	A	중성자 라디오그래피	15:30 ~ 18:00	심철무 오화숙	하나로센터
	B	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	C	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	D	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	E	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	F	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
5.22(목) 오전	A	원자로재료	09:30 ~ 12:00	지세환 노희범	제3연구동
	B	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	C	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	D	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	E	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	F	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
5.22(목) 오후	A	방사선차폐	13:00 ~ 15:30	서경원 주용창	원자력연수원
	B	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	C	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	D	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	E	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	F	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
5.22(목) 오후	A	환경방사능 측정	15:30 ~ 18:00	이창우 정근호	제3연구동
	B	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	C	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	D	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	E	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	F	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
5.23(금) 오전	A	방사화학	09:30 ~ 12:00	지광용 송병철	화학특성동
	B	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	C	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	D	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	E	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	F	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터

3. 한남대학교

2003년도 한남대학교의 원자력분야 실험·실습은 다음과 같이 협의하였다. 협의 내용은 아래와 같다.

<협의 내용>

가. 협의장소 : 한남대학교 이과대학 광·전자물리학과 6-01-35호실

나. 일 시 : 2003년 5월 2일(금) 15:00-16:00

다. 참석자 : 서경원, 김지영, 손대락 교수(042-629-7512).

라. 협의내용

(1) 실습 시간표, 실습 과목, 실습대상 인원 확인 결정 및 협의.

(2) 앞으로의 계획 : 인력양성 사업을 위한 충분한 교육 추진화.

과학기술부 및 교육부의 협조의뢰.

협의 결과 한남대학교는 광·전자물리학과 3학년 학생 31명을 대상으로 2002년도에 개발한 과정 중 일부로 2003년도에도 연속으로, 학과 일정과 연계하여 교육을 실시하도록 하였다. 교육기간은 1주일간으로 2003년 5월 19일~5월 23일에 실시하였다. 대상교과목은 방사선 안전관리, 방사선 차폐, 동위원소 생산이용, 환경방사능, 중성자 라디오 그래피 과목을 포함하여 8개 과목을 교육 운영하였다. 교육시간표 및 실험·실습 시간표는 아래 [표 12], [표 13]과 같다.

[표 12] 2003년도 한남대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시
	09:00~ 09:50	09:55~ 10:40	10:50~ 11:40	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:40~ 14:30	14:40~ 15:30	15:40~ 16:30	16:40~ 17:30
5/19(월)	Orientation		연구로 개요 (이 기 흥)		중 식	방사선 안전관리 (이 봉 재)		연수원 소개 (서 경 원) <small>15분-VTR생영, 30분-전시장소개(정한다)</small>	
5/20(화)	동위원소 생산이용 (한 현 수)		원자로 재료 (지 세 환)			방사화학 (지 광 용)		중성자 라디오그래피 (심 철 무)	
5/21(수)	환경방사능 (이 창 우)		방사선 차폐 (서 경 원)			실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
5/22(목)		실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)				실험실습 (6개조 분할실시) (13:00~15:30)		실험실습 (6개조 분할실시) (15:30~18:00)	
5/23(금)		실험실습 (6개조 분할 실시) (09:30~12:00)				과정 평가			

[표 13] 2003년도 한남대학교 실험·실습 일정표

날 짜	해당조	제 목	시 간	실험강사	실험·실습장소
5.21(수) 오후	A	동위원소 생산이용	13:00 ~	홍순복 장경덕	하나로센터
	B	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	C	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	D	원자로재료	15:30 ~	지세환 노희범	제3연구동
	E	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	F	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
5.21(수) 오후	A	중성자 라디오그래피	15:30 ~	심철무 오화숙	하나로센터
	B	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	C	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	D	방사화학	18:00 ~	지광용 송병철	화학특성동
	E	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	F	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
5.22(목) 오전	A	원자로재료	09:30 ~	지세환 노희범	제3연구동
	B	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	C	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	D	환경방사능 측정	12:00 ~	이창우 정근호	제3연구동
	E	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	F	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
5.22(목) 오후	A	방사선차폐	13:00 ~	서경원 주용창	원자력연수원
	B	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	C	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터
	D	중성자 라디오그래피	15:30 ~	심철무 오화숙	하나로센터
	E	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
	F	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
5.22(목) 오후	A	환경방사능 측정	15:30 ~	이창우 정근호	제3연구동
	B	방사선차폐		서경원 주용창	원자력연수원
	C	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	D	동위원소 생산이용	18:00 ~	홍순복 장경덕	하나로센터
	E	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	F	방사화학		지광용 송병철	화학특성동
5.23(금) 오전	A	방사화학	09:30 ~	지광용 송병철	화학특성동
	B	원자로재료		지세환 노희범	제3연구동
	C	환경방사능 측정		이창우 정근호	제3연구동
	D	방사선차폐	12:00 ~	서경원 주용창	원자력연수원
	E	중성자 라디오그래피		심철무 오화숙	하나로센터
	F	동위원소 생산이용		홍순복 장경덕	하나로센터

4. 목원대학교

2003년도 목원대학교의 원자력분야 실험·실습은 아래와 같이 협의하였으며, 협의 내용은 다음과 같다.

<협의 내용>

가. 협의장소 : 목원대학교 자연과학대학 219호.

나. 일 시 : 2003년 8월 26일(월) 13:30 ~ 14:30

다. 참 석 자 : 서경원, 김지영, 황한열 교수(042-829-7553)

라. 협의내용

2003년도 이공대학 원자로 실험·실습 과정(목원대학교)을 수행함에 있어서 원활한 운영을 위하여 아래와 같이 협의함.

(1) 협의 사항

① 실습의뢰대상 : 목원대학교 광·전자물리학과 3학년 (20명 내외)

② 실습기간결정 : 2003년 9월 22일 ~ 9월 26일

(2) 앞으로의 개발 과정

① 과년도에 일부 실습과목 변경요망.

(방사선 조사이용, 진료 방사선 과목)

목원대학교 원자력분야 실험·실습은 2000년도에 시작하여 3년 연속 개발 및 운영한 과정으로 해당학과에서는 원자력분야 실험·실습과 관련하여 학교에서는 진행할 수 없던 분야에 학생들에게 많은 경험을 주게 되는 중요한 계기가 되었다. 대상학생은 광·전자 물리학과 4학년을 시작으로 2003년도에는 3학년 학생을 대상으로 원자로 실습을 경험하게 하고 다양한 연구분야와 현장 실습을 체득하게 하는 유익한 학연 커리큘럼으로 자리잡아 가고 있다. 협의 결과 목원대학교는 광·전자 물리학과 3학년 14명을 대상으로, 교과목은 원자로 재료, 방사선 차폐 등 8개 과목에 대해 운영하였다. 교육은 2003년 9월 22일~9월 26일동안 1주일간 실시하였으며, 교육시간표 및 실험·실습시간표는 [표 14] ~ [표 15]에 나타낸 바와 같다.

[표 14] 2003년도 목원대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	9교시	
	09:00~ 09:45	09:55~ 10:40	10:50~ 11:35	11:45~ 12:30	12:30~ 13:30	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20	
9/22(월)	Orientation		연구로 개요 (이 기 흥)	중 식		방사선 안전관리 (이 봉 재)		연수원 소개 (서 경 원) <small>15분-VTR상영, 30분-전시장소개(정한나)</small>		
9/23(화)	원자로 재료 (지 세 환)		동위원소 생산이용 (박 울 재)			실험실습 (2개조 분할 실시)		실험실습 (2개조 분할 실시)		
9/24(수)	방사선 차폐 (서 경 원)		중성자 방사화 분석 (정 용 삼)			실험실습 (2개조 분할 실시)		실험실습 (2개조 분할 실시)		
9/25(목)	CNS (박 재 창)		중성자 라디오그래피 (심 철 무)			실험실습 (전 체 조)				
9/26(금)	실험실습 (전 체 조)					과정 평가				

[표 15] 2003년도 목원대학교 실험·실습 일정표

날 짜	해당조	과 목	시 간	실험강사		실험·실습장소
9/23(화)	A	원자로 재료	13:30~15:20	지세환	노희범	제 3 연구동
	B	동위원소생산이용		신현영	장경덕	하나로 센터
	A	동위원소생산이용	15:30~17:20	신현영	장경덕	하나로 센터
	B	원자로 재료		지세환	노희범	제 3 연구동
9/24(수)	A	방사선 차폐	13:30~15:20	서경원	주용창	원자력 연수원
	B	중성자방사화분석		문중화	백성열	하나로 센터
	A	중성자방사화분석	15:30~17:20	문중화	백성열	하나로 센터
	B	방사선 차폐		서경원	주용창	원자력 연수원
9/25(목)	A,B	중성자라디오그래피	13:30~17:00	심철무	오화숙	하나로 센터
9/26(금)	A,B	CNS	09:00~12:30	박재창	안국훈	원자력 연수원

5. 충남대학교

2003년도 충남대학교의 원자력분야 실험·실습은 다음과 같이 협의하였다. 협의 내용은 다음과 같다.

<협의 내용>

가. 협의장소 : 충남대학교 자연과학대학 231호.

나. 일 시 : 2003년 8월 25일(월) 14:00-15:00

다. 참석자 : 서경원, 김지영, 오병성 교수, 우시관조교(042-821-6544)

라. 협의내용

2003년도 이공대학 원자로 실험·실습 과정(충남대학교)을 수행함에 있어서 원활한 운영을 위하여 아래와 같이 협의함.

(1) 실습기간 협의 : 2003년 10월 8일 ~ 10월 10일.

(과년도 실시한 2일 수업을 3일로 연장)

(2) 실습대상 협의 : 물리학과 3학년 25명 내외

(3) 앞으로의 계획

① 학생들의 의견을 수렴하여 교육기간을 타 학교와 동일하게 실시하고자 함. (1주일 교육과정)

② 교육기간을 1주일 실시할 경우 교과목에 대해서도 타학교와 동일하게 실시하고자 함.

협의 결과 충남대학교 원자력분야 실험·실습은 2001년도에 이어 연속 운영과정으로, 전년도와 같이 해당학과 커리큘럼 중 일부를 연구소 하나로와 관련된 실습과 방사선 차폐 과목을 추가하여 실시하였다. 또한 실습의 향상성을 높이기 위하여 전공실습과 연계한 물리학과 4학년 21명 학생을 대상으로 한 실습을 통해 전문성을 기하기로 하였다. 교육과정 운영은 2003년 10월 8일~10월 10일동안 3일간에 걸쳐 실시하기로 하였으며, 대상교과목은 방사선 안전관리, 중성자 빔 이용장치, 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산, 방사선차폐에 대해 진행하였다. 충남대학교의 교육시간표 및 실험·실습 시간표는 [표 16]에 나타내었다.

[표 16] 2003년도 충남대학교 교육시간표 및 실험·실습 일정표

시간 요일	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시	
	09:30~ 10:20	10:30~ 11:20	11:30~ 12:20	12:30~ 13:20	13:30~ 14:20	14:30~ 15:20	15:30~ 16:20	16:30~ 17:20	
10/8 (수)	방사선 안전관리 (이봉재)	중성자 빔 이용장치 (성백석)		중 식	중성자 빔 이용장치 (최용남)		중성자 빔 이용장치 (김신애)		
10/9 (목)	A조 : 중성자 라디오 그래피 (09:00 ~ 12:00) (심철무, 오화숙)				A조 : 동위원소 생산이용 (13:30 ~ 16:30) (박울재, 신현영)				
	B조 : 동위원소 생산이용 (09:00 ~ 12:00) (박울재, 신현영)				B조 : 중성자 라디오 그래피 (13:30 ~ 16:30) (심철무, 오화숙)				
10/10 (금)	방사선 차폐 (서경원)	방사선 차폐 실험 각 조별 실시		방사선 차폐 실험 각 조별 실시		과정평가			

6. 조선대학교

2003년도 조선대학교의 원자력분야 실험·실습은 아래와 같이 협의하였으며, 협의 내용은 다음과 같다.

<협의 내용>

가. 협의장소 : 조선대학교 공학3호관 2227호실

나. 일 시 : 2003년 4월 23일(수) 11:00-15:30

다. 참 석 자 : 서경원, 김지영, 박창선 교수(062-230-7200).

라. 협의내용

2003년도 이공대학 원자로 실험·실습 과정(조선대학교)을 수행함에 있어서 원활한 운영을 위하여 아래와 같이 협의함.

(1) 협의 사항

① 실습 기간 : 10월 다섯째주 1박 2일 결정.

② 실습 시간표 및 실습 과목은 현과정과 동일.

(2) 앞으로의 개발 과정

- ① 포괄적 운영과정 : 현과정에서 1~2일 추가
- ② 방학중 운영과정 : RI과정, NDT과정 (1주일 과정, 학생자비부담)

조선대학교 원자력분야 실험·실습은 2001년도 전국 이공계 원자로 실험·실습 인터넷 조사에서 적극적으로 관심을 가진 대학중 일부로서, 2002학년도 즉시 실시 가능성을 확인하고, 2003년도에 연속 운영하였다. 협의 결과 대상학년은 신금속재료공학과 3학년 16명을 대상으로 2003년 10월 29일~10월 30일 2일동안 실시하였으며 학생들의 반응도에 따라 차기년도부터 확대 운영하도록 하였다. 대상 교과목은 기존의 이공계 대상 교과목 중 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산이용을 포함해 4개과목에 대해 실시하도록 협의한 후 학과 내용과 연계하여 시행하도록 하였으며, 교육시간표 및 실험·실습 시간표는 아래 [표 17]과 같다.

[표 17] 조선대학교 교육시간표 및 실험·실습 일정표

시간	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시	7교시	8교시
	09:30~10:20	10:30~11:20	11:30~12:20	12:30~13:20	13:30~14:20	14:30~15:20	15:30~16:20	16:30~17:20
10/29 (수)	오리엔테이션 (서경원)	연구로 개요 (이기홍)		중 식	방사선 안전관리 (이봉재)	중성자 라디오 그래피 (심철무)		동위원소 생산이용 (박울재)

시간	1교시	2교시	3교시	4교시	5교시	6교시
	09:30~10:40	10:50~12:00	12:00~13:00	13:00~14:10	14:20~15:30	15:40~16:30
10/30 (목)	A조 : 중성자 라디오 그래피 (09:30 ~ 12:00) (심철무, 오화숙)		중 식	A조 : 동위원소 생산이용 (13:00 ~ 15:30) (박울재, 홍순복)		과정 평가
	B조 : 동위원소 생산이용 (09:30 ~ 12:00) (박울재, 홍순복)			B조 : 중성자 라디오 그래피 (13:00 ~ 15:30) (심철무, 오화숙)		

7. 수원대학교

수원대학교 원자력분야 실험·실습의 대상학년은 물리학과 4학년 6명의 학생들로 하루동안 교육을 실시하였으며 대상 교과목은 원자로 기본, 및 실험 자재소개 및 시뮬레이터 교육을 중점적으로 진행하였다. 교육과정은 아래 [표 18]과 같다.

[표 18] 2003년도 수원대학교 교육시간표

시간 요일	1교시	2교시	3교시
	10:30 ~ 12:00	13:00 ~ 13:50	14:00 ~ 15:00
11/17(월)	하나로 원자로 견학	CNS (박재창)	연수원 소개 및 실험 기자재 설명 (주용창)

제 2 절 대학별 교육운영 결과

2003년도 이공계 대학생의 원자력분야 실험·실습을 실시한 결과 각 대학별 수료인원 및 교육평가는 다음과 같으며, 이공계 대학생 수료증 예시는 부록 4에 나타내었다.

1. 배재대학교

가. 수료인원 : 전산전자물리전공 4학년, 14명

나. 교육평가 : 시설견학을 통해 한국원자력연구소란 곳이 우리가 사는 곳과 동떨어진 곳이 아닌 가까이에 있음을 실감하였다. 실생활에 있어 알지 못했던 분야에 대해 약간이나마 도움이 되어서 좋았다. 실험을 할 때 상세히 설명해주셔서 쉽게 이해할 수가 있었으며, 실습시간에 원자로, 하나로 견학으로 실험장비/조작 및 사진촬영을 해볼 수 있어서 좋았고, 원자로에 대한 방사능 등 선입견을 버릴 수 있어서 좋았다. 원자력이란 우리에게 피해를 끼치는 곳이 아닌 우리가 알면 알수록 우리에게 많은 이익과 혜택을 주는 곳이라고 느꼈고 앞으로는 견학과 실습위주로 우리가 직접 경험할 수 있는 시간을 더 많이 할애하였음 싶다. 이제껏 경험해 보지 못했던 것을 경험하였고 많은 것을 배우고 가는 것 같아 뿌듯하다고 답하였다. 과정 참여자 사진을 [그림 1]에 나타내었다.

다. 실험·실습 과정 참여자



[그림 1] 배재대학교 과정참여자

2. 대전대학교

가. 수료인원 : 전자재료과학전공 2학년, 37명

나. 교육평가 : 학교에서는 할 수 없었던 원자로, 하나로 견학으로 실험 장비/조작 및 사진촬영을 해볼 수 있어서 좋았으며, 평소에 접해보지 못한 부분에 대해 실험해 본 것이 매우 만족스럽고, 실생활에 있어 알지 못했던 분야에 대해 약간이나마 도움이 되어서 좋았다. 실험·실습과목이 매우 흥미로웠고, 방사선과 방사능의 사용용도와 특성을 알게 되어 유익했다. 전공 초반이라 이론수업시간은 이해할 수 있는 부분이 적다는 것이 아쉬웠지만 원자력에는 많은 분야와 다양한 활용도가 있다는 것을 알았고, 새로운 경험이라 낯설었지만 모든 분들이 열의와 성의를 다해 친절하게 해 주셔서 인상 깊었다. 과정참여자 및 실험·실습 사진을 [그림 2] ~ [그림 3]에 나타내었다.

다. 실험·실습 과정 참여자



[그림 2] 대전대학교 과정참여자



[그림 3] 대전대학교 실험·실습사진

3. 한남대학교

가. 수료인원 : 광·전자물리전공 3학년, 31명

나. 교육평가 : 모르던 부분에 관심을 기울일 수 있고, 실험 및 실습이 적절하게 와 닿는 느낌을 받았으며, 원자력에 관한 선입견을 해소할 수 있었다. 일상생활에서는 많이 궁금했지만 접하기 어려운 부분을 경험해 본 것이 너무 좋았고, 개개인이 실험에 참여하여 보고서를 작성함으로써 실습 내용을 확인·복습할 수 있었던 점이 좋았다. 강의 내용이 조금 쉬웠으면 좋겠고, 견학과 실습위주로 우리가 직접 경험할 수 있는 시간을 더 많이 할애하였음 싶다. 자주 접해볼 기회가 많지 않은 관계로 교육기간이 좀더 길었으면 하는 아쉬움이 남고, 원자력이란 우리에게 피해를 끼치는 곳이 아닌 우리가 알면 알수록 우리에게 많이 이익과 혜택을 주는 곳이라고 느꼈다. 이제껏 경험해 보지 못했던 것을 경험하였고 많은 것을 배우고 가는 것 같아 뿌듯하다고 답하였다. 과정참여자 및 실험·실습 사진을 [그림 4] ~ [그림 5]에 나타내었다.

다. 실험·실습 과정 참여자



[그림 4] 한남대학교 과정참여자



[그림 5] 한남대학교 실험·실습 사진

4. 목원대학교

가. 수료인원 : 광·전자물리전공 3학년, 14명

나. 교육평가 : 원자력에 대한 편견을 해소할 수 있었고, 방사선과 방사능의 사용용도와 특성을 알게 되어 유익했다. 원자로, 하나로 견학으로 실험장비/조작 및 사진촬영을 직접해 볼수 있어서 좋았으며, 원자력에는 많은 분야와 다양한 활용도가 있다는 것을 알았다. 차기년도부터는 기간을 좀더 늘려 관심있는 사람들에게 더 효과적인 교육이 되었으면 한다. 또한, 실험·실습과목이 매우 흥미로웠으며, 지식의 폭을 넓힌 것 같아 매우 유익했다. 평소 생소하게 생각했던 원자력에 대해 깊이 알게되어 배운 것이 많았고, 짧은 이론수업시간으로 이해할수 있는 부분이 적다는 것이 아쉽다고 설문에 응하였다. [그림 6] ~ [그림 7]은 목원대학교의 과정참여자 및 실험·실습 사진을 나타낸 것이다.

다. 실험·실습 과정참여자



[그림 6] 목원대학교 과정참여자



[그림 7] 목원대학교 실험·실습 사진

5. 충남대학교

가. 수료인원 : 물리학전공 4학년, 21명

나. 교육평가 : 견학을 통해 한국원자력연구소란 곳이 가까이에 있음을 실감하였고, 실제경험을 통해 지식의 폭을 넓힌 점, 방사선과 방사능의 사용 용도와 특성을 알게되어 유익했다. 학생인 점을 감안하셔서 강사분들의 강의가 좀더 쉬워졌음 하는 바램과 앞으로는 교육기간이 1주일 정도 교육의 기회가 좀 더 많았으면 좋겠으며, 관계자분들의 관심과 친절이 인상깊었다고 응답했다. 충남대학교의 과정참여자 및 실험·실습 사진을 [그림 8]에 나타내었다.

다. 실험·실습 과정참여자



[그림 8] 충남대학교 과정참여자

6. 조선대학교

가. 수료인원 : 신금속소재공학전공 3학년, 16명

나. 교육평가 : 어렵게 느껴졌던 부분에 있어 실험을 통해 충분한 이해가 되었고 매우 흥미로웠으며, 새로운 지식을 얻어 매우 유익했다. 전공과목과 많이 유사했음 하는 아쉬움이 있고, 학생인 점을 감안하셔서 강사분들의 강의가 좀 더 쉬워졌음 하는 바램과 함께 전공과 유사한 비과과 검사와 관련이 있는 교육과정이 많이 신설되었으면 좋겠다. 실험·실습위주의 교육으로 우리가 직접 경험할 수 있는 시간이 더 다양하고 많았으면 좋겠고, 교육과정이 조금 더 길었으면 하는 아쉬움과 더불어 앞으로의 진로에 많은 도움이 되었다고 설문에 응하였다. 조선대학교의 과정참여자 및 실험·실습 사진을 [그림 9]에 나타내었다.

다. 실험·실습 과정참여자

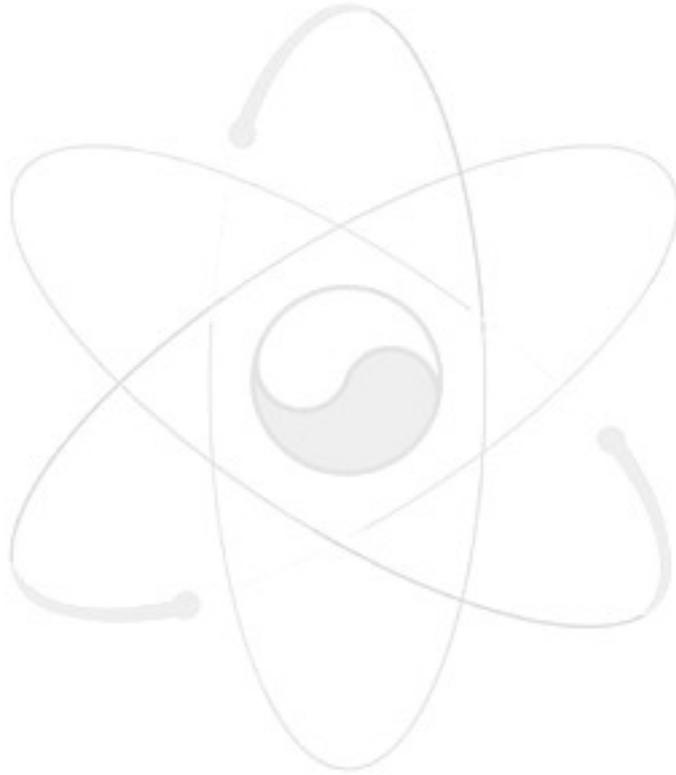


[그림 9] 조선대학교 과정참여자

7. 수원대학교

가. 수료인원 : 물리학과 4학년, 6명

나. 교육결과 : 일일 실험·실습 과정으로 1998년 6월 2일 물리학과 학생 13명 학생을 대상으로 방사선측정 실습을 시작하여 2003년에도 동일하게 실시한 결과 학생들은 시간이 짧은 관계로 많이 아쉬웠지만, 새로운 지식을 습득하고 경험한 자체로 매우 만족스러워했다. 앞으로 원자력연수원에서는 이 분야의 실험·실습과정 프로그램 개발에 더욱 노력하여 보다 효율적이고 알찬 실습과정으로 운영할 계획이다.



제 4 장 연구개발 목표달성도

이공계 대학생을 대상으로 원자력분야 실험·실습을 개발하여 지속적으로 운영하도록 하였으며, 이는 하나로(HANARO) 이용을 활성화하고 장래에 연구기회 및 기술습득 및 홍보를 교육과정으로 유용할 것이다.

이 이공계 대학생 실험·실습은 하나로(HANARO) 이용 교육 훈련과제를 통하여 2000년부터 2003년까지에서 2000년도에는 목원대학교 1개 대학교 41명을 시작으로 2001년도에 대전대학교, 목원대학교, 충남대학교 3개 대학교의 50명에 대해 실시되었고, 2002년도에는 대전대학교, 목원대학교, 충남대학교, 한남대학교, 배재대학교, 조선대학교 6개 대학교의 225명에 대해 실시되었다.

본 과제를 통하여 실시된 2003년에는 대전대학교, 목원대학교, 충남대학교, 한남대학교, 배재대학교, 조선대학교, 수원대학교 7개 대학교의 139명에 대해 실시되었다.

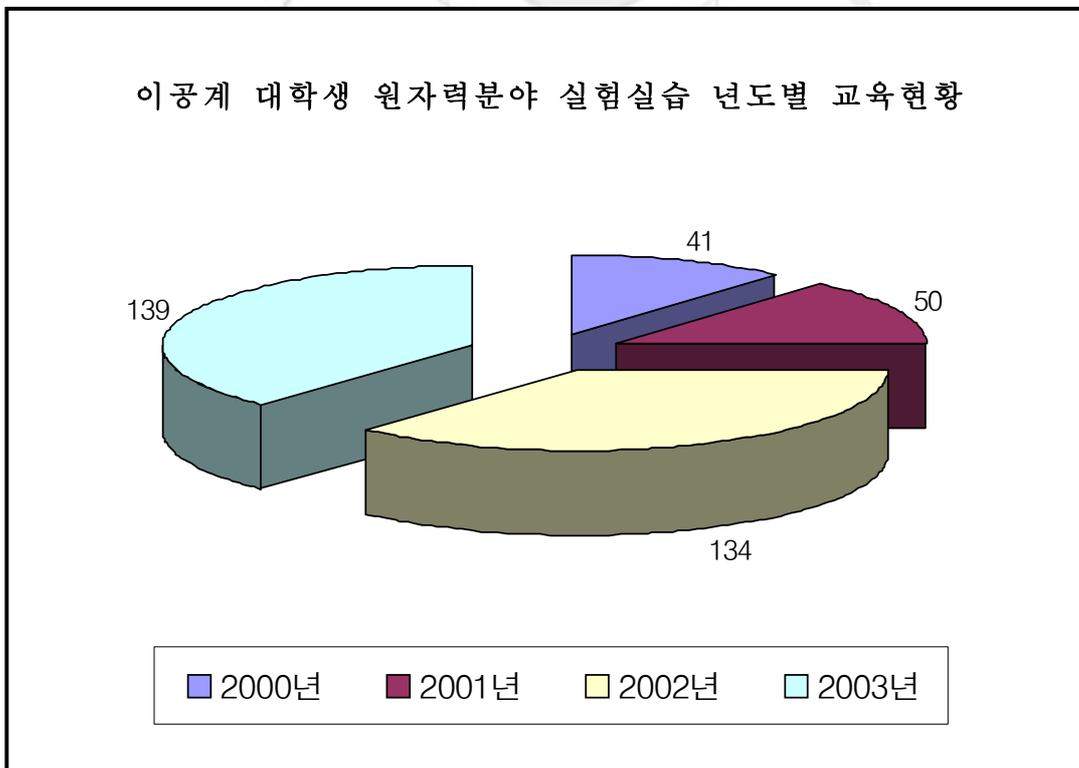
따라서 이공계 대학생을 대상으로 관련분야의 다양한 실습을 수행하여 비원자력분야에 대해서도 원자력분야를 접하고 향후 잠재인력으로 뒷받침할 수 있는 기반과 다양한 대학생들에게 하나로(HANARO) 원자로에 대한 관심유도와 연구경험을 통해 다양한 전공으로 육성할 수 있는 목표에 충분히 도달하였다. 과거부터 금년까지 이공계 대학생들에 대한 원자력 분야 실험·실습 교육생 현황은 [표 19] ~ [표 20]과 [그림 10] ~ [그림 11]에 나타난 것과 같다.

[표 19] 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 년도별 교육현황

(단위 : 명)

대 학 명	2000년도	2001년도	2002년도	2003년도	총 계
대전대학교	-	28	32	37	97
목원대학교	41	17	22	14	94
배재대학교	-	-	10	14	24
충남대학교	-	5	17	21	43
한남대학교	-	-	24	31	55
조선대학교	-	-	29	16	45
수원대학교	-	-	-	6	6
총 계	41	50	134	139	364

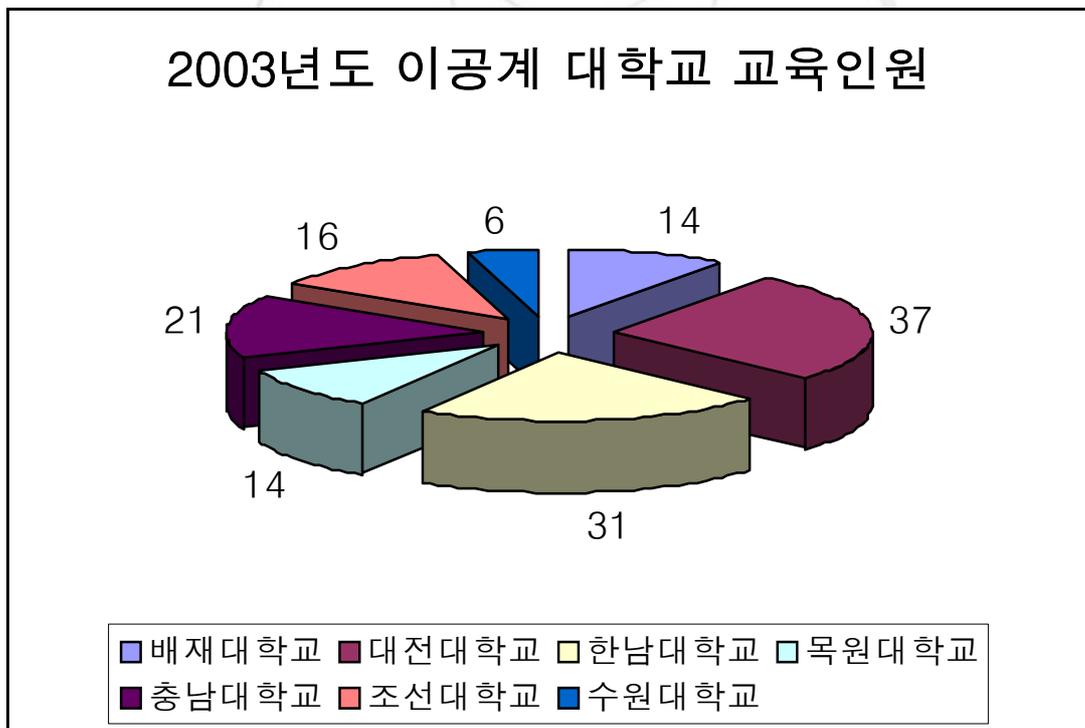
[그림 10] 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 년도별 교육현황



[표 20] 2003년도 각 대학별 수료결과

순번	대 학 명	소 속	교육 기간	수료인원
1	배재대학교	전산전자물리전공 4학년	2003. 4. 7 (월) - 4. 11 (금)	14명
2	대전대학교	전자재료과학전공 2학년	2003. 5.19 (월) - 5. 23 (금)	37명
3	한남대학교	광·전자물리전공 3학년	2003. 5.19 (월) - 5. 23 (금)	31명
4	목원대학교	광·전자물리전공 3학년	2003. 9.22 (월) - 9. 26 (금)	14명
5	충남대학교	물리학전공 4학년	2003. 10.8 (수) - 10. 10 (금)	21명
6	조선대학교	신금속소재공학전공 3학년	2003. 10.29 (수) - 10. 30 (목)	16명
7	수원대학교	물리학전공 4학년	2003. 11.17 (월)	6명
총 수료 인원 : 139명				

[그림 11] 2003년 이공계 대학생 원자력분야 실험·실습 학교별 교육현황



제 5 장 연구개발결과의 활용계획

이공계 대학생 대상으로 원자력분야 실험·실습은 원자로 뿐만 아니라 원자로 활용 주변 첨단시설을 이용하여 다양한 경험을 체득케 함으로써 대학교에서 다루지 못하는 시설 및 장비로 실습을 경험하도록 유도하고 있다. 특히 한국원자력연구소 인근에 있는 충남대학교, 목원대학교, 대전대학교, 한남대학교, 배재대학교 및 지방대학 수요조사 설문에 적극적으로 응답하여 실습을 요구한 조선대학교 및 수원대학교 등 원자력 관련 이공계 대학교를 대상으로 교육을 확대 실시하였다. 2003년도에 방문조사로 순천대학교, 선문대학교, 청주대학교 3개 대학교가 추가로 참석을 요청하였다. 개발된 교과목으로는 중성자 빔 이용장치, 원자로 재료, 환경방사선/능 측정, 중성자 라디오 그래피, 동위원소 생산이용 등의 과목을 각 대학 커리큘럼과 관련하여 실시하기로 하였다. 수요조사 결과는 [표 21]과 같다.

앞으로 이 교육과정은 보다 체계적인 교육운영사업으로 확대하여, 한국원자력연구소 주관으로 관련 있는 전국의 모든 이공계 대학교에 일정을 공고하여 개방 운영하여야 할 것이다.

이는 대학교에 원자로 관련 실험과정을 홍보하고 이용할 수 있는 여건을 제공할 뿐만 아니라 학연 협동 공동연구 및 다양한 커리큘럼 개발에도 일조하리라 판단된다. 아울러 일부 학과 커리큘럼과 연계하여 실습을 수행하게 함으로써 관련분야에 대한 정보제공 및 다양한 지식을 경험하게 함으로써 향후 원자력분야 예비인력 육성에 많은 기여를 할 것이다. 이는 이공계 대학교 활성화에 큰 역할을 할 것으로 사료된다.

이공계 대학생들을 대상으로 하는 원자분야 실험·실습은 지속적인 교육운영으로 발전하여 전문인력을 꾸준히 양성함으로써, 산·학·연 관련 전문가 양성에도 기여하리라 생각된다. 그러므로 이공계 대학생 원자력분

야 실험·실습은 이 과제가 종료된 후에도 다른 종합적인 교육운영사업을 통하여 계속 운영 될 것이다.

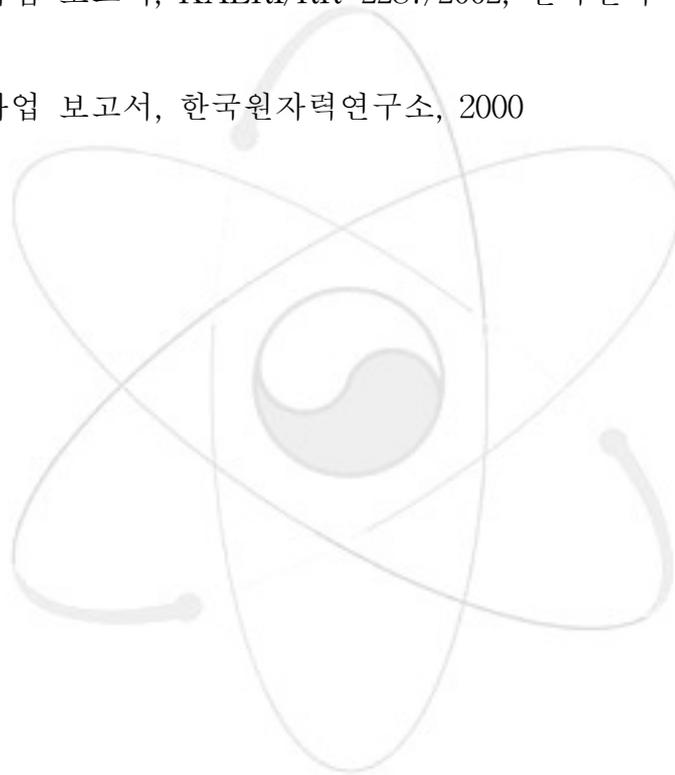
[표 21] 2003년 이공계대학 수요조사 결과

대학명	학과	결과
선문대학교	전자재료공학과	<ul style="list-style-type: none"> · 학과 내 강의 : 재료분석외 2과목 · 희망교육과목 : 중성자 래디오 그래피 중성자 빔 이용 원자로 재료 환경방사선 측정 · 교육 기간 : 3일 정도 · 참여예상인원 : 3 ~ 4학년 및 대학원생 10명내외 · 기 타 : 2004년 학부명칭변경예정 (신소재생명화학공학부 전자재료전공)
순천대학교	재료금속공학과	<ul style="list-style-type: none"> · 희망교육과목 : 비파괴 검사 (중성자 래디오 그래피) 동위원소 생산이용 중성자 빔 이용장치 · 교육 기간 : 2 ~ 3일 · 참여예상인원 : 3 ~ 4학년 · 실 습 시 기 : 방학중
청주대학교	물리학과	<ul style="list-style-type: none"> · 희망교육과목 : 방사선분야 · 교육 기간 : 5일 · 참여예상인원 : 3학년 · 실 습 시 기 : 방학중

참 고 문 헌

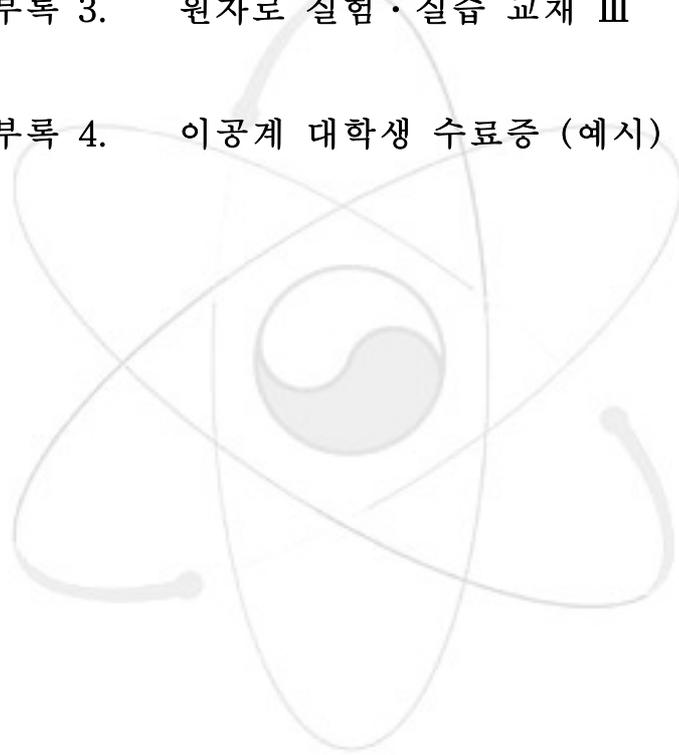
- [1] 서경원, 한은영, Education and Training Program using HANARO 대한방사선 방어학회, Vol. 24, No. 4, 231-233 (1999).
- [2] 서경원, 조현제, 제2회 방사선비상대책 Workshop, 방사선비상대책 실무교육 프로그램 개발, KAERI/GP-160/2001, 191-193 (2001)
- [3] 이의진, 한 · IAEA 원자력정책 및 사업관리 과정개발, KAERI/RR-2104/2000. KAERI (2001)
- [4] Nuclear Power Plant Personal Training and its Evaluation : A Guidebook, Executive Summary, IAEA, 1996.
- [5] Handbook for the Development, Conduct & Evaluation of IAEA Training Activities Related to Nuclear Power, IAEA, 1997.
- [6] 박재창외, Compact Nuclear Simulator 성능향상 기술개발(최종) KAERI/RR-1967/99, 한국원자력연구소, 1999.
- [7] 서인석외, 인력양성사업, KAERI/RR-1847/98, 한국원자력연구소, 1998.
- [8] 최영명외, 인력양성사업, KAERI/RR-1986/99, 한국원자력연구소, 1999.
- [9] 이한영외, 원자력분야 교육과정개발 보고서, 한국원자력연구소, 1994.
- [10] '99 원자력연감', 원자력산업회의, 1999.
- [11] 서경원, 일본의 원자로 이용 교육과정 조사결과 보고서, 귀국보고서, 2000.
- [12] 서경원, 미국의 원자로 이용 교육과정 조사결과 보고서, 귀국보고서, 2001.
- [13] 최영명외, 인력양성사업, KAERI/RR-2100/2000, 한국원자력연구소, 2000.
- [14] 박종균외, 인력양성사업, KAERI/RR-2160/2001, 한국원자력연구소, 2001.
- [15] 방사선 및 방사성동위원소 이용 진흥계획 수립을 위한 공청회

- 자료, 방사선안전신기술연구센터, 2001
- [16] 제2차 원자력 진흥종합계획, III-2 원자력 인력 양성 및 확보, 과학기술부, 2001
- [17] 원자력백서, 과학기술부, 학우사, 2002
- [18] 원자력산업실태조사 최종보고서, 한국원자력산업회의, 2001
- [19] 원자력관련 주요현황 및 통계자료, 과학기술부, 2002
- [20] 인력양성사업 보고서, KAERI/RR-2160/2001, 한국원자력연구소, 2001
- [21] 인력양성사업 보고서, KAERI/RR-2287/2002, 한국원자력연구소, 2002
- [22] 인력양성사업 보고서, 한국원자력연구소, 2000

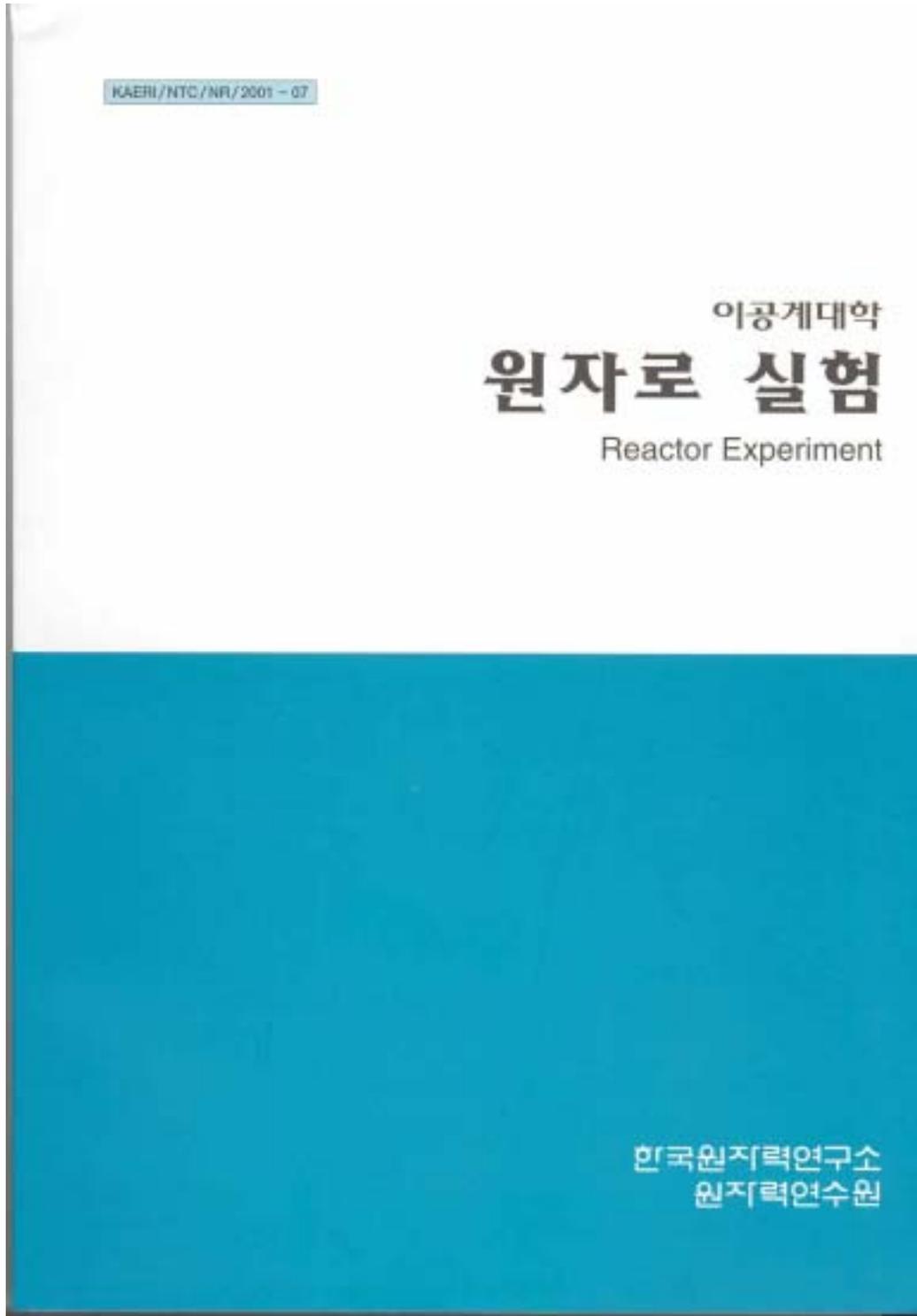


부 록

- 부록 1. 원자로 실험·실습 교재 I
- 부록 2. 원자로 실험·실습 교재 II
- 부록 3. 원자로 실험·실습 교재 III
- 부록 4. 이공계 대학생 수료증 (예시)

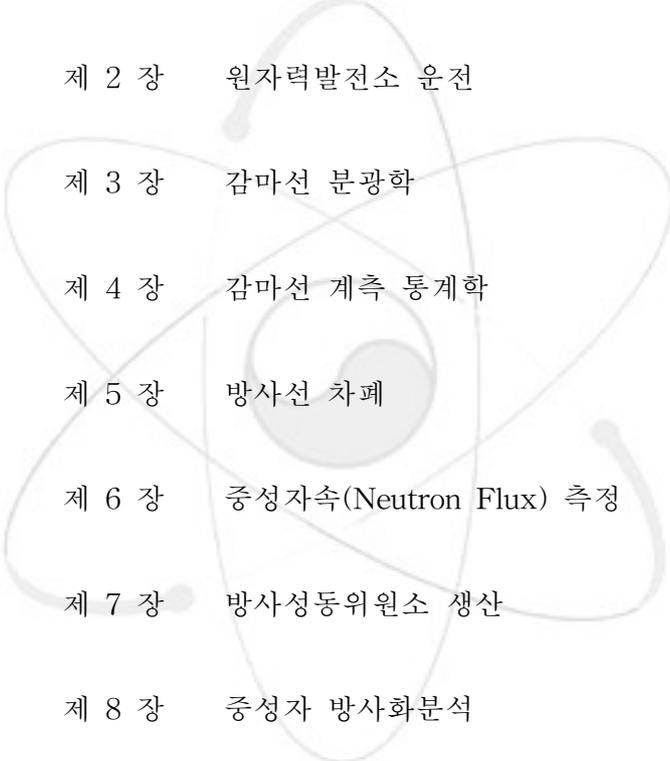


[부록 1] 원자로 실험 · 실습 교재 I

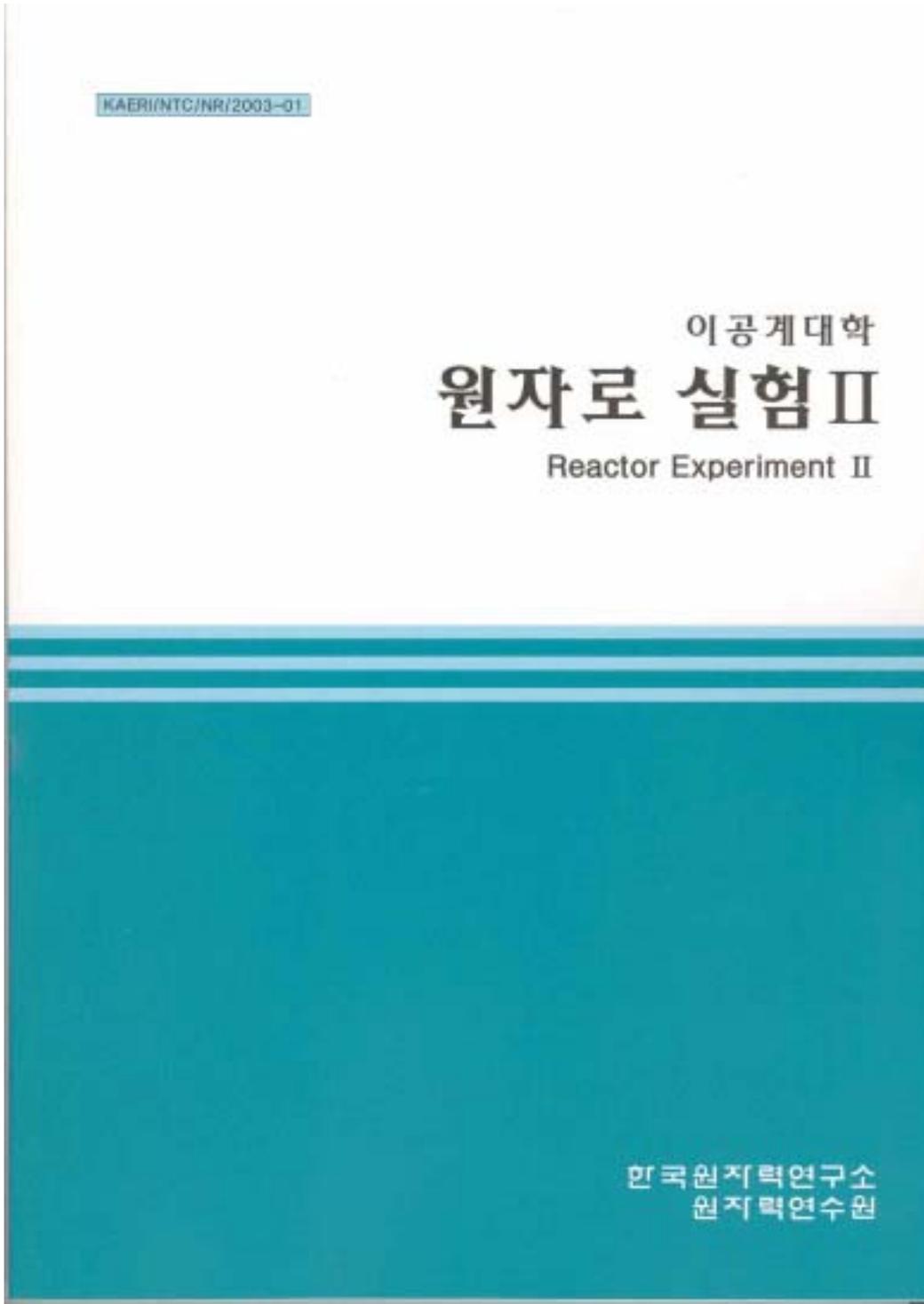


원자로 실험 I

목 차

- 
- 제 1 장 연구로개요
 - 제 2 장 원자력발전소 운전
 - 제 3 장 감마선 분광학
 - 제 4 장 감마선 계측 통계학
 - 제 5 장 방사선 차폐
 - 제 6 장 중성자속(Neutron Flux) 측정
 - 제 7 장 방사성동위원소 생산
 - 제 8 장 중성자 방사화분석

[부록 2] 원자로 실험 · 실습 교재 Ⅱ

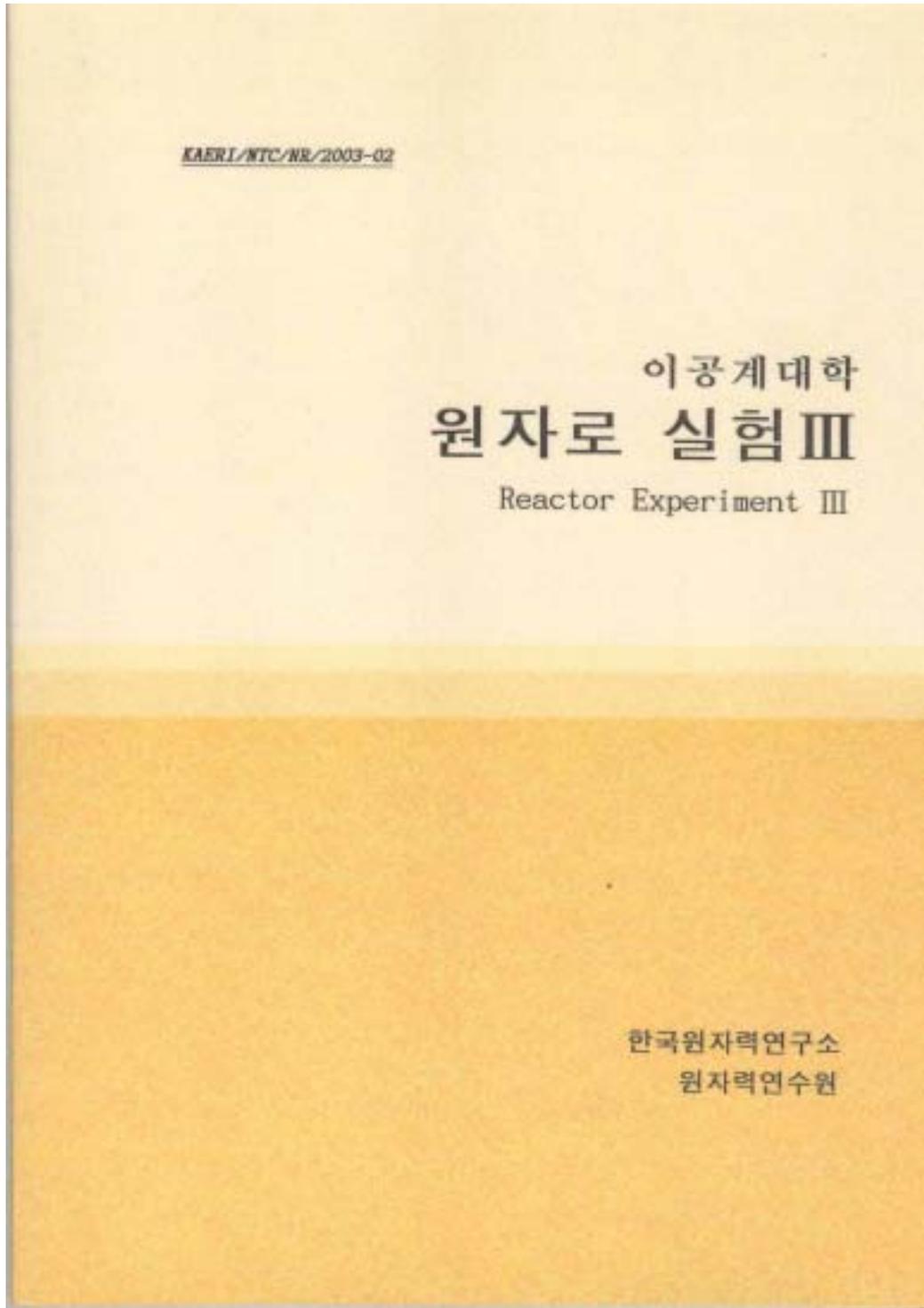


원자로 실험 II

목 차

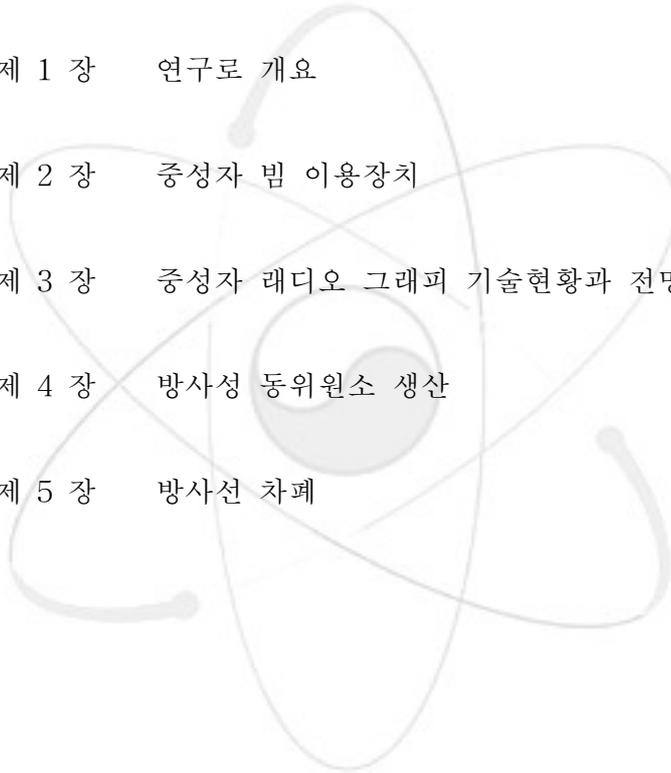
- 제 1 장 환경방사능(환경중 자연방사능의 거동)
- 제 2 장 원자로 재료
- 제 3 장 방사화학(방사화학 분석기술)
- 제 4 장 중성자 래디오 그래피 기술현황과 전망

[부록 3] 원자로 실험 · 실습 교재 Ⅲ

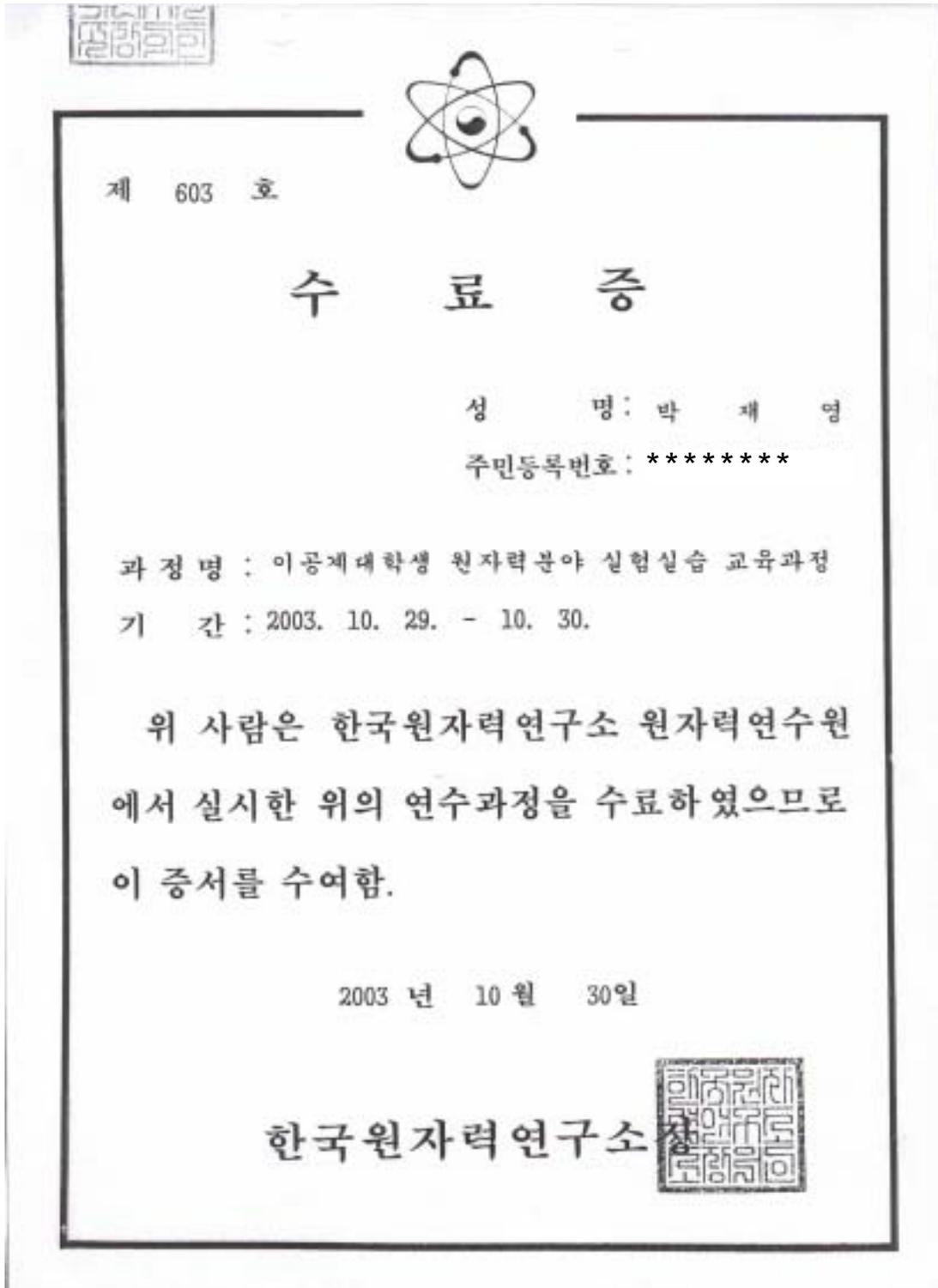


원자로 실험 III

목 차

- 
- 제 1 장 연구로 개요
 - 제 2 장 중성자 빔 이용장치
 - 제 3 장 중성자 래디오 그래피 기술현황과 전망
 - 제 4 장 방사성 동위원소 생산
 - 제 5 장 방사선 차폐

[부록 4] 이공계 대학생 수료증 (예시)



서 지 정 보 양 식

서 지 정 보 양 식					
수행기관보고서번호		위탁기관보고서번호	표준보고서번호	INIS 주제코드	
KAERI/RR-2428/2003					
제목 / 부제		이공계 대학생 원자력분야 실험교육과정 개발 및 운영			
연구책임자 및 부서명		서경원, 원자력연수원			
연구자 및 부서명		주용창, 김지영			
출판지	대전	발행기관	한국원자력연구소	발행년	2004. 3
페이지	52 p.	도표	있음(0), 없음()	크기	Cm.
참고사항	2003. 3. 1. ~ 2004. 2. 28, 자체연구개발사업				
공개여부	공개(0), 비공개()		보고서종류	연구보고서	
비밀여부	대외비(), _ 급비밀				
연구위탁기관			계약번호		
초록 (15-20줄내외)		<p>본 보고서는 한국원자력연구소 연구용 원자로 및 원자로 주변시설을 이용하여 이공계 대학생들에게 실험실습을 함으로써 다양한 원자력분야의 현장 체험은 물론이고 앞으로 장래의 전공분야 선택에 큰 도움이 되고자 하는 내용을 수록하였다.</p> <p>본 연구의 목적은 이공계 대학생들을 대상으로 하나로 및 하나로 주변시설을 이용한 전문화된 교육 기회를 제공하고 다양한 커리큘럼을 개발·운영함으로써 국내 연구기반의 활성화와 하나로의 다양하게 활용하는데 목적이 있으며 이를 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였다.</p> <p>첫째, 하나로를 이용한 전문연구 교육과정을 다양하게 개발하고 지속적으로 운영함으로써 대학생들에게 하나로 활용 기회를 제공한다.</p> <p>둘째, 대학생을 대상으로 하는 원자로 학생실험실습을 지속적으로 운영함으로써 관련 전문가를 양성하는데 이바지한다.</p> <p>셋째, 이공계대학생을 대상으로 하나로 학생실험실습을 개발 운영함으로써 향후 잠재 이용자를 육성할 뿐만 아니라 그 주변을 확대하는데 목적이 있다.</p> <p>마지막으로 이상과 같이 개발 운영되는 각 교육과정은 연구용 원자로인 하나로의 이용을 더욱 활성화하여 궁극적으로 원자력 저변인구를 확대하고 올바른 원자력정책 및 기술기반을 확립하는 주요 자원이 될 것이다.</p>			
주제명 키워드 (10단어내외)		하나로, 교육프로그램, 원자력 인력양성, 원자로실험실습, 하나로 주변시설, 이공계 대학생			

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

Performing Org. Report No.	Sponsoring Org. Report No.	Standard Report No.	INIS Code	Subject
KAERI/RR-2428/2003				
Title / Subtitle		Development and Implementation of Education Programs on Nuclear Experiment for University Student of Science and Technology		
Project Manager and Department		K. W. Seo (Nuclear Training Center)		
Researcher and Department		Y. C. Ju, J. Y. Kim		
Publication Place	Daejeon	Publisher	Kaeri	Publication Date
				2004. 3
Page	52 p.	Ill. & Tab.	Yes(0), No ()	Size
				Cm.
Note	2003. 3. 1 ~ 2004. 2. 28			
Open	Open(0), Closed()		Report Type	
Classified	Restricted(), __Class Document			
Sponsoring Org.		Contract No.		
Abstract (15-20 Lines)		<p>This report was written as following contents, to provide experience of work place and experiments using HANARO and its facilities, to provide a chance for that selection of various major scopes in the future for university students of science and technology by KAERI.</p> <p>Purpose of this research is to offer a specialized education opportunity by using HANARO and its facilities to university students by developing and operating various curriculum for future users. This is purposeful in various practical ways and achieves follow -up research for this area.</p> <p>First, this practice offers the opportunities to university students by developing various and continuously operating research processes by using HANARO.</p> <p>Second, reactor experiments of the university students contributes to the training for specialist as the training on operating reactor practices are continuous.</p> <p>Third, student experiments for the university students of science and technology are purposeful in developing and magnifying base-users as well as the related specialists of the nuclear power industry hereafter.</p> <p>Finally, training courses utilizing nuclear reactor facilities activate and expand various fields, and they become to important resources for establishing a nuclear energy policy and technology.</p>		
Subject Keywords (About 10 words)		HANARO, Education Programs, Nuclear manpower development, Reactor Experiment, HANARO Faculties for work fields, university student of science and technology		