

**『4단계 BK21사업』 미래인재양성사업(과학기술분야)**  
**교육연구단(팀) 자체평가보고서**

접수번호	-							
사업 분야	응용과학	신청분야	의학	단위	지역	구분	교육연구팀	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	원자력공학	방사선공학	의공학	기초의학			
	비중(%)	70		30				
교육연구 단(팀)명	국문) 미래의료방사선 융합교육연구팀							
	영문) Education and Research Team for Future Medical Radiation Science							
교육연구 단(팀)장	소 속	연세대학교(미래캠퍼스) 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 방사선융합공학과						
	직 위	교수						
	성명	국문	민 철 희		전화			
					팩스			
		영문	Chul Hee Min		이동전화			
E-mail								
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (20.9~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)	4차년도 (23.3~24.2)	5차년도 (24.3~25.2)		
	국고지원금							
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)							
자체평가 대상기간	2023.9.1.-2024.8.31.(12개월)							
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2024년 11월 12일</p>								
작성자	교육연구단(팀)장				민 철 희 (인)			
확인자	연세대학교 원주산학협력단장				기 재 홍 (인)			



## 〈자체평가 보고서 요약문〉

<b>중심어</b>	학생중심 교육연구	학생 미래성공	세계적 연구성과
	산업문제 해결	생애 전주기 맞춤형	다학제간 융합교육
	4차 산업혁명	첨단의료방사선	국제의학물리전문인
<b>교육연구단(팀)의 비전과 목표 달성정도</b>	<p>□ 체계적인 교육목표와 비전의 설정을 통해 의료방사선 특화 교육과정을 개발·운영하고 있으며 IOMP 국제 인준을 통한 학생중심의 교육 프로그램을 활성화하였음.</p> <p>□ 방사선공학트랙과 의학물리트랙으로 나누어 전공교과과정을 편성하였으며, 공통 필수과정 + 세부전공과정 + 실무교육 + 연구 + 학생참여 과정을 통해 체계화된 교육 프로그램을 운영하고 있음.</p> <p>□ 교육의 국제화를 위해 각종 융합교육연구워크숍 및 교육 프로그램을 이수 시키고, 국내·외 석학 등의 초청 강연 등을 통해 교육 및 연구과정의 선진화 및 활성화를 유도하였음.</p> <p>□ 지역 공공기관의 협력을 통해 지역사회 의 현안이나 사회적 이슈, 산업이나 기업의 애로사항 등을 발굴하고 이에 대한 해결방안을 모색하기 위해 협력연구를 수행함.</p>		
<b>교육역량 영역 성과</b>	<p>□ <b>교육연구팀의 교육 성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참여대학원생의 논문실적: 국제 SCI(E)급 22편, 0.98편/1인, 총 IF: 41.50, 평균 IF: 1.886/1편</li> <li>○ 참여대학원생의 학술대회 발표실적: 총 61건 (국제 20편, 국내 41편), 평균 2.71편/ 1인이며, 총 13건의 학술발표 수상 실적을 달성</li> <li>○ 참여대학원생의 특허실적: 국내 등록 1건, 국내 출원 5건, 국제 출원 1건을 달성</li> <li>○ 최신 의료방사선 HW/SW 활용 능력 강화를 위해 X선 일반촬영장치, Dual-energy X선 골밀도 측정 장치, Micro CT 장치, 방사선치료계획 SW, 방사선계측장치, PACS 시스템들을 교육기자재로 활용함.</li> <li>○ 방사선융합공학과 의학물리학 과정의 기초, 핵심, 선택, 실습 과목을 체계적으로 개선 및 교육의 질을 향상시킨 결과, K-CAMPEP 인증을 획득하여 국제적 수준의 교육 체계를 구축함.</li> <li>○ 본 교육과정은 최신 의학물리 연구 경향을 반영하고, 병원 및 연구소와의 협력을 통한 임상실험 및 실증 기반 교육을 강화함으로써, 실무 경험과 연구 능력을 겸비한 수요 기반 맞춤형 전문인력 양성에 힘씀. 궁극적으로는 학생들이 미래 의학물리 전문가로서 첨단 의료 서비스를 구현하고, 의료 기술 발전에 기여하며, 나아가 세계적인 리더로 성장할 수 있도록 지원함.</li> <li>○ 2024년도 자체평가 기간동안 3명의 박사학위 졸업생을 배출하였으며, 이들은 의학물리학자와 의료기기 산업체의 책임연구원으로 취업하여 의료방사선 분야의 전문 인력 양성에 기여함.</li> <li>○ 국제 연구 협력 및 교류를 유지하고, 참여대학원생과 국내/외 전문가 간의 교육·연구 학습공동체를 형성하기 위해 해외 MOU 체결 4회, 해외 장·단기 연수 실적 2회, 우수 외국인 학생 유치 1회를 달성</li> <li>○ 국내·외 석학 초청강연을 포함한 연구 세미나를 7회 개최하였으며, 의학물리분야에서 활용되는 입자치료에 대한 해외 전문가 초청강연인 Next-Gen Particle Therapy 세미나를 성공적으로 개최함.</li> </ul>		
<b>연구역량 영역 성과</b>	<p>□ <b>교육연구팀의 연구 성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참여교수의 논문실적: 국제 SCI(E)급 39편, ESCI: 2편, 7편/1인, 총 IF: 89.53, 평균 IF: 2.184/1편</li> <li>○ 참여교수의 연구과제 수주 계약실적: 정부 연구비 18건(2,038,256 천원), 산업체</li> </ul>		

	<p>연구비 6건(487,600 천원), 1인 평균 420,976 천원 수주 달성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참여교수의 특허실적 11건: 국내 출원 7건, 국내 등록 2건, 국제 출원 2건 참여교수 1인당 평균 1.83건의 특허 출원·등록 성과를 달성</li> </ul> <p><b>□ 교육연구팀의 국제화 성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 참여교수의 국제적 학술활동 참여: 7건의 해외석학과의 공동연구, 18건의 해외 학회 참석</li> <li>○ 참여교수의 국제적 학술활동 역할: 국제 학술지 편집위원 및 심사위원, 국제원자력기구와 국제방사선방호위원회 등 7곳의 저명 위원회 및 학회의 참여위원으로 활동</li> <li>○ 미국 University of Florida, National Cancer Institute, Memorial Sloan Kettering Cancer Center, 영국 Duke University, 중국 Tsinghua University와 국제 공동연구 결과 SCI(E)급 논문 7편을 게재함.</li> </ul> <p><b>□ 교육연구팀의 산학협력 성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산업체 연구비 6건: 487,600 천원, 1인 평균: 81,266 천원</li> <li>○ 지역 산업체와의 연구 성과: (주)한국수력원자력, 사단법인 한국방사선산업학회, 재단법인 한국원자력연구재단, (주)메디칼파크, (주)바텍, (주)네오시스코리아</li> <li>○ 산업·사회 문제 해결 기여 실적: 핵연료집합체 검증을 통한 안전 문제, 폐수처리시설에서의 방사선 피폭, 의료방사선 피폭 증가 문제, 방사선 이용 증가에 따른 환경안전 문제, 고령화 및 시니어 헬스케어 관련 문제와 관련된 연구를 수행함.</li> </ul>
달성 성과 요약	<p><b>□ 교육연구팀의 교육성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현행 학사관리 및 학위수여 기준을 강화하고, 입학-재학-졸업의 전주기적 학사 관리 체계를 도입하여 첨단의료방사선 분야의 MIRAE형 인재를 양성하고 있음.</li> <li>○ 의료방사선 분야의 최신 과학기술 동향 분석 및 현장에서 요구되는 실무적 역량을 강화하기 위해 의료기관, 산업체 및 공공 연구기관의 전문가들을 초빙해 지속적으로 워크숍 및 강연을 개최하고 있음.</li> <li>○ 본 교육연구팀은 교육 프로그램의 국제화를 통해 의료방사선분야의 여러 우수 대학 및 연구소와 공동연구를 수행하기 위한 기반을 마련하였으며, 이를 기반으로 매년 참여대학원생의 국제공동연구의 기회를 확대 추진하고 있음.</li> </ul> <p><b>□ 교육연구팀의 연구성과</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 42편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 39편, 등재전후보지 (ESCI) 2편, 프로시딩 1편으로 참여교수 1인당 평균 7편의 논문성과를 달성하였음. 2022년도 자체평가 기간 대비 논문실적과 비교하였을 때, 저널의 우수성을 평가하는 지표 중 하나인 환산보정 IF(2023 IF)의 합은 223.61% 증가, 논문 1편당 환산보정 IF는 26.17% 증가, 참여교수 1인당 환산보정 IF 합은 223.99% 증가, 환산보정 ES의 합은 159.35% 증가, 논문 1편당 환산보정 ES는 2.04% 증가, 참여교수 1인당 환산보정 ES는 159.57% 증가한 결과를 보임.</li> <li>○ 전년도 대비 모든 지표에서 향상된 수치를 달성하였으며, 이는 저널의 영향력과 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 달성하는데 최선의 노력을 다하고 있다는 것을 보여주는 결과임.</li> </ul>
미흡한 부분 / 문제점 제시	<p>□ 산업체와 지속적이 연구 협력을 이어나가고 있으며, 꾸준한 특허 성과를 보이고 있지만 전년도에 비해 기술이전 결과가 미미한 편이므로 그에 대한 노력이 필요하다고 판단됨.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ BK21 사업 기간 동안 해외 학자와의 팀티칭 강의(2과목 이상) 개설을 위해 해외 우수 대학 및 연구기관과 MOU를 체결함. 향후 Joint Appointment 겸임교수를 지정하고, MOU 체결 대학과 온·오프라인 시스템을 활용한 강좌 개설이 필요함.</li> </ul>
<b>차년도 추진계획</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 지속적인 연구환경 개선을 통해 참여 인력의 연구 역량을 증진시키고 의료방사선 분야의 미래가치 창조라는 비전 구현을 위해 학습자의 요구를 반영하여 시대적·사회적 적합성을 갖춘 질 높은 교육과정을 개발할 것임.</li> <li>□ 외부 전문인력을 겸임교수로 초빙하여 산학협력 강화를 꾀하고 해외 석학 유치를 통한 국제협력 강화 등 참여대학원생들의 연구역량을 향상시키고 궁극적으로 의료방사선 관련 분야 세계 10대 학과 목표 달성을 추진.</li> </ul>

## 1. 교육연구단(팀)장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	민철희	영문	Chul Hee Min
소속기관	연세대학교(미래캠퍼스) 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 방사선융합공학과			

## (1) 사업팀장의 연구역량

- 본 BK21 사업팀장인 민철희 교수는 2011년 한양대학교 원자력공학 박사학위 취득 후 2011년부터 2013년까지 미국 하버드 의과대학 메사추세츠 종합병원(Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, MGH)에서 2년간 박사 후 연구원을 거쳐 2013년도부터 연세대학교 방사선학과/방사선융합공학과 교수로 재직 중이며, 다양한 국제학회 학술활동과 함께 정부 연구 과제를 수주하여 세계적 연구 경쟁력과 특성화 분야의 수월성을 확보해 왔음.
- 사업팀장은 현재까지 80편 이상의 SCI급 논문을 발표하였고, BK21 4단계 기간(2020.09~2024.08) 동안 **24편(평균 6편/년)의 SCIE 논문**을 발표하였음. Applied Physics Letters에 게재된 논문은 500회 이상 인용되었으며, Medical Physics (IF: 4.506, JCR 상위 16.75%)에 게재된 논문은 top cited paper로 선정되는 등 방사선계측 및 방사선치료 분야에서 우수한 연구성과로써 인정받고 있음.
- 사업팀장은 또한 BK21 외에도 다양한 **정부 및 민간 연구 과제(연구비: 약 51억 원 규모)를 수주**하여 BK 21 교육연구팀이 목표로 하는 미래의료방사선 융합교육연구를 통한 사회와 산업 문제 해결 및 국제적 수준의 연구성과를 달성하는 데 크게 기여하였음.

(단위: 천 원)

연번	지원처	과제명	연구비
1	한국수력원자력(주)	Alanine/ESR 및 머신러닝 기반 의료방사선 정밀 선량평가 기술개발	359,880
2	국립암센터	독립형 양성자치료기 도입 방사선발생장치 인허가 등 용역	220,000
3	한국원자력안전재단	핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발	1,665,700
4	한국에너지기술평가원	방사선기술 에너지산업 고도화 인력양성	1,042,654
5	한일원자력(주)	(산업자문) 방사선발생장치 사용 인허가 취득 및 사설 검사 용역 자문	118,460
6	한국수력원자력(주)	생체시료(Alanine/ESR)를 활용한 장기간 고준위 방사선량 평가 기술개발	282,226
7	한국연구재단	즉발감마선/양전자방출체 측정기술 및 기계학습 알고리즘을 이용한 중입자치료 시 환자 체내 선량 분포의 정밀 평가기술 개발	300,000

## &lt;대표 연구과제 수주 실적&gt;

- 사업팀장은 현재 한국방사선방어학회 편집위원장, 한국의학물리학회 법제화위원장으로 활동하고 있으며, 국립환경과학원, 원자력안전위원회, 원자력안전재단, 원자력안전기술원, 한국연구재단 등에서 주관하는 회의에 외부 전문위원으로 참여하고 있음.
- 2019년 MGH에서 방문교수로 근무한 이력을 바탕으로, 현재 “Yonsei-MGH Symposium for Particle Therapy” 를 추진 중에 있으며, 이를 통해 **미래의료방사선 융합교육연구 분야의 국제적 수준의 연구 성과를 달성**하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨.

(2) 사업팀장의 교육 및 행정역량

- 사업팀장은 국제원자력기구와 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제표준 가이드라인에 맞춰 학과의 교육프로그램을 개선하였으며, 2019년 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP)의 의학물리전문인 교육인준위원회(IOMP Accreditation Board)에서 인준하는 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 인정받는 데 program director로 주도적 역할을 수행하였음. 학과가 2022년 12월에 동일한 프로그램에 대한 재인준을 받음으로써, 국제 경쟁력 제고 및 세계적 수준의 연구중심 대학으로의 성장을 재입증하는 데에 기여함.
- 사업팀장은 현재 연세대학교(미래캠퍼스) SW디지털헬스케어융합대학의 연구부학장을 맡아 대학을 대표하여 연구관련 정책결정 및 연구진흥사업 기획/추진 등을 담당하고 있음. 또한 사업팀장은 방사선융합연구소 소장, 방사선융합공학과 학과장, 대한방사선방어학회 편집위원장 등을 맡아 다양한 기관에서 교육 및 행정역량을 발휘하고 있음.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
방사선융합공학과	2023년 2학기	6명	6명	100	
	2024년 1학기	6명	6명	100	

<표 1-2> 자체평가 대상기간(2023.9.1.~2024.8.31.) 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 목록

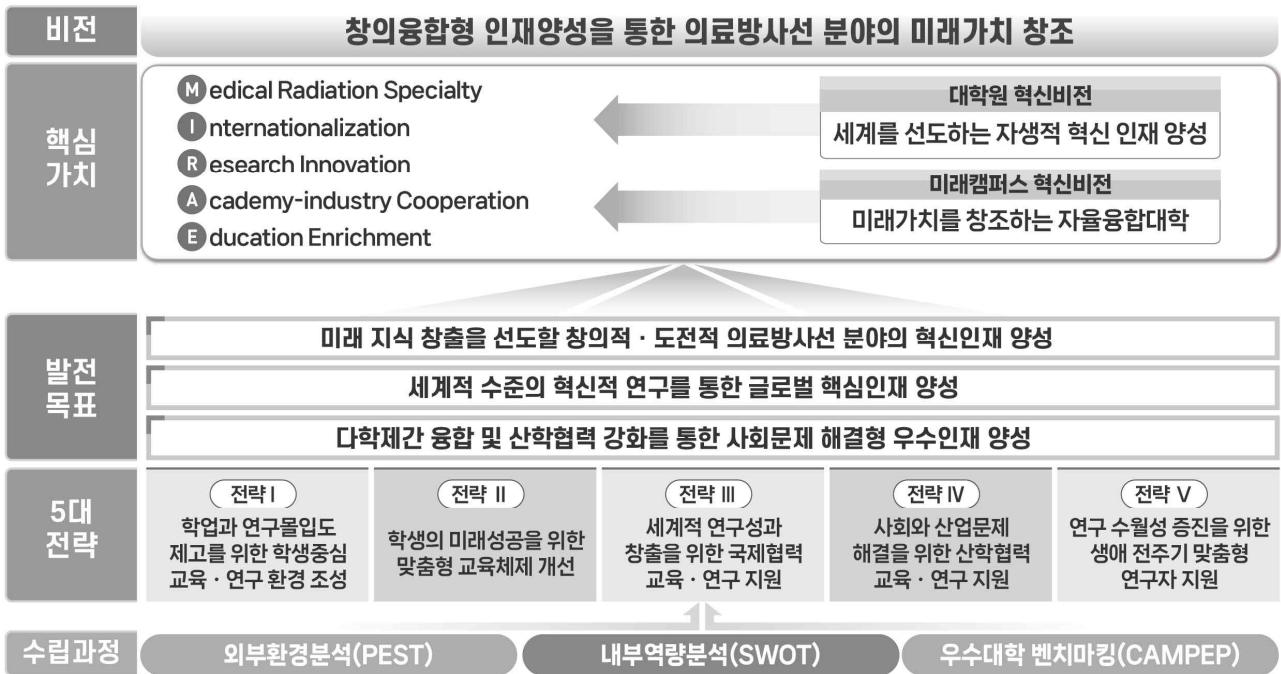
연번	성명	변동 학기	연구자등록번호	세부전공분야	2023년 2학기	2024년 1학기
1	민희	정교수		방사선의료학	참여	참여
2	조성	정교수		방사선의료학	참여	참여
3	한수	정교수		방사선의료학	참여	참여
4	정현	정교수		의학영상시스템	참여	참여
5	엽수	조교수		방사선방어학	참여	참여
6	권용	조교수		회로및시스템	참여	참여

<표 1-3> 교육연구단(팀) 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
방사선융합공학과	2023년 2학기	1	0	0	2	1	50	24	20	83.3	27	21	77.3
	2024년 1학기	1	1	100	2	1	50	30	22	73.3	33	24	72.7
참여교수 대 참여학생 비율				400									

2. 교육연구단(팀)의 비전 및 목표 달성정도

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표



<교육연구팀의 비전 및 목표>

### ① 교육연구팀의 비전

“창의융합형 인재양성을 통한 의료방사선 분야의 미래가치 창조”

#### □ 교육연구팀의 핵심가치 “**MIRAE (미래)**”

- **Medical Radiation Specialty**: 4차 산업혁명시대의 미래지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화
- **Internationalization**: 국제 공동·협력 교육·연구 기반 국제화 역량 강화
- **Research Innovation**: 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보
- **Academy-industry Cooperation**: 사회적 가치 창출 및 성장 기여를 위한 산학협력 강화
- **Education Enrichment**: 미래형 인재 양성을 위한 융·복합 교육 강화

□ 연세대학교 대학원과 미래캠퍼스 혁신 비전에서 추구하는 융복합 교육·연구 혁신계획과 연계하여, 글로벌 연구역량을 갖춘 MIRAE형 인재를 양성하고, 이를 통해 첨단 의료방사선분야의 미래가치를 창조하는 세계적 수준의 연구중심대학원으로 도약.

#### □ 교육연구팀의 발전 목표

- 목표 1. 미래지식 창출을 선도할 창의적·도전적 의료방사선 분야의 혁신인재 양성
- 목표 2. 세계적 수준의 혁신적 연구를 통한 글로벌 핵심인재 양성
- 목표 3. 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 우수인재 양성

## 2.2 교육연구팀의 비전 및 목표 수립 프로세스

□ 교육연구팀의 내·외부 환경과 우수대학 벤치마킹 등을 분석하여 교육연구팀의 비전과 목표를 위한 시사점 도출과 함께 구체적 방안을 수립함.

#### □ 외부환경 분석(PEST) 및 시사점

- 정책(Political), 경제·산업(Economic), 사회·문화(Social), 기술(Technological) 등 주요 영역별 트렌드와 변화의 요인을 분석하여 교육연구팀의 비전과 목표 수립을 위한 시사점을 도출함.

정책(P) 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 혁신성장 8대 선도 사업에 고부가가치 창출이 가능한 ‘바이오헬스’ 추가 및 재정투자 확대</li> <li>• 바이오헬스산업 전주기 생태계 혁신을 위한 융·복합 연구 및 교육 프로그램 요구 확대</li> <li>• 4차 산업혁명 시대에 부합하는 융합교육 필요성 증가</li> <li>• 글로벌 핵심인재 양성 정책 강화</li> </ul>
시사점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정부의 혁신성장 전략에 기여</li> <li>• 의료방사선 융·복합 연구 및 교육 프로그램 개발</li> <li>• 교육 프로그램 국제 인준을 통한 글로벌 핵심인재 양성</li> </ul>

경제·산업(E) 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT 가전, 전기자동차, 바이오, 헬스 등 신산업 등장 및 확대</li> <li>• 강원도 특화분야에 디지털 스마트 헬스케어 지정</li> <li>• 국가혁신클러스터로 지정된 원주 혁신도시를 중심으로 디지털 헬스케어 분야 집중 육성</li> </ul>
시사점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 의료방사선 신산업 성장에 대비한 융합교육 확대</li> <li>• 지역사회 성장을 위한 강원/원주 의료산업과 연계·협력</li> <li>• 사회문제 해결형 전문인력 공급 기반 확보</li> </ul>

사회·문화(S) 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인구고령화 및 생활 습관 등의 변화로 인한 노인성질환 및 만성질환의 지속적 증가</li> <li>• 삶의 질 중시 트렌드 확산</li> <li>• 바이오 헬스 및 의료기기 산업 성장</li> <li>• COVID-19 팬데믹 상황에 따른 원격진료 관심 확대</li> </ul>
시사점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국민건강, 복지증진에 기여</li> <li>• 환자맞춤형 진단 및 치료효과 극대화를 위한 의료방사선 첨단 기술 연구</li> <li>• 사회문제 해결을 위한 다학제간 융합 교육 및 연구 프로그램 개발</li> </ul>

기술(T) 분석
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차 산업혁명 시대 도래에 따른 신기술 및 신산업 등장</li> <li>• 기술간 융·복합 가속화</li> <li>• ICT 기술의 발전에 따른 융·복합 교육 요구 증가</li> </ul>
시사점
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4차 산업혁명 기술 및 환경 변화 대응</li> <li>• ICT 기술과 의료방사선 기술간의 초연결 융합 체계 구축</li> <li>• 빅데이터 및 테라노스틱스 의학과 의료방사선 기술과의 융합 연구 추진</li> </ul>

〈외부환경 분석 및 시사점 요약〉

- 이러한 외부환경분석(PEST)을 기반으로 본 교육연구팀은 ICT 기반 의료방사선 분야의 융복합 교육·연구를 통해 미래 신(新)산업과 사회가 요구하는 ‘사회 문제 해결형 융합인재 양성’이 필요함.

□ 교육연구팀의 내부환경 분석(SWOT) 및 시사점

- 강원지역에 소재한 연세대학교 미래캠퍼스 일반대학원 방사선융합공학과와 대내적 역량 강화 요인을 분석하여 교육연구팀의 비전과 목표 수립을 위한 시사점을 도출함.

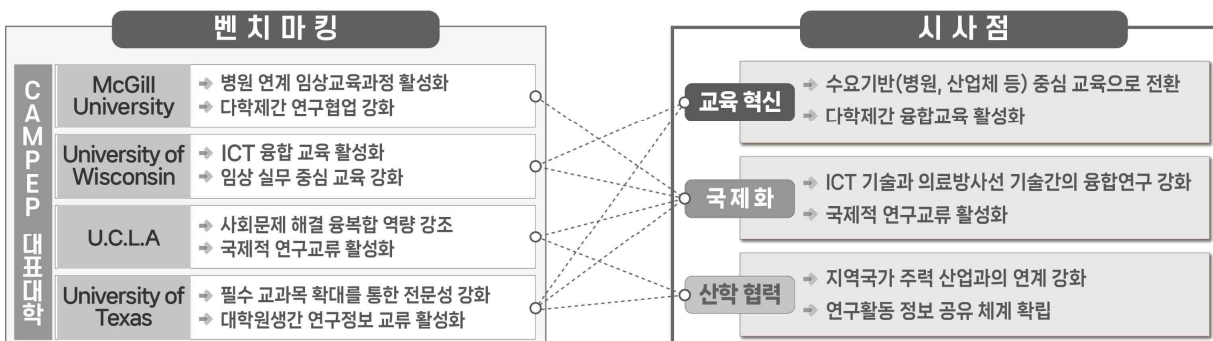
<div style="text-align: center;"><b>SWOT 분석</b></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>✓ Strength</span> <span>✓ Opportunity</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>✓ Weakness</span> <span>✓ Threat</span> </div>	내부(학과/학교) S	내부(학과/학교) W
		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국제의학물리전문인 교육기관 인준</li> <li>· 의료방사선 분야에 특화된 교수진</li> <li>· BK21플러스 사업의 성공적 수행</li> </ul>
외부(지역 사회) O	시사점	
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 강원지역의 의료 기반 발전계획 수립</li> <li>· 고령화 시대에 따른 헬스케어 분야 성장</li> <li>· 새로운 기술 출현과 기술간 융복합 활성화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 의료방사선 분야 특성화 추진</li> <li>· 사회문제 해결 기반의 지역산업 연계 교육 및 연구 강화</li> <li>· ICT 융합 및 다학제간 융합을 통한 교육 및 연구 강화</li> <li>· 국제학술활동 지원 확대</li> <li>· 국제협력 교육 및 연구 강화</li> <li>· 병원 연계 교육 및 연구 강화</li> <li>· 장학금 지원 확대</li> </ul>	
외부(지역 사회) T		
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 강원지역 의료방사선 선도기업 부재</li> <li>· 학령 인구 감소</li> <li>· 인재의 수도권 대학 진학 집중</li> </ul>		

〈내부환경 분석 및 시사점 요약〉

- 본 교육연구팀은 국내에서는 거의 유일하게 의료방사선 분야의 다양한 전문가들로 교수진이 구성되어 있으며, 성공적인 BK21플러스 사업 경험을 통해 의료방사선 분야의 전문가 양성을 위한 지속적인 교육·연구과정을 개발 및 운영해 왔음.
- 본 교육연구팀은 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP) 자체교육기관인 국제이론물리센터를 제외하고, **2019년에 세계 최초로** 의학물리전문인 교육인준위원회(IOMP Accreditation Board)의 ‘**국제의학물리전문인 교육기관**’ 자격을 인준받았으며, **2022년 재인준을 완료함**.
- 본 교육연구팀의 교육프로그램은 2019년에 IOMP의 기준안에 따라 개편되었으며, 의료방사선 분야의 실무 역량을 갖춘 전문인재를 양성하기 위해 **병원과 연계한 실험 실험·실습 위주의 교과목을 개발**하여 교육 효과를 극대화함.

□ 세계 우수 대학 벤치마킹(CAMPEP) 및 시사점

- 세계 우수 대학에서 Commission on Accreditation of Medical Physics Education Programs (CAMPEP)의 인준을 받아 대학원 교육프로그램을 운영하고 있는 점에 주목하여, 이들 대학을 벤치마킹하여 교육연구팀의 비전과 목표 수립을 위한 시사점을 도출함.
- 의료분야 글로벌 연구중심 대학 가운데 CAMPEP 인준 후 20년 이상 해당 프로그램을 운영하고 있는 대표적인 4개의 대학(McGill University, University of Wisconsin, University of California Los Angeles, The University of Texas MD Anderson Cancer Center)을 벤치마킹함.



〈우수 대학 벤치마킹 및 시사점 요약〉

- 4개 벤치마킹 대학의 교육과정과 연구활동을 분석하여, 아래와 같은 시사점 도출
  - 이론중심의 교육을 탈피하여 병원 및 산업체와의 유기적인 연계를 바탕으로 한 실험·실습기반 실무교육 강화
  - ICT 연계교육 및 다학제간 융합교육을 통한 혁신적 연구역량 확보
  - 대학원생들의 능동적 연구활동 증진 및 국제화 역량 강화
  - 지역·국가 주력 산업과 연계한 교육·연구 활성화를 통한 사회문제 해결 능력 고취
- 벤치마킹 결과를 바탕으로, 세계적 수준의 의료방사선 분야 연구중심대학원으로 도약하기 위한 교육연구팀의 비전과 목표를 아래와 같이 설정
  - 비전: “창의융합형 인재양성을 통한 의료방사선 분야의 미래가치 창조”
  - [목표 1] 미래지식 창출을 선도할 창의적·도전적 의료방사선 분야의 혁신인재 양성
  - [목표 2] 세계적 수준의 혁신적 연구를 통한 글로벌 핵심인재 양성
  - [목표 3] 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 우수인재 양성

### 2.3 교육연구팀의 비전 및 목표 대비 실적

□ 미래 목표 달성을 위한 5개의 핵심 전략을 토대로 각 핵심전략의 세부과제들을 수행하고 목표를 달성함.

5대 핵심 전략	5대 핵심 전략
학업과 연구몰입도 제고를 위한 학생중심 교육·연구 환경 조성	<b>1-1</b> 장학금 지원 확대 <b>1-2</b> 연구 성과 제고를 위한 지원제도 강화 <b>1-3</b> 연구몰입도 증진을 위한 연구환경 개선 <b>1-4</b> 신진연구인력 연구환경 개선 <b>1-5</b> 연구수월성 제고를 위한 연구환경 개선
학생의 미래성공을 위한 맞춤형 교육체제 개선	<b>2-1</b> 혁신적 교수법 도입 <b>2-2</b> 교육과정 개선을 위한 선순환 체계구축 <b>2-3</b> 전주기적 학사관리 체제 고도화 <b>2-4</b> 다학제간 융합 교과목 개발 및 운영 <b>2-5</b> 연구 수월성 증진을 위한 학위심사 제도 개선 <b>2-6</b> 연구업적물의 질적 우수성 향상을 위한 졸업요건 강화
사회와 산업문제 해결을 위한 산학협력 교육·연구 지원	<b>3-1</b> 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화 <b>3-2</b> 현장맞춤형 실습 교과목 개발 및 운영 <b>3-3</b> 사회문제 해결형 교과목 개발 및 운영 <b>3-4</b> 연구역량 향상을 위한 산학협력 연구 활성화 <b>3-5</b> 산업·사회문제 해결을 위한 첨단 의료방사선 연구 활성화 <b>3-6</b> 산업·사회 문제 해결을 위한 인적교류 활성화 <b>3-7</b> 산업·사회 문제 해결을 위한 물적교류 활성화

5대 핵심 전략	5대 핵심 전략
세계적 연구 성과 창출을 위한 국제협력 교육·연구 지원	4-1 국제협력 교육 강화
	4-2 국제화 역량 강화 프로그램 확대
	4-3 국제학술활동 및 국제교류 지원 강화
	4-4 국제 공동 교육프로그램 개발 및 운영
	4-5 교육프로그램의 국제화를 위한 지원 강화
	4-6 국제공동연구 확대 추진
	4-7 국제 교류 활성화를 위한 지원 확대
	4-8 연구역량 향상을 위한 국제 공동연구 활성화
	4-9 세계적인 경쟁력을 갖춘 해외 연구 인력과의 교류 확대
연구 수월성 증진을 위한 생애 전주기 맞춤형 연구자 지원	5-1 예비 대학원생 체험 프로그램 강화
	5-2 연구역량 강화 프로그램 확대
	5-3 우수 신진연구인력 확보를 위한 방안 개선
	5-4 신진연구인력 교육 및 연구 지원 강화
	5-5 신진연구인력 취업 지원 강화
	5-6 연구역량 향상을 위한 첨단 의료방사선 연구 활성화

**[전략 1] 학업과 연구몰입도 제고를 위한 학생중심 교육연구 환경 조성**

- 참여대학원생의 연구 활동 촉진 및 안정적 지원을 위해 1인당 평균 2023년도 2학기 2812.2 천원, 2024년도 1학기 5,375.5 천원의 장학금을 지급하였으며, 2023년 2학기부터 대학원혁신지원 자율장학금을 신설하여 BK21 참여대학원생 중 학과별 자체 선발 기준을 통해 선정된 학생에게 1인당 최대 100만원의 장학금을 지원하였음.
- 교육연구팀 참여대학원생의 학업 성취도 및 연구 활동 향상을 위한 노력의 일환으로, 자발적인 경쟁 체제를 구축하고 이에 따른 장학금을 지급하였음. 세부적인 평가 기준 및 장학금 지급 내역은 다음과 같음.

<표 1-4> 우수 참여대학원생 장학금 지급 내역

비목	성명	평가점수	집행금액(원)	비고
대학원생 연구장학금	성	68	1,000,000	대학원혁신지원사업 자율장학금
	이	67	1,000,000	
	심	66	1,000,000	
	천	62	1,000,000	
	최	55	1,000,000	
	백	49	500,000	BK 4차년도 사업비
	정	49	500,000	
총액 합계			6,000,000	

<표 1-5> 참여대학원생 인센티브 지급을 위한 사업기여도 평가 기준 및 지표\*

	참여대학원생 A	참여대학원생 B	....	참여대학원생 Z
기여도 평가항목				
1. 참여도				
1) 학술 세미나 참여 횟수, 1점/회				
2) 교육 프로그램(학술워크숍 등) 참여 횟수, 2점/회				
<b>참여도 점수 소계(최대 10점)</b>				
2. 연구업적				
1) 국내 KCI 1저자, 10점/편				
2) 국내 KCI 공동저자, 2점/편				
3) 국내/국제 SCIE 1저자, 20점/편				
4) 국내/국제 SCIE 공동저자, 4점/편				
5) 국내 학술대회 구두발표, 2점/편				
6) 국제 학술대회 구두발표, 4점/편				
7) 국내 특허 출원, 2점/건				
8) 국제 특허 출원, 4점/건				
9) 국내/국제 수상실적, 5점/건				
**국내/국제 특허 등록, 건당 4점 가산**				
<b>연구실적 점수 소계(최대 80점)</b>				
3. 학업성취도				
100% - 96% (>3.90): 10점				
95%-91% (>3.50): 8점				
90%-86% (>3.00): 6점				
85% 이하 (≤3.00): 0점				
**각 과정 수료생: 6점				
<b>학업성취도 점수 소계(최대 10점)</b>				

\*표 6을 근거로 참여대학원생의 사업기여도를 평가하였으며, 종합 평가에서 우수한 성과를 보인 상위 학생들에게 장학금을 지급하였음.

- 2024년 7월, 산학관 실험실 환경 개선을 목적으로 냉방 설비(에어컨) 설치 공사를 완료하여, 연구 및 학습 활동에 최적화된 공간을 조성함.



- 2024년 8월, 신진연구인력이 연구에 전념할 수 있는 환경을 조성하기 위해 전용공간을 확충함.



작업내용      백운관 435호 - 연구실 개선 작업



작업내용      백운관 435호 - 공기청정기 설치

**[전략 2] 학생의 미래성공을 위한 맞춤형 교육체제 개선**

- 현재 본 교육연구팀은 “창의융합형 인재양성을 통한 의료방사선 분야의 미래가치 창조” 라는 비전 구현을 위해 학습자의 요구를 반영하고, 시대적·사회적 적합성을 갖춘 질 높은 교육과정을 편성하여 충실하게 운영함.

연구목표	다학제간 융·복합	연구 핵심내용
ICT융합 방사선기술		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인공지능 및 빅데이터 기반의 의료영상 재구성 및 영상진단 및 치료기술</li> </ul>
첨단 방사선 신기술		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 진단·치료시 방사선 피폭 최소화를 위한 개인맞춤형 초정밀 방사선 진단 및 치료 시스템 핵심기술</li> <li>■ 기능적/해부학적 융·복합 의료방사선 영상 시스템을 이용한 분자영상학적 진단 바이오마커 및 정밀표적치료마커 기반의 진단 및 치료기술</li> </ul>
방사선의학 실용화		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 방사선융합공학 기술의 기초연구 및 전임상 - 임상연구 연계를 통한 방사선의학 실용화기술</li> </ul>

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 총 22편의 국제 SCI(E) 논문 게재 성과를 달성하였으며, 2023 impact factor (2023 IF) 총 합은 41.50 이며, 논문 1편당 평균 IF는 1.886을 달성하였음.

- 아래 표와 같이 2022년 자체평가 기간에 비해 거의 모든 지표에서 향상된 수치를 달성하였으며, 이는 저널의 영향력과 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 잘 나타내는 결과라고 판단됨.

<표 1-6> 참여대학원생의 전년도 대비 논문 성과

구 분		2022년 자체평가 기간 (2021.09 - 2022.08)	2024년 자체평가 기간 (2023.09 - 2024.08)	증감
논문 편수	논문 총 편수	13	22	+
	논문의 환산 편수의 합	6.73	6.65	-

	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	0.39	0.30	-
Impact Factor (IF)*	IF=0이 아닌 논문 총 편수	13	22	+
	IF의 합	27.69	41.50	+
	환산보정 IF의 합	4.93	9.71	+
	논문 1편당 환산보정 IF	0.38	0.44	+
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF	0.29	0.43	+
Eigenfactor Score (ES)**	ES=0이 아닌 논문 총 편수	13	22	+
	ES의 합	1.33	0.24	-
	환산 보정 ES의 합	7.41	10.56	+
	논문 1편당 환산보정 ES	0.57	0.48	-
	참여대학원생 1인당 환산보정 ES	0.45	0.47	+
	평가기간 평균 참여대학원생 수	16.5	22.5	+

- IF\* 및 ES\*\*의 정보는 아래 웹페이지에서 제공되는 BK21 사업 전용 지표를 사용하였음:

<http://s2journal.bwise.kr/jcr/jcrCategoryRankingPage.do>

- 논문 편수 환산 공식: 주저자 1인의 논문 환산 편수 =  $\min(1/(m+0.5), 0.5)$  (단, n = 0일 때는 1/m)

· m: 주저자(제1저자 + 교신저자) 수

· n: 기타저자(주저자를 제외한 저자)수

· T: 총 저자수 (= m + n)

- 기타 저자 1인의 논문 환산 편수(n > 0) =  $1 - m * \min(1/(m+0.5), 0.5) / n$

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 4단계 BK21 사업 기간 내 매년 우수한 성과의 질적 향상을 지향하고 있으며, 체계적이고 지속적인 융복합 교육·연구를 통해 참여대학원생 1인당 논문환산편수를 향상시키려는 노력을 지속할 예정임.

○ 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 41편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 39편, 국내 학진등재지 ESCI 2편으로 참여교수 1인당 평균 6.83편의 논문 성과를 달성함.

- 아래 표와 같이 2023 impact factor (2023 IF) 총 합은 89.53 이며, 1편당 평균 IF는 14.92, 참여교수 1인당 논문 환산 편수는 2.37을 달성하였음.

<표 1-7> 참여교수의 전년도 대비 논문 성과

구 분		2022년 자체평가 기간 (2021.09 - 2022.08)	2024년 자체평가 기간 (2023.09 - 2024.08)	증감
논문 편수	논문 총 편수	18	42	+
	논문의 환산 편수의 합	11.833	14.24	+
	참여교수 1인당 논문 환산 편수	1.972	2.37	+
Impact	IF=0이 아닌 논문 총 편수	16	41	+

Factor (IF)*	IF의 합	41.233	89.53	+
	환산보정 IF의 합	6.854	22.18	+
	논문 1편당 환산보정 IF	0.428	0.54	+
	참여교수 1인당 환산보정 IF	1.142	3.70	+
Eigenfactor Score (ES)**	ES=0이 아닌 논문 총 편수	16	41	+
	ES의 합	1.382	0.51	-
	환산 보정 ES의 합	9.408	24.40	+
	논문 1편당 환산보정 ES	0.588	0.60	+
	참여교수 1인당 환산보정 ES	1.568	4.07	+
	평가기간 평균 참여교수 수	6	6	

- 2024년에는 논문 총 편수와 논문의 환산 편수에서 2022년 대비 증가세를 보였으며, IF와 ES 등 저널의 질적 지표에서도 전년 대비 상승한 수치를 기록하였음. 본 교육연구팀은 단순한 논문 편수 증가가 아닌 저널의 IF와 ES뿐만 아니라 연구의 영향력과 우수성을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 달성하고자 지속적으로 노력하고 있음.
- 이러한 교육연구팀의 목표는 한국연구재단의 BK21 사업 초기부터 현재, 그리고 미래의 차세대 인재양성 사업목적에 부합한다고 판단되며, 본 교육연구팀에서는 4단계 BK21 사업 기간 내 매년 우수한 성과의 질적 향상을 지향하고 있음.
- 본 교육연구팀의 참여교수 및 참여대학원생의 최근 1년간 국내·외 특허 총 11건(국내 출원: 7건, 국내 등록: 2건 / 국제 출원 2건)의 성과를 달성하였음.
- 개설된 교과과정의 충실성을 객관적으로 평가하기 위해 매 학기 다문항의 강의평가를 실시하고 있으며, 이를 통해 수업내용, 강의수준, 만족도 등을 정량적으로 평가하고 미흡한 부분을 지속적으로 보완함.
- 학습자의 수요조사, 임상기관 및 산업체의 의견조사 결과를 바탕으로 교과과정 및 교과내용 개선 시 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교육과정의 질적 관리(교육과정 개편)를 시행함.
- 교육혁신위원회의를 개최하여, 체계적인 의료방사선 특화 인재양성을 위해 국제의학물리전문인 교육과정 및 대학원 교과과정을 재편성하고, 신설 및 조정된 과목을 반영하여 커리큘럼을 새롭게 개편하였음.
- 의학물리학 교과목(의학물리 핵심 8과목, 선택 12과목, 실습 2과목)은 다음과 같이 개편됨.
  - 핵심 과목에서 3과목(의학물리특론1, 고급 방사선 생물학, 방사선 해부학 및 생리학 특론)이 제외되고 3과목(고급방사선량평가, 입자치료물리학1, 선형시스템특론)이 새롭게 포함됨.
  - 핵심 과목에서 2과목(고급디지털영상처리, 방사선치료정도관리학)이 제외되고 2과목(디지털영상처리 및 화질론, 입자치료물리학2)이 새롭게 포함됨.
  - 실습 과목에는 1과목(최신방사선치료계획)이 추가 신설됨.

- 새로운 교육프로그램을 통해 세계적 수준의 교육을 제공하고, 이를 바탕으로 한 우수한 연구 성과는 다시 교과목 교육에 반영하여 지속적으로 교육의 질을 향상시키는 교육-연구 선순환 구조를 구축하여 운영 중에 있음.
- 본 교육연구팀은 다양한 의료방사선 전공분야의 지식 및 강의 수월성을 보유한 교수들로 구성되어 있으며, 각 교수당 학기별 1과목, 2년간 총 4과목을 담당하게 하여 수업 준비 시간을 충분히 확보함으로써 교육의 질을 높임.
- 창의적·도전적 MIRAE형 인재 양성 및 우수 인력을 배출하기 위해 학위 취득 요건을 강화하였음.
  - 박사과정 학생은 학위 중 주저자로 SCI급 국제학술지에 논문게재 2편을 의무화 함.
  - 석사과정 학생은 학위 중 주저자로 국내 우수학술지에 논문게재 1편을 의무화 함.
  - 매년 1회 이상 국내외 학술대회에 참가 및 연구결과 발표를 의무화 함.
  - 석사 및 박사학위 논문은 100% 영문으로 작성을 의무화 함.
  - 전공교과과정은 방사선공학트랙과 의학물리트랙으로 나누어 편성하였으며, 공통필수과정 + 세부 전공과정 + 실무교육 + 연구 + 학생참여 과정을 통해 체계화된 교육 프로그램을 운영 중에 있음.
  - 학위조건과 관련된 내용을 학과 내규에 반영하여 2021년 신입생부터 적용하였음.
  - 실무형 인재 양성을 위하여 차세대 의료방사선 분야에서 요구되는 ‘학생 참여주도 핵심실험 교육’을 운영 중에 있으며 과목 이수를 졸업 요건으로 강화하여 시행하고 있음.

### [전략 3] 사회와 산업문제 해결을 위한 산학협력 교육·연구 지원

- 본 교육연구팀은 최근 1년간 총 2,525,856 천원의 연구과제 수주 계약 성과를 달성하였으며 (산업체 연구비 6건: 487,600 천원, 정부 연구비 18건: 2,038,256 천원), 참여교수 1인당 평균 연구비 수주 계약액은 420,976 천원의 성과를 달성하였음.
- 연구과제 수주 계약 성과는 아래 표와 같이 전년도(2020년 9월-2023년 8월) 연구비 수주 계약금액과 비교했을 때, 정부 과제 계약액은 13.70%, 산업체 과제 계약액은 73.15%, 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액은 21.77% 증가한 우수한 실적을 달성하였음.
- 2022년 1학기 3월부터 방사선 융합과학 분야의 최신기술 및 현장에서 적용되고 있는 기술에 대해 산업체 세미나 교과목을 개설하여 교육을 진행하였으며, 참여대학원생들이 실무 지식을 습득하고 산업 현장과의 연계를 강화할 수 있도록 운영 중임.
- 더 나아가 본 교육연구팀의 우수한 교육·연구역량을 바탕으로 과학기술·산업·사회 문제를 해결하는데 최상의 기여를 할 것으로 예상됨.
- 현재 임상 및 산업체에서 사용되고 있는 최신 의료방사선 HW/SW 활용 능력 강화를 위해 X선 일반촬영장치, Dual-energy X선 골밀도 측정 장치, Micro CT 장치, 방사선치료계획 SW, 방사선계측 장치, PACS 시스템들을 교육기자재로 활용하고 있음.
- 본 교육연구팀은 첨단 의료방사선 특화 인재양성과 더불어 산학협력 친화 연구사업을 단계적으로 확대하며 현장맞춤형 인재양성의 비전을 실현하고자 최근 1년간 다양한 산학협력 연구과제 진행 및 기술이전 추진, 특허등록/출원 등 활발한 교류를 진행하였음.

- 본 교육연구팀은 현재에도 지속적으로 산업체[(주)한국수력원자력, 재단법인 한국원자력연구재단, (주)바텍, (주)우리엔, (주)네오시스코리아]와의 산학협력 공동연구를 수행 중에 있으며, 최첨단 의료방사선 관련 기술개발을 통한 애로기술 해결, 현장 실무능력을 갖춘 교육연구팀의 인재양성, 기술이전을 통한 제품화 및 사업화 연계로 산업체의 기술 경쟁력 강화에 기여하기 위해 노력하고 있음.
- 차세대 방사선융합기술 기반의 의료 및 산업 안전 분야 연구개발에 관한 주제로 미래의료방사선 융합교육 연구워크숍을 5회 개최하였으며, 본 교육연구팀 소속 참여연구진 뿐만 아니라 국내외 관련 분야 전문가들이 참여하였음(발표자 포함 평균 30여명 이상 참여).
- 학생들의 주도적인 참여를 통해 학술 발표를 진행하고 있으며, 참여교수, 국내외 우수 연구자 및 산학연 네트워크 전문가들과의 토론을 통해 활발한 연구 교류를 지원하고 있음.
- 본 교육연구팀은 첨단 의료분야의 국내외 전문가를 초빙하여 강연을 시행하였으며, 참여연구진과의 연구 결과 및 미래 연구방향에 대해서 토의를 진행한 바 있음.
  - 2024년 6월 8일 연세암병원에서 BK21 교육연구팀이 연세암병원, 중입자치료연구소, 가톨릭대학교와 공동으로 학술세미나를 개최함. 본 세미나는 의학물리 분야에서 활용되는 입자치료의 최신 동향 및 기술에 대해 전문가 초청 강연으로 진행됨. 초청된 전문가들은 다음과 같음.
    - ▶ Harald Paganetti (Massachusetts General Hospital)
    - ▶ Helen Shih (Massachusetts General Hospital)
    - ▶ Choonsik Lee (National Cancer Institute)
    - ▶ Chris Beltran (Mayo Clinic)
    - ▶ Justin Park (Mayo Clinic)
    - ▶ Jan Schuemann (Massachusetts General Hospital)
    - ▶ Xun Jia (Johns Hopkins Medicine)
    - ▶ Taku Inaniwa (National Institutes for Quantum Science and Technology)
    - ▶ Jinsung Kim (Yonsei Cancer Center)

<표 1-8> 교육연구팀의 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화

개최년월	행사명	교류대상	개최 방식	해외 석학 초청	연구 교류
2024.01.23	최신 방사선융합연구분야 해외 신진연구자 초청 세미나	National Cancer Institute/National Institutes of Health, USA: 한 [ ] 박사	온/오프 병행	●	●
					

		<p><b>최신 방사선융합연구분야 해외 신진연구자 초청 세미나</b></p> <p><b>2024년 1월 23일(화) 오후 4시</b> 연세대학교 백운관 534호 (온/오프라인 병행) ZOOM 링크 <a href="https://yonsei.zoom.us/j/5995741802">https://yonsei.zoom.us/j/5995741802</a></p> <p><b>주제</b> Dose Calculations for Patient and Staff in Interventional Procedures : Research at Hanyang University and NCI</p> <p><b>발표자</b> 박 [redacted] National Cancer Institute (NCI) / National Institutes of Health (NIH)</p> <p><b>주관</b> 미래의료융합연구소 융합교육연구팀 방사선기술 혁신사업단 교수진 연구지원사업 방사선융합연구소 방사선안전·보건·교육사업단</p> 			
<p>2024.05.22</p>	<p>최신 방사선융합연구분 야 국내외 신진연구자 초청 세미나</p>	<p>한국원자력연구원: 이 [redacted] 실장 Department of Radiation Oncology, Mayo Clinic, Jacksonville, Florida, USA: 박 [redacted] 박사</p>	<p>온/ 오프 병행</p>	<p>● ●</p>	<p>● ●</p>
<p>2024.05.28</p>	<p>최신 방사선융합연구분 야 해외 신진연구자 초청 세미나</p>	<p>University Florida, USA: 최 [redacted] 박사</p>	<p>온/ 오프 병행</p>	<p>● ●</p>	<p>● ●</p>
		<p><b>최신 방사선융합연구분야 국내외 신진연구자 초청 세미나</b> International Seminar for Emerging Researchers in Advanced Radiological Science</p> <p><b>2024. 5. 22 (수) 오후 5시</b> 연세대학교 백운관 121호</p> <p><b>【프로그램】</b> 발표 1 한국원자력연구원 방사선안전·보건·교육사업단 연구지원사업 발표 2 Adaptive Particle Therapy Program at Mayo Clinic Florida 박 [redacted] 박사 Br. Assoc. Consultant, Head of Radiation Oncology, Mayo Clinic</p> <p><b>주관</b> 미래의료융합연구소 융합교육연구팀 방사선기술 혁신사업단 교수진 연구지원사업 방사선융합연구소 방사선안전·보건·교육사업단</p> 			

				
2024.06.08	Next-Gen Particle Therapy	<p>Massachusetts General Hospital, USA: Harald Paganetti          Massachusetts General Hospital, USA: Helen Shih          National Cancer Institute, USA: 이 [redacted] 박사</p>	오픈 라인	● ●
				
2024.08.08	최신 방사선융합연구분야 해외 신진연구자 초청 세미나	<p>Massachusetts General Hospital, USA: 신 [redacted] 박사</p>	온/오픈 병행	● ●



**[전략 4] 세계적 연구 성과 창출을 위한 국제 협력 교육·연구 지원**

- 참여 대학원생의 세계적 수준의 연구 능력함양 및 국제적 의사소통 능력을 향상 위한 교육을 강화하였음.
  - 참여대학원생의 국제적 연구 활동 및 국외 연구기관과의 활발한 연구교류를 위해 영어논문 작성관련 프로그램 등에 참여할 수 있도록 행정적 지원을 하였음.
  - 대학원생들의 영어논문 작성 및 발표를 활성화하였으며, 관련된 공통교과목 이수를 장려하여 개인별 연구의 질적 향상 및 국제적 의사소통 능력을 향상시킴.
  
- 본 교육연구팀의 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력을 배양하기 위해 참여대학원생의 국내·외 워크숍, 학술대회, 교육 프로그램 등의 참여를 적극 지원함.

<표 1-9> 참여대학원생의 국내·외 학술행사, 교육 프로그램 참가 지원 실적

일자	행사명	주관	참여대학원생 (지원금액)
2023.10.10	GEANT4 코드 과정	에너지기술평가원	최정이 이연정 XUWENTING, 심정 (2,635,000원)
2023.10.08. ~10.12	Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI2023)	MICCAI2023	김임양 (2,675,253원)
2023.11.04. ~11.11	2023 IEEE NSS MIC RTSD	IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society (NPSS)	이 (3,106,430원)
2023.11.19 ~11.22	International symposium on imaging, sensing, and optical memory (ISOM '23)	The Optical Society of Japan (OSJ)	전임양 (528,486원)
2024.01.01. ~01.21	BK 장기연수	중국 칭화대학교	최 (5,000,000원)
2024.01.31. ~02.02	Image processing and image understanding (IPIU2024)	사단법인 한국컴퓨터비전학회(Korea Computer Vision Society, KCVS)	김김전 (1,984,202원)
2024.03.08. ~03.09	2024 IEEE NPSS Seoul Chapter	대한핵의학회 핵의학영상및기기연구회/한 국방사선산업학회	이정강 (811,600원)
2024.06.30. ~07.04	international Workshops on Radiation imaging Detectors 2024 (iWoRiD2024)	University of Coimbra	심임 WE (2,100,000원)

2024.07.25. -07.26	2024년 신진연구자 학술대회	한국방사선산업학회	이 [ ] 정 [ ] 강 [ ] (240,000원)
-----------------------	------------------	-----------	---------------------------------

- 참여대학원생의 국내외 학술대회 발표 실적은 61건(국제 20편, 국내 41편), 1인당 평균 2.71 편을 발표하였으며, 13건의 학술발표 수상 실적을 달성하였음.
- 본 교육연구팀은 국제화 목표 중 하나인 세계적 수준의 혁신적 연구를 통한 글로벌 핵심인재 양성하기 위해 최근 1년간 미국 University of Florida, The International Commission on Radiological Protection (ICRP), National Cancer Institute, 영국 Duke University, 중국 Tsinghua University 등 국외 우수연구기관 및 연구진과의 국제학술 교류, 공동연구를 수행 중에 있음.
- 해외 우수대학 연구진과의 공동연구를 통해 13건의 국제 학술대회 논문 발표와 7편의 SCI(E) 논문 게재 성과를 달성하였음. 또한 현재에도 지속적으로 국제공동연구를 협의·진행 중에 있으며, 2024년 9월 이후에도 다양한 우수성과를 창출할 수 있을 것으로 예상됨.
- 최근 1년간 참여교수 1인 평균 1.67 회 이상 국제학술활동에 참가하였으며, 학술대회의 추진위원 및 편집위원, 운영위원, 초청 강연 등의 활동을 수행하였으며, 전문분야의 국제 SCI(E) 저널의 편집위원에 참여 하는 등 교육·연구 역량의 국제화를 위해 최선의 노력을 다하고 있음.

**[전략 5] 연구 수월성 증진을 위한 생애 전주기 맞춤형 연구자 지원**

- 본 교육연구팀의 우수 대학원생의 확보를 위해 다양한 홍보활동에도 노력을 기울임. 본 소속기관 및 학과 내 게시판뿐만 아니라 교육연구단 홈페이지, 소셜네트워크서비스, 행사 개최 시 홍보활동 등 다양한 매체를 활용하여 본 대학원의 우수성 홍보하였음.
- 우수한 학부생의 조기 유치 및 사전 대학원 체험을 위한 예비 대학원생 프로그램을 시행함.
- 우수한 대학원생 확보를 위해 대학원 입시정보, 장학금 제도, 연구 분야, 졸업 후 진로 등에 대한 설명회를 1년에 2회 이상 개최함(매 학기 개강 총회, 전 학년 대상).
- 매년 모든 학부생과 대학원생들을 대상으로 융합교육연구워크숍 및 학술제, 취업·진로 설명회를 개최하여 학부생들이 석사 및 박사학위를 받고 다양한 분야에 진출한 졸업생과 진로 현황을 깊이 있게 접할 수 있는 체험 행사를 마련함.
- 학부 3, 4학년을 대상으로 하는 캡스톤디자인 교과목 운영을 통해 학부생이 관심을 가지고 있는 대학원 연구실과 연계하여 연구 활동을 체험할 수 있는 기회를 제공함.
- 학부연구생의 대학원 인턴십 프로그램의 활성화 및 Open-Lab Day 운영을 통한 연구실 탐방 기회를 제공하여 세부 전공별 연구프로그램의 이해도를 향상시킴.
- 대학원 입학예정자의 오리엔테이션 정례화: 학사운영, 연구비 집행, 안전교육, 연구윤리 및 연구노트 작성 등의 교육을 제공함.
- 최근 1년간(2023.09.01-2024.08.31) 학기별 평균 참여대학원생 수는 22.5명이며, 2023년도 2학기 21명에서 2024년도 1학기 24명으로 3명을 추가 확보하였음. 향후 의료방사선 분야를 이끌어 나갈 창의적·도전적 의료방사선 분야의 혁신인재를 양성하기 위해 참여대학원생의 지원을 지속적으로 확대하는 등 최선의 노력을 다하고 있음.
- 신진연구인력 교육 및 연구 지원 강화를 위해 전임교수(전임교원)와 우수 신진연구인력 간의 coteaching을 통한 강의능력 향상 프로그램(Learning by Teaching)을 지원함. 단, 신진연구인력의 주당 강의 학점은 4단계 BK21 사업에서 권고하는 기준인 학기당 6학점 범위 이내에서 프로그램에 참여함.
- 산학협력단의 지원을 통해 연구기획 및 전문성 개발, 리더십 및 커뮤니케이션 기술, 연구과제 운영기술, 연구윤리 및 책임감 있는 연구수행 등에 대한 가이드라인을 제공하고 이를 교육함.
- 우수 논문 작성을 위한 전자도서관 사용, 학술정보검색 서비스 사용 등의 정보지원 인프라를 제공함.
- 신진연구인력 취업 지원 강화를 위해 채용-교육/연구-취업에 이르는 전주기적 관리지도 체계를 구축함.

또한 우수한 교육 및 연구기관으로의 취업을 제고하기 위한 다양한 취업워크숍, 연구 성과관리 워크숍 등의 참석을 장려함.

## □ 교육역량 대표 우수성과

## ① 참여교수 교육 프로그램 운영 실적의 우수성

## □ 국제 SCI(E) 논문 게재 실적

- 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 41편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 39편, 국내 학진등재지 ESCI 2편으로 참여교수 1인당 평균 6.83편의 논문성적을 달성함.
- 2023 impact factor (2023 IF) 총 합은 89.53 이며, 1편당 평균 IF는 14.92, 참여교수 1인당 논문 환산 편수는 2.37을 달성하였음.

- 1) 주저자 석박통합과정 성 ■■■ Feasibility of internal-source tracking with C-arm CT/SPECT imaging with limited-angle projection data for online in vivo dose verification in brachytherapy: A Monte Carlo simulation study (SCI(E), 2023 IF: 1.7, Q3-JIF rank 118/204)
- 2) 주저자 석박통합과정 이 ■■■ Implementation of Visible monkey into general-purpose Monte Carlo codes: MCNP, PHITS, and Geant4 (SCI(E), 2023 IF: 2.6, Q1-JIF rank 7/40)
- 3) 주저자 석박통합과정 천 ■■■ Prompt gamma imaging system in particle therapy: a mini-review (SCI(E), 2023 IF: 1.9, Q2-JIF rank 48/110)
- 4) 주저자 석박통합과정 최 ■■■ Feasibility study of spent fuel internal tomography (SFIT) for partial defect detection within PWR spent nuclear fuel (SCI(E), 2023 IF: 2.6, Q1-JIF rank 7/40)
- 5) 주저자 석박통합과정 백 ■■■ Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm (SCI(E), 2023 IF: 2.6, Q1-JIF rank 7/40)
- 6) 주저자 석박통합과정 양 ■■■ Novel reconstruction method of angle-limited backprojection (ALBP) for low-dose dental panoramic X-ray imaging (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)
- 7) 주저자 석박통합과정 전 ■■■ Deep-learning soft-tissue decomposition in chest radiography using fast fuzzy C-means clustering with CT datasets (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)
- 8) 주저자 석박통합과정 심 ■■■ Implementation of dual-energy material decomposition technique in stationary CT baggage scanner with  $\pi$ -angle sparsity for enhancing threat detection (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)
- 9) 주저자 석박통합과정 김 ■■■ Improving noise characteristics using a modified image pyramid with guided filtering and Bayesian shrinkage threshold in low-dose animal radiography (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)

- 10) 주저자 석박통합과정 이 [ ] Detection of gastrointestinal foreign bodies in pets using single-grid-based dark-field X-ray imaging (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)
- 11) 주저자 석박통합과정 이 [ ] Improvement of metal artifact reduction in dental CBCT using a CdTe photon-counting detector: Simulation study (SCI(E), 2023 IF: 1.5, Q1-JIF rank 27/922)
- 12) 주저자 석박통합과정 한 [ ] Synthesising two-dimensional mammographic images using compressed sensing-reconstructed digital breast tomosynthesis images (SCI(E), 2023 IF: 1.4, Q2-JIF rank 28/922)
- 13) 주저자 석박통합과정 이 [ ] Investigation on Individual Variation of Organ Doses for Photon External Exposures: A Monte Carlo Simulation Study (ESCI, 2023 IF: 0.6, Q2-JIF rank 184/204)
- 14) 주저자 석박통합과정 최 [ ] Pediatric phantom library constructed from ICRP mesh-type reference computational phantoms (MRCPs) (SCI(E), 2023 IF: 2.6, Q1-JIF rank 7/40)

**□ 주요 국제·국내 학술대회 논문발표 실적**

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 아래와 같이 총 60곳의 국제·국내 학술대회에서 다양한 연구결과를 발표하였으며, 학기별 평균 참여대학원생 수 대비 1인 2.71편의 학술 발표를 진행하였음.
- 다양한 국제·국내 학술대회에서 학술관련 수상실적 13건을 달성하였으며, 이를 통해 연구결과의 우수성을 국내외적으로 인정받았음.
  - 수상자: 성 [ ] (1건), 이 [ ] (2건), 최 [ ] (3건), 성 [ ] (1건), 서 [ ] (1건), 이 [ ] (1건), 정 [ ] (2건), 이 [ ] (1건), 최 [ ] (1건)
- 참여연구진이 참석한 국제·국내 학술대회는 차세대 융복합 의료방사선 기술개발과 관련된 연구 주제로 개최되었으며, 국내외 여러 우수한 산·학·연 기관들이 참여하고 있음.

**■ 국내학회**

1) 2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 성 [ ]: Dosimetric Evaluation of Various Applicators for Vaginal Cuff Brachytherapy Using an In-House Designed PMMA-Agar Phantom, 구연
- 발표자 석박통합과정 이 [ ]: Radiation Effect of Sludge Reduction Technology Depending on Dose, 구연
- 발표자 석박통합과정 최 [ ]: Experimental Validation for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel, 구연
- 발표자 석박통합과정 성 [ ]: Development of Secondary Cancer Risk Evaluation Technique by Using The TET2DICOM in External Beam Radiotherapy, 구연
- 발표자 석박통합과정 서 [ ]: 발표자 석박통합과정 성경현: Development of Secondary Cancer Risk Evaluation Technique by Using The TET2DICOM in External Beam Radiotherapy, 구연
- 발표자 석박통합과정 최 [ ]: A Monte Carlo study on fetal dose assessment for carbon beam craniospinal irradiation during pregnancy, 구연
- 발표자 석박통합과정 이 [ ]: Validation of ICRP Reference Dose Coefficients for Computed Tomography, 구연

2) 2023 대한방사선방어학회 추계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : Experimental Testing for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel, 구연
- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : Study on the Sewage Sludge Reduction and Resource Recovery Depending on Dose of Gamma Irradiation, 구연
- 발표자 석박통합과정 정 [ ] : 사용후핵연료집합체 내부단층촬영시스템의 원리검증을 위한 실험, 포스터
- 발표자 석박통합과정 강 [ ] : Simulation of neutron response for OFPS equipment in wet spent fuel storage, 포스터
- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : 최신 Badhwar-O' Neill 2020 모델이 항공승무원 선량평가에 미치는 영향, 포스터

3) 2023 한국의학물리학회 추계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : ECT 촬영 환자 피폭 ICRP 표준선량계수 검증 연구, 구연

4) 2023년 한국정보기술학회 추계종합학술대회

- 발표자 석박통합과정 심 [ ] : 이중층 검출기와 180° 스캔 각도를 가진 고정형 CT 수하물 스캐너를 이용한 위험물 탐지 강화, 포스터

5) 2024 IEEE NPSS Seoul Chapter

- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : A study on CT dose calculations using mesh-type Korean reference phantoms, 포스터
- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : 최신 Badhwar-O' Neill 2020 모델이 항공승무원 선량평가에 미치는 영향, 포스터

6) 2024 한국의학물리학회 춘계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 성 [ ] : Dosimetric evaluation of newly designed eye shield using Monte Carlo-based dose calculation method, 구연
- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : Impact of ICRP Pediatric Mesh-type Reference Computational Phantoms in Organ Dose Assessment of Patients Treated with Radioiodine, 구연
- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : Development of dose assessment system for radiologic technologists during L-spine x-ray examinations using ICRP reference phantoms, 구연

7) 2024 대한 방사선과학회 학술대회

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : 항공승무원 선량평가에 미치는 최신 은하우주방사선 모델의 영향, 구연

8) 2024 대한방사선방어학회 춘계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : Machine Learning-based Denoising Technique to Enhance Inspection Accuracy of Partial Defect within PWR-type Spent Nuclear Fuel, 구연
- 발표자 석박통합과정 성 [ ] : Machine Learning-based Denoising Technique to Enhance Inspection Accuracy of Partial Defect within PWR-type Spent Nuclear Fuel, 구연

9) 2024 한국방사성폐기물학회 춘계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 최 : Experimental Testing for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel, 구연

10) 2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회

- 발표자 석박통합과정 서 : Shielding Evaluation Design: Proton Therapy Facility, 구연
- 발표자 석박통합과정 성 : Development of the Whole-body Organ Dose Assessment Technique with Body-size-dependent Phantom for Secondary Cancer Risk Prediction in Radiotherapy, 구연
- 발표자 석박통합과정 성 : Experiment of proof-of-principle on C-arm CT/SPECT system for in-vivo dose verification in online image-guided adaptive brachytherapy, 구연
- 발표자 석박통합과정 최 : Experimental Validation of Gamma Emission Tomography to Inspect Partial-Defects within Pressurized Water Reactor-Type Spent Nuclear Fuel, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이 : Study on sludge reduction technology for anaerobic digestion with gamma irradiation depending on dose, 포스터
- 발표자 석박통합과정 강 : Radiation profile analysis of spent fuel bundles in wet storage using the Optical Fiber Probe System(OFPS), 포스터
- 발표자 석박통합과정 이 : 묶은 토모그래피 물질판별 알고리즘, 구연
- 발표자 석박통합과정 정 : 단일 섬광체 및 depth-of-interaction 방법 기반 방사선원 방향탐지 시스템, 포스터
- 발표자 석박통합과정 강 : 회전감시용 회전형 방사선감지탑 개발, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이 : CT Dose calculation GUI program based on mesh-type reference computational phantoms, 포스터
- 발표자 석박통합과정 최 : 차세대 ICRP 표준팬텀을 활용한 대기 중 우주방사선 피폭선량 평가, 포스터

11) 2024 한국방사선산업학회 정기총회 및 학술대회

- 발표자 석박통합과정 이 : 최신 ICRP 표준팬텀을 이용한 핵의학 종사자 수정체 선량 평가, 포스터
- 발표자 석박통합과정 최 : Development of CT Dose Calculation System utilizing Mesh-type Reference Computational Phantoms (MRCPs), 구연

12) 2024 한국원자력학회 춘계 학술 발표회

- 발표자 석박통합과정 김 : Study on basic properties of MOSFET for space applications, 포스터

■ 국외학회

1) 2023 FARE&KOSRO

- 발표자 석박통합과정 성 : Proposal of an Artificial Intelligence-Driven C-arm CT/SPECT System for Online Re-planning and Dose Verification of Brachytherapy in Gynecologic Cancer Patients, 포스터

2) 2023 Yonsei & Nagoya Exchange Meeting

- 발표자 석박통합과정 이 : Study on the Sewage Sludge Reduction and Resource Recovery Depending on Dose of Gamma Irradiation, 구연
- 발표자 석박통합과정 정 : Directional radiation monitoring system using Artificial Neural Network, 구연

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : Investigation of fetal dose from carbon radiotherapy during pregnancy -Monte Carlo study, 구연
- 발표자 석박통합과정 김 [ ] : Radiation-Hardened Preamplifier Design for Radiation Detector, 구연
- 발표자 석박통합과정 연 [ ] : Removal of gradient and pulse artifacts in simultaneous EEG-DTI data acquisition: An AAS and ICA approach, 구연
- 발표자 석박통합과정 심 [ ] : New Method for Dental Panoramic Reconstruction Using Cone-Beam Computed Tomography Projection Data, 구연

3) 62nd Annual PTCOG Conference & 4th PTCOG-AO Meeting (PTCOG 62)

- 발표자 석박통합과정 천 [ ] : Experimental Testing for Performance Evaluation Experiment of PG-PET Multi-Modality Imaging System for Carbon Ion Therapy of Gamma Emission, 포스터

4) 25th iWoRiD: The International Workshop on Radiation Imaging Detectors 2024

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : Experimental Validation of Gamma Emission Tomography to Inspect Partial-Defects within Pressurized Water Reactor-Type Spent Nuclear Fuel, 포스터
- 발표자 석박통합과정 심 [ ] : Automatic geometry calibration based on metric optimization in stationary computed tomography, 포스터
- 발표자 석박통합과정 전 [ ] : Automatic geometry calibration based on metric optimization in stationary computed tomography, 포스터
- 발표자 석박통합과정 임 [ ] : Normalized metal artifact reduction using CNR-based metal segmentation in dental computed tomography, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : Single-exposure material decomposition in digital tomosynthesis using a CdTe-based photon-counting detector: Simulation study, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이 [ ] : Novel Sinogram Restoration Method Based on Fourier, 포스터

5) The 20th International Conference on the use of Computers in Radiation Therapy (ICCR)

- 발표자 석박통합과정 성 [ ] : Experiment of proof-of-principle on C-arm CT/SPECT system for in-vivo dose verification in online image-guided adaptive brachytherapy, 포스터
- 발표자 석박통합과정 성 [ ] : Development of the Whole-body Organ Dose Assessment Technique with Body-size-dependent Phantom for Secondary Cancer Risk Prediction in Radiotherapy, 포스터

6) 2024 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference

- 발표자 석박통합과정 정 [ ] : Directional radiation monitoring system using ANN-based algorithm, 포스터
- 발표자 석박통합과정 강 [ ] : Simulation based performance evaluation of an optical fiber probe system (OFPS) for wet spent fuel storage monitoring, 포스터

7) 2024 AAPM annual meeting & exhibition

- 발표자 석박통합과정 양 [ ] : Dental Panoramic Imaging Using CBCT Data with Single-Energy Material Decomposition, 포스터
- 발표자 석박통합과정 임 [ ] : Deep learning based single-energy material-decomposition in chest digital tomosynthesis, 포스터
- 발표자 석박통합과정 전 [ ] : Enhancing Material Decomposition Quality in Dual Energy Chest

Radiograph with Crisscrossed Grid, 포스터

8) IRPA 16 69th HPS ANNUAL MEETING 2024

- 발표자 석박통합과정 최 [ ] : Impact on Aircrew Dosimetry Using Badhwar-O' Neill 2020 GCR Model, 포스터

□ 국제 · 국내 특허 출원/등록 실적

- 최근 1년간 본 교육연구팀의 참여대학원생이 공동발명자로 참여한 국내 특허 실적은 등록 1건, 출원 5건, 국제 출원 1건으로, 현재에도 학생 주도적 교육 · 연구 참여 프로그램을 통해 다양한 연구개발에 참여하고 있어 앞으로의 성과 달성이 기대됨.

1) 국내 특허 등록 (1건)

- 한 [ ], 정 [ ], 윤 [ ], 연 [ ], 민 [ ] : 의료용 받침대

2) 국내 특허 출원 (5건)

- 정 [ ], 정 [ ], 강 [ ], 백 [ ], 이 [ ] : 단일섬광체와 DOI 방법을 이용한 방사선 모니터링 장치 및 방법, 대한민국, 10-2024-0021763
- 조 [ ], 이 [ ], 전 [ ] : 확장 윈도우 함수를 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상 처리 장치, 대한민국, 10-2023-0141721
- 조 [ ], 이 [ ], 이 [ ] : 모션 블러링을 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상화 장치, 대한민국, 10-2023-0141729
- 조 [ ], 이 [ ], 이 [ ] : 단일 촬영 그리드 기반 암시야 엑스선 촬영을 이용한 식품 저밀도 이물질 검출 장치 및 방법, 대한민국, 10-2023-0141720
- 염 [ ], 민 [ ], 천 [ ], 성 [ ] : 전신 장기별 피폭선량 예측 시스템 및 그 방법, 대한민국, 10-2023-0183469

3) 국제 특허 등록 (1건)

- 민 [ ], 최 [ ] : 고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치, 미국, 18/700,700

# 1. 교육과정 구성 및 운영

## 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

### ① 교육과정 구성 및 운영 현황

- 연세대학교 일반대학원 방사선융합공학과는 의료방사선 특화 인재양성을 위한 지속적인 교육과정 개편을 해왔으며, 의학물리학 교육을 보다 체계화 하기 위해 대학원 교과과정을 방사선공학트랙 및 의학물리트랙으로 교과목을 개편 및 운영하였음.
- 특히, 의학물리트랙의 경우 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)와 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제표준 가이드라인 기반 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP)의 의학물리전문인 교육인준위원회(IOMP Accreditation Board) 교육기관 인준을 받은 교과과정으로 개편하여 의학물리 전문인 양성에 대한 국제표준을 획득하였음.



<대학원 교육과정 현황>

- IOMP 인준을 유지하기 위해 Commission on Accreditation of Medical Physics Education Programs (CAMPEP) 인증 대학원의 교육과정을 지속적으로 벤치마킹하여 교육과정 개선에 반영하고 있으며, 운영의 내실화를 다지기 위해 의학물리학 과정 이수 과목을 개선함. 개선된 의학물리학 과정 필수 수강 요건은 아래와 같음.
  - ▶ 의학물리 기초: 의학물리학을 이해하기 위해 필요한 기초과목 (일반물리학, 일반생물학, 미분적분학 등)은 학부 이수과목으로 대체함.
  - ▶ 의학물리 핵심 (총 8과목 중 8과목 필수 수강): 방사선물리학의 원리를 의학적으로 적용하기 위한 기본지식을 제공함. (관련 학부에서 유사과목을 수강한 경우 최대 3개 과목을 인정받을 수 있음)
  - ▶ 의학물리 선택 (총 15과목 중 3과목 이상 필수 수강): 최신의학물리 관련 연구를 수행하기 위한 융합적 지식 습득을 목적으로 함.
  - ▶ 의학물리 실습 (필수 1과목, 선택 1과목 필수 수강): 최신의료기술을 임상에 적용하기 위한 실무경험을 제공하며, 각 과목별 최소 10시간 이상 수강하여 세계적 의학물리전문가 양성을 목표로 함.
- 또한, 2024년 7월 대한의학물리전문인 자격인증위원회(Korean Medical Physics Certification Board, 이하 KMPCB)와 한국의학물리학회(Korean Society of Medical Physics, 이하 KSMP)의 주관하에 의학물리학 교육과정에 대한 공동인증 심사를 받은 결과, 연세대학교 방사선융합공학과 의 의학물리학 교육과정이 국제적 기준을 충족함을 공식적으로 인정받음. 이를 통해 대한의학물리학 교육과정 인증위원회(Korean Commission on Accreditation of Medical Physics Education Program, 이하 K-CAMPEP) 인증을 획득하여 공인된 대학원 교육과정으로서의 지위를 확립하였음.



<의학물리학 교육과정 인증 현장평가>

<표 2-1> 최근 1년간 학과 내 전공 교과목 개설 및 운영 현황

학기	학정번호-분반	학점	교과목명	담당교수
2023년도 2학기	RAD8007-MM	3	모의실험공학 특론	염 수
2023년도 2학기	RAD8016-MM	3	고급방사선계측학2	권 용
2023년도 2학기	RAD8016-MM	3	입자치료물리학	민 희
2023년도 2학기	RAD8037-MM	1	산업체세미나7	권 용
2023년도 2학기	RAD8038-MM	1	산업체세미나8	권 용
2023년도 2학기	RAD9006-MM	2	방사선학연구법2	권 용
2024년도 1학기	RAD6005-MM	3	고급핵의학영상학	정 현
2024년도 1학기	RAD6008-MM	3	아날로그방사선계측회로설계	권 용
2024년도 1학기	RAD7004-MM	3	치료방사선학특론1	민 희
2024년도 1학기	RAD8021-MM	1	산업체세미나1	염 수
2024년도 1학기	RAD8022-MM	1	산업체세미나2	염 수
2024년도 1학기	RAD8026-MM	3	고급방사선량평가	염 수
2024년도 1학기	RAD9007-MM	2	방사선학연구법3	정 현

② 교육과정의 장·단점

- 본 교육연구팀은 2019년 IOMP 인증 및 2024년 K-CAMPEP 인증을 획득함. IAEA와 WHO의 국제표준 가이드라인에 부합하는 교육과정을 운영함으로써 국제적 수준의 의료방사선 전문가 양성을 위한 기반을 마련했

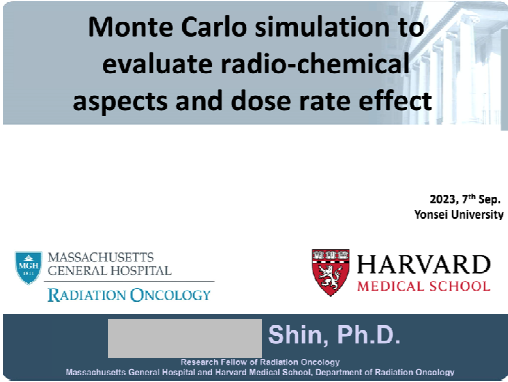

다는 점에서 큰 의의를 지님.

- 본 교육연구팀인 방사선융합공학과는 국내에서 독보적으로 의료방사선 분야 전문가들로 교수진을 구성함. 기초과목부터 응용과목에 이르는 다양한 범위의 특화된 의료방사선 교육과정을 제공함.
- 교수진의 활발한 연구 활동을 통해 최신 의료방사선 기술 개발에 기여함. 이러한 연구 성과를 교육과정에 적극적으로 반영하여 학생들에게 최신 지식과 기술을 제공함.
- 첨단 의료방사선 HW/SW 이론 교육과 함께 실제 병원 현장에서의 임상실습 교육을 강화함으로써 학생들의 실무 능력 배양에 힘씀.
- 하지만, 의과대학과 본 교육연구팀 간 공식적인 문서에 기초한 임상실습 교육 과정의 지속 가능한 체계 확립이 필요함.
- 또한, 환자 진료 중심의 임상 환경에 관한 이해를 높일 수 있도록 교육 체계 강화가 필요하며, 이를 위해 의학물리학회 및 대한방사선종양학회에서 정기적으로 시행되는 교육 과정과 연계되는 교육 체계 구축에 관한 검토가 필요함.
- 한편, 4차 산업혁명 시대에 대비하여 ICT 융합 및 다학제간 융합 교과과정을 확대할 필요도 있음. 미래 의료 환경 변화에 대한 적응력을 키기 위해서는 인공지능, 빅데이터, 의료영상처리 등 관련 기술을 의료방사선 분야에 접목하는 교육이 필요함.
- 각 교수들의 국제협력 및 산학 협력 기반의 최신 의료방사선 기술 개발 등 활발한 연구 수행에도 불구하고 그 성과들이 교육과정으로 직접적으로 연계되지 못하고 있어 연구 - 교육 간의 선순환 구조 구축이 필요함.
- 다양한 학문적 배경을 가진 타대학 출신 학생들에게 진학의 문턱을 낮추고, 교육 과정의 중복을 피하고, 부족한 부분을 보완하여 교육 과정의 질적 향상을 도모할 수도록 학부 수업 수강에 따른 학점 인정(학점번호 부여) 방안에 대한 검토가 필요함.

### ③ 교육과정 운영 실적

- 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화
  - 2022년 1학기부터 방사선 융합과학 분야의 최신기술 및 현장에서 적용되고 있는 기술에 대해 산업체 세미나 교과목을 개설하여 교육을 진행하였으며, 참여대학원생들이 실무 지식을 습득하고 산업 현장과의 연계를 강화할 수 있도록 운영 중임.

<표 2-2> 2023년도 2학기, 2024년도 1학기 산업체 세미나 강의 일정표

일자	소속	강사명	제목
<b>2023년도 2학기 강의 일정</b>			
2023.09.07. (목) 15:00~16:00	Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School	신 박사	Monte Carlo simulation to evaluate radio-chemical aspects and dose rate effect
			
2023.09.13.(수)	경북대학교 IT대학 전자공학부	장 교수	다양한 의료영상 분석을 위한

<p>16:00~17:00</p>	<p>다양한 의료영상 분석을 위한 딥러닝 기술</p> <p>경북대학교 IT대학 전자공학부 Machine Intelligence Lab 장 [redacted]</p> <p>2023.09.13. </p>		<p>딥러닝 기술</p> 
<p>2023.09.20.(수) 16:00~17:00</p>	<p>을지대학교 의공학과</p> <p>김 [redacted] 교수</p> 	<p>김 [redacted] 교수</p>	<p>방사선영상기기의 디지털 X선원 활용</p> 
<p>2023.10.04.(수) 16:00~17:00</p>	<p>서울대학교병원 중입자가속기사업단</p> 	<p>정 [redacted] 교수</p>	<p>중입자치료의 현안과 다학제 융합 연구</p> 
<p>2023.10.11.(수) 16:00~17:00</p>	<p>KIST 양자정보연구단</p> 	<p>이 [redacted] 박사</p>	<p>양자 기술(Quantum Technology)</p> 
<p>2023.10.18.(수) 16:00~17:00</p>	<p>한국원자력연구원</p>	<p>김 [redacted] 박사</p>	<p>한국원자력연구원 방사선안전관리 현황</p>

		
<p>2023.11.01.(수) 16:00~17:00</p>	<p>가톨릭대학교</p> <p>최 [redacted] 교수</p> <p>연세대학교 미래캠퍼스 2023-2학기 산업체세미나</p> <p><b>Multi-parametric Photoacoustic and Ultrasound Techniques for Diagnosis and Therapy: From Development to Clinical Translation and Toward Comprehensive Diagnosis</b></p> <p>Nov. 01, 2023 Choi, Ph.D. Assistant Professor Department of Biomedical Engineering Department of Biomedicine &amp; Health Sciences College of Medicine, The Catholic University of Korea</p> <p>POSTECH 가톨릭대학교 의과대학 Stanford MEDICINE</p>	<p>Multi-parametric Photoacoustic and Ultrasound Techniques for Diagnosis and Therapy</p> 
<p>2023.11.08.(수) 16:00~17:00</p>	<p>한국방사선진흥협회 방사선기기표준화센터</p> <p>한 [redacted] 선임연구원</p> 	<p>기존방사선장을 활용한 정밀 선량평가</p> 
<p>2023.11.15.(수) 16:00~17:00</p>	<p>한국원자력연구원</p> <p>김 [redacted] 책임연구원</p> <p>원자력 연구개발의 시대적 변화</p> <p>2023. 11. 18. 신진 계측제어연구실 김 [redacted]</p> 	<p>원자력 연구개발의 시대적 변화</p> 
<p>2023.11.22.(수) 16:00~17:00</p>	<p>한국원자력연구원</p> <p>구 [redacted] 책임연구원</p>	<p>원전 계측제어시스템 개발과 검증</p>



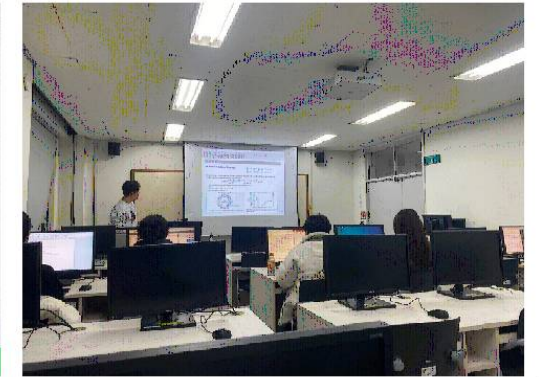
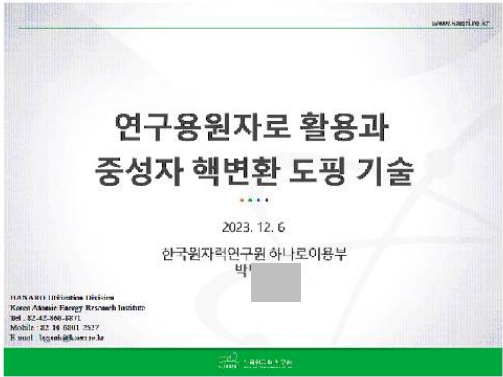
2023.11.29(수) 16:00~17:00

서울대학교 원자력공학과 김 [redacted] 교수 Radiation?



2023.12.06(수) 16:00~17:00

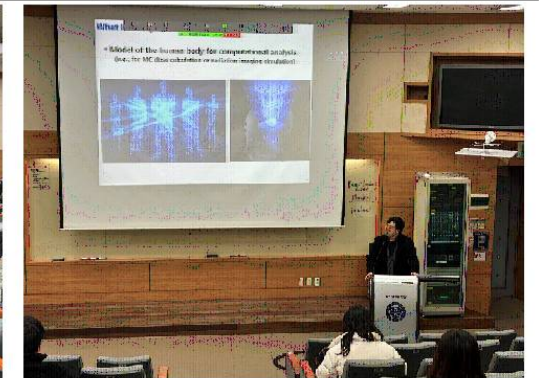
한국원자력연구원 박 [redacted] 책임연구원 연구용원자로 활용과 중성자 핵변환 도핑 기술



2024년도 1학기 강의 일정

2024.03.06(수) 16:00~17:00

한양대학교 원자력공학과 신 [redacted] 박사 ICRP Pregnant-female Mesh-type Reference Computational Phantoms




2024.03.13(수)

한국원자력 의학원 서 [redacted] 박사 방사선 인체영향과 방사선 방호

16:00~17:00		
-------------	---	--

2024.03.20.(수) 16:00~17:00	고려대학교 이 [ ] 교수	방사선 역학 연구의 이해  
-------------------------------	-------------------	---

2024.03.27.(수) 16:00~17:00	한국원자력연구원 안 [ ] 박사	핵비확산과 안전조치  
-------------------------------	----------------------	--

2024.04.11.(목) 16:00~17:00	TKG 벤처스 신 [ ] 대표이사 	국내 창업생태계 현황 및 전망 
-------------------------------	--	--

2024.04.17.(수)	SIMENS 김 [ ] 박사	Simens Healthineers 소개
----------------	--------------------	------------------------

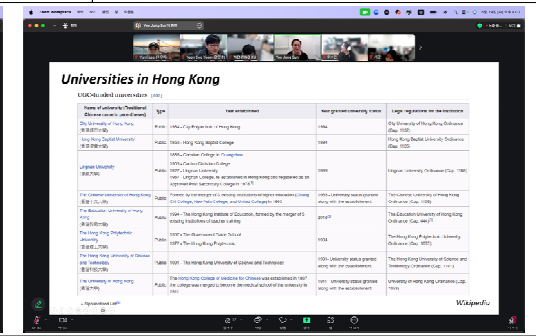
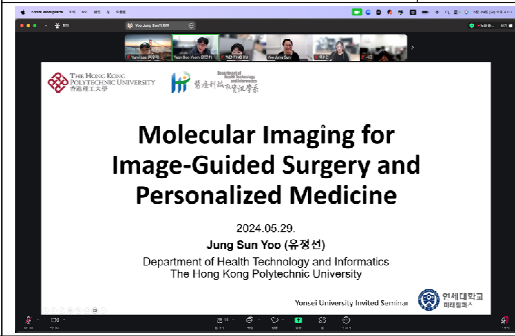
16:00~17:00			
2024.05.01.(수) 16:00~17:00	<p>Canon 의료영상AI연구센터</p>  <p>의료영상AI연구센터 Medical Imaging AI Research Center May 01 류재균 Ph.D. Canon Medical Systems Korea</p>	류재균 박사	<p>Introduction of Canon: Company Overview and AI Technology</p> 
2024.05.08.(수) 16:00~17:00	<p>중앙보훈병원</p> 	박소연 박사	<p>Application of Radiomics in Radiotherapy</p> 
2024.05.16.(목) 16:00~17:00	<p>을지대학교</p> <p>연세대학교 세미나 발표자료</p> <p><b>다중에너지 X선 영상화 및 응용</b></p> <p>Daehong Kim, Ph.D. Dept. of Radiological Science Eulji University</p> 	김대홍 교수	<p>다중에너지 X선 영상화 및 응용</p> 
2024.05.22.(수) 16:00~17:00	<p>LG전자 생산기술원</p>	조희문 박사	<p>자동차 배터리 셀의 X-ray 검사기개발과 국내외 인증소개</p>



홍콩이공대학      유정선 교수

Molecular Imaging for Image-Guided Surgery and Personalized

2024.05.29.(수)  
16:00~17:00



한국원자력연구원      천병재 박사

탄소-13 및 VOC 호흡진단 기술

2024.06.05.(수)  
16:00~17:00



- 본 교육연구팀은 차세대 의학물리 전문가와 창의적 글로벌 인재 양성을 목표로, CAMPEP 인증 대학원의 교육과정을 벤치마킹하여 기초과학, 의학물리 핵심, 선택, 실습의 4개 분야로 구성된 체계적 교육과정을 운영하고 있음.
- 2024년 6월, 교육혁신위원회 회의를 개최하여 의학물리학 교육과정과 교과목을 전반적으로 검토하였으며, 최신 의료방사선 기술 동향을 반영하여 교과목 구성을 개편하였음.
- 의학물리학 교과목(의학물리 핵심 8과목, 선택 12과목, 실습 2과목)은 다음과 같이 개편됨.
  - 핵심 과목에서 3과목(의학물리특론1, 고급 방사선 생물학, 방사선 해부학 및 생리학 특론)이 제외되고 3과목(고급방사선량평가, 입자치료물리학1, 선형시스템특론)이 새롭게 포함됨.
  - 선택 과목에서 2과목(고급디지털영상처리, 방사선치료정도관리학)이 제외되고 2과목(디지털영상처리 및화질론, 입자치료물리학2)이 새롭게 포함됨.

- 실습 과목에는 1과목(최신방사선치료계획)이 추가 신설됨.

□ 교육과정 개선을 위한 선순환 체계구축

- P-D-C-A 환류 체계를 이용하여 교육과정 전반에 대한 정기적인 질 관리 및 성과평가를 실시하고, 그 결과를 차년도 교육과정 운영에 반영함으로써 학생 및 사회 수요에 기반을 둔 선순환 교육과정 개선 체계를 개선하고 있음.
- 연 1회 대학원생들 대상 교육과정 만족도 조사와 강의 평가를 실시함.
- 개설 교과목에 대한 Continuous Quality Improvement (CQI)를 실시함.

<표 2-3> 학과 내 전공 교과목 개편 및 신규 교과목 개설 실적

과목			방사선공학트랙			의학물리트랙		
과목명	학정 번호	담당 교수	방사선 기기공학	방사선 생명공학	방사선 해석공학	의학물리 핵심	의학물리 선택	의학물리 실습
치료방사선학특론1	RAD 7004	민 희	○			○		
치료방사선학특론2	RAD 7013	민 희		○		○		
입자치료물리학1	RAD 8019	민 희	○			○		
입자치료물리학2	RAD 8020	민 희		○			○	
고급방사선계측학1	RAD 6006	정 현	○			○		
고급핵의학영상학	RAD 6005	정 현		○			○	
방사선응용특론	RAD 7009	정 현	○				○	
고급자기공명영상학1	RAD 6004	한 수	○				○	
고급자기공명영상학2	RAD 8010	한 수		○				
의학영상재구성특론	RAD 8011	한 수			○			
고급방사선통계학	RAD 6007	한 수			○		○	
몬테칼로전산모사	RAD 7017	염 수			○			
고급방사선량평가	RAD 8026	염 수			○	○		
방사선방호및보건 물리특론	RAD 8003	염 수		○		○		
모의실험공학 특론	RAD 8007	염 수			○		○	
의료영상시스템특론	RAD 7002	조 성	○					

의료방사선영상학 특론	RAD 6003	조 성		○		○		
디지털영상처리 및 화질론	RAD 8004	조 성			○		○	
응용수치해석 특론	RAD 7014	조 성			○		○	
선형시스템특론	RAD 8018	조 성				○		
고급방사선계측학2	RAD 8016	권 용	○				○	
아날로그방사선계측 회로설계	RAD 6008	권 용	○					
디지털방사선계측 회로설계	RAD 6009	권 용	○					
표준방사선량측정	RAD 8024	최 준						○
방사선치료기 품질관리	RAD 8025	최 준						○

- 본 교육연구팀은 다양한 의료방사선 전공분야의 지식 및 강의 수월성을 보유한 교수들로 구성되어 있으며, 각 교수당 학기별 1과목, 2년간 총 4과목을 담당하게 하여 수업 준비 시간을 충분히 확보함으로써 교육의 질을 높임.
- 현재 임상에서 사용되고 있는 최신 의료방사선 HW/SW 활용 능력 강화를 위해 X선 일반촬영장치, Dual-energy X선 골밀도 측정 장치, Micro CT 장치, 방사선치료계획 SW, 방사선계측장치, PACS 시스템들을 교육기자재로 활용하고 있음.
- 개설된 교과과정의 충실성을 객관적으로 평가하기 위해 매 학기 다문항의 강의평가를 실시하고 있으며, 이를 통해 수업내용, 강의수준, 만족도 등을 정량적으로 평가하고 미흡한 부분을 지속적으로 보완함.
- 학습자의 수요조사, 병원 및 산업체의 의견조사 결과를 바탕으로 교과과정 및 교과내용 개선 시 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교육과정의 질적 관리를 수행함.

#### ④ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

##### □ MOOC (Massive Open Online Course) 기반의 혁신적 교수법 개발

- 교수자의 이론 주입식 수동적 학습 방식에서 벗어난 학생들의 능동적 학습이 가능한 혁신적 교수법을 도입하여 학습효과를 극대화 함.
- 기존의 이론 주입식 교과목들을 아래와 같은 혁신적 교수법을 적용한 교과목으로 점진적으로 개선하여 문제 해결형 인재를 양성함.

##### □ 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화

- 연구의 다양성 확보와 실무능력을 강화하기 위한 산·학·연 연계 교육 및 연구과정을 제공하여 학생들이 주도적으로 참여함으로써 수요에 최적화된 첨단 의료방사선 특화 인재 양성 기반을 확보함.

- 과학기술, 산업 및 사회 수요를 기반으로 한 다학제간 융합 교과목, 사회문제 해결형 교과목, 현장맞춤형 실습 교과목이 개설되어 운영중임.
  - 산업체세미나 5(RAD8035), 산업체세미나 6(RAD8036): 2023년도 1학기 개설 및 운영
  - 산업체세미나 7(RAD8037), 산업체세미나 8(RAD8038): 2023년도 2학기 개설 및 운영
  - 산업체세미나 1(RAD8021), 산업체세미나 2(RAD8022): 2024년도 1학기 개설 및 운영
  - 산업체세미나 3(RAD8033), 산업체세미나 4(RAD8034): 2024년도 2학기 개설 예정

<표 2-4> 산업체 세미나 교과목 3, 4 일정(예정)

주차	강사명	소속	강의명
<b>2024년도 2학기 강의 일정표</b>			
1주차	이 로 박사	한국원자력연구원	21세기를 위한 원자력 기술
2주차	안 상 교수	울산의대 강릉아산병원	의학물리학의 이해_What do medical physicists do
4주차	전 훈 교수	성균관대 반도체시스템공학과	High-Resolution Solid-State LiDAR Sensor Ics
5주차	조 성 교수	KAIST 원자력및양자공학과	빅히스토리과 원자력
7주차	이 리 교수	Ohio State University, College of Medicine	Intro to Therapeutic Medical Physics
9주차	박 영 박사	삼성전자 삼성리서치	Career journey: from PhD to industry researcher
10주차	황 철 박사	삼성전자 DS 부문 마스터	Memory Reliability & Radiation Effects
11주차	유 준 박사	원자력안전기술원	방사선 방호체계 및 방사선 사건대응
12주차	김 흥 박사	국립암센터	Preclinical Imaging in National Cancer Center
13주차	한 택 팀장	한국방사선진흥협회	기준 방사선장 및 전리함을 활용한 선량평가 및 불확도 평가
14주차	이 국 실장	한국원자력안전기술원	생활주변방사선안전규제 현황
15주차	백 만 교수	가천길병원 임상료센터	Magnetic Resonance Imaging & Spectroscopy: Principles and Applications

□ 국제협력 교육 강화

- 연구의 다양성 확보와 실무능력을 강화하기 위한 산·학·연 연계 교육 및 연구과정을 제공하여 학생들이 주도적으로 참여함으로써 수요에 최적화된 첨단 의료방사선 특화 인재 양성 기반을 확보함.
- 과학기술, 산업 및 사회 수요를 기반으로 한 다학제간 융합 교과목, 사회문제 해결형 교과목, 현장맞춤형 실습

□ 교육과정 개선을 위한 선순환 체계구축

- 연구의 다양성 확보와 실무능력을 강화하기 위한 산·학·연 연계 교육 및 연구과정을 제공하여 학생들이 주도적으로 참여함으로써 수요에 최적화된 첨단 의료방사선 특화 인재 양성 기반을 확보함.
- 과학기술, 산업 및 사회 수요를 기반으로 한 다학제간 융합 교과목, 사회문제 해결형 교과목, 현장맞춤형 실습

## 1.2 과학기술산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

### ① 과학기술, (지역)산업 또는 (지역)사회 문제 해결에 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영실적

#### □ 첨단 과학기술 및 다학제간 융합 교육프로그램 현황과 구성

- 본 교육연구팀은 예비 대학원생 및 참여 대학원생들에게 의료방사선 분야의 첨단 과학기술에 대한 교육을 위한 다양한 프로그램을 신규 개설 및 운영하고 있음.
- 최근 미래의학 연구와 맞춤형 의료 서비스에 대한 관심과 기대가 급속히 증대됨에 따라 다양한 학문 분야 (Big data analysis, Data-driven medicine, Mobile healthcare, Population health management, Smart hospital 등)를 포괄적으로 연계하는 디지털헬스케어(디지털 메디컬 기기, 디지털 테라피, 웨어러블, 원격 의료, 분석 및 빅데이터 등)의 중요성이 대두되고 있음.
- 첨단 의료방사선 교육 및 연구 분야와 연계된 다양한 전공(의공학, 컴퓨터공학, 생물학, 물리학, 화학, 정보통계학 등)과의 다학제간 연계교육을 활성화함. (학정번호: YWG5002, 과목명: 인공지능융합연구특론)

<표 2-5> 2023년도 2학기 인공지능융합연구특론 수업계획서

주차	수업내용 및 학습활동	교수 (소속)
1주차	4차산업혁명과 인공지능의 시대	정 ■ 교수 (방사선융합공학과)
2주차	ChatGPT: AI의 진화와 미래	
4주차	인공지능의 이해	안 ■ 교수 (정보통계학과)
5주차	인공지능의 이해	
6주차	딥러닝은 함수다	권 ■ 교수 (수학과)
7주차	딥러닝은 함수다	
8주차	레포트 주제 선정	-
9주차	인공지능과 방사선 AI and Simulation in Nuclear Science: A Symbiotic Evolution for Real-world Understanding	염 ■ 교수 (방사선융합공학과) 김 ■ 박사 (한국원자력연구원)
10주차	인공지능과 방사선의료 Applicaton of Artificial Intelligence in Radiation Therapy Utilization of ChatGPT in Scientific Research	염 ■ 교수 (방사선융합공학과) 안 ■ 교수 (서울삼성병원) 한 ■ 교수 (연세암병원)
11주차	인공지능을 활용한 신약개발	김 ■ 교수 (생명과학기술학과)
12주차	인공지능과 바이오산업	
13주차	인공지능과 분광학	양 ■ 교수 (화학과)
14주차	인공지능과 분광학	
15, 16주차	기말레포트발표	-

- 또한, 의료방사선 분야의 최신 과학기술 동향 분석 및 현장에서 요구되는 실무적 역량을 강화하기 위해 의료기관, 산업체 및 공공 연구기관의 전문가들을 초빙해 2건의 융합교육연구워크숍 및 5건의 국내·외 석학 초청강연 교육 프로그램을 운영함.

- 한국방사선진흥협회와 에너지산업 인력 고도화를 위한 교육 프로그램을 공동으로 개발하고 있으며, 다음과 같이 여러 방사선교육 프로그램에 참여함.

<표 2-6> 한국방사선진흥협회 2024년 하계 교육 프로그램 운영 실적

교육일자	교육명	교육장소	교육시간	인원
2024.07.25. -2024.07.26.	SiPM 원리 및 계측기 활용과정	(서울) 한국방사선진흥협회 강의실	8시간	-
2024.07.29. -2024.08.01.	원자력방사선분야 전문가 연구계획서 및 SCI(E) 논문 작성법 심화과정	(서울) 고우넷 201호	24시간	16명
2024.08.05. -2024.08.09.	방사성핵종 검출/분석 심화과정	(대전) 대덕테크비즈센터 교육실 (대전) 한국표준과학연구원 실습실	38시간	2명
2024.08.12. -2024.08.16	GEANT4 코드 실습 심화과정	(서울) 한양대학교 한양종합기술원(HIT)	40시간	13명
2024.08.05. -2024.08.08	방사선안전관리 심화과정	(서울) 고우넷 201호	24시간	3명
2024.08.20. -2024.08.22.	GEANT4 코드 이론과정	(원주) 연세대 미래캠퍼스 컨버전스홀	24시간	13명
2024.08.26. -2024.08.30.	딥러닝/머신러닝 과정	(서울) 고우넷 201호	40시간	8명
2024.08.22.	방사선 영상처리 및 정량적 평가방법 과정	(경기도 화성) 바텍 대강당	8시간	11명
2024.08.14. -2024.08.16.	방사성폐기물 심화과정	(서울) 한국방사선진흥협회 회의실	24시간	2명

② (지역)산업문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황 및 운영 실적

- 연세대학교(미래캠퍼스)는 대학과 지역사회, 산업체가 공동으로 인력양성과 기술개발을 도모하기 위해 2022년부터 2026년까지 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업을 수행하고 있음.
- 본 교육연구팀은 ① 강원 LRS 공유대학 기반 데이터 역량을 갖춘 핵심분야 인재 양성, ② 배리어프리, 데이터오픈을 통한 기업 핵심분야 기술혁신, ③ 핵심분야 기업 경쟁력 향상을 위한 데이터 중심 산업전환 지원, ④ 학생학습데이터 및 AI 사전탐색기반 취.창업지역정주 내비게이션 구축을 통해 디지털헬스케어 분야에 대한 데이터 중심 강원 지역 산업 기반 생태계를 조성하고자 함.
  - (주)메디아나, (주)메쥬, (주)누가의료기기, (주)뉴풍, (주)대양의료기기 등 지역사회 의료기기업체들과 협업 및 디지털헬스케어 플랫폼을 구축하여 산학협력 연구를 위한 긴밀한 협조체제를 구축하고 있음.
- 또한, 의료방사선에 대한 전공지식과 다양한 첨단 과학기술을 (지역)의료기기 업체의 애로사항을 해결하기 위한 교육프로그램을 개설 및 운영함.
  - 연계된 산·학·연·병원의 각 협력 기관에 적합한 교육과정 및 성과들을 상호 피드백하며 의료방사선 특화 인재 양성을 위한 다양한 실험 및 실습 과목을 개설 및 운용함. (학정번호: RAD8024, 과목명: 표준방사선량측정, 학정번호: RAD8025, 방사선치료기품질관리)
  - 산업체의 실무능력을 함양하고 현장밀착형 인재양성을 위하여 산업체와의 교육 및 연구 교류를 통한 실무 강좌 및 인턴십 관련 강좌를 활성화함. (학정번호: RAD8037, 8038, 8021, 8022, 과목명: 산업체세미나 7, 8, 산업체세미나 1, 2)

<표 2-7> 2023년도 2학기, 2024년도 1학기 산업체세미나 강연

산업체 세미나 7 · 8 (2023-2)		
강사명	소속	강의명
신근 박사	Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School	Monte Carlo simulation to evaluate radio-chemical aspects and dose rate effect
장진 교수	경북대학교 IT대학 전자공학부	다양한 의료영상 분석을 위한 딥러닝 기술
김석 교수	울지대학교 의공학과	방사선영상기기의 디지털 X선원 활용
정문 교수	서울대학교병원 중입자가속기사업단	중입자치료의 현안과 다학제 융합 연구
이우 박사	KIST 양자정보연구단	양자 기술(Quantum Technology)
김아 박사	한국원자력연구원	한국원자력연구원 방사선안전관리 현황
최석 교수	가톨릭대학교	Multi-parametric Photoacoustic and Ultrasound Techniques for Diagnosis and Therapy
한 [ ] 선임연구원	한국방사선진흥협회 방사선기기표준화센터	기준방사선장을 활용한 정밀 선량평가
김 [ ] 책임연구원	한국원자력연구원	원자력 연구개발의 시대적 변화
구 [ ] 책임연구원	한국원자력연구원	원전 계측제어시스템 개발과 검증
김 [ ] 교수	서울대학교 원자력공학과	Radiation?
박 [ ] 책임연구원	한국원자력연구원	연구용원자로 활용과 중성자 핵변환 도핑 기술
산업체 세미나 1 · 2 (2024-1)		
강사명	소속	강의명
신호 박사	한양대학교 원자력공학과	ICRP Pregnant-female Mesh-type Reference Computational Phantoms
서원 박사	한국원자력의학원	방사선 인체영향과 방사선 방호
이진 교수	고려대학교	방사선 역학 연구의 이해
안규 박사	한국원자력연구원	핵비확산과 안전조치
신현 대표이사	TKG 벤처스	국내 창업생태계 현황 및 전망
김성 박사	SIMENS	Simens Healthineers 소개
류균 박사	Canon 의료영상AI연구센터	Introduction of Canon: Company Overview and AI Technology
박연 박사	중앙보훈병원	Application of Radiomics in Radiotherapy
김홍 교수	울지대학교	다중에너지 X선 영상화 및 응용
조문 박사	LG전자 생산기술원	자동차 배터리 셀의 X-ray 검사기개발과 국내외 인증소개
유선 교수	홍콩이공대학	Molecular Imaging for Image-Guided Surgery and Personalized
천재 박사	한국원자력연구원	탄소-13 및 VOC 호흡진단 기술

- 본 교육연구팀은 인구 고령화라는 지역사회 문제 해결을 위해 필수적인 진단과 치료를 위한 의료방사선 분야에 특화된 교육 프로그램을 운영하고 있음.
  - 노령화 사회, COVID-19 팬데믹 사태 등 의료방사선 분야와 관련된 사회문제를 주제로 한 문제해결형 프로젝트 진행 교과목을 개발함. (학정번호: YHN1009, 과목명: 건강한 삶에 대한 이해)
  - 원주혁신도시 공공기관 및 의료기기 산업체의 애로기술 발굴 및 현안 사항 조사·분석, 연세대학교-참여기업 간 산학프로젝트를 수행하기 위해 총 5개의 기업과 업무협약 체결 및 산·학협력프로젝트 운영(학정번호: RAD8023, 과목명: 산학협력프로젝트)

<표 2-8> 최근 1년간 지역 산업체의 애로기술 해결을 위한 프로젝트 실적

구분	산학협력프로젝트 1
프로젝트명	방사선치료 시 안구보호를 위한 안구차폐체 개발 및 사업화
회사명	(주)파프리카랩
기간	2024.01.01~2024.12.31
추진배경	일반적으로 두경부 종양의 방사선치료에 있어서 전자선(electron beam)을 이용한 외부 방사선치료가 시행됨. 그러나 치료 시 수정체의 피폭이 불가피하며, 안구를 보호하기 위해 차폐체가 개발되었으나 해외의존성이 100%인 실정임. 따라서 다양한 환자체형 및 최신 방사선치료를 고려한 안구차폐체의 원천기술 확보가 필요함.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 환자체형 및 최신 방사선치료를 고려한 안구차폐체 원천기술 확보</li> <li>• 전량 국외수입을 통해 유통되는 방사선 치료용 차폐체의 국산화</li> <li>• 방사선치료 부작용을 최소화하고, 환자 편리성을 고려한 차폐체 제작</li> <li>• 전산모사 및 안구선량 평가 기술을 통한 생체 선량평가기반 기술 확보</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수: 민 [ ]</li> <li>• 참여대학원생 : 성 [ ]</li> </ul>
구분	산학협력프로젝트 2
프로젝트명	바틱과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구
회사명	(주)바틱
기간	2024.03.02~2025.02.28
추진배경	파노라마 영상은 악궁에 따라 스캔하여 얻은 projection data를 초점에 맞추어 재구성한 영상으로 악궁에 따라 나열 되어있는 치아 및 주변 조직들 간의 관계를 한 눈에 파악할 수 있게 하며, CBCT 영상은 파노라마 영상에서 구분하기 힘들거나 놓칠 수 있는 부분을 진단할 수 있게 함.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CBCT 영상으로부터 파노라마 시퀀스에 따른 추가적인 스캔이 필요하지 않기 때문에 공간 및 비용적인 측면에서 효율적인 방법이며 현대인의 의료 피폭의 위험성을 낮출 수 있음.</li> <li>• 환자 맞춤형 악궁 추출이 가능할 뿐만 아니라 최적화된 CT projection data 기반의 파노라마 영상 획득을 통해 CBCT 화질 연구 및 CT2PANO 알고리즘 연구 향상에 기여함.</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수: 조 [ ]</li> <li>• 참여대학원생: 김 [ ], 임 [ ], 전 [ ], 심 [ ], 양 [ ], 이 [ ], 이 [ ]</li> </ul>
구분	산학협력프로젝트 3
프로젝트명	방사선원 방향탐지 검출기 개발
회사명	(주)네오시스코리아

기 간	2024.01.01~2025.12.31
추진배경	(주)네오시스코리아는 섬광체 기반 검출기 제작, 다채널 데이터획득시스템 개발, 실증실험 환경 설계 및 구축 등의 직무를 수행하고 있으며, 연세대학교는 시스템 최적화를 위한 몬테칼로 전산 모사 기술과 시스템 설계 및 성능평가 기술을 융합하여 협력업체의 애로기술 해결을 도모함.
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력안전법 제104조에 근거, 관련 시설의 안전을 위해 법령에 따라 연 1회 이상 실시해야 하는 방사선환경조사 및 방사선환경영향 평가에 활용</li> <li>• 방사선 사건·사고로 인한 비상사태를 조기에 탐지하기 위해, 원자력안전법 제105조에 따라 국토 전역 환경방사선 및 방사능의 신속한 감시에 활용</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수: 정- [ ]</li> <li>• 참여대학원생: 정- [ ]</li> </ul>
<b>구분</b>	<b>산학협력프로젝트 4</b>
프로젝트명	PET-CT 촬영 환자의 내·외부 피폭선량 평가 기술개발
회사명	원주세브란스기독병원
기 간	2024.03.02~2025.12.31
추진배경	국제방사선방호위원회(ICRP)에서 방사선방호 목적으로 제공하는 진단용 핵의학 환자의 체내 피폭 선량을 예측하기 위한 선량계수는 1960년대 개발된 수학적 모델에 기초하며, 2020년도에 발표된 최신 표준인체모델을 활용한 PET/CT 촬영에 대한 기준 장기별 피폭선량계수 데이터베이스를 구축할 필요가 있음. 원주세브란스기독병원에서는 PET-CT 선량 계수 계산을 위한 몬테칼로 전산 모사 기술 개발을 요청함.
기대효과	현존 인체모델 중 실제 인체 구조를 가장 정밀하게 모사한 최신 ICRP 공인 인체모델의 활용 및 영상의학검사 기기별 구동 원리에 따른 4차원 몬테칼로 전산모사 기술을 적용한 기존보다 신뢰도가 높은 선량평가 시스템 도입을 통해 세계적인 환자 안전관리 체계를 선도할 수 있을 것으로 기대됨.
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수: 염 [ ]</li> <li>• 참여대학원생: 이 [ ], 이 [ ], 최 [ ]</li> </ul>
<b>구분</b>	<b>산학협력프로젝트 4</b>
프로젝트명	초소형 누출 방사선 감시 및 실시간 핵종 판별 기술 개발
회사명	(주)엠원인터네셔널
기 간	2024.01.01~2025.12.31
추진배경	(주)엠원인터네셔널은 섬광체 기반 초소형 검출기를 제작하여 원자력발전소의 누출 방사선을 감시하고자 함. 연세대학교는 필수 전자부품인 내방사선 회로 및 시스템을 설계 및 검증하고 인공 지능 기술을 활용하여 계측 데이터로부터 실시간으로 핵종판별하여 협력업체의 애로기술 해결을 도모함.
기대효과	중대사고시 인간이 접근하기 어려운 현장의 상황을 촘촘한 방사선 정보를 통하여 파악하고 이를 활용하여 사고 조치 및 대응 가능
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 참여교수: 권 [ ]</li> <li>• 참여대학원생: 김 [ ]</li> </ul>

### ③ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

#### □ 다학제간 융합 교과목 개발 및 운영

- 최근 미래의학 연구와 맞춤형 의료 서비스에 대한 관심과 기대가 급속히 증대됨에 따라 다양한 학문 분야 (Big data analysis, Data-driven medicine, Mobile healthcare, Population health management, Smart hospital 등)를 포괄적으로 연계하는 디지털헬스케어(디지털 메디컬 기기, 디지털 테라피, 웨어러블, 원격

의료, 분석 및 빅데이터 등)의 중요성이 대두되고 있음.

- 이러한 사회적 관심과 경향에 부합하기 위해 본 교육연구팀은 2022년 1학기부터 교내 관련학과들(정보통계학과, 컴퓨터정보통신공학부, 의학과 등)과 협력하여 4단계 BK21 사업기간 중 2과목 이상의 다학제간 융합 교과목(의료 및 정보통신 기술 융합)을 개발 및 운영할 예정임.

□ 산업체 현장맞춤형 실습 교과목 개발 및 운영

- 연 1회 의료 산업체로부터 교육과정에 대한 자문 및 설문을 통해 교육과정의 개선을 추진하고, 2022년부터 산업체와의 교육 프로그램 공동개발을 위한 산학협의회 구성을 추진함.
- 신기술협의회 구성: 전공별 신기술협의회를 구성하여 신기술 세미나, 산업체 애로사항 도출, 산학공동과제 발굴에 필요한 기술의 교류가 필요함.

□ 사회문제 해결형 교과목 개발 및 운영

- 인구고령화 문제를 주제로 한 문제해결형 프로젝트 기반의 교과목을 개발함.
- 서울대병원, 신촌세브란스병원, 강남세브란스병원, 용인세브란스병원 및 원주세브란스기독병원과의 유기적인 협력을 통해 만성질환 및 암종별 최신 진단·치료 기술에 대한 내용을 반영하고 임상실습을 확대함.
- 재활의학 및 작업치료분야 전문가 자문을 통해 노인 질환 진단과 관련된 영상촬영 핵심기술들이 충분히 반영될 수 있도록 방사선 진단 관련 교과목을 보완함.

## 2. 인력양성 계획 및 지원 방안

### 2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-9> 교육연구단(팀) 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2023년 2학기	0	1	20	21
	2024년 1학기	1	1	22	24
	계	1	2	44	45
배출 (졸업생)	2023년 2학기	0	2		2
	2024년 1학기	0	0		0
	계	0	2		2

- 최근 1년간 교육연구팀의 전년도 대비 참여대학원생 확보 인원은 3명이며, 지속적이고 체계화된 교육·연구 프로그램을 통해 본 교육연구팀의 비전과 목표에 부합하는 창의적·도전적 의료방사선 분야의 혁신 인재, 글로벌 핵심 인재, 사회문제 해결형 우수 인재를 양성할 계획임.
- 최근 1년간 교육연구팀 참여대학원생 중 총 2명이 배출됨. 추후 3년 내에 유사한 시기에 입학한 BK21 소속 대학원생이 한 번에 다수 배출될 것으로 예상됨.

### 2.2 교육연구단(팀)의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

- 예비 대학원생 체험 프로그램 강화
  - 우수한 학부생의 조기 유치 및 사전 대학원 체험을 위한 예비 대학원생 프로그램을 시행함.
  - 우수한 대학원생 확보를 위해 대학원 입시정보, 장학금 제도, 연구 분야, 졸업 후 진로 등에 대한 설명회를 1년에 2회 이상 개최함.
  - 매년 모든 학부생과 대학원생들을 대상으로 방사선학과 학술제 및 취업 설명회를 개최하여 학부생들이 석사 및 박사학위를 받고 다양한 분야에 진출한 졸업생과 진로 현황을 깊이 있게 접할 수 있는 체험 행사를 마련함.
  - 학부 3, 4학년을 대상으로 하는 캡스톤디자인 교과목 운영을 통해 학부생이 관심을 가지고 있는 대학원 연구실과 연계하여 연구활동을 체험할 수 있는 기회를 제공함.
  - 학부연구생의 대학원 인턴십 프로그램의 활성화 및 Open-Lab Day 운영을 통한 연구실 탐방 기회를 제공하여 세부 전공별 연구프로그램의 이해도를 향상시킴.
  - 대학원 입학예정자의 오리엔테이션 정례화: 학사운영, 연구비 집행, 안전교육, 연구윤리 및 연구노트 작성 등의 교육을 제공함.
- 장학금 지원의 확대
  - 연세대학교 미래캠퍼스는 대학원생에게 안정적인 교육 환경을 제공하기 위해 우수학생 입학 장학금 제도 및 재정을 확대하여 7년간 총 40.7억 원을 투자하고, 학생 1인당 장학금 수혜율을 이공계열 125%로

높일 계획을 가지고 있으며, 대학원생 RA/TA 제도를 이용한 조교 장학제도를 구축하고 있음.

- 참여대학원생의 연구 활동 촉진 및 안정적 지원을 위해 1인당 평균 2023년도 2학기 2812.2 천원, 2024년도 1학기 5,375.5 천원의 장학금을 지급하였으며, 대학원혁신지원 자율장학금을 신설하여 BK21 참여대학원생 중 학과별 자체 선발 기준을 통해 선정된 학생에게 1인당 최대 100만원의 장학금을 지원하였음.
    - 우수조교Ⅰ / 우수조교Ⅱ: 지도교수가 수행하는 학사업무 보조를 포함하여 대학원 학생의 연구 및 교육의 수련을 위한 업무를 수행함(주당 15시간 이상)
      - 우수조교Ⅰ: 전임교원 1인당 2명 (이학 및 공학계열), 등록금의 60% (등록금 인상 시 금액 조정)
      - 우수조교Ⅱ: 정원 제한 없이 추천 가능하며 일정 금액(1,200,000원) 내에서 장학금을 지급
    - 강의조교: 실험실습, 일반강의, 학 부 교양과목 담당교수를 보조, 실습시간 배정에 따라 장학금을 지급함.
  - 학부 졸업 이전에 대학원 진학을 결정하는 학생들에 대해 대학원 등록금에 대한 부담을 낮추고 우수한 학생들이 조기에 대학원 진학을 할 수 있도록 다양한 장학금을 지원하고 있음.
    - 학부-대학원 연계과정 장학금: 학부-대학원 연계과정에 선발된 학생에게는 석사과정은 3학기까지, 통합과정은 5학기까지 입학금 및 등록금을 전액 지급함.
    - 우수학생 조기 입학전형 장학금: 우수학생 조기 입학전형에 선발된 학생에게는 석사과정은 4학기, 통합과정은 6학기까지 입학금 및 등록금을 전액 지급함.
  - 4단계 BK21 사업 참여대학원생을 대상으로 연구장학금 제도를 신설하였으며, 학위 기간 동안 안정적인 연구 및 수학이 가능하도록 보장함으로써 우수 대학원생의 참여를 유도함.
    - Need Based Fellowship
      - 석사과정 4학기까지, 박사과정 4학기까지, 통합과정 6학기까지 대상으로 함.
      - 학생의 경제적 사정 및 성적기준을 통해 선발(직전학기 성적 3.5이상/4.3)
      - 장학금액: 등록금 반액
    - Graduate-Research Assistant(GRA; 우수 박사(통합)과정생) 및 Yonsei Graduate Fellow(YGF: 최우수 박사(통합)과정생)
      - 석박통합과정 5학기 이상, 8학기 또는 박사과정 4학기 이하인 참여대학원생
      - 성적기준(4.0이상/4.3)을 충족하고, 연구(논문, 특허, 학술발표, 수상 등) 실적이 우수한 참여대학원생
      - 외국어 성적 제출자는 가산점 부여(제출된 연구업적 점수의 10%)
      - 장학금액: 등록금 전액, (YGF의 경우 학기 중 매달 80만원의 생활비 추가 지급)
    - 기숙장학금
      - 참여대학원생의 안정적인 연구환경의 제공을 위해 기숙장학제도를 운영함.
- 연구역량 강화 프로그램 확대
- 대학원생 국제 연구 역량 강화를 위해 영어로 작성하는 학술지 논문투고 및 학위논문에 대한 교정 및 오프라인 코칭 전문 서비스를 제공함.
  - 연구역량 강화를 위한 온라인 프로그램 제공(<https://library.yonsei.ac.kr/education/list>)
    - 학문 분야별 데이터베이스를 활용한 자료 조사 및 이용법 교육을 제공함.
  - 각 분야별 연구 리서치 가이드 제공(<http://yonsei.kr.libguides.com/>)
    - 데이터베이스 이용가이드, 부실연구활동 예방가이드, 표절예방교육, 통계분석 가이드 등을 제공함.

- 우수한 연구 성과를 도출하기 위해 우수학술지 논문 게재에 대한 인센티브를 제공함.
  - 연구 집담회를 정기적으로 개최하여(월 1회) 연구역량 향상을 위한 노하우를 공유함.
  - 교내 영어교육 지원 프로그램을 적극 활용하고, 외국어 강의 확대 및 영어 졸업인증제를 운영하여 대학원생들의 국제적 소통 능력을 제고함.
  - 대학원생들에게 연구윤리 교육, 생명윤리 관련 법률 교육, 실험실 내 환경 관련 법규 교육 등을 실시함.
  - 해외 출판사 및 학회와의 협력을 통한 저널 editor 등의 외부 전문가 초청 특강을 개최함.
- 국제화 역량 강화 프로그램 확대
- 해외 석학 초청 강의 및 세미나, 국제학술대회 개최를 지원함.
  - 대학원생 국제학술행사, 국외 교육프로그램 및 장·단기 해외 연구소 방문 프로그램 참가경비 지원을 확대함.
  - 매년 전년도 연구실적을 평가하여 우수한 3명의 대학원생에게 우수논문상을 수여하고, 해외연수 선정 시 가산점을 부여함.
  - 해외 우수 연구자들과의 교류 촉진을 위한 Research Gate (<https://www.researchgate.net/>) 등의 네트워크 활동을 강화함.
  - 대학원생과 신진연구인력의 국제학술지 논문게재료를 지원함.

### 2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-10> 2023년 8월 및 2024년 2월 졸업한 교육연구단(팀) 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명, %)

구분	졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취(창)업률% (D/C)×100
	졸업자 (G)	비취업자(B)		취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)		
		진학자					
		국내	국외	입대자			
2023년 8월	석사	0	0	0	0	0	100
졸업자	박사	1	X		0	1	
2024년 2월	석사	0	0	0	0	0	100
졸업자	박사	2	X		0	2	

#### □ 현 취업률 현황 및 사례

- 본 교육연구팀은 의료방사선 특화 교육과정 운영을 통해 경쟁력 있는 의료 방사선 전문 인력을 배출하고자 노력하고 있으며, 2023년 박사 1명, 2024년 박사 2명의 졸업생을 배출하였고, 취업률은 100%임.
- 2023년도 8월과 2024년 2월 기준 졸업생 취업현황은 다음과 같음.

졸업연도	학위	졸업생	취업현황	현 직위 및 업무내용	지도교수
2023.08	박사	박 [ ] 준	서울대학교병원	<ul style="list-style-type: none"> <li>의학물리임상강사</li> <li>- 방사선치료 임상평가</li> </ul>	민 [ ] 희
2024.02	박사	이 [ ] 재	(주) 오스텍 중앙연구소	<ul style="list-style-type: none"> <li>주임연구원</li> <li>- X-ray 영상 시스템 개발</li> </ul>	조 [ ] 성
		이 [ ] 우	LG 전자 생산기술원	<ul style="list-style-type: none"> <li>선임연구원</li> <li>- X-ray 위상차영상시스템 개발</li> </ul>	조 [ ] 성

<표 2-11> 2023년 8월 및 2024년 2월 졸업한 참여대학원생의 대표적 취(창)업 사례

연번	성명	졸업연월	수여 학위 (박사/석사)	학위취득 시 학과(부)명	현 직장(직위)	지도교수
<b>대표 취(창)업 사례의 우수성</b>						
1	박 [ ] [ ]	2023.08	박사	방사선융합공학과	서울대학교병원 (의학물리임상강사)	민 [ ] [ ]
<p><b>논문 주제: Development of Two-dimensional Dynamic Multileaf Collimator to Improve Treatment Quality and Accuracy of the Intensity Modulated Radiation Therapy</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우수성: 첨단 방사선 신기술 연구를 통해 진단·치료 시 방사선 피폭 최소화를 위한 개인 맞춤형 초정밀 방사선 진단 및 치료 시스템 핵심 기술 개발에 기여함. 서울대학교병원에서 의학물리임상강사로 활동하며 환자들에게 최상의 의료 서비스를 제공하는 데 활용될 수 있는 역량임. 암 치료의 정확성과 효율성을 높이는 데 크게 기여할 것으로 예상됨.</li> <li>• MIRAE 핵심가치 연관성: 의료방사선 분야의 전문성을 바탕으로 임상 현장에서 핵심적인 역할을 수행하며, 서울대학교병원과의 협력을 통해 연구 결과를 실제 의료 현장에 적용하여 의료 기술 발전에 기여함.</li> <li>• 기대 효과: 암 치료 분야의 발전을 선도하고 환자들의 삶의 질 향상에 기여함으로써, 의료 방사선 분야의 전문성을 강화하고 미래 의료 기술을 주도할 역량을 확보할 것으로 기대됨.</li> </ul>						
2	이 [ ] [ ]	2024.02	박사	방사선융합공학과	(주) 오스텍	조 [ ] [ ]

				중앙연구소 (주임연구원)	
	<p><b>논문 주제: Advanced Cycle GAN Based Two-Material Decomposition in Chest Radiography Using CT Datasets</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우수성: ICT 융합 방사선 기술 연구를 통해 인공지능 및 빅데이터 기반의 의료 영상 재구성 및 영상 진단 및 치료 기술 개발에 힘씀. 오스템 중앙연구소에서 의료 영상 진단 기술을 발전시키고, 새로운 의료기기 개발에 활용될 수 있는 핵심 역량임. 인공지능 기반의 영상 분석 기술은 의료 진단의 정확성과 효율성을 높이는 데 크게 기여할 것으로 기대됨.</li> <li>• MIRAE 핵심가치 연관성: 혁신적인 인공지능 기술을 의료 영상 분야에 접목하여 의료 기술 발전에 기여하고, 오스템과의 협력을 통해 연구 결과를 실제 의료기기 개발에 적용하여 산업 발전에 기여함.</li> <li>• 기대 효과: 인공지능 기반 의료 영상 진단 기술의 발전을 선도하며 의료기기 산업의 혁신을 이끌 것으로 기대되며, 연구 개발 역량을 바탕으로 의료 인공지능 분야의 전문 인력으로 성장할 가능성이 높을 것으로 예상됨.</li> </ul>				
이	2024.02	박사	방사선융합공학과	LG 전자 생산기술원 (선임연구원)	조
3	<p><b>논문 주제: Implementation of Phase-contrast and Dark-field X-ray Imaging Using an Antiscatter Grid</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우수성: 첨단 방사선 신기술 연구를 통해 기능적/해부학적 융·복합 의료방사선 영상 시스템을 이용한 분자 영상학적 진단 바이오마커 및 정밀 표적 치료 마커 기반의 진단 및 치료 기술 개발에 기여함. LG 전자 생산기술원에서 차세대 의료 영상 시스템 개발에 활용될 수 있는 첨단 기술임. X-ray 이미징 기술을 발전시켜 의료 진단의 정확성을 높이고 새로운 진단 기술 개발에 기여할 것으로 예상됨.</li> <li>• MIRAE 핵심가치 연관성: 혁신적인 X-ray 이미징 기술을 개발하여 의료 영상 분야의 기술 경쟁력 강화에 기여하고, LG 전자와의 협력을 통해 연구 결과를 첨단 기술 개발에 적용하여 산업 발전에 기여함.</li> <li>• 기대 효과: 차세대 의료 영상 시스템 개발을 주도하여 의료 진단 기술의 혁신을 촉진하고, 연구 개발 역량을 바탕으로 의료 영상 분야의 핵심 인재로 성장하여 미래 기술 발전에 기여할 것으로 기대됨.</li> </ul>				

- 졸업자들은 종합병원의 의학물리학자로 1명, 의료기기 산업체의 책임연구원으로 2명이 취업하여 전공과 관련된 분야에서 역량을 발휘하고 있음.
- 본 교육연구팀에서는 MIRAE형 인재 양성을 위한 명확한 목표와 특성화된 교육과정이 구성/운영/개선을 통해 전문인력 양성 프로그램이 개발된 상태임. 따라서 본 사업기간 내 전문분야를 위한 유능한 인력들을 지속적이고, 안정적으로 배출할 것으로 예상됨.
- 참여대학원생의 학위 취득을 위한 외국어인증 졸업여건 강화 및 교육과정을 대폭 개선함으로써 국제공동 연구를 수행할 창의적·도전적 우수 인력을 양성함.
- 매년 모든 대학원생들을 대상으로 방사선학과 학술 워크숍 및 취업 설명회를 개최하여 학부생들이 석사 및 박사학위를 받고 다양한 분야에 진출한 졸업생과 진로 현황을 깊이 있게 체험할 수 있는 학생 맞춤형 행사를 마련할 계획임.

- 본 교육연구팀의 소속기관 내 원주창업지원단 등의 인프라를 활용하여 재학생 및 졸업생을 창업 지원을 추진할 계획임.

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

- 본 교육연구팀은 참여대학원생은 최근 1년간 총 22편의 국제 SCI(E) 논문 게재 성과를 달성하였으며, 2023 impact factor (2023 IF) 총 합은 41.50 이며, 논문 1편당 평균 IF는 1.89을 달성하였음.
  - 환산 보정 IF의 합은 9.71 이며, 논문 1편당 환산 보정 IF는 0.44, 환산 보정 ES의 합은 0.24, 논문 1편당 환산 보정 ES는 0.48의 성과를 달성하였음.
  - 아래 표와 같이 전년도에 비해 거의 모든 지표에서 향상된 수치를 달성 하였으며, 이는 저널의 영향력과 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 잘 나타내는 결과라고 판단됨.
  - 본 교육연구팀의 참여대학원생은 4단계 BK21 사업 기간 내 매년 우수한 성과의 질적 향상을 지향하고 있음.

<표 2-12> 최근 1년간 참여대학원생의 저명학술지 게재 실적

구 분		최근 1년간 논문 게재 실적
논문 편수	논문 총 편수	22
	논문의 환산 편수의 합	6.65
	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	0.30
Impact Factor (IF)*	IF=0이 아닌 논문 총 편수	22
	IF의 합	41.50
	환산보정 IF의 합	9.71
	논문 1편당 환산보정 IF	0.44
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF	0.43
Eigenfactor Score (ES)**	ES=0이 아닌 논문 총 편수	22
	ES의 합	0.24
	환산 보정 ES의 합	10.56
	논문 1편당 환산보정 ES	0.48
	참여대학원생 1인당 환산보정 ES	0.47
최근 1년간 학기별 평균 참여대학원생 수		22.5

- IF\*\* 및 ES\*\*\*의 정보는 아래 웹페이지에서 제공되는 BK21 사업 전용 지표를 사용하였음:

<http://s2journal.bwise.kr/jcr/jcrCategoryRankingPage.do>

- 논문 편수 환산 공식: 주저자 1인의 논문 환산 편수 =  $\min(1/(m+0.5), 0.5)$  (단, n = 0일 때는 1/m)
  - m: 주저자(제1저자 + 교신저자) 수
  - n: 기타저자(주저자를 제외한 저자)수
  - T: 총 저자수 (= m + n)
- 기타 저자 1인의 논문 환산 편수(n > 0) =  $1-m*\min(1/(m+0.5), 0.5) / n$

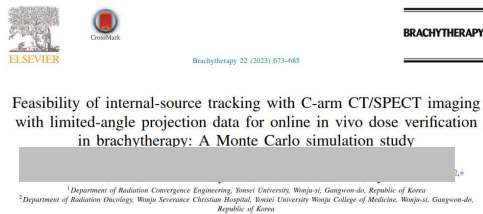
<표 2-13> 참여대학원생의 저명학술지 성과의 우수성

연번	1	실적 구분	논문	참여대학원생	성■■■, 최■■■, 천■■■
----	---	-------	----	--------	------------------

성과 일자	2023.09	제1저자	성 [ ]
실적 제목	Feasibility of internal-source tracking with C-arm CT/SPECT imaging with limited-angle projection data for online in vivo dose verification in brachytherapy: A Monte Carlo simulation study		
게재지 (저널명)	Brachytherapy	Impact Factor	2023 IF 1.7
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q3, JIF rank 118/204

**요약문**

- 우수성:** 해당 논문은 Brachytherapy 저널에 게재되었으며, 이 저널은 JCR Impact Factor 기준 상위 42.2%에 해당하는 저널임. Brachytherapy 분야에서 인정받는 저널에 논문을 게재함으로써 연구의 우수성을 입증함.
- 창의/혁신성:** 기존의 Brachytherapy 기술은 방사선원의 위치 확인이 어려워 정확성과 안전성이 떨어지는 문제점이 있었음. 본 연구에서는 C-arm CT/SPECT 영상 기법을 이용하여 시술 중 실시간으로 방사선원의 위치를 추적하는 혁신적인 기술을 제안함.
- 비전 부합성:** 본 연구팀의 비전 중 하나는 의료방사선 분야의 첨단 기술 개발과 혁신을 선도하는 것임. 본 연구는 C-arm CT/SPECT 기반 방사선원 추적 기술을 통해 Brachytherapy 기술의 정확성과 안전성을 향상시키는 첨단 기술을 개발함으로써 연구팀의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** Brachytherapy는 암 조직에 근접하여 방사선을 조사하는 치료법으로, 정확한 방사선원 위치 확인은 치료 효과를 극대화하고 부작용을 최소화하는 데 매우 중요함. 본 연구에서 제안된 기술은 Brachytherapy 기술의 정확성과 안전성을 향상시켜 치료 효과를 높이는 데 기여할 수 있음.
- 산업/사회 기여:** Brachytherapy는 다양한 암 치료에 효과적인 치료법으로 널리 활용되고 있음. 본 연구는 C-arm CT/SPECT 기반 방사선원 추적 기술을 통해 환자의 방사선 치료 효과를 높이고 부작용을 줄임으로써 환자의 삶의 질 향상과 의료 기술 발전에 기여할 수 있음.



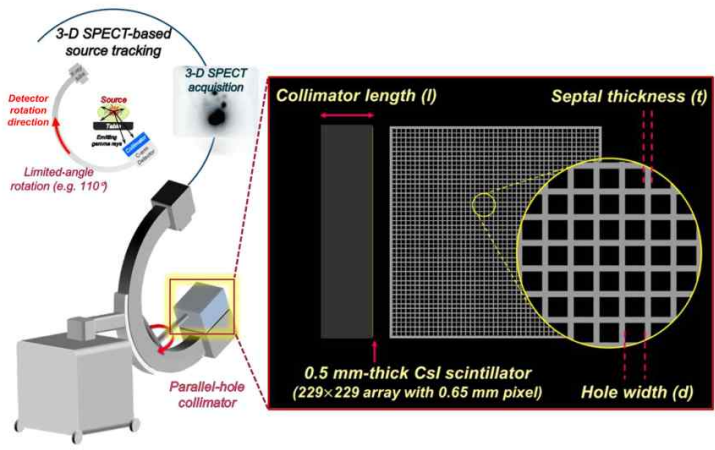
**ABSTRACT** **PURPOSE:** The current protocol for use of the image-guided adaptive brachytherapy (IGABT) procedure entails transport of a patient between the treatment room and the 3-D tomographic imaging room after implantation of the applicators in the body, which movement can cause position displacement of the applicator. Moreover, it is not possible to track 3-D radioactive source movement inside the body, even though there can be significant inter- and intra-fractional patient-setup changes. In this paper, therefore, we propose an online single-photon emission computed tomography (SPECT) imaging technique with a combined C-arm fluoroscopy X-ray system and attachable parallel-hole collimator for internal radioactive source tracking of every source position in the applicator.

**METHODS AND MATERIALS:** In the present study, using Geant4 Monte Carlo (MC) simulation, the feasibility of high-energy gamma detection with a flat-panel detector for X-ray imaging was assessed. Further, a parallel-hole collimator geometry was designed based on an evaluation of projection image quality for a <sup>192</sup>Ir point source, and 3-D limited-angle SPECT-image-based source-tracking performances were evaluated for various source intensities and positions.

**RESULTS:** The detector module attached to the collimator could discriminate the <sup>192</sup>Ir point source with about 3.4% detection efficiency when including the total counts in the entire deposited energy region. As the result of collimator optimization, hole size, thickness, and length were determined to be 0.5, 0.2, and 45 mm, respectively. Accordingly, the source intensities and positions also were successfully tracked with the 3-D SPECT imaging system when the C-arm was rotated within 110° in 2 seconds.

**CONCLUSIONS:** We expect that this system can be effectively implemented for online IGABT and in vivo patient dose verification. © 2023 American Brachytherapy Society. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.

**Keywords:** brachytherapy; Monte Carlo; internal-source tracking; C-arm CT/SPECT; limited-angle; in vivo dose verification



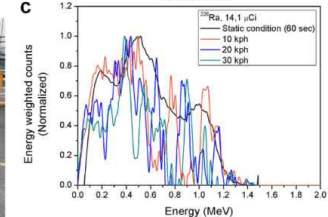
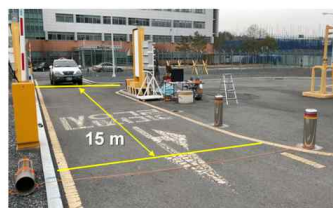
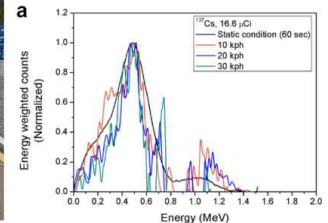
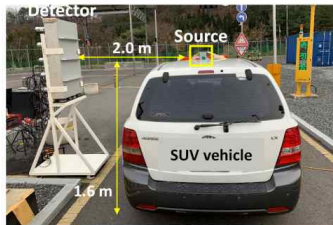
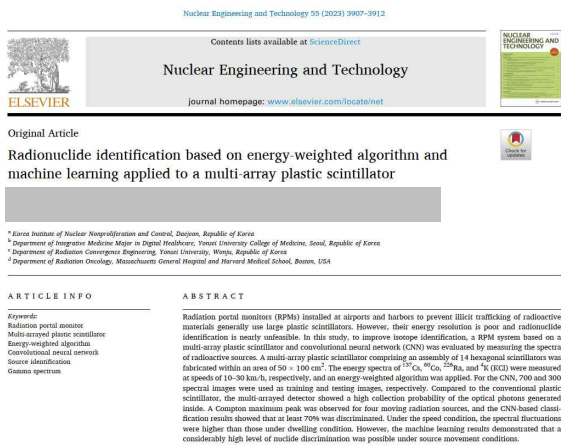
<게재 현황 및 대표 그림>

연번	2	실적 구분	논문	참여대학원생	천 [ ]
성과 일자	2023.10		제1저자		이 [ ]
실적 제목	Radionuclide identification based on energy-weighted algorithm and machine learning applied to a multi-array plastic scintillator				

게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology	Impact Factor	2023 IF: 2.6
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 6/40

**요약문**

- 우수성:** 해당 논문은 Nuclear Engineering and Technology 저널에 게재되었으며, 이 저널은 JCR Impact Factor 기준 상위 13.7%에 해당하는 저널임. 핵공학 및 기술 분야에서 인정받는 저널에 논문을 게재함으로써 연구의 우수성을 입증함.
- 창의/혁신성:** 기존의 Radiation Portal Monitor는 플라스틱 섬광체를 사용하여 에너지 분해능이 좋지 않아 방사성 핵종 식별이 어려웠음. 본 연구에서는 다중 배열 플라스틱 섬광 검출기를 이용하여 에너지 분해능을 향상시키고, 컨볼루션 신경망(CNN) 기반 기계 학습 모델을 적용하여 방사성 핵종 식별의 정확도를 높이는 혁신적인 기술을 제안함.
- 비전 부합성:** 본 연구팀의 비전은 창의융합형 인재양성을 통한 의료방사선 분야의 미래가치 창조임. 본 연구는 방사선 검출 기술의 혁신이라는 측면에서 연구팀의 비전과 일맥상통하는 부분이 있음. 또한, 방사선 안전 분야에 활용될 수 있으며, 이는 사회적 가치 창출 및 성장 기여라는 연구팀의 비전에도 부합함.
- 분야 기여:** 방사성 핵종 식별 기술은 핵물질의 불법 거래를 방지하고, 방사능 오염 물질에 대한 안전을 확보하는 데 매우 중요함. 본 연구에서 제안된 기술은 기존의 방사선 포털 모니터의 성능을 향상시켜 방사성 핵종 식별의 정확도를 높이고, 이를 통해 핵 안보 및 방사선 안전에 기여할 수 있음.
- 산업/사회 기여:** 방사성 핵종 정밀 식별 기술은 공항, 항만 등에서 방사성 물질의 불법 반입을 차단하고, 오경보 비율 저감에 따른 물류 흐름을 원활히 하여 국가 경제 발전에 기여할 수 있음. 또한, 국내 방사선 안전을 강화하는 데 활용되어 사회 안전과 국민 건강 증진에 기여할 수 있음.

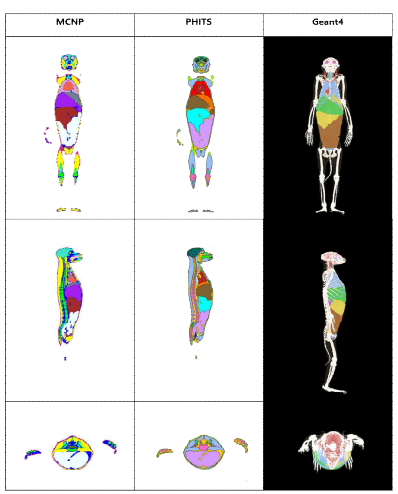
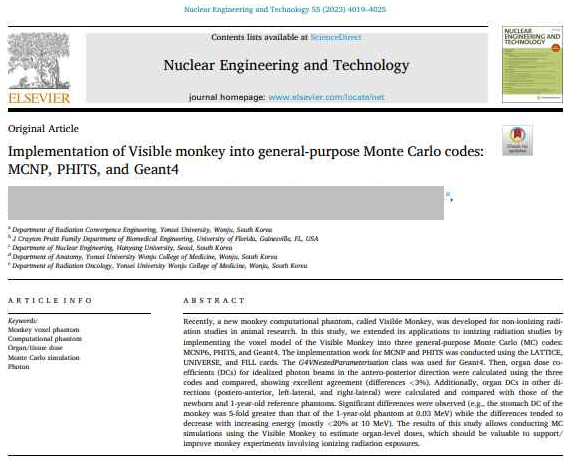


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	3	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] , 이 [ ] 최 [ ] 천 [ ]
성과 일자		2023.11		제1저자	이 [ ]
실적 제목	Implementation of Visible monkey into general-purpose Monte Carlo codes: MCNP, PHITS, and Geant4				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology	Impact Factor	2023 IF: 2.6		
국내·국제 /	국제 SCI(E)	비고	Q1,		

**요약문**

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- **창의/혁신성:** 본 연구에서는 사람에 대한 직접적인 실험의 한계를 대체하여 실행된 동물실험 중 원숭이를 이용한 실험에서의 선량평가를 위해 방사선 입자 수송 시뮬레이션에 사용이 가능하도록 원숭이 팬텀을 입력하고 이를 통해 외부피폭 선량계수를 계산하여 제공함.
- **비전 부합성:** 본 연구는 몬테칼로 전산모사 및 복셀 팬텀을 사용한 선량 계산 연구로, 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양 부합함.
- **분야 기여:** 본 연구에서 방사선 입자 수송 코드에 입력된 팬텀과 계산된 선량은 전리방사선 분야에서 원숭이를 이용한 실험시 원숭이에 흡수된 선량을 에너지에 따라 장기별로 알 수 있게 함. 이는 방사선과 생물학적 효과에 대한 상관관계를 보다 정확하게 추정할 수 있게 하여 방사선 방호 분야와 방사선 생물학 분야 전반에 대해 방사선과 그 영향을 아는 데에 도움이 될 수 있음.
- **산업/사회 기여:** 본 연구의 결과는 입자 수송 코드 사용자 뿐만이 아닌 연구자들의 실험 검증, 기반 자료를 제작하는 데에도 도움이 될 것임.



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	4	실적 구분	논문	참여대학원생	최 [ ] 천 [ ]
성과 일자		2024.03		제1저자	최 [ ]
실적 제목	Optimization of Yonsei Single-Photon Emission Computed Tomography (YSECT) Detector for Fast Inspection of Spent Nuclear Fuel in Water Storage				
게재지 (저널명)	Journal of Radiation Protection and Research		Impact Factor		2023 IF: 0.6
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	ESCI		비고		Q4, JIF rank 184/204

**요약문**

- **우수성:** 해당 논문에서 제안된 방출단층촬영장치는 국내 최초 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 장치로, 향후 사용후핵연료의 이동 시 검사장비로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
- **창의/혁신성:** 기존 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영장치의 한계점을 보완하기 위하여

몬테칼로 전산모사를 통해 장치의 최적화 설계가 수행됨.

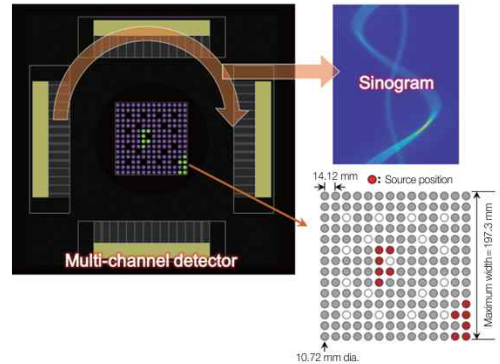
- 비전 부합성:** 해당 연구를 통해 제안된 방출단층촬영장치는 국내에서 대두되고 있는 사용후핵연료 처분과 관련되어 있으며, 이는 사회적 가치 창출 및 성장 기여를 위한 산학협력 강화라는 교육연구단의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** 해당 연구를 통해 4D 몬테칼로 전산모사 기술이 확보됨. 또한, 국내 사용후핵연료 안전 규제 및 감시 수준 기술 고도화에 기여함.
- 산업/사회 기여:** 해당 연구는 국내 사용후핵연료 관리 및 핵비확산에 기여할 수 있음.

Journal of  
Radiation Protection and Research 2024;49(1):29-39  
https://doi.org/10.14407/jrpr.2023.00465

pISSN 2508-1888 | eISSN 2466-2461

### Optimization of Yonsei Single-Photon Emission Computed Tomography (YSECT) Detector for Fast Inspection of Spent Nuclear Fuel in Water Storage

<sup>1</sup>Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea; <sup>2</sup>Department of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea; <sup>3</sup>ARALE Laboratory Co.Ltd, Seoul, Korea; <sup>4</sup>Department of Radiation Oncology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Korea



<계재 현황 및 대표 그림>

연번	5	실적 구분	논문	참여대학원생	천
성과 일자		2024.05		제1저자	천
실적 제목	Prompt gamma imaging system in particle therapy: a mini-review				
게재지 (저널명)	Frontiers in Physics	Impact Factor	2023 IF: 1.9		
국내·국제 / SCIE)·SCOPUS 구분	국제 SCIE)	비고	Q2, JIF rank 48/110		

#### 요약문

- 우수성:** 본 논문은 2024년 3월 Frontiers in Physics (IF: 1.9) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor에서 사분위 중 Q2에 해당함.
- 창의/혁신성:** 즉발감마선 및 양전자방출체를 통합하여 검출 및 평가 할 수 있는 검출기의 개발 및 그 시스템의 성능검증을 통해 입자선의 비정 거리를 정확히 평가할 수 있었음.
- 비전 부합성:** 입자선 치료 관련 기술은 고부가가치의 차세대 기술로써, 새롭게 개발된 검출시스템 연구를 통해 본 연구팀의 비전인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 기여할 수 있었음.
- 분야 기여:** 입자선에 대한 정확한 비정 거리 평가는 입자선 치료 분야에서 핵심적으로 해결해야 하는 우선해결 과제임. 본 연구의 결과를 기반으로 해당 분야의 연구를 총 정리하는 Review 논문이 작성되었음. 이를 통해 본 연구팀의 우수성을 세계적으로 평가받을 수 있었음.
- 산업/사회 기여:** 입자선 치료기술은 높은 치료효과가 기대되어 전 세계적으로 방사선 치료 분야에서 광범위하게 연구되고 있지만, 아직 그 기술의 정확도에 대한 검증이 필요함. 따라서, 본 연구를 통해 입자선 치료 기술의 정확성 및 효율성을 보장하는데 기여할 수 있음.

Check for updates

OPEN ACCESS

EDITED BY  
Paulo Magalhães Martins,  
University of Lisbon, Portugal

REVIEWED BY  
Jeremy Poir,  
University of Maryland, United States

\*CORRESPONDENCE  
Chul Hee Min,  
cmin@yonsei.ac.kr

RECEIVED 15 December 2023

ACCEPTED 15 April 2024

PUBLISHED 13 May 2024

CITATION  
Cheon B-W and Min CH (2024) Prompt gamma  
imaging system in particle therapy: a mini-  
review.  
Front. Phys. 12:1356572.  
doi: 10.3389/fphy.2024.1356572

COPYRIGHT  
© 2024 Cheon and Min. This is an open-access  
article distributed under the terms of the  
Creative Commons Attribution License (CC BY).  
The use, distribution or reproduction in other  
forums is permitted, provided the original  
author(s) and the copyright owner(s) are  
credited and that the original publication in this  
journal is cited, in accordance with accepted  
academic practice. No use, distribution or  
reproduction is permitted which does not  
comply with these terms.

## Prompt gamma imaging system in particle therapy: a mini-review

Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea

Accurate *in-vivo* verification of beam range and dose distribution is crucial for the safety and effectiveness of particle therapy. Prompt gamma (PG) imaging, as a method for real-time verification, has gained prominence in this area. Currently, several PG imaging systems are under development, including gamma electron vertex imaging (GEVI), the Compton camera, the slit camera, and the multi-array type collimator camera. However, challenges persist in dose prediction accuracy, largely due to patient positioning uncertainty and anatomical changes. Although each system demonstrates potential in verifying PG range, further improvements in detection efficiency, spatial resolution, background reduction, and integration into clinical workflows are essential.

KEYWORDS

prompt gamma imaging, particle therapy, imaging system, *in-vivo* dose verification, real-time

### 1 Introduction

### <개제 현황 및 대표 그림>

연번	6	실적 구분	논문	참여대학원생	최 [ ] , 천 [ ]
성과 일자	2024.06		제1저자		최 [ ]
실적 제목	Feasibility study of spent fuel internal tomography (SFIT) for partial defect detection within PWR spent nuclear fuel				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology		Impact Factor		2023 IF: 2.6
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고		Q1, JIF rank 6/40

### 요약문

- 우수성:** 해당 논문에서 제안된 SFIT 장치는 새로운 유형의 사용후핵연료 부분결손 검사장치로, 사용후핵연료 집합체 내 제어봉 안내관에 배치되어 부분결손 검증 정확도를 향상시킬 수 있음.
- 창의/혁신성:** 기존 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영 장치의 중심영역에 대한 낮은 검사 정확도를 보완하기 위해 제안된 장치로, 몬테칼로 전산모사를 통해 해당 장치의 실현 가능성이 평가됨.
- 비전 부합성:** 해당 연구를 통해 개발된 SFIT 장치 및 4D 몬테칼로 전산모사 기술은 미래형 인재 양성을 위한 융복합 교육 강화라는 연구팀의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** 해당 연구를 통해 4D 몬테칼로 전산모사 및 개선된 방사선 검출기 개발 기술이 확보됨. 또한, 국내 핵비확산을 위한 사용후핵연료 감시 수준 기술 고도화에 기여함.
- 산업/사회 기여:** 해당 연구는 ‘국제원자력기구의 효율적인 핵사찰을 위한 향상된 기술개발’이라는 세계적인 연구개발 기조에 일조할 수 있음.

Nuclear Engineering and Technology 56 (2024) 2412–2420

Contents lists available at ScienceDirect

**Nuclear Engineering and Technology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/NET](http://www.elsevier.com/locate/NET)

Original Article

**Feasibility study of spent fuel internal tomography (SFIT) for partial defect detection within PWR spent nuclear fuel**

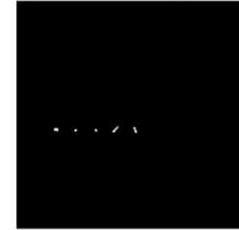
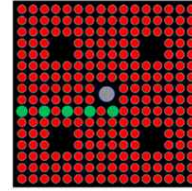
\* Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Republic of Korea  
 † Department of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital, Republic of Korea  
 ‡ Department of Radiation Oncology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Republic of Korea  
 § ABAL Laboratory Co., Ltd, Republic of Korea

ARTICLE INFO

**Keywords:**  
 Spent fuel  
 Non-proliferation  
 Spent nuclear fuel  
 Partial defect  
 Gamma emission tomography  
 Monte Carlo simulation

ABSTRACT

The International Atomic Energy Agency (IAEA) mandates safeguards to ensure non-proliferation of nuclear materials. Among inspection techniques used to detect partial defects within spent nuclear fuel (SNF), gamma emission tomography (GET) has been reported to be suitable for detection of partial defects on a pin-by-pin level. Conventional GET, however, is limited by low detection efficiency due to the high density of nuclear fuel rods and self-absorption. This paper proposes a new type of GET named Spent Fuel Internal Tomography (SFIT), which can acquire sinograms at the guide tube. The proposed device consists of the housing, shielding, C-shaped collimator, reflector, and gadolinium aluminum gallium garnet (GAGG) scintillators. For accurate attenuation correction, the source distinguishable range of the SFIT device was determined using MC simulation to the region away from the proposed device to the second layer. For enhanced inspection accuracy, a proposed specific source-discrimination algorithm was applied. With this, the SFIT device successfully distinguished all source locations. The comparison of images of the existing and proposed inspection methods showed that the proposed method, having successfully distinguished all sources, afforded a 130% inspection accuracy improvement.



<Without SFIT device>

<With SFIT device>

<게재 현황 및 대표 그림>

연번	7	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] , 최 [ ]
성과 일자	2024.06		제1저자	이 [ ]	
실적 제목	Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology	Impact Factor	2023 IF: 2.6		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 6/40		

요약문

- 우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 본 연구는 갑상샘 질환인 소아에게 방사성 아이오딘을 사용한 치료를 진행할 때 다른 장기들에 들어가는 선량을 계산하기 위한 S value를 국제 표준 팬텀인 복셀팬텀을 사용하여 계산하였음.
- 비전 부합성:** 본 연구에서는 방사성 아이오딘 치료를 받은 소아 환자의 S value 계산을 위해 몬테칼로 전산모사와 최신 국제 표준 팬텀인 복셀형 팬텀을 사용하였음. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양에 부합함.
- 분야 기여:** 소아의 경우 성인에 비해 방사선에 예민하고 기대수명이 높음. 이에 보다 정확한 선량 추정이 필요하여 본 연구에서 계산된 실제 사람의 해부학적 영상인 CT를 기반으로 제작된 복셀형 팬텀을 기반으로 계산된 S value가 도움이 될 것임.
- 산업/사회 기여:** 소아환자에 대해 계산된 S value는 아이오딘을 사용한 갑상샘 질환 치료 이후 발생할 수 있는 질병에 대한 역학 연구 시 발생하는 질병과 방사선의 상관관계를 계산하는 데에 보다 정확하게 계산할 수 있게 함.

Nuclear Engineering and Technology 56 (2024) 2247–2257

Contents lists available at ScienceDirect

**Nuclear Engineering and Technology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/nucengtech](http://www.elsevier.com/locate/nucengtech)

Original Article

**Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy**

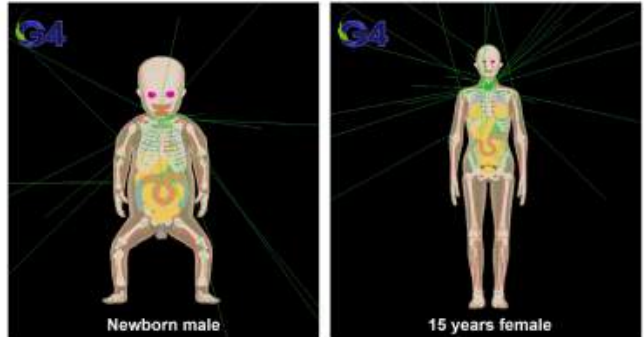
<sup>a</sup> Department of Radiation Convergence Engineering, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea  
<sup>b</sup> Oregon State University Department of Biomedical Engineering, University of Florida, Gainesville, FL, USA  
<sup>c</sup> Department of Preventive Medicine, Hallym University School of Medicine, Incheon, Republic of Korea  
<sup>d</sup> Department of Nuclear Engineering, Hanyang University, Seoul, Republic of Korea

ARTICLE INFO

**Keywords:**  
 ICRP  
 ICRP pediatric reference phantom  
 Monte Carlo simulation  
 Pediatric patients  
 Internal dosimetry

**ABSTRACT**

To investigate the impact of the recently released pediatric reference voxel phantoms (0-, 1-, 5-, 10-, 15-year-old males and females) of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) on organ dose estimates for radioactive iodine (RAI) treatment in pediatric patients, we calculated and analyzed pediatric-specific iodine-125 S values (i.e., thyroid) for the 20 radiometric organs by conducting Monte Carlo simulations using the Geant4. The gender dependency in the S values was frequently seen for the 15-year-old phantoms with higher S values of female than male. In addition, the age dependency in the S values was observed for most target organs; that is, the S values tend to decrease for older ages (e.g., ~120 times for the gonads between the adult and newborn) due mainly to the larger organ distances generally longer for older ages. Moreover, we observed that the iodine-125 S values tend to be significantly greater by up to ~14% in males than those of the original phantoms that have been widely used for organ dose estimates of pediatric RAI patients. We believe that the pediatric-specific iodine-125 S values (i.e., thyroid) of the ICRP pediatric reference voxel phantoms should be beneficial to improve the dosimetry of pediatric RAI patients.

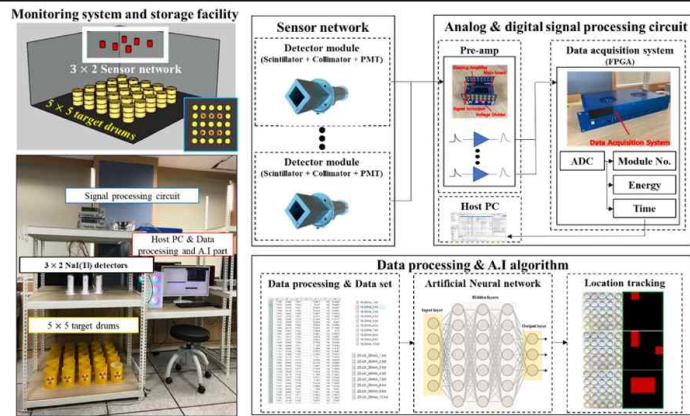


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	8	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] 정 [ ]
성과 일자		2024.06		제1저자	백 [ ]
실적 제목	Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology		Impact Factor	2023 IF: 2.6	
국내·국제 / SCIE)·SCOPUS 구분	국제 SCIE)		비고	Q1, Rank 7/40	

**요약문**

- 우수성:** 본 논문은 2024년 6월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 16.2%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 핵물질 및 방사성폐기물 저장시설에서의 방사선 사고에 신속하게 대응하기 위한 핵시설 모니터링 시스템을 개발하는 연구를 진행하였음. 개발된 시스템은 1) NaI(Tl) 기반 검출기와 FPGA-DAQ 시스템을 기반으로 한 멀티 센서 네트워크 그리고 2) 방사선원 위치 추적을 위한 인공 신경망 알고리즘을 사용하였음.
- 비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국내 학회에서 총 1번의 발표 실적이 발생함. 또한, 국내 방사성폐기물 및 핵시설 안전 규제와 감시 수준 기술을 고도화와 동시에 중요 원천 기술을 국산화에 기여함. 본 연구를 통해 개발된 센서 네트워크 및 인공지능을 이용한 위치추적 시스템은 작업자가 직접적으로 접근하기 난해한 장소의 다목적 환경감시 용도로 활용될 수 있으며, 다수의 센서 네트워크를 이용한 도시단위의 환경감시 용도 등의 후속연구로 발전이 가능함.
- 산업/사회 기여:** 원전시설이나 핵테러에 대한 위험성을 국민적으로 인지하고 있는 시국에서 본 기술 개발을 통해 보다 향상된 방사선 안전관리 시스템을 구축함으로써 사회적인 불안감을 해소할 수 있을 것으로 기대됨.

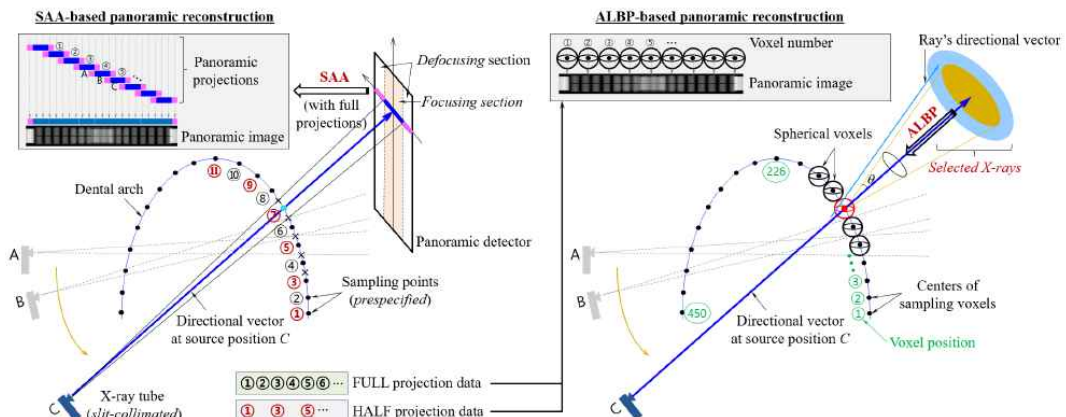


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	9	실적 구분	논문	참여대학원생	양 ■■■ 심 ■■■ 전 ■■■
성과 일자		2023.10		제1저자	양 ■■■
실적 제목	Novel reconstruction method of angle-limited backprojection (ALBP) for low-dose dental panoramic X-ray imaging				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation		Impact Factor		2022 IF: 1.415
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고		Q2, JIF rank 28/922

요약문

- **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** Back-projection 기법을 활용한 파노라마 재구성 기술을 개발하여 절반의 방사선 투사만으로도 기존 Shift-and-Add(SAA) 방식과 유사한 수준의 파노라마 이미지를 재구성할 수 있음.
- **비전 부합성:** 방사선량을 줄이는 동시에 높은 품질의 이미지를 제공하는 연구는 의료 방사선 촬영의 ALARA(As Low As Reasonably Achievable) 원칙과 부합하며, 이를 통해 환자 안전을 우선시하는 비전을 제시함.
- **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 총 1번의 발표 실적이 발생하였으며, 치과 방사선 영상 재구성 기술의 발전에 기여함.
- **산업/사회 기여:** 치과 파노라마 X선 촬영에서 방사선 노출을 줄여 환자 안전을 증진시키고, 동시에 이미지 품질을 유지함으로써 의료 산업에 중요한 사회적 가치를 제공함.

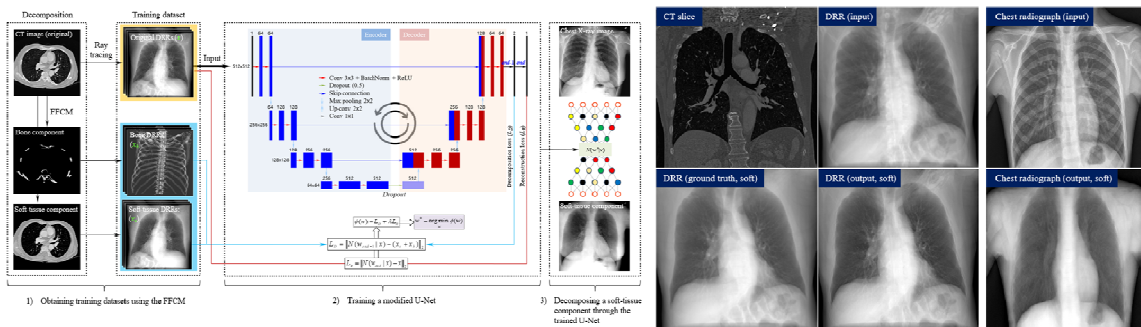


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	10	실적 구분	논문	참여대학원생	전 <span style="background-color: #cccccc;">      </span> 임 <span style="background-color: #cccccc;">      </span>
성과 일자	2023.10		제1저자		전 <span style="background-color: #cccccc;">      </span>
실적 제목	Deep-learning soft-tissue decomposition in chest radiography using fast fuzzy C-means clustering with CT datasets				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation	Impact Factor		2022 IF: 1.415	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q2, JIF rank 28/922	

요약문

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 흉부 방사선 영상에서 뼈와 연부조직의 겹침에 의해 발생하는 진단 오류를 방지하기 위해 물질 분리 알고리즘이 활용되지만 이를 위해 에너지가 다른 두 번의 흉부 영상 촬영이 요구됨. 본 연구는 한 번의 촬영으로 뼈에 의해 가려진 연부조직을 분리해 낼 수 있는 인공지능 기반 알고리즘을 제안하였으며, 인공지능 알고리즘을 훈련 시키기 위해 퍼지 알고리즘 기반 데이터셋 수집 방법을 제안하였음.
- **비전 부합성:** 기존에 축적되어있는 CT 데이터를 인공지능 알고리즘에 활용하여 환자의 피폭 선량을 줄임과 동시에 진단 효율을 높이는 방법을 제안하였음. 이는 4차 산업 혁명 시대의 미래지식 창출을 위한 의료방사선 분야 전문화 및 사회적 가치 창출과 같은 교육 연구팀의 핵심 가치에 부합함.
- **분야 기여:** 최근 흉부 방사선 영상에서 활용되는 이중에너지 기반 물질 분리 기술의 단점을 극복하는 인공지능 기반 물질 분리 알고리즘을 제안하였음. 또한 해당 알고리즘뿐만 아니라 타 인공지능 알고리즘 연구에 활용될 수 있는 데이터셋 확보 방법을 제시함.
- **산업/사회 기여:** 본 연구를 기반으로 의료방사선 분야의 방사선 피폭과 관련된 사회문제 해결에 기여할 수 있으며, 이후 더욱 향상된 인공지능 네트워크에 활용될 데이터셋 확보 방법을 제안함.



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	11	실적 구분	논문	참여대학원생	심 <span style="background-color: #cccccc;">      </span> , 양 <span style="background-color: #cccccc;">      </span>
성과 일자	2023.11		제1저자		심 <span style="background-color: #cccccc;">      </span>
실적 제목	Implementation of dual-energy material decomposition technique in stationary CT baggage scanner with $\pi$ -angle sparsity for enhancing threat detection				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation	Impact Factor		2022 IF: 1.415	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q2,	

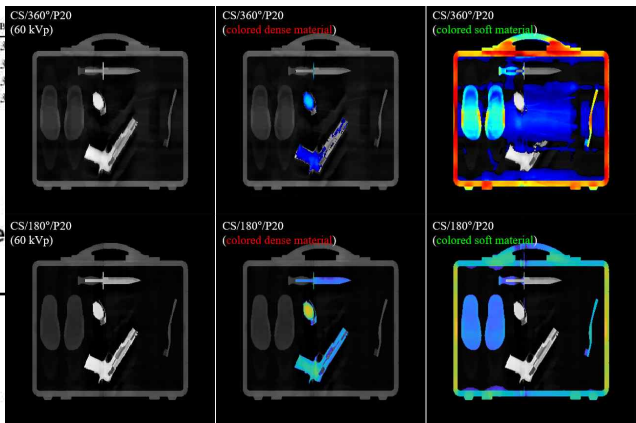
요약문

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Journal of Instrumentation (JINST, IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 적은 수의 투영영상과 반복적 재구성 알고리즘을 결합한 새로운 고정형 갠트리 CT 수하물 스캐너를 제안했음. 물질분리 알고리즘을 통해 저밀도와 고밀도 물질을 분리하여 위험 물질 탐지를 개선했음. 이 연구는 현재 사용되고 있는 2D 수하물 스캐너의 한계를 개선할 수 있음.
- **비전 부합성:** 해당 연구는 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 연구를 통해 내/외 학회에서 총 2번의 발표 실적이 발생함. 방사선 영상 및 보안 검사 시스템 분야에서 3D CT 시스템과 물질분리 알고리즘을 적용하여 기술적 진보를 이루었음. 공항 보안 검사에서 더 빠르고 정밀한 위험 탐지를 가능하게 하여 산업적 적용 가능성을 높였음.
- **산업/사회 기여:** 해당 연구는 공항에서의 위험 물질 탐지 성능을 향상시켜 대중의 안전을 강화할 수 있음. 적은 수의 투영영상과 고정형 갠트리 CT 시스템으로 스캔 시간을 단축하여 안전하고 신속한 보안 절차를 제공할 수 있음. 또한 사회적으로 보안 강화와 테러 방지에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨.

**Jinst** PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB  
 RECEIVED: September 6, 2023  
 REVISED: October 30, 2023  
 ACCEPTED: November 5, 2023  
 PUBLISHED: November 9, 2023

24<sup>TH</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ON RADIATION IMAGING DETECTORS  
 OSLO, NORWAY  
 25-29 JUNE 2023

**Implementation of dual-energy material decomposition technique in stationary CT baggage scanner with  $\pi$ -angle sparsity for enhancing threat detection**



<sup>a</sup>Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University,  
 1 Yonseidae-gil, Wonju 26493, Republic of Korea  
<sup>b</sup>SSTLabs Co., Ltd.,  
 504-2, 9-22, Pangyo-ro 255beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13486, Republic of Korea  
 E-mail: hschol@yonsei.ac.kr

<게재 현황 및 대표 그림>

연번	12	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] 이 [ ] 이 [ ] 김 [ ] 임 [ ] 조 [ ] 차 [ ]
성과 일자	2023.11		제1저자		이 [ ]
실적 제목	Triple-energy virtual monochromatic imaging with a photon-counting detector for reducing metal artifacts in half-beam dental computed tomography				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation	Impact Factor		2022 IF: 1.415	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q2, JIF rank 28/922	

요약문

- **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 본 연구는 새로운 삼중 에너지 가상 단색 영상 기법을 도입하여 금속 인공물로 인한 문제를 해결함으로써, 기존의 치과용 CT 기술의 한계를 극복하는 혁신적인 방법을 제시함.
- **비전 부합성:** 환자의 방사선 노출을 최소화하면서도 진단 품질을 유지하려는 연구는 의료영상에서 안전

성을 높이고자 하는 ALARA 원칙과 부합함.

- **분야 기여:** 속 인공물이 포함된 환자의 CT 영상을 개선하는 데 있어 중요한 진전을 이루었으며, 치과 영상 기술의 발전에 기여할 수 있음.
- **산업/사회 기여:** 금속 인공물 감소를 통해 환자의 재촬영 필요성을 줄여 방사선 피폭을 최소화하고, 비용 효율적인 진단을 가능하게 하여 사회적 가치를 창출함.



PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB

RECEIVED: September 19, 2023

REVISED: October 26, 2023

ACCEPTED: November 5, 2023

PUBLISHED: November 17, 2023

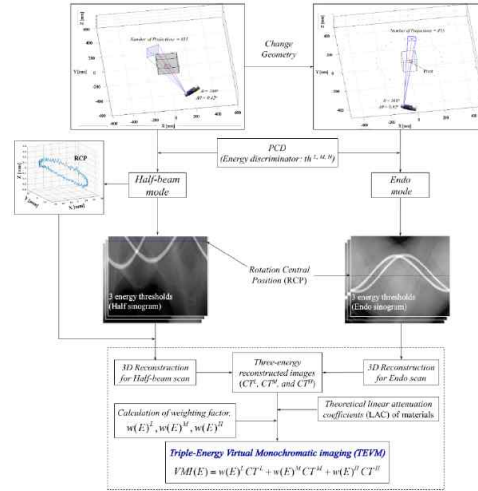
24<sup>TH</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ON RADIATION IMAGING DETECTORS  
OSLO, NORWAY  
25–29 JUNE 2023

**Triple-energy virtual monochromatic imaging with a photon-counting detector for reducing metal artifacts in half-beam dental computed tomography**

<sup>a</sup>Yonsei University, Department of Radiation Convergence Engineering, Wonju, Republic of Korea

<sup>b</sup>Korea Electrotechnology Research Institute, Electro-Medical Device Research Center, Ansan-si, Republic of Korea

E-mail: hscho1@yonsei.ac.kr



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	13	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] 이 [ ] 조 [ ]
성과 일자	2024.03		제1저자		이 [ ]
실적 제목	Feasibility of improving image performance in photon-counting computed tomography using X-ray spectrum filtration				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation	Impact Factor		2022 IF: 1.415	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q2, JIF rank 28/922	

**요약문**

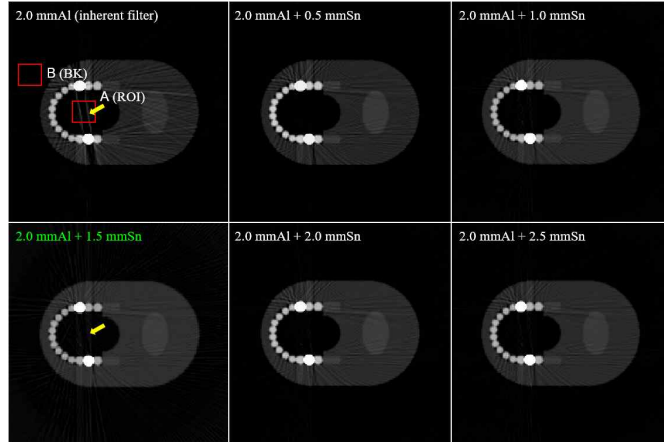
- **우수성:** 본 논문은 2024년 3월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 일반적인 CT에서 스펙트럼 변형을 위해 filter를 많이 사용하는데, photon-counting detector를 사용하는 CT에서는 filter에 관한 최적화 연구가 선행되지 않았었음. 따라서 본 연구를 통해서 filter 종류와 두께에 따라 어떤 영상을 얻을 수 있는지 알 수 있음.
- **비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 의료 기기 영상 시스템을 최적화하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 포스터 발표를 통해 발표 실적이 발생함. 또한, 의료 기기 시스템의 최적화를 통해 의료 시장에서 활용될 수 있음을 보임.
- **산업/사회 기여:** 해당 연구는 국내 진단 영상 개발의 위상을 높일 수 있음.

**ABSTRACT:** Photon-counting computed tomography (PCCT) is an emerging technology based on new energy-resolving X-ray detectors (photon-counting detectors (PCDs)) that provide promising image performance compared to the conventional energy-integrating CT (E-CT). It has the potential to provide higher resolution and contrast, lower radiation dose, and fewer artifacts, which has led to significant research interest. This study proposes a method to further improve the image performance of the PCCT using an X-ray spectrum filtration technique. We conducted a feasibility study via simulations using aluminum (Al), beryllium (Be), sodium (Na), nickel (Ni), tin (Sn), neodymium (Nd), and tantalum (Ta) incorporating varying thicknesses using a PCD simulation toolkit (PCTK). The PCCT system used in this simulation was modeled to have a cadmium telluride-based PCD with four multi-energy thresholds of  $E = 40, 60, 80, 100$  keV, assuming that the object received the same number of photons. Using the PCCT images obtained with the highest threshold (i.e.,  $E_4 = 100$  keV), the image quality was evaluated quantitatively in terms of the signal-to-noise ratio (SNR) and structural similarity (SSIM). Among the filtrations selected in this simulation, a filtration of 2.0 mmAl (inherent) and 1.5 mmSn (added) showed the best image quality. The SDNR and SSIM values measured in the PCCT image obtained with an added filtration of 1.5 mmSn were 3.73 and 0.81, approximately 1.9 and 1.8 times higher than those with no added filtration, respectively. Consequently, the X-ray spectrum filtration technique in PCCT is useful to further improve image performance.

**KEYWORDS:** Computerized Tomography (CT) and Computed Radiography (CR); Models and simulations

\*Corresponding author.

2024 JINST 19 C03041

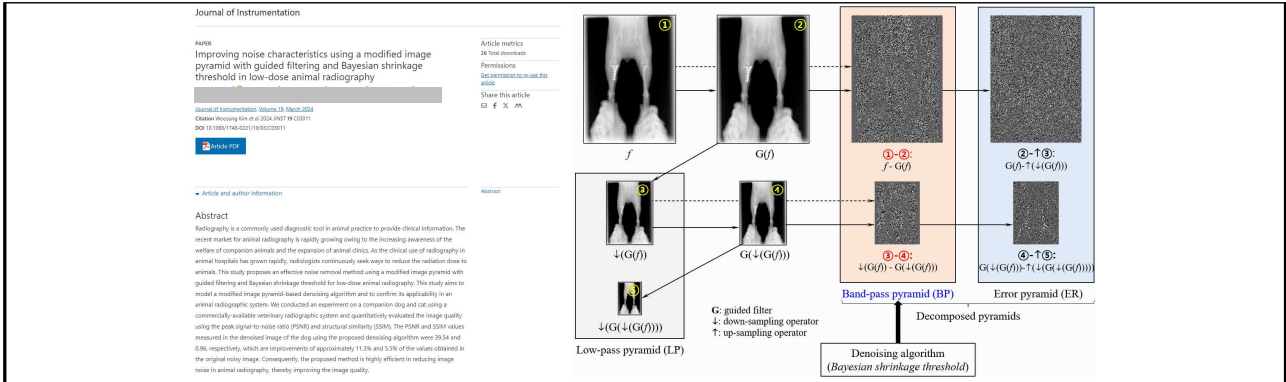


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	14	실적 구분	논문	참여대학원생	심 [ ] 임 [ ]
성과 일자		2024.05		제1저자	김 [ ]
실적 제목	Improving noise characteristics using a modified image pyramid with guided filtering and Bayesian shrinkage threshold in low-dose animal radiography				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation		Impact Factor	2022 IF: 1.415	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고	Q2, JIF rank 28/922	

요약문

- 우수성:** 본 논문은 2024년 3월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- 창의/혁신성:** 본 연구는 새로운 영상 피라미드 기법을 도입하여 동물의 X-선 저선량 촬영으로 인해 발생한 잡음을 효과적으로 줄임으로써, 저선량 촬영의 문제를 해결하였음.
- 비전 부합성:** 본 연구는 동물에 대한 저선량 촬영의 문제를 해결함으로써, 이를 통해 고부가 가치의 동물용 이미징 시스템 개발 하는 데 기여함.
- 분야 기여:** 최근 동물의 방사선 피폭에 대한 우려가 높아지는 상황임. 본 연구는 이러한 사회적 관심에 부합으로써, 동물에 대한 방사선 피폭 문제를 해결하는 데 기여함.
- 산업/사회 기여:** 본 연구는 실제 동물 및 상용 이미지 시스템을 이용하여 획득된 데이터를 기반으로 적용 가능성을 평가하였고, 그 효과를 확인함. 본 연구를 통해 반려동물 뿐만 아니라 동물 촬영의 특성상 작업자의 피폭 선량을 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨. 또한 제안된 피라미드는 기존 방법 대비 확장성과 효과가 뛰어나기 때문에, 다양한 영상화 분야에서 제안된 새로운 피라미드 기법의 응용이 가능하며, 다양한 문제 해결의 열쇠가 될 수 있을 것으로 기대됨.

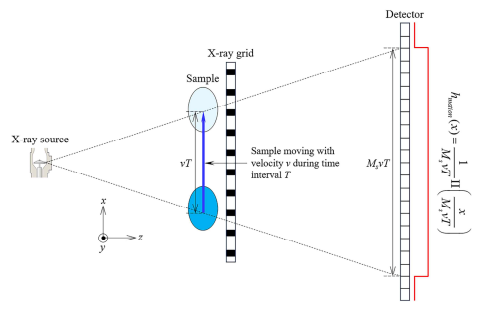
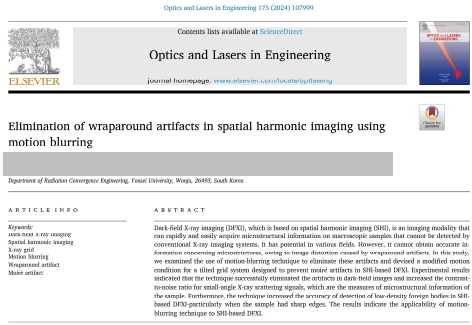


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	15	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] , 이 [ ]
성과 일자	2024.04		제1저자	임 [ ]	
실적 제목	Elimination of wraparound artifacts in spatial harmonic imaging using motion blurring				
게재지 (저널명)	Optics and Lasers in Engineering	Impact Factor	2023 IF: 3.5		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q2, JIF rank 32/119		

요약문

- 우수성:** 본 논문은 2024년 4월 Optics and Lasers in Engineering (IF: 3.5) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 26.5%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 본 연구는 모션 블러링 원리를 활용한 새로운 스펙트럼 중첩 제거 기술을 개발하여, 공간 고조파 기반 암시야 영상에서 발생하는 wraparound artifacts 문제를 해결함으로써 기존 기술의 한계를 극복하였음.
- 비전 부합성:** 본 연구는 차세대 방사선 진단 기술인 암시야 영상화의 단점과 한계를 극복하여, 해당 기술의 적용 가능성을 확대함으로써 의료 방사선 분야에서의 미래 가치를 선도하는 연구임.
- 분야 기여:** 해당 연구는 공간 고조파 기반 암시야 영상의 화질 개선과 실용화 가능성을 높여 방사선 진단 및 융합영상 분야, 특히 암시야 X-선 영상화 기술의 연구 활성화와 상용화 발전에 기여하였음.
- 산업/사회 기여:** 본 연구를 통해 개발된 기술은 의료, 산업, 보안 분야에서 비파괴 검사 및 미세구조 탐지의 효율성을 크게 향상시킬 수 있음. 특히 식품 검사, 제약 산업에서의 이물질 탐지, 보안 시스템에서의 위험 물질 검출 등 다양한 산업적 응용이 가능하며, 의료 영상화 기술 발전에 기여하여 환자 진단 정확성을 높이고 방사선 노출을 줄이는 등의 사회적 기여를 할 것으로 기대됨.

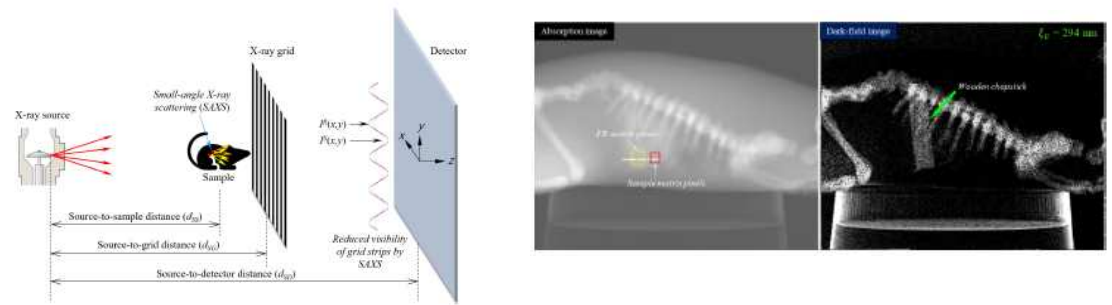


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	16	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ]
성과 일자	2024.10		제1저자	이 [ ]	
실적 제목	Detection of gastrointestinal foreign bodies in pets using single-grid-based dark-field X-ray imaging				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation	Impact Factor	2022 IF: 1.415		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q2, JIF rank 28/922		

요약문

- . 우수성: 본 논문은 2024년 4월 Journal of instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 74.3%에 해당함.
- . 창의/혁신성: 반려동물의 저밀도 이물질 삼킴을 single-grid-based dark-field X-ray imaging 기술을 적용하는 연구함.
- . 비전 부합성: 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 저밀도 이물질 진단 기술을 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- . 분야 기여: 해당 연구 성과를 통해 국내/외 학회에서 총 2번의 발표 실적이 발생함.
- . 산업/사회 기여: 해당 연구는 반려동물의 건강과 행복을 증진시킬 수 있음.



<게재 현황 및 대표 그림>

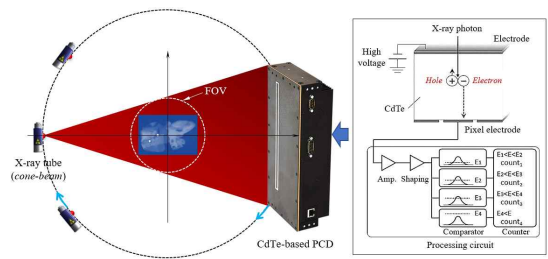
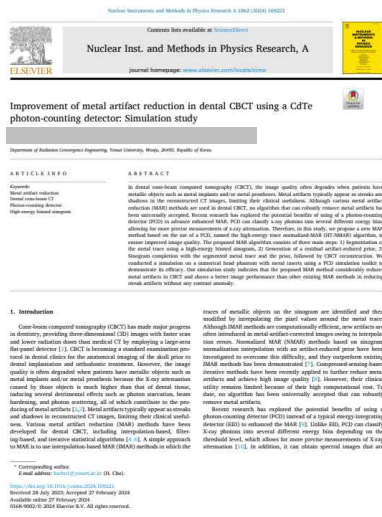
연번	17	실적 구분	논문	참여대학원생	이 [ ] 임 [ ]
성과 일자	2024.02		제1저자	이 [ ]	
실적 제목	Improvement of metal artifact reduction in dental CBCT using a CdTe photon-counting detector: Simulation study				
게재지 (저널명)	NUCLEAR	Impact Factor	2022 IF: 1.335		

	INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT		
--	--	--	--

국내 · 국제 / SCI(E) · SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 27/922
---------------------------------	-----------	----	------------------------

**요 약 문**

- **우수성:** 본 논문은 2024년 2월 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A (IF: 1.5) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** dental CBCT에서 치아에 금속이 있는 환자들에게 발생하는 metal artifact를 최소화하기 위한 연구로, photon-counting detector를 사용하여 영상의 진단을 방해하는 artifact를 저감하였음.
- **비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 의료 기기 영상 알고리즘을 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 포스터 발표를 통해 발표 실적이 발생함. 또한, 의료 영상의 개선을 통해 의료 시장에서 활용될 수 있음을 보임.
- **산업/사회 기여:** 해당 연구는 국내 진단 영상 개발의 위상을 높일 수 있음.



〈개제 현황 및 대표 그림〉

연번	18	실적 구분	논문	참여대학원생	한 양 Xu
성과 일자		2023.10		제1저자	한
실적 제목	Synthesising two-dimensional mammographic images using compressed sensing-reconstructed digital breast tomosynthesis images				
게재지 (저널명)	Journal of Instrumentation		Impact Factor		2022 IF: 1.415
국내 · 국제 / SCI(E) · SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고		Q2, JIF rank 28/922

요약문

- 우수성:** 본 논문은 2024년 8월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 73%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 압축센싱(CS) 기반 알고리즘을 사용하여 재구성된 3D 디지털 유방 단층촬영(DBT) 이미지로부터 합리적인 품질의 2차원(2D) 유방촬영술 이미지를 직접 합성하는 연구를 진행하였음.
- 비전 부합성:** 해당 연구는 CS 기반 알고리즘을 사용하여 매우 높은 품질의 DBT 이미지를 성공적으로 재구성하고 합리적인 품질의 2D 유방촬영술 이미지를 합성하여 DM(디지털 유방촬영술)과 DBT의 보완적 영상 기술에서 환자의 방사선량을 잠재적으로 줄일 수 있었으며, 이는 임상 유방촬영술의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 총 1번의 포스터 발표 실적이 발생함. 또한, 방사선량을 줄이면서도 진단 성능을 유지하거나 향상시키는 유방암 검진 방법의 새로운 방법을 제시하였음.
- 산업/사회 기여:** 해당 연구가 임상에 적용된다면 추가적인 DM 검사를 생략할 수 있도록 하여 환자의 방사선량을 감소시킬 수 있음.

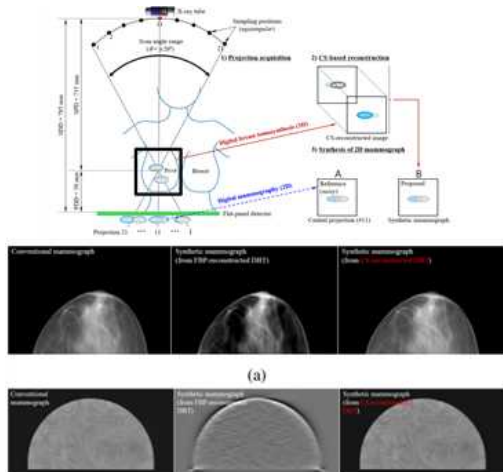
**Jinst** PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB  
 RECEIVED: July 31, 2024  
 ACCEPTED: August 4, 2024  
 PUBLISHED: August 16, 2024

**Synthesising two-dimensional mammographic images using compressed sensing-reconstructed digital breast tomosynthesis images**

<sup>a</sup>Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea  
<sup>b</sup>Precision Medical Device Research Center, Korea Electrotechnology Research Institute, Ansan, Republic of Korea  
 E-mail: hscho1@yonsei.ac.kr

**ABSTRACT:** This study presents a method synthesizing a two-dimensional (2D) mammographic image of reasonable quality directly from a 3D digital breast tomosynthesis (DBT) image, reconstructed using an advanced compressed sensing (CS)-based algorithm. This approach aims to reduce the radiation dose required for complementary imaging technologies of digital mammography (DM) and DBT, eliminating the need for additional DM examinations. The method involves three main steps: projection data acquisition from a DBT system, CS-based DBT reconstruction, and synthesis of a 2D mammographic image from the reconstructed DBT image. To verify the efficacy of the proposed method, we conducted both a simulation and an experiment on a numerical breast and commercially available BR3D phantoms, respectively, prior to practical implementation in real-world DBT systems. Our simulation and experimental results indicated that the CS-based algorithm yielded markedly improved DBT reconstruction quality, preserving superior image homogeneity, better edge contour and sharpening, and fewer image artifacts. The measured contrast-to-noise ratio and structural similarity values of the CS-reconstructed DBT images were 10.31 and 0.78, respectively, which were approximately 2.2 and 3.1 times larger, respectively, than those of the filtered-backprojection-reconstructed DBT images in the simulation. The quality of the synthetic mammographic images using the CS-reconstructed DBT images was similar to that of conventional mammographic images obtained

2024 JINST 19 P08012



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	19	실적 구분	논문	참여대학원생	심
성과 일자		2024.03		제1저자	이
실적 제목	Design of prehospital spectral CT with a rotation-free rectangular gantry and deep learning reconstruction				
게재지 (저널명)	NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT		Impact Factor	2022 IF: 1.335	
국내·국제 / SCIE)·SCOPUS 구분	국제 SCIE)	비고	Q1, JIF rank 27/922		

요약문

- **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.335) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 회전이 필요 없는 직사각형 형태의 갠트리와 심층 학습 기반 재구성 방법을 도입하여 기존 CT 시스템의 복잡성을 줄이고, 더 나은 이미지 품질을 제공하는 혁신적인 접근 방식을 제시함.
- **비전 부합성:** 이동형 뇌졸중 유닛에서 빠르고 정확한 진단을 통해 골든타임 내 치료를 가능하게 하는 CT 시스템을 개발하여, 의료 기술의 발전과 환자 생존율을 높이려는 비전과 일치함.
- **분야 기여:** 광자 카운팅 검출기와 심층 학습 재구성 기법을 적용한 새로운 스펙트럴 CT 시스템을 통해, 의료 영상 처리 분야에서 획기적인 진전을 이룸.
- **산업/사회 기여:** 새로운 CT 시스템은 이동형 장치로 설계되어 비용 효율적인 장비 운영을 가능하게 하며, 뇌졸중 및 두부 손상의 조기 진단을 통해 환자의 치료 결과를 개선하는 데 중요한 사회적 가치를 제공함.

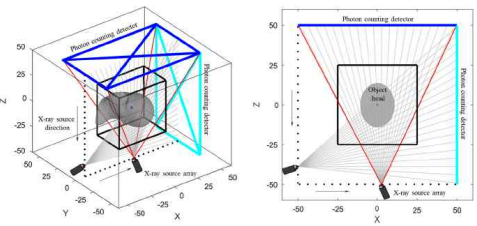
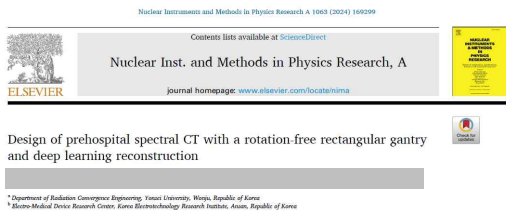


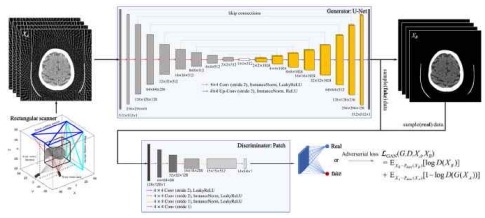
Fig. 2. Schematic of the prehospital spectral CT with rotation-free rectangular gantry.

**ARTICLE INFO**

**Keywords:** Prehospital computed tomography, Rotation-free rectangular gantry, Photon counting detector, Deep learning reconstruction, Mobile unit

**ABSTRACT**

Treatment of stroke depends on a narrow therapeutic time window and requires urgent intervention to be successfully pursued. Despite recent "fast" initiatives that have underscored "time is brain," many patients still fail to present within the narrow time window to receive maximum treatment benefits from advanced stroke therapies. The convergence of emergency medical services, telemedicine, and mobile technologies including transportable computed tomography scanners, has presented a unique opportunity to advance patient stroke care in the prehospital field by shortening the time to hyperacute stroke treatment with a mobile stroke unit. However, in order to facilitate the integration of computed tomography (CT) scanners into small ambulances, their geometry should be streamlined and made compact. Additionally, it is imperative that radiation exposure from prehospital CT scans comply with established radiation protection guidelines to safeguard both patients and healthcare workers. In this study, we propose a newly designed CT system for a rotation-free rectangular gantry with a photon-counting detector (PCD) and a deep-learning reconstruction approach for undersampled projections. Undersampled projections obtained using the designed CT system were implemented using a deep learning method. The deep learning approach showed superior image quality without distortion compared to state-of-the-art reconstruction methods. Finally, we implemented imaging of brain microbleedages using low- and high-energy images obtained from the PCD. Our results indicate that the proposed scanner effectively shows potential for acute stroke detection in prehospital ambulances. Its effectiveness was validated by comparing its image performance with those of other methods such as FBP and compressed sensing.



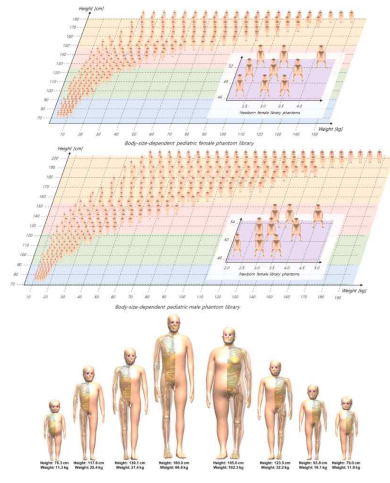
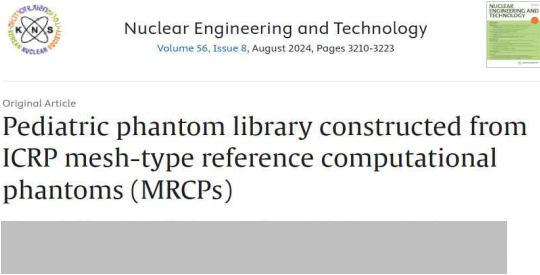
<게재 현황 및 대표 그림>

연번	21	실적 구분	논문	참여대학원생	최
성과 일자		2024.08		제1저자	김
실적 제목	Pediatric phantom library constructed from ICRP mesh-type reference computational phantoms (MRCPs)				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology		Impact Factor		2023 IF: 2.6
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고		Q1, JIF rank 6/40

요약문

- **우수성:** 본 논문은 2024년 08월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- **창의/혁신성:** ICRP의 최신 소아 메시형 참조 계산 팬텀(MRCPs)을 기반으로 개인 맞춤형 방사선 선량 평가에 활용할 수 있는 소아 팬텀 라이브러리를 개발함. 이를 통해 소아 방사선량 평가의 정밀도를 높이고, 보다 세밀한 개인 맞춤형 방사선 노출 관리가 가능해졌음. 특히 소아 환자 대상 연구에 필수적인 새로운 데이터를 제공하였음.
- **비전 부합성:** 소아 방사선 치료 및 진단의 안전성을 높이기 위해, 보다 정확한 방사선 선량 추정을 지원하는 방향으로 나아가고자 하는 비전에 부합함. 의료진이 소아 환자들의 방사선 노출 위험을 최소화할 수 있도록 돕고, 궁극적으로 소아 의료 안전 강화를 목표로 하고 있음.

- 분야 기여:** 개발된 소아 팬텀 라이브러리는 소아 환자들에 대한 의학적 판단 및 역학 연구의 신뢰성을 높이는 중요한 기초 자료를 제공함. 기존의 일반 성인 중심 자료 대신 소아 특성을 반영한 정확한 데이터를 제공하여, 소아 대상의 다양한 방사선 연구에 기여할 수 있음.
- 산업/사회 기여:** 새롭게 구축된 소아 팬텀 라이브러리는 다양한 연구 및 의료 응용 분야에서 개별 선량 추정의 정밀성을 높여 의료 방사선치료 및 진단의 안전성 향상에 기여할 것으로 예상됨.

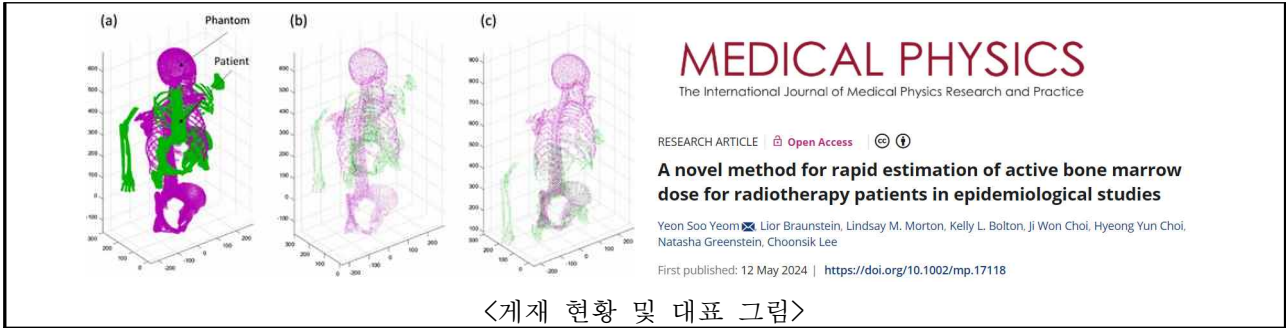


<게재 현황 및 대표 그림>

연번	22	실적 구분	논문	참여대학원생	최
성과 일자	2024.05		제1저자		염
실적 제목	A novel method for rapid estimation of active bone marrow dose for radiotherapy patients in epidemiological studies				
게재지 (저널명)	Medical Physics	Impact Factor		2023 IF: 3.2	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q1, JIF rank 46/204	

**요약문**

- 우수성:** 본 논문은 2024년 05월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 3.2) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 22.3%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 3D 골격 매칭 기술을 통해 whole-body 전신 팬텀과 환자의 CT 이미지를 정밀하게 일치시켜, 뼈 구조를 자동으로 구획화하고 ABM(적혈수골수) 선량을 효율적으로 계산할 수 있는 시스템을 구축함.
- 비전 부합성:** 방사선 치료의 안전성 강화를 목표로 하여, 장기적으로 방사선 유발 질병의 예방과 관리에 중요한 자료로 사용 가능함. 이를 통해 방사선 방호와 환자 보호를 위한 기초 연구에 기여함으로써 의료 방사선 분야의 연구 목표와 일치함.
- 분야 기여:** 클론 혈구 생성(clonal hematopoiesis, CH) 평가 방식을 개선하여, 방사선 치료를 받은 환자의 백혈병 발병 위험을 보다 정확하게 분석할 수 있도록 지원함. 이는 방사선에 따른 장기적인 건강 영향을 예측하는 역학 연구에서 중요한 기초 자료로 활용됨.
- 산업/사회 기여:** 임상 치료 계획 시스템에서 실시간으로 환자 상태에 맞는 선량 계산을 가능하게 하여, 방사선 치료의 정확성을 높이고 임상 의사 결정에 도움을 줄 수 있음. 맞춤형 치료 계획을 통해 환자의 안전을 보호하며, 방사선 치료의 효율성 또한 향상시킬 수 있음.



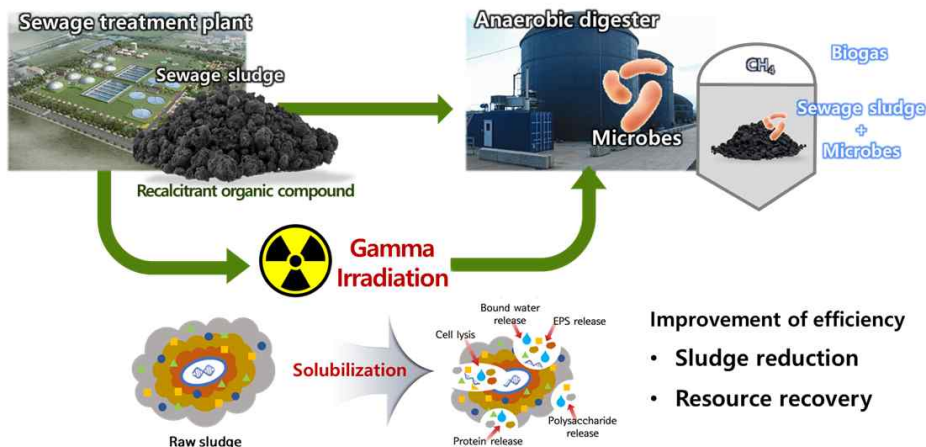
② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-14> 참여대학원생의 저명학술지 성과의 우수성

연번	1	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이 [ ]
성과 일자		2023.10.18.		발표자	이 [ ]
실적 제목	Radiation Effect of Sludge Reduction Technology Depending on Dose				
학술대회명	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회				
지도교수	민 [ ]			수상명	우수논문발표상
국내·국제 구분	국내			발표 형식	구두

요 약 문

- . **창의/혁신성:** 본 연구는 지속적인 하수슬러지의 증가로 인한 하수슬러지의 감량화와 바이오가스를 통한 에너지 확보를 위해 감마선 조사를 기반으로 한 하수슬러지 감량 기술을 개발하였고, 이를 위한 감마선 조사 선량에 따른 이화학적 특성 변화와 최대 메탄생산량 변화에 대한 평가 및 최적화를 수행함.
- . **비전 부합성:** 본 연구팀에서는 환경공학 연구자들(연세대학교 이태권 교수 및 김상현 교수 및 연구원)과 연계하여 연구를 수행하였으며, 감마선을 사용한 하수슬러지 감량 기술 개발은 본 연구팀의 비전과 목표 중 하나인 다학제간 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회 문제 해결형 우수인재 양성에 부합함.
- . **분야 기여:** 본 연구에서 평가된 선량에 따른 이화학적 특성 평가와 최대 메탄생산량 평가를 통해 방사선 기반 기술로 하수슬러지 가용화기술을 대체함으로써 기존 하수슬러지 개량기술의 에너지 소모 절감 효과에 기여할 수 있을 것으로 사료됨.
- . **산업/사회 기여:** 본 연구에서 도출된 최적의 방사선 처리 조건은 슬러지 가용화 및 에너지 회수 효율을 극대화할 수 있는 혁신적인 기술로써 하수 처리 공정의 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있음.

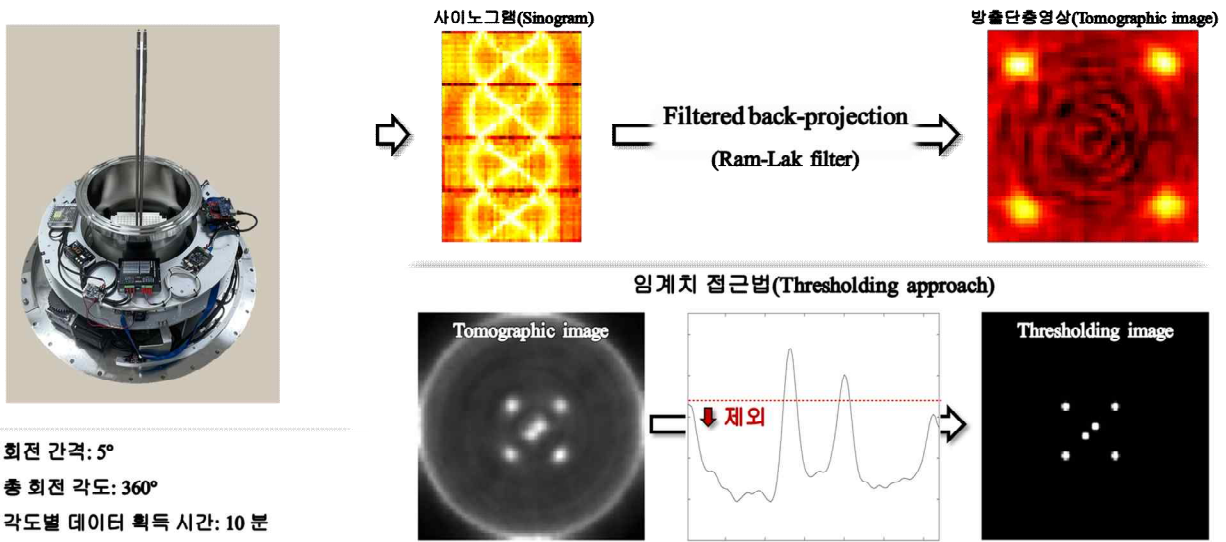


<대표 그림>

연번	2	실적 구분	학술대회	참여대학원생	최■■■, 정■■■
성과 일자	2023.10.18.		발표자		최■■■
실적 제목	Experimental Validation for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel				
학술대회명	2023 한국방사선산업학회 추계학술대회				
지도교수	민■■■	수상명		우수논문발표상	
국내·국제 구분	국내	발표 형식		Oral	

**요 약 문**

- . **창의/혁신성:** 선행연구에서 제안된 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영장치의 성능을 평가하고자 한국원자력통제기술원이 보유하고 있는 사용전핵연료 모의선원을 사용하여 공기 중에서 방출단층영상이 획득됨.
- . **비전 부합성:** 본 연구에서 제작된 방출단층촬영장치는 (주)네오시스코리아와의 협업으로 제작되었으며, 이는 미래형 인재 양성을 위한 융복합 교육 강화라는 연구팀의 비전에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 연구를 통해 성능이 평가된 방출단층촬영장치는 향후 사용후핵연료 관리 정책에 기여할 수 있을 것으로 판단됨.
- . **산업/사회 기여:** 해당 연구를 통해 개발된 방출단층촬영장치는 향후 사용후핵연료의 이동 시 부분결손 검사 공인장비로써 활용될 수 있음.



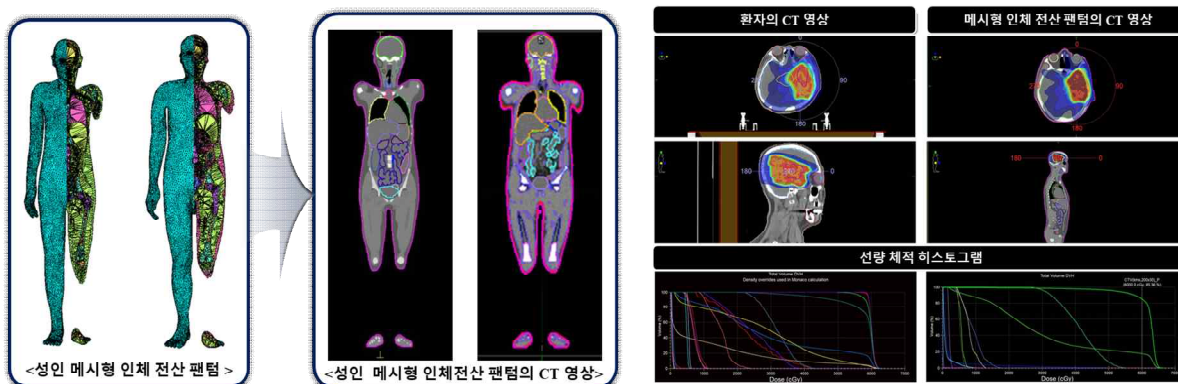
- 회전 간격: 5°
- 총 회전 각도: 360°
- 각도별 데이터 획득 시간: 10 분

<대표 그림>

연번	3	실적 구분	학술대회	참여대학원생	성■■■
성과 일자	2023.10.18 - 2023.10.20		발표자		성■■■
실적 제목	Development of secondary cancer risk evaluation technique by using the TET2DICOM in external beam radiotherapy				
학술대회명	2023년 한국방사선산업학회 정기학술대회				
지도교수	민■■■	수상명		우수논문발표상	
국내·국제 구분	국내	발표 형식		구연	

요약문

- 창의/혁신성:** 본 연구는 방사선치료 환자의 전신 선량평가를 목적으로 수행됨. 이를 위해 본 연구팀에서 ICRP 인체전산팬텀을 DICOM 형식으로 변환하는 기술을 개발하였으며, 방사선 치료계획 시스템에 적용하기 위한 방법론을 제시함으로써 창의성과 혁신성이 강조됨.
- 비전 부합성:** 본 연구팀에서는 몬테칼로 전산모사 기반 의료방사선 선량평가 연구를 수행하며 원주세브란스기독병원과 협력함으로써 비전 및 목표 중 하나인 미래 지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화에 부합함.
- 분야 기여:** 본 연구는 인체전산팬텀을 활용함으로써 방사선치료 환자의 피폭선량 최적화를 위한 2차 발암 위험도와 같은 참고 인자를 제시함으로써 유엔 방사선영향 과학위원회(UNSCEAR), 국제 원자력기구(IAEA) 등과 같은 국제기구와 협력 연구를 선도하고, 세계 표준화된 새로운 방사선치료 계획 최적화 가이드라인을 제시할 수 있는 틀을 마련할 수 있을 것으로 판단됨.
- 산업/사회 기여:** 국가적인 통계 분석을 통해 체계적인 환자안전관리 시스템 구축이 가능하고, 이를 통해 암 생존자의 삶의 질 향상뿐만 아니라 국내 의료서비스의 질 향상과 국민보건증진이 가능할 것으로 기대됨.



<대표 그림>

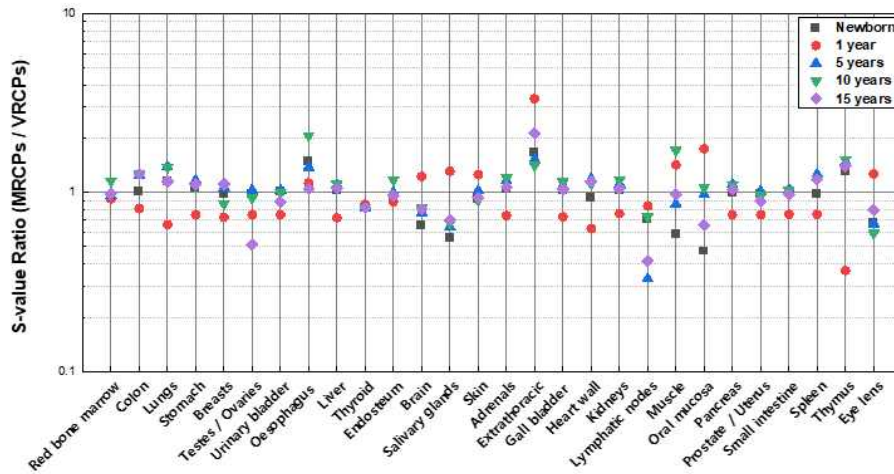
연번	4	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이 [ ] , 최 [ ]
성과 일자	2024.04.13.		발표자		이 [ ]
실적 제목	Impact of ICRP Pediatric Mesh-type Reference Computational Phantoms in Organ Dose Assessment of Patients Treated with Radioiodine				
학술대회명	2024 한국의학물리학회 춘계 학술대회				
지도교수	염 [ ]	수상명		의학물리 최우수 구연상	
국내·국제 구분	국내	발표 형식		구두	

요약문

- 창의/혁신성:** 최근 ICRP에서는 메시형 소아 팬텀이 복셀 소아팬텀 기반으로 개발되었음. 복셀형 소아 팬텀의 해부학적 구조를 기반으로 개발되었으나, 갑상샘 모델의 위치와 크기가 변형됨. 본 연구는 메시형 소아 팬텀을 사용하여 아이오딘 치료를 받는 소아환자의 장기 선량 평가를 위한 S value 계산을 수행하였으며, 데이터셋을 제공함.
- 비전 부합성:** 본 연구에서 계산하는 S value는 몬테칼로 전산모사와 인체의 정밀한 해부학적 구조 반영이 가능한 메시형 소아 국제 표준 팬텀을 사용하였음. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양에 부합함.

. **분야 기여:** 소아의 경우 성인에 비해 방사선에 예민하고 기대수명이 높기 때문에 정확한 선량 추정이 필요함. 본 연구에서 계산된 S value는 세밀한 해부학적 구조가 적용된 메시형 소아 표준 팬텀을 기반으로 계산하였음. 계산된 S value는 복셀형 소아 팬텀을 통해 계산된 S value와 유의미한 차이를 보여 본 연구에서 계산한 S value를 통해 보다 정확한 선량 계산이 수행될 수 있음.

. **산업/사회 기여:** 본 연구에서는 소아의 갑상샘에서 아이오딘이 1번 붕괴할 때 방출하는 방사선에 의한 방사선에 민감한 30개 장기의 흡수선량인 S value를 계산하여 제공하였으며, 이를 통해 몬테칼로 전산모사의 기반기술이 없는 임상 연구진들의 역학 연구 수행에 도움이 될 것임.



<대표 그림>

연번	5	실적 구분	학술대회	참여대학원생	최
성과 일자		2024.04.25		발표자	최
실적 제목	Machine Learning-based Denoising Technique to Enhance Inspection Accuracy of Partial Defect within PWR-type Spent Nuclear Fuel				
학술대회명	2024 대한방사선방어학회 춘계학술대회				
지도교수	민			수상명	우수발표상
국내·국제 구분	국내			발표 형식	Oral

**요 약 문**

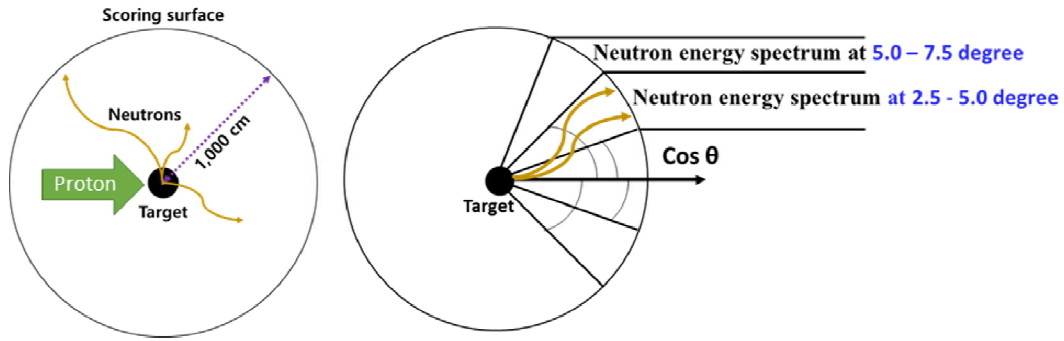
. **창의/혁신성:** 다수/고밀도의 핵연료봉으로 구성된 사용후핵연료 내 부분결손 검증 정확도 향상을 위하여 몬테칼로 전산모사 및 기계학습 알고리즘을 기반으로 영상재구성 기법이 개발됨.

. **비전 부합성:** 본 연구에서 제작된 영상재구성 기술은 (주)아라레연구소와의 협업으로 제작되었으며, 이는 미래형 인재 양성을 위한 융복합 교육 강화라는 연구팀의 비전에 부합함.

. **분야 기여:** 해당 연구를 통해 성능이 평가된 영상재구성 기술은 비파괴 검사에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.

. **산업/사회 기여:** 해당 연구를 통해 개발된 영상재구성 기술이 기존 방출단층촬영장치와 함께 향후 사용후 핵연료의 이동 시 부분결손 검사 공인장비로써 활용될 수 있음.



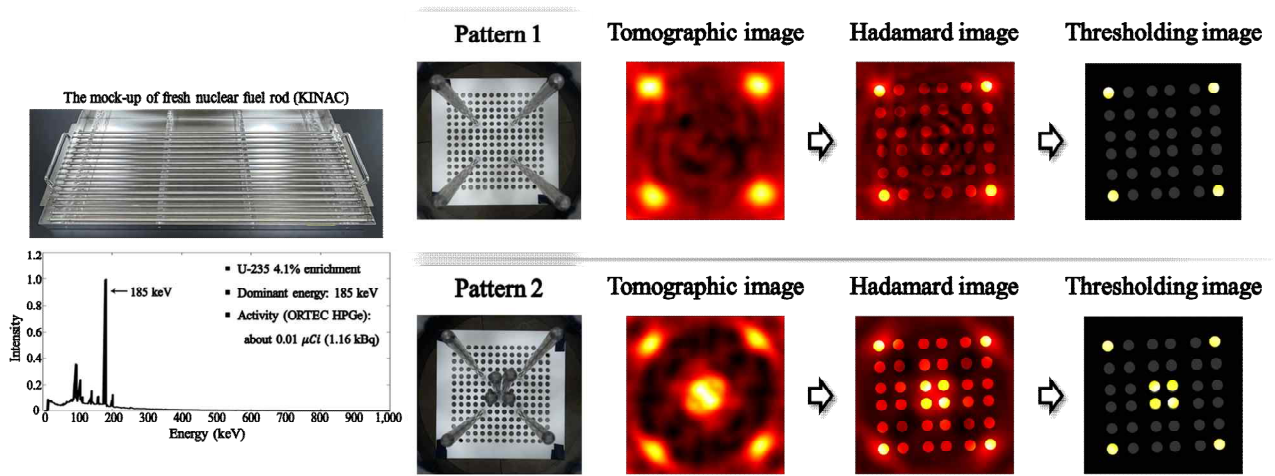


<대표 그림>

연번	7	실적 구분	학술대회	참여대학원생	최 [ ]
성과 일자	2021.10.05 - 2021.10.08		발표자	최 [ ]	
실적 제목	Experimental Validation of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within Pressured Water Reactor-Type Spent Nuclear Fuel				
학술대회명	2024 한국방사선산업학회 신진연구자학술대회				
지도교수	민 [ ]	수상명	최우수논문발표상		
국내·국제 구분	국내	발표 형식	포스터		

요약문

- . **창의/혁신성:** 한국원자력통제기술원이 보유하고 있는 사용후핵연료 모의선원을 사용하여 공기 중에서 방출단층영상이 획득되었으며, 이를 기반으로 본 연구진이 개발한 방출단층촬영장치의 적용 가능성이 평가됨.
- . **비전 부합성:** 본 연구에서 제작된 SPECT 장치는 4차 산업혁명시대의 미래지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화라는 연구팀 비전에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 연구를 통해 개발된 방출단층촬영장치는 향후 사용후핵연료의 이동 시 부분결손 검사 공인장비로써 활용될 수 있음.
- . **산업/사회 기여:** 해당 연구를 통해 성능이 평가된 방출단층촬영장치는 향후 사용후핵연료 관리 정책에 기여할 수 있을 것으로 판단됨.

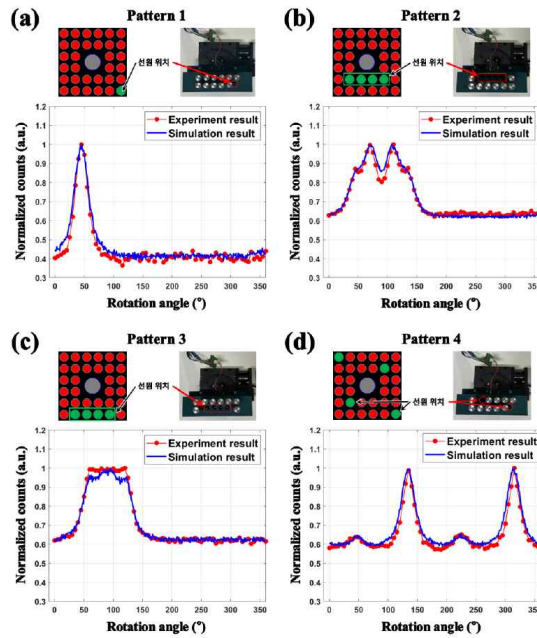


<대표 그림>

연번	8	실적 구분	학술대회	참여대학원생	정, 최, 이
성과 일자	2023.11.22 - 2023.11.24		발표자		정
실적 제목	사용후핵연료집합체 내부단층촬영시스템의 원리검증을 위한 실험				
학술대회명	2023 대한방사선방어학회 추계학술대회				
지도교수	정		수상명		우수발표상
국내·국제 구분	국내		발표 형식		포스터

요약문

- **창의/혁신성:** 제안된 장치는 방출단층촬영기술을 응용하였으며, 개별 핵연료봉의 감시가 가능한 최신 기술임.
- **비전 부합성:** 본 성과는 의료방사선 및 방사선·원자력 안전 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 기술은 향후 국내 방사선 및 원자력 안전 분야의 기술 수준을 향상시킬 수 있음.
- **산업/사회 기여:** 국내 방사선·원자력 안전 관련 기술 발전에 기여하였으며, 해당 결과는 향상된 장비 개발의 기초 자료로 활용될 뿐 아니라 국내 방사선 안전 관리의 위상을 높일 수 있음.



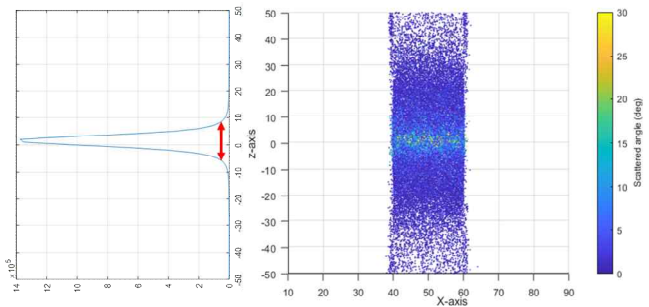
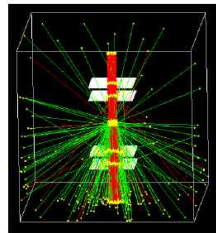
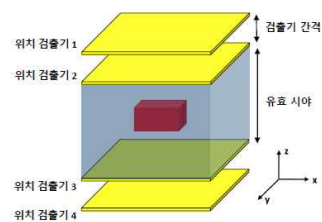
<대표 그림>

연번	9	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이
성과 일자	2024.07.25 - 2024.07.26		발표자		이
실적 제목	뮤온 토모그래피 물질판별 알고리즘				
학술대회명	한국방사선산업학회				
지도교수	정		수상명		최우수논문발표상
국내·국제 구분	국내		발표 형식		구연

요약문

- 창의/혁신성:** 본 연구에서 제안된 고도화 된 물질판별 알고리즘을 뮤온 토모그래피 시스템에 활용할 경우, 위치와 시간에 구애받지 않는 기술로써 다양한 핵물질 사용시설에 적용 가능할 것으로 사료됨.
- 비전 부합성:** 뮤온 토모그래피 시스템은 검출기 제작 기술, 신호처리 회로 개발, 영상재구성 알고리즘 등의 핵심 기술이 요구되는 분야임. 본 연구를 통해 획득된 몬테칼로 전산모사 기술·고도화 물질판별 알고리즘 소프트웨어 기술을 기반으로 뮤온 토모그래피에 대한 원천기술 확보 및 새로운 개념 정립이 가능할 것으로 보임. 이는 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.
- 분야 기여:** 본 연구를 통해 획득된 뮤온 측정 기술을 기반으로 선진국과의 기술격차를 줄이며 뮤온 영상시스템에 대한 원천기술을 확보하였음.
- 산업/사회 기여:** 핵물질의 이동량이 많은 항만 및 공항 주위 시설에 적용하여 국내 핵물질 이동 감시가능성이며, 뮤온 산란 특성을 기반으로 측정 대상의 크기가 방대한 유적지 내부를 비파괴적으로 측정할 수 있을 것으로 기대됨.

- 뮤온 토모그래피 시스템**
  - ✓ 2차원 위치검출기: 단일 플라스틱 섬광체
  - ✓ 종류: BC-408
  - ✓ 크기:  $100 \times 100 \times 1 \text{ cm}^3$
  - ✓ 검출기 간격: 30 cm
  - ✓ 유효 시야:  $100 \times 100 \times 100 \text{ cm}^3$
- 뮤온 입자**
  - ✓ 에너지: 0.5, 1, 1.5, 3 GeV
  - ✓ 입자 수:  $1.6 \times 10^6$  개
- 대상 물질**
  - ✓ 우라늄(U, Atomic number: 92)
  - ✓ Size:  $20 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$



<대표 그림>

연번	10	실적 구분	학술대회	참여대학원생	정 [ ]
성과 일자	2024.07.25 - 2024.07.26		발표자	정 [ ]	
실적 제목	단일 섬광체 및 depth-of-interaction 방법 기반 방사선원 방향탐지 시스템				
학술대회명	한국방사선산업학회				
지도교수	정 [ ]		수상명	우수논문발표상	
국내·국제 구분	국내		발표 형식	포스터	

요약문

- 창의/혁신성:** 본 연구에서 제안하는 단일 섬광체와 depth-of-interaction 방법을 이용한 방사선원 방향탐지 시스템은 슬롯의 높이에 따라 독립적인 에너지 스펙트럼을 획득할 수 있어 다중 선원에 대한 핵종 판별 및 방향탐지가 가능할 것으로 기대됨. 또한, 해당 기술은 단일섬광체만을 이용하며, 하나의 장치로 전방향의 방사선을 모니터링 할 수 있어 시스템의 간소화 및 비용 절감 효과를 가진다.
- 비전 부합성:** 본 성과는 의료방사선 및 방사선·원자력 안전 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양 및 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.
- 분야 기여:** 향후 국내 방사선 및 원자력 안전 분야의 기술 수준을 향상시킬 수 있음.
- 산업/사회 기여:** 방사선을 이용하는 시설 및 방사성물질 노출과 같은 방사선 사고를 방지 하기위해 오염원 정보(핵종, 위치)를 신속하게 파악할 수 있는 시스템을 개발함.

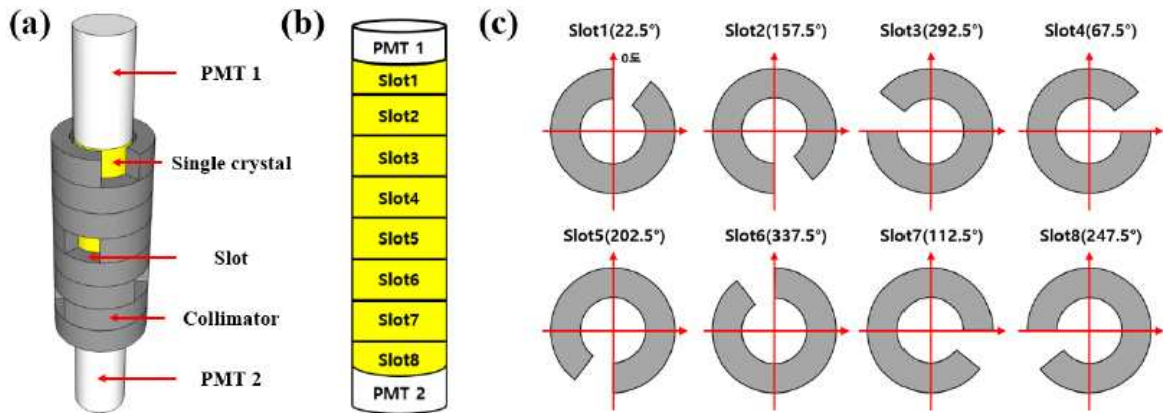


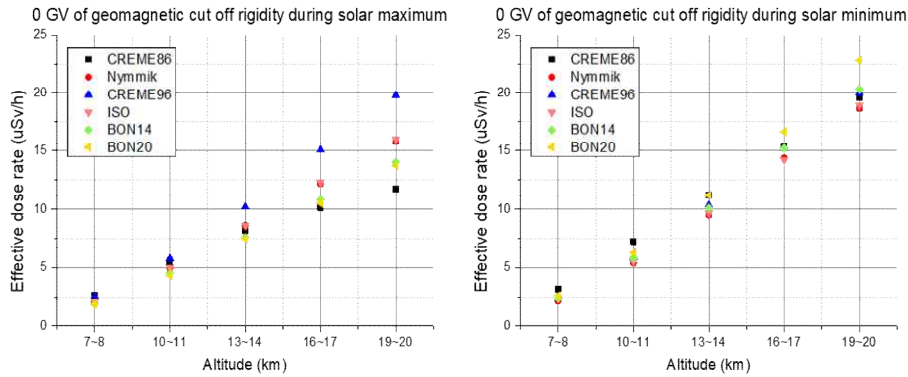
그림 1. 시스템의 기하학적 구조(a), 콜리메이터의 슬롯 높이(b), 슬롯 방향(c)

<대표 그림>

연번	11	실적 구분	학술대회	참여대학원생	최
성과 일자		2024.05.11		발표자	최
실적 제목	항공승무원 선량평가에 미치는 최신 은하우주방사선 모델의 영향				
학술대회명	2024 대한방사선과학회 학술대회				
지도교수	염		수상명	우수발표상	
국내·국제 구분	국내		발표 형식	구두 발표	

요약문

- 창의/혁신성:** 본 연구는 최신 은하우주방사선 모델인 Badhwar-O' Neill 2020을 활용하여 기존 항공승무원 피폭방사선량 평가를 위해 사용되는 대부분의 전산프로그램의 은하우주방사선 모델과 차별화된 대기 중 우주방사선 피폭방사선량에 대해 분석함. 특히, 최신 몬테카를로 전산모사 기법을 활용하여 최신 은하우주방사선 모델 기반의 정확한 대기 중 우주방사선장을 모사하였음.
- 비전 부합성:** 본 연구팀에서 대기 중 우주방사선장 모사 연구를 수행하며, 해외연구자(일본 원자력기구: Tatsuhiro Sato 박사)와 협력함으로써 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.
- 분야 기여:** 본 연구에서는 최신 은하우주방사선 모델을 통해 항공승무원의 우주방사선 피폭방사선량 평가에 있어 정확성을 향상시켰음. 더불어 기존의 다양한 모델들의 피폭 영향을 분석함으로써, 항공승무원 피폭방사선량을 더욱 정밀하게 평가할 수 있음.
- 산업/사회 기여:** 항공승무원의 방사선 안전 관리를 개선하는데 도움을 줄 수 있으며, 나아가 항공산업의 안전규제 문화 조성에 일조함으로써 방사선 안전 기술 연구에 크게 기여함.

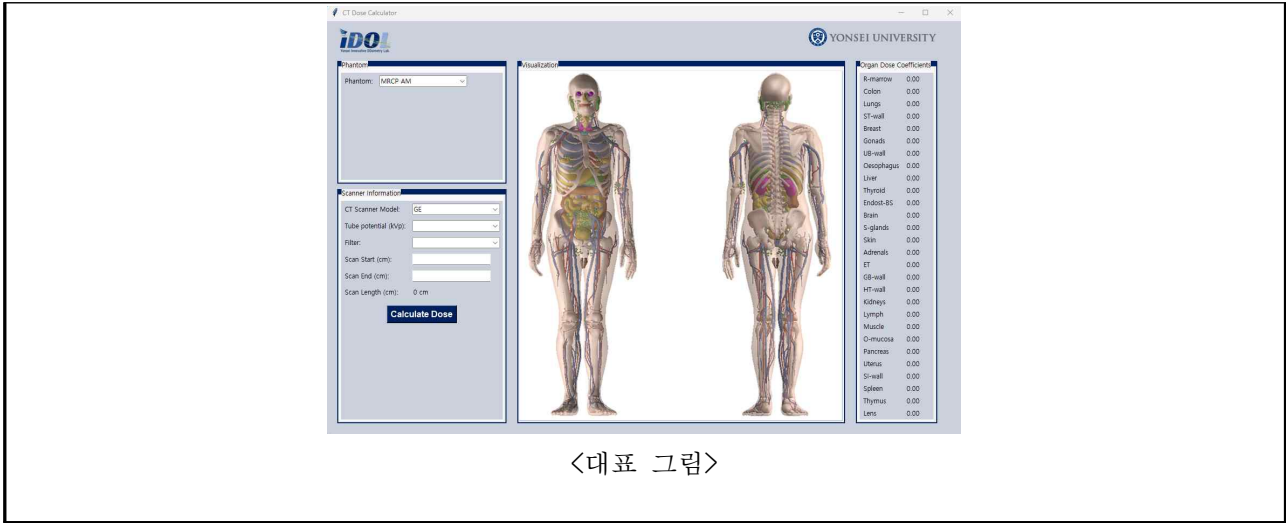


<대표 그림>

연번	12	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이 [ ] , 최 [ ]
성과 일자	2022.04.27 - 2022.04.29		발표자		이 [ ]
실적 제목	Development of CT Dose Calculation System utilizing Mesh-type Reference Computational Phantoms (MRCPs)				
학술대회명	한국방사선산업학회 2024년도 정기학술대회 Young Scientist 경진대회				
지도교수	염 [ ]	수상명		우수논문발표상	
국내·국제 구분	국내		발표 형식		구두 발표

요 약 문

- 창의/혁신성:** 본 연구는 최신 ICRP 표준 전산팬텀을 적용하여 CT 촬영에 따른 환자 피폭 선량 평가의 정확성을 향상시킴. PTW 이온 챔버와 NOMEX® 멀티미터를 이용한 실험적 데이터를 바탕으로 몬테칼로 전산모사 시뮬레이션을 통해 CT 선원향을 모사하였으며, 손쉬운 장기 선량 평가를 위해 GUI 응용 프로그램을 개발함.
- 비전 부합성:** 최신 ICRP 표준 전산팬텀과 최신 몬테칼로 전산모사 기법을 활용한 CT 촬영 시 환자가 받는 피폭방사선량을 손쉽게 평가할 수 있는 시스템을 개발함으로써, 비전과 목표 중 하나인 미래지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화에 부합함.
- 분야 기여:** 본 연구는 CT 촬영 시 환자의 피폭방사선량 평가에서 정확성을 높이는데 기여하였으며, 차세대 ICRP 표준팬텀을 적용함으로써 의료방사선 분야의 학문적 발전에 기여함. 나아가, 다양한 에너지 조건에서 정확한 데이터를 바탕으로 피폭방사선량 평가 방법론을 정립함으로써 향후 진단 기술 관련 연구 발전에 기초가 되었음.
- 산업/사회 기여:** 개발된 GUI 응용 프로그램을 통해 사용자가 손쉽게 CT 촬영 환자 선량계수를 도출하여 환자 선량을 정확하게 평가하는데 기여함. 또한, CT 촬영으로 인한 방사선 피폭에 대한 안전관리 체계를 구축하여, 환자의 방사선 피폭을 최소화하는데 기여함.



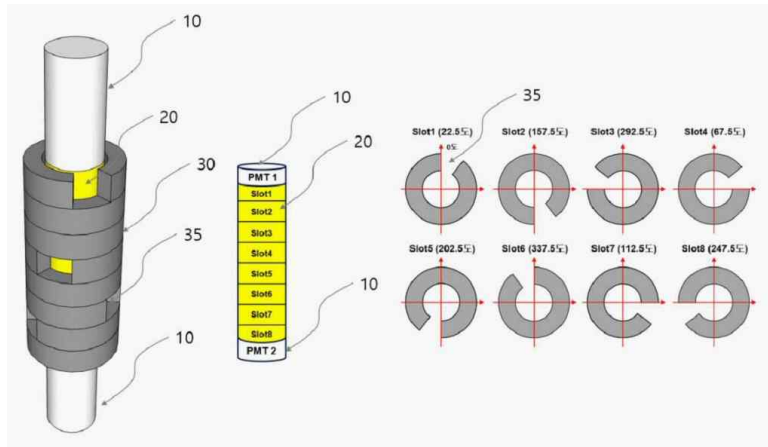
<대표 그림>

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-15> 최근 1년간 참여대학원생 특허 대표실적의 우수성

연 번	실적정보				등록 (출원) 번호	총 발명자 수	참여 대학원생 성명	참여 교수 성명
	실적연월	특허명	국가	구분				
<b>요약문</b>								
1	2024.04.11	고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치	미국	출원	18/700,700	3	최 ■■■	민 ■■■
<p>· <b>창의/혁신성:</b> 제안된 장치는 방출단층촬영기술을 응용하였으며, 이를 통해 기존 방출단층촬영장치의 한계점을 극복할 수 있음.</p> <p>· <b>비전 부합성:</b> 본 성과는 원자력 안전 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.</p> <p>· <b>분야 기여:</b> 해당 기술은 향후 사용후핵연료 관리 정책에 적용될 수 있을 것으로 기대됨.</p> <p>· <b>산업/사회 기여:</b> 본 연구에서 도출된 내부단층촬영장치는 향후 방출단층촬영장치와 함께 사용되어 국제 사용후핵연료 부분결손 검사를 위한 공인장비로써 활용될 수 있음.</p>								
<b>&lt;대표그림&gt;</b>								
2	2024.02.15	단일섬광체와 DOI 방법을 이용한 방사선 모니터링 장치 및 방법	대한 민국	출원	10-2024-002 1763	5	정 ■■■	정 ■■■

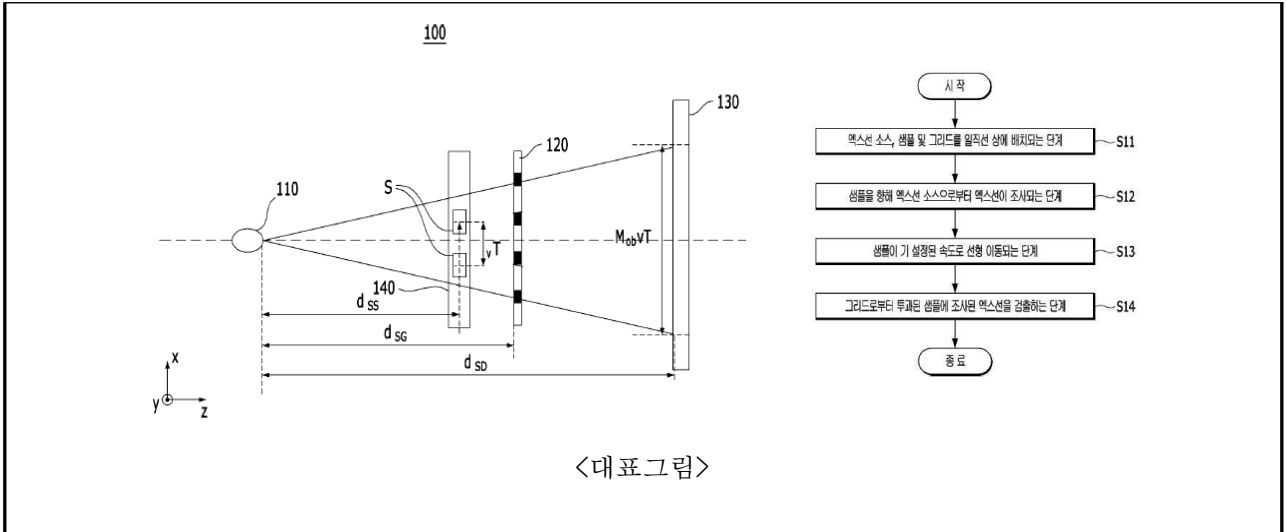
- 창의/혁신성:** 제안된 기술은 단일 섬광체와 Depth Of Interaction (DOI) 측정기법을 이용하여 실시간으로 방향별로 입사하는 방사선원을 탐지하는 방사선원 방향탐지 시스템에 관한 것임. 제안된 시스템은 단일 섬광체를 이용하여 실시간으로 모든 방향의 방사선원의 탐지할 수 있으며, 방향별로 에너지 스펙트럼을 획득할 수 있어, 다수의 선원이 있는 환경에서도 문제 없이 사용 가능한 창의성을 보임.
- 비전 부합성:** 본 연구는 방사선 계측 및 방사선 안전 분야의 핵심적 기술을 기반으로 제안된 방사선기술로, 본 교육연구팀의 비전 중 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.
- 분야 기여:** 방사성물질 감시 시스템의 발명은 원자력 시설, 방사선 응용 시설에서의 사고로 인한 잠재적인 위험으로부터 발생하는 환경 및 건강의 위협을 최소화하기 위한 필요성에서 비롯됨. 본 발명은 방사성물질의 누출이나 오염을 조기에 탐지하여 신속한 대응을 가능하게 하여, 방사선 사고 시 긴급대응 능력을 향상시킴. 또한, 관련 시설의 안전성 강화와 방사선 응용 기술의 발전 등 중요한 역할을 수행함. 이러한 다양한 측면에서 방사성물질 감시 시스템의 발명이 더욱 중요시되고 있음.
- 산업/사회 기여:** - 환경방사능 측정하는 고정형 검출기를 대신하여 제안된 방향탐지 시스템을 사용할 경우, 방사능 발생 유무와 동시에 선원의 방향을 평가할 수 있을 것으로 기대됨. 방사성물질 사용 시설에 위치하여 방사성물질을 도난, 누출 등을 실시간으로 감시하여 사전에 방지하는 역할을 수행할 것으로 예상됨. 또한, 모바일 플랫폼에 결합하여 방사선 사고 시, 신속한 방사성물질의 제거 및 제염하는데 도움 될 것으로 예상됨.



<대표 그림>

3	2023.10.23	모션 블러링을 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상화 장치	대한민국, PCT	출원	10-2023-0141729	4	이 이	조
---	------------	--	-----------	----	-----------------	---	-----	---

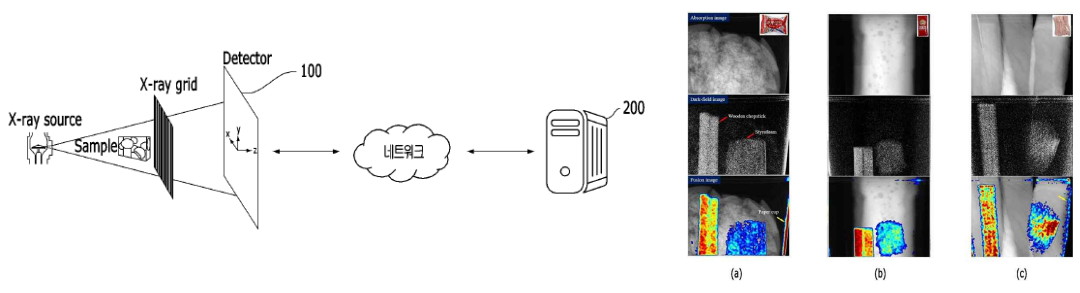
- 창의/혁신성:** 제안된 기술 및 장치는 공간 고조파 기반 암시야 및 위상차 영상에서 발생하는 wraparound artifacts를 확대도 증가나 화질 저하 없이 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 기술을 제시함. 이는 기존 방법의 한계를 극복하는 혁신적인 접근임.
- 비전 부합성:** 해당 기술은 차세대 방사선 진단 기술인 암시야 영상화의 단점과 한계를 극복할 수 있는 새로운 기술을 개발하였으며, 이는 방사선융합공학 분야에서 미래 의료 영상화 기술의 핵심적인 발전을 이끌어낼 수 있음.
- 분야 기여:** 본 기술은 방사선 진단 및 융합영상 분야의 최신 기술인 암시야 X-선 영상 연구를 활성화시키고, 실용화 가능성을 높임으로써 해당 분야의 발전에 기여함.
- 산업/사회 기여:** 이 기술은 산업 및 보안 분야에서 컨베이어 벨트를 이용한 비파괴 검사 및 미세구조 탐지 시스템의 효율성을 크게 향상시킬 것으로 기대됨. 이를 통해 식품, 제약, 보안 시스템 등 다양한 산업에서 안전성과 품질을 증대시키는 데 기여할 수 있음



<대표그림>

4	2023.10.23	단일 촬영 그리드 기반 암시야 엑스선 촬영을 이용한 식품 저밀도 이물질 검출 장치 및 방법	대한민국	출원	10-2023-0141720	4	이 [redacted], 이 [redacted]	조 [redacted]
---	------------	--	------	----	-----------------	---	----------------------------	--------------

- 창의/혁신성:** 본 기술은 단일 촬영 그리드 기반 암시야 X-선 영상화 기법을 이용하여 식품 내 저밀도 이물질을 효과적으로 검출할 수 있음. 이를 통해 기존 흡수 기반 X-선 영상보다 저밀도 이물질 검출 능력이 크게 향상되었음.
- 비전 부합성:** 본 기술은 그리드 기반 암시야 X-선 영상화의 실용적이고 효율적인 응용 기술을 개발함으로써 차세대 방사선 진단 기술 발전에 선도적인 역할을 수행하였음.
- 분야 기여:** 본 기술은 방사선융합 영상 분야에서 기존 기술로는 검출이 어려운 저밀도 이물질을 효과적으로 탐지함으로써, 기존 X-선 영상의 한계를 극복하고 암시야 영상 기술의 정확성과 적용 가능성을 확장하는 데 기여하였음.
- 산업/사회 기여:** 본 기술은 식품 분야뿐만 아니라 저밀도 이물질 검출 기술이 필요한 제약, 보안 등 다양한 산업에서 활용 가능하여, 미세구조 탐지를 통해 품질 관리와 안전성을 높이는 데 크게 향상 시킬 것으로 기대됨.



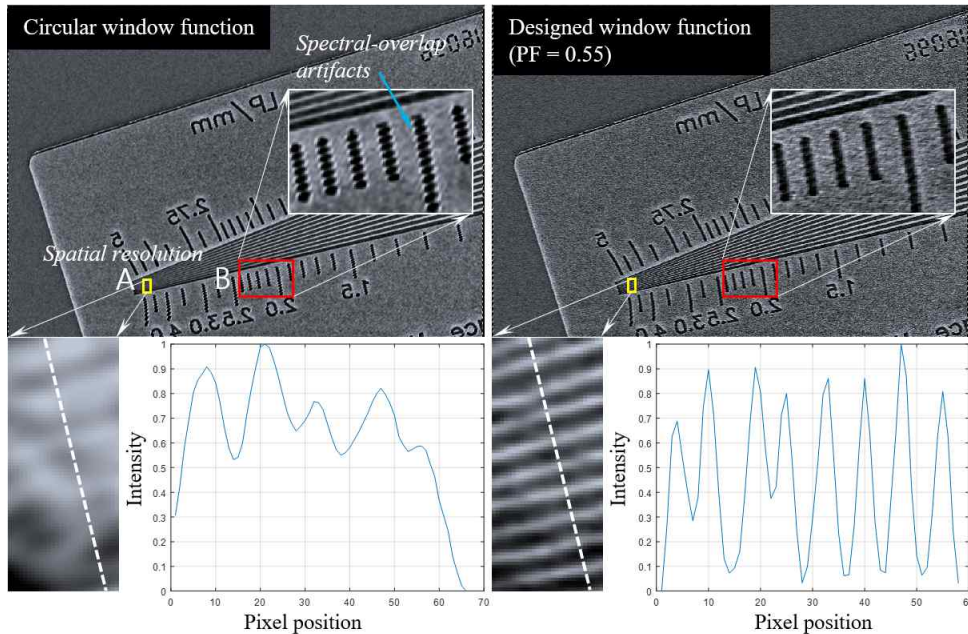
<대표그림>

5	2023.10	확장 윈도우 함수를 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상 처리 장치	대한민국	출원	10-2023-0141721	5	이 [redacted], 이 [redacted]	조 [redacted]
---	---------	---	------	----	-----------------	---	----------------------------	--------------

- 창의/혁신성:** 제안된 방법은 확장 윈도우 함수를 이용하여 단일 격자 기반 암시야 엑스선 영상에서 발생하

는 인공물 제거 방법에 대한 기술임.

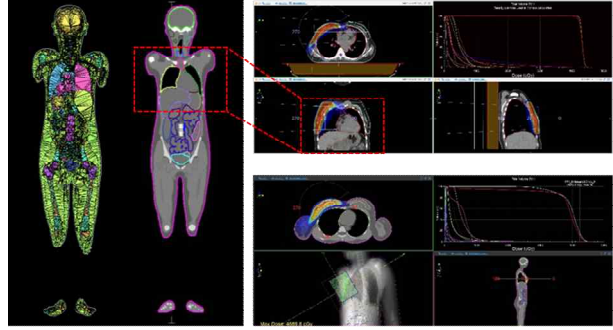
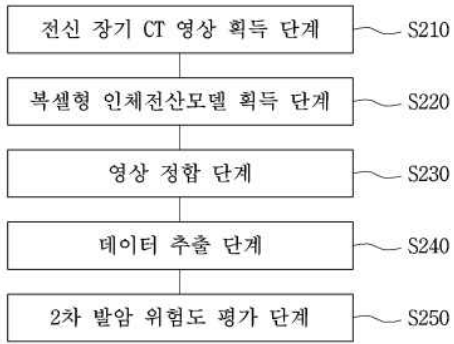
- . **비전 부합성:** 본 성과는 의료방사선 및 방사선 영상 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 기술은 향후 국내 방사선 및 원자력 안전 분야의 기술 수준을 향상시킬 수 있음.
- . **산업/사회 기여:** 국내 방사선 영상 관련 기술 발전에 기여하였으며, 해당 결과는 향상된 의료 영상 및 산업 영상 진단에 크게 기여할 수 있음.



<대표그림>

6	2023.12.15	전신 장기별 피폭선량 예측 시스템 및 그 방법	대한민국	출원	30-1253045	7	천성	염민
---	------------	---------------------------	------	----	------------	---	----	----

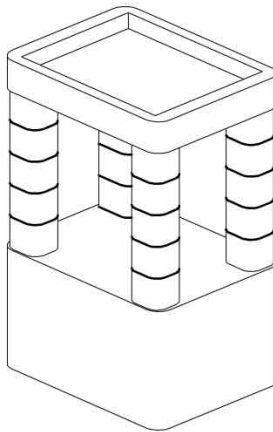
- . **창의/혁신성:** 현재 상용화된 치료 선량 평가 기술은 전신의 장기별 선량 계산에 어려움이 있으며, 해당 기술은 ICRP 인체전산 팬텀을 이용하여 치료 방사선에 따른 전신 선량 평가가 가능하게 하는 최신 선량 평가 기술임.
- . **비전 부합성:** 본 성과는 환자 맞춤형 방사선치료의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 하나인 미래지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화에 부합함.
- . **분야 기여:** 방사선치료에 따른 2차 발암 위험과 관련된 빅데이터 센터를 구축함으로써 개인정보를 제외한 피폭 시나리오 및 전신의 장기별 피폭선량 데이터베이스 구축을 통해 정밀한 방사선 역학 연구 등의 다양한 파생 연구가 가능할 것으로 기대됨.
- . **산업/사회 기여:** 치료 방사선에 따른 전신 장기별 선량평가 빅데이터를 구축하고, 이를 기반으로 체계적인 국내 환자안전관리 시스템 개발이 가능할 것으로 기대됨.



<대표그림>

7	2024.03.05	의료용 받침대	대한 민국	등록	30-1253045	5	정 연 민	한
---	------------	---------	----------	----	------------	---	-------------	---

- . **창의/혁신성:** 제안된 받침대는 뇌파 측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 사용하는 뇌파 측정 장치 및 자기공명영상 촬영 장치의 기구적 스펙, 피험자의 머리 높이, 뇌파 측정 장치의 증폭기 등의 구성 장치의 케이블 길이 등에 따라 증폭기 등의 구성 장치를 높게 받칠 수 있는 받침대임.
- . **비전 부합성:** 본 기술은 자기공명영상장치 내에서 자장의 영향 없이 신속하고 정확한 실험 진행을 할 수 있게 이바지함으로써, 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 기술은 향후 국내 뇌파 측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 신속하고 정확한 실험 진행을 할 수 있게 이바지하였음.
- . **산업/사회 기여:** 해당 결과는 뇌파측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 실험의 안정성을 높이는 데 크게 기여할 것으로 기대됨.



<대표그림>

④ 국내·외 학술대회 발표실적 목록

〈표 2-16〉 최근 1년간 참여대학원생 학술대회 발표 실적

연번	실적정보						참여대학원생성명	발표자성명	지도교수성명
	개최년월	실적명	학회명	국내/국제 구분	개최국가	발표방식			
1	2023.10.11	Proposal of an Artificial Intelligence-Driven C-arm CT/SPECT System for Online Re-planning and Dose Verification of Brachytherapy in Gynecologic Cancer Patients	2023 FARO&KOSRO	국제	대한민국	포스터	성 룬	성 룬	민 희
2	2023.10.18	Radiation Effect of Sludge Reduction Technology Depending on Dose	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	이 민	이 민	민 희
3	2023.10.18	Dosimetric Evaluation of Various Applicators for Vaginal Cuff Brachytherapy Using an In-House Designed PMMA-Agar Phantom	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	성 룬	성 룬	민 희
4	2023.10.18	Experimental Validation for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	최 주	최 주	민 희
5	2023.10.18	Development of Secondary Cancer Risk Evaluation Technique by Using The TET2DICOM in External Beam Radiotherapy	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	성 현, 천 위	성 현	민 희
6	2023.10.18	Dosimetric evaluation of EyeRadPro eye shields via clinical electron beam commissioning using Monte Carlo method	2023 한국방사선산업학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	성 룬, 서 성	서 성	민 희
7	2023.11.11	Study on the Sewage Sludge Reduction and Resource Recovery Depending on Dose of Gamma Irradiation	2023 Yonsei & Nagoya Exchange Meeting	국제	일본	구두발표	이 천, 권, 최, 위, 주	이 민	민 희
8	2023.11.23	Experimental Testing for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel	2023 대한방사선방어학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	최 주	최 주	민 희
9	2023.11.24	Study on the Sewage Sludge Reduction and Resource Recovery Depending on Dose of Gamma Irradiation	2023 대한방사선방어학회 추계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	이 민	이 민	민 희
10	2024.04.13	Dosimetric evaluation of newly designed eye shield using Monte Carlo-based dose calculation method	2024 한국의학물리학회 춘계 학술대회	국내	대한민국	구두발표	성 룬	성 룬	민 희

11	2024.04.25	Machine Learning-based Denoising Technique to Enhance Inspection Accuracy of Partial Defect within PWR-type Spent Nuclear Fuel	2024 대한방사선방어학회 춘계 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	최주	최주	민희
12	2024.04.25	Whole-body Organ Dose Assessment based on Body-size-dependent Phantom Library for Secondary Risk Prediction in Radiation Therapy	2024 대한방사선방어학회 춘계 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	성현, 위천	성현	민희
13	2024.05.31	Experimental Testing for Performance of Gamma Emission Tomography to Interrogate Partial Defects within PWR Spent Nuclear Fuel	2024 한국방사성폐기물학회 춘계 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	최정수	최주	민희
14	2024.06.10	Experimental Testing for Performance Evaluation Experiment of PG-PET Multi-Modality Imaging System for Carbon Ion Therapy of Gamma Emission	2024 PTCOG-AO	국제	싱가포르	포스터	천위, 최성익, 위천, 성현	천위	민희
15	2024.06.30	Experimental Validation of Gamma Emission Tomography to Inspect Partial-Defects within Pressurized Water Reactor-Type Spent Nuclear Fuel	2024 iWORID	국제	포르투갈	포스터	최정수	최주	민희
16	2024.07.08	Development of the Whole-body Organ Dose Assessment Technique with Body-size-dependent Phantom for Secondary Cancer Risk Prediction in Radiotherapy	2024 ICCR	국제	프랑스	포스터	성현, 위천, 최이민	성현	민희
17	2024.07.08	Experiment of proof-of-principle on C-arm CT/SPECT system for in-vivo dose verification in online image-guided adaptive brachytherapy.	2024 ICCR	국제	프랑스	포스터	성현, 성룸	성룸	민희
18	2024.07.25	Shielding Evaluation Design: Proton Therapy Facility	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	서천, 위천	서천	민희
19	2024.07.25	Development of the Whole-body Organ Dose Assessment Technique with Body-size-dependent Phantom for Secondary Cancer Risk Prediction in Radiotherapy	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	성현, 위천	성현	민희
20	2024.07.25	Experiment of proof-of-principle on C-arm CT/SPECT system for in-vivo dose verification in online image-guided adaptive brachytherapy	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	구두 발표	성룸	성룸	민희

21	2024.07.25	Experimental Validation of Gamma Emission Tomography to Inspect Partial-Defects within Pressurized Water Reactor-Type Spent Nuclear Fuel	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	최주	최주	민희
22	2024.07.25	Study on sludge reduction technology for anaerobic digestion with gamma irradiation depending on dose	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	이민	이민	민희
23	2023.11.04 - 2023.11.11	Directional radiation monitoring system using ANN-based algorithm	2024 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	국제	캐나다	포스터	정강백이	정수	정현
24	2023.11.04 - 2023.11.11	Simulation based performance evaluation of an optical fiber probe system (OFPS) for wet spent fuel storage monitoring	2024 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	국제	캐나다	포스터	강백이	강수	정현
25	2023.11.22 - 2023.11.24	사용후핵연료집합체 내부단층촬영시스템의 원리검증을 위한 실험	2024 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한민국	포스터	정최강백이	정수	정현
26	2023.11.22 - 2023.11.24	Simulation of neutron response for OFPS equipment in wet spent fuel storage	2024 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한민국	포스터	강백이	강수	정현
27	2024.07.25 - 2024.07.26	Radiation profile analysis of spent fuel bundles in wet storage using the Optical Fiber Probe System(OFPS)	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	강백이	강수	정현
28	2024.07.25 - 2024.07.26	뮤온 토모그래피 물질판별 알고리즘	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	구두발표	이연	이연	정현
29	2024.07.25 - 2024.07.26	단일 선평체 및 depth-of-interaction 방법 기반 방사선원 방향탐지 시스템	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	정수	정수	정현
30	2024.07.25 - 2024.07.26	회전감시용 회전형 방사선감지탑 개발	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	강완	강완	정현
31	2023.11.23 - 2023.11.25	이중층 검출기와 180° 스캔 각도를 가진 고정형 CT 수하물 스캐너를 이용한 위험물 탐지 강화	2023년 한국정보기술학회 추계종합학술대회	국내	대한민국	포스터	심양	심용	조성
32	2024.06.30 - 2024.07.04	Automatic geometry calibration based on metric optimization in stationary computed tomography baggagescannerwith $\pi$ -angle sparsity	25th iWoRID: The International Workshop on Radiation Imaging Detectors 2024	국제	포르투갈	포스터	심김전	심용	조성
33	2024.06.30 - 2024.07.04	Model-based scatter correction method for improving image visibility in CBCT with an offset-detector configuration	25th International Workshop On Radiation Imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	전한김	박원	조성
34	2024.06.30 - 2024.07.04	Normalized metal artifact reduction using CNR-based metal segmentation in dental computed tomography	25rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	임이환	임환	조성

35	2024.06.30 - 2024.07.04	Single-exposure material decomposition in digital tomosynthesis using a CdTe-based photon-counting detector: Simulation study	25rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	이현, 이환, 민현, 박민	이현	조성
36	2024.06.30 - 2024.07.04	Pragmatic method to minimize the discrepancy of grayscale values of teeth caused by exomass effect in dental CBCT of a small field of view	25rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	김성, 김용, 김희, 김현, 전임, 이	김성	조성
37	2024.06.30 - 2024.07.05	Novel Sinogram Restoration Method Based on Fourier Separation of Higher-order Harmonics in Sparse-view CBCT for Improving Its Reconstruction Quality	25rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	이혁	이혁	조성
38	2024.07.21 - 2024.07.25	Dental Panoramic Imaging Using CBCT Data with Single-Energy Material Decomposition	2024 AAPM annual meeting & exhibition	국제	미국	포스터	양선, 양심, 전임, 전양, 조	양선	조성
39	2024.07.21 - 2024.07.26	Deep learning based single-energy material-decomposition in chest digital tomosynthesis	2025 AAPM annual meeting & exhibition	국제	미국	포스터	임환, 김성, 김희, 김현, 전양, 조	임환	조성
40	2024.07.21 - 2024.07.27	Enhancing Material Decomposition Quality in Dual Energy Chest Radiograph with Crisscrossed Grid	2026 AAPM annual meeting & exhibition	국제	미국	포스터	전희, 전환, 양선	전희	조성
41	2024.06.30 - 2024.07.05	Low-dose CT denoising via a hybrid network of transformer and residual dense network	25rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	포르투갈	포스터	Wee, 전희, 김성	전희	조성
42	2023.09.14 - 2023.09.16	CT 촬영 환자 피폭 ICRP 표준선량계수 검증 연구	2023 추계 의학물리학회	국내	대한민국	구두 발표	이미	이미	염수
43	2023.10.18 - 2023.10.20	A Monte Carlo study on fetal dose assessment for carbon beam craniospinal irradiation during pregnancy	한국방사선산업학회 2023년 정기학술대회 학생경진대회	국내	대한민국	구두 발표	최원	최원	염수
44	2023.10.18 - 2023.10.20	Validation of ICRP Reference Dose Coefficients for Computed Tomography	한국방사선산업학회 2023년 정기학술대회 학생경진대회	국내	대한민국	구두 발표	이미	이미	염수
45	2023.10.18 - 2023.10.20	Korean-specific dose coefficients for soil contamination based on Mesh-type Reference Korean Phantoms (MRKPs)	한국방사선산업학회 2023년 정기학술대회 학생경진대회	국내	대한민국	포스터	최원, 최미	최원	염수
46	2023.11.11	Investigation of fetal dose from carbon radiotherapy during pregnancy - Monte Carlo study	Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences 2023 at Nagoya University	국제	일본	구두 발표	최원	최원	염수
47	2023.11.22 - 2023.11.24	우주방사선 피폭평가 모델 및 주요인자에 대한 민감도 분석	2023 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한민국	구두 발표	최원	염수	염수
48	2023.11.22 - 2023.11.24	최신 Badhwar-O' Neill 2020 모델이 항공승무원 선량평가에 미치는 영향	2023 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한민국	포스터	최원	최원	염수

49	2024.03.08 - 2024.03.09	A study on CT dose calculations using mesh-type Korean reference phantoms	2024 IEEE NPSS Seoul Chapter	국내	대한민국	포스터	이최미, 최원	이미	염수
50	2024.03.08 - 2024.03.09	최신 Badhwar-O' Neill 2020 모델이 항공승무원 선량평가에 미치는 영향	2024 IEEE NPSS Seoul Chapter	국내	대한민국	포스터	최원	최원	염수
51	2024.04.12 - 2024.04.13	Development of dose assessment system for radiologic technologists during L-spine x-ray examinations using ICRP reference phantoms	2024년 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두발표	이미	이미	염수
52	2024.04.12 - 2024.04.13	Impact of ICRP Pediatric Mesh-type Reference Computational Phantoms in Organ Dose Assessment of Patients Treated with Radioiodine	2024년 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두발표	이최민, 최원	이민	염수
53	2024.05.11	항공승무원 선량평가에 미치는 최신 은하우주방사선 모델의 영향	2024 대한 방사선과학회 학술대회	국내	대한민국	구두발표	최원	최원	염수
54	2024.07.07 - 2024.07.12	Impact on Aircrew Dosimetry Using Badhwar-O' Neill 2020 GCR Model	IRPA 16 69th HPS ANNUAL MEETING 2024	국제	미국	포스터	최원	최원	염수
55	2024.07.25 - 2024.07.26	차세대 ICRP 표준팬텀을 이용한 개봉RI 취급 종사자 수정체 선량 평가	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	최원	김현	염수
56	2024.07.25 - 2024.07.26	CT Dose calculation GUI program based on mesh-type reference computational phantoms	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	이미	이미	염수
57	2024.07.25 - 2024.07.26	차세대 ICRP 표준팬텀을 활용한 대기 중 우주방사선 피폭선량 평가	2024 한국방사선산업학회 신진연구자 학술대회	국내	대한민국	포스터	최원	최원	염수
58	2024.08.28 - 2024.08.30	최신 ICRP 표준팬텀을 이용한 핵의학 종사자 수정체 선량 평가	2024 한국방사선산업학회 정기총회 및 학술대회	국내	대한민국	포스터	최원, 이미	김현	염수
59	2024.08.28 - 2024.08.30	Development of CT Dose Calculation System utilizing Mesh-type Reference Computational Phantoms (MRCPs)	2024 한국방사선산업학회 정기총회 및 학술대회	국내	대한민국	포스터	이최미, 최원	이미	염수
60	2024.08.28 - 2024.08.30	최신 ICRP 표준팬텀을 활용한 항공승무원 피폭방사선량 평가	2024 한국방사선산업학회 정기총회 및 학술대회	국내	대한민국	구두발표	최원, 이미	최원	염수
61	2024.05.08 - 2024.05.10	Study on basic properties of MOSFET for space applications	2024 한국원자력학회 춘계 학술 발표회	국내	대한민국	포스터	김빈	김빈	권용

#### 4. 신진연구인력 현황 및 실적

##### ① 신진연구인력의 확보 현황

<표 2-17> 신진연구인력 채용 현황

신진연구인력	근로계약 기간	소속	비고
김 [ ]	2023. 3. 1. - 2024. 7. 30	연세대학교 미래캠퍼스 방사선학과	2023. 3. 1. BK21 신진연구인력으로 임용됨.

##### ② 신진연구인력의 교육·연구 실적

<표 2-18> 신진연구인력의 연구비 수주 실적

신진연구인력 (연구성과)	성과 내용			
	사업명	과제명	총 연구비	수주일자
김 [ ] (연구비수주)	창의도전 연구기반지원사업 (책임)	2차원 이중에너지 물질 분리 방법의 한계점 극복을 위한 광자계수 검출기 기반 저대조도 물질 분리 방법 및 감약 보정 방법 개발	210,000,000	2023.06
	창의도전 연구기반지원사업 (공동)	안전한 고대조도 뇌혈관 영상화 기법 기반 신개념의 단일촬영 전산화단층촬영 혈관조영술(CTA) 개발	210,000,000	2023.06
	기본연구 지원사업 (공동)	호흡 질환 예측 향상을 위한 다채널 호흡음 DB 구축 및 영상화를 통한 환자 이상 예측예후 POCT 개발	210,000,000	2023.06

<표 2-19> 신진연구인력의 논문 실적

신진연구인력 (연구성과)	성과 내용					
	실적 연월	논문제목	저널명	게재년월	IF	국외
김 [ ]	2024. 05.25	Noise reduction in low-dose positron emission tomography with adaptive parameter estimation in sinogram domain	Nuclear Engineering and Technology	2024.08.05	2.6 (Q1,13.7%)	국외 SCI
	2024. 08.05	New Web-based Ventilator Monitoring System Consisting of Central and Remote Mobile Applications in Intensive Care Units: Development and Pilot Study	Applied Sciences	2024.08.05	2.5 (Q1,24%)	국외 SCI

<표 2-20> 신진연구인력의 특허 실적

신진연구인력 (연구성과)	성과 내용					
	실적 연월	특허명	국가	구분	등록(출원) 번호	총 발명자 수
김 [ ]	2023. 10.12	이중 에너지 기법 기반 다중 물질 분리 방법 및 장치	대한 민국	등록	10-2590461	4
	2023. 11.21	호흡음 영상화 방법 및 이를 이용한 호흡 질환 예측 방법 및 시스템	대한 민국	출원	10-2023-0162427	5
	2023. 12.11.	Method, server, and system intelligent ventilator monitoring using non-contact and non-face-to-face	미국	출원	18/534991	5
	2024. 01.09.	치과용 광-CT 하이브리드 영상 시스템 및 방법	대한 민국	등록	10-2624752	3
	2024. 01.24	조영제 저감화를 위한 혈관 조영술에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스	대한 민국	출원	10-2024-0011170	4
	2024. 01.24	혈관 조영술에 대한 정보 제공 방법 및 이를 이용한 디바이스	대한 민국	출원	10-2024-0011171	4
	2024. 01.30	흉부 방사선 영상 및 호흡음 영상 기반 폐 질환 예측 방법 및 시스템	대한 민국	출원	10-2024-0014295	4
	2024. 01.30	치과용 광영상 촬영시스템	대한 민국	등록	10-2624752	3

### ③ 신진연구인력의 지원 및 제도 운영 실적

#### □ 신진연구인력 연구환경 개선

- 최소 3년 이상의 다년계약을 통한 안정적 연구환경을 제공함.
- 채용일을 기준으로 정기 유급휴가를 지원함(1년초과 근무자: 연간 80%초과 근무시 10일의 연차휴가, 1년미만 근무자: 연간 80%미만 근무시 1일/1개월의 연차휴가; 휴가신청: 교육연구팀장의 허가 필요).
- 신진연구인력의 경력에 따라 지정된 급여를 기반으로 지출되는 4대보험의 기관부담금 및 퇴직금은 법적 규정에 따라 지급함.

#### □ 신진연구인력 교육 및 연구 지원 강화

- 전임교수(전임교원)와 우수 신진연구인력 간의 co-teaching을 통한 강의능력 향상 프로그램(Learning by Teaching)을 지원함. 단, 신진연구인력의 주당 강의 학점은 4단계 BK21 사업에서 권고하는 기준인 학기당 6학점 범위 이내에서 프로그램에 참여함.
- 산학협력단의 지원을 통해 연구기획 및 전문성 개발, 리더십 및 커뮤니케이션 기술, 연구과제 운영기술, 연구윤리 및 책임감 있는 연구수행 등에 대한 가이드라인을 제공하고 이를 교육함.
- 우수 논문 작성을 위한 전자도서관 사용, 학술정보검색 서비스 사용 등의 정보지원 인프라를 제공함.

- 김규범 박사는 의료 영상 및 진단 기기 개발 분야의 전문가로서, 재직 기간 동안 저선량 양전자방출 단층촬영(PET)과 중앙 집중식 환기 모니터링 시스템 등 다양한 의료 영상 기술 및 장비에 관한 연구를 수행하였으며, 특히 오스텍과의 협력을 통해 의료기기 개발에도 중추적인 역할을 담당함. 또한, 해당 연구 결과를 바탕으로 SCI급 저널에 다수의 논문을 게재하고 여러 건의 특허를 등록하여, 의료 영상 및 진단 기기 분야에서 탁월한 성과를 달성하였음.

□ 신진연구인력 취업 지원 강화

- 신진연구인력에 대한 채용-교육/연구-취업에 이르는 전주기적 관리지도 체계를 구축함.
- 신진연구인력의 향후 우수한 교육 및 연구기관으로의 취업을 제고하기 위한 다양한 취업워크숍, 연구성과 관리 워크숍 등의 참석을 장려함.

④ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

□ 신진연구인력 연구환경 개선

- 본 교육연구팀은 다양한 매체 및 홍보활동을 통해 신진연구인력을 채용 공고를 게시하고 있으며, 운영 비전 및 운영 목적에 부합하는 우수 인재 채용을 위해 지원자의 최근 3년간의 업적 (논문, 연구비 수주, 특허, 강의경력 등)을 종합적으로 평가함.
- 해당 인력은 학과 내 참여교수와 교육·연구를 수행하며, 주저자로 학술논문 발표 시 연 1회 국제 학술대회 참가를 지원함.
- SCI급 논문 출판 장려를 위한 논문 게재비와 연구 인센티브를 지원하며, 국가연구과제 계획서 작성을 위한 다양한 교내·외 과제 워크숍에 참석할 수 있도록 행정적 지원을 제공함.
- 우수 논문 작성을 위한 전자도서관 사용, 학술정보검색 서비스 사용 등의 정보지원 인프라를 제공하며, 우수 특허출원을 장려하기 위한 서비스를 산학협력단과 연계하여 지원함.

□ 신진연구인력 취업 지원 강화

- 해외 우수 연구기관 및 산·학·연 연구 활동 참여를 통해 첨단 의료방사선 연구에 대한 본인의 연구역량 및 인적·물적 네트워크 구축을 지원함.

## 5. 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-21> 최근 1년간 참여교수의 교육역량 대표실적

연번	참여교수명	세부전공분야	실적일자	대학원 교육관련 대표실적물	DOI번호/ISBN/ 인터넷 주소 등
<b>참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</b>					
1	민 ■■■	방사선의료학	2024.08.30	K-CAMPEP & KSMP 교육과정 인증	
	<p>□ 민 ■■■ 교수는 연세대학교 방사선융합공학과 교육과정을 대한의학물리전문인 자격인증위원회(KMPCB) 산하 대한의학물리학 교육과정인증위원회(K-CAMPEP) 및 (사)한국의학물리학회(KSMP) 산하 전문교육위원회의 의학물리학 전문인력 양성 교육과정으로서 인증받는 것에 주도적인 역할을 수행함.</p> <p>□ K-CAMPEP &amp; KSMP 교육과정 공동인증 절차는 (1) 자체평가서류 심사 통과 후 현장 조사 수행, (2) 모든 항목 평가 (사전 확인 가능 항목 제외), (3) 자체평가서류 검토 및 확인, (4) 현장 조사용 증명서류 제출의 네 단계로 구성되며, 평가 시 교육 목표 및 방향, 프로그램 구성 및 관리, 프로그램 지도교수, 프로그램 구성 교수/강사진, 기관 협조 및 지원, 교육 환경, 프로그램 소속 학생 학술 활동, 주요 교과목 개설 여부 등 다양한 항목을 평가함.</p> <p>□ 본 교육과정은 최신 의학물리 연구 경향을 반영하고, 병원 및 연구소와의 협력을 통한 임상실험 및 실증 기반 교육을 강화함으로써, 실무 경험과 연구 능력을 겸비한 수요 기반 맞춤형 전문인력 양성에 힘씀. 궁극적으로는 학생들이 미래 의학물리 전문가로서 첨단 의료 서비스를 구현하고, 의료 기술 발전에 기여하며, 나아가 세계적인 리더로 성장할 수 있도록 지원함.</p>				
2	조 ■■■	의학영상시스템	2024.08.30.	대학원 교육용 저서	ISBN: 978-89-5616-936-1
	<p>□ 조 ■■■ 교수는 ‘Basic computed tomography’ 책의 초판 저자로서 국제 CT 기본서를 기반으로 총 35명의 국내 교수들과 협업하여 전산화 단층 영상의 기초를 설명하는 저서를 출판함.</p> <p>□ 방사선학과 관련된 다양한 학문 분야가 있지만 진단 영역 영상 특히 CT는 높은 선량으로 인해 최근 방사선 방호 측면에서 저선량, 희소 뷰와 함께 높은 화질을 유지해야하는 최신기술을 요함. 이에 발맞춰 다양한 분야의 학생들이 CT에 관한 기초를 공부할 수 있도록 돕고자 해당 저서를 집필하였음.</p> <p>□ 해당 저서는 CT의 기초와 영상의 파라미터 하드웨어부터 CT 장치를 유지할 수 있는 성능 및 품질 관리, CT아티팩트의 원리와 선량 측정법과 임상 대응까지 전체적인 CT 지식을 다루고 있으며 방사선 영상 분야 뿐만아니라 CT를 사용하여 연구하고자 하는 많은 학생들에게 도움이 될 것이라 예상됨.</p>				
3	염 ■■■	보건의물리	2024.07.23. - 2024.07.24.	세미나 개최	phits: <a href="https://phits.jaea.go.jp/News.html">https://phits.jaea.go.jp/News.html</a>

			2024.08.19. - 2024.08.23.		Geant4: <a href="https://hep0.kisti.re.kr/event/92/">https://hep0.kisti.re.kr/event/92/</a>
<p>□ 염[ ] 교수는 2024.07.23.~2024.07.24.에 진행된 ‘PHITS Intermediate Course and Mini-Workshop’ 를 주관으로 개최하였음. 해당 세미나는 PHITS 몬테칼로 전산모사 코드 개발자인 일본 원자력기구 소속 Tatsuhiko Sato 박사를 직접 초빙하여, PHITS의 사용법에 대해 구체적인 예제를 제공함.</p> <p>□ 또한, 염[ ] 교수는 2024.08.19.~2024.08.23.에 진행된 ‘the 11th International Geant4 in Korea 2024’ 를 주관으로 개최하였음. 해당 세미나는 Geant4 몬테칼로 전산모사 툴킷 개발자인 미국 Jefferson Lab 소속 Makoto Asai 박사와 미국 Fermilab의 전순영 박사, 포항 가속기 센터의 한가람 박사, 한국과학기술정보연구원 김경호 박사를 초빙하였음. 뿐만 아니라, 염연수 교수 역시 강의자로서 Geant4의 구체적인 예제 활용법에 대해 설명함.</p> <p>□ 본 세미나를 통해 접근이 어려운 몬테칼로 전산모사 기법을 수강생들이 보다 효과적으로 활용할 수 있도록 다양한 사용 방식과 구체적인 예제를 제공하였음. 몬테칼로 전산모사 툴킷을 활용 및 첨단기술들과 융합하여 방사선 안전, 산업, 의료 등 다양한 분야에서 필요로 하는 피폭 방사선량 평가기술에 적용할 수 있음. 염[ ] 교수는 본 세미나를 개최함으로써 의료방사선 및 방사선안전 분야에 특화된 창의융합형 인재 양성을 위해 노력하였음.</p>					

## 6. 교육의 국제화 전략

### 6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

#### ① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 실적

##### □ 교육프로그램의 국제화를 위한 지원 강화

- 본 교육연구팀은 방사선융합분야에서의 글로벌 리더십 강화를 목표로, 국제 교육 프로그램의 확대와 활성화에 주력하고 있음. 2013년부터 석학 초청 세미나, 대학원생 장기연수 및 파견, 교육-연구 MOU 체결 등을 통해 다양한 국제 협력 활동을 진행해왔으며, 이를 통해 핵심 인재 양성과 연구 네트워크를 더욱 확장하였음.
- 또한, 방사선공학 및 의학물리 분야의 우수 외국인 대학원생 유치를 위한 교육 프로그램 지원을 강화하여, 외국인 학생들이 학문적 성장과 연구 성과를 도모할 수 있도록 지원함.



<표 2-22> 교육연구팀의 교육·연구 환경 조성을 위한 학술교류 실적



개최일자	행사명	소속/이름	해외 석학 초청	연구 교류
2023.11.10. - 2023.11.11.	Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences 2023	Yonsei University, Korea: 민 [ ] 교수, 연 [ ], 김 [ ], 최 [ ], 정 [ ], 심 [ ], 이 [ ] Nagoya University, Japan: Hiro Yoshiyuki, A [ ] Kanako, H [ ] Haruto		●
2024.01.23.	최신 방사선융합연구분야 해외 신진연구자 초청 세미나	National Cancer Institute/National Institutes of Health, USA: 한 [ ] 박사	●	●
2024.05.28.	최신 방사선융합연구분야 해외 신진연구자 초청 세미나	University Florida, USA: 최 [ ] 박사	●	●
2024.06.08.	Next-Gen Particle Therapy	Massachusetts General Hospital, USA: F [ ] Paganetti Massachusetts General Hospital, USA: F [ ] Shih National Cancer Institute, USA: 이 [ ] 박사	●	●
2024.07.23. - 2024.07.24.	PHITS Intermediate Course and Mini Workshop	Japan Atomic Energy Agency, Japan: Ta [ ] ko Sato Yonsei University, Korea: 염 [ ] 교수	●	●
2024.08.08.	최신 방사선융합연구분야 해외 신진 연구자 초청 세미나	Massachusetts General Hospital, USA: 신 [ ] 박사	●	●
2024.08.19. - 2024.08.23.	11 <sup>th</sup> International Geant4 Tutorial in Korea 2024	Jefferson Lab, USA: Makoto Asai Fermilab, USA: [ ] Jun Pohang Accelerator Laboratory, Korea: C [ ] n Hahn Yonsei University, Korea: 염 [ ] 교수 KISTI, Korea: [ ] Kim	●	●

<표 2-23> 참여대학원생 해외연수 실적

참여대학원생	연수기간	연수 국가	연수기관
임 [ ]	2023.08.18. - 2023.09.09.	미국	Yale University
최 [ ]	2024.01.01. - 2024.01.21.	중국	Tsinghua University

<표 2-24> 교육연구팀과 외국 대학과의 협약 실적

체결일자	지도교수	협약 기관	협약서
2023.07.09.	민 [REDACTED]	The General Hospital Corporation d/b/a Massachusetts General Hospital	  <p style="text-align: center;"><b>MEMORANDUM OF UNDERSTANDING</b> between <b>The General Hospital Corporation d/b/a Massachusetts General Hospital</b> and <b>The Dept. of Radiation Convergence Engineering</b> <b>Yonsei University, South Korea</b></p> <p><b>1. Purpose</b> The General Hospital Corporation d/b/a Massachusetts General Hospital and The Dept. of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University have agreed to cooperate in a formal arrangement which aims to achieve successful outcomes for both parties by encouraging and facilitating academic collaboration and joint research projects on the principles of equality and mutual benefit. The fields, arrangements and means of the cooperation will be stipulated in mutual consent in a separate written agreement.</p> <p>In accordance with the above and subject to further specific written agreements, the partners will attempt to pursue the following objectives:</p> <p>A. Joint research activities in areas of mutual interest B. Exchange of research material, publications, experiences and other information of mutual benefits C. Maintaining close contacts between both universities through the organization of regular meetings and workshops D. Providing opportunities for staff and students to deepen the understanding for the culture of the hosting countries.</p> <p><b>2. Duration and Termination</b> 2.1 This agreement will become effective immediately from the date of signing for a period of five years and will be reviewed annually by the person/s nominated in 3.2. 2.2 This agreement may be subject to modification or revision by mutual written agreement.</p>
2023.07.20.	조 [REDACTED]	Shandong First Medical University, a university duly established and existing under the laws of the People's Republic of China (“SDFMU”)	<p style="text-align: center;"><b>Memorandum of Understanding</b> <b>(between Yonsei University and Shandong First Medical University for Future Research Collaboration)</b></p> <p>This Memorandum of Understanding (MOU) is signed on Jan 20<sup>th</sup> (date), 2023 (year) by and between: <b>Yonsei University</b>, 1 Yonsei-dae-gil, Wonju, Gangwon-do, 220-710, Republic of Korea (“Yonsei Univ.”) and <b>Shandong First Medical University</b>, a university duly established and existing under the laws of the People's Republic of China (“SDFMU”). Yonsei Univ. and SDFMU shall be collectively referred to as the “Parties” and individually referred to as “a Party”.</p> <p>Therefore, it is hereby agreed as follows:</p> <p><b>Article 1 Cooperation between the Parties</b> The Parties are willing to collaborate and explore possible cooperation opportunities in achieving advanced artificial intelligence-based medical/industrial imaging performance, and contribute to human resources exchange invigoration.</p> <p><b>Article 2 Confidential Information</b> Each Party shall keep confidential the contents of this MOU and all information obtained from any of the other Parties for the purpose of negotiations and implementation of this MOU. No Party shall use the information obtained from the other Party for any other purpose except for negotiating the establishment of this collaboration. No Party shall disclose the contents of this MOU and any information of the other Party to any third party without the prior written approval of the other Party, save for disclosure to its respective directors, officers, professional advisors and regulators to whom disclosure is necessary for the purpose of negotiations or when required by any applicable laws, rules and regulations.</p> <p><b>Article 3 Commencement and Duration</b> This MOU shall be effective upon signing by authorized representative of the Parties on the date set out above, and may be terminated by either Party at any time by a written notice sent to the other Party.</p> <p><b>Article 4 Notices</b> Any notices to be given hereunder by either Party to the other shall be sent by fax, email, registered letter or courier service delivered letter to the other Party at the address stated below:</p> <p>i) Party A (Yonsei Univ.) 1 Yonsei-dae-gil, Wonju, Gangwon-do, South Korea +82-33-761-9964 hcho1@yonsei.ac.kr Attention: Hyoungsoo Cho</p>

2023.11.10.	민 [redacted]	Graduate School of Medicine (Health Sciences), Nagoya University of Japan	
2023.12.14.	민 [redacted]	Department of Health Technology and Informatics Faculty of Health and Social Sciences The Hong Kong Polytechnic University (Hung Hom, Kowloon, Hong Kong)	

<표 2-25> 우수 외국인 학생 유치 현황

성명	국적	학사출신대학	입학시기	학위과정	비고
[redacted] LIU (채 [redacted])	중국	연세대학교 미래캠퍼스	2023년 2학기	석사과정	

□ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- 본 교육연구팀은 다양한 온라인 매체를 활용한 연구활동(해외석학 초청강연, 워크숍, 세미나 등)을 적극 활용하여 지속적인 국제 연구 협력 및 교류를 유지하고, 참여대학원생과 국내/외 전문가 간의 교육·연구 학습공동체를 형성하고, 교육연구팀의 비전과 목표를 달성하고자 하였음.
  - ▶ 해외석학 초청강연 및 세미나 7회, MOU 체결 4회, 해외 장,단기 연수 실적 2회, 우수 외국인 학생 유치 1회
- 교육 프로그램의 국제화를 위한 지원 강화를 위해 향후 추진 계획은 다음과 같음.
  - ▶ 우수 외국인 교원 충원 확대: 기숙사 및 오피스텔 등의 숙소제공, 교육 및 연구의 보조가 가능한 조교

배정, 우수 외국인 신입교수의 경우 연구 정착금을 배정함.

- ▶ 해외 석학의 초청 강연 및 Joint Appointment 겸임교수 지정을 통해 교육 및 연구과정의 국제화를 유도함.
- ▶ 국제공동강의 활용: 원격강의를 통해 저명한 외국인 교수의 강의를 개설하고, 국외 타 대학 대학원생들과 토론할 수 있는 장을 마련함.

## ② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

### □ 참여대학원생 국제공동연구 현황

- 본 교육연구팀의 대학원생은 지도교수와 해외 선진연구기관들과의 연구교류를 활발하게 진행하고 있음.
- 이러한 국제공동연구를 통해 대학원생들은 방사선 융합 및 의학물리 분야의 최신 기술과 연구 방법론을 습득하고 있으며, 실질적인 연구성과로 논문 발표 및 학술지 게재 등에서 성과를 이룸.

<표 2-26> 참여대학원생 국제공동연구 현황

연번	공동연구 참여자			상대국/소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)
	교육연구팀		국의 공동연구자			
	참여 대학원생	지도교수				
1	이민	염수	Wesley Bolch; Chan-soo Choi	미국 / University of Florida	Iodine-131 S values for pediatric patients in radioiodine therapy	202203-202412
1	최원	염수	Lior Braunstein; Lindsay M. Morton; Kelly L. Bolton; Hyeong Yun Choi; Natasha Greenstein; Choonsik Lee	미국 / National Cancer Institute, Memorial Sloan Kettering Cancer Center, Washington University School of Medicine, Princeton University	A novel method for rapid estimation of active bone marrow dose for radiotherapy patients in epidemiological studies	202305-202405
2	이미	염수	Lior Braunstein; Choonsik Lee	미국 / Memorial Sloan Kettering Cancer Center, National Cancer Institute	Investigation on individual variation of organ doses for photon external exposures: a Monte Carlo simulation study	202301-202402

<표 2-27> 참여대학원생 국제공동연구 실적

연번	국제공동연구내용
1	□ 참여대학원생인 이 [ ] 은 2022년 3월부터 2024년 12월까지 미국 University of Florida의 Wesley Bolch 교수 및 Chan-soo Choi 박사와 소아팬텀 기반 방사성 아이오딘 치료(radioactive iodine

therapy) 소아 환자에 대한 S value 계산이라는 주제로 국제 공동연구 및 교류를 진행하였음.

- 소아의 경우 성인에 비해 방사선에 예민하고 기대수명이 높기때문에 보다 정확한 추정이 필요하지만 현재까지 계산된 S value는 수학적 모델인 MIRD 팬텀을 사용해 계산한 값임. 정확산 선량 추정을 위해 소아팬텀 연구를 진행해 온 Chan-soo Choi 박사와 실제 사람의 해부학적 영상인 CT를 기반으로 제작된 복셀형 팬텀을 사용한 S value dataset 계산에 대한 연구가 수행됨. 또한, 최근 메시형 소아 팬텀이 개발되어 보다 세밀하게 장기가 묘사되었고, 갑상샘의 위치와 크기가 변형되었음. 이에 메시형 소아 팬텀을 사용하여 갑상선에서 붕괴하는 아이오딘에 의한 장기 선량이 계산되었음.
- 본 기술은 소아환자에 대해 아이오딘을 사용한 갑상샘 질환 치료 이후 발생할 수 있는 질병에 대한 역학 연구 시 발생하는 질병과 방사선의 상관관계를 계산하는데 보다 정확한 선량을 제공함. 이를 통해 환자 선량의 정확도를 높일 수 있음.
- 본 국제 공동연구를 통해 복셀형 소아 팬텀을 이용한 연구로는 제64회 한국의학물리학회 추계학술대회에서의 구연 우수상 수상 및 논문 1건의 성과를 이루었음. 메시형 소아 팬텀에 대해서는 제 67회 한국의학물리학회에서 최우수 구연상을 수상함으로써 연구 결과의 우수성이 입증됨.

- **참여대학원생인 최**은 미국 National Cancer Institute 소속 Lindsay M. Morton, Hyeong Yun Choi, Choonsik Lee 박사와 미국 Memorial Sloan Kettering Cancer Center 소속 Lior Braunstein 박사, 미국 Washington University School of Medicine 소속 Kelly L. Bolton 박사, 미국 Princeton University 소속 Natasha Greenstein 박사 및 염연수 교수와 함께 뼈 구조를 자동으로 구획화하고 ABM(적혈수골수) 선량을 효율적으로 계산할 수 있는 시스템 개발을 주제로 국제 공동연구를 수행함.
- 2
- 방사선 치료의 안전성 강화를 목표로 하여, 장기적으로 방사선 유발 질병의 예방과 관리에 중요한 자료로 사용 가능함. 임상 치료 계획 시스템에서 실시간으로 환자 상태에 맞는 선량 계산을 가능하게 하여, 방사선 치료의 정확성을 높이고 임상 의사 결정에 도움을 줄 수 있음.
  - 따라서, 전 세계적으로 의료방사선 및 방사선안전 분야의 가장 권위있는 참여기관 소속 박사들과 공동 연구를 통해 3D 골격 매칭 기술을 통해 whole-body 전신 팬텀과 환자의 CT 이미지를 정밀하게 일치시키는 연구를 수행함.
  - 본 국제 공동연구를 통해 2024년 05월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 3.2) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 22.3%에 해당함.

- 3
- **참여대학원생인 이**는 미국 National Cancer Institute 소속 Lior Braunstein, Choonsik Lee 박사 및 염연수 교수와 함께 30명에 대한 장기 Dose Coefficient (DC)를 계산하고 이를 ICRP 기준 DC와 비교하여, 광자 외부 피폭으로 인한 장기 선량에서 발생하는 개인별 차이를 정량화함으로써 국제 공동연구를 수행함.
  - 방사선 치료의 효과를 극대화하고 부작용을 최소화하기 위해, 의료 종사자들이 개인 맞춤형 Dosimetry를 적용할 수 있는 과학적 기반을 마련함. 이를 통해 의료 분야에서 환자 개개인의 특성을 고려한 맞춤형 치료 접근이 가능해져 방사선 관리의 신뢰도를 높일 수 있음.

- 
- 따라서, 전 세계적으로 방사선안전 분야의 가장 권위있는 참여기관 소속 박사들과 공동 연구를 통해 의료 종사자들이 개인 맞춤형 Dosimetry를 적용할 수 있는 과학적 기반을 마련함.
  - 본 국제 공동연구를 통해 2024년 03월 Journal of Radiation Protection and Research (IF: 0.6) 저널에 게재됨.
- 

**□ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획**

- 본 교육연구팀의 참여대학원생이 최근 1년간 수행한 국제공동연구 실적은 총 3건으로, 당초 계획 대비 목표를 성공적으로 달성함.
- 본 교육연구팀은 Harvard Medical School & Mass. General Hospital, Harvard Medical School & Boston Children's Hospital, University of Bordeaux 등의 의료방사선 관련 대학 및 병원과 실질적 연구성과를 도출할 수 있는 국제공동연구를 수행해 왔으며, 향후 더 많은 기관과 공동연구를 수행할 예정임.

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

- 본 교육연구팀은 최근 1년간 총 2,525,856 천원의 연구과제 수주 계약 성과를 달성하였으며 (산업체 연구비 6건: 487,600 천원, 정부 연구비 18건: 2,038,256 천원), 참여교수 1인당 평균 연구비 수주 계약액은 420,976 천원의 성과를 달성하였음.
- 연구과제 수주 계약 성과는 아래 표와 같이 전년도(2020년 9월-2023년 8월) 연구비 수주 계약금액과 비교했을 때, 정부 과제 계약액은 13.70%, 산업체 과제 계약액은 73.15%, 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액은 21.77% 증가한 우수한 실적을 달성하였음.
- 향후에도 다양한 정부·산업체 연구를 주도적으로 수행하고, 참여대학원생의 교육·연구를 통해 창의적·도전적 인재를 양성할 수 있는 기틀을 마련하였음.
- 더 나아가 본 교육연구팀의 우수한 교육·연구역량을 바탕으로 과학기술·산업·사회 문제를 해결하는데 최상의 기여를 할 것으로 예상됨.

<표 3-1> 자체평가 대상기간(2023.9.1(2024.3.1.)~2024.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2020.9.1.~2023.8.31.) 연평균 실적	최근 1년간 (2023.9.1.(2024.3.1.)~2024.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	1,792,679	2,038,256	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	281,600	487,600	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
1인당 총 연구비 수주액	345,713	420,976	
참여교수 수	6	6	

1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

- 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 42편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 39편, 국내 학진등재지 ESCI 3편으로 참여교수 1인당 평균 7편의 논문성과를 달성하였음.
- 13편의 국제 SCI(E) 논문의 경우, 2023 impact factor (2023 IF) 총 합은 89.53 이며, 1편당 평균 IF는 14.92 참여교수 1인당 평균 환산 편수는 2.37를 달성하였음.
- 전년도 대비 거의 모든 지표에서 향상된 수치를 달성하였으며, 이는 저널의 영향력과 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 잘 나타내는 결과라고 판단됨.

□ 또한 본 교육연구팀에서는 논문 편수 중심의 연구실적 보다는 저널의 우수성 및 연구적 가치, 세계적인 연구결과의 도출을 기반으로 한 질적 향상을 지속적으로 강조하고 있으며, 본 교육기관 및 교육연구팀의 지향 목표를 달성하기 위해 최선의 노력을 다하고 있음.

□ 이러한 교육연구팀의 목표는 한국연구재단의 BK21 사업 초기부터 현재, 그리고 미래의 차세대 인재양성 사업목적에 부합한다고 판단되며, 본 교육연구팀에서는 4단계 BK21 사업 기간 내 매년 우수한 성과의

<표 2-21> 최근 1년간 참여교수의

연번	참여교수명	세부
	민철희	방사선

질적 향상을 지향하고 있음.

<표 3-2> 최근 1년간 참여교수의 논문게재 실적

연번	참여 교수명	연구 자등 록 번호	이공계열/인문사회계열 (간호/보건/체육/기타 분야에 한함)	세부전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
<b>대표연구업적물의 우수성</b>						
1	민		이공계열	방사선 의학	저널 논문	<p>천, 민</p> <p>Prompt gamma imaging system in particle therapy: a mini-review Frontiers in Physics 1356572 2024. 03 SCI(E), 2023 IF: 1.9</p> <p>. <b>우수성:</b> 본 논문은 2024년 3월 Frontiers in Physics (IF: 1.9) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor에서 사분위 중 Q2에 해당함.</p> <p>. <b>창의/혁신성:</b> 즉발감마선 및 양전자방출체를 통합하여 검출 및 평가 할 수 있는 검출기의 개발 및 그 시스템의 성능검증을 통해 입자선의 비정 거리를 정확히 평가할 수 있었음.</p> <p>. <b>비전 부합성:</b> 입자선 치료 관련 기술은 고부가가치의 차세대 기술로써, 새롭게 개발된 검출시스템 연구를 통해 본 연구팀의 비전인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 기여할 수 있었음.</p> <p>. <b>분야 기여:</b> 입자선에 대한 정확한 비정 거리 평가는 입자선 치료 분야에서 핵심적으로 해결해야 하는 우선해결 과제임. 본 연구의 결과를 기반으로 해당 분야의 연구를 총 정리하는 Review 논문이 작성되었음. 이를 통해 본 연구팀의 우수성을 세계적으로 평가받을 수 있었음.</p> <p>. <b>산업/사회 기여:</b> 입자선 치료기술은 높은 치료효과가 기대되어 전 세계적으로 방사선 치료 분야에서 광 범위하게 연구되고 있지만, 아직 그 기술의 정확도에 대한 검증이 필요함. 따라서, 본 연구를 통해 입자선치료 기술의 정확성 및 효율성을 보장하는데 기여할 수 있음.</p>



## Prompt gamma imaging system in particle therapy: a mini-review

Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea

### OPEN ACCESS

EDITED BY  
 Paulo Magalhães Martins,  
 University of Lisbon, Portugal

REVIEWED BY  
 Jeremy Poff,  
 University of Maryland, United States

\*CORRESPONDENCE  
 Chul Hee Min,  
 cmin@yonsei.ac.kr

RECEIVED 15 December 2023  
 ACCEPTED 15 April 2024  
 PUBLISHED 13 May 2024

CITATION  
 Cheon B-Wil and Min CH (2024), Prompt gamma  
 imaging system in particle therapy: a mini-  
 review.  
*Front. Phys.* 12:1356572.  
 doi: 10.3389/fphy.2024.1356572

COPYRIGHT  
 © 2024 Cheon and Min. This is an open-access  
 article distributed under the terms of the  
 Creative Commons Attribution License (CC BY).  
 The use, distribution or reproduction in other  
 forums is permitted, provided the original  
 author(s) and the copyright owner(s) are  
 credited and that the original publication in this  
 journal is cited, in accordance with accepted  
 academic practice. No use, distribution or  
 reproduction is permitted which does not  
 comply with these terms.

Accurate in-vivo verification of beam range and dose distribution is crucial for the safety and effectiveness of particle therapy. Prompt gamma (PG) imaging, as a method for real-time verification, has gained prominence in this area. Currently, several PG imaging systems are under development, including gamma electron vertex imaging (GEVI), the Compton camera, the slit camera, and the multi-array type collimator camera. However, challenges persist in dose prediction accuracy, largely due to patient positioning uncertainty and anatomical changes. Although each system demonstrates potential in verifying PG range, further improvements in detection efficiency, spatial resolution, background reduction, and integration into clinical workflows are essential.

### KEYWORDS

prompt gamma imaging, particle therapy, imaging system, in-vivo dose verification, real-time

### 1 Introduction

<개제 현황 및 대표 그림>

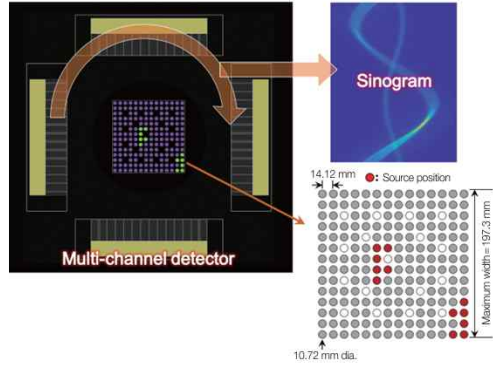
민		이공계열	방사선 기술	저널 논문	Hyung- Choi, jun Park, Wi Cheon, hoon Cho, jae Lee, Hyun Chung, Soo Yeom, Hwan You, Joon Choi, Hee Min
					Optimization of Yonsei Single-photon Emission Computed Tomography (YSECT) Detector for Fast Inspection of Spent Nuclear Fuel in Water Storage
					Journals of Radiation Protection and Research 49(1): 29–39
					2024.03.
					SCI(E), 2023 IF: 0.6

2

- **우수성:** 해당 논문에서 제안된 방출단층촬영장치는 국내 최초 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 장치로, 향후 국제원자력기구로의 인증을 통해 국가공인장비로 활용될 수 있을 것으로 기대됨.
- **창의/혁신성:** 기존 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영장치의 한계점을 보완하기 위하여 4D 몬테칼로 전산모사를 통해 장치의 최적화 설계가 수행되었으며, 이를 기반으로 실현 가능성이 평가됨.
- **비전 부합성:** 해당 연구를 통해 제안된 방출단층촬영장치는 국내에서 대두되고 있는 사용후핵연료 처분과 관련되어 있으며, 이는 사회적 가치 창출 및 성장 기여를 위한 산학협력 강화라는 교육연구단의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 연구를 통해 4D 몬테칼로 전산모사 기술이 확보됨. 또한, 국내 사용후핵연료 안전 규제 및 감시 수준 기술 고도화에 기여함.
- **산업/사회 기여:** 해당 연구는 ‘국제원자력기구의 효율적인 핵사찰을 위한 향상된 기술개발’이라는 세계적 연구개발 기조에 일조할 수 있음.

## Optimization of Yonsei Single-Photon Emission Computed Tomography (YSECT) Detector for Fast Inspection of Spent Nuclear Fuel in Water Storage

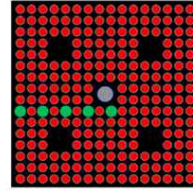
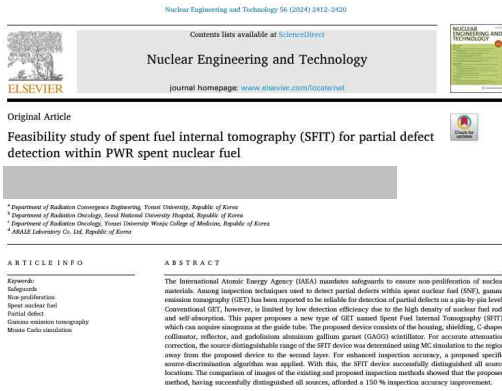
<sup>1</sup>Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea; <sup>2</sup>Department of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea; <sup>3</sup>ARALE Laboratory Co., Ltd., Seoul, Korea; <sup>4</sup>Department of Radiation Oncology, Yonsei University Wonju College of Medicine, Wonju, Korea



### <게재 현황 및 대표 그림>

민		이공계열	방사선 기술	저널 논문	Joo Choi, Jun Park, Wi Cheon, Joon Choi, Jae Lee, Hyun Chung, Hee Min
					Feasibility Study of Spent Fuel Internal Tomography (SFIT) for Partial Defect Detection within PWR Spent Nuclear Fuel
					Nuclear Engineering and Technology
					Vol 56, 2412-2420
					2024.06.
					SCI(E), 2024 IF: 2.6

- 3 . **우수성:** 해당 논문에서 제안된 SFIT 장치는 새로운 유형의 사용후핵연료 부분결손 검사장치로, 사용 후핵연료집합체 내 제어봉 안내관에 배치되어 부분결손 검증 정확도를 향상시킬 수 있음.
- . **창의/혁신성:** 기존 사용후핵연료 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영장치의 중심영역에 대한 낮은 검사 정확도를 보완하기 위해 제안된 장치로, 4D 몬테칼로 전산모사를 통해 해당 장치의 실현 가능성이 평가됨.
- . **비전 부합성:** 해당 연구를 통해 개발된 SFIT 장치 및 4D 몬테칼로 전산모사 기술은 미래형 인재 양성을 위한 융복합 교육 강화라는 연구팀의 비전에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 연구를 통해 4D 몬테칼로 전산모사 및 개선된 방사선 검출기 개발 기술이 확보됨. 또한, 국내 핵비확산을 위한 사용후핵연료 감시 수준 기술 고도화에 기여함.
- . **산업/사회 기여:** 해당 연구는 ‘국제원자력기구의 효율적인 핵사찰을 위한 향상된 기술개발’이라는 세계적 연구개발 기조에 일조할 수 있음.



<Without SFIT device>

<With SFIT device>

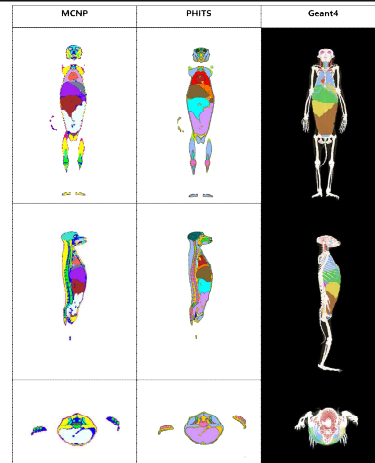
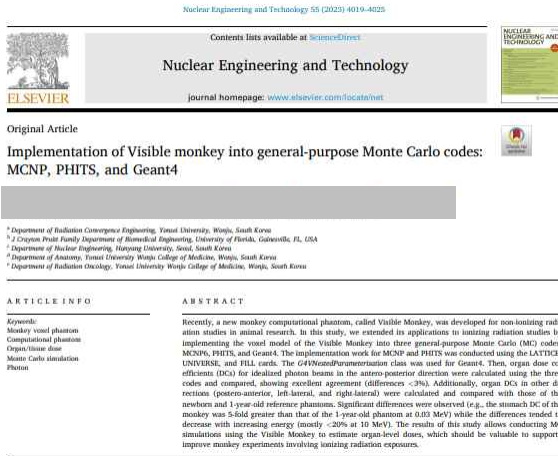
<게재 현황 및 대표 그림>

민		이공계열	방사선 의리학	저널 논문	이, 최, 신, 이, 최, 천 위, 민, 정, 최, 염
					Implementation of Visible monkey into general-purpose Monte Carlo codes: MCNP, PHITS, and Geant4
					Nuclear Engineering and Technology
					55(11), 4019-4025
					2023.11
					SCI(E), 2023 IF: 2.6

4

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- **창의/혁신성:** 본 연구에서는 사람에 대한 직접적인 실험의 한계를 대체하여 실행된 동물실험 중 원숭이를 이용한 실험에서의 선량평가를 위해 비전리 방사선 연구를 목적으로 개발된 원숭이 전산 모델을 방사선 입자수송 코드인 MCNP6, PHITS, Geant4에 입력하고, 외부피폭 선량계수를 계산하여 제공함.
- **비전 부합성:** 본 연구는 선량 계산 분야의 활용을 통한 방사선 방호 분야 연구로, 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양 부합함.
- **분야 기여:** 한국 전자통신 연구원에서 개발된 원숭이 전산 팬텀을 방사선 입자수송 코드에 입력하여 입력문을 제공하고 외부피폭 선량계수가 계산하여 외부피폭에 따른 원숭이의 장기별 선량분포 계산 등 전리 방사선 분야의 연구에 사용이 가능하도록 함. 이는 방사선과 생물학적 효과에 대한 상관관계를 보다 정확하게 추정할 수 있게 하여 방사선 방호 분야와 방사선 생물학 분야 전반에 대해 방사선과 그 영향을 아는 데에 도움이 될 수 있음.
- **산업/사회 기여:** 본 연구의 결과는 입자 수송 코드 사용자 뿐만이 아닌 연구자들의 실험 검증, 기반 자료를 제작하는 데에도 도움이 될 것임.

<게재 현황 및 대표 그림>



민	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	이, 최, 최, 민, 고, 신, 호, 김, 염
				Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy
				Nuclear Engineering and Technology
				56(6), 2247-2257
				2024.06
				SCI(E), 2023 IF: 2.6

5

- . **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- . **창의/혁신성:** 본 연구는 방사성 아이오딘을 사용한 치료를 진행한 갑상샘 질환 소아 환자가 갑상샘에서 붕괴하는 아이오딘에 의한 치료 시 다른 장기들에 들어가는 선량을 계산하기 위한 S value를 국제 표준 팬텀인 복셀팬텀을 사용하여 계산하였음.
- . **비전 부합성:** 본 연구에서는 방사성 아이오딘 치료를 받은 소아 환자의 S value 계산을 위해 몬테카를로 전산모사와 국제 표준 팬텀인 복셀형 팬텀을 사용하였음. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양에 부합함.
- . **분야 기여:** 소아의 경우 성인에 비해 방사선에 예민하고 기대수명이 높음. 이에 역학연구시 보다 정확한 선량 추정이 필요함. 본 연구에서 계산된 복셀형 소아 팬텀을 기반으로 계산된 S value가 도움이 될 것임.
- . **산업/사회 기여:** 소아환자에 대해 계산된 S value는 아이오딘을 사용한 갑상샘 질환 치료 이후 발생할 수 있는 질병에 대한 역학 연구 시 발생하는 질병과 방사선의 상관관계를 계산하는 데에 보다 정확하게 계산할 수 있게 함.

<게재 현황 및 대표 그림>

Nuclear Engineering and Technology 56 (2024) 2247-2257

Contents lists available at ScienceDirect

**Nuclear Engineering and Technology**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/NET](http://www.elsevier.com/locate/NET)

Original Article

**Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy**

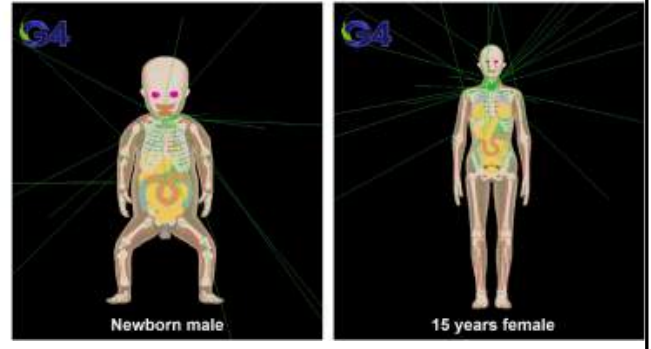
<sup>1</sup> Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea  
<sup>2</sup> Craven Pratt Family Department of Biomedical Engineering, University of Florida, Gainesville, FL, USA  
<sup>3</sup> Department of Preventive Medicine, Seoul University School of Medicine, Seongju, Republic of Korea  
<sup>4</sup> Department of Nuclear Engineering, Hanyang University, Seoul, Republic of Korea

ARTICLE INFO

**Keywords:**  
 Iodine-131  
 S values  
 ICRP pediatric reference phantoms  
 Monte Carlo simulation  
 Pediatric patients  
 Internal dosimetry

**ABSTRACT**

To investigate the impact of the recently released pediatric reference voxel phantoms (0-, 1-, 5-, 10-, 15-year-old males and females) of the International Commission on Radiological Protection (ICRP) on organ dose estimates for radioactive iodine (RAI) treatment in pediatric patients, we calculated and analyzed pediatric-specific iodine-131 S values ( $S_{\text{p}}$ ) for the 30 radiorelevant organs by conducting Monte Carlo simulations using the Geant4. The gender dependency in the S values was frequently seen for the 15-year-old phantoms with higher S values of female than male. In addition, the age dependency in the S values was observed for most target organs that is, the S values tend to decrease for older ages (e.g., ~120 times for the growth between the adult and newborn) due mainly to the inter-organ distances generally longer for older ages. Moreover, we observed that the iodine-131 S values tend to be significantly greater by up to ~140.5 times than those of the original phantoms that have been widely used for organ dose estimates of pediatric RAI patients. We believe that the pediatric-specific iodine-131 S values ( $S_{\text{p}}$ ) instead of the ICRP pediatric reference voxel phantoms should be beneficial to improve the dosimetry of pediatric RAI patients.



정	이	이공계열	방사선 기술	저널 논문	백, 강, 이, 정, 안, 정
					현
					Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm
					Nuclear Engineering and Technology
					4481-4486
					2024.06
SCI(E), 2023 IF: 2.6					

· **우수성:** 본 논문은 2024년 6월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 16.2%에 해당함.

· **창의/혁신성:** 핵물질 및 방사성폐기물 저장시설에서의 방사선 사고에 신속하게 대응하기 위한 핵시설 모니터링 시스템을 개발하는 연구를 진행하였음. 개발된 시스템은 1) NaI(Tl) 기반 검출기와 FPGA-DAQ 시스템을 기반으로 한 멀티 센서 네트워크 그리고 2) 방사선원 위치 추적을 위한 인공지능 알고리즘을 사용하였음. 개발된 시스템의 높은 확장성을 바탕으로 원자력시설 및 핵활동 지역 이외에 병원, 연구실 등 방사성 물질을 이용하는 시설의 관리 및 감독을 위한 환경감시시스템으로도 활용될 수 있음.

· **비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.

· **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국내 학회에서 총 1번의 발표 실적이 발생함. 또한, 국내 방사성폐기물 및 핵시설 안전 규제와 감시 수준 기술을 고도화와 동시에 중요 원천 기술을 국산화에 기여함. 본 연구를 통해 개발된 센서 네트워크 및 인공지능을 이용한 위치추적 시스템은 작업자가 직접적으로 접근하기 난해한 장소의 다목적 환경감시 용도로 활용될 수 있으며, 다수의 센서 네트워크를 이용한 도시단위의 환경감시 용도 등의 후속연구로 발전이 가능함.

· **산업/사회 기여:** 방사능 물질의 영상화 기술은 원자력발전소의 관리 및 감독에 있어서 필수적인 요소로서 방사선 오염감시 및 핵활동 감시를 위한 기술구축은 원자력 선진국으로서의 위상을 재고할 수 있는 기회임. 또한, 다수의 인원이 요구되던 핵물질 및 핵활동 감시의 효율성과 안정성을 동시에 향상시킬 수 있음. 원전시설이나 핵테러에 대한 위협성을 국민적으로 인지하고 있는 시국에서 본 기술 개발을 통해 보다 향상된 방사선 안전관리 시스템을 구축함으로써 사회적인 불안감을 해소할 수 있을 것으로 기대됨.

6

Original Article  
**Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm**

<sup>\*</sup>Department of Nuclear Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea  
<sup>†</sup>Ministry of Science and ICT, Seoul, Republic of Korea

ARTICLE INFO

**Keywords:**  
 Nuclear facility monitoring system  
 Multi-sensor network  
 Host PC  
 Location tracking

ABSTRACT

As the use of nuclear and radiation technology increases, the requirement of radiation safety and monitoring increases. In this study, we develop a nuclear facility monitoring system (NFMS) for rapid response to radiation accidents in nuclear material storage facilities. (1) multi-sensor network based on NaI(Tl) detector and FPGA, (2) multi-sensor network (MNS) algorithm for tracking radioactive source location, its energy, orientation and quantity of the detector over radiation to accurately track the location of radioactive materials and to identify materials using the multi-sensor network. To enhance the localization accuracy of NFMS, a new storage facility map data and algorithm were implemented. Localization accuracy was checked by analyzing the measured counts for each detector using an artificial intelligence (AI) based ANN algorithm, confirming an accuracy of over 90%. The developed NFMS is expected to contribute to the safe management of radioactive materials in nuclear facilities.

1. Introduction

The use of nuclear and radiation technology is expanding in various fields such as medicine, energy and industry. As the demand for nuclear and radiation applications increases, radiation safety and monitoring are becoming more important as well [1–3]. Radiation technology which is closely integrated into daily life, requires strong radiation safety measures to ensure public safety. According to the International Atomic Energy Agency (IAEA), more than 2000 radiation-related accidents occurred from 1980 to 2018, of which approximately 290 were confirmed to be illegal activities. The IAEA addresses issues related to radiation accidents in the field of safety and security, with an emphasis on, theft, loss, and unauthorized disposal of radioactive materials [1,2]. To prevent radioactive accidents, increased and external security measures and monitoring of nuclear and radioactive material storage facilities are essential. Existing monitoring technologies include optical surveillance cameras, thermal measurement devices that detect heat emitted by radioactive materials, and radiation detector based systems [4–6]. Optical and thermal measurement devices with sensitive monitoring capabilities have limitations in tracking sealed sources and identifying radionuclides [1,5,6]. Implementation of

a nuclear facility monitoring system (NFMS) is essential to prevent accidents such as radiation leaks and fires and to ensure accurate radiation analysis.

In a previous study, the performance of NFMS based on a multi-sensor network and AI algorithm for monitoring facilities was evaluated through Monte Carlo simulation [7]. The designed NFMS detects changes in the radiation field and sends an alarm in case of theft or leakage of radioactive materials.

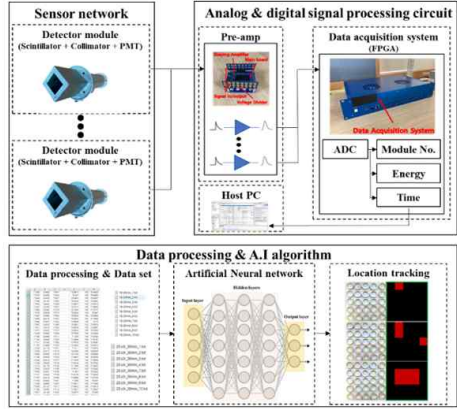
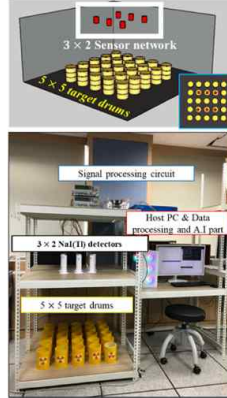
The purpose of this study is to implement NFMS for monitoring large-scale radioactive material storage facilities and its evidence system performance. To increase the accuracy of the location tracking capability, a multi-sensor network was optimized for experimental environment and output signals according to the number and arrangement of detectors in organized area in facilities. The NFMS performs the location tracking of radioactive materials within a facility through an AI algorithm.

2. Materials and methods

2.1. Principle of monitoring system





Fig. 1 shows the architecture of the proposed nuclear facility

Monitoring system and storage facility

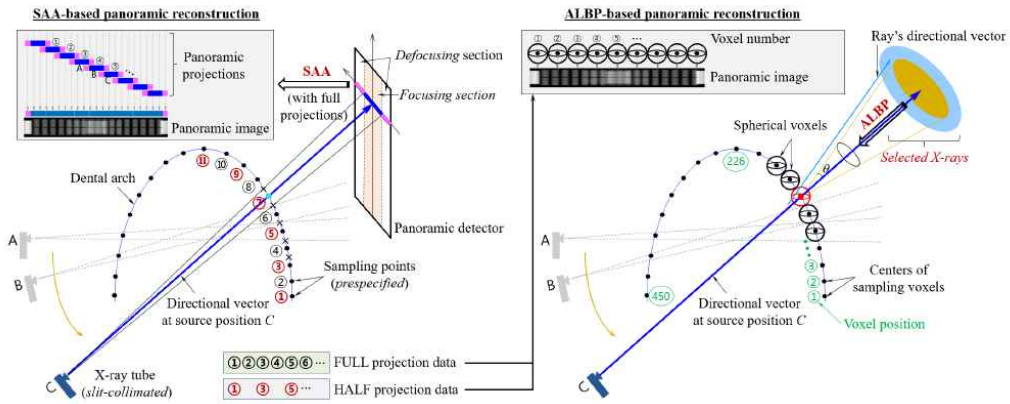


<sup>\*</sup> Corresponding author. E-mail address: [chong@yonsei.ac.kr](mailto:chong@yonsei.ac.kr) (Y.H. Chong).  
<https://doi.org/10.1016/j.nuet.2023.04.001>  
 Received 13 February 2023; Received in revised form 26 April 2024; Accepted 4 June 2024  
 Available online 11 June 2024  
 © 2024 Elsevier B.V. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 International license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<게재 현황 및 대표 그림>

조  이공계열 방사선 영상학 저널 논문	양:  · 전  조 
	Novel reconstruction method of angle-limited backprojection (ALBP) for low-dose dental panoramic X-ray imaging
	Journal of Instrumentation
	18/10/C10014
	2023.10 SCI(E), 2022 IF: 1.415

- **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** Back-projection 기법을 활용한 파노라마 재구성 기술을 개발하여 절반의 방사선 투사량으로도 기존 Shift-and-Add(SAA) 방식과 유사한 수준의 파노라마 이미지를 재구성할 수 있음.
- **비전 부합성:** 방사선량을 줄이는 동시에 높은 품질의 이미지를 제공하는 연구는 의료 방사선 촬영의 ALARA(As Low As Reasonably Achievable) 원칙과 부합하며, 이를 통해 환자 안전을 우선시하는 비전을 제시함.
- **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 총 1번의 발표 실적이 발생하였으며, 치과 방사선 영상 재구성 기술의 발전에 기여함.
- **산업/사회 기여:** 치과 파노라마 X선 촬영에서 방사선 노출을 줄여 환자 안전을 증진시키고, 동시에 이미지 품질을 유지함으로써 의료 산업에 중요한 사회적 가치를 제공함.

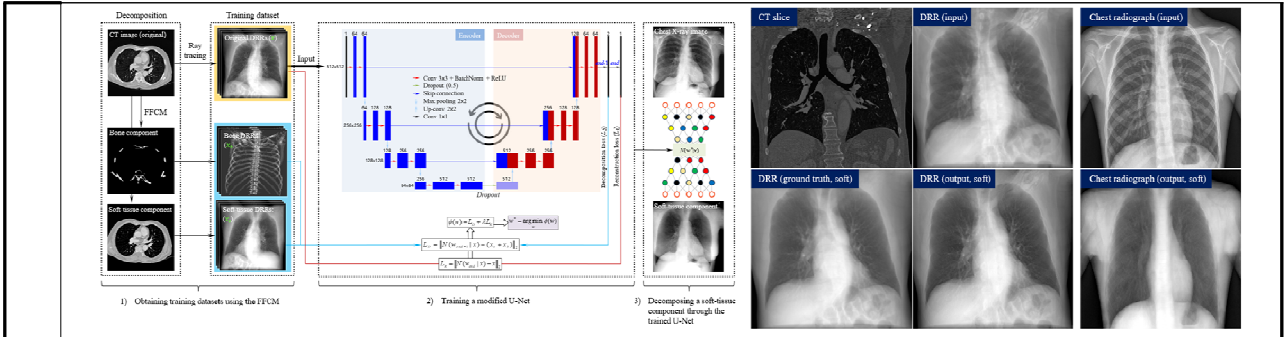


<게재 현황 및 대표 그림>

조	이공계열	방사선 영상학	저널 논문	전 임 이 김 조
				Deep-learning soft-tissue decomposition in chest radiography using fast fuzzy C-means clustering with CT datasets
				Journal of Instrumentation
				18/11/C11017
				2023.11
SCI(E), 2022 IF: 1.415				

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 흉부 방사선 영상에서 뼈와 연부조직의 겹침에 의해 발생하는 진단 오류를 방지하기 위해 물질 분리 알고리즘이 활용되지만 이를 위해 에너지가 다른 두 번의 흉부 영상 촬영이 요구됨. 본 연구는 한 번의 촬영으로 뼈에 의해 가려진 연부조직을 분리해 낼 수 있는 인공지능 기반 알고리즘을 제안하였으며, 인공지능 알고리즘을 훈련 시키기 위해 퍼지 알고리즘 기반 데이터셋 수집 방법을 제안하였음.
- **비전 부합성:** 기존에 축적되어있는 CT 데이터를 인공지능 알고리즘에 활용하여 환자의 피폭 선량을 줄임과 동시에 진단 효율을 높이는 방법을 제안하였음. 이는 4차 산업 혁명 시대의 미래지식 창출을 위한 의료방사선 분야 전문화 및 사회적 가치 창출과 같은 교육 연구팀의 핵심 가치에 부합함.
- **분야 기여:** 최근 흉부 방사선 영상에서 활용되는 이중에너지 기반 물질 분리 기술의 단점을 극복하는 인공지능 기반 물질 분리 알고리즘을 제안하였음. 또한 해당 알고리즘뿐만 아니라 타 인공지능 알고리즘 연구에 활용될 수 있는 데이터셋 확보 방법을 제시함.
- **산업/사회 기여:** 본 연구를 기반으로 의료방사선 분야의 방사선 피폭과 관련된 사회문제 해결에 기여할 수 있으며, 이후 더욱 향상된 인공지능 네트워크에 활용될 데이터셋 확보 방법을 제안함.

8



<게재 현황 및 대표 그림>

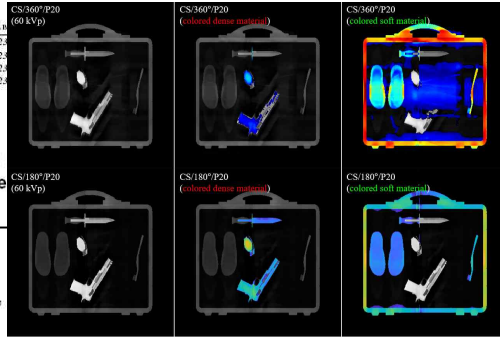
조   이공계열 방사선 영상학 저널 논문	심  김  양  조  최
	Implementation of dual-energy material decomposition technique in stationary CT baggage scanner with $\pi$ -angle sparsity for enhancing threat detection
	Journal of Instrumentation
	18/11/C11003
	2023.11
SCI(E), 2022 IF: 1.415	

9

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Journal of Instrumentation (JINST, IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** 적은 수의 투영영상과 반복적 재구성 알고리즘을 결합한 새로운 고정형 갠트리 CT 수하물 스캐너를 제안했음. 물질분리 알고리즘을 통해 저밀도와 고밀도 물질을 분리하여 위협 물질 탐지를 개선했음. 이 연구는 현재 사용되고 있는 2D 수하물 스캐너의 한계를 개선할 수 있음.
- **비전 부합성:** 해당 연구는 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 해당 연구를 통해 내/외 학회에서 총 2번의 발표 실적이 발생함. 방사선 영상 및 보안 검사 시스템 분야에서 3D CT 시스템과 물질분리 알고리즘을 적용하여 기술적 진보를 이루었음. 공항 보안 검사에서 더 빠르고 정밀한 위협 탐지를 가능하게 하여 산업적 적용 가능성을 높였음.
- **산업/사회 기여:** 해당 연구는 공항에서의 위협 물질 탐지 성능을 향상시켜 대중의 안전을 강화할 수 있음. 적은 수의 투영영상과 고정형 갠트리 CT 시스템으로 스캔 시간을 단축하여 안전하고 신속한 보안 절차를 제공할 수 있음. 또한 사회적으로 보안 강화와 테러 방지에 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨.

**Implementation of dual-energy material decomposition technique in stationary CT baggage scanner with  $\pi$ -angle sparsity for enhancing threat detection**

*\*Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University,  
 1 Yonsei-dae-gil, Wonju 26493, Republic of Korea  
 †SSLabs Co., Ltd.,  
 304-2, 9-22, Pangyo-ro 255beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13486, Republic of Korea  
 E-mail: hschoi@yonsei.ac.kr*

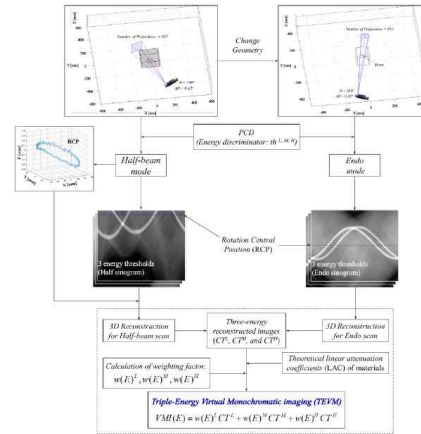


<게재 현황 및 대표 그림>

<p>조 [ ] [ ]</p>	<p>[ ]</p>	<p>이공계열</p>	<p>방사선 영상학</p>	<p>저널 논문</p>	<p>이 [ ] 이 [ ] 이 [ ] 김 [ ] 임 [ ] 조 [ ]                  차 [ ]                  Triple-energy virtual monochromatic imaging with a photon-counting detector for reducing metal artifacts in half-beam dental computed tomography                  Journal of Instrumentation                  18/11/C11012                  2023.11                  SCI(E), 2022 IF: 1.415</p>
<p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 우수성: 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.</li> <li>· 창의/혁신성: 본 연구는 새로운 삼중 에너지 가상 단색 영상 기법을 도입하여 금속 인공물로 인한 문제를 해결함으로써, 기존의 치과용 CT 기술의 한계를 극복하는 혁신적인 방법을 제시함.</li> <li>· 비전 부합성: 방환자의 방사선 노출을 최소화하면서도 진단 품질을 유지하려는 연구는 의료영상에서 안전성을 높이고자 하는 ALARA 원칙과 부합함.</li> <li>· 분야 기여: 속 인공물이 포함된 환자의 CT 영상을 개선하는 데 있어 중요한 진전을 이루었으며, 치과 영상 기술의 발전에 기여할 수 있음.</li> <li>· 산업/사회 기여: 금속 인공물 감소를 통해 환자의 재촬영 필요성을 줄여 방사선 피폭을 최소화하고, 비용 효율적인 진단을 가능하게 하여 사회적 가치를 창출함.</li> </ul>					

**Triple-energy virtual monochromatic imaging with a photon-counting detector for reducing metal artifacts in half-beam dental computed tomography**

<sup>a</sup>Yonsei University, Department of Radiation Convergence Engineering, Wonju, Republic of Korea  
<sup>b</sup>Korea Electrotechnology Research Institute, Electro-Medical Device Research Center, Ansan-si, Republic of Korea  
 E-mail: hscho1@yonsei.ac.kr

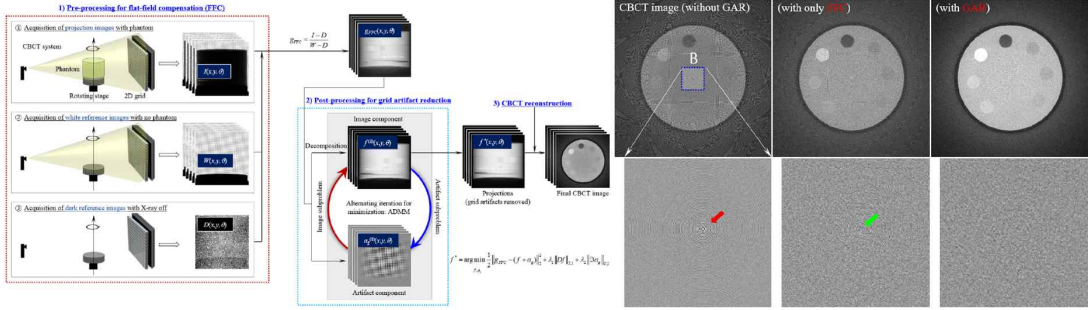


<개재 현황 및 대표 그림>

조		이공계열	방사선 영상학	저널 논문	전 김 조 박 Removing grid artifacts from a two-dimensional crisscrossed grid in cone-beam computed tomography to enhance image quality Journal of Instrumentation 19/03/C03041 2024.03 SCI(E), 2022 IF: 1.415
---	--	------	---------	-------	--

11

- **우수성:** 본 논문은 2024년 3월 Journal of Instrumentation (IF: 1.415) 저널에 게재되었음.
- **창의/혁신성:** Cone-beam CT (CBCT)에서 격자형 X선 그리드를 사용함에 따라 발생하는 아티팩트의 제거 방법을 제안함. CBCT에서 산란선에 의해 CT 번호 정확도 및 영상 품질의 저하가 발생하며 본 연구에서 개발한 격자형 X선 그리드와 아티팩트 제거 알고리즘을 활용하면 정확한 진단 정보를 획득할 수 있음. 또한 격자형 X선 그리드는 선형 그리드와 비교하여 피폭 대비 산란선을 효율적으로 제거하고 제안한 아티팩트 제거 알고리즘 또한 사전 정보 없이 아티팩트를 제거하여 영상 품질을 향상시킬 수 있음.
- **비전 부합성:** 본 연구에서 개발한 격자형 X선 그리드는 약 30년 이상의 정밀 제조 기술을 가지고 있는 JPI와 협력하여 개발한 장비이며, 해당 장비를 의료 분야에 효과적으로 적용하기 위해 연구팀에서 개발한 알고리즘을 함께 사용하였음. 이는 산학협력 강화를 통한 사회적 문제 해결 및 의료 방사선 분야 기여라는 본 교육 연구팀의 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 최근 방사선 의료 진단 및 치료 분야에 CBCT 장비가 활발하게 활용되고 있으며, 이에 따른 영상 정확도의 중요성이 대두되고 있음. 본 연구는 CBCT에서 획득한 영상 품질을 향상시켜 정밀 진단 및 치료 정확도 향상에 기여할 것으로 예상함.
- **산업/사회 기여:** 오랜 기간의 노하우를 가지고 있는 기업과 협력하여 의료 분야에서 요구하는 장비를 개발하였음. 이를 기반으로 영상 품질을 향상시키고 정밀 진단 및 치료를 가능하게 하여 의료 산업 발전에 중요한 가치를 제공하였음.



<게재 현황 및 대표 그림>

조.   이공계열 방사선 영상학 저널 논문	이  이  조.
	Feasibility of improving image performance in photon-counting computed tomography using X-ray spectrum filtration
	Journal of Instrumentation
	19/03/C03041
	2024.03
SCI(E), 2022 IF: 1.415	

12

- . 우수성: 본 논문은 2024년 3월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- . 창의/혁신성: 일반적인 CT에서 스펙트럼 변형을 위해 filter를 많이 사용하는데, photon-counting detector를 사용하는 CT에서는 filter에 관한 최적화 연구가 선행되지 않았었음. 따라서 본 연구를 통해서 filter 종류와 두께에 따라 어떤 영상을 얻을 수 있는지 알 수 있음.
- . 비전 부합성: 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 의료 기기 영상 시스템을 최적화하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- . 분야 기여: 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 포스터 발표를 통해 발표 실적이 발생함. 또한, 의료 기기 시스템의 최적화를 통해 의료 시장에서 활용될 수 있음을 보임.
- . 산업/사회 기여: 해당 연구는 국내 진단 영상 개발의 위상을 높일 수 있음.

**Jinst** Published by KIP Publishing for Sina MediaLab  
 Received: September 28, 2023  
 Revisions: February 15, 2024  
 Published: March 19, 2024

24<sup>th</sup> INTERNATIONAL WORKSHOP ON RADIATION IMAGING DETECTORS  
 Oslo, Norway  
 25-29 June 2023

**Feasibility of improving image performance in photon-counting computed tomography using X-ray spectrum filtration**

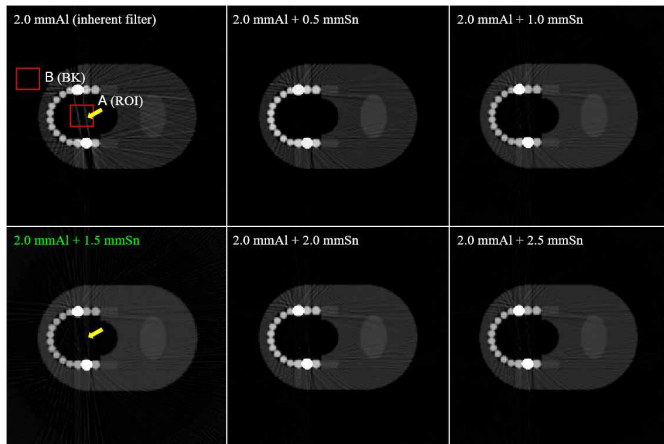
Department of Radiation Convergence Engineering, Inje University,  
 1 Bosa-dong-gil, Wajae 20093, Republic of Korea  
 E-mail: [incho1@inje.ac.kr](mailto:incho1@inje.ac.kr)

**Abstract:** Photon-counting computed tomography (PCCT) is an emerging technology based on new energy-resolving X-ray detectors (photon-counting detectors (PCDs)) that provide promising image performance compared to the conventional energy-integrating CT (E-CT). It has the potential to provide higher resolution and contrast, lower radiation dose, and fewer artifacts, which has led to significant research interest. This study proposes a method to further improve the image performance of the PCCT using an X-ray spectrum filtration technique. We conducted a feasibility study via simulation using aluminum (Al), beryllium (Be), sodium (Na), nickel (Ni), tin (Sn), woodmium (W), and tantalum (Ta) incorporating varying thickness using a PCD simulation tool (PCPCK). The PCCT system used in this simulation was modeled to have a cadmium telluride-based PCD with four multi-energy thresholds of  $E = 40, 60, 80, 100$  keV, assuming that the object received the same number of photons. Using the PCCT images obtained with the highest threshold (i.e.,  $E_4 = 100$  keV), the image quality was evaluated quantitatively in terms of the signal difference-to-noise ratio (SDNR) and structural similarity (SSIM). Among the filtration selected in this simulation, a filtration of 2.0 mmAl (inherent) and 1.5 mmSn (added) showed the best image quality. The SDNR and SSIM values measured in the PCCT image obtained with an added filtration of 1.5 mmSn were 3.73 and 0.93, approximately 1.9 and 1.8 times higher than those with no added filtration, respectively. Consequently, the X-ray spectrum filtration technique in PCCT is useful to further improve image performance.

**Keywords:** Computed Tomography (CT) and Computed Radiography (CR); Models and simulations

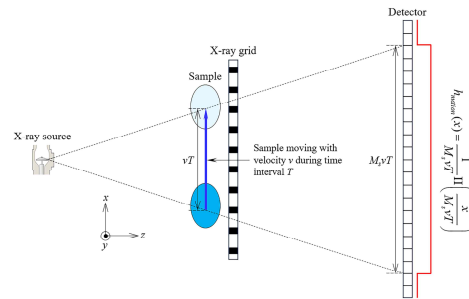
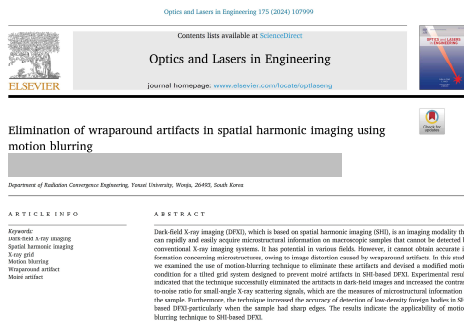
\*Corresponding author.

© 2024 KIP Publishing Ltd and Sina MediaLab <https://doi.org/10.1088/1748-0221/19/03/C03041>



<게재 현황 및 대표 그림>					
13	조	이공계열	방사선 영상학	저널 논문	김 · 심 · 임 · 조 · 한
					Improving noise characteristics using a modified image pyramid with guided filtering and Bayesian shrinkage threshold in low-dose animal radiography
					Journal of Instrumentation
					19/03/C03011
					2024.05
					SCI(E), 2022 IF: 1.415
<p>· <b>우수성:</b> 본 논문은 2024년 3월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었음.</p> <p>· <b>창의/혁신성:</b> 본 연구는 새로운 영상 피라미드 기법을 도입하여 동물의 X-선 저선량 촬영으로 인해 발생한 잡음을 효과적으로 줄임으로써, 저선량 촬영의 문제를 해결하였음.</p> <p>· <b>비전 부합성:</b> 본 연구는 동물에 대한 저선량 촬영의 문제를 해결함으로써, 이를 통해 고부가 가치의 동물용 이미징 시스템 개발 하는 데 기여함.</p> <p>· <b>분야 기여:</b> 최근 동물의 방사선 피폭에 대한 우려가 높아지는 상황임. 본 연구는 이러한 사회적 관심에 부합으로써, 동물에 대한 방사선 피폭 문제를 해결하는 데 기여함.</p> <p>· <b>산업/사회 기여:</b> 본 연구는 실제 동물 및 상용 이미지 시스템을 이용하여 획득된 데이터를 기반으로 적용 가능성을 평가하였고, 그 효과를 확인함. 본 연구를 통해 반려동물 뿐만 아니라 동물 촬영의 특성상 작업자의 피폭 선량을 줄이는 데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨. 또한 제안된 피라미드는 기존 방법 대비 확장성과 효과가 뛰어나기 때문에, 다양한 영상화 분야에서 제안된 새로운 피라미드 기법의 응용이 가능하며, 다양한 문제 해결의 열쇠가 될 수 있을 것으로 기대됨.</p>					
<게재 현황 및 대표 그림>					
14	조	이공계열	방사선 영상학	저널 논문	임 · 이 · 이 · 이 · 조
					Elimination of wraparound artifacts in spatial harmonic imaging using motion blurring
					Journal of Instrumentation
					Vol. 157 107999
					2023.12
					SCI(E), 2022 IF: 3.5

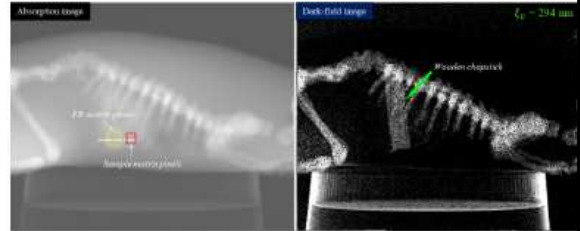
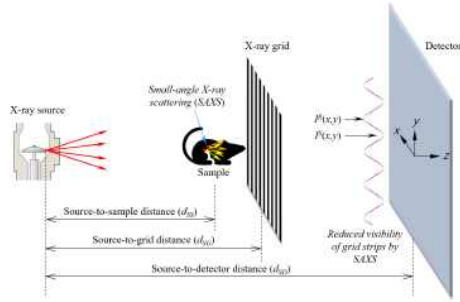
- **우수성:** 본 논문은 2024년 4월 Optics and Lasers in Engineering (IF: 3.5) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 26.5%에 해당함.
- **창의/혁신성:** 본 연구는 모션 블러링 원리를 활용한 새로운 스펙트럼 중첩 제거 기술을 개발하여, 공간 고조파 기반 암시야 영상에서 발생하는 wraparound artifacts 문제를 해결함으로써 기존 기술의 한계를 극복하였음.
- **비전 부합성:** 본 연구는 차세대 방사선 진단 기술인 암시야 영상화의 단점과 한계를 극복하여, 해당 기술의 적용 가능성을 확대함으로써 의료 방사선 분야에서의 미래 가치를 선도하는 연구임.
- **분야 기여:** 해당 연구는 공간 고조파 기반 암시야 영상의 화질 개선과 실용화 가능성을 높여 방사선 진단 및 융합영상 분야, 특히 암시야 X-선 영상화 기술의 연구 활성화와 상용화 발전에 기여하였음.
- **산업/사회 기여:** 본 연구를 통해 개발된 기술은 의료, 산업, 보안 분야에서 비파괴 검사 및 미세구조 탐지의 효율성을 크게 향상시킬 수 있음. 특히 식품 검사, 제약 산업에서의 이물질 탐지, 보안 시스템에서의 위협 물질 검출 등 다양한 산업적 응용이 가능하며, 의료 영상화 기술 발전에 기여하여 환자 진단 정확성을 높이고 방사선 노출을 줄이는 등의 사회적 기여를 할 것으로 기대됨.



<게재 현황 및 대표 그림>

15	조	이공계열	방사선영상학	저널 논문	이 ■ ■ ■ 임 ■ ■ ■ 이 ■ ■ ■ 조 ■ ■ ■
					Detection of gastrointestinal foreign bodies in pets using single-grid-based dark-field X-ray imaging
					Journal of Instrumentation
					17/11/C11009
					2022.11
SCI(E), 2022 IF: 1.415					
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>우수성:</b> 본 논문은 2024년 4월 Journal of instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 74.3%에 해당함.</li> <li>· <b>창의/혁신성:</b> 반려동물의 저밀도 이물질 삼킴을 single-grid-based dark-field X-ray imaging 기술을 적용하는 연구함.</li> </ul>					

- . **비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 저밀도 이물질 진단 기술을 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국내/외 학회에서 총 2번의 발표 실적이 발생함.
- . **산업/사회 기여:** 해당 연구는 반려동물의 건강과 행복을 증진시킬 수 있음.



<게재 현황 및 대표 그림>

조	이공계열	방사선 영상학	저널 논문	이, 이, 임, 조
				Improvement of metal artifact reduction in dental CBCT using a CdTe photon-counting detector: Simulation study
				NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT
				Vol. 1062
				2024.02
SCI(E), 2022 IF: 1.335				

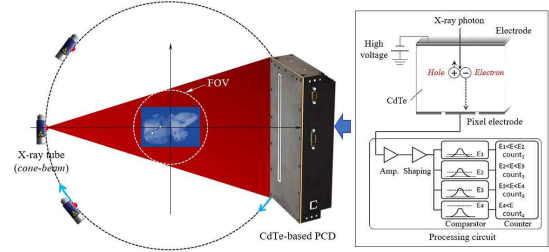
- . **우수성:** 본 논문은 2024년 2월 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A (IF: 1.5) 저널에 게재되었음.
- . **창의/혁신성:** dental CBCT에서 치아에 금속이 있는 환자들에게 발생하는 metal artifact를 최소화하기 위한 연구로, photon-counting detector를 사용하여 영상의 진단을 방해하는 artifact를 저감하였음.
- . **비전 부합성:** 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 방사선 의료 기기 영상 알고리즘을 개발하였으며, 이는 해당 교육연구단의 비전에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 포스터 발표를 통해 발표 실적이 발생함. 또한, 의료 영상의 개선을 통해 의료 시장에서 활용될 수 있음을 보임.
- . **산업/사회 기여:** 해당 연구는 국내 진단 영상 개발의 위상을 높일 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>

Improvement of metal artifact reduction in dental CBCT using a CdTe photon-counting detector: Simulation study

**ARTICLE INFO**  
 Article history:  
 Received 15 July 2022  
 Received in revised form 15 October 2022  
 Accepted 15 October 2022  
 Available online 27 February 2023

**1. Introduction**  
 Cone-beam computed tomography (CBCT) has made major progress in dentistry, providing three-dimensional (3D) images with lower cost and lower radiation dose than medical CT by employing a large-panel flat-panel detector (FPD). CBCT is becoming a standard examination protocol in dental clinics for the advanced imaging of the skull prior to dental implantation and orthodontic treatment. However, the image quality is often degraded when patients have metallic objects such as metal implants and/or dental prostheses because the X-ray attenuation caused by these objects is much higher than that of dental tissue. Various metal artifact reduction (MAR) methods have been developed for dental CBCT, including interpolation-based, filtering-based, and iterative statistical algorithms [1–4]. A typical approach to MAR is to use interpolation-based MAR (IMAR) methods in which the



· **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.335) 저널에 게재되었음.

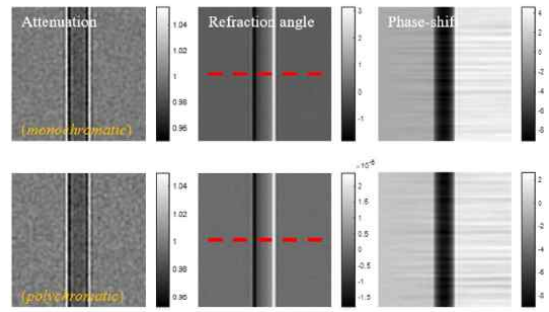
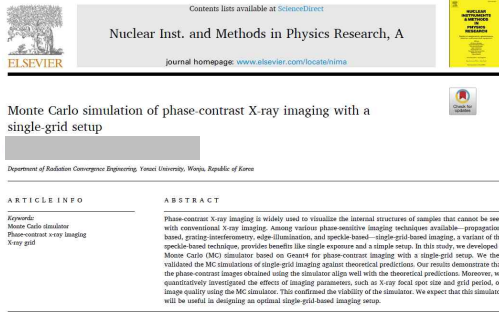
17. · **창의/혁신성:** 단일 그리드 기반의 위상 대비 X선 이미징에서 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 이미지 품질을 높이는 방법을 제시함으로써 기존의 복잡한 설정을 간소화함.

· **비전 부합성:** 임상에서 실시간으로 적용 가능한 간단하고 저렴한 위상 대비 이미징 시스템을 개발하는 데 기여함.


· **분야 기여:** 연구는 기존의 위상 대비 X선 시스템의 한계를 극복하고, 단일 그리드를 통한 간단한 설정으로도 높은 품질의 이미지를 구현하는 기술적 진보를 이루었음.

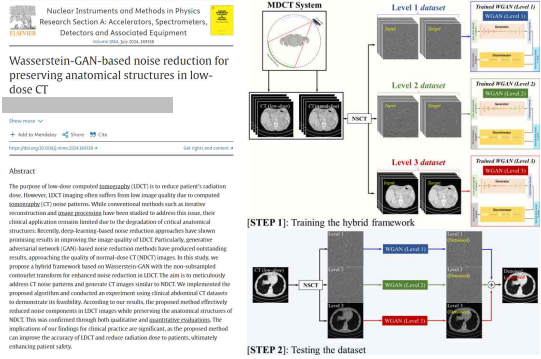
· **산업/사회 기여:** 이 연구는 생체 조직의 비침습적 진단을 위한 기술적 혁신을 통해 의료 영상 분야의 효율성을 증대시키는 데 기여함.

이 [redacted] 이 [redacted] 조 [redacted]  
 Monte Carlo simulation of phase-contrast X-ray imaging with a single-grid setup  
 NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT  
 Vol. 1063  
 2024.02  
 SCI(E), 2022 IF: 1.335



<게재 현황 및 대표 그림>

<p>조</p>		<p>이공계열</p>	<p>방사선 영상학</p>	<p>저널 논문</p>	<p>김 이 이 조</p> <p>Wasserstein-GAN-based noise reduction for preserving anatomical structures in low-dose CT</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS &amp; METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT</p> <p>Vol. 1064</p> <p>2024.04</p> <p>SCI(E), 2022 IF: 1.335</p>
<p>18 . <b>우수성:</b> 본 논문은 2024년 6월 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment (IF: 1.5) 저널에 게재되었음.</p> <p>. <b>창의/혁신성:</b> 본 연구는 딥러닝 기반 기술에 다해상도 처리를 적용하여, 저선량 CT 촬영으로 인해 발생한 잡음을 세밀하게 처리하였음. 이를 통해 저선량 촬영의 문제를 해결함.</p> <p>. <b>비전 부합성:</b> 본 연구는 딥러닝 기반 기술에 다해상도 처리를 적용한 사례들을 분석 및 단점을 해소함으로써, 더 높은 복원 정확도를 가진 잡음 제거 기술을 개발하는데 기여함.</p> <p>. <b>분야 기여:</b> 현재 다 해상도 처리를 딥러닝에 적용한 연구들이 많이 되고 있지만, 인체의 복잡한 구조적 특성으로 인해 더욱 세밀한 접근이 필요함. 본 연구는 기존 방법 대비 더욱 세밀한 접근을 제안함으로써, 인체에 대한 방사선 피폭 문제를 해결하는데 기여함.</p> <p>. <b>산업/사회 기여:</b> 본 연구는 실제 인체 및 상용 이미지 시스템을 이용하여 획득된 데이터를 기반으로 적용 가능성을 평가하였고, 그 효과를 확인함. 이를 통해 CT 촬영 시 환자에 대한 피폭 선량을 줄이는데 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대됨</p>					



<게재 현황 및 대표 그림>

조 [ ] [ ] 이공계열 방사선 영상학 저널 논문	한. 양	Xu 서 조
	Synthesising two-dimensional mammographic images using compressed sensing-reconstructed digital breast tomosynthesis images	
	Journal of Instrumentation	
	19/08/P08012	
	2024.08	
	SCI(E), 2022 IF: 1.415	

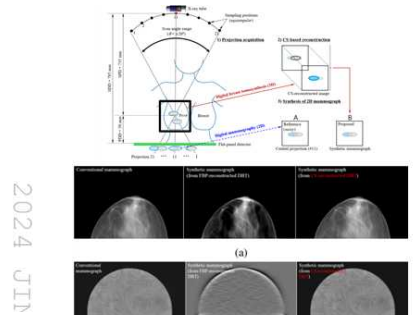
19

- 우수성:** 본 논문은 2024년 8월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 73%에 해당함.
- 창의/혁신성:** 압축센싱(CS) 기반 알고리즘을 사용하여 재구성된 3D 디지털 유방 단층촬영(DBT) 이미지로부터 합리적인 품질의 2차원(2D) 유방촬영술 이미지를 직접 합성하는 연구를 진행하였음.
- 비전 부합성:** 해당 연구는 CS 기반 알고리즘을 사용하여 매우 높은 품질의 DBT 이미지를 성공적으로 재구성하고 합리적인 품질의 2D 유방촬영술 이미지를 합성하여 DM(디지털 유방촬영술)과 DBT의 보완적 영상 기술에서 환자의 방사선량을 잠재적으로 줄일 수 있었으며, 이는 임상 유방촬영술의 비전에 부합함.
- 분야 기여:** 해당 연구 성과를 통해 국외 학회에서 총 1번의 포스터 발표 실적이 발생함. 또한, 방사선량을 줄이면서도 진단 성능을 유지하거나 향상시키는 유방암 검진 방법의 새로운 방법을 제시하였음.
- 산업/사회 기여:** 해당 연구가 임상에 적용된다면 추가적인 DM 검사를 생략할 수 있도록 하여 환자의 방사선량을 감소시킬 수 있음.

**Jinst** PUBLISHED BY IOP PUBLISHING FOR SISSA MEDIALAB  
 RECEIVED: July 31, 2024  
 ACCEPTED: August 4, 2024  
 PUBLISHED: August 16, 2024

**Synthesising two-dimensional mammographic images using compressed sensing-reconstructed digital breast tomosynthesis images**

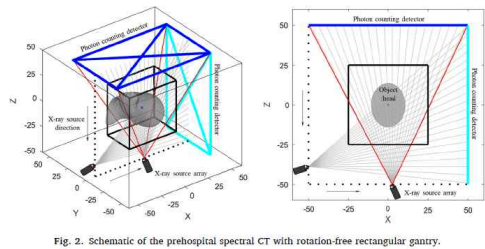
[ ] [ ]  
 \*Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea  
 †Precision Medical Device Research Center, Korea Electrotechnology Research Institute, Ansan, Republic of Korea  
 E-mail: hscho1@yonsei.ac.kr



2024 JIN

<게재 현황 및 대표 그림>

	<p>조 [ ] [ ]</p>	<p>이공계열</p>	<p>방사선 영상학</p>	<p>저널 논문</p>	<p>이 [ ] 이 [ ] 심 [ ] 조 [ ] 차 [ ]</p> <p>Design of prehospital spectral CT with a rotation-free rectangular gantry and deep learning reconstruction</p> <p>NUCLEAR INSTRUMENTS &amp; METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT</p> <p>Vol. 1063</p> <p>2024.03</p> <p>SCI(E), 2022 IF: 1.415</p>
<p>20</p>	<p>· <b>우수성:</b> 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 1.335) 저널에 게재되었음.</p> <p>· <b>창의/혁신성:</b> 회전이 필요 없는 직사각형 형태의 갠트리와 심층 학습 기반 재구성 방법을 도입하여 기존 CT 시스템의 복잡성을 줄이고, 더 나은 이미지 품질을 제공하는 혁신적인 접근 방식을 제시함.</p> <p>· <b>비전 부합성:</b> 이동형 뇌졸중 유닛에서 빠르고 정확한 진단을 통해 골든타임 내 치료를 가능하게 하는 CT 시스템을 개발하여, 의료 기술의 발전과 환자 생존율을 높이려는 비전과 일치함.</p> <p>· <b>분야 기여:</b> 광자 카운팅 검출기와 심층 학습 재구성 기법을 적용한 새로운 스펙트럴 CT 시스템을 통해, 의료 영상 처리 분야에서 획기적인 진전을 이룸.</p> <p>· <b>산업/사회 기여:</b> 새로운 CT 시스템은 이동형 장치로 설계되어 비용 효율적인 장비 운영을 가능하게 하며, 뇌졸중 및 두부 손상의 조기 진단을 통해 환자의 치료 결과를 개선하는 데 중요한 사회적 가치를 제공함.</p>				
	<p>21</p>	<p>조 [ ] [ ]</p>	<p>이공계열</p>	<p>방사선 영상학</p>	<p>이 [ ] 이 [ ] 조 [ ] 성 [ ] 김 [ ] 최 [ ]</p> <p>Development of learning-based online C-arm CT imaging technique for image-guided adaptive brachytherapy</p>



Design of prehospital spectral CT with a rotation-free rectangular gantry and deep learning reconstruction

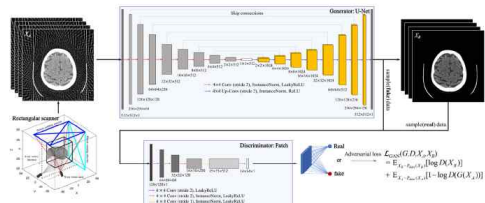
Minjae Lee<sup>1</sup>, Hunwoo Lee<sup>1</sup>, Jiyong Shim<sup>2</sup>, Hyosung Cho<sup>2</sup>, Bo Kyung Cha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiation Convergence Engineering, Yeosu University, Yeosu, Republic of Korea  
<sup>2</sup>Electro-Medical Device Research Center, Korea Electrotechnology Research Institute, Ansan, Republic of Korea

**ARTICLE INFO**

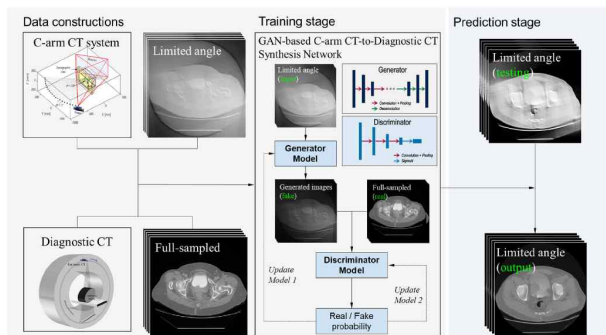
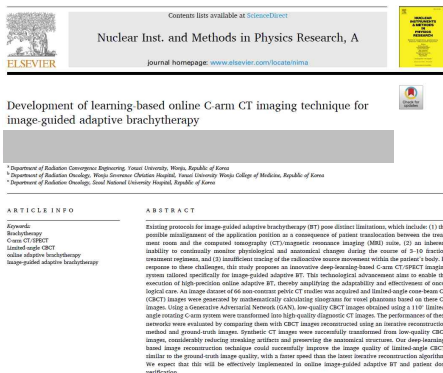
**KEYWORDS**  
 Prehospital computed tomography  
 Rotation-free rectangular gantry  
 Photon counting detector  
 Deep learning reconstruction  
 Mobile stroke unit

**ABSTRACT**  
 Treatment of stroke depends on a narrow therapeutic time window and requires urgent intervention to be emergency provided. Despite recent "time to brain" initiatives that have underscored "time to brain," many patients still fail to present within the narrow time window to receive maximum treatment benefit from advanced stroke therapies. The convergence of emergency medical services, interventional, and mobile technology, including transportable computed tomography scanners, has presented a unique opportunity to advance stroke care in the prehospital field by shortening the time to hyperacute stroke treatment with a mobile stroke unit. However, in order to facilitate the integration of computed tomography (CT) scanners into mobile ambulances, their geometry should be streamlined and made compact. Additionally, it is imperative that radiation exposure from prehospital CT scans comply with established radiation protection guidelines to safeguard both patients and healthcare workers. In this study, we propose a newly designed CT system for a rotation-free rectangular gantry with a photon-counting detector (PCD) and a deep-learning reconstruction approach for undistorted projections. Undistorted projections obtained using the designed CT system were implemented using a deep learning method. The deep learning approach showed superior image quality without distortion compared to state-of-the-art reconstruction methods. Finally, we implemented images of brain microblebs using low- and high-energy images obtained from the PCD. Our results indicate that the proposed scanner effectively shows potential for acute stroke detection in prehospital ambulances. Its effectiveness was validated by comparing its image performance with those of other methods such as FBP and compressed sensing.



<게재 현황 및 대표 그림>

- . **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 3.3) 저널에 게재되었음.
- . **창의/혁신성:** 제한된 각도에서 획득한 저해상도 C-arm CT 이미지를 딥러닝 기법으로 고해상도 진단 이미지로 변환하여, 적응형 근접 치료에서 실시간으로 사용할 수 있는 혁신적인 방법을 제시함.
- . **비전 부합성:** 제한된 공간에서도 기존의 C-arm 시스템을 활용하여 고품질 이미지를 제공함으로써, 실시간 적응형 방사선 치료의 구현 가능성을 높임.
- . **분야 기여:** 저해상도 이미지를 효과적으로 복원하여 방사선 치료 계획의 정확도를 향상시키는 새로운 AI 기반 이미지 복원 기법을 제안함으로써, 의료 영상 처리 분야에 기여.
- . **산업/사회 기여:** 본 연구에서 제시된 기술은 환자 이동 없이 치료실 내에서 실시간으로 고해상도 이미지를 생성해 병원의 자원 효율성을 높이고 환자의 치료 경험을 개선하는 데 기여함.



<게재 현황 및 대표 그림>

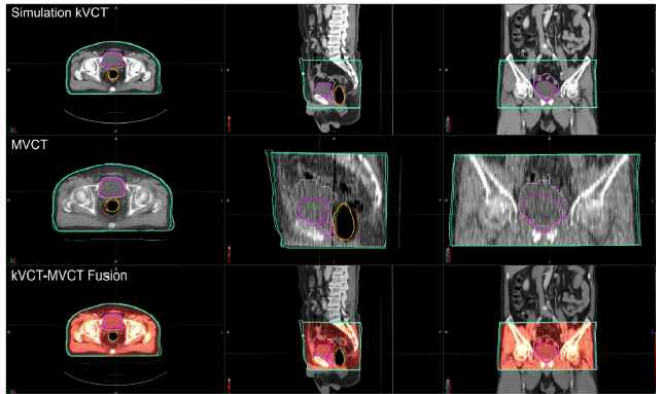
22	조 [redacted]	이공계열	방사선영상학	저널 논문	이 [redacted] 최 [redacted] 김 [redacted] 김 [redacted] 김 [redacted] 차 [redacted]
					염 [redacted] 조 [redacted] 박 [redacted] 유 [redacted]
					Feasibility of artificial intelligence-driven interfractional monitoring of organ changes by mega-voltage computed tomography in intensity-modulated radiotherapy of prostate cancer
					Radiation Oncology
					2023.00444
2023.09					
SCI(E), 2022 IF: 3.3					

- . **우수성:** 본 논문은 2023년 10월 Journal of Instrumentation (IF: 3.3) 저널에 게재되었음.
- . **창의/혁신성:** 인공지능 기반의 자율 분할 기술을 저품질의 MVCT 이미지에 적용하여 환자의 장기

변화를 실시간으로 추적할 수 있는 새로운 방법론을 제시함.

- 비전 부합성:** 방사선 치료 과정에서의 장기 변화를 빠르고 정확하게 모니터링하는 시스템을 개발함으로써, 치료 적응을 위한 자동화 시스템 구현에 기여함.
- 분야 기여:** 저품질 MVCT 이미지에서도 신뢰성 있는 장기 분할 성능을 보이는 AI 모델을 도입하여, 방사선 치료의 정확도를 향상시키는 연구로서 의료 영상 처리 분야에 기여함.
- 산업/사회 기여:** 인공지능을 활용하여 의료진의 작업 부담을 줄이고, 환자 모니터링의 효율성을 높여 방사선 치료를 더욱 안전하고 효과적으로 제공할 수 있는 산업적 가치를 제시함.

**ROJ** Radiation Oncology Journal  
 Feasibility of artificial intelligence-driven interfractional monitoring of organ changes by mega-voltage computed tomography in intensity-modulated radiotherapy of prostate cancer



<게재 현황 및 대표 그림>



이공계열

방사선영상학

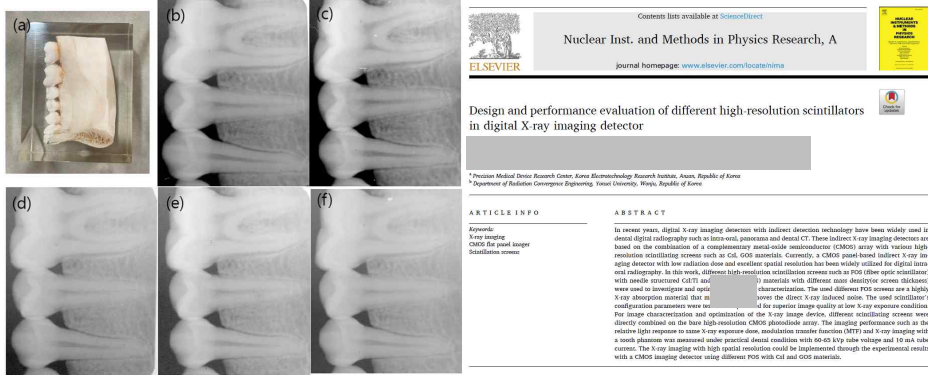
저널 논문

차 전 이 이 조 서  
 Design and performance evaluation of different high-resolution scintillators in digital X-ray imaging detector  
 NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A-ACCELERATORS SPECTROMETERS DETECTORS AND ASSOCIATED EQUIPMENT  
 Vol. 1063  
 2024.04  
 SCI(E), 2022 IF: 1.335

23

- 우수성:** 본 논문은 2024년 8월 Journal of Instrumentation (IF: 1.3) 저널에 게재되었음.
- 창의/혁신성:** 다양한 고해상도 섬광체(CsI 및 GOS)를 CMOS 평판 이미지 센서와 결합하여, 치료 영상에서 고해상도와 낮은 방사선 노출을 모두 충족하는 혁신적인 X선 이미징 시스템을 제안함.
- 비전 부합성:** 의료 영상 장비의 방사선 노출을 최소화하면서도 고품질의 이미지를 제공하려는 목표를 실현함.
- 분야 기여:** 다양한 섬광체를 활용한 실험을 통해 디지털 치료 영상 시스템의 성능을 최적화하고, 치과용 방사선 촬영 분야에서 중요한 기여함.
- 산업/사회 기여:** 고해상도 이미지를 필요로 하는 소아 치과 진단 분야와 미세 구조 분석이 중요한

산업 현장에 새로운 디지털 X선 이미징 솔루션을 제공하여 사회적 가치를 창출함.



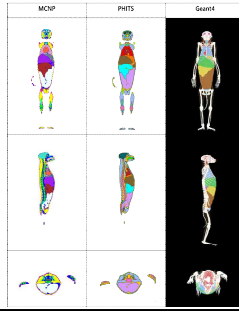
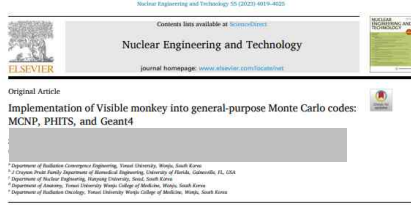
<게재 현황 및 대표 그림>

임 		이공계열	방사선 의리학	저널 논문	이 , 최 , 신 , 이 , 최 , 천 , 민 , 정 , 최 , 염
					Implementation of Visible monkey into general-purpose Monte Carlo codes: MCNP, PHITS, and Geant4
					Nuclear Engineering and Technology
					55(11), 4019-4025
					2023.11 SCI(E), 2022 IF: 2.7

24

- **우수성:** 본 논문은 2023년 11월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- **창의/혁신성:** 비전리 방사선 연구를 목적으로 개발된 Visible Monkey 모델을 이온화 방사선 연구에 적용하여 방사선 입자수송 코드인 MCNP6, PHITS, Geant4에 입력하고, 외부피폭 선량계수를 계산하여 제공함.
- **비전 부합성:** 본 연구는 선량 계산 분야의 활용을 통한 방사선 방호 분야 연구로, 방사선의 생체 내 영향 및 방호 기법의 발전에 중요한 기초 자료를 마련하는 것에 기여함. 이는 향후 의생명과학 연구의 발전을 도모하고자 하는 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 한국 전자통신 연구원에서 개발된 원숭이 전산 팬텀을 방사선 입자수송 코드에 입력하여 입력문을 제공하고 외부피폭 선량계수가 계산하여 외부피폭에 따른 원숭이의 장기별 선량분포 계산 등 전리 방사선 분야의 연구에 사용이 가능하도록 함. 이는 방사선과 생물학적 효과에 대한 상관관계를 보다 정확하게 추정할 수 있게 하여 방사선 방호 분야와 방사선 생물학 분야 전반에 대해 방사선과 그 영향을 아는 데에 도움이 될 수 있음.
- **산업/사회 기여:** 입자 수송 코드 사용자뿐만 아니라 방사선 연구자들에게 실험 검증 자료와 기초 데이터를 구축하는 데 유용한 정보를 제공할 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>



염

이공계열

방사선  
의료학

저널  
논문

신, 최, Qiu, 김, 김, 문  
호, 손, 김, 한, 염, 김  
Photon dose response functions for accurate  
skeletal dosimetry for Korean and Asian  
populations  
Nuclear Engineering and Technology  
56(6), 2195-2207  
2024.06  
SCI(E), 2023 IF: 2.6

. **우수성:** 본 논문은 2024년 06월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.

. **창의/혁신성:** 한국 및 아시아 인구의 특성에 맞춘 골격 Dose Response Functions (DRFs)를 새롭게 개발하여, 기존 국제 기준과 차별화된 인구 맞춤형 방사선량 평가 방법을 도입하였음. 이를 통해 지역 인구의 특성을 반영한 정교한 피폭 분석이 가능해졌음.

. **비전 부합성:** 본 연구는 한국 및 아시아 인구의 특성에 기반한 방사선 방호와 안전관리를 개선함으로써, 개별 환자의 피폭 위험을 줄이고, 보다 안전한 의료 환경을 구축하는 데 기여하는 비전에 부합함.

25

. **분야 기여:** 기존의 국제 기준인 ICRP Publication 116에서 제공하는 DRFs를 사용하는 것보다 더욱 정밀하게 한국인의 골격 방사선량 평가가 가능해졌음. 이를 통해 방사선량 분석의 정확성을 높였으며, 향후 연구 및 실무 적용 가능성을 확대할 수 있는 중요한 기초 자료를 제공함.

. **산업/사회 기여:** 인구 특성에 맞춘 방사선 피폭 평가의 정확도를 높임으로써, 방사선 안전 규제 기관 및 관련 산업체에서 보다 신뢰성 있는 피폭 데이터를 바탕으로 정책을 개발하고 규제를 강화하는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대됨.

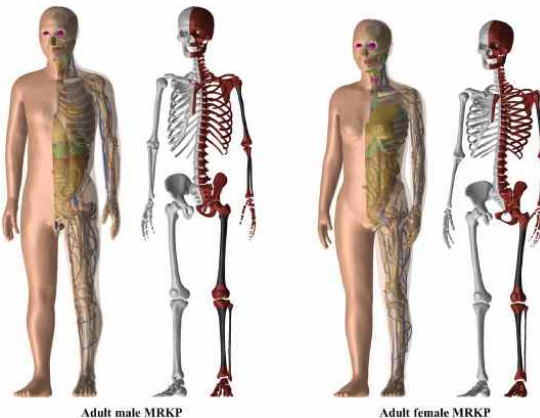


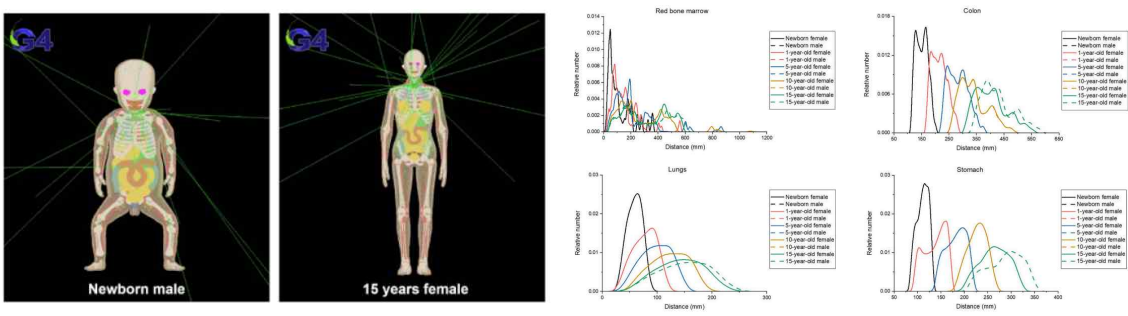
Table 1  
Photon dose-to-dose equivalent function for red bone marrow (RBM) and liver (LIV) for adult male (male) (20 yr)

Photon energy (MeV)	RBM		LIV		RBM		LIV		RBM		LIV		RBM		LIV	
	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	DRF	
0.01	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
0.02	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
0.05	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
0.10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
0.20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
0.50	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
2.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
5.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
20.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
50.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
100.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
200.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
500.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
2000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
5000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
20000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
50000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
100000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
200000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
500000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
2000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
5000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
10000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
20000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
50000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
100000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
200000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
500000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
1000000000.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

<게제 현황 및 대표 그림>

26	면	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	이, 최, 최, 고, 신 김, 염 Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy Nuclear Engineering and Technology 55(6), 2247-2257 2024.06 SCI(E), 2023 IF: 2.6
----	---	------	------------	----------	--

- **우수성:** 본 논문은 2024년 06월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- **창의/혁신성:** 본 연구는 ICRP 소아 복셀 팬텀과 Geant4 몬테카를로 코드를 사용하여, I-131을 이용한 갑상샘 치료를 받은 소아의 30개 주요 장기에 대한 S-value 데이터를 생성하였음.
- **비전 부합성:** 방사선 dosimetry에 대한 최신 기준을 반영한 소아의 I-131 S-value 데이터를 통해 소아 방사선치료의 방사선 위험 최소화 및 선량 최적화와 같은 전 세계적인 방사선 방호 목표와 일치함. 방사선 안전을 강화하고 의료 현장에서의 실질적인 적용을 목표로 하는 비전에 부합함.
- **분야 기여:** 소아의 경우 성인에 비해 방사선에 예민하고 기대수명이 높음. 이에 역학연구시 보다 정확한 선량 추정이 필요함. 본 연구에서 계산된 복셀형 소아 팬텀을 기반으로 계산된 S value가 도움이 될 것임.
- **산업/사회 기여:** 소아환자에 대해 계산된 S value는 아이오딘을 사용한 갑상샘 질환 치료 이후 발생할 수 있는 질병에 대한 역학 연구 시 발생하는 질병과 방사선의 상관관계를 계산하는 데에 보다 정확하게 계산할 수 있게 함.



<게제 현황 및 대표 그림>					
27	염	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	김, 신, 최, 김, 하, 정 선, 한, 문, 손, 김, 최, 김 김, 염 Pediatric phantom library constructed from ICRP mesh-type reference computational phantoms (MRCPs)

- . **우수성:** 본 논문은 2024년 08월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.6) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 13.7%에 해당함.
- . **창의/혁신성:** ICRP의 최신 소아 메시형 참조 계산 팬텀(MRCPs)을 기반으로 개인 맞춤형 방사선 선량 평가에 활용할 수 있는 소아 팬텀 라이브러리를 개발함. 이를 통해 소아 방사선량 평가의 정밀도를 높이고, 보다 세밀한 개인 맞춤형 방사선 노출 관리가 가능해졌음. 특히 소아 환자 대상 연구에 필수적인 새로운 데이터를 제공하였음.
- . **비전 부합성:** 소아 방사선 치료 및 진단의 안전성을 높이기 위해, 보다 정확한 방사선 선량 추정을 지원하는 방향으로 나아가고자 하는 비전에 부합함. 의료진이 소아 환자들의 방사선 노출 위험을 최소화할 수 있도록 돕고, 궁극적으로 소아 의료 안전 강화를 목표로 하고 있음.
- . **분야 기여:** 개발된 소아 팬텀 라이브러리는 소아 환자들에 대한 의학적 판단 및 역학 연구의 신뢰성을 높이는 중요한 기초 자료를 제공함. 기존의 일반 성인 중심 자료 대신 소아 특성을 반영한 정확한 데이터를 제공하여, 소아 대상의 다양한 방사선 연구에 기여할 수 있음.
- . **산업/사회 기여:** 새롭게 구축된 소아 팬텀 라이브러리는 다양한 연구 및 의료 응용 분야에서 개별 선량 추정의 정밀성을 높여 의료 방사선치료 및 진단의 안전성 향상에 기여할 것으로 예상됨.

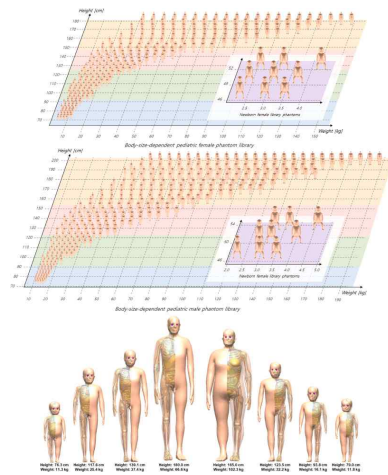


Nuclear Engineering and Technology  
 Volume 56, Issue 8, August 2024, Pages 3210-3223



Original Article

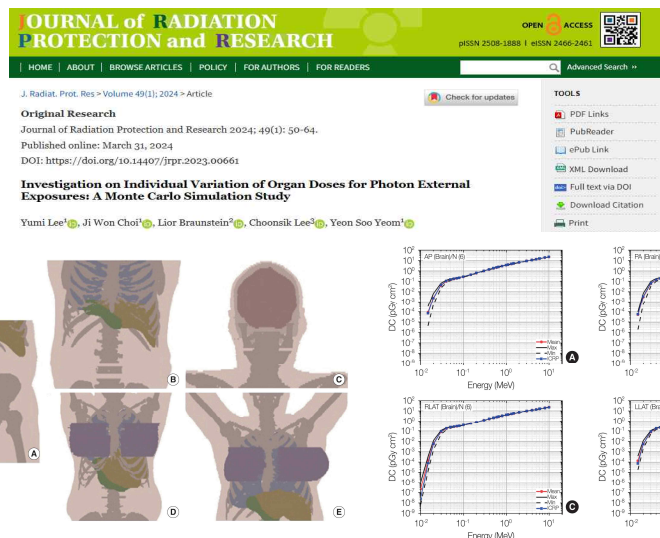
**Pediatric phantom library constructed from ICRP mesh-type reference computational phantoms (MRCPs)**



<게재 현황 및 대표 그림>

28	염 [ ] [ ]	이공계열	방사선 의학	저널 논문	이 [ ], 최 [ ], [ ] Braunstein, 이 [ ], 염 [ ] 수
					Investigation on Individual Variation of Organ Doses for Photon External Exposures: A Monte Carlo Simulation Study
					Journal of Radiation Protection and Research
					49(1), 50-64
					2024.03
ESCI, 2023 IF: 0.6					

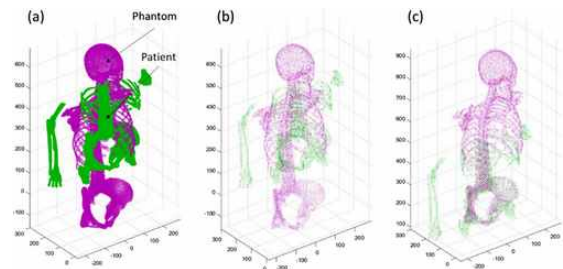
- . **우수성:** 본 논문은 2024년 03월 Journal of Radiation Protection and Research (IF: 0.6) 저널에 게재됨.
- . **창의/혁신성:** 30명에 대한 장기 Dose Coefficient (DC)를 계산하고 이를 ICRP 기준 DC와 비교하여, 광자 외부 피폭으로 인한 장기 선량에서 발생하는 개인별 차이를 정량화함. 개인마다 방사선에 대한 민감도가 다름을 확인하고, 각 개인에게 최적화된 방사선 선량 평가 방안을 마련하는 데 기초 자료를 제공함.
- . **비전 부합성:** 방사선 피폭에 있어 개인의 특성을 반영한 맞춤형 방사선 안전성을 실현하고자 하는 비전에 부합함. 이를 통해 의료 환경에서 방사선 피폭의 개별 특성을 고려한 관리가 가능해지고, 각 환자의 건강을 최우선으로 방사선 안전성을 확보하는 기반이 마련됨.
- . **분야 기여:** 개인별 광자 선량 평가의 기반을 마련하여, 기존의 일반화된 DC를 넘어 각 개인의 맞춤형 방사선 피폭 관리의 필요성을 강조함.
- . **산업/사회 기여:** 방사선 치료의 효과를 극대화하고 부작용을 최소화하기 위해, 의료 종사자들이 개인 맞춤형 Dosimetry를 적용할 수 있는 과학적 기반을 마련함. 이를 통해 의료 분야에서 환자 개개인의 특성을 고려한 맞춤형 치료 접근이 가능해져 방사선 관리의 신뢰도를 높일 수 있음.



<게재 현황 및 대표 그림>

29	염	이공계열	방사선 의학	저널 논문	염, Braunstein, Morton, Bolton, 최, 최, Greenstein, 이
					A novel method for rapid estimation of active bone marrow dose for radiotherapy patients in epidemiological studies Medical Physics 51(6), 4472-4481 2024.05 SCI(E), 2023 IF: 3.2
. <b>우수성:</b> 본 논문은 2024년 05월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 3.2) 저널에 게재되었으며, JCR impact factor 상위 22.3%에 해당함.					

- **창의/혁신성:** 3D 골격 매칭 기술을 통해 whole-body 전신 팬텀과 환자의 CT 이미지를 정밀하게 일치시켜, 뼈 구조를 자동으로 구획화하고 ABM(적혈수골수) 선량을 효율적으로 계산할 수 있는 시스템을 구축함.
- **비전 부합성:** 방사선 치료의 안전성 강화를 목표로 하여, 장기적으로 방사선 유발 질병의 예방과 관리에 중요한 자료로 사용 가능함. 이를 통해 방사선 방호와 환자 보호를 위한 기초 연구에 기여함으로써 의료 방사선 분야의 연구 목표와 일치함.
- **분야 기여:** 클론 혈구 생성(clonal hematopoiesis, CH) 평가 방식을 개선하여, 방사선 치료를 받은 환자의 백혈병 발병 위험을 보다 정확하게 분석할 수 있도록 지원함. 이는 방사선에 따른 장기적인 건강 영향을 예측하는 역학 연구에서 중요한 기초 자료로 활용됨.
- **산업/사회 기여:** 임상 치료 계획 시스템에서 실시간으로 환자 상태에 맞는 선량 계산을 가능하게 하여, 방사선 치료의 정확성을 높이고 임상 의사 결정에 도움을 줄 수 있음. 맞춤형 치료 계획을 통해 환자의 안전을 보호하며, 방사선 치료의 효율성 또한 향상시킬 수 있음.



<게재 현황 및 대표 그림>

권	이공계열	방사선기 술	저널 논문	권
				In-core Neutron Detection System Using a Dual-Mode Self-Reset Preamplifier with the Micro-Pocket Fission Detector
				IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement
				vol. 72, pp. 1-10
				2023.09
SCI(E), 2023 IF: 5.6				

- 30
- **우수성:** MPFD 시스템은 높은 중성자 플럭스 환경에서도 정확한 데이터를 실시간으로 측정할 수 있어 뛰어난 성능을 보임.
  - **창의/혁신성:** 자체-리셋 프리앰프와 ADTC 기술을 통해 기존 문제를 해결하며, 중성자 검출의 정확성을 크게 향상시킴.
  - **비전 부합성:** 차세대 소형 모듈형 원자로(SMR)의 안전성 및 효율성 개선을 위한 핵심 기술로서 미래 에너지 시장에 부합함.
  - **분야 기여:** 원자로 내장 중성자 검출기 기술 발전에 기여하며, 정확한 중성자 플럭스 측정이 가능해

집.

- . **산업/사회 기여:** 원자력 발전소의 안전성과 효율성을 높여 산업 및 사회에 중요한 기여를 할 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>

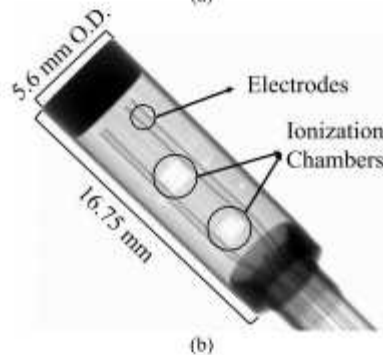
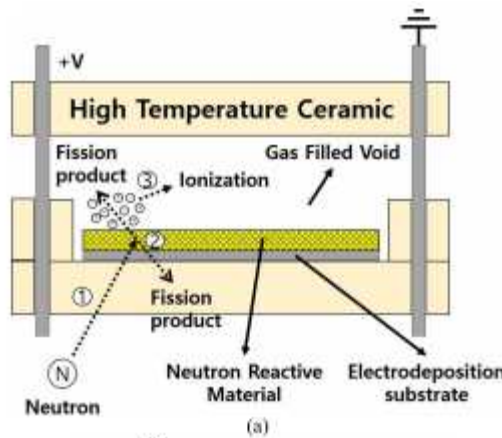
Journals & Magazines > IEEE Transactions on Instrume... > Volume: 72

### In-Core Neutron Detection System Using a Dual-Mode Self-Reset Preamplifier With the Micro-Pocket Fission Detector

Publisher: IEEE [Cite This](#) [PDF](#)

All Authors

1 Cites in Paper  
179 Full Text Views

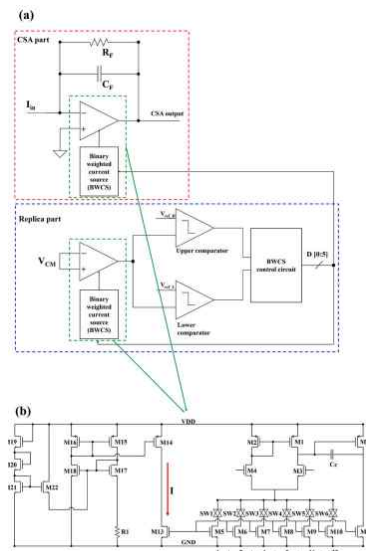
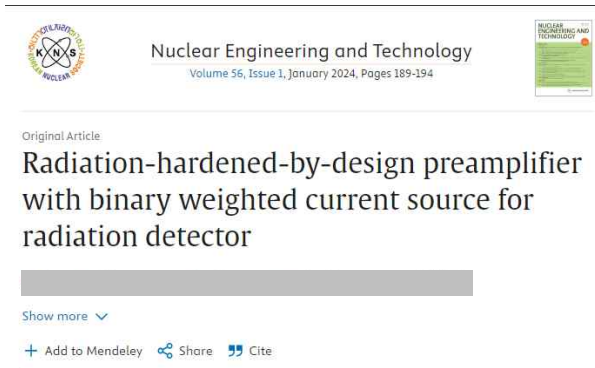


31	권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권
					Radiation-hardened-by-design preamplifier with binary weighted current source for radiation detector
					Nuclear Engineering and Technology
					vol. 56, No. 1, pp. 189-194
					2024.01
SCI(E), 2024 IF: 2.6					
. <b>우수성:</b> 제안된 방사선-내성 프리앰프는 230 kGy까지의 높은 방사선 환경에서도 성능 저하를 최소화 하며 안정적인 출력을 제공함.					
. <b>창의/혁신성:</b> 6비트 바이너리 가중 전류원과 자체 보상 기법을 사용하여 기존 방식보다 높은 방사선					

내구성을 확보함.

- **비전 부합성:** 원자력발전소 및 고방사선 환경에서의 신뢰성 있는 센서 개발을 목표로 하여 방사선 안전 기술 발전과 부합함.
- **분야 기여:** 본 연구는 방사선 내성을 갖춘 전자 회로 설계 분야에서 새로운 접근 방식을 제안하여 방사선 환경 내 다양한 센서 응용에 기여함.
- **산업/사회 기여:** 고방사선 환경에서도 신뢰성 높은 데이터 제공으로 원전 및 방사선 치료 분야에서 안전성을 높이는 데 기여할 수 있음.

<계제 현황 및 대표 그림>



32	권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권
	Gain-Bandwidth Product Compensation Technique by 16-unit Tail Current Control for a Radiation Tolerant Preamplifier with 0.9 % Amplitude Drop up to 5 Mrad				
	IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement				
	vol. 73, 2001708				
	2024.01				
SCI(E), 2023 IF: 5.6					
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>우수성:</b> 제안된 프리앰프는 방사선 환경에서도 최대 5 Mrad까지 성능 저하를 최소화하며, 0.9%의 매우 낮은 진폭 감소를 보임.</li> <li>· <b>창의/혁신성:</b> 16개 유닛의 테일 전류 제어 기법을 사용해 방사선으로 인한 성능 저하를 직접 보상하여 기존 대비 높은 방사선 내성을 구현함.</li> <li>· <b>비전 부합성:</b> 원자력 및 우주 환경에서 사용 가능한 방사선 내성 회로 설계 기술을 제공하여 향후 방사선 안전성을 강화하는 기술과 부합함.</li> </ul>					

- . **분야 기여:** 방사선 내성 회로 설계 분야에서 GBWP 보상 기술을 통해 방사선 내구성을 높이는 새로운 접근법을 제안하였음.
- . **산업/사회 기여:** 높은 방사선 환경에서 신뢰성 있는 데이터 제공을 통해 원자력 발전과 우주산업 등에서 안전성을 증대하는 데 기여할 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>

Journals & Magazines > IEEE Transactions on Instrume... > Volume: 73

**Gain-Bandwidth Product Compensation Technique by 16-Unit Tail Current Control for a Radiation Tolerant Preamplifier With 0.9% Amplitude Drop up to 5 Mrad**

Publisher: IEEE

Cite This

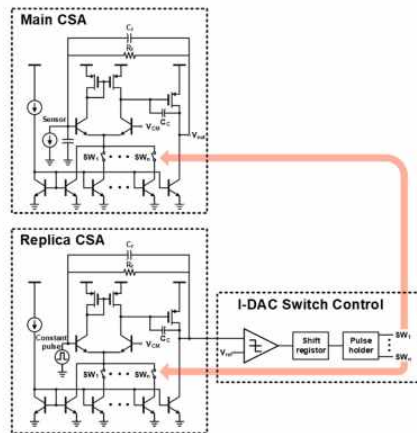
PDF

All Authors

155

Full

Text Views



권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권 Simulation-based Analysis of Total Ionizing Dose Effects on Low Noise Amplifier for Wireless Communications Nuclear Engineering and Technology vol. 56, No. 2, pp. 568-574 2024.02 SCI(E), 2024 IF: 2.6
---	------	-------	-------	--

33

- . **우수성:** 연구된 LNA는 100 kGy까지의 방사선 환경에서도 성능 저하가 거의 없이 안정적으로 작동함.
- . **창의/혁신성:** 시뮬레이션 기반 접근법으로 방사선 내성 한계를 예측하는 혁신적 방법을 적용하여 회로의 성능 변화를 사전에 파악할 수 있음.
- . **비전 부합성:** 원자력발전소 및 우주 탐사와 같은 방사선 환경에서 활용 가능한 신뢰성 높은 RF 시스템 개발에 부합함.

- . **분야 기여:** 본 연구는 TID가 RF 회로에 미치는 영향을 분석하여 방사선 내성 회로 설계에 새로운 기준을 제시함.
- . **산업/사회 기여:** 고방사선 환경에서도 무선통신 시스템의 안정성을 높여 원자력 및 우주 산업에서 안전성을 증대할수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>

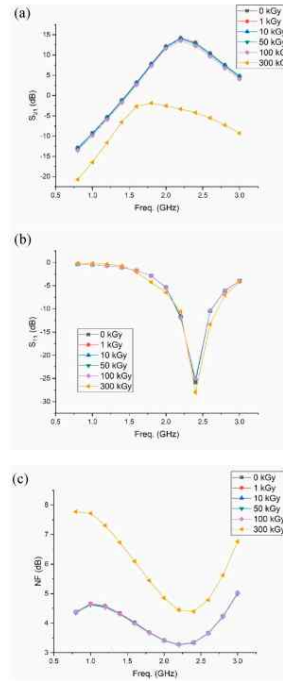
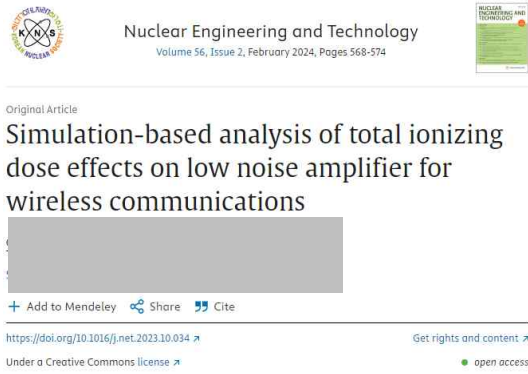


Fig. 6. TID simulation of (a)  $S_{21}$ , (b)  $S_{11}$ , and (c) NF.

권	권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권
					Observation of fast Alfvén wave in KAERI plasma beam irradiation facility using an Applied-Field MPD thruster
					Physics of Plasmas
					vol. 31, 043513
					2024.04
					SCI(E), 2024 IF: 2.0

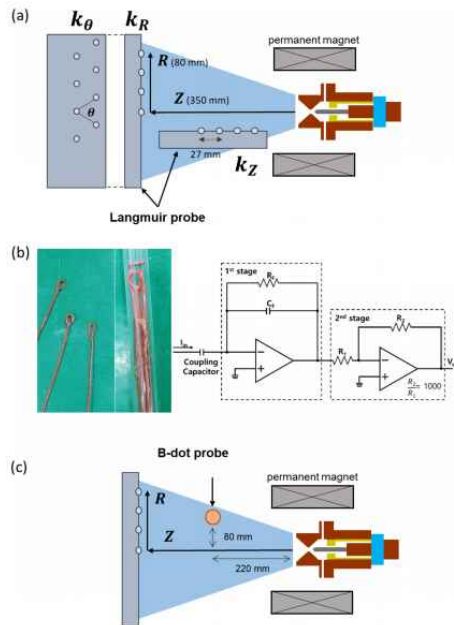
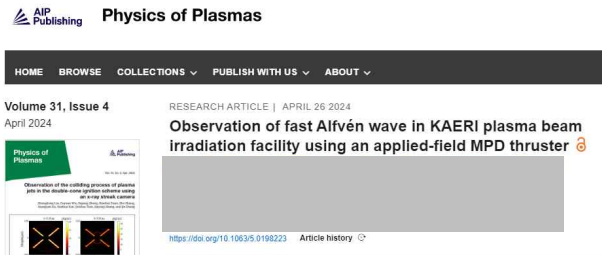
34

- . **우수성:** 이 연구는 KAERI 플라즈마 빔에서 빠른 알프벤 파를 관찰하여 실험적으로 이론적 주파수와 비교하여 일치성을 입증함.
- . **창의/혁신성:** 플라즈마 빔에서 알프벤 파와 전자기적 요동을 직접 관찰하여 MPD 추진기의 플라즈마 불안정성 연구에 기여하는 혁신적인 접근을 사용함.
- . **비전 부합성:** 우주 탐사와 핵융합 연구를 위한 고출력 플라즈마 제어 기술을 연구하여, 향후 플라즈마 응용 기술 개발과 부합함.

. **분야 기여:** 본 연구는 MPD 추진기의 플라즈마 불안정성에 대한 이해를 확장하여 미래 플라즈마 제어 기술의 기반을 제공함.

. **산업/사회 기여:** 고출력 플라즈마 기술은 우주 탐사와 핵융합 에너지 시스템에서 활용될 수 있으며, 실험적 연구를 통해 관련 산업의 안전성과 효율성 향상에 기여할 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>



권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권
				Characterization of small single photon avalanche diode fabricated using standard 180 nm CMOS process for digital SiPM
				Nuclear Engineering and Technology
				vol. 56, No. 8, pp. 3076-3083
				2024.08
				SCI(E), 2024 IF: 2.6

. **우수성:** 본 연구는 180nm CMOS 공정을 사용해 소형 단일 광자 애벌랜치 다이오드(SPAD)를 제작하여 높은 신뢰도와 성능을 유지하면서 낮은 전압에서 동작함.

35

. **창의/혁신성:** PEB(Edge Breakdown)을 방지하기 위해 STI 가드 링과 다양한 차단 영역을 설계하여 노이즈 억제와 검출 성능을 개선하는 혁신적인 접근을 사용함.

. **비전 부합성:** 이 SPAD는 소형 원자력 플랜트의 방사선 센서 네트워크를 위한 센서 통합에 적합하여 향후 원자력 및 방사선 모니터링에 부합함.

. **분야 기여:** SPAD 구조 설계를 통해 어두운 계수율(DCR)과 광자 검출 확률(PDP) 등 주요 성능 매개변수 개선에 기여하여 디지털 방사선 센서 개발에 중요한 기반을 제공함.

. **산업/사회 기여:** 이 연구는 원자력 시설의 방사선 감지 효율을 높이고, 소형화 및 통합된 방사선

센서 개발을 통해 산업적 안전성을 증대할 수 있음.

<게재 현황 및 대표 그림>

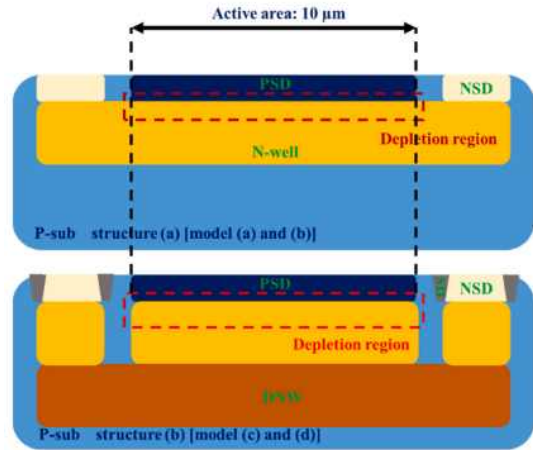
Nuclear Engineering and Technology  
Volume 56, Issue 8, August 2024, Pages 3076-3083

Original Article  
**Characterization of small single photon avalanche diode fabricated using standard 180nm CMOS process for digital SiPM**

+ Add to Mendeley   Share   Cite

<https://doi.org/10.1016/j.net.2024.03.006>   Get rights and content >

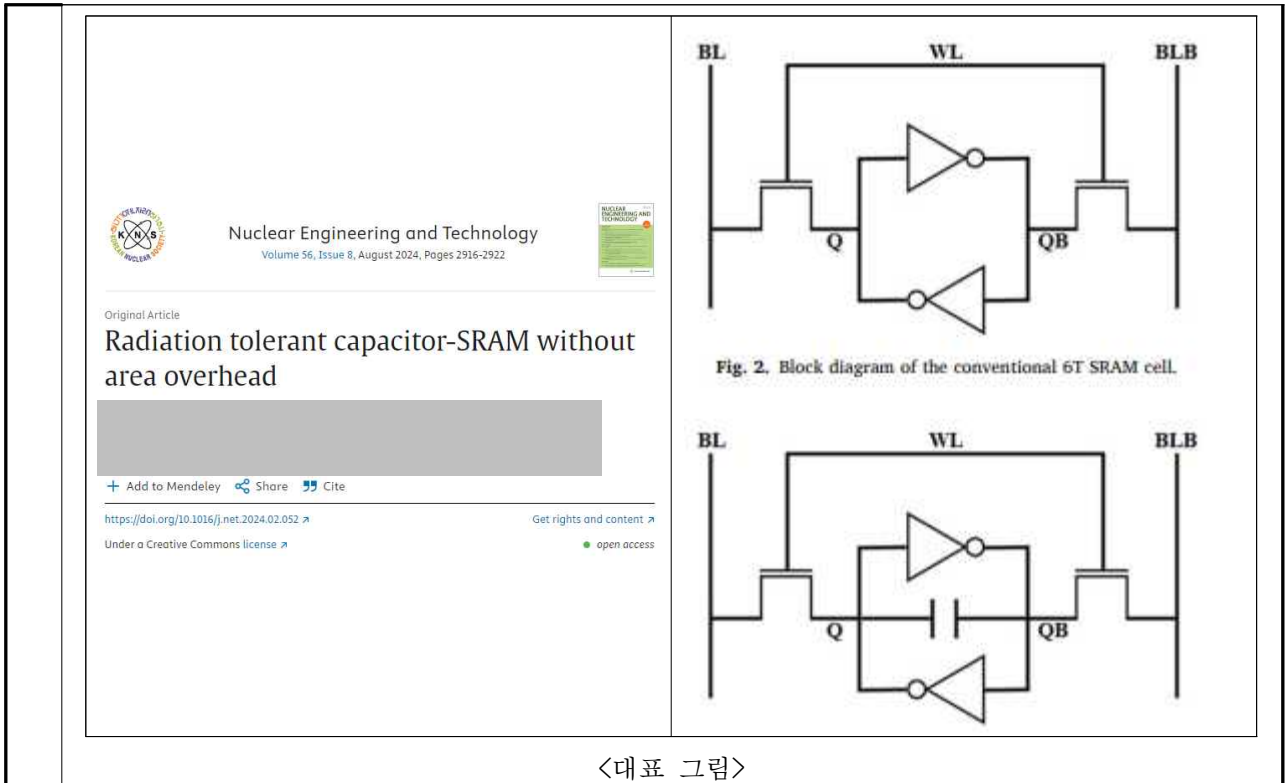
Under a Creative Commons license >   open access



권	권	이공계열	방사선기술	저널 논문	권
					Radiation Tolerant Capacitor-SRAM without Area Overhead
					Nuclear Engineering and Technology
					vol. 56, No. 8, pp. 2916-2922
					2024.08
					SCI(E), 2024 IF: 2.6

36

- . **우수성:** 이 연구는 기존 6T SRAM에 비해 방사선 내성을 높이고도 면적을 추가하지 않는 C-SRAM을 설계하여, 동일한 성능을 유지하며 내구성을 강화하였음.
- . **창의/혁신성:** 메탈 레이어를 겹쳐 생성된 금속 커패시터를 사용하여 방사선 환경에서도 데이터를 안정적으로 유지할 수 있는 새로운 접근을 도입함.
- . **비전 부합성:** 본 설계는 우주 및 방사선 환경에서 높은 신뢰성을 필요로 하는 메모리 응용 분야와 부합하여 방사선 안전성을 높이는 데 기여함.
- . **분야 기여:** C-SRAM은 6T SRAM과 동일한 크기에서 방사선 내성을 확보하여, 향후 방사선 저항성 메모리 기술 발전에 기여할 수 있음.
- . **산업/사회 기여:** 고방사선 환경에서도 신뢰성 있는 데이터 저장을 제공하여 원자력, 우주 산업 등에서의 안전성을 증대하는 데 기여할 수 있음.



<대표 그림>

② 교육연구단(팀)의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2023.9.1.(2024.3.1.)-2024.8.31.))

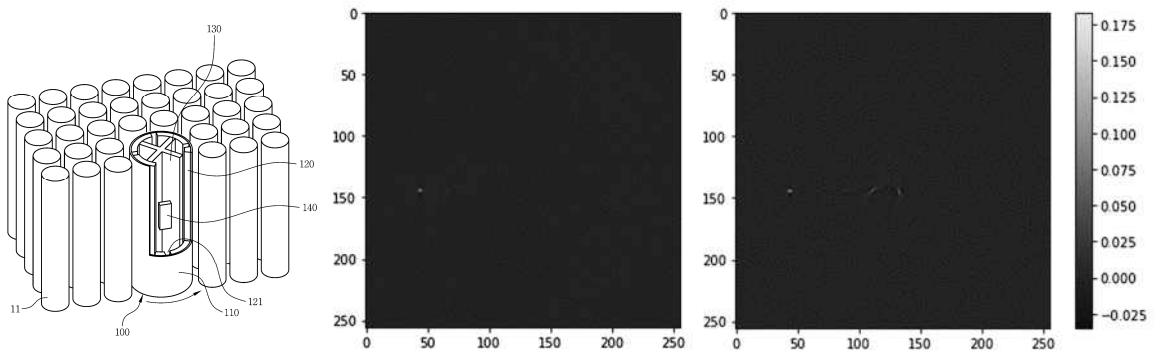
<표 3-3> 최근 1년간 참여교수의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>□ 본 교육연구팀의 민 [redacted] 교수는 2024년 6월 “Feasibility Study of Spent Fuel Internal Tomography (SFIT) for Partial Defect Detection within PWR Spent Nuclear Fuel” 라는 제목으로 <b>Nuclear Engineering and Technology</b>에 논문을 게재하였으며, 해당 저널은 <u>원자력 분야의 저널랭킹 상위 10% (2024 IF: 2.6, Quartile Q1, Rank in Radiology Category: 7/40) 이내의 저널로써 전세계적으로 상위의 우수 저널</u>로 잘 알려져 있음. 또한, 해당 기술에 대해 2024년 04월 미국에 특허를 출원한 바 있음.</p> <p>□ 창의성 및 혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 논문 및 특허는 기존 방출단층촬영장치의 한계점이었던 집합체 중심영역에 대한 부분결손 낮은 검증 정확도를 보완하기 위하여 고안된 검출기로, 방출단층촬영기술을 기반으로 제안된 새로운 형태의 검출기임.</li> </ul> <p>□ 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방사선의 거동을 확률적으로 해석할 수 있는 몬테칼로 전산모사를 기반으로, 기존 방출단층촬영 장치의 한계점을 보완하기 위하여 사용후핵연료 내 제어봉 안내관에 배치되는 새로운 유형의 검출기인 내부단층촬영장치(SFIT)가 제안됨. 해당 장치의 실현 가능성을 평가하기 위하여 4D 몬테칼로 전산모사 기술이 활용됨. 실현 가능성 평가 결과, 기존 방출단층촬영장치로는 검증이 어려운 사용후핵연료 중심영역에 대한 부분결손 검증이 어려웠으나, 내부단층촬영장치가 방출</li> </ul>

단층촬영장치와 함께 활용된다면 중심영역의 부분결손 검출 가능성이 확인됨. 해당 성과를 통해 도출된 검출기는 의료분야의 SPECT의 원리를 기반으로 구동되기 때문에, 다양한 치료환경에 따른 검출기 제작 등에 활용될 수 있을 것으로 예상됨. 따라서, 의료방사선 분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2024년 6월 Nuclear Engineering and Technology 저널에 게재 및 미국 특허 출원된 성과로, 주저자인 최형주는 2021-2024년 해당 주제에 대한 연구를 수행함으로써 사용후핵연료 부분결손 검사를 위한 최신기술을 개발하였음.



<게재 현황 및 대표 그림>

□ 본 교육연구팀의 정 [redacted] 교수는 2024년 6월 “Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm” 라는 제목으로 Nuclear Engineering and Technology에 논문을 게재하였으며, 해당 저널은 방사선 계측분야의 저널랭킹 상위 16.2% (2023 IF: 2.6, Quartile Q1.)이내의 저널로써 전 세계적으로 상위의 우수 저널로 잘 알려져 있음.

□ 창의성 및 혁신성

- 본 논문은 핵물질 및 방사성폐기물 저장시설에서의 방사선 사고에 신속하게 대응하기 위한 핵시설 모니터링 시스템을 개발하는 연구를 진행하였음. 개발된 시스템은 1) NaI(Tl) 기반 검출기와 FPGA-DAQ 시스템을 기반으로 한 멀티 센서 네트워크 그리고 2) 방사선원 위치 추적을 위한 인공 신경망 알고리즘을 사용하였음. 개발된 시스템의 높은 확장성을 바탕으로 원자력시설 및 핵활동 지역 이외에 병원, 연구실 등 방사성 물질을 이용하는 시설의 관리 및 감독을 위한 환경감시 시스템으로도 활용될 수 있음.

□ 비전과 목표와의 부합성

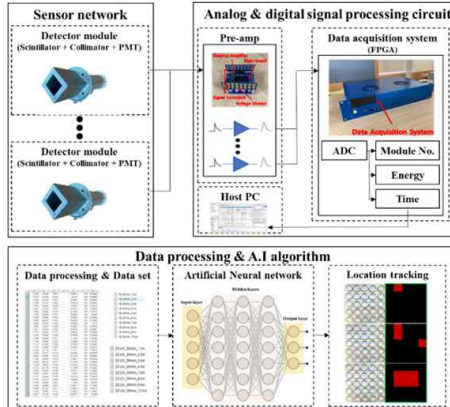
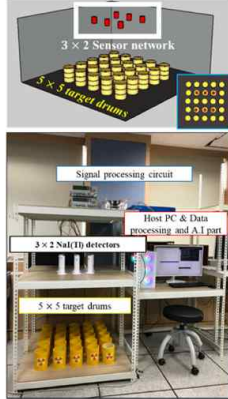
- 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통해 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.

□ 전공분야 기여도

- 해당 연구는 국내 방사성폐기물 및 핵시설 안전 규제와 감시 수준 기술 고도화와 동시에 방사선 계측의 중요 원천 기술을 국산화하는데 기여하였음. 본 연구를 통해 보다 향상된 방사선 안전관리 시스템을 구축함으로써 방사선 위험성에 대한 사회적인 불안감을 해소할 수 있을 것으로

기대 됨.

Monitoring system and storage facility



Nuclear Engineering and Technology 16 (2023) 4611–4626

Contents lists available at ScienceDirect  
Nuclear Engineering and Technology

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/NET](http://www.elsevier.com/locate/NET)

Original Article

**Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm**

Min Kyu Baek<sup>a</sup>, Insoo Kang<sup>a</sup>, Seongyeon Lee<sup>a</sup>, Yoon Soo Chung<sup>a</sup>, Jae Joon Ahn<sup>b</sup>, Yong Hyun Chung<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Nuclear Engineering, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea  
<sup>b</sup>Institute of Nuclear Science, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

The use of nuclear and radiation technologies has increased the importance of radiation safety and monitoring systems. In this study, we develop a nuclear facility monitoring system (NFMS) for rapid response to radiation accidents in nuclear power plants. (1) Multi-sensor network based on NaI(Tl) detector and PMT, (2) AI algorithm and (3) an artificial neural network (ANN) algorithm for tracking radioactive source location. The design and accuracy of the NFMS were evaluated to accurately track the location of radioactive materials and to identify the source using the multi-sensor network. To increase the location accuracy of NFMS, a nuclear facility was built and experiments were performed. Location accuracy was obtained by analyzing the measured counts for each detector using an artificial intelligence (AI) based ANN algorithm, confirming an accuracy of over 90%. The developed NFMS is expected to contribute to the safe management of radioactive materials in nuclear facilities.

**1. Introduction**

The use of nuclear and radiation technology is expanding in various fields such as medicine, energy and industry. As the demand for nuclear and radiation application increases, radiation safety and monitoring are becoming more important in well [1–3]. Radiation technology which is closely integrated into daily life, requires strong radiation safety measures to ensure public safety.

According to the International Atomic Energy Agency (IAEA), more than 2700 radioactive-related accidents occurred from 1950 to 2019, of which approximately 250 were confirmed to be illegal activities. The IAEA addresses issues related to radiation accidents in the field of safety and security, with an emphasis on, theft, loss, and unauthorized disposal of radioactive materials [1,2]. To prevent radiation accidents, internal and external security measures and monitoring of nuclear and radioactive material storage facilities are essential. Existing monitoring technologies include optical surveillance cameras, thermal measurement devices that detect heat emitted by radioactive materials, and radiation detector based systems [1–3]. Optical and thermal measurement devices with intuitive monitoring capabilities have limitations in tracking stolen sources and identifying radioisotopes [1,4,5]. Implementation of

a nuclear facility monitoring system (NFMS) is essential to prevent accidents such as radioactive theft and loss and to ensure accurate radiation analysis.

In a previous study, the performance of NFMS based on a multi-sensor network and AI algorithm for monitoring facilities was evaluated through Monte Carlo simulation [1,7]. The developed NFMS detects changes in the radiation field and sends an alarm in case of theft or leakage of radioactive materials.

The purpose of this study is to implement NFMS for monitoring large-scale radioactive material storage facilities and to evaluate system performance. To increase the accuracy of the location tracking capability, a multi-sensor network was optimized for experimental environment and output signals according to the source and management of detectors is organized into a database. The NFMS performs the location tracking of radioactive materials within a facility through an AI algorithm.

**2. Materials and methods**

**2.1. Principle of monitoring system**

Fig. 1 shows the architecture of the proposed nuclear facility

<sup>\*</sup> Corresponding author. E-mail address: [yongh@plaza.snu.ac.kr](mailto:yongh@plaza.snu.ac.kr) (Y.H. Chung).

<https://doi.org/10.1016/j.net.2023.04.001>

Received 15 February 2024; Received in revised form 26 April 2024; Accepted 8 June 2024

Available online 11 June 2024

1748-2375/© 2024 Korean Nuclear Society. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<게재 현황 및 대표 그림>

□ 본 교육연구팀의 조 [redacted] 교수는 2024년 04월 “Elimination of wraparound artifacts in spatial harmonic imaging using motion blurring” 라는 제목으로 **Optics and Lasers in Engineering**에 논문을 게재하였으며, 해당 저널은 **Optics 분야의 저널랭킹 상위 20% (2020 IF: 3.5, Quartile Q1, Rank in Radiology Category: 32/119) 이내의 저널로써 전세계적으로 상위의 우수 저널로 잘 알려져 있음.**

□ 창의성 및 혁신성

- 본 연구는 모션 블러링 원리를 활용한 새로운 스펙트럼 중첩 제거 기술을 개발하여, 공간 고조파 기반 암시야 영상에서 발생하는 **wraparound artifacts 문제를 해결함**으로써 기존 기술의 한계를 극복하였음.

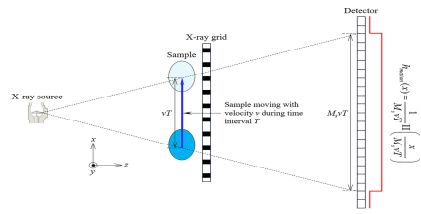
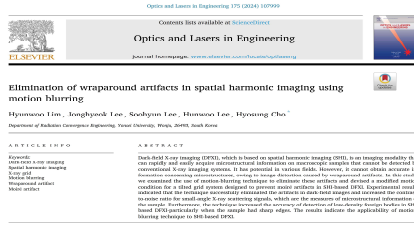
□ 비전과 목표와의 부합성

3

- 본 연구는 차세대 방사선 진단 기술인 **암시야 영상의 단점과 한계를 극복하여**, 해당 기술의 적용 가능성을 확대함으로써 의료 방사선 분야에서의 미래 가치를 선도하는 연구임.
- 본 연구를 통해 개발된 기술은 의료, 산업, 보안 분야에서 비파괴 검사 및 미세구조 탐지의 효율성을 크게 향상시킬 수 있음. 특히 **식품 검사, 제약 산업에서의 이물질 탐지, 보안 시스템에서의 위험 물질 검출** 등 다양한 산업적 응용이 가능하며, 의료 영상화 기술 발전에 기여하여 환자 진단 정확성을 높이고 방사선 노출을 줄이는 등의 사회적 기여를 할 것으로 기대됨.

□ 전공분야 기여도

- 2024년 04월 Journal of Optics and Lasers in Engineering 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 임 [redacted] 는 다년간 해당 주제에 대한 연구를 수행함으로써 **고조파 기반 암시야 영상의 화질 개선과 실용화 가능성을 높여 방사선 진단 및 융합영상 분야, 특히 암시야 X-선 영상화 기술의 연구 활성화와 상용화 발전에 기여하였음.**



<게재 현황 및 대표 그림>

□ 본 교육연구팀의 권 교수는 2021년 10월 “Radiation tolerant capacitor-SRAM without area overhead”라는 제목으로 Nuclear Engineering and Technology 저널에 게재되었으며, 방사선 환경에서의 메모리 소자 설계와 관련한 혁신적인 기술을 소개함. 이 저널은 원자력 및 방사선 공학 분야에서 상위 저널로 평가되며, 방사선 내성 메모리 연구 분야에서 기여함.

□ 창의성 및 혁신성

- 이 연구는 기존 6T SRAM 셀에 비해 동일한 면적에서 방사선 내성을 크게 향상시키는 새로운 C-SRAM 설계를 제안함. 기존의 복잡한 설계를 단순화하면서도, 금속 레이어를 겹쳐 커패시터를 삽입하는 방식으로 방사선으로 인한 오류 발생을 줄임. 이러한 설계는 추가 면적을 차지하지 않고도 방사선 환경에서의 데이터 보호를 크게 강화함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 이 연구는 우주 탐사, 원자력 발전소, 방사선 치료 등과 같이 방사선이 높은 환경에서 안정적인 메모리 성능을 요구하는 다양한 응용 분야에 매우 적합합니다. 방사선으로 인한 소프트 에러와 같은 문제를 해결할 수 있어, 차세대 고신뢰성 메모리 소자로서의 활용 가능성이 큼.

□ 전공분야 기여도

- 해당 연구는 방사선 내성 메모리 셀 설계에서 기존 방식보다 약 4.76배 더 높은 내구성을 확보했으며, 이로 인해 방사선 환경에서의 메모리 신뢰성을 높이는 새로운 기술로 자리 잡을 가능성이 있습니다.

4

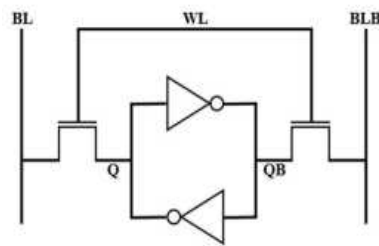
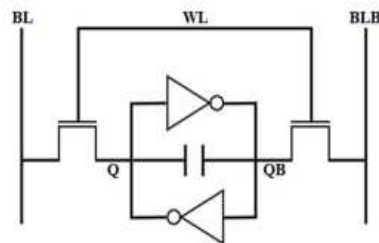


Fig. 2. Block diagram of the conventional 6T SRAM cell.



<게재 현황 및 대표 그림>

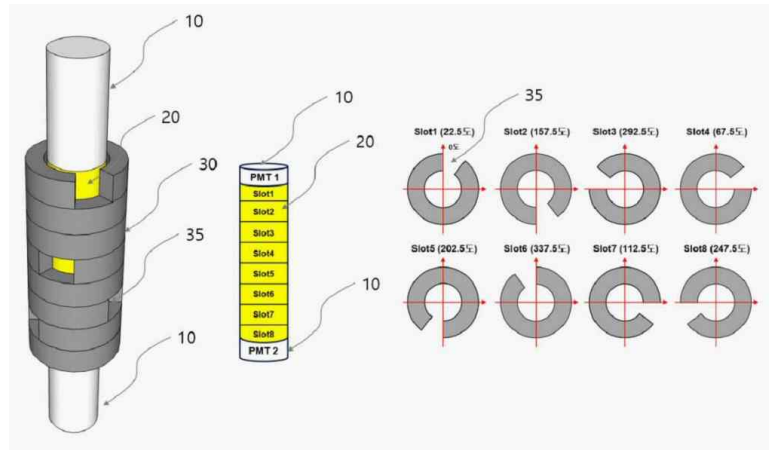
③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- 본 교육연구팀에서는 최근 1년간 국내·국제 특허 실적 11건을 달성하였으며(국내 출원 7건, 국제 출원 2건, 국내 등록 2건), 참여교수 1인당 평균 1.83건의 특허 출원·등록 성과를 달성하였음.
- 당초 사업 계획서 상에 명시했던 5년간 특허등록 30건(연평균 6건)의 실적과 비교했을 때 유사한 수준을 나타내며, 본 성과에 대한 창의성 및 혁신성, 비전과 목표와의 부합성, 전공분야 및 지역산업에의 기여도 등은 아래 목록과 같음.

<표 3-4> 최근 1년간 참여교수의 특허 실적

연번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	특허, 기술이전 실적 상세내용
					특허, 기술이전 실적의 우수성
1	민 [ ]	[ ]	방사선의료학	특허	민 [ ], 최 [ ], 최 [ ] 고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치 국외 출원 미국 18/700,700 출원일자: 2024.04.11
					<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>창의/혁신성:</b> 제안된 장치는 방출단층촬영기술을 응용하였으며, 이를 통해 기존 방출단층촬영장치의 한계점을 극복할 수 있음.</li> <li>· <b>비전 부합성:</b> 본 성과는 원자력 안전 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.</li> <li>· <b>분야 기여:</b> 해당 기술은 향후 사용후핵연료 관리 정책에 적용될 수 있을 것으로 기대됨.</li> <li>· <b>산업/사회 기여:</b> 본 연구에서 도출된 내부단층촬영장치는 향후 방출단층촬영장치와 함께 사용되어 국제 사용후핵연료 부분결손 검사를 위한 공인장비로써 활용될 수 있음.</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <p>&lt;대표 그림&gt;</p> </div>
2	정 [ ]	[ ]	방사선기술	특허	정 [ ], 정 [ ], 강 [ ], 백 [ ], 이 [ ] 단일섬광체와 DOI 방법을 이용한 방사선 모니터링 장치 및 방법 국내 출원 대한민국

- **창의/혁신성:** 제안된 기술은 단일 섬광체와 Depth Of Interaction (DOI) 측정기법을 이용하여 실시간으로 방향별로 입사하는 방사선원을 탐지하는 방사선원 방향탐지 시스템에 관한 것임. 제안된 시스템은 단일 섬광체를 이용하여 실시간으로 모든 방향의 방사선원의 탐지할 수 있으며, 방향별로 에너지 스펙트럼을 획득할 수 있어, 다수의 선원이 있는 환경에서도 문제 없이 사용 가능한 창의성을 보임.
- **비전 부합성:** 본 연구는 방사선 계측 및 방사선 안전 분야의 핵심적 기술을 기반으로 제안된 방사선 기술로, 본 교육연구팀의 비전 중 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.
- **분야 기여:** 방사성물질 감시 시스템의 발명은 원자력 시설, 방사선 응용 시설에서의 사고로 인한 잠재적인 위험으로부터 발생하는 환경 및 건강의 위협을 최소화하기 위한 필요성에서 비롯됨. 본 발명은 방사성물질의 누출이나 오염을 조기에 탐지하여 신속한 대응을 가능하게 하여, 방사선 사고 시 긴급대응 능력을 향상시킴. 또한, 관련 시설의 안전성 강화와 방사선 응용 기술의 발전 등 중요한 역할을 수행함. 이러한 다양한 측면에서 방사성물질 감시 시스템의 발명이 더욱 중요시 되고 있음.
- **산업/사회 기여:** - 환경방사능 측정하는 고정형 검출기를 대신하여 제안된 방향탐지 시스템을 사용할 경우, 방사능 발생 유무와 동시에 선원의 방향을 평가할 수 있을 것으로 기대됨. 방사성물질 사용 시설에 위치하여 방사성물질을 도난, 누출 등을 실시간으로 감시하여 사전에 방지하는 역할을 수행할 것으로 예상됨. 또한, 모바일 플랫폼에 결합하여 방사선 사고 시, 신속한 방사성물질의 제거 및 제염하는데 도움 될 것으로 예상됨.

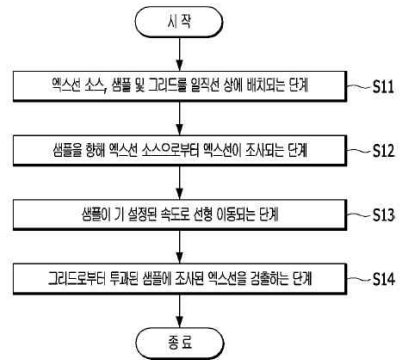
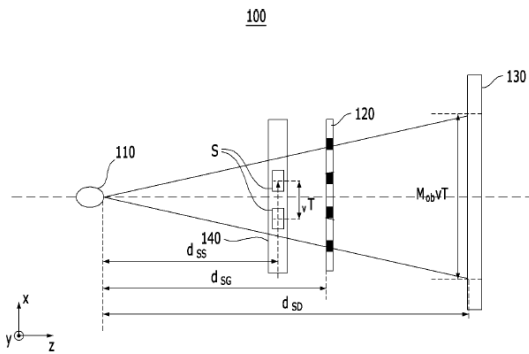


<대표 그림>

3	조 [redacted]	[redacted]	방사선과학	특허	조 [redacted] 임 [redacted] 이 [redacted] 이 [redacted]
					모션 블러링을 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상화 장치 출원 대한민국, PCT 10-2023-0141729 등록일자: 2023.10.23
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>창의/혁신성:</b> 제안된 기술 및 장치는 공간 고조파 기반 암시야 및 위상차 영상에서 발생하는 wraparound artifacts를 확대도 증가나 화질 저하 없이 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 기술을</li> </ul>					

제시함. 이는 기존 방법의 한계를 극복하는 혁신적인 접근임.

- . **비전 부합성:** 해당 기술은 차세대 방사선 진단 기술인 암시야 영상화의 단점과 한계를 극복할 수 있는 새로운 기술을 개발하였으며, 이는 방사선융합공학 분야에서 미래 의료 영상화 기술의 핵심적인 발전을 이끌어낼 수 있음.
- . **분야 기여:** 본 기술은 방사선 진단 및 융합영상 분야의 최신 기술인 암시야 X-선 영상 연구를 활성화시키고, 실용화 가능성을 높임으로써 해당란 분야의 발전에 기여함.
- . **산업/사회 기여:** 이 기술은 산업 및 보안 분야에서 컨베이어 벨트를 이용한 비파괴 검사 및 미세구조 탐지 시스템의 효율성을 크게 향상시킬 것으로 기대됨. 이를 통해 식품, 제약, 보안 시스템 등 다양한 산업에서 안전성과 품질을 증대시키는 데 기여할 수 있음

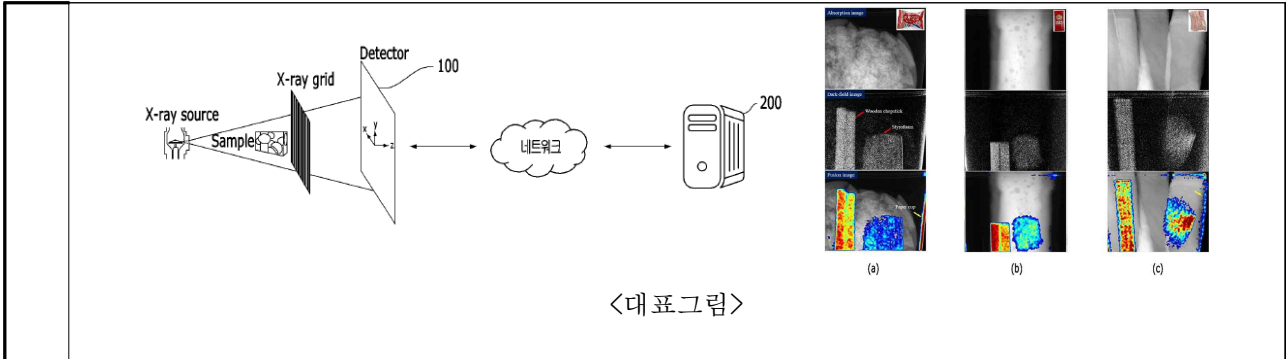


<대표그림>

조. [redacted]	[redacted]	방사선과학	특허	조 [redacted] 임 [redacted] 이 [redacted] 이 [redacted]
				단일 촬영 그리드 기반 암시야 엑스선 촬영을 이용한 식품 저밀도 이물질 검출 장치 및 방법
				출원
				대한민국
				10-2023-0141720
				등록일자: 2023.10.23

4

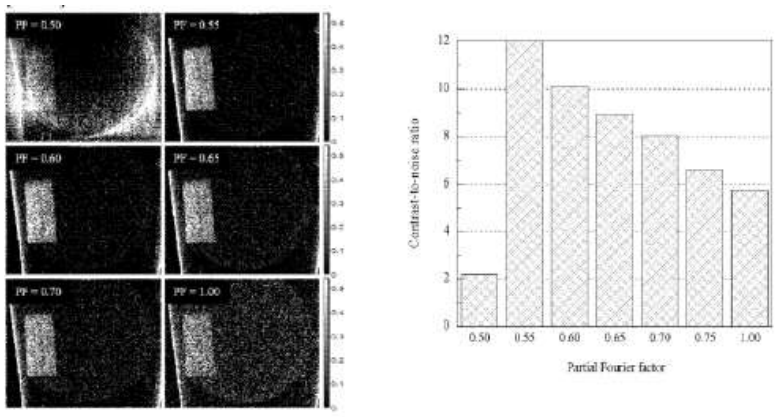
- . **창의/혁신성:** 본 기술은 단일 촬영 그리드 기반 암시야 X-선 영상화 기법을 이용하여 식품 내 저밀도 이물질을 효과적으로 검출할 수 있음. 이를 통해 기존 흡수 기반 X-선 영상보다 저밀도 이물질 검출 능력이 크게 향상되었음.
- . **비전 부합성:** 본 기술은 그리드 기반 암시야 X-선 영상화의 실용적이고 효율적인 응용 기술을 개발함으로써 차세대 방사선 진단 기술 발전에 선도적인 역할을 수행하였음.
- . **분야 기여:** 본 기술은 방사선융합 영상 분야에서 기존 기술로는 검출이 어려운 저밀도 이물질을 효과적으로 탐지함으로써, 기존 X-선 영상의 한계를 극복하고 암시야 영상 기술의 정확성과 적용 가능성을 확장하는 데 기여하였음.
- . **산업/사회 기여:** 본 기술은 식품 분야뿐만 아니라 저밀도 이물질 검출 기술이 필요한 제약, 보안 등 다양한 산업에서 활용 가능하여, 미세구조 탐지를 통해 품질 관리와 안전성을 높이는 데 크게 향상 시킬것으로 기대됨.



<대표그림>

5	조 [redacted]	[redacted]	방사선과학	특허	조 [redacted], 이 [redacted], 이 [redacted], 이 [redacted], 전 [redacted]
					확장 윈도우 함수를 이용한 엑스선 영상 내 인공물 제거 방법 및 이를 적용한 엑스선 영상 처리 장치
					국내 출원
					대한민국
					10-2023-0141721
출원일자: 2023.10.23					

- . **창의/혁신성:** 제안된 방법은 단일 격자 기반 암시야 엑스선 영상에서 발생하는 인공물 제거 방법에 대한 기술임.
- . **비전 부합성:** 본 성과는 의료방사선 및 방사선·원자력 안전 분야의 핵심적 기술 개발로 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 기술은 향후 국내 방사선 및 원자력 안전 분야의 기술 수준을 향상시킬 수 있음.
- . **산업/사회 기여:** 국내 방사선 영상 관련 기술 발전에 기여하였으며, 해당 결과는 향상된 의료 영상 및 산업 영상 진단에 크게 기여할 수 있음.



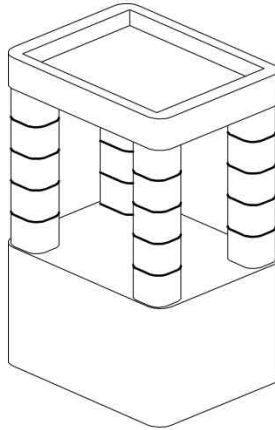
<대표그림>

6	한 [redacted]	[redacted]	방사선과학	특허	한 [redacted] 정 [redacted] 윤 [redacted] 연 [redacted] 민 [redacted]
					의료용 받침대
					등록
					대한민국
					30-1253045
등록일자: 2024.03.05					

- . **창의/혁신성:** 제안된 받침대는 뇌파 측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 사용하는 뇌파 측정 장치 및 자기공명영상 촬영 장치의 기구적 스펙, 피험자의 머리 높이, 뇌파 측정 장치의

증폭기 등의 구성 장치의 케이블 길이 등에 따라 증폭기 등의 구성 장치를 높게 받칠 수 있는 받침대임.

- . **비전 부합성:** 본 기술은 자기공명영상장치 내에서 자장의 영향 없이 신속하고 정확한 실험 진행을 할 수 있게 이바지함으로써, 본 교육연구팀의 비전 중 방사선융합공학 신기술 연구능력 배양에 부합함.
- . **분야 기여:** 해당 기술은 향후 국내 뇌파 측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 신속하고 정확한 실험 진행을 할 수 있게 이바지하였음.
- . **산업/사회 기여:** 해당 결과는 뇌파측정 및 자기공명영상 촬영을 동시에 진행할 시, 실험의 안정성을 높이는 데 크게 기여할 것으로 기대됨.



<대표그림>

7	염	방사선의료 학	특허	유, 최, 박, 염, 민, 김, 한
				방사선치료 환자의 체내 상태 모니터링 시스템 및 그 방법
				국내 출원
				대한민국
				10-2023-0121595 출원일자: 2023.09.13
<ul style="list-style-type: none"> <li>. <b>창의/혁신성:</b> 고화질 레퍼런스 CT 영상과 저화질 데일리 CT 영상을 통합하여 환자의 체내 상태를 신속하게 정량적으로 평가할 수 있는 시스템을 개발함.</li> <li>. <b>비전 부합성:</b> 환자의 상태 변화를 지속적으로 모니터링하여 보다 정확한 치료 계획 수립을 가능하게 하며, 이는 방사선 치료의 안전성과 효과성을 극대화하는 데 기여함.</li> <li>. <b>분야 기여:</b> 레퍼런스 CT 영상과 데일리 CT 영상 각각에 장기별로 구획화된 정보에 기초하여 환자 체내 상태를 정량적으로 평가함으로써, 환자의 체내 상태를 추적 관찰할 수 있으므로 환자 맞춤형으로 치료 진행 및 중단 여부를 명확한 기준으로 결정할 수 있고, 예상치 못한 치료 부작용 및 합병증을 줄여 고품질의 암 치료 서비스를 제공할 수 있음.</li> <li>. <b>산업/사회 기여:</b> 환자의 치료 부작용 및 합병증을 최소화하여 의료 서비스의 질을 향상시키는 데 기여함. 이 시스템은 고가의 전문 장비 의존도를 줄여 경제적이고 효과적인 방사선치료를 보편화할 수 있는 가능성을 제공함. 방사선치료의 접근성을 높이고, 환자 맞춤형 정밀 치료를 통해 사회적 혜택을 확산시킬 것으로 기대됨.</li> </ul>				

8	[ ]	[ ]	방사선의료학	특허	염 [ ], 최 [ ], 천 [ ], 한 [ ], 유 [ ], 민 [ ], 성 [ ]
					전신 장기별 피폭선량 예측 시스템 및 그 방법
					국내 출원
					대한민국
					10-2023-0183469 출원일자: 2023.12.15
<p>· <b>창의/혁신성:</b> 본 발명은 ICRP 표준 인체 전신 팬텀을 활용하여 방사선치료 환자의 전신 장기별 피폭선량을 정량적으로 예측할 수 있는 시스템을 개발함. 특히, 개별 환자의 피폭 부위와 선량에 기반한 맞춤형 2차 발암 위험도 평가를 통해, 개인화된 의료방사선 안전 관리를 실현할 수 있는 기초를 마련함.</p> <p>· <b>비전 부합성:</b> 방사선 피폭에 따른 환자의 건강 리스크를 최소화하고자 하며, 방사선 치료의 정당화 및 최적화 원칙을 보다 체계적으로 적용할 수 있도록 함.</p> <p>· <b>분야 기여:</b> 환자의 피폭 부위 및 피폭선량에 따른 인체 전신의 위해도 수치를 표준화된 방식을 통해 정량적으로 제시하여 기준의 객관성을 향상시킬 수 있음.</p> <p>· <b>산업/사회 기여:</b> 의료방사선 피폭에 대하여 수준 높은 전신선량 측정 기술을 확보하고, 환자의 성별 및 체형을 고려하여 전신의 주요 장기별 피폭선량 평가를 토대로 2차 발암 위험도를 모니터링함으로써 체계적인 환자 안전관리 기술을 확보할 수 있음.</p>					

④ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획 (우수 논문, 특허, 학술대회발표, 기술이전, 창업 등)

□ 연구수월성 제고를 위한 연구환경 개선

- 연구 실적 평가를 통해 우수 대학원생의 해외 학술대회 참가를 지원함.
- 연구 실적에 따른 인센티브 지원을 위한 구체적 방안은 다음과 같음.
  - SCI논문 1건당 주저자 10점, 공저자 5점 부여
  - 발표자에 한해 건당 국제학회 3점, 국내학회 1점 부여
  - 업적 우수학생에게 연구장려금 지급 및 해외단기연수/학회발표 우선권 부여
  - 학술논문(SCI) 중 매년 우수 논문을 3편 선정하여(IF 위주) 인센티브 지급
  - 국내외 주요 학술대회에서 우수논문상(포스터 포함)을 수상한 학생에게 인센티브 지급
- 대학원생에 대해 연구 조교비 및 장학제도를 강화하여 연구에 전념할 수 있는 여건을 마련함.
- 대학원생 전용공간 확충(강의실, 세미나실, 대학원 연구실) 및 휴게 공간을 확보함.
- 연구기자재 확충 및 전자도서관의 의료방사선분야 e-Journal 서비스를 확대 제공함.

□ 연구역량 향상을 위한 산학협력 연구 활성화

- 지역의 의료방사선과 관련된 기업체들과 가족회사 제도를 운영하며, 각 회사의 애로기술을 해결하기 위한 공동연구를 활성화 함.
- 산업체와 인턴십, 맞춤형 교육과정 등을 공동으로 운영하여 대학원생들에 대한 현장 및 실무교육을 강화함.
- 산업체, 연구소 및 병원들과의 협력 연구를 통한 기술이전 및 산업화 연구과제 수주를 확대 추진함.
- 원주혁신도시에 위치한 공공기관 중에서 의료방사선과 관련된 건강보험심사평가원, 국립과학수사연구원 등과 워크숍 및 세미나를 통해 산·학·연 연구주제를 발굴하고, 공동연구를 추진함.

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

- 교육연구팀은 산업·사회 문제 해결 및 인적교류 활성화를 위해 여러 기업체들과 연계하여 미래형 연구

과제를 도출하고 지속적으로 중·단기과제를 수행하고 있음.

- 기업체의 실질적인 제품 및 검증/평가기술 개발에 능동적으로 참여함으로써 산업체의 우수제품 생산을 통한 고부가가치화 및 지역기업의 시장경쟁력을 향상시킴과 동시에 기업체 수요 기반의 현장맞춤형 체험교육을 제공함.

<표 3-5> 교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적

연번	실적명	참여교수명	실적 요약
1	방사선치료 시 안구보호를 위한 안구차폐체 개발 및 사업화	민 [ ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방사선 치료 시 안구 보호를 위한 연구 장비 및 절차는 환자의 시각 기능 유지와 삶의 질 향상에 필수적인 요소임.</li> <li>• 제안된 연구는 안구 보호 장치의 효과를 극대화하면서 방사선 치료의 정확성을 동시에 확보할 수 있도록 설계됨.</li> <li>• 개발된 장비와 절차는 병원 및 연구소 등 방사선 치료가 이루어지는 다양한 환경에서 적용될 수 있으며, 국제적으로도 경쟁력 있는 기술로 확장 가능성이 있음.</li> <li>• 방사선 치료로 인한 부작용에 대한 국민적 우려가 있는 상황에서, 본 연구 개발을 통해 향상된 방사선 안전관리 시스템을 구축하여 사회적 불안감을 해소할 수 있을 것으로 기대됨.</li> <li>• 또한, 다학제간 융합 연구를 통해 실용적인 임상 적용과 산학협력 강화에 필요한 인력 양성에 기여할 수 있음.</li> </ul>
2	Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm	정 [ ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방사성 물질의 영상화 및 감시 기술은 원자력발전소의 관리 및 감독에 있어서 필수적인 요소임.</li> <li>• 제안된 기술은 다수의 인원이 요구되던 핵물질 및 핵활동 감시의 효율성과 안정성을 동시에 향상시킬 수 있음.</li> <li>• 개발된 시스템의 높은 확장성을 바탕으로 원자력시설 및 핵활동 지역 이외에 병원, 연구실 등 방사성 물질을 이용하는 시설의 관리 및 감독을 위한 환경감시시스템으로도 활용될 수 있음.</li> <li>• 원전시설이나 핵테러에 대한 위험성을 국민적으로 인지하고 있는 시국에서 본 기술 개발을 통해 보다 향상된 방사선 안전관리 시스템을 구축함으로써 사회적인 불안감을 해소할 수 있을 것으로 기대됨.</li> <li>• 또한 다학제간의 융복합 연구를 통해 사회적 가치 창출 및 산학협력 강화에 필요한 인력 양성에 기여할 수 있음.</li> </ul>
3	바텍과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구	조 [ ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VYSION 연구센터에서는 CBCT 투영영상 기반 파노라마 재구성 알고리즘 개발 및 연구를 진행하여 알고리즘의 유용성을 확인.</li> <li>• 그러나 최적화되지 않은 프로토타입 알고리즘으로, 메모리 및 화질의 개선이 필요함.</li> <li>• 따라서 최적화 과정을 통해 기존 CBCT 투영영상 기반 파노라마 재구성 알고리즘의 최적화를 진행.</li> <li>• 두 종류의 영상을 획득하기 위해 발생하는 공간 및 비용적 비효율 극복 및 환자의 이중 피폭이 감소될 것으로 기대됨.</li> </ul>
4	몬테칼로 전산모사를 활용한 C-arm 작업자용 차폐복의 차폐 물질 성능	염 [ ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (주)스페이스엔빈 기업의 애로기술인 ‘C-arm 촬영 종사자용 차폐물질 종류에 따른 종사자 장기 선량 평가’를 위해 몬테칼로 전산모사 기법과 최신 ICRP 표준 인체모델을 활</li> </ul>

	평가		<p>용하여 C-arm 작업자의 방사선 피폭 선량 평가기술을 개발하고, 차폐복 차폐물질에 따른 차폐율 변화 데이터를 구축할 것임.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당 연구팀은 한(주)스페이스엔빈 기업과의 산학 협력 연구를 수행함으로써 본 교육연구팀의 핵심 목표 중 하나인 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 우수인재 양성에 부합한 연구를 수행함.</li> <li>• 장기적인 관점에서 C-arm 작업자용 차폐복 차폐 물질에 따른 차폐율 변화 데이터를 구축함으로써 차폐복 설계의 최적화를 위한 기초 자료를 제공할 뿐만 아니라, 작업자의 피폭 위험을 최소화하는 방안을 도출하는데 기여할 것으로 기대됨.</li> </ul>
5	PET-CT 촬영 환자의 내·외부 피폭선량 평가 기술개발	업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최첨단 몬테칼로 방사선 수송 전산모사 및 최신 ICRP 표준인체모델을 이용하여 PET-CT 촬영 동안 환자가 받은 피폭선량을 정확하고 신속하게 평가할 수 있는 기술을 개발하고자 함.</li> <li>• 본 교육연구팀은 원주세브란스기독병원과의 산학 협력연구를 통해 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 우수인재 양성에 기여할 수 있음.</li> <li>• 의료기관별 환자의 피폭선량을 지속적으로 관리할 수 있는 의료방사선 피폭방사선량 이력관리 시스템 개발 등과 같은 새로운 형태의 기술개발에도 일조할 수 있을 것으로 기대됨.</li> </ul>
6	초소형 누출 방사선 감시 및 실시간 핵종 판별 기술 개발	권	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원전의 방사선 사건·사고 발생 시, 누출 방사성물질을 신속하고 정확하게 측정할 수 있는 초소형 군집 방사선 계측 기술 필요.</li> <li>• 본 연구는 원전의 방사선 누출 사고를 조기에 탐지하고 조치할 수 있는 필수 정보를 제공하고 원자력 안전 시스템 고도화에 기여함.</li> </ul>

연번	교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
1	<p>. 창의/혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 안구 차폐체의 문제점을 개선하여 의료방사선 치료 시 환자 맞춤형 안구 차폐체의 원천 기술을 확보하고, 안구 보호 장비의 국산화를 통해 방사선 치료의 부작용을 최소화하고 치료 효과를 극대화하고자 함.</li> <li>○ 3D 프린팅 기술(Digital Light Processing, DLP)을 이용하여 몰드를 제작하고, 실리콘을 주입하여 진공 챔버에서 경화하는 과정을 통해 유연한 더미 안구 차폐체를 제작하는 기술을 개발함. 이는 의료방사선 분야에서 새로운 차폐체 제작 방식을 제시하는 창의적인 접근임.</li> </ul> <p>. 비전 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 교육연구팀은 파프리카랩과의 산·학 협력연구를 통해 의료방사선 치료 시 안구 보호를 위한 안구 차폐체 개발 및 사업화를 추진함. 이는 의료방사선 분야의 기술 발전과 환자의 안전에 기여하고자 하는 본 교육연구팀의 비전에 부합함.</li> <li>○ 의료방사선 기술의 산업적 활용을 통해 국민 건강 증진에 기여하고자 하는 본 교육연구팀의 비전에 부합함.</li> </ul> <p>. 분야 기여</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 의료방사선 치료 분야에서 환자 맞춤형 안구 차폐체 개발을 통해 안구 보호 및 정확한</li> </ul>

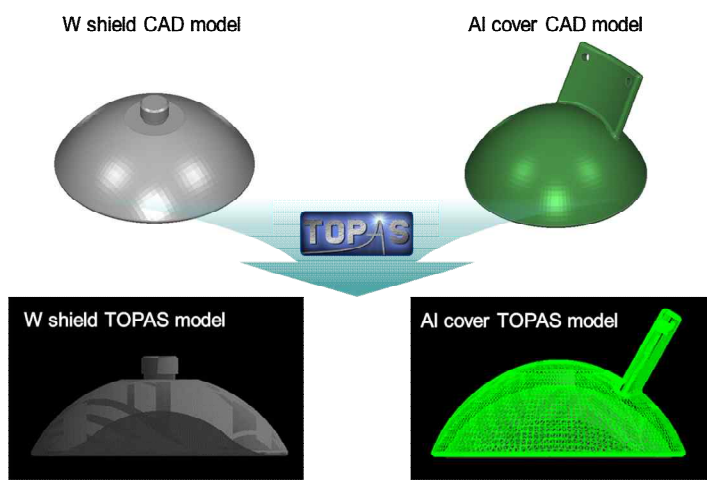
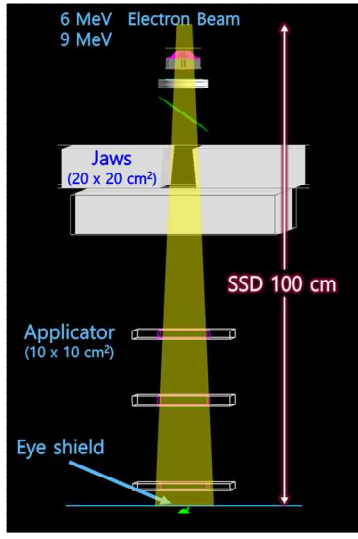
**연번** **교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명**

선량 전달을 가능하게 함. 이는 의료방사선 치료의 정확성과 안전성을 향상시키는 데 크게 기여할 것으로 기대됨.

- 유연한 더미 안구 차폐체 제작 기술을 통해 CT 시뮬레이션에서 금속 아티팩트 없이 정확한 구조적 데이터를 제공하여 정확한 방사선 치료 계획 수립을 가능하게 함. 이는 의료방사선 치료 계획의 정확성을 높여 치료 효과를 향상시키는 데 기여할 것임.

**산업/사회 기여**

- 안구 차폐체 국산화를 통해 해외 수입 의존도를 낮추고 국내 의료방사선 기기 산업 발전에 기여함.
- 의료방사선 치료 분야에서 환자 맞춤형 안구 차폐체 개발 및 사업화를 통해 방사선 치료의 안전성과 효율성을 높여 환자들의 삶의 질 향상에 기여함. 특히, 의료방사선 치료는 암 치료에 중요한 역할을 하므로, 본 연구는 암 환자의 치료 결과 개선 및 삶의 질 향상에 크게 기여할 것으로 기대됨.



<대표 성과물>

**창의/혁신성**

- 해당 실적은 “Performance evaluation of a nuclear facility monitoring system using multi-sensor network and artificial intelligence algorithm” 으로 핵물질 및 방사성폐기물 저장시설에서의 방사선 사고에 신속하게 대응하기 위한 핵시설 모니터링 시스템을 개발하는 연구를 진행하였음. 개발된 시스템은 1) NaI(Tl) 기반 검출기와 FPGA-DAQ 시스템을 기반으로 한 멀티 센서 네트워크 그리고 2) 방사선원 위치 추적을 위한 인공 신경망 알고리즘을 사용하였음.

2

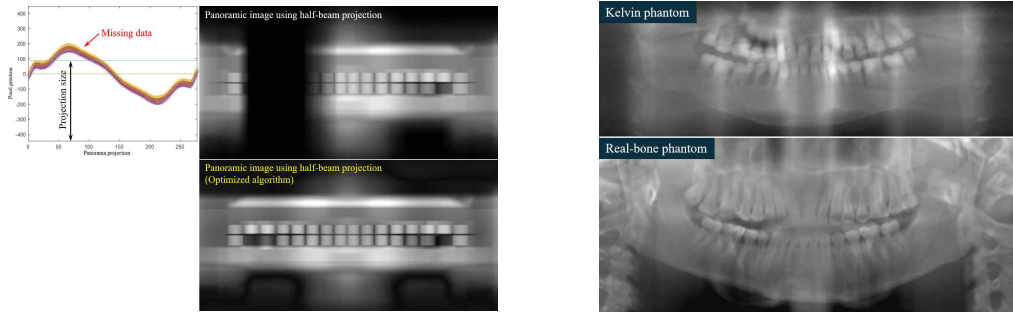
**비전 부합성**

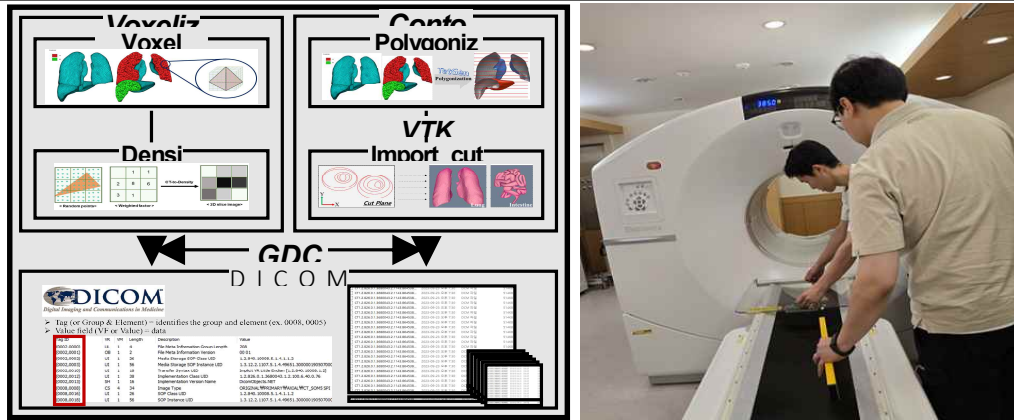
- 해당 연구는 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통해 사회문제 해결형 방사선 계측 기기를 개발하였으며, 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함.

**분야 기여**

- 감마선 검출기 제작기술, 신호처리기술, 영상재구성 알고리즘 등 방사선 감시 시스템의 핵심기술 확보를 통해 전문인력 양성 및 국내 기술 원천 확보를 기대할 수 있음.



연번	교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
	<p>- 해당 기술 구현을 통해 두 종류의 영상을 획득하기 위해 발생하는 공간 및 비용적 비효율 극복 및 환자의 이중 피폭이 감소될 것으로 기대됨.</p> 
4	<p>. 창의/혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최첨단 몬테칼로 전산모사 기법 및 최신 ICRP 표준팬텀을 이용하여 PET-CT 촬영 동안 환자가 받은 피폭선량을 정확하고 신속하게 평가할 수 있는 기술을 개발을 목적으로 함.</li> <li>○ 10명 이상의 다양한 환자에 대한 PET-CT 촬영에 따른 임상 데이터를 확보함으로써 PET-CT 환자 영상 및 ICRP 표준팬텀간 정합기술을 개발함.</li> </ul> <p>. 비전 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 교육연구팀은 원주세브란스기독병원과의 산·학 협력연구를 통해 실제 임상 환경에서 PET-CT 촬영동안 환자가 받은 피폭상황 파악 협조받음으로써, PET-CT 환자 영상과 최신 ICRP 표준팬텀간 정합기술을 개발함. 본 교육연구팀의 핵심 목표 중 하나인 <u>다학제간 융합 및 산학협력 강화</u>를 통한 <u>사회문제 해결형 우수인재 양성</u>에 부합함.</li> </ul> <p>. 분야 기여</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현존하는 인체모델 중 실제 인체 구조를 가장 정밀하게 모사하는 최신 ICRP 공인 표준팬텀을 활용하고, 영상의학검사 기기별 구동 원리에 따른 4차원 몬테칼로 전산모사 기술을 적용하여 기존보다 신뢰도 높은 선량평가 시스템을 도입할 수 있을 것으로 기대됨.</li> <li>○ 의료기관별 환자의 피폭선량을 지속적으로 관리할 수 있는 의료방사선 피폭방사선량 이력 관리 시스템 개발 등과 같은 새로운 형태의 기술개발에도 일조할 수 있을 것으로 기대됨.</li> </ul> <p>. 산업/사회 기여</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 의료방사선 진단검사에 해당 기술을 도입함으로써, 기존보다 체계적인 환자 안전관리 시스템을 구축하고, 이를 통해 기존보다 신뢰도 높은 자료로써 의료방사선에 의한 피폭의 정당성을 확립함. 이러한 기술적 지원을 통해 <u>기업의 당면문제 해결에 도움</u>을 주었음.</li> </ul>



<대표 성과물>

5

· 창의/혁신성

- C-arm 시스템은 동적 영상을 제공하여 정형외과, 흉부외과, 응급 치료 등 다양한 분야에서 보조기구로 널리 사용되고 있지만, 장시간 동안 엑스선이 지속적으로 발생됨으로써 시술자에게 방사선 피폭의 위험성이 있음.
- 실제 작업자가 받는 선량을 정확하게 평가하고자 하며, 특히 작업자용 차폐복 물질 종류에 따른 작업자의 장기 선량 변화를 분석하여 차폐복 설계의 최적화를 위한 기초 자료로 사용하고자 함.
- 최첨단 몬테칼로 방사선 수송 전산모사와 최신 ICRP 표준 인체모델을 이용하여 C-arm 촬영동안 작업자가 받은 피폭선량을 정확하고 신속하게 평가할 수 있는 기술을 개발하고, 차폐체 두께별 작업자의 장기선량 분포 변화를 비교하고자 함.

· 비전 부합성

- ㈜스페이스앤빈 기업의 에로기술인 ‘C-arm 촬영 종사자용 차폐 물질 종류에 따른 종사자 장기 선량 평가’를 위해 몬테칼로 전산모사 기법과 최신 ICRP 표준 인체모델을 활용하여 C-arm 작업자의 방사선 피폭 선량 평가기술을 개발하고, 차폐복 차폐 물질에 따른 차폐율 변화 데이터를 구축함.
- 해당 연구팀은 한(주)스페이스앤빈 기업과의 산학 협력 연구를 수행함으로써 본 교육연구팀의 핵심 목표 중 하나인 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 우수인재 양성에 부합한 연구를 수행함.

· 분야 기여

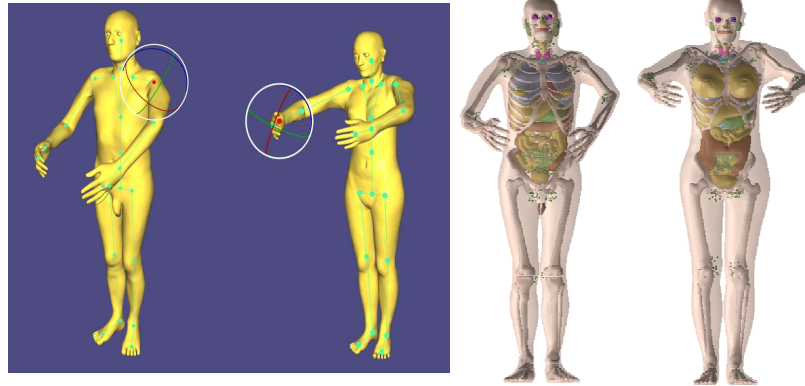
- 현존하는 인체모델 중 실제 인체 구조를 가장 정밀하게 모사하는 최신 ICRP 공인 인체모델 활용하고, C-arm 구동 원리에 따른 4차원 몬테칼로 전산모사 기술을 적용하여 작업자에 대한 신뢰도가 높은 선량평가 방법론 개발을 통해 실제 작업자의 안전관리 체계에 도움이 될 것으로 기대됨.

· 산업/사회 기여

- 장기적인 관점에서 C-arm 작업자용 차폐복 차폐 물질에 따른 차폐율 변화 데이터를 구축함으로써 차폐복 설계의 최적화를 위한 기초 자료를 제공할 뿐만 아니라, 작업자의 피폭 위험을 최소화하는 방안을 도출하는데 기여할 것으로 기대됨.

연번

교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명



<대표 성과물>

. 창의/혁신성

- 해당 실적은 “초소형 누출 방사선 감시 및 실시간 핵종 판별 기술 개발”로 원전의 중대 사고 감시 및 안정성 향성을 위한 기술 개발임.
- 초소형 검출기를 제작하여 원자력발전소의 누출 방사선을 감시하고자 함. 연세대학교는 필수 전자부품인 내방사선 회로 및 시스템을 설계 및 검증하고 인공지능 기술을 활용하여 계측 데이터로부터 실시간으로 핵종판별하여 협력업체의 애로기술 해결을 도모함.

. 비전 부합성

- 해당 연구팀은 (주)엠원인터네셔널 및 한국원자력연구원과의 협력 연구를 수행함으로써 본 교육연구팀의 핵심 목표 중 하나인 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 우수인재 양성에 부합한 연구를 진행함. 이를 기반으로 국제 공동, 협력 교육 및 연구 기반 국제화 역량 강화를 통해 방사선분야 전문화를 이루고자 함.

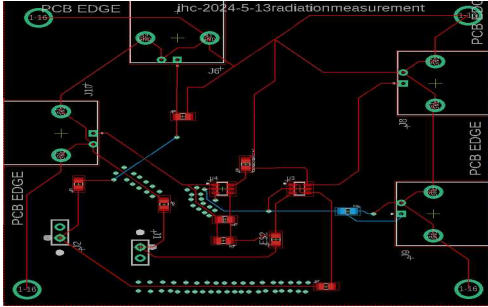
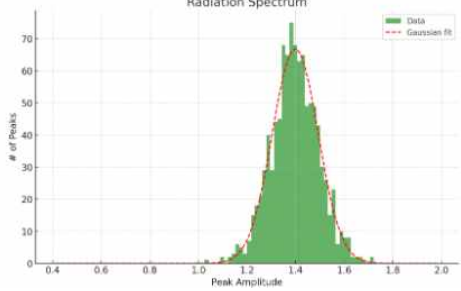
6

. 분야 기여

- 방사선 검출기 제작기술, 신호처리기술, 초소형 집적회로 설계 기술 등 방사선 계측 시스템의 핵심기술 확보를 통해 전문인력 양성 및 국내 기술 원천 확보를 기대할 수 있음.
- 또한 원자로 내부 감시나 우주 환경 등 고선량의 방사선에 노출되는 환경에서 보다 정확한 계측이 가능하도록 활용될 수 있음.

. 산업/사회 기여

- 해당 방사선 계측 시스템은 원전의 방사선 사고 시 방사성물질을 신속하고 정확하게 측정할 수 있음
- 반도체 회로 기술을 활용한 초소형 방사선 검출기 설계
- 딥러닝 모델을 이용하여 적은 수의 계측 데이터로 핵종을 수 초 이내 판별하는 방안
- 국내 초소형 집적회로 설계 분야의 고급인력 양성 및 방사선 계측 분야의 국내 기술 발전 및 국가 경쟁력 향상에 기여

연번	교육연구팀 참여교수의 산업·사회 문제 해결 기여 실적 설명
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">〈대표 성과물〉</p>

□ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- 본 교육연구팀은 다년간의 산학협력 수행 경험을 바탕으로 지역 산업 및 사회문제 해결을 위한 중심적인 역할과 실질적인 기여를 할 수 있도록 산·학·연·병원 공동연구, 국제공동연구, 참여형 프로그램 개발 등 다양한 방안을 모색하여 의료방사선 분야의 창의적이고 융합능력을 갖춘 문제 해결형 인재를 양성하고 있음.
- 지역산업체-연세대-지역공공기관의 지식 및 기술 융합을 통해 지역 산업체의 사업 인프라를 확충하고, 의료방사선 연구 활성화를 위한 지원을 확대함.
- 첨단 의료방사선 분야의 연구 역량을 활용하여 방사선산업의 사회 문제인 방사선 안전과 강원도 지역사회 문제인 고령화 문제 해결에 기여할 수 있는 연구를 수행하고자 함.
- 산업·사회 문제 해결을 위한 인적교류 활성화 지원 방안은 아래와 같음.
  - 산업현장의 요구를 반영한 사회문제 해결형 교과목 운영을 통해 전문인력 양성
  - 기업체와 공동으로 중·단기 연수 프로그램을 개발함으로써 실무능력 향상을 위한 현장맞춤형 실습 교과목을 개설 및 운영
  - 산업체 기술인력 재교육을 위한 교육훈련 및 세미나 개최
  - 학생들의 현장 실무교육을 위한 산업체 인력의 겸임교수 위촉
  - 산업체 인턴십 제도 및 현장실습 프로그램 활성화
  - 기업체의 CEO들을 초청하여 산학협력 및 교육 프로그램 활성화
  - 산업체와 연구 성과를 공유하기 위한 교류협의체를 구성 및 활성화하여 기술·정보·상호협력관계 구축, 산학 연구능력의 발전 도모
  - 산업체, 병원 및 지역 공공기관과의 협의를 통해 미래형 신기술 연구 과제를 도출하고 중·단기 과제를 수행하여 특화된 인력양성

### 3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

#### ① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

- 민 [ ] 교수: 국제 학술활동은 방사선치료, 방사선방호 및 방사선 계측 분야 등 다방면에서 매우 활발함. 최근 5회 국제학술회의에 참석하였으며, 다수의 논문을 발표하고 초청강연 또한 진행하였음.

국제 학술대회	개최국
2023 FARO(Federation of Asian Organizations for Radiation Oncology) & KOSRO(Korean Society for Radiation Oncology)	한국
2023 Yonsei & Nagoya Exchange Meeting	일본
2024 PTCOG-AO (Asia-Oceania Particle Therapy Co-Operative Group)	싱가포르
2024 iWORID (International Workshop on Radiation Imaging Detectors)	포르투갈
2024 ICCR (International Conference on the use of Computers in Radiation therapy)	프랑스

- 정 [ ] 교수: 방사선 계측 분야의 국제 학술 활동은 매년 1번 이상 매우 활발히 참여하였음.

국제 학술대회	개최국
2024 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	캐나다

- 조 [ ] 교수: 국제 학술활동은 저선량 진단의료영상 및 인공지능 융합의 의료영상 신기술 방면에서 매우 활발함. 최근 2회 국제학술회의에 참석하였음.

국제 학술대회	개최국
25th International Workshop on Radiation Imaging Detectors	포르투갈
2024 AAPM Annual Meeting	미국

- 한 [ ] 교수: 국제 학술활동은 자기공명영상 및 뇌신경과학, 분자 영상 분야 등 다방면에서 매우 활발함. 매년 1번 이상 참석하였음.

국제 학술대회	개최국
2023 The 11th International Congress on Magnetic Resonance Imaging & 28th Annual Scientific Meeting of KSMRM	한국

- 염 [ ] 교수: 국제 학술활동은 방사선방호 및 방사선방호 등의 연구분야에서 많은 활동을 수행하고 있음. 최근 2회 국제학술회의에 참석하였으며, 다수의 논문을 발표하였음. 또한 2023.01.17에 ICRP 145 권고를 소개하는 Webinar 형식의 국제 강연을 진행함.

국제 학술대회	개최국
ICRP 2023, the 7th International Symposium on the System of Radiological Protection	일본
2024 IRPA 16 69 <sup>th</sup> HPS Annual Meeting	미국

ICRP TG113 : in person meeting	독일
2024 Annual Meeting of Asian Radiation Dosimetry Group	중국
2024 ICRP Webinar	Virtual Conference

○ 권 교수: 방사선 계측 분야의 국제 학술활동은 매년 1번 이상 매우 활발히 참여하였음.

국제 학술대회	개최국
American Nuclear Society 13th Nuclear Plant Instrumentation, Control & Human-Machine Interface Technologies	미국
2023 Symposium on Radiation Measurements and Applications	미국
2024 American Nuclear Society Annual Conference	미국
2023 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	캐나다

## ② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단(팀) 참여교수	국외 공동연구자			
1	민 회	Chan-soo Choi	미국 / University of Florida	Implication of ICRP pediatric reference voxel phantoms on dose assessment of patients in radioiodine therapy	<a href="https://doi.org/10.1016/j.net.2024.01.033">https://doi.org/10.1016/j.net.2024.01.033</a>
2	민 회	Chan-soo Choi	미국 / University of Florida	Implementation of Visible monkey into general-purpose Monte Carlo codes: MCNP, PHITS, and Geant4	<a href="https://doi.org/10.1016/j.net.2023.07.016">https://doi.org/10.1016/j.net.2023.07.016</a>
3	엽 수	Choi, Chansoo; Bolch, Wesley E.; Jokisch, Derek W; Han, Haegin; Lee, Choonsik	미국 / University of Florida, National Cancer Institute	Development of Respiratory Tract Organs for ICRP Pediatric Mesh-type Reference Computational Phantoms	10.1097/HP.00000 00000001740

4	엽수	Lior Braunstein; Lindsay M. Morton; Kelly L. Bolton; Hyeong Yun Choi; Natasha Greenstein; Choonsik Lee	미국 / National Cancer Institute, Memorial Sloan Kettering Cancer Center, Washington University School of Medicine, Princeton University	A novel method for rapid estimation of active bone marrow dose for radiotherapy patients in epidemiological studies	<a href="https://doi.org/10.1002/mp.17118">https://doi.org/10.1002/mp.17118</a>
5	엽수	David Kim; Lavsén Dahal; Joseph Y. Lo; W. Paul Segars	영국 / Duke University	Random walk small intestine models for virtual patient populations	<a href="https://doi.org/10.1117/12.3006212">https://doi.org/10.1117/12.3006212</a>
6	엽수	Lior Braunstein; Choonsik Lee	미국 / National Cancer Institute, Memorial Sloan Kettering Cancer Center,	Investigation on Individual Variation of Organ Doses for Photon External Exposures: A Monte Carlo Simulation Study	<a href="https://doi.org/10.14407/jrpr.2023.00661">https://doi.org/10.14407/jrpr.2023.00661</a>
7	엽수	Rui Qiu	중국 / Tsinghua University	Photon dose response functions for accurate skeletal dosimetry for Korean and Asian populations	<a href="https://doi.org/10.1016/j.net.2024.01.029">https://doi.org/10.1016/j.net.2024.01.029</a>

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

#### □ 연구자 교류 실적

- 본 교본 교육연구팀의 참여연구진은 해외 선진연구기관들과의 연구교류를 활발하게 진행하고 있으며, 교류대학의 범위는 전 세계적으로 다양하게 분포되어 있음.
- 다양한 장기연수와 파견, 해외 우수 연구기관 방문 및 교류를 통해 지속적인 국제 공동연구 활동을 수행하고 있으며, 이를 통해 국제 저명 학회에서의 발표와 SCI(E) 논문 게재 등 우수한 연구 성과를 창출하고 있음.

<표 3-7> 최근 1년간 국제 교류 실적

해외 기관	교류 실적
Nagoya University (일본)	- 본 교육연구팀에서는 2013년부터 현재까지 연세-나고야 학술대회 및 연구 교류회를 개최하고 있음. (격년마다 상호 대학간 단기 해외 연수 진행을 통한 연구교류 진행) - 2023년/2024년 Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences를 성공적으로 개최하였음.
University of Florida (미국)	- 본 교육연구팀 민철희 교수와 이수민 학생은 2022년 3월부터 현재까지 미국 University of Florida의 Wesley Bolch 교수 및 Chan-soo Choi 박사와 ICRP 표준 전산 팬텀을 이용한 방사성 아이오딘 치료(radioactive iodine therapy) 소아 환자에 대한 S value 계산을 주제로 국제공동연구논문 및 교류를 진행 중임.
The International Commission on Radiological	- 본 교육연구팀 엽연수 교수는 인체 모의팬텀 전문가 자격으로써 ICRP의 Task group 96, 103, 113에 참여위원으로 소속되어 있으며, 최근 ICRP Committee 2에 임명되었고, Task group 128에 참여위원으로 발탁됨.

해외 기관	교류 실적
Protection, ICRP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ICRP Committee 2는 인체 및 환경에 대한 방사선 방호를 위해, 기존 생체역학 및 선량 측정 모델, 기준 데이터 및 선량 계수를 포함하여 내부 및 외부 방사선 피폭을 평가하기 위한 선량 측정 방법론을 개발함.</li> <li>- Task Group 128은 방사선방호에서 개인화 및 계층화 접근의 필요성과 적용 가능성을 평가하고자 함. 이는 연령, 성별, 지역 등 다양한 요인을 고려하여 방사선 피폭으로 인한 위험을 보다 정밀하게 분석하고, 특히 의료 분야의 개인 맞춤형 보호를 강화하는 데 초점을 둠. 최종 보고서와 워크숍을 통해 이러한 개인화 접근이 방사선 방호 시스템에 미칠 영향을 논의하고 발전 방안을 제시할 예정임.</li> </ul>
National Cancer Institute (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 교육연구팀의 염연수 교수는 미국 국립암센터(National Cancer Institute, NCI)에서 2년간 근무한 경력이 있음.</li> <li>- 이를 바탕으로 산하기관인 National Institutes of Health의 책임연구원으로 재직 중인 Lee Choonsik 박사와 지속적인 연구 교류를 하고 있으며, NCICT version 3 개발 연구를 수행할 예정임.</li> </ul>

□ 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

- 본 교육연구팀은 의료방사선 분야에 관련된 저명한 해외 연구자의 초청 및 강연을 통해 세계적인 경쟁력을 갖출 수 있는 의료방사선 특화 인재양성을 목표로 함.
- 대학원생의 학위 취득을 위한 외국어인증 졸업여건 강화 및 교육과정을 대폭 개선함으로써 국제공동연구를 수행할 양질의 우수 인력을 양성함.
- 본 교육연구팀의 연구 인력 국제화를 위해 우수한 외국인 대학원생 유치 홍보를 강화하며, 해외 연구 인력과의 교류를 위한 국제화상 컨퍼런스 룸 확보, 해외 학자 게스트하우스 확충 등의 국제화 인프라를 구축함.

<표 3-8> 최근 1년간 국제 교류 계획

해외 기관	교류 계획
Johns Hopkins University (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 교육연구팀의 조 [ ] 교수는 GE, Siemens, Philips 등과 공동으로 첨단 의료기술 개발을 선도하고 있는 그룹 중 하나인 존스홉킨스 의과대학과의 연구협력을 진행하여 석학초빙 세미나 개최 및 장·단기 연수를 통한 공동연구 교류활동 활성화 예정</li> <li>- 본 교육연구팀과 MOU를 체결하여 미국 Jons hopkins university의 department of radiation oncology and molecular science와 연구 교류 및 연구 능력 제고를 목적으로 함.</li> </ul>
Shangdong First Medical University (중국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 교육 연구팀의 조 [ ] 교수는 인공지능 기반의 의료 및 산업 영상 성능 향상과 인적 자원 교류 활성화를 목표로 중국 상동제이의과대학과 연구협력과 석학초빙 세미나 개최 및 장단기 연수를 계획하고 있음.</li> <li>- 본 교육연구팀과 MOU를 체결하여 Shangdong First Medical University와 공동으로 X선 영상 데이터를 AI로 분석하여 질병 및 진단을 개선하는 알고리즘을 연구 계획 중에 있음.</li> </ul>
Yale University (미국)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 교육연구팀의 조 [ ] 교수는 진단 영상의학과 방사선 종양 치료분야의 융합을 목적으로 Yale 대학교의 Therapeutic radiology department와 협력하여 치료영상에서의 metal artifact 연구를 도모함.</li> <li>- 다양한 연구 협력 과제를 탐색하고 연구 능력 향상을 위해 학생(임영환)을 파견하여 한 달간 공동 연구를 수행하였으며 차후 방사선 치료를 위한 simulation CT 영상 화질 개선을 목적으로 연구협력을 계획 중임.</li> </ul>
University of Utah School of Medicine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 교육연구팀의 한 [ ] 교수는 MRI 분자영상 분야의 세계적인 연구선두 그룹인 존스홉킨스 의과대학과의 연구협력을 진행하여 석학초빙 세미나 개최 및 장·단기</li> </ul>

해외 기관	교류 계획
(미국)	<p>연수를 통한 공동연구 교류활동 활성화 예정</p> <p>- 국제공동연구 활성화를 위해 연구원의 장·단기 연수, 인터넷을 이용한 화상 연구회의의 정례화</p>
Hanoi University (베트남)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 베트남 하노이 공과대학과의 지속적인 연구교류 및 공동연구를 위한 MOU 체결 예정임.</p>
Chulabhorn Royal Academy (태국)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 태국 Chulabhorn Royal Academy와 지속적인 연구교류 및 공동연구를 위한 MOU 체결 예정임.</p>
University of Bordeaux (프랑스)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 2월 프랑스 University of Bordeaux 소속 Sebastian Incerti 교수를 초청하여 Geant4 DNA 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진할 예정임.</p>
Jefforson Lab (미국)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 2월 미국 Jefforson Lab 소속 Makoto Asai 박사를 초청하여 Geant4 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진 예정임.</p>
Fermilab (미국)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 2월 미국 Fermilab 소속 Soon Yung Jun 박사를 초청하여 Geant4 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진 예정임.</p>
Lund University (스웨덴)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 2월 스웨덴 Lund University 소속 Luis Sarmiento Pico 박사를 초청하여 Geant4 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진 예정임.</p>
JAEA (일본)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 7월 일본 JAEA 소속 Tatsuhiko Sato 박사 초청 PHITS 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진 예정임.</p>
CERN (유럽)	<p>- 본 교육연구팀의 염 [ ] 교수는 2025년 7월 유럽 CERN 소속 Vasilis Vlachoudis 박사 초청 PHITS 교육 프로그램 운영 및 공동연구 추진 예정임.</p>
University of Michigan (미국)	<p>- 본 교육연구팀의 신입참여교수인 권 [ ] 교수는 첨단 방사선 센서 및 내방사선(Radiation Hardening)을 위한 방사선 검출장치 개발을 선도하고 있는 University of Michigan과의 한미공동연구를 진행하기 위해 MOU를 체결할 예정임.</p>

## 1. 내·외부 평가위원 종합의견

## ① 교육역량 성과

## ○ 백 [ ] 교수 (외부 평가위원)

- 교육의 질을 높이기 위해 교과목 개편(의학물리 핵심 8과목, 선택 12과목, 실습 2과목)을 시행하였으며, 학습자 중심의 교육과정을 통해 다양한 질적 관리를 실시함. 특히 기초과목부터 응용과목에 이르는 폭넓은 범위의 특화된 교육과정을 제공하고 있음.
- 산업체 수요에 맞는 현장 실무 능력을 갖춘 교육을 통해 고급 인력을 양성하고 있음.
- 국내외 첨단 의료분야 연구자를 초빙하여 교육을 실시하였으며, 다양한 학술 세미나를 통해 학생들의 연구역량을 높임.

## ○ 권 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 본 교육연구팀은 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP) 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)의 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 2022년 재인증함.
- 학습자의 수요조사, 임상기관 및 산업체의 의견조사 결과를 바탕으로 교과과정 및 교과내용 개선 시 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교육과정의 질적 관리(교육과정 개편)를 시행함.
- 교육혁신위원회의를 개최하여, 체계적인 의료방사선 특화 인재양성을 위해 국제의학물리전문인 교육과정 및 대학원 교과과정을 재편성하고, 신설 및 조정된 과목을 반영하여 커리큘럼을 새롭게 개편하였음.

## ○ 염 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 본 교육연구팀은 방사선공학트랙과 의학물리트랙으로 세분화된 교육과정을 운영하며, 2024년 7월에는 KMPCB와 KSMP가 주관하는 의학물리학 교육과정 공동인증 심사를 성공적으로 통과하여 K-CAMPEP 인증을 획득하였음.
- 산학연 협력 교육을 강화하고자 국내외 방사선 및 의학물리 분야의 전문가들을 매년 산업체 세미나 및 다양한 교육들을 주최하고 있으며, 인공지능 기술과의 융합을 모색하는 다학제간 융합교육 특론 수업을 통해 혁신적인 교육 경험을 제공하고 있음.
- 교육과정의 질을 지속적으로 관리하고 개선하기 위해 정기적인 학습자 수요조사 및 병원과 산업체의 피드백을 반영하여 교육 내용을 최신 연구 동향과 사회적 수요에 맞추어 체계적으로 업데이트하고 있음.

## ○ 정 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 방사선공학트랙과 의학물리트랙으로 교과과정을 체계적으로 운영하고 있으며, 2024년 7월 KMPCB와 KSMP 주관의 의학물리학 교육과정 공동인증 심사를 받아 K-CAMPEP 인증을 획득함.
- 산학연 연계 교육을 강화하기 위해, 국내외 전문가들을 초청하여 매년 25회 이상의 산업체 세미나를 개최하고, 다학제간 융합교육 활성화를 위해 인공지능융합연구특론 수업에 참여함.
- 정기적인 교육과정 질 관리, 학습자 수요조사, 병원 및 산업체의 의견 조사를 바탕으로, 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교과과정 및 교육내용을 체계적으로 개선하고 있음.
- 최신 과학기술 동향 및 현장 실무 역량 강화를 위해 지역 산업체 애로기술 해결을 위한 프로젝트를 수행하고, 한국방사선진흥협회 교육프로그램 운영에 적극 참여하고 있음.

- 조[ ] 교수 (내부 평가위원)
  - 2019년, IOMP 인증 및 2024년 K-CAMPEP 인증을 획득함. IAEA와 WHO의 국제표준 가이드라인에 부합하는 교육과정을 운영함으로써 국제적 수준의 의료방사선 전문가 양성을 위한 기반을 마련하였음.
  - 2024년, 대한의학물리전문인 자격인증위원회(KMPCB)와 한국의학물리학회(KSMP)의 주관하에 의학물리학 교육과정에 대한 공동인증 심사를 받은 결과, 대한의학물리학 교육과정 인증위원회(K-CAMPEP) 인증을 획득하여 공인된 대학원 교육과정으로서의 지위를 확립함.
  - 첨단 의료방사선 HW/SW 이론 교육과 함께 실제 병원 현장에서의 임상실습 교육을 강화함으로써 학생들의 실무 능력 배양에 힘씀.

## ② 연구역량 성과

- 백[ ] 교수 (외부 평가위원)
  - 본 참여 교수진 및 학생들은 다양한 연구활동을 통해 1년간 국제 SCIE 저널에 39편, 국내 학진 등재지에 2편 등 총 41편의 논문을 게재함. 이는 참여 대학원 학생들의 연구 능력 함양 및 질적 수준을 높인 것으로 학문적 성과가 우수함.
  - 본 팀은 최근 1년간 11건의 특허를 출원 및 등록하였으며, 이 중 2건은 국제 특허를 출원함.
  - 산학협력을 통해 공동연구를 실시 함으로써 학생들의 실무적인 연구 성과를 보임.
- 권[ ] 교수 (내부 평가위원)
  - 본 교육연구팀은 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP) 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)의 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 2022년 재인증함.
  - 학습자의 수요조사, 임상기관 및 산업체의 의견조사 결과를 바탕으로 교과과정 및 교과내용 개선 시 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교육과정의 질적 관리(교육과정 개편)를 시행함.
  - 교육혁신위원회의를 개최하여, 체계적인 의료방사선 특화 인재양성을 위해 국제의학물리전문인 교육과정 및 대학원 교과과정을 재편성하고, 신설 및 조정된 과목을 반영하여 커리큘럼을 새롭게 개편하였음.
- 엄[ ] 교수 (내부 평가위원)
  - 본 교육연구팀의 참여교수진은 최근 1년 동안 국제 SCI(E) 저널에 39편, 국내 학진등재지 ESCI에 2편 등 총 41편의 논문을 성공적으로 게재하였음. 이는 교수 1인당 평균 약 7편의 논문을 발표한 셈으로, 학문적 성과가 매우 뛰어나.
  - 교수진 및 대학원생들은 최근 1년간 총 11건의 특허를 출원 및 등록하였음. 이 중 국내에서는 7건을 출원하고 2건을 등록했으며, 국제적으로는 2건의 특허를 출원함.
  - 연구비 수주 성과 면에서도 주목할만한 성장을 보였음. 정부로부터의 연구과제 계약액은 전년 대비 13.70% 증가했고, 산업체로부터의 연구과제 계약액은 73.15% 상승했음. 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액이 21.77% 증가하는 등 우수한 실적을 기록함.
- 정[ ] 교수 (내부 평가위원)
  - 연구과제 수주, SCI(E) 논문게재, 국내외 특허 출원 및 등록 등 연구역량 지표에서 전년도 대비 모두 향상된 실적을 달성하였음.
  - 국내외 학술대회에서 1년간 60건 이상의 논문을 발표하고, 다수의 우수논문상을 수상하였음.
  - 신진연구인력의 연구시 수주, SCI(E) 논문게재, 특허 출원 및 등록 실적이 매우 우수함.
  - 국제 학술교류, 참여대학원생 해외연수, 외국 대학과의 협약, 국제공동연구 등을 통해 해외 선진연구기관들과의 연구교류를 활발히 진행하고 있음.

○ 조 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 연구과제 수주 계약 성과는 전년도(2020년 9월~2023년 8월) 연구비 수주 계약금액과 비교했을 때, 정부 과제 계약액은 13.70%, 산업체 과제 계약액은 73.15%, 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액은 21.77% 증가한 우수한 실적을 달성하였음(산업체 연구비 6건: 487,600 천원, 정부 연구비 18건: 2,038,256 천원), 참여교수 1인당 평균 연구비 수주 계약액은 420,976 천원).
- 참여교수의 최근 1년간 논문게재는 총 42편(국제 SCI(E) 논문 39편, 국내 학진등재지 ESCI 3편)으로, 참여교수 1인당 평균 7편의 논문성적을 달성하였음.
- 최근 1년간 국내·국제 특허 실적 11건을 달성하였으며(국내 출원 7건, 국제 출원 2건, 국내 등록 2건), 참여교수 1인당 평균 1.83건의 특허 출원·등록 성과를 달성하였음.
- 전년도 대비 거의 모든 지표에서 향상된 수치를 달성하였으며, 이는 저널의 영향력과 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 잘 나타내는 결과라고 판단됨.

### ③ 교육연구팀 구성 및 운영 성과

○ 백 [ ] 교수 (외부 평가위원)

- 본 교육 연구팀은 교과목 개편 등 대학원생들의 맞춤형 교육체제 개선을 통해 현장 실무형 고급 인력 양성을 실시하고 있음.
- 학문적으로 많은 연구 결과물(논문 41편)과 특허(11건) 및 연구비 수주 등 학생들의 연구의 수준이 높아지고 있음.
- 신입 대학원생 유치 및 신진 연구 인력의 연구 역량 강화를 위한 다양한 프로그램을 제공하고 있음.

○ 권 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 본 교육연구팀은 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP) 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)의 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 2022년 재인증함.
- 학습자의 수요조사, 임상기관 및 산업체의 의견조사 결과를 바탕으로 교과과정 및 교과내용 개선 시 사회수요 및 최신 연구동향을 반영하여 교육과정의 질적 관리(교육과정 개편)를 시행함.
- 교육혁신위원회의를 개최하여, 체계적인 의료방사선 특화 인재양성을 위해 국제의학물리전문인 교육과정 및 대학원 교과과정을 재편성하고, 신설 및 조정된 과목을 반영하여 커리큘럼을 새롭게 개편하였음.

○ 염 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 참여 대학원생들의 연구 활동을 촉진하고 연구에 더욱 몰입할 수 있도록 장학금 제도 확대 및 실험실 환경을 지속적으로 개선하여 학생들이 학문에 전념할 수 있도록 유도함으로써 연구의 질을 높이는 데 기여하고 있음.
- 교육과정의 지속적인 개선, 산업체와의 연계 세미나 개최, 교육 및 연구 기자재의 확충, 그리고 산학 협력을 통한 공동연구 활동을 통해 사회 및 산업 문제 해결에 기여하는 산학협력 교육 및 연구를 강화하고 있음.
- 참여 대학원생과 신진 연구 인력의 연구 역량을 강화하기 위해 연구 기획 단계부터 결과 도출까지 전과정에 걸쳐 지원을 제공함.

○ 정 [ ] 교수 (내부 평가위원)

- 참여대학원생의 연구활동 촉진 및 연구몰입도 제고를 위한 장학금 제도를 확대하고 있으며, 실험실 환경 개선을 지속적으로 수행하고 있음.

- 교육과정 개선, 산업체 세미나, 교육 및 연구기자재 확충, 산학협력 공동연구 등을 통해 사회와 산업문제 해결을 위한 산학협력 교육 및 연구 지원을 지속적으로 확대하고 있음.
  - 연구 수월성 증진을 위한 전주기 맞춤형 연구자(참여대학원생, 신진연구인력) 지원을 체계적으로 운영하고 있음.
- 조. ■ 교수 (내부 평가위원)
- 2022년 1학기부터 방사선 융합과학 분야의 최신기술 및 현장에서 적용되고 있는 기술에 대해 산업체 세미나 교과목을 개설하여 교육을 진행하였으며, 참여대학원생들이 실무 지식을 습득하고 산업 현장과의 연계를 강화할 수 있도록 운영 중임.
  - 첨단 의료방사선 HW/SW 이론 교육과 함께 실제 병원 현장에서의 임상실습 교육을 강화함으로써 학생들의 실무 능력 배양에 힘씀.
  - IOMP 기준에 부합하는 의료방사선 분야의 실무 역량을 갖춘 전문인재를 양성하기 위해 병원과 연계한 실험 실습·실습 위주의 교과목을 지속적으로 개발하여 교육 효과를 극대화함.

2. 평가위원 종합심사 결과 (평가서 원본과 동일)

평가 영역	평가 항목/비율	외부평가 위원	내부평가위원			
		백철하	권인용	염연수	정용현	조효성
교육 영역 (40%)	교육과정 구성 및 운영 (15%)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(9) 환산점수(13.5)	탁월(9) 환산점수(13.5)	탁월(9) 환산점수(13.5)	우수(8) 환산점수(12)
	취업률 및 취업 지원 (10%)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	대학원생 논문 게재 및 학술대회 발표 실적 (15%)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(9) 환산점수(13.5)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)
연구 영역 (35%)	참여교수 연구실적 및 성과 (10%)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(9) 환산점수(9)	우수(8) 환산점수(8)
	정부과제 연구 실적 및 연계 (10%)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	산업체 과제 연구 실적 및 연계 (10%)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(9) 환산점수(9)	우수(8) 환산점수(8)
	참여교수의 국제 교류 및 활동 실적 (5%)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(10) 환산점수(5)
교육연구 팀 운영 및 자체평가 (25%)	교육연구팀 운영 실적 (10%)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	비전 및 목표 달성 노력 (10%)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	자체평가 실적 (5%)	탁월(10) 환산점수(5)	탁월(10) 환산점수(5)	탁월(10) 환산점수(5)	탁월(10) 환산점수(5)	탁월(10) 환산점수(5)
합계(100점 만점)		96.5	97	94.5	96	93
평균(100%)		외부 : 96.5 / 내부 : 95.13 / 총 (평균) : 95.4				

※ 평가: 각 항목 10점 만점, 탁월 (8 초과), 우수 (6 이상), 보통 (4 이상), 부족 (2 이상), 불량 (2 미만)

※ 점수산출: 평가비율/평가