

물임 1

4단계 BK21사업 자체평가보고서(양식) 과학기술 교육연구팀 기준

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)
교육연구팀 자체평가보고서

접수번호								
사업 분야	응용	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 팀명	국문) 미래의료방사선 융합교육연구팀 영문) Education and Research Team for Future Medical Radiation Science							
교육연구 팀장	소 속	연세대학교(미래캠퍼스) 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 방사선융합공학과						
	직 위	교수						
	성명	국문	민 철 희		전화			
		영문	Chul Hee Min		팩스			
				이동전화				
				E-mail				
연차별 총 사업비 (천원)	구분	1차년도 (2019~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)				
	국고지원금	102,905	205,810	205,810				
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)							
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)							
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2022년 9월 29일</p>								
작성자	교육연구팀장				민 철 희 (인)			
확인자	연세대학교 원주산학협력단장				김 (인)			

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	학생중심 교육연구	학생 미래성공	세계적 연구성과
	산업문제 해결	생애 전주기 맞춤형	다학제간 융합교육
	4차 산업혁명	첨단의료방사선	국제의학물리전문인
교육연구팀의 비전과 목표 달성정도	<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>		
교육역량 영역 성과	<p>□ 교육연구팀의 교육 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 참여대학원생의 논문실적: 국제 SCI(E)급 13편, 0.76편/1인, 총 IF: 27.694, 평균 IF: 2.130/1편 ○ 참여대학원생의 학술대회 발표실적: 총 36건 (국제 15편, 국내 21편), 평균 2.1편/ 1인이며, 총 4건의 학술발표 수상 실적 (국제 1건, 국내 3건)을 달성 ○ 참여대학원생의 특허실적: 국내 등록 2건, 국내 출원 8건을 달성하였음. ○ 참여대학원생의 기술이전 실적: 기술개발 노하우 이전 3건 [(주)네오시스코리아, 총 50,000 천원] ○ 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. ○ BK21 관련 방사선융합공학과 대학원의 졸업규정 개편: 공인영어성적 기준 상향 조정, 종합시험 필수교과목 지정 및 확대, 석·박사 영문 학위논문 비율 100% 작성 의무화, 기타 졸업요건 기준 강화 ○ 해외 학자의 팀티칭 강의를 활성화하기 위하여 해외 MOU 체결 대학과 on-off line 시스템을 이용한 강좌 개설 추진 ○ 국내·외 석학 초청강연을 포함한 연구 세미나를 7회 개최하였으며, 국제 전자공학 기술 관련 학회인 IEEE의 Seoul Chapter 연구회를 본교에서 개최함. 		
연구역량 영역 성과	<p>□ 교육연구팀의 연구 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 참여교수의 논문실적: 국제 SCI(E)급 16편, KCI: 2편, 3편/1인, 총 IF: 41.223, 평균 IF: 2.576/1편 ○ 참여교수의 연구과제 수주 계약실적: 정부 연구비 17건(2,013,677 천원), 산업체 연구비 6건(414,350 천원), 1인 평균 404,671 천원 수주 달성 ○ 참여교수의 특허실적 9건: 국내 출원 7건, 국내 등록 2건, 참여교수 1인당 평균 1.5건의 특허 출원·등록 성과를 달성 ○ 참여교수의 기술이전실적: 3건[(주)네오시스코리아 3건] ○ 참여교수의 학술대회실적: 총 45건 (국제 16편, 국내 29편), 평균 7.5편/1인을 달성 <p>□ 교육연구팀의 국제화 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 참여교수의 국제적 학술활동 참여: 9건의 해외석학과의 공동 연구, 16건의 		

	<p>해외 학회 참석</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 참여교수의 국제적 학술활동 역할: 국제 학술지 편집위원 및 심사위원, 국제원자력기구와 국제방사선방호위원회 등 7곳의 저명 위원회 및 학회의 참여위원으로 활동 ○ 미국 Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School과 SCI(E)급 논문을 포함한 3건의 국제공동연구실적 달성 ○ 7개 해외 대학 및 연구기관과의 국제 교류실적을 달성 (Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, University of Utah School of Medicine, University of Florida, Nagoya University) <p>□ 교육연구팀의 산학협력 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 산업체 연구비 6건: 414,350 천원, 1인 평균: 69,058 천원 ○ 지역 산업체와의 연구 성과: (주)한국수력원자력, 재단법인 한국원자력연구재단, (주)바텍, (주)우리엔, (주)네오시스코리아(기술이전 체결 3건, 정액기술료: 50,000 천원) ○ 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.
달성 성과 요약	<p>□ 교육연구팀의 교육성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 현행 학사관리 및 학위수여 기준을 강화하고, 입학-재학-졸업의 전주기적 학사관리 체제를 도입하여 첨단의료방사선 분야의 MIRAE형 인재를 양성하고 있음. ○ 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. ○ 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. <p>□ 교육연구팀의 연구성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 18편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 16편, 국내 학진등재지 (KCI) 2편으로 참여교수 1인당 평균 3편의 논문성과를 달성하였고 전년도 대비 논문 총 편수는 3편 증가함. 13편의 국제 SCI(E) 논문의 경우, 2020 impact factor (2020 IF) 총 합은 41.223 이며, 1편당 평균 IF는 2.576, 참여교수 1인당 평균 환산 편수는 1.972를 달성하였음. ○ 전년도 대비 환산보정 IF의 합은 1.613, 논문 1편당 환산보정 IF는 0.223, 참여교수 1인당 환산보정 IF 합은 0.269 감소한 결과를 보였으나, 참여교수 1인당 논문 환산편수는 0.868, 논문의 환산 편수 합은 5.209로 크게 증가하여 논문 성과 유지를 위한 노력이 지속되고 있음.
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> <p>□ 본 교육연구팀에서 배출된 우수 학위 인력 및 취·창업 실적이 없는 실정이지만 MIRAE형 인재 양성을 위한 목표가 명확하고, 특성화된 교육과정이 구성/운영/개선을 통해 전문인력 양성 프로그램이 개발된 상태임. 따라서 본</p>

	<p>사업기간 내 전문분야를 위한 유능한 인력들을 지속적이고, 안정적으로 배출할 것으로 예상됨.</p>
<p>차년도 추진계획</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 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. □ 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.

1. 교육연구팀장의 교육·연구·행정 역량

성 명	한 글	민철희	영 문	Chul Hee Min
소 속 기 관	연세대학교(미래캠퍼스) 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 방사선융합공학과			

〈표 1-1〉 교육연구팀장 최근 4년간 논문실적

연 번	저자	논문제목/저서제목/ book chapter/ 설계작품명	저널명/학술대회 명/출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재·출 판·행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1	백민규, 최현준, 김규범, 안재준, 민철희, 정용현	Preliminary results of a single photon emission computed tomography (SPECT) detector for inspection of spent fuel assembly	Radiation Physics and Chemistry	197, 110162	2022. 8	10.1016/j. radphysc hem.2022 .110162
2	최형주, 천보위, 백민규, 정희준, 정용현, 유세환, 민철희, 최현준	Experimental evaluation of fuel rod pattern analysis in fuel assembly using Yonsei single-photon emission computed tomography (YSECT)	Nuclear Engineering and Technology	54, 6, 1982-1990	2022. 6	10.1016/j. net.2021. 12.035
3	성새뜸, 최세환, 안재준, 최형주, 정용현, 유세환, 염연수, 최현준, 민철희	Preliminary study of artificial intelligence-based fuel-rod pattern analysis of low-quality tomographic image of fuel assembly	Nuclear Engineering and Technology	In press	-	10.1016/j. net.2022. 05.013
4	천보위, 이세형, 한민철, 민철희, 한혜진, 김찬형, 김진성	Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh -based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM	Journal of Applied Clinical Medical Physics	23, 1, e13448	2021. 10	10.1002/a cm2.1344 8
5	박효준, Harald Paganetti, Jan Schuemann, Xun Jia, 민철희	Monte Carlo methods for device simulations in radiation therapy	Physics in Medicine and Biology	66, 18, 18TR01	2021. 9	10.1088/1 361-6560/ ac1d1f
6	천보위, 유도현, 박효준, 이현철, 신욱근, 최현준, 홍봉환, 정희준, 민철희	Optimization of Target, Moderator, and Collimator in the Accelerator-based Boron Neutron Capture Therapy System: A Monte Carlo Study	Nuclear Engineering and Technology	53(6), 1970-1978	2021. 6	10.1016/j. net.2020. 12.006

7	김찬기, 김연주, 이누리, 안상희, 김광현, 김학수, 신동호, 임영경, 정중휘, 김대용, 신육근, 민철희, 이세병	Evaluation of the dosimetric effect of scattered protons in clinical practice in passive scattering proton therapy	Journal of Applied Clinical Medical Physics	22(6), 104-118	2021. 6	10.1002/acm2.13284
8	최세환, 최현준, 민철희, 정용현, 안재준	Development of de-noised image reconstruction technique using Convolutional AutoEncoder for fast monitoring of fuel assemblies	Nuclear Engineering and Technology	53(3), 888-893	2021. 3	10.1016/j.net.2020.08.020
9	구본택, 이현철, 배기훈, 김용권, 정진훈, 박창수, 김홍석, 민철희	Development of a radionuclide identification algorithm based on a convolutional neural network for radiation portal monitoring system	Radiation Physics and Chemistry	180, 109300	2021. 3	10.1016/j.radphyschem.2020.109300
10	이현철, 구본택, 최창일, 박창수, 권정완, 김홍석, 정희준, 민철희	Evaluation of Source Identification Method Based on Energy-Weighting Level with Portal Monitoring System Using Plastic Scintillator	Journal of Radiation Protection and Research	45(3), 117-129	2020. 9	10.14407/jrpr.2020.45.3.117
11	이현철, 최현준, 구본택, 최창일, 박창수, 김홍석, 민철희	Dynamic radionuclide identification using energy weighted algorithm with commercialized radiation portal monitor based on plastic scintillators	Radiation Physics and Chemistry	170, 108645	2020. 5	10.1016/j.radphyschem.2019.108645
12	최현준, 장지원, 신육근, 박효준, Sebastien Incerti, 민철희	Development of integrated prompt gamma imaging and positron emission tomography system for in vivo 3-D dose verification: a Monte Carlo study	Physics in Medicine and Biology	65(10), 105005	2020. 5	10.1088/1361-6560/ab857c/m eta
13	이현철, 신육근, 최현준, 최창일, 박창수, 김홍석, 민철희	Radioisotope identification using an energy-weighted algorithm with a proof-of-principle radiation portal monitor based on plastic scintillators	Applied Radiation and Isotopes	156, 109010	2020.2	10.1016/j.apradiso.2019.109010
14	박효준, 최현준, 류근호, 임현상, 이현영, 장일호, 민철희	Development of accurate dose evaluation technique of X-ray inspection for quality assurance of semiconductor with Monte Carlo simulation	Applied Radiation and Isotopes	154(1), 108851	2019. 12	10.1016/j.apradiso.2019.108851

15	박효준, 최현준, 김정인, 민철희	Monte Carlo simulation of a two-dimensional dynamic multileaf collimator to improve the plan quality in radiotherapy plan: A proof-of-concept study	Physics in Medicine and Biology	64(24), 245009	2019. 12	10.1088/1361-6560/ab57c4
16	구분택, 이현철, 신욱근, 박효준, 민철희	Feasibility Study for Radionuclide Identification using Multi-Array Plastic Scintillator and Energy Weighted Algorithm of Radiation Portal Monitors: A Monte Carlo Study	Journal of Instrumentation	14, P12015	2019. 12	10.1088/1748-0221/14/12/P12015/meta
17	유도현, 박효준, 민철희	Evaluation of the annual effective dose due to the external irradiation induced by using NORM added consumer products	Applied Radiation and Isotopes	154(1), 108860	2019. 12	10.1016/j.apradiso.2019.108860
18	천보위, 유도현, 신욱근, 최현준, 박효준, 김정인, 민철희	Development of advanced skin dose evaluation technique using a tetrahedral-mesh phantom in external beam radiotherapy: a Monte Carlo simulation study	Physics in Medicine and Biology	64(16), 165005	2019. 5	10.1088/1361-6560/ab2ef5
19	최현준, 박효준, 이철영, 김병철, 신욱근, 민철희	Determining the energy spectrum of clinical linear accelerator using an optimized photon beam transmission protocol	Medical Physics	46(7), 3285-3297	2019. 5	10.1002/mp.13569
20	최현준, 강인수, 김규범, 정용현, 민철희	Optimization of single-photon emission computed tomography system for fast verification of spent fuel assembly: a Monte Carlo study	Journal of Instrumentation	14(07), T07002	2019. 7	10.1088/1748-0221/14/07/T07002
21	최현준, 박효준, 신욱근, 김정인, 민철희	Development of a Geant4-based independent patient dose validation system with an elaborate multileaf collimator simulation model	Journal of Applied Clinical Medical Physics	20(2), 94-106	2019. 2	10.1002/acm2.12530

22	신육근, MC Bordage, D Emfietzoglou, I. Kyriakou, D. Sakata, 민철희, 이세병, S. Guatelli, S. Incerti	Development of a new Geant4-DNA electron elastic scattering model for liquid-phase water using the ELSEPA code	Journal of Applied Physics	124(22),224901	2018. 12	10.1063/1.5047751
23	유도현, 이재국, 민철희	Effective Dose Calculation Program (EDCP) for the usage of NORM-added consumer product	Applied Radiation and Isotopes	139, 1-6	2018. 9	10.1016/j.apradiso.2018.03.023
24	정재필, 성영민, 김태연, 최유나, 김태훈, 최현준, 민철희, Hamza Benmakhlouf, 전국진, 정현태	Development of a PMMA phantom as a practical alternative for quiality control of gamma knife® dosimetry	Radiation Oncology	13,176-184	2018. 9	10.1186/s13014-018-1117-8
25	최현준, 정현태, Jason W. Sohn, 민철희	Independent dose validation system for Gamma Knife radiosurgery, using a DICOM-RT interface and Geant4	Physica Medica - European Journal of Medical Physics	51, 117-124	2018. 7	10.1016/j.ejmp.2018.06.008
26	S Incerti, I Kyriakou, MA Bernal, Z Francis, S Guatelli, V Ivanchenko, M Karamitros., N Lampe, 이세병, S Meylan, 민철희, 신육근, P Nieminen, D Sakata, N Tang, C Cillagrasa, HN Tran, JMC Brown	Geant4-DNA example applications for track structure simulations in liquid water: A report from the Geant4-DNA Project	MEDICAL PHYSICS	45, 722-739	2018. 6	10.1002/mp.13048

27	박효준, 최현준, 김정인, 민철희	Analysis of Dose Distribution According to the Initial Electron Beam of the Linear Accelerator: A Monte Carlo Study	방사선방어학회 지	43(1), 10-19	2018. 3	10.14407/j rpr.2018. 43.1.10
----	-----------------------	---	--------------	--------------	---------	------------------------------------

(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.
- 최근 3년간 SCI급 논문 23편(평균 7.7편/년)을 게재하였고, 2015년부터 2021년까지 대한방사선방어학회 및 한국의학물리학회에서 우수발표상을 13회 수상했으며, 2016년에는 대한방사선방어학회 젊은 연구자상을, 2017년에는 한국과학기술단체총연합회 과학기술우수논문상을 각기 수상하였음.
- 현재 한국방사선방어학회 편집위원장, 세계방사선방어학회(International Radiation Protection and Association, IRPA) 추진위원으로 활동하고 있으며, 원자력안전위원회, 원자력안전재단, 원자력안전기술원 등에서 주관하는 회의에 외부 전문위원으로 참여하고 있음.
- 특히, 방사선계측 및 방사선방호 분야에 대한 전문성을 인정받아 2016-2018년에는 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)의 Nuclear Security Series 1 수정본 작성을 위한 IAEA 회의에 참석하였으며, 동 기간에 미국의 Department of Energy, National Nuclear Security Administration 등의 초청을 받아 국제 심포지움 강연과 공항만감시기 테스트를 수행하였음.
- 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 달성하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 판단됨.

(2) 사업팀장의 교육 및 행정역량

- 본 교육연구팀장은 현재 연세대학교(미래캠퍼스) 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 연구부학장 및 원주산학협력단 기술경영실장을 맡아 연구과제 관리와 연구진흥사업 기획 및 추진 등을 담당하고 있음.
- 국제원자력기구와 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 국제표준 가이드라인에 맞춰 학과의 교육프로그램을 개선하였으며, 2019년 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP)의 의학물리전문인 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)에서 인준하는 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 인정받는데 program director로 주도적 역할을 수행하였으며, 2022년 12월 예정인 재인증 시찰을 준비 중임.
- 본 “미래의료방사선 융합교육연구팀” 을 연세대학교(미래캠퍼스) 학문 특성화분야로 지정되도록 하여 장기적인 발전을 도모하고, 학교의 안정적인 행정과 재정 지원 등을 통해 BK21 사업 전용의 교육 및 연구

공간을 확보하고자 함.

- 교육연구팀의 효율적 운영을 위한 운영위원회, 교육혁신위원회, 산학연 협력위원회 등을 설치한 뒤 정기적인 회의와 워크숍을 개최하여 사업추진 상황을 지속적으로 점검하고자 함.

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구팀 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
방사선융합공학과	21년 2학기	7명	6명	85.7	
	22년 1학기	7명	6명	85.7	

<표 1-3> 교육연구팀 참여교수 목록 (2021.9.1.~2022.8.31.)

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자 등록번호	세부전공분야	2021년 2학기	2022년 1학기
1	민철희	정교수		방사선의료학	참여	참여
2	조효성	정교수		방사선의료학	참여	참여
3	한봉수	정교수		의학영상시스템	참여	참여
4	정용현	정교수		방사선의료학	참여	참여
5	염연수	조교수		방사선방어학	참여	참여
6	안재준	부교수		정보통계시스템	참여	미참여
7	이혜영	정교수		분자미생물학	미참여	참여

<표 1-4> 교육연구팀 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 (%)
방사선융 합공학과	21년 2학기	1	0	0	1	0	0	20	17	85	22	17	77.3
	22년 1학기	4	0	0	1	0	0	20	17	85	25	17	68.0
참여교수 대 학기평균 참여학생 비율				283.3									

2. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성정도

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

- 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 세계적인 수준의 연구중심대학원으로 도약하고자 함.

□ 교육연구팀의 발전 목표

- 목표 1. 미래 지식 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	경제·산업(E) 분석
<ul style="list-style-type: none"> · 정부의 혁신성장 8대 선도 사업에 고부가가치 창출이 가능한 ‘바이오헬스’ 추가 및 재정투자 확대 · 바이오헬스산업 전주기 생태계 혁신을 위한 융·복합 연구 및 교육 프로그램 요구 확대 · 4차 산업혁명 시대에 부합하는 융합교육 필요성 증가 · 글로벌 핵심인재 양성 정책 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · IoT 가전, 전기자동차, 바이오, 헬스 등 신산업 등장 및 확대 · 강원도 특화분야에 스마트 헬스케어 지정 · 원주시를 디지털 헬스케어 국가산업단지 후보지로 선정
시사점	시사점
<ul style="list-style-type: none"> · 정부의 혁신성장 전략에 기여 · 의료방사선 융·복합 연구 및 교육 프로그램 개발 · 교육 프로그램 국제 인증을 통한 글로벌 핵심인재 양성 	<ul style="list-style-type: none"> · 미래 의료방사선 신산업 성장에 대비한 융합교육 확대 · 지역사회 성장을 위한 강원/원주 의료 산업과 연계·협력 · 사회문제 해결형 전문인력 공급 기반 확보 필요
사회·문화(S) 분석	기술(T) 분석
<ul style="list-style-type: none"> · 인구고령화 및 생활 습관 등의 변화로 인한 노인성질환 및 만성질환의 지속적 증가 · 삶의 질 중시 트렌드 확산 · 바이오 헬스 및 의료기기 산업 성장 · COVID-19 팬데믹 상황에 따른 원격진료 관심 확대 	<ul style="list-style-type: none"> · 4차 산업혁명 시대 도래에 따른 신기술 및 신산업 등장 · 기술간 융·복합 가속화 · ICT 기술의 발전에 따른 융·복합 교육 요구 증가
시사점	시사점
<ul style="list-style-type: none"> · 국민건강, 복지증진에 기여 · 환자맞춤형 진단 및 치료효과 극대화를 위한 의료방사선 첨단 기술 연구 · 사회문제 해결을 위한 다학제간 융합 교육 및 연구 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 4차 산업혁명 기술 및 환경 변화 대응 · ICT 기술과 의료방사선 기술간의 초연결 융합 체계 구축 · 빅데이터 및 테라노스틱스 의학과 의료방사선 기술과의 융합 연구 추진

<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 ‘문제해결형 융합인재 양성’이라는 목표를 수립함.

□ 교육연구팀의 내부환경 분석(SWOT) 및 시사점

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

<내부환경 분석 및 시사점 요약>

SWOT	내부(학과/학교) S	내부(학과/학교) W
Strength Weakness Opportunity Threat	<ul style="list-style-type: none"> · 국제 의학물리전문인 교육기관 인증 · 의료방사선 분야에 특화된 교수진 · BK21플러스 사업의 성공적 수행 	<ul style="list-style-type: none"> · 병원 및 산업체 연계 실습교육 부족 · 대학원생 진학을 감소 · 국제협력 교육 부재
외부(지역 사회) O	<p style="text-align: center;">시사점</p> <ul style="list-style-type: none"> · 의료방사선 분야 특성화 추진 · 사회문제 해결 기반의 지역산업 연계 교육 및 연구 강화 · ICT 융합 및 다학제간 융합을 통한 교육 및 연구 강화 · 국제학술활동 지원 확대 · 국제협력 교육 및 연구 강화 · 병원 연계 교육 및 연구 강화 · 장학금 확대 	
외부(지역 사회) T		
<ul style="list-style-type: none"> · 강원지역 의료방사선 선도기업 부재 · 학령 인구 감소 · 인재의 수도권 대학 진학 집중 		

- 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.
- 국제의학물리학회(IOMP) 자체교육기관인 국제이론물리센터를 제외하고, 2019년에 세계 최초로 의학물리전문인 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)의 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 인준 받았으며, 2022년 12월 재인증 시찰을 준비 중임.



<IOMP 인준 국제의학물리전문인 교육기관 인증서 수여>

- 국제원자력기구(IAEA)와 세계보건기구(WHO)의 국제표준 가이드라인에 맞춰 엄격한 심사 기준을 바탕으로 진행된 IOMP 인준을 통해, 국제적 수준에 맞는 고도의 전문성을 갖춘 의료방사선 의학물리전문가를 양성할 수 있는 기틀을 확보하였으며, 특히 본 교육연구팀이 속한 학과에서 학위를 받는 졸업생들이 IAEA와 협력기관인 국제의학물리 자격인증위원회(International Medical Physics Certification Board, IMPCB)의 자격인증시험 응시자격을 자동으로 취득할 수 있도록 하였음.
- 본 교육연구팀의 교육프로그램은 2019년, 2021년에 IOMP의 기준안에 따라 개편하였으며, 운영의 내실화를 다지기 위해 특히 병원과 연계한 실험·실습 위주의 교과목 개발을 시도함.

2.3 교육연구팀의 비전 및 목표 대비 실적

□ 학업과 연구몰입도 제고를 위한 학생중심 교육·연구 환경 조성

- 참여대학원생의 연구 활동 촉진 및 안정적 지원을 위해 1인당 평균 2021년도 2학기 1,511.3 천원, 2022년도 1학기 1,454.4 천원의 장학금을 지급하였으며, 현재에도 우수한 참여대학원생의 확보 및 장학금 지원의 확대를 추진하고 있음.
- 교육연구팀 참여대학원생의 자발적인 경쟁체제를 구축하고 학업 성취도 및 연구활동의 향상을 도모하기 위한 인센티브를 아래 표와 같이 지급하였음.

<표 1-5> 우수 참여대학원생 인센티브 지급

비목	성명	평가점수	SCIE급 논문(1저자)	집행금액(원)*
대학원생 연구장학금	천보위	70	2편	2,000,000
	박효준	61	1편	1,000,000
	이동연	57	1편	1,000,000
	이성연	42	1편	1,000,000
	이민재	40	1편	1,000,000
	이헌우	36	1편	1,000,000
총액 합계			7편	7,000,000

*SCIE급(1저자) 논문 1편당 1,000,000원 지급

<표 1-6> 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				
참여도 점수 소계(최대 10점)				
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				
연구실적 점수 소계(최대 80점)				
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				
학업성취도 점수 소계(최대 10점)				

*표 6을 근거로 참여대학원생의 사업기여도를 평가 하였으며, 상위 학생들 중 SCIE급 논문을 제1저자로 작성, 게재한 학생들에게 인센티브를 지급하였음.

- 2022년 6월 29일부터 7월 24일까지의 기간 동안 연구실 환경 개선을 위해 교수 연구실 및 학생 연구실을 포함한 총 9개소의 단열창호 설치 공사를 아래와 같이 수행한 바 있음.

사 진 대 지

사 진 대 지

공사명: 백운관4층 단열창호공사

공사명: 백운관4층 단열창호공사



사 진 설 명 PW창문틀설치 전경

사 진 설 명 확공전 전경사진(437호)



사 진 설 명 PW창문틀설치 전경

사 진 설 명 준공 전경사진

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

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 총 13편의 국제 SCI(E) 논문 게재 성과를 달성하였으며, 2020 impact factor (2020 IF) 총 합은 27.694 이며, 논문 1편당 평균 IF는 2.130을

달성하였음.

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

<표 1-7> 참여대학원생의 전년도 대비 논문 성과

구 분		1차년도 (2020년 9월 - 2021년 8월)	2차년도 (2021년 9월 - 2022년 8월)	증감
논문 편수	논문 총 편수	4	13	+
	논문의 환산 편수의 합	1.900	6.733	+
	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	0.131	0.396	+
Impact Factor (IF)*	IF=0이 아닌 논문 총 편수	4	13	+
	IF의 합	13.153	27.694	+
	환산보정 IF의 합	2.265	4.925	+
	논문 1편당 IF	3.288	2.130	-
	논문 1편당 환산보정 IF	0.566	0.379	-
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF 합	0.156	0.290	+
Eigenfactor Score (ES)**	ES=0이 아닌 논문 총 편수	4	13	+
	ES의 합	0.043	1.332	+
	환산 보정 ES의 합	1.710	7.409	+
	논문 1편당 환산보정 ES	0.428	0.570	+
	참여교수 1인당 환산보정 ES 합	0.118	0.078	-

- 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 예정이다.

- 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 18편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 16편, 국내 학진등재지 (KCI) 2편으로 참여교수 1인당 평균 3편의 논문 성과를 달성함.
- 아래 표와 같이 2020 impact factor (2020 IF) 총 합은 41.223 이며, 1편당 평균 IF는 2.567, 참여교수 1인당 논문 환산 편수는 1.972를 달성하였음.

<표 1-8> 참여대학원생의 전년도 대비 논문 성과

		1차연도 (2020년 9월 - 2021년 8월)	2차연도 (2021년 9월 - 2022년 8월)	증감
논문 편수	논문 총 편수	15	18	+
	논문의 환산 편수의 합	6.624	11.833	+
	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	1.104	1.972	+
Impact Factor (IF)	IF=0이 아닌 논문 총 편수	13	16	+
	IF의 합	51.049	41.223	-
	환산보정 IF의 합	8.467	6.854	-
	논문 1편당 IF	3.927	2.576	-
	논문 1편당 환산보정 IF	0.651	0.428	-
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF 합	1.411	1.142	-
Eigenfactor Score (ES)	ES=0이 아닌 논문 총 편수	13	16	+
	ES의 합	0.351	1.382	+
	환산 보정 ES의 합	9.891	9.408	-
	논문 1편당 환산보정 ES	0.761	0.588	-
	참여교수 1인당 환산보정 ES 합	1.649	1.568	-

- 모든 수치에서 전년도와 유사한 수치를 유지하고 있으며, 본 교육연구팀의 전체 우수논문 게재 실적은 단순히 정량적인 논문 편수를 증가시키는데 주력하기 보다는 저널의 IF 뿐만 아니라 영향력, 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 달성하는데 최선의 노력을 다하고 있다는 것을 보여주는 결과임.
- 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 질적 향상을 지향하고 있음.
- 본 교육연구팀의 참여교수 및 참여대학원생의 최근 1년간 국내·외 특허 총 10건(국내 출원: 8건, 국내 등록: 2건)의 성과를 달성하였음.
- 전세계적인 COVID-19 사태에 대응하여 온라인 매체를 활용한 비대면 수업방식 및 시스템을 확보하였으며, Flipped Learning, Problem/Project-Based Learning, Action/Team-based Learning 기반의 교수법을 시행함.
- 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 교과과정의 커리큘럼을 새롭게 개편하였음.
- 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 SCIE급 국제학술지에 논문게재 2편을 의무화 함.
 - 석사과정 학생은 학위 중 주저자로 국내 우수학술지에 논문게재 1편을 의무화 함.
- 참여대학원생의 국제화 연구능력 함양을 위해 공인영어성적 기준을 상향 조정하였음.
 - 석사과정: TOEFL (PBT 530점, CBT 197점, IBT 71점), TOEIC 700점, New TEPS 265점을 합격점수로 함
 - 석·박사통합과정 및 박사과정: TOEFL (PBT 550점, CBT 213점, IBT 80점), TOEIC 750점, New TEPS 285점을 합격점수로 함.
 - 종합시험 필수교과목 지정 및 확대
 - 석사: 핵심과목 1과목을 포함한 3과목, 박사(석박통합): 핵심과목 3과목을 포함하여 5과목
 - 석사학위 심사 시 학과외부 심사위원 1인 이상 포함, 박사학위 심사 시 학과외부 심사위원 2인

이상을 포함시킴

- 참여대학원생의 종합시험을 위한 선택 핵심과목은 아래와 같음.

<표 1-9> 대학원 선택 핵심과목

전임교수	학정번호	핵심과목명
민철희	RAD7004	치료방사선학특론 1
조효성	RAD6003	의료방사선영상학특론
한봉수	RAD6004	고급자기공명영상학 1
정용현	RAD6006	고급방사선계측학 1
염연수	RAD8003	방사선방호및보건의물리특론

단, 상기 선택가능한 핵심과목은 학과사정에 변경될 수 있음.

- 석사 및 박사학위 논문은 100% 영문으로 작성을 의무화 함.
- 학위조건과 관련된 내용을 학과 내규에 반영하여 2021년 신입생부터 적용하였음.
- 전공교과과정은 방사선공학트랙과 의학물리트랙으로 나누어 편성하였으며, 공통필수과정 + 세부 전공과정 + 실무교육 + 연구 + 학생참여 과정을 통해 체계화된 교육 프로그램을 운영 중에 있음.
 - 실무형 인재 양성을 위하여 차세대 의료방사선 분야에서 요구되는 ‘학생 참여주도 핵심실험 교육’ 을 운영 중에 있으며 과목 이수를 졸업 요건으로 강화하여 시행하고 있음.

□ 사회와 산업문제 해결을 위한 산학협력 교육·연구 지원

- 본 교육연구팀은 최근 1년간 총 2,428,027 천원의 연구과제 수주 계약 성과를 달성하였으며 산업체 연구비 6건: 414,350 천원, 정부 연구비 18건: 2,013,670 천원), 참여교수 1인당 평균 연구비 수주 계약액은 404,671 천원의 성과를 달성하였음.
- 연구과제 수주 계약 성과는 전년도(2020년 9월-2021년 8월) 연구비 수주 계약금액과 비교했을 때, 정부 과제 계약액은 -3.17%, 산업체 과제 계약액은 -3.54%, 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액은 -3.23% 감소하였으나 변화량이 미미한 수준이며, 지난 2017-2019년 3년간의 평균 수주액 대비 모두 30% 이상 증가한 수치*를 유지하였으므로 우수한 실적을 달성하였다고 판단됨.

*2017-2019년 3년간 평균 수주액

- 정부 연구비 수주: 1,372,253 천원
- 산업체(국내) 연구비 수주: 246,080 천원
- 1인당 총 연구비 수주: 269,722 천원
- 2022년 1학기 3월부터 방사선 융합과학 분야의 최신기술 및 현장에서 적용되고 있는 기술에 대해 산업체 세미나 교과목 1, 2를 개설하여 교육을 진행하였으며, 2학기에는 산업체 세미나 교과목 3, 4를 개설하여 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 진화 연구사업을 단계적으로 확대하며 현장맞춤형 인재양성의 비전을 실현하고자 최근 1년간 다양한 산학협력 연구과제 진행 및 기술이전 추진, 특허등록/출원 등 활발한 교류를 진행하였음.
- 본 교육연구팀의 참여교수 및 참여대학원생의 최근 1년간 국내·외 특허 10건(국내 출원: 8건, 국내 등록: 2건), 기술이전 3건의 실적을 달성하였음.
- 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 융합교육연구워크숍을 3회 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 연구결과 및 미래 연구방향에 대해서 토의를 진행한 바 있음.
 - 2022년 2월 11일 본교에서 전기전자공학자협회(Institute of Electrical and Electronics Engineers) Seoul Chapter를 개최하여 방사선 토모그래피 기술과 핵물질 계량 기술에 관한 최신기술을 공유하는 자리를 가짐.
 - 2022년 8월 19일 한국원자력의학원에서 한국화학물리학회와 본 BK21 교육연구팀이 공동으로 제6회 의학물리전산모사연구회 학술세미나를 개최하여 방사선 치료분야에 적용가능한 몬테칼로(Monte Carlo) 전산모사의 최신 기술에 대한 현황을 공유함.

<표 1-10> 교육연구팀의 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화

개최년월	행사명	교류대상	개최 방식	해외 석학 초청	연구 교류
2021.09.17	최신 방사선융합연구분 야 해외 신진연구자 초청 세미나	Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, USA: 유도현 박사 원주세브란스기독병원: 최현준 박사	온/ 오프 병행	●	●
		  			
2021.11.08	2021 Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences	연세대학교 참여교수 및 참여대학원생, 신진연구인력 Department of Radiological Technology, Nagoya University	온라 인	●	●
		  			

<p>2021.11.11</p> <p>2021 에너지산업 고도화 인력양성 세미나</p>		<p>연세대학교: 안재준 교수 연세암병원: 김진성 교수, 한민철 교수 아라레연구소: 이학재 대표 네오시스코리아: 신중기 팀장 가톨릭대학교 의과대학: 성원모 교수 서울대학교병원: 김정인 교수</p>	<p>온/ 오프 병행</p>	<p>●</p>	<p>●</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="667 465 1059 862">  <p>2021 에너지산업 고도화 인력양성 세미나</p> <p>많은 관심과 참여 부탁드립니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일시: 2021년 11월 11일(목) 14:50 ~ 17:00 - 장소: 박문관 320호 (온/오프라인 병행) - Zoom링크 https://zoom.us/j/4268183585?pwd=KjN0UjRlRXZlc0ZlMjY1R0h0bUo0dD09 - 주관: 미래의료방사선 융합교육연구팀 - 후원: 방사선기술 에너지산업 고도화 인력양성사업, 방사선융합연구소 </div> <div data-bbox="1059 409 1329 862">  <p>2021 에너지산업 고도화 인력양성 세미나</p> <p>14:50 ~ 17:00</p> <p>14:50 ~ 15:00: 등록</p> <p>15:00 ~ 15:15: 개회식</p> <p>15:15 ~ 15:30: 인사말</p> <p>15:30 ~ 16:00: 에너지산업 고도화</p> <p>16:00 ~ 16:30: 인력양성사업</p> <p>16:30 ~ 17:00: 질의응답</p> </div> </div> <div data-bbox="603 875 1394 1384">  <p>2021 에너지산업 고도화 인력양성 세미나</p> <p>14:50 ~ 17:00</p> <p>14:50 ~ 15:00: 등록</p> <p>15:00 ~ 15:15: 개회식</p> <p>15:15 ~ 15:30: 인사말</p> <p>15:30 ~ 16:00: 에너지산업 고도화</p> <p>16:00 ~ 16:30: 인력양성사업</p> <p>16:30 ~ 17:00: 질의응답</p> </div>					

Memorial Sloan Kettering Cancer Center, USA:
이동훈 박사

온/
오프
병행



2022.01.19

최신
방사선융합연구분
야 해외 신진
연구자 초청
세미나



<p>2022.02.11</p>	<p>건강하고 안전한 삶을 위한 방사선 계측 및 영상 최신기술 2022 IEEE NPSS Seoul Chapter, 핵의학영상 및 기기연구회, 한국방사선산업학회 공동심포지움</p>	<p>한국과학기술원: 조승룡 교수 한국원자력연구원: 임인철 박사 전남대학교: 강지훈 교수 University of California, Davis: 권순일 교수 삼성전자: 허윤석 박사 한국원자력연구원: 우상근 박사 고려대학교: 이기성 교수 배재대학교: 서성호 교수 서울대학교: 김기현 교수 전북대학교: 서희 교수 연세대학교: 정용현 교수</p>	<p>온/오프 병행</p>	<p>● ●</p>	<p>● ●</p>
					
<p>2022.05.27</p>	<p>2022 연세대학교 방사선학과/방사선융합공학과 학술제</p>	<p>방사선학과 학부생 방사선융합공학과 참여대학원생 및 참여교수 동문회</p>	<p>오프 라인</p>	<p>●</p>	<p>●</p>
					

<p>2022.06.27</p>	<p>최신 방사선융합연구분 야 해외 신진 연구자 초청 세미나</p>	<p>National Cancer Institute / National Institutes of Health: 이춘식 박사</p>	<p>온/ 오프 병행</p>	<p>●</p>	<p>●</p>
					
					
<p>2022.07.07 - 2022.07.08</p>	<p>방사선융합연구소 워크숍</p>	<p>미래의료방사선 융합교육연구팀: 참여교수 및 참여대학원생</p>	<p>오프 라인</p>	<p></p>	<p>●</p>
					

<p>2022.08.19</p>	<p>제6회 의학물리전산모사 연구회 학술세미나</p>	<p>연세암병원: 한민철 교수 서울대학교: 최창현 교수, 한국원자력의학원: 최상현 박사 연세대학교: 박효준 연구원, 민철희 교수, 정용현 교수 한양대학교: 한혜진 박사, 김찬형 교수 성균관대학교: 한영이 교수 국립암센터: 박상일 박사 Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, USA: 유도현 박사</p>	<p>오픈 라인</p>	<p>●</p>	<p>●</p>
<p>The image is a composite of two photographs. The top photograph shows a large group of approximately 40 people, mostly men, wearing face masks and standing in several rows for a group photo. They are in a well-lit room with a banner in the background that reads '2022 제6회 의학물리전산모사연구회 학술세미나'. The bottom photograph shows a presentation in progress. A speaker is standing at a podium on the left, and another person is at a podium on the right. Two large projection screens are visible. The left screen displays the GATE logo and the text 'Advanced Monte Carlo Simulations with GATE'. The right screen displays 'Features of TOPAS-nBio for Radiobiological Simulations' and the name 'Doheon You' with the Harvard logo.</p>					

<표 1-11> 참여대학원생의 국내·외 학술행사, 교육 프로그램 참가 지원 실적

일자	행사명	주관	참여대학원생 / 지도교수 (지원금액)
2021. 10. 6-9	World Molecular Imaging Congress (WMIC) virtual 2021	World Molecular Imaging Society	연제형, 윤창수 / 한봉수 (\$1,340)
2021. 11. 28-2021. 12. 2	Radiological Society of North America (RSNA) 2021 107 th Annual Meeting	Radiological Society of North America	이민재 (4,525,678원)
2022. 3. 8-2022. 3. 24	참고문헌 관리 프로그램 EndNote & Mendeley 교육	연세대학교 학술문화처	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 3. 15-2022. 3. 22	제29회 연세연구력강화워크숍 '논문의 힘' 저자가 알려주는 논문 작성 첫걸음	연세대학교 학술문화처	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 4. 25	BK21 예비 교수자인 대학원생들을 위한 강의역량 강화 워크숍	연세대학교 대학원혁신지원사업	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 5. 3	2022년도 BK21 참여인력 청렴교육(대학원생 권익보호)	한국연구재단	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 5. 18-2022. 5. 26	제31회 연세연구력강화워크숍 START! 영어로 논문쓰기	연세대학교 학술문화처	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 5. 24	특허정보원 지식재산권 입문 및 특허정보 검색	연세대학교 학술문화처	참여대학원생 및 신진연구인력
2022. 8. 19	제6회 의학물리전산모사 연구회 학술세미나	한국의학물리학회, 연세대학교 방사선융합공학과 미래의료방사선 융합교육연구팀	참여대학원생 및 신진연구인력

□ 교육역량 대표 우수성과

□ 국제 SCI(E) 논문 게재 실적

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 전년도에 비해 9편 많은 총 13편의 국제 SCI(E) 논문 성과를 달성하였으며, 2020 BK 환산보정 IF 총 합은 4.925 이며, 논문 1편당 평균 환산보정 IF는 0.379를 달성하였음. 또한 환산 보정 ES의 합은 7.409로 전년도에 비해 약 77% 상승한 수치를 보임.
 - 게재된 논문 중 9편의 논문이 속한 저널은 2020년도 기준 Journal Citation Reports (JCR)의 저널 quartile이 Q1에 속하며, 저널 카테고리 랭킹 상위 15% 이내인 저널에 7편이 게재되어 본 교육연구팀의 참여대학원생들이 4단계 BK21 사업 기간 내 성과의 질적 향상을 위해 노력하고 있음을 보임.
 - 모든 수치에서 전년도와 유사한 수치를 유지하고 있으며, 본 교육연구팀의 전체 우수논문 게재 실적은 단순히 정량적인 논문 편수를 증가시키는데 주력하기 보다는 저널의 IF 뿐만 아니라 영향력, 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 달성하는데 최선의 노력을 다하고 있다는 것을 보여주는 결과임.
- 1) 주저자 석박통합과정 이현우, Quantification of the effects of grid angulation on image quality in single-grid-based phase-contrast x-ray imaging. Journal of Optics (SCI(E), 2020 IF: 2.516, Q1-JIF rank 44/310):
 - 2) 주저자 석박통합과정 전두희, A software-based method for eliminating grid artifacts of a crisscrossed grid by mixed-norm and group-sparsity regularization in digital radiography. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A (SCI(E), 2020 IF: 1.455, Q1-JIF rank 27/107):
 - 3) 주저자 석박통합과정 이민재, Improvement of three-material decomposition in spectral mammography with a photon-counting detector. Journal of the Korean Physical Society (SCI(E), 2020 IF: 0.649, Q4-JIF rank 176/233):
 - 4) 주저자 석박통합과정 천보위, Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM. Journal of Applied Clinical Medical Physics (SCI(E), 2020 IF: 1.952, Q1-JIF rank 9/133):
 - 5) 주저자 석박통합과정 최형주, Experimental evaluation of fuel rod pattern analysis in fuel assembly using Yonsei single-photon emission computed tomography (YSECT). Nuclear Engineering and Technology (SCI(E), 2020 IF: 2.341, Q1-JIF rank 5/34):
 - 6) 주저자 석박통합과정 이성연, Design and characterization of a hemispherical monitoring system for large-area radiation monitoring. Journal of the Korean Physical Society (SCI(E), 0.649, Q4-JIF

rank 176/233): 본 논문은 감시 공간 내의 2π 방향을 324개의 방사선 스펙트로스코피로 구성된 반구형 감시 시스템을 제안함. 검출기 모듈은 섬광체, PMT 그리고 콜리메이터로 구성되며, 방사성 물질의 위치 및 세기를 3D 영상으로 재구성하여 방사선 선원의 이동을 실시간 모니터링함과 동시에 감시 공간 내의 선량 변화를 탐지할 수 있음.

- 7) **주저자 석박통합과정 백민규**, Preliminary results of a single photon emission computed tomography (SPECT) detector for inspection of spent fuel assembly. Radiation Physics and Chemistry (SCI(E), 2020 IF: 2.858, Q1-JIF rank 21/133): 해당 논문은 사용후핵연료봉의 구조적 평가 시 사용되는 SPECT의 낮은 민감도를 보완하기 위해 섬광체 설계 최적화를 통해 사용 후 핵연료의 구조를 식별하는 연구임. 섬광체 및 반사체 물질에 따라 검출 효율과 에너지 해상도를 평가하고 설계하였으며, 결과 영상 및 라인프로파일로 핵연료봉의 위치판별 여부와 제작된 검출기의 성능이 입증됨.

□ 주요 국제·국내 학술대회 논문발표 실적

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 아래와 같이 총 40곳의 국제·국내 학술대회에서 다양한 연구결과를 발표하였으며, 학기별 평균 참여대학원생 수 대비 1인 2.35편의 학술 발표를 진행하였음.
- 다양한 국제·국내 학술대회에서 학술관련 수상실적 4건을 달성하였으며, 이를 통해 연구결과의 우수성을 국내외적으로 인정받았음.
 - 수상자: 성새롬(1건), 이수민(1건), 이성연(1건), 연제형(1건)
- 참여연구진이 참석한 국제·국내 학술대회는 차세대 융복합 의료방사선 기술 개발과 관련된 연구 주제로 개최되었으며, 국내외 여러 우수한 산·학·연 기관들이 참여하고 있음.

■ 국내학회

1) 2021 대한방사선종양학회 정기학술대회

- 발표자 **석박통합과정 이동연**: Improvement of MVCT Image Quality for Adaptive Helical Tomotherapy Using CycleGAN-Based Image Synthesis with Small Datasets, 포스터

2) 2021 대한방사선방어학회 추계 학술대회

- 발표자 **석박통합과정 이성연**: Performance evaluation of hemispherical radiation monitoring system, 포스터
- 발표자 **석박통합과정 백민규**: 핵시설 감시를 위한 다중센서네트워크 및 인공지능 기반의 자동경보 시스템 개발, 포스터
- 발표자 **석박통합과정 성새롬**: Feasibility study of integrated C-arm CT/SPECT system for patient dose verification in brachytherapy using Monte Carlo simulation, 구연
- 발표자 **석박통합과정 최형주**: Design of the Gamma Emission Tomography for the Spent Fuel Assembly Interrogation in Wet Storage Facility, 구연
- 발표자 **석박통합과정 이동연**: 의료용 선형가속기의 선량평가를 위한 섬광체-카메라 기반 2차원 선량 측정 시스템 개발, 포스터

3) 2022 IEEE NPSS Seoul Chapter

- 발표자 **석박통합과정 백민규**: Performance evaluation of a radiation monitoring system based on

multi-sensor network and AI algorithm for nuclear facility inspection, 포스터

4) 2022 한국의학물리학회 춘계학술대회

- 발표자 석박통합과정 성새롬: Feasibility Study of Online Adaptive 3D Brachytherapy Procedure with C-arm CT/SPECT Imaging System, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이수민: Monte Carlo Radiation Transport Simulation Coupled with the Visible Monkey, 구연
- 발표자 석박통합과정 이동연: 세기조절 방사선치료의 선량적 및 기계적 평가를 위한 섬광체 기반의 실시간 선량추정기 개발, 포스터

5) 2022 대한방사선방어학회 춘계 학술대회

- 발표자 석박통합과정 성새롬: Applicability Evaluation of C-arm CT/SPECT Imaging System for Online Adaptive 3D Brachytherapy, 구연
- 발표자 석박통합과정 이수민: Implementation of Visible Monkey with Monte Carlo Simulation for Radiation Dosimetry, 구연
- 발표자 석박통합과정 이성연: Source localization map using the hemispherical radiation monitoring system, 포스터
- 발표자 석박통합과정 강인수: Material analysis and muon tomography image using a muon tomography system, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이동연: 세기조절 방사선치료의 선량적 및 기계적 평가를 위한 섬광체 기반의 실시간 선량추정기 개발, 포스터

■ 국외학회

1) PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors

- 발표자 석박통합과정 이현우: An experimental study on frequency-dependent noise-resolution trade-off of an indirect x-ray detector, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이민재: Improvement of three-material decomposition in spectral mammography using non-local means denoising, 포스터

2) 2021 Annual Meeting of Radiation Research Society

- 발표자 석박통합과정 최형주: Optimization of the Detector Module equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study, 포스터
- 발표자 석박통합과정 천보위: Optimization of Integrated Prompt Gamma and Positron Emission Tomography (PG-PET) System for In-vivo 3-D Dose Verification, 구연

3) World Molecular Imaging Congress 2021

- 발표자 석박통합과정 연제형: Derivation of optimal indicator to monitor sleep states using Monte Carlo Simulation of water molecules, 포스터

4) 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference

- 발표자 석박통합과정 이성연: Performance of a hemispherical large-area monitoring system, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이동연: Improvement of MVCT Image Quality for Adaptive Helical

Tomotherapy Using CycleGAN-Based Image Synthesis with Small Datasets, 포스터

- 발표자 석박통합과정 최형주: Optimization of the Detector Module Equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study, 포스터

5) 2021 FLASH Radiotherapy and Particle Therapy Conference

- 발표자 석박통합과정 천보위: Optimization of prompt gamma imaging and positron emission tomography (PG-PET) system for In-vivo dose verification in carbon-ion therapy: A Monte Carlo study, 포스터

6) 23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors

- 발표자 석박통합과정 이현우: Empirical design criteria for improving image quality in grid-based phase-contrast x-ray imaging system, 포스터
- 발표자 석박통합과정 이민재: Development of deep learning-based C-arm CT/SPECT imaging system for online adaptive brachytherapy, 포스터
- 발표자 석박통합과정 심지용: Design of stationary dual-energy CT baggage scanner with π -angle sparsity and compressed-sensing reconstruction, 포스터

7) 2022 AAPM Annual Meeting

- 발표자 석박통합과정 이동연: Development of Scintillator-Based Real-Time Dosimetry for Dosimetric and Mechanical Evaluations of IMRT, 구연

□ 국제·국내 특허 출원/등록 실적

- 최근 1년간 본 교육연구팀의 참여대학원생이 공동발명자로 참여한 국내 특허 실적은 등록 1건, 출원 8건이며, 현재에도 학생 주도적 교육·연구 참여 프로그램을 통해 다양한 연구개발에 참여하고 있어 앞으로의 성과 달성이 기대됨.

1) 국내 특허 등록

- 윤창수, 연제형, 한봉수: 스트레스 측정기, 대한민국, 10-2313694

2) 국내 특허 출원

- 민철희, 최형주, 성새름, 이민재: C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템 및 치료방법, 대한민국, 10-2022-0044872
- 이동연: 다엽 콜리메이터 성능 평가 시스템 및 그 방법, 대한민국, 10-2022-00623308
- 조효성, 이민재, 민철희: 사이클 GAN 기반 영상 화질 개선 학습 시스템 및 방법, 대한민국, 10-2022-0064898
- 조효성, 이민재, 심지용, 이현우: 기하학적 구조의 이동형 CT촬영 시스템 및 방법, 대한민국, 10-2020-0174782
- 민철희, 최형주: 고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치, 대한민국, 10-2021-0135726
- 정용현, 이성연, 정윤수, 강인수, 백민규: 다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법, 대한민국, 10-2021-0158650

1. 교육·학사과정 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 해 왔으며, 2019년 국제의학물리학회(International Organization for Medical Physics, IOMP)로부터 ‘국제의학물리전문인 교육과정’을 인준받는 등 체계적인 교과목을 운영·개발하고 있음. 또한 2022년 12월까지 한국과학기술원 및 가톨릭대학교와 함께 재인준을 위한 심사를 준비 중임.
- IOMP 인준을 유지하기 위해 Commission on Accreditation of Medical Physics Education Programs (CAMPEP) 인증 대학원의 교육과정을 지속적으로 벤치마킹하여 교육과정 개선에 반영하고 있으며, IOMP에서 권고하고 있는 기초과학, 의학물리필수, 의학물리선택, 의학물리실습 등의 4분야로 새롭게 구성하였음.
- 의학물리 기초과학 과목: 의학물리학을 이해하기 위해 필요한 기초과목(일반물리학, 일반생물학, 미분적분학 등)은 대학원 교과과정에 개설되지 않으며, 학부 이수과목으로 대체함.
- 의학물리 필수 8과목: 의학물리학 과정을 이수하기 위한 필수과목으로서, 물리학의 원리를 의학적으로 적용하기 위한 기본지식을 제공함. 8개 과목을 필수로 이수해야 하며, 학부에서 유사과목을 이미 수강한 경우 최대 2개 과목 면제 가능함.
 - 고급방사선통계학, 치료방사선학특론 1, 고급방사선계측학 1, 방사선방호및 보건물리특론, 의료방사선 영상학특론, 몬테칼로전산모사,
- 의학물리 선택 15과목: 최신 의학물리 관련 연구를 수행하기 위한 융합적 지식 습득을 목적으로 하며, 선택과목 중 3과목 이상 이수해야 함.
 - 고급자기공명영상학 1, 고급핵의학영상학, CT영상학특론, 방사선응용특론, 응용수치해석특론, 치료방사선학특론 2, 고급방사선계측학 2, 디지털영상처리및화질론, 입자치료물리학 1, 입자치료물리학 2, 의료영상시스템특론, 영상정보학특론, 의학영상재구성특론, 고급초음파영상학, 고급방사선량평가
- 의학물리 실습 2과목: 필수 1과목과 선택 중 1과목을 이수해야 하며, 각 과목은 최소 10시간이상 수강해야 함.
 - 표준방사선량측정, 선형가속기 QA
- 현재 참여대학원생의 의학물리 교과목의 실무능력 함양 및 진로설정, 창의적·도전적 혁신인재 양성을 위해 고급방사선량평가(선택), 표준방사선량측정(실습), 선형가속기QA(실습) 총 3과목을 2021년 8월에 신규 개설하였음.
- 참여대학원생의 맞춤형 교육·연구를 위해 방사선 전자회로 특론(RAD7006), 고급방사선생물학(RAD7007), 방사선해부학 및 생리학특론(RAD7008), 방사성동위원소학 특론(RAD8009)은 폐강하였음.

<표 2-1> 최근 1년간 학과 내 전공 교과목 개설 및 운영 현황

학기	학정번호-분반	학점	교과목명	담당교수
2021년도 2학기	RAD9005-MM	2	방사선학연구법1	한봉수
2021년도 2학기	RAD7001-MM	3	CT 영상학 특론	김희중
2021년도 2학기	RAD8003-MM	3	방사선방호및보건의물리특론	문병룡
2021년도 2학기	RAD8010-MM	3	고급자기공명영상학2	한봉수
2021년도 2학기	RAD8020-MM	3	입자치료물리학2	민철희
2022년도 1학기	RAD8021-MM	1	산업체세미나1 (신규 교과목)	외부
2022년도 1학기	RAD8022-MM	1	산업체세미나2 (신규 교과목)	외부
2022년도 1학기	RAD8023-MM	2	산학협력프로젝트	염연수
2022년도 1학기	RAD8024-MM	2	표준방사선량측정	최현준
2022년도 1학기	RAD9006-MM	2	방사선학연구법2	염연수
2022년도 1학기	RAD6003-MM	3	의료방사선영상학특론	김희중
2022년도 1학기	RAD8011-MM	3	의학영상재구성 특론	한봉수
2022년도 1학기	RAD8018-MM	3	선형시스템특론	조효성
2022년도 1학기	RAD8026-MM	3	고급방사선량평가	염연수
2022년도 2학기	RAD8033-MM	2	산업체세미나3 (신규 교과목)	염연수
2022년도 2학기	RAD8034-MM	2	산업체세미나4 (신규 교과목)	염연수

② 교육과정의 장·단점

- 본 교육연구팀은 2019년 국제의학물리학회(IOMP)의 의학물리전문인 교육인증위원회(IOMP Accreditation Board)에서 인준하는 ‘국제의학물리전문인 교육기관’ 자격을 인정받았음.
- IOMP 교육기관 인준은 본 교과과정이 IAEA와 WHO의 국제표준 가이드라인에 맞춰 편성되었으며, 이는 본 교육연구팀이 국제적 수준에 맞는 고도의 전문성을 갖춘 의료방사선 전문가를 양성할 수 있는 세계적인 교육기관으로 인정받았음을 의미함.

- 본 교육연구팀인 방사선융합공학과는 국내에서는 독보적으로 의료방사선분야의 전문가들로 교수진이 구성되어 기초과목부터 응용과목에 이르는 다양한 범위의 특화된 의료방사선 교육과정을 제공하는 장점이 있음.
- 교과과정은 IOMP 기준안에 따라 운영되고 있으나, 4차산업 혁명시대에 대비한 ICT 융합 및 다학제간 융합 교과과정의 추가 개설 및 확대가 필요함.
- 대부분의 교과과정이 지식 전달에 기반한 최신 의료방사선 HW/SW 이론 교육에 치중되어 있어 실제 병원 현장에서 환자의 진료와 의사소통, 병원 조직 등에 대한 이해를 증진하기 위해서는 환자 진료 중심의 임상 환경에서의 임상실습 교육 강화가 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.

③ 교육과정 운영 실적


□ 혁신적 교수법 도입 실적

- 전세계적인 COVID-19 사태에 대비하여 온라인 맞춤형 Flipped Learning, Problem/Project-Based Learning, Action/ Team-based Learning 기반의 교수법을 시행 중에 있음.
- 2022년 09월 현재 COVID-19 확진자 추이가 감소세에 있고, 소속기관의 교육환경도 점차 대면 교육을 시행하고 있는 상황이므로, 향후 다양한 교육과정이 개발될 것으로 예상됨.

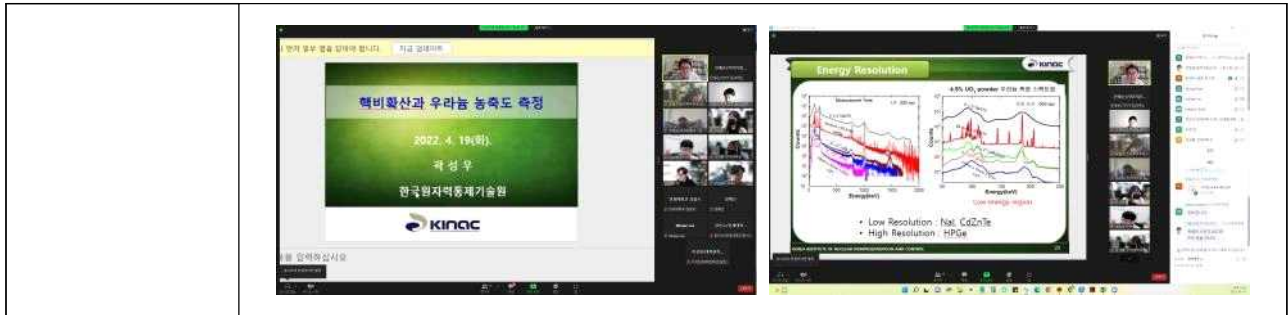
□ 산·학·연 연계 및 다학제간 융합 교육 강화

- 2022년 1학기에 방사선 융합과학 분야의 최신기술 및 현장에서 적용되는 기술에 대해 산업체 세미나 교과목 1, 2를 개설하여 교육을 진행하였으며, 2학기에는 산업체 세미나 교과목 3, 4를 개설하여 산업체 및 연구소 등 현직의 전문가를 초청하여 강연을 통한 참여대학원생의 연구역량을 증진하는데 노력하고 있음.

<표 2-2> 2022년도 1학기 산업체 세미나 강의 일정표


일자	소속	강사명	제목
3월 강의 일정			
2022. 3. 15 (화) 16:00~17:00	국립암센터	정종휘 박사	Patient QA for Protontherapy (Scattering, Scanning)
			
2022. 3. 22 (화)	서울대학교병원,	이재성 교수	Development of PET instrumentation

16:00~17:00	브라이토닉스 이미징대표		and AI solutions
2022. 3. 29 (화) 16:00~17:00	한국원자력의학원	유재룡 박사	방사선비상대응을 위한 물리적선량평가
4월 강의 일정			
2022. 4. 5 (화) 16:00~17:00	국립암센터	김대홍 박사	Preclinical Small-Animal Imaging
2022. 4. 12 (화) 16:00~17:00	원자력안전기술원	박병현 선임연구원	의료분야 방사선이용 및 안전규제실무
2022. 4. 19 (화) 16:00~17:00	한국원자력 통제기술원	곽성우 박사	우라늄 농축도 측정 원리 및 장치



5월 강의 일정

<p>2022. 5. 3 (화) 16:00~17:00</p>	<p>한국원자력연구원 박진형 박사</p>	<p>인공신경망(Artificial neural network) 소개</p>	
<p>2022. 5. 10 (화) 16:00~17:00</p>	<p>바텍 연구소 박철규 박사</p>	<p>3D Computed tomography(CT) 원리 및 덴탈 분야의 적용</p>	
<p>2022. 5. 17 (화) 16:00~17:00</p>	<p>한국원자력의학원 김경민 박사</p>	<p>신약평가를 위한 방사선기술</p>	
<p>2022. 5. 24 (화) 16:00~17:00</p>	<p>제이피아이헬스 케어(주) 김경우 박사</p>	<p>이동형 CT (Mobile CT) 시장현황</p>	<p></p>
<p>2022. 5. 31 (화) 16:00~17:00</p>	<p>원자력연구소 김지석 박사</p>	<p>질량에 대한 고찰</p>	

6월 강의 일정			
2022. 6. 7 (화) 16:00~17:00	한국전기연구원	차보경 박사	X-선 검출기 최신 연구 및 기술 동향
2022. 6. 14 (화) 16:00~17:00	GE Medical Systems	황문정 박사	Latest MR , PET imaging
			

- 새롭게 개편된 교과과정은 본 교육연구팀의 비전 및 목표에 부합하고, 과학기술 분야뿐만 아니라 산업·사회 전반에 걸친 다양한 문제들을 해결하는데 기여할 수 있는 창의적·도전적 의료방사선 분야의 혁신인재를 양성하는데 초점을 두고 개발하였음.
- 이론과 실무를 겸비한 의료방사선 교육을 위하여 대학과 연계된 원주세브란스기독병원과의 유기적인 협력을 통해 의학물리학 교과과정의 기초 실험·실습 및 임상응용에 관한 과목을 확대 개설함.
- IOMP 인준을 유지하기 위해 CAMPEP 인증 대학원의 교육과정을 지속적으로 벤치마킹하여 교육과정 개선에 반영하고 있으며, IOMP에서 권고하고 있는 기초과학, 의학물리필수, 의학물리선택, 의학물리실습 등의 4분야로 새롭게 구성하였음.
- 의학물리 기초과학 과목: 의학물리학을 이해하기 위해 필요한 기초과목(일반물리학, 일반생물학, 미분적분학 등)은 대학원 교과과정에 개설되지 않으며, 학부 이수과목으로 대체함.
- 의학물리 필수 8과목: 의학물리학 과정을 이수하기 위한 필수과목으로서, 물리학의 원리를 의학적으로 적용하기 위한 기본지식을 제공함. 8개 과목을 필수로 이수해야 하며, 학부에서 유사과목을 이미 수강한 경우 최대 2개 과목 면제 가능함.
 - 고급방사선통계학, 치료방사선학특론 1, 고급방사선계측학 1, 방사선방호및 보건물리특론, 의료방사선 영상학특론, 몬테칼로전산모사, 고급방사선생물학, 방사선해부학및생리학특론
- 의학물리 선택 15과목: 최신 의학물리 관련 연구를 수행하기 위한 융합적 지식 습득을 목적으로 하며, 선택과목 중 3과목 이상 이수해야 함.
 - 고급자기공명영상학 1, 고급핵의학영상학, CT영상학특론, 방사선응용특론, 응용수치해석특론, 치료방사선학특론 2, 고급방사선계측학 2, 디지털영상처리및화질론, 입자치료물리학 1, 입자치료물리학 2, 의료영상시스템특론, 영상정보학특론, 의학영상재구성특론, 고급초음파영상학, 고급방사선량평가(신규)
- 의학물리 실습 2과목: 필수 1과목과 선택 중 1과목을 이수해야 하며, 각 과목은 최소 10시간이상 수강해야 함.
 - 표준방사선량측정(신규), 선형가속기 QA(신규)

- 현재 참여대학원생의 의학물리 교과목의 실무능력 함양 및 진로설정, 창의적·도전적 혁신인재 양성을 위해 고급방사선량평가(선택), 표준방사선량측정(실습), 선형가속기QA(실습) 총 3과목을 2021년 2학기에 신규 개설하였음.
- 또한, 연구의 다양성 확보와 실무능력 강화를 위한 산·학·연 연계 교육 및 연구과정 제공을 위해 산업체세미나(1, 2), 산학협력 프로젝트 총 3과목을 2022년 1학기에 신규 개설하였고 산업체세미나(3, 4) 총 2과목을 2022년 2학기에 신규 개설하였음.
- 신규 선택 1과목은 학과 내 신입교수(염연수 교수), 실습 2개 과목은 국내 임상 의료기관 및 연구기관에 재직 중인 전문인력(최현준 박사, 원주세브란스기독병원, 방사선종양학과)을 통해 2022년부터 교육을 시행 중에 있음.

<표 2-3> 학과 내 전공 교과목 운영 현황

과 목		담당 교수	방사선공학트랙			의학물리트랙		
과목명	학정 번호		방사선 기기공학	방사선 생명공학	방사선 해석공학	의학물리 필수	의학물리 선택	의학물리 실습
치료방사선학특론1	RAD 7004	민철희	○			○		
치료방사선학특론2	RAD 7013	민철희		○			○	
입자치료물리학1	RAD 8019	민철희	○				○	
입자치료물리학2	RAD 8020	민철희		○			○	
고급방사선계측학1	RAD 6006	정용현	○			○		
고급방사선계측학2	RAD 8016	정용현	○				○	
고급핵의학영상학	RAD 6005	정용현		○			○	
방사선응용특론	RAD 7009	정용현	○				○	
고급자기공명영상학 1	RAD 6004	한봉수	○				○	
고급자기공명영상학 2	RAD 8010	한봉수		○			○	
의학영상재구성특론	RAD 8011	한봉수			○		○	
고급방사선통계학	RAD 6007	한봉수			○	○		
몬테칼로전산모사	RAD 7017	염연수			○	○		
고급방사선량평가	RAD 8026	염연수			○		○	
방사선방호및보건물리특론	RAD 8003	염연수		○		○		
의료영상시스템특론	RAD 7002	조효성	○				○	
의료방사선영상학특론	RAD 6003	조효성		○		○		
디지털영상처리및화질론	RAD 8004	조효성			○		○	

응용수치해석 특론	RAD 7014	조효성			○		○	
세미나1	RAD 6002	공통	○				○	
세미나2	RAD 7005	공통	○				○	
세미나3	RAD 8005	공통		○			○	
세미나4	RAD 8013	공통		○			○	
세미나5	RAD 9001	공통			○		○	
세미나6	RAD 9002	공통			○		○	
세미나7	RAD 9003	공통			○		○	
세미나8	RAD 9004	공통			○		○	
방사선학연구법1	RAD 9005	공통	○				○	
방사선학연구법2	RAD 9006	공통		○			○	
방사선학연구법3	RAD 9007	공통			○		○	
연구지도 I	RAD 7999	공통	○				○	
연구지도 II	RAD 9999	공통	○				○	

<표 2-4> 학과 내 신규 교과목 개설 및 운영 실적

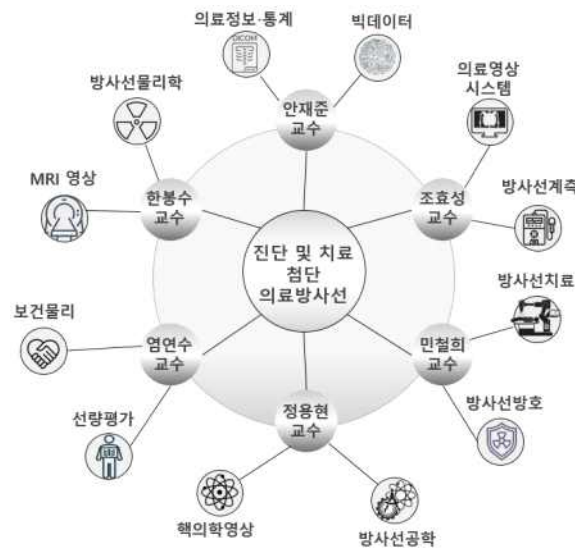
과목명	학정번호	담당교수	비고
고급방사선량평가	RAD8026	염연수	2022년 1학기 신규개설
산업체세미나 1	RAD8021	민철희 (외부 강사)	2022년 1학기 신규개설
산업체세미나 2	RAD8022	민철희 (외부 강사)	2022년 1학기 신규개설
산업체세미나 3	RAD8033	민철희 (외부 강사)	2022년 2학기 신규개설
산업체세미나 4	RAD8034	민철희 (외부 강사)	2022년 2학기 신규개설
산학협력 프로젝트	RAD8023	민철희	2022년 1학기 신규개설
표준방사선량측정	RAD8024	최현준 (원주세브란스기독병원 방사선종양학과)	2022년 1학기 신규개설
방사선치료기 품질관리	RAD8025	최현준 (원주세브란스기독병원 방사선종양학과)	2022년 1학기 신규개설

□ 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.

□ **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.



<방사선융합공학과 교수진의 다양한 의료방사선 전공분야>

- 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 교과목 개발함.
- 학생들에게 현장 맞춤형 산·학·연 연계 기반의 교육을 제공할 목적으로 산업체 세미나 교과목 3, 4를 2022년 2학기에 개설함.

<표 2-5> 산업체 세미나 교과목 3, 4 일정(예정)

주차	강사명	소속	강의명
1주차	한봉수 교수	연세대학교 방사선융합공학과	수업관련 개요 및 오리엔테이션
2주차	조민국 소장	(주) 오스템임플란트	방사선 의료 영상 시스템 동향
3주차	김돈수 교수	Boston Children's Hospital, USA	Anti-scatter grid control in intervention fluoroscopy: A straightforward and rewarding medical physics
4주차	한민철 박사	연세암병원	연세암병원 중입자치료 소개
5주차	김재현 박사	원자력연구원	첨단방사선연구소 방사선영상기기 개발 소개
6주차	최인호 변리사	김앤장 법률사무소	특허제도의 이해 및 변리사의 역할
7주차	조성구 박사	서울삼성병원	Introduction of proton therapy
8주차	최상현 박사	원자력의학원	의학물리와 측정불확도
9주차	김영수 박사	원자력연구원	몬테칼로 전산모사 및 인공지능 기술의 원자력/방사선 분야에의 활용
10주차	김주현 박사	(주) 필립스코리아	The future of radiology and the role of clinical scientists
11주차	최광윤 박사	(주) SSTLabs	방사선의 항공보안 활용
12주차	김규석 교수	연세대학교 의과대학 융합의학과	디지털 X-선원의 원리 및 응용

- 다학제간 융합 교과 - 2022년 2학기 개설되어 운영 중임.
 - 첨단 의료방사선 교육 및 연구 분야와 연계된 다양한 전공(의공학, 컴퓨터공학, 생물학, 물리학, 화학, 정보통계학 등)과의 다학제간 연계교육을 활성화 함.
 - 기존의 전공교과목들을 ICT 기반 융합 교과목으로 개선함.
- 과학기술·산업·사회문제 해결 및 발전에 기여하기 위한 교과목을 지속적으로 개발하고, 참여대학원생은 교과목 이수를 통해 다양한 첨단 과학기술 및 차세대 응용기술 학문을 접할 수 있도록 신규 교과목을 개설함. 이를 통해 세계적 수준의 연구 성과를 창출함으로써 다시 새로운 교과목에 반영될 수 있는 선순환 시스템을 구축할 계획임.

1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

① 과학기술과 관련된 교육 프로그램 현황 및 운영 실적

- 의료방사선 분야의 기초 지식뿐만 아니라 최첨단 기술 교육을 위하여 다양한 세부전공 교과목 및 교육 프로그램을 개발하여 운영하고 있음.
- 본 교육연구팀은 국제의학물리학회로부터 인증 받은 우수한 교육 프로그램을 운영하고 있으며, 국제적으로 공인된 교육 역량을 기반으로 현재 중국의 산둥 제1의과대학과 합작대학원 개설을 추진 중에 있음.
- 첨단 과학기술 교육프로그램의 대표성과
 - 현재 조효성 교수가 운영 중인 「치과용 영상 신기술 센터」는 연세대-(주)바텍 간의 산학협력 공동연구소로, 대학에서 제공하는 우수한 학생 연구원과 전문지식, 그리고 산업체에서 제공하는 연구장비 및 연구개발비를 바탕으로 치과용 영상 신기술을 지속적으로 개발하여 신제품에 적용하고 있음.
 - 이를 통해 대학은 학생 연구원들의 졸업 후 취업 기회를 제공하고, 산업체는 고품질 제품을 개발 및 판매함으로써 서로가 win-win하는 모범적인 산학협동 모델을 제시한 사례로 평가받고 있음.
- 본 교육연구팀은 2021년부터 한국방사선진흥협회에서 주관하는 에너지인력양성사업에 참여하고 있으며, 해당 사업은 고부가가치 방사선 기술 산업 활성화를 위해 미래 생태계 대응 인재의 양성 및 산업 분야의 현장형 실무인력 공급을 목적으로 함.
 - 한국방사선진흥협회는 실무융합형 인력양성을 목적으로 매년 기업 또는 연구소의 현장 인프라를 활용하여 인증제 교육과정을 운영하고 있으며, 본 교육연구팀은 현장실무능력 고도화 및 참여기업 애로기술 해결을 위한 교육체제 개선의 일환으로 아래 표와 같이 소속 대학원생의 참여를 유도함.
 - 매년 인증제 교육과정 참여를 통해 4단계 BK21 참여 학생들의 실무 능력을 향상시킬 예정임.

<표 2-6> 한국방사선진흥협회 인증교육 참석 실적

교육일자	교육명	교육장소	총 교육시간	참여 인원	참여방식
2022. 8. 3 -2022. 8. 5	중성자 측정 전문가 과정(방사선계측)	대덕테크비즈센터, 한국표준과학연구원(대전)	19시간	3명	오프라인
2022. 8. 11 -2022. 8. 12	방사선 피폭선량평가 전문가 과정(방사선기기 및 응용)	한국방사선진흥협회 송파 강의실(서울)	14시간	7명	오프라인
2022. 8. 16 -2022. 8. 18	난분석 방사성핵종 분석 과정(방사성폐기물)	(주)알엠텍(광주)	24시간	2명	오프라인
2022. 8. 22 -2022. 8. 26	방사선 차폐설계 전문가 과정(방사선방호)	한국방사선진흥협회 송파 강의실(서울)	40시간	5명	오프라인
2022. 8. 29 -2022. 8. 31	해체후부지 안전성평가 전문가 과정(방사성폐기물)	한국방사선진흥협회 송파 강의실(서울)	15시간	3명	오프라인
2022. 8. 31 -2022. 9. 1	잔류방사능 선량평가 전문가 과정(방사성폐기물)	한국방사선진흥협회 송파 강의실(서울)	12시간	3명	오프라인

- 정기적인 방사선 학술제 및 심포지엄 개최

- 최근 1년간 의료방사선 분야의 최신 과학기술 동향 분석 및 현장에서 요구되는 실무적 역량을 강화하기 위해 의료기관, 산업체 및 공공 연구기관의 전문가들을 초빙해 지속적으로 학술제 및 세미나를 개최하고 있음.

<표 2-7> 최근 1년간 융합교육연구워크숍 및 국내·외 석학 초청강연 개최 실적

일자	소속	이름	연구세미나 내용
2021. 9. 17	Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School, USA	유도현 박사	Modelling Chromatin Compaction Using the Hi-C Data in TOPAS-nBio for Accurate Monte Carlo Calculation of DNA Damage
2021. 9. 17	Memorial Sloan Kettering Cancer Center, USA	이동훈 박사	Deformation Driven Seq2Seq Longitudinal Tumor and Organ at risk Prediction for Radiotherapy
2021. 11. 11	연세대학교 정보통계학과	안재준 교수	머신러닝과 인공지능
2021. 11. 11	연세대학교 의과대학 방사선종양학교실	김진성 교수	AI in Radiation Oncology
2021. 11. 11	연세대학교 의과대학 방사선종양학교실	한민철 교수	Monte Carlo in Medical Physics
2021. 11. 11	아라레연구소	이학재 대표	가변형 콜리메이터와 응용기술
2021. 11. 11	네오시스코리아	신중기 팀장	방사능 탐지 및 측정 개발기술 소개
2021. 11. 11	가톨릭대학교 의과대학 의공학교실	성원모 교수	암 면역과 방사선치료
2021. 11. 11	서울대학교 병원	김정인 교수	의료방사선분야의 창업스토리
2022. 1. 19	Memorial Sloan Kettering Cancer Center, USA	이동훈 박사	Deformation Driven Seq2Seq Longitudinal Tumor and Organ at risk Prediction for Radiotherapy
2022. 2. 11	UC Davis, USA	권순일 교수	Fast timing detectors for positron emission imaging
2022. 2. 11	삼성전자	허윤석 박사	Simulation approaches to gamma ray imaging system development and tumor dosimetry
2022. 2. 11	전북대학교 양자시스템공학과	서희 교수	비파괴 측정기반 핵물질 계량기술 현황
2022. 2. 11	연세대 방사선융합공학과	정용현 교수	뮤온 토모그래피 시스템

2022. 6. 29	National Cancer Institute, USA	이춘식 박사	Radiation dosimetry researches at the US National Cancer Institute
2022. 8. 19	연세대학교 의과대학 방사선종양학교실	한민철 교수	Geant4 tutorial & A brief introduction of Monte Carlo dose calculation in clinical practice
2022. 8. 19	연세대 방사선융합공학과	정용현 교수	Advanced Monte Carlo simulation with GATE
2022. 8. 19	Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School, USA	유도현 박사	Features of TOPAS-nBio for radiobiological simulations

② 산업문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황 및 운영 실적

- 산업체 세미나 및 특강: 2021년 미래의료방사선 융합교육연구 워크숍을 개최하여 산업체 재직자를 초청하여 신기술에 대한 세미나 및 특강을 실시함.
- 본 교육연구팀은 의료산업의 특성에 부합되는 교육 프로그램(의료 및 산업 분야 다학제간)을 지속적으로 개발 및 보완·운영하여 이를 통해 의료·산업계에서 인정받는 창의실용·융합인재를 양성하고 있음.
 - 2019년 IOMP로부터 국제의학물리전문인 교육기관 인준
 - 2022년 12월 IOMP 재인준 예정
 - 2010년부터 현재까지 산학협동연구소인 치과용 영상신기술 센터 운영 등
 - 국제적으로 공인된 교육 프로그램을 기반으로 산동 제1의과대학(중국)과 합작대학원 개설 추진 중
- 본 교육연구팀은 산업체와 연계하여 산업기술 공동개발 사업에 적극 참여하여 산학협력 중심의 대학 체제 개편 및 현장 실무형 인력 배출을 위한 가족회사 제도를 운영하고 있음.
 - 2012년부터 (주)리스트엠, (주)사이메딕스, (주)디알텍, (주)뉴케어, (주)메디퓨처, (주)오스테오시스, (주)바이오넷, (주)레메디, (주)엠지비 등 지역사회 의료기기업체들과 가족회사를 맺어 산학협력 연구를 위한 긴밀한 협조체제를 구축하고 있음.
- 최근 1년간 본 교육연구팀이 지역 산업체의 애로기술 해결을 위해 수행한 연구 프로젝트는 다음과 같음.

〈표 2-8〉 지역 산업체의 애로기술 해결위한 프로젝트 실적

연구기간	사업체	애로기술 해결 내용	참여교수
2021. 8. 6 - 2023. 8. 5	(주) 네오시스코리아	다분할 방사선 감시기 및 핵종분별 알고리즘의 상용화	민철희
2022. 7. 1 - 2023. 8. 5	한국원자력협력재단	선형가속기를 사용하는 방사선 치료의 품질 향상을 위한 2차원 동시동작 다엽콜리메이터 개발	민철희
2021. 1. 2 - 2022. 4. 30	(주)바텍	2021년 바텍과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구*	조효성
2021. 8. 1 - 2022. 7. 31	(주)우리엔	동물용 엑스선 영상 화질개선 알고리즘 개발 및 적용	조효성
2022. 1. 2 - 2022. 12. 24	(주)바텍	2022년 바텍과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구	조효성
2022. 1. 2 - 2022. 12. 31	(주)바텍	치과용 영상 신기술 연구센터 운영	조효성

*2021년 10월 연구비 입금 완료.

③ 사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황 및 운영 실적

- 본 교육연구팀은 인구 고령화라는 지역사회 문제 해결을 위해 필수적인 진단과 치료를 위한 의료방사선 분야에 특화된 교육 프로그램을 운영하고 있음.
- 사회 문제 해결을 위한 진단 및 치료와 관련된 교육 프로그램 구성 현황은 다음과 같음.
 - 방사선 진단 관련 교과목: 고급핵의학영상학, 고급자기공명영상학, 고급초음파영상학, CT영상학특론, 디지털영상처리및화질론, 의학영상재구성특론 등
 - 방사선 치료 관련 교과목: 치료방사선학특론, 고급방사선생물학, 몬테칼로전산모사, 표준방사선량측정, 선형가속기 QA 등
- 본 교육연구팀은 초고령화 사회에 대한 이해를 높이기 위해서 2019학년도 1학기부터 보건과학대학 내 타 학과들과 함께 ‘건강한 삶에 대한 이해’ 교과목을 공동 개설하여 운영하고 있음.

④ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

□ 다학제간 융합 교과목 개발 및 운영

- 최근 미래의학 연구와 맞춤 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.
 - 2021년 2학기: 산학협력프로젝트(RAD8023) 과목 신설

□ 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.
 - 2021년 2학기: 표준방사선량측정(RAD8024), 방사선치료기품질관리(RAD8025) 과목 신설
- 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.
 - 2022년 1학기: 산업체세미나 3(RAD8033), 산업체세미나 4(RAD8034) 과목 신설
- 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> 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

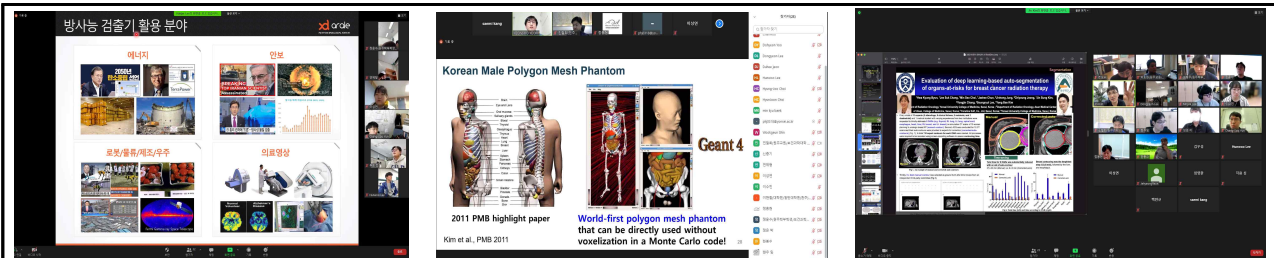
(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	0	0	17	17
	2022년 1학기	0	0	17	17
	계	0	0	34	34
배출 (졸업생)	2021년 2학기	0	0	0	0
	2022년 1학기	0	0	0	0
	계	0	0	0	0

- 최근 1년간 교육연구팀의 전년도 대비 참여대학원생 확보 인원은 1명이며, 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.
- 현 BK21 소속 대학원생 중 졸업 인원은 없으나 학과 내 3명이 박사 학위 심사 중에 있으며, 추후 5년 내에 BK21 소속 인원 중 석·박사 졸업 인원이 다수 배출될 것으로 예상됨.

2.2 교육연구팀의 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.



<방사선융합교육연구 워크숍 개최 및 국내외 전문가 초청강연을 통한 대학원 홍보>

□ 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 2021년도 2학기 1,511.3 천원, 2022년도 1학기 1,454.4 천원의 장학금을 지급하였으며, 현재에도 우수한 참여대학원생의 확보 및 장학금 지원의 확대를 추진하고 있음.
 - 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.



<방사선융합교육연구 워크숍 개최 및 국내외 전문가 초청강연을 통한 연구교류 활동>

- 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〉 2022. 2월 졸업한 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적

구 분		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				입대자	
			국내	국외				
2022년 2월 졸업자	석사	0	0	0	0	0	0	
	박사	0	X		0	0		

- 최근 1년간 졸업생은 없지만 현 졸업자 중 모든 인원이 국내·외 대형병원과 국립 연구소, 산업체 및 해외 대학의 박사후연구원으로 진출한 상태이며, 연구역량의 지속 및 성과 창출을 위해 본 학과에서는 추후 졸업 예정인 BK21 소속 인원에 대한 취업 가이드를 위해 노력할 예정임.

- 본 교육연구팀에서는 사업 수행 첫 해인 현재 우수 학위배출 인력 및 취·창업 실적이 없는 실정이지만, MIRAE형 인재 양성을 위한 목표가 명확하고, 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.
- 세계적 수준의 혁신적 연구를 통한 글로벌 핵심인재 양성하기 위해 Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, University of Utah School of Medicine, University of Florida, Nagoya University 등 국외 우수연구기관 및 연구진과의 국제학술 교류, 공동연구를 지속적으로 확대·추진함.
- 본 교육연구팀은 현재에도 지속적으로 산업체와의 산학협력 공동연구를 수행 중에 있으며, 최첨단 의료방사선 관련 기술개발을 통한 현장실무능력을 갖춘 교육연구팀의 인재양성을 계획함.
- 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

3.1 참여대학원생 저명학술지 논문 게재 실적

① 저명학술지 논문 게재 실적의 우수성

- 본 교육연구팀의 참여대학원생은 최근 1년간 총 13편의 국제 SCI(E) 논문 게재 성과를 달성하였으며, 2020 impact factor (2020 IF) 총 합은 27.694 이며, 논문 1편당 평균 IF는 2.130을 달성하였음.
- 환산 보정 IF의 합은 4.925 이며, 논문 1편당 환산 보정 IF는 0.379, 환산 보정 ES의 합은 1.332, 논문 1편당 환산 보정 ES는 0.570의 성과를 달성하였으며, 참여대학원생 1인당 논문환산편수는 0.395, 환산보정 IF 합은 4.925, 환산보정 ES의 합은 7.409를 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 2-11> 최근 1년간 참여대학원생의 저명학술지 게재 실적

구분		최근 1년간 논문 게재 실적
논문 편수	논문 총 편수	13
	논문의 환산 편수의 합	6.733
	참여대학원생 1인당 논문 환산 편수	0.396
Impact Factor (IF)**	IF=0이 아닌 논문 총 편수	13
	IF의 합	27.694
	환산보정 IF의 합	4.925
	논문 1편당 환산보정 IF	0.379
	참여대학원생 1인당 환산보정 IF 합	0.290
Eigenfactor Score (ES)***	ES=0이 아닌 논문 총 편수	13
	ES의 합	1.332
	환산 보정 ES의 합	7.409
	논문 1편당 환산보정 ES	0.570
	참여대학원생 1인당 환산보정 ES	0.078
최근 1년간 학기별 평균 참여대학원생 수		17

- 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 2-12> 참여대학원생의 저명학술지 성과의 우수성

연번	1	실적 구분	논문	참여대학원생	이현우, 전두희, 임현우
성과 일자	202109		제1저자	이현우	
실적 제목	Quantification of the effects of grid angulation on image quality in single-grid-based phase-contrast x-ray imaging				
게재지 (저널명)	Journal of Optics	Impact Factor	2020 IF: 2.516		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 44/310		

요약문

□ 창의성 및 혁신성

- 이론적 분석을 통해 단일 그리드 기반 위상차 영상화 기법에서 **모아레 인공물이 발생하지 않을 그리드 각도 조건을 발견**하였음. 또한, 영상화질을 저하시키는 기존 영상처리기법과는 달리 그리드 회전을 통해 **영상화질은 보존하면서 효과적으로 모아레 인공물을 제거**하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구는 단일 그리드 기반 위상차 영상화 시스템 최적화에 핵심적인 기술로서, 국내 관련 연구 분야를 **해외 선도 연구팀 수준으로 성장**시키고, 향후 기술을 주도할 **미래형 인재를 양성**하였음.
- 또한, 미국 국립 연구소 Pacific Northwest National Laboratory 연구팀과의 주기적 교류를 통해 **국제화 역량을 강화**하였음.

□ 전공분야 기여도

- 본 논문은 2021년 9월 Journal of Optics (IF: 2.516) 저널에 게재된 논문으로, **국내 연구 과제 ‘단일 그리드 기반 위상차 엑스선 영상화 기법 개발’ 발굴 및 연구 활성화**에 기여하였음.
- 본 논문에서 제안하는 모아레 인공물 제거 방법은 **단일 그리드 기반 위상차 영상화 시스템 최적화**에 필수적인 방법으로 사용되고 있음.

IOP Publishing Journal of Optics
J. Opt. 23 (2021) 105605 (8pp) <https://doi.org/10.1088/2040-8986/ac2460>

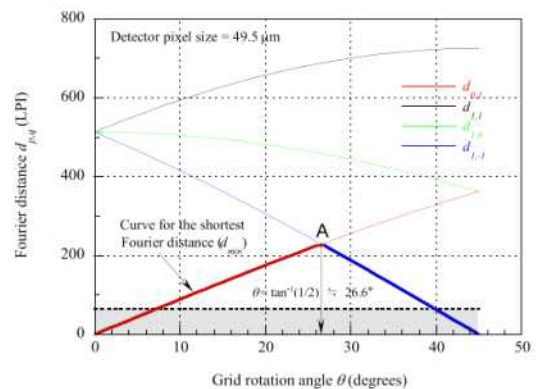
Quantification of the effects of grid angulation on image quality in single-grid-based phase-contrast x-ray imaging

Hunwoo Lee¹, Duhee Jeon¹, Hyunwoo Lim¹, Hyosung Cho^{1,2}, Myeongkyu Park¹ and Wonsik Youn²

¹ Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea
² R&D Center, JPI Healthcare Co., Ansan 15424, Republic of Korea

E-mail: hcho1@yonsei.ac.kr

Received 2 June 2021, revised 12 August 2021
Accepted for publication 7 September 2021
Published 17 September 2021



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	2	실적 구분	논문	참여대학원생	임현우, 이현우, 전두희
성과 일자	2022.02		제1저자	임현우	
실적 제목	Quantification of dark-field effects in a single-shot grid-based x-ray imaging				
게재지 (저널명)	Journal of Optics	Impact Factor	2020 IF: 2.516		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 44/310		

요약문

□ 창의성 및 혁신성

- 본 연구는 물체의 소각 x-선 산란 정보를 빠르고 간단하게 영상화할 수 있는 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 영상화 기법**을 사용하여 샘플의 실제 공간 상관 함수 측정을 통해 **암시야 효과를 정량화하였음.**

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구를 통하여 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 방식과 관련된 미세구조의 선택성을 명확하게 이해**할 수 있고 이는 **본 기술이 의료방사선 분야에 적합한 응용 프로그램을 선택하는 데 도움을 줌** (예, 나노 버블 조영제, 금속 나노 입자 집적을 통한 간세포 암종의 조기 진단).
- 이는 **차세대 방사선 진단 기술로 사용할 수 있는 암시야 영상화 기술의 적용 가능성을 증진** 시킴으로써 **의료방사선 분야의 미래 가치 선도에 부합하는 연구임.**

□ 전공분야 기여도

- 2022년 2월 Journal of Optics (IF: 2.516) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 임현우는 본 연구를 통해 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 방식의 실효성을 증명**하여 암시야 영상화 방법을 **적합한 X-선 영상진단 분야에 적용할 수 있게 함.**

IOP Publishing | Journal of Optics
 J. Opt. 24 (2022) 035608 (8pp) | https://doi.org/10.1088/2040-8986/ac39f3

Quantification of dark-field effects in single-shot grid-based x-ray imaging

Hyunwoo Lim, Hyosung Cho, Hunwoo Lee and Duhee Jeon

Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea
 E-mail: hschol@yonsei.ac.kr

Received 20 July 2021, revised 25 November 2021
 Accepted for publication 2 December 2021
 Published 14 February 2022


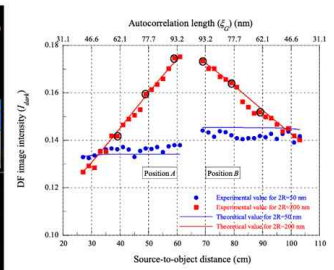
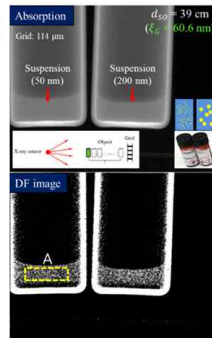



Figure 8. Experimental measurement of the average L_A from the area marked by box A in figure 7(a) for the two suspensions of silica nanospheres and theoretical quantification. The data points marked by open circles correspond to the DF images shown in figure 7.

<게재 현황 및 대표 그림>

연번	3	실적 구분	논문	참여대학원생	전두희, 이현우, 임현우
성과 일자		2022.02		제1저자	전두희
실적 제목	A software-based method for eliminating grid artifacts of a crisscrossed grid by mixed-norm and group-sparsity regularization in digital radiography				
계제지 (저널명)	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A		Impact Factor	2020 IF: 1.455	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)		비고	Q1, JIF rank 27/922	

요약문

□ 창의성 및 혁신성

- **혼합 노름 및 그룹 희소성 정규화 방법** 기반의 반복적 알고리즘을 통해 격자형 그리드 아티팩트가 발생한 영상에서 원 영상을 복원하는 방법을 제안하였음.
- 주파수 변환 및 사전 정보가 요구되는 기존 방법과 달리 단일 영상에서 적은 수의 파라미터 조정을 통해 **그리드 아티팩트를 제거**해냄.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 디지털 방사선 영상의 진단 및 검출 효율을 높이기 위한 연구를 수행하였으며, 국내 최대 그리드 생산 업체인 JPI healthcare와의 공동 연구를 통해 디지털 방사선 영상의 고질적 문제인 산란선을 효율적으로 제거하기 위해 격자형 그리드를 개발하고, 부가적으로 발생하는 아티팩트의 제거를 위한 알고리즘을 개발함. 이는 **산학협력을 통한 사회적 가치 창출 및 의료 방사선 분야 전문화에 부합**하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2022년 2월 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A (IF: 1.455) 저널에 게재된 논문으로, 산란선을 효율적으로 제거하면서 원 영상을 효과적으로 복원할 수 있는 연구를 통해 **방사선 영상의 진단 및 검출 효율을 높이는데 기여함.**

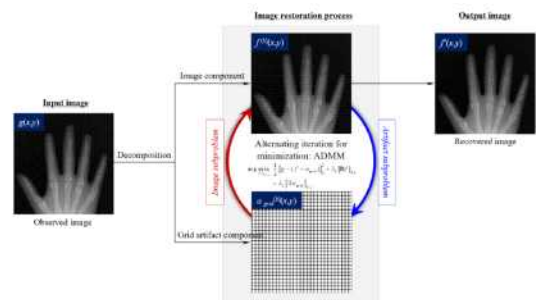


Fig. 3. Simplified framework of the proposed grid artifact removal algorithm. The process simultaneously optimizes two components, namely the original image and grid artifact components, which can be efficiently solved via an alternating iteration for minimization with the ADMM algorithm.

<계제 현황 및 대표 그림>

연번	4	실적 구분	논문	참여대학원생	이민재
성과 일자	2022.05		제1저자	이민재	
실적 제목	Improvement of three-material decomposition in spectral mammography with a photon-counting detector				
게재지 (저널명)	Journal of the Korean Physical Society	Impact Factor	2020 IF: 0.649		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q4, JIF rank 80/86		

요 약 문

- 창의성 및 혁신성
 - **유방 밀도의 정확한 측정을 위해 Si 기반 유방 조영술 PCD 시스템으로 세 가지 물질 분해 기술을 구현함.** Si 기반 PCD는 단일 피폭을 기반으로 한 연구임을 감안할 때 기존 FPD에 비해 선량 감소 가능성을 보여줌. 제안된 피팅 방법은 조사된 세 가지 구성 요소 각각에 대한 이미지 품질을 향상시켰을 뿐만 아니라 유방 밀도의 정확한 정량화를 용이하게 함. 또한, NLM 노이즈 제거 기술의 적용은 **유방 조영술에서 에너지 식별 기능을 가진 PCD의 한계를 효과적으로 해결하여** 각 bin의 광자 효율을 향상시킬 수 있음을 보여줌.
- 비전과 목표와의 부합성
 - **방사선 진단에 적용되는 다양한 분야의 기술** 중 하나인 유방 촬영에서의 최신 검출기(광자 계수 검출기)에 대한 효율성 대한 혁신적인 연구를 수행하였으며, 연세대학교 방사선종양학과와 **의학 물리학팀과의 공동 연구**를 통해 최신 검출기를 이용한 유방 촬영에서 지방, 물, 단백질을 **영상학적 및 물리학적**으로 분리시킨 후 이에 나타나는 문제점을 **X-ray 전산모사 모델링**으로 핵심적인 기술을 개발함. 이는 **본 교육연구팀 비전의 핵심가치인 MIRAE 핵심가치 연구에 부합하는 연구개발 내용임.**
- 전공분야 기여도
 - 2022년 5월 Journal of the Korean Physical Society 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 이민재는 해당 주제에 대한 연구 과제를 수행함으로써 **국내 의료 영상 진단** 수준을 향상시켰음.
 - 몬테칼로 전산모사 기반의 시스템을 통해 보다 **효율적인 유방 영상 촬영술의 혁신적인 기술**을 제안함으로써 보다 용이한 **유방 암 진단**이 가능할 것으로 판단됨.

Journal of the Korean Physical Society
<http://dx.doi.org/10.1007/s40642-022-00500-3>
 ORIGINAL PAPER - PARTICLES AND NUCLEI
 Online ISSN 1976-8324
 Print ISSN 0374-4884

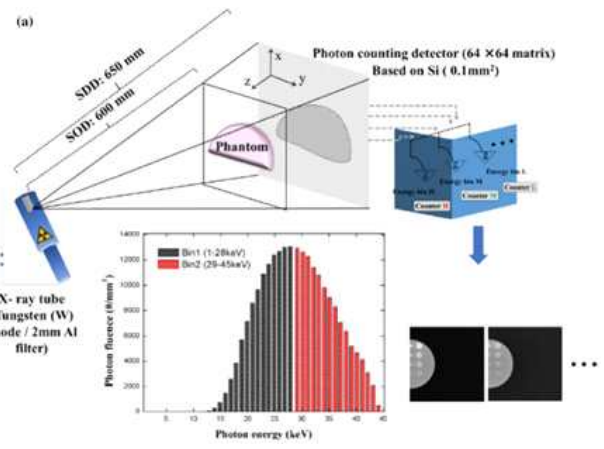
Improvement of three-material decomposition in spectral mammography with a photon-counting detector

Minjae Lee¹ · Hyemi Kim²

Received: 11 January 2022 / Accepted: 26 April 2022
 © The Korean Physical Society 2022

Abstract
 The accurate analysis of breast imaging is important because it has been reported that an increase in breast density of only 1% results in a 2% increase in the relative risk of breast cancer. The proteins, water, and lipids that determine breast density are important biomarkers in the diagnosis of breast cancer. In mammography, photon-counting detectors (PCDs) with energy-discrimination capabilities can cause errors in the measurement of chemical composition when the attenuation coefficient is small. This is typically the case with proteins, water, and lipids because of the low photon efficiency in each bin. In this study, a dual-energy technique for PCDs was developed based on a non-local means denoising technique for accurate material decomposition and the quantification of protein, water, and lipid content. To evaluate the proposed material decomposition algorithm, spectral images were acquired with a mono-led PCD using the Geant4 Application for Tomographic Emission (GATE) version 6.0. Linear, quadratic, and rational models were used for three-material decomposition based on the spectral images acquired using the PCD. The proposed algorithm yielded the best results for the estimation of breast density, composed of three materials. It was determined that the developed approach improved the accuracy of three-material decomposition using a PCD with energy-discrimination capabilities. The presented material decomposition algorithm has the potential to improve the diagnostic accuracy of breast cancer detection based on the quantitative measurement of breast density using PCDs.

Keywords Three-material decomposition · Photon-counting detector · Non-local means denoising



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	5	실적 구분	논문	참여대학원생	백민규
성과 일자	2022.08		제1저자	백민규	
실적 제목	Preliminary results of a single photon emission computed tomography (SPECT) detector for inspection of spent fuel assembly				
게재지 (저널명)	Radiation Physics and Chemistry	Impact Factor	2020 IF: 2.858		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 21/133		

요 약 문

□ 창의성 및 혁신성

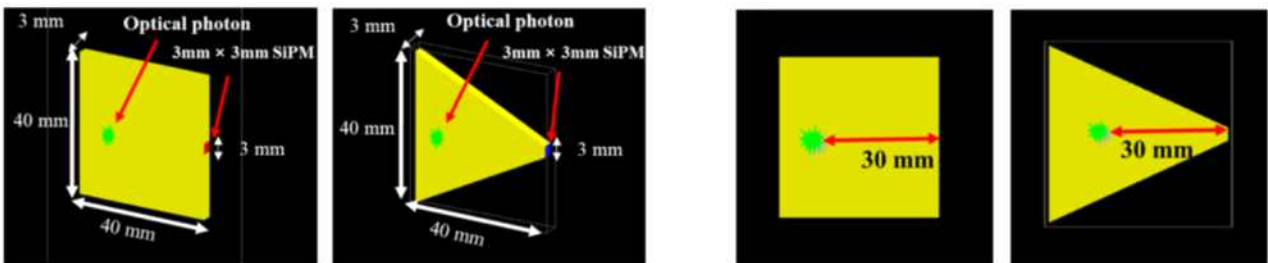
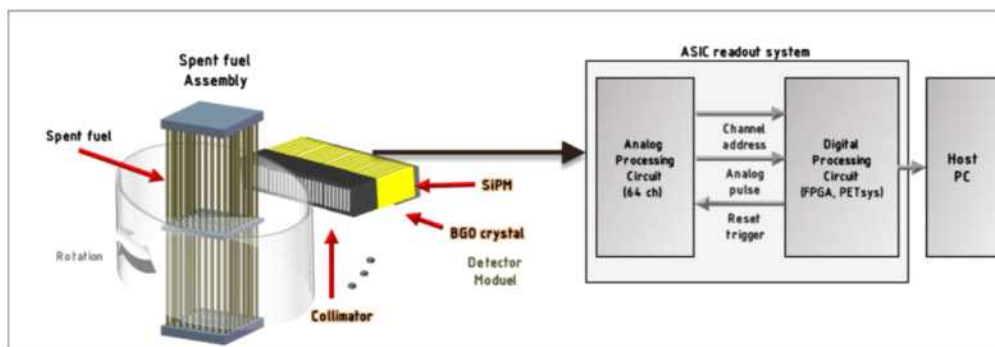
- 사용우핵연료봉의 구조적 건전성 및 평가 시 사용되는 SPECT 시스템의 한계점을 보완하기 위해 몬테칼로 전산모사 기술을 기반으로 **SPECT 시스템의 최적화 연구**를 진행하였음. 이는 효율적인 시스템 구조 최적화 설계 방법에 대한 기술을 제안하였으며 섬광체 종류 및 모양 그리고 반사체물질을 활용하여 기존 시스템의 낮은 민감도 문제를 해결하고자 함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 방사성 물질 감시 및 방사선 진료에 적용되는 다양한 분야의 기술 중 하나인 Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) 시스템의 원리 및 방법을 기반으로 **최적화 설계 방법에 대한 연구를 수행**하였으며, 전산모사기술을 활용하여 SPECT에 사용되는 검출 모듈의 섬광체 종류 및 형태, 그리고 반사체 물질에 따른 시스템 최적화를 진행함. 이는 **방사선분야 및 산업공학적 첨단기술 연구**에 부합하는 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2022년 8월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재되어 주저자인 백민규는 해당 연구 과제를 수행함으로써, 국내 핵연료봉 안전 규제 및 감시 수준 기술을 고도화함과 동시에 중요 원천 기술을 국산화하는데 기여하였음.



〈대표 그림〉

연번	6	실적 구분	논문	참여대학원생	이성연, 정윤수, 강인수, 백민규
성과 일자	2022.01		제1저자	이성연	
실적 제목	Design and characterization of a hemispherical monitoring system for large-area radiation monitoring				
게재지 (저널명)	Journal of the Korean Physical Society	Impact Factor	2020 IF: 0.649		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q4, JIF rank 176/233		

요 약 문

- 창의성 및 혁신성
 - 기존 방사선 감시 시스템의 한계점을 보완하여, 주어진 감시 공간 크기와 무관하게 최적의 검출 효율 및 실시간 방사성 핵종 위치 추적이 가능한 반구형 방사선 검출기 디자인 및 제작에 관한 연구로서, **실시간 핵종 분석 및 모니터링 기술**을 제안하였음. 몬테칼로 전산모사 기반의 시스템 최적화를 통해 보다 효율적인 검출기 모듈을 활용하여 감마선 효과적인 감시 시스템으로 사용할 수 있게 함.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 방사선 감시 및 핵종 분석에 적용되는 다양한 기술 중 하나인 스펙트로스코피에 대한 연구를 수행하였으며, 전산모사 모델링 및 실측 검출기 제작을 통해 최적화된 검출 모듈을 제작하는 기술을 개발함.
- 전공분야 기여도
 - 2022년 1월 Journal of Korean Physical Society (IF:0.694) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 이성연은 **방사선 감시 시스템의 검출 기술 고도화 및 국내 방사선 검출 연구 수준을 향상시켰음**.

Journal of the Korean Physical Society (2022) 80:110–116
<https://doi.org/10.1007/s40042-021-00343-4>

Online ISSN 1976-8524
 Print ISSN 0374-4884

ORIGINAL PAPER - PARTICLES AND NUCLEI



Design and characterization of a hemispherical monitoring system for large-area radiation monitoring

Seongyeon Lee¹ · Yoon Soo Chung¹ · Chanwoo Park¹ · In Soo Kang¹ · Min Kyu Baek¹ · Yong Hyun Chung¹

Received: 6 August 2021 / Revised: 17 September 2021 / Accepted: 12 October 2021 / Published online: 15 December 2021
 © The Korean Physical Society 2021

Abstract

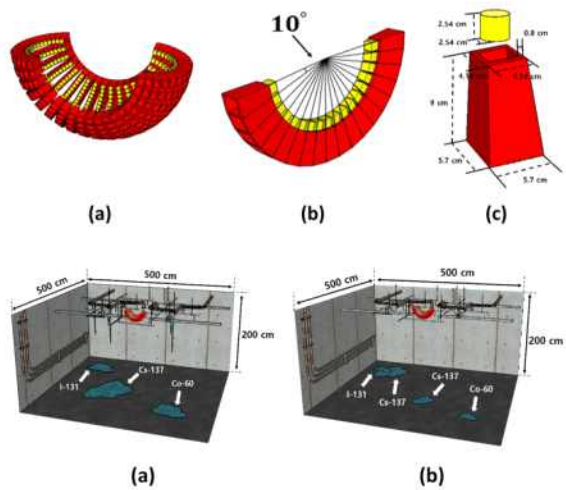
Radiation monitoring systems are needed in the rapidly growing radiation industrial fields. Many monitoring systems have been developed, but have limited ability to identify and locate radioactive materials over large areas. In this study, we designed and characterized a large-area monitoring system in the form of a hemispherical detector to cover a monitoring area with a 2π field of view with 324 spectrometers. GATE simulations and experimental validation were performed to evaluate and characterize the system's performance. The 2D image of the source location was reconstructed. The results demonstrate the potential use of the proposed monitoring system in a given large area.

Keywords Radioactive material monitoring system · GATE simulation · Large area radiation monitoring · Scintillator spectrometer

1 Introduction

Growing concerns about nuclear power plant safety and national homeland security are driving the need for radia-

tion monitoring systems without providing location information. Gamma and Compton cameras [5] can measure the source type and location, but their low sensitivity requires long-term radiation monitoring. These detectors may lead to a lack of information



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	7	실적 구분	논문	참여대학원생	최형주, 천보위, 백민규
성과 일자	2022.06		제1저자	최형주	
실적 제목	Experimental Evaluation of Partial-Defect Inspection for Fuel Assembly using Yonsei Single-photon Emission Computed Tomography (YSECT)				
게재지 (저널명)	Nuclear Engineering and Technology	Impact Factor	2020 IF: 2.341		
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고	Q1, JIF rank 5/34		

요약문

□ 창의성 및 혁신성

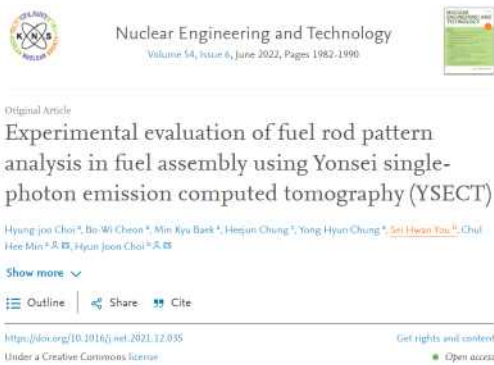
- 몬테카를로 전산모사를 기반으로 최적화된 방출단층촬영장치를 제작하고 원자력통제기술원의 사용전핵연료를 사용하여 해당 장치의 성능을 평가하였음. 또한, 임계치 접근법 및 인공지능 기반 영상재구성을 통하여 영상화질을 개선할 수 있는 기술을 개발하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구는 **핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영장치 제작 및 실험적 성능 평가**를 통해 **국내 핵연료 감시 및 관리 관련 분야의 고급인력 양성 및 방사선 계측기기 산업의 국가경쟁력 제고**에 기여하였음.

□ 전공분야 기여도

- 본 논문은 2022년 6월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재된 논문으로, **국내 연구 과제 ‘핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발’ 연구 활성화**에 기여하였음.
- 본 논문에서 제안하는 방출단층촬영장치는 **보다 고도화된 방출단층촬영장치 개발**에 필수적인 실험 결과를 제공하고 있음.



<게재 현황 및 대표 그림>

연번	8	실적 구분	논문	참여대학원생	천보위
성과 일자	2021.10		제1저자		천보위
실적 제목	Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM				
게재지 (저널명)	Journal of Applied Clinical Medical Physics	Impact Factor		2020 IF: 1.952	
국내·국제 / SCI(E)·SCOPUS 구분	국제 SCI(E)	비고		Q1, JIF rank 9/133	

요약문

□ 창의성 및 혁신성

- 본 논문은 사면체면 기반 구조물과 상업용 치료 계획 시스템(TPS) 간의 호환성 평가 및 임상 적용을 위해 사면체면 기반 전산팬텀을 DICOM 형식으로 변환하는 TET2DICOM이라는 새로운 변환 프로그램을 개발하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 인체 해부학의 세부사항(예: 호흡기 기관, 눈 등)을 정밀하게 구현 가능한 사면체면 기반 전산팬텀은 방사선 종양학 및 영상학과 같은 여러 분야에서 큰 관심의 대상임. 사면체면 기반 인체팬텀은 마이크론 규모의 방사선 민감 조직이 매우 정교하게 구현되어 있으며, 인체의 자세 변형에 따른 장기의 변화도 구체적으로 표현할 수 있음. 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 사면체면 구조물 파일 형식(*.ele, *.node)을 DICOM CT Image 및 DICOM RT Structure를 포함한 DICOM 데이터세트(*.dcm)로 변환하도록 설계되었음. 그러므로, 인체팬텀을 의료 통신 표준형식인 DICOM으로 정확히 변환하는 TET2DICOM을 이용하면 다양한 치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구 등에 활용될 수 있을 것으로 예상됨. 따라서, 의료 방사선분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2021년 10월 Journal of Applied Clinical Medical Physics 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 천보위는 2020년 해당 주제에 대한 연구를 수행함으로써 치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구에 활용될 수 있는 최신기술을 개발하였음.

Received 21 July 2021 | Received 22 September 2021 | Accepted 26 September 2021
DOI: 10.1002/acm2.13488

TECHNICAL NOTE

Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM

Bo-Wi Cheon¹ | Se Hyung Lee^{2,3} | Min Cheol Han⁴ | Chul Hee Min¹ | Haegin Han² | Chan Hyeong Kim² | Jin Sung Kim⁴

¹Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju, Korea
²Department of Nuclear Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea
³Department of Radiation Oncology, Samsung Asanji General Hospital, Samsung, Korea
⁴Department of Radiation Oncology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Correspondence: Min Cheol Han, Department of Radiation Oncology, Yonsei University College of Medicine, Seoul 03722, Korea. Email: mch@yuhs.ac

Bo-Wi Cheon and Se Hyung Lee contributed equally to this work and share first authorship.

Funding information: National Research Foundation of Korea (NRF), Ministry of Science, ICT and Future Planning (DartResearch), National Natural Science Foundation of China (Grant/Award Number: 81503005), Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI), Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE), Hyundai of Korea, Grant/Award Number: 0022019E11

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL MEDICAL PHYSICS

Purpose: Tetrahedral mesh (TM)-based computational human phantoms have recently been developed for evaluation of exposure dose with the merit of precisely representing human anatomy and the changing posture freely. However, conversion of recently developed TM phantoms to the Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) file format, which can be utilized in the clinic, has not been attempted. The aim of this study was to develop a technique, called TET2DICOM, to convert the TM phantoms to DICOM datasets for accurate treatment planning.

Materials and methods: The TM phantoms were sampled in voxel form to generate the DICOM computed tomography images. The DICOM-radiotherapy structure was defined based on the contour data. To evaluate TET2DICOM, the shape distortion of the TM phantoms during the conversion process was assessed, and the converted DICOM dataset was implemented in a commercial treatment planning system (TPS).

Results: The volume difference between the TM phantoms and the converted DICOM dataset was evaluated as less than about 0.1% in each organ. Subsequently, the converted DICOM dataset was successfully implemented in MIM (MIM Software Inc., Cleveland, USA, version 6.5.6) and RayStation (RaySearch Laboratories, Stockholm, Sweden, version 5.0). Additionally, the various possibilities of clinical application of the program were confirmed using a deformed TM phantom in various postures.

Conclusion: In conclusion, the TM phantoms, currently the most advanced computational phantom, can be implemented in a commercial TPS and this technique can enable various TM-based applications, such as evaluation of secondary cancer risk in radiotherapy.

KEYWORDS: clinical software, CT, DICOM, tetrahedral mesh phantom, voxelization

<게재 현황 및 대표 그림>

3.2 참여대학원생 학술대회 발표 대표실적

① 국내·외 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-13> 최근 1년간 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성 (국내외 학술대회 발표 수상 실적)

연번	1	실적 구분	학술대회	참여대학원생	연제형, 운창수
성과 일자	2021.10.05 - 2021.10.08		발표자	연제형	
실적 제목	Derivation of optimal indicator to monitor sleep states using Monte Carlo simulation of water molecules				
학술대회명	2021 World Molecular Imaging Congress				
지도교수	한봉수	수상명	Student Travel Stipend Award		
국내·국제 구분	국제	발표 형식	포스터		
요 약 문					
<p>□ 창의성 및 혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구는 뇌척수액을 통해 뇌의 노폐물 배출을 담당하는 글림프 시스템이 수면 중에 활발해지며, 조직 내 뇌척수액의 유입으로 인하여 세포 외 공간이 확장된다는 기존 연구를 바탕으로 확장 정도에 가장 민감한 확산 스칼라값을 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통하여 확인하고자 함. ○ 확산 스칼라값 중 Radial Diffusivity(RD)가 세포 외 공간의 5% 비율 증감을 감지함으로써, 세포 외 공간의 확장 정도에 가장 높은 민감도를 나타낸 인자임. 수면 중 뇌척수액의 유입으로 인한 세포 외 공간의 증감이 확산텐서영상으로 획득할 수 있는 RD로 구분할 수 있음을 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통하여 증명함. <p>□ 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구팀에서 최초로 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 글림프 시스템으로 인해 확산 스칼라값에 미치는 영향을 조사함으로써, 미래의 수면 연구 및 글림프 시스템 연구에 기여함. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보에 부합함. <p>□ 전공분야 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구에서 수면 중 글림프 시스템에 가장 민감한 인자를 찾음으로써, 수면 상태에 따른 뇌척수액의 세포 외 공간의 유입을 볼 수 있을 것으로 예상됨. 이러한 수면 중 뇌척수액의 유입을 관찰할 수 있는 가능성은 수면 무호흡 환자뿐 아니라 수면과 관련된 각종 질병을 가진 환자에 대해 환자 맞춤형 진단 및 치료효과 극대화를 위한 의료방사선 첨단 기술 연구에 크게 기여함. 					

연번	2	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이성연, 정윤수, 강인수, 백민규, 정용현
성과 일자	2022.04.27 - 2022.04.29		발표자	이성연	
실적 제목	앵거로직 기반의 위치추적 알고리즘을 적용한 다방향 반구형 감시 시스템				
학술대회명	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회				
지도교수	정용현	수상명	우수발표상		
국내·국제 구분	국내	발표 형식	포스터		

요 약 문

□ 창의성 및 혁신성

- 본 연구는 기존 방사선 감시 시스템의 낮은 민감도와 한정적인 유효 시야를 보완하고 광범위 구역에 유입되는 방사능 물질의 위치, 종류 그리고 세기 값을 측정할 수 있는 반구형 방사선 감시 시스템을 제안함.
- GAGG(Ce) 섬광체, 실리콘광전자증배관 및 납 조준기를 PMMA 재질의 플라스틱 하우징으로 결합하여 개별 검출 모듈을 제작한 뒤, 10도 간격으로 2π 방향으로 감시 할 수 있도록 고정 틀을 제작함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 교육연구팀에서 추구하는 **방사선 계측 및 시스템 제작**에 대한 중요 기술을 국산화함으로써 수입에 의존하고 있는 방사선 검사 및 계측기기 개발 기술을 확보하였음. 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **방사선 감시 및 계측 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구 능력 배양**에 부합함.

□ 전공분야 기여도

- 본 연구에서 제안하는 감시 시스템은 유동인구가 많고 광범위한 범위를 적은 인력으로 신속하게 측정/감시 할 수 있음. 이는 **방사선 분야의 이종 과학기술들 간의 창의적인 시스템 융합을 통해 새로운 가치 창출이 가능한 방사선 감시 또는 계측 및 측정 시스템을 제시함.**



〈대표 그림〉

연번	3	실적 구분	학술대회	참여대학원생	이수민, 천보위
성과 일자	2022.04.27 - 2022.04.29		발표자		이수민
실적 제목	Monte Carlo Radiation Transport Simulation Coupled with the Visible Monkey				
학술대회명	2022 대한방사선방어학회 춘계 학술대회				
지도교수	염연수	수상명		우수발표상	
국내·국제 구분	국내	발표 형식		구연	

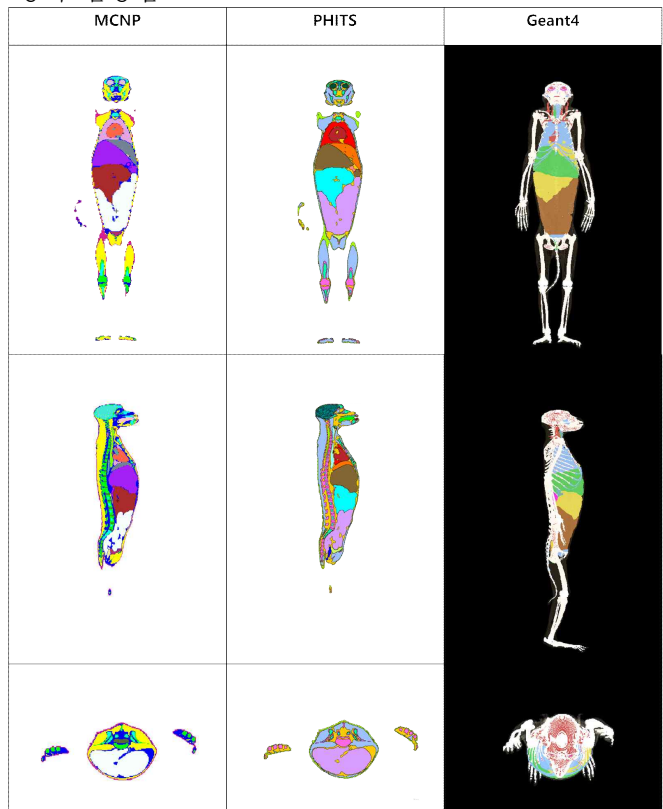
요 약 문

□ 창의성 및 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 계산한 외부피폭 선량계수를 계산함.**
- 방사선과 생물학적 반응에 대한 실험에서 원숭이가 받은 선량을 계산하기 위해 한국 전자통신 연구원에서 개발된 원숭이 모델은 각 전산모사 코드의 형식에 맞게 변형되어 입력되었고 이는 이전의 선량 평가 방식과 다르게 **장기 단위의 선량평가가 가능하게 함.**

□ 비전과 목표와의 부합성

- 입력된 원숭이 팬텀은 MCNP6, PHITS, Geant4 코드에 대해 입력되었고 각 코드에서 가시화 옵션과 선량 계산을 통해 검증되었음. 계산된 선량은 원숭이 팬텀과 키와 무게가 비슷한 국제방사선방어위원회인 ICRP의 0세, 1세 팬텀과 비교되어 그 유효성이 검증됨.
- 입력된 팬텀과 계산된 외부피폭 선량 환산계수는 **방사선 입자 수송 코드를 사용하는데 익숙하지 않은 연구자들도 어려움 없이 선량 계산을 가능하게 함.**



<대표 그림>

□ 전공분야 기여도

- 본 연구에서 방사선 입자 수송 코드에 입력된 팬텀과 계산된 선량은 전리방사선 분야에서 원숭이를 이용한 실험시 원숭이에 흡수된 선량을 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.
- 본 연구의 결과는 입자 수송 코드 사용자 뿐만이 아닌 연구자들의 실험 검증, 기반 자료를 제작하는 데에도 도움이 될 것임.

연번	4	실적 구분	학술대회	참여대학원생	성새롬, 천보위, 박효준
성과 일자	2022.02.17		발표자	성새롬	
실적 제목	머신러닝 및 다분할 센서 기반 핵종분별이 가능한 공항만 방사선 감시기 기술개발				
학술대회명	원자력 글로벌 아이디어 제안전(G-NIUS)				
지도교수	민철희	수상명	우수상		
국내·국제 구분	국내	발표 형식	구연		

요약문

□ 창의성 및 혁신성

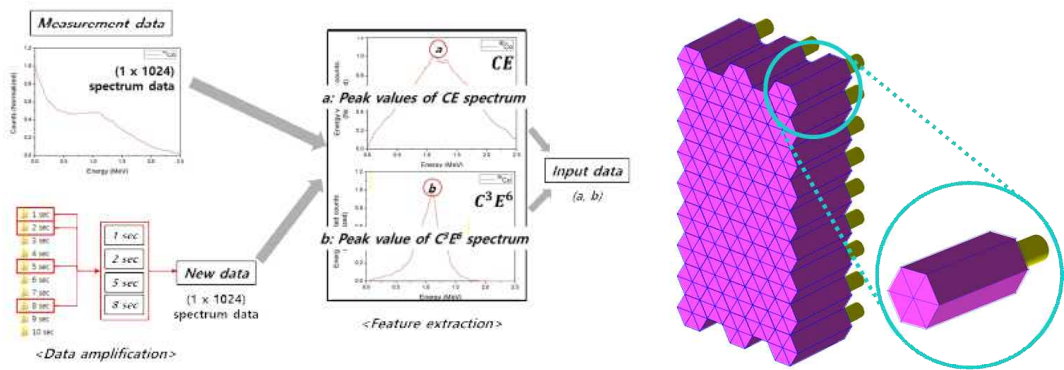
- 본 연구는 기존의 공항만 방사선 감시기의 낮은 측정 효율 및 천연/인공 방사성핵종의 분별성을 높이기 위해 **다분할 플라스틱 섬광검출기 개발 기술 및 머신러닝 기술 기반의 공항만 방사선 감시기를 개발**하고 실제 방사성핵종 감시 현장 적용을 목표로 함.
- 몬테칼로 전산모사 기반 다분할 플라스틱 섬광체의 분할 횟수 및 크기 등에 대한 기하학적 구조 최적화 및 시작품이 제작되었으며 **현장에서의 적용 유효성을 평가**함.
- 방사성핵종 별 에너지 스펙트럼을 분석하여 머신러닝에서 핵종분별을 수행할 수 있는 특징(feature)의 결정 및 특징을 기준으로 목표값을 찾기 위한 **수학적 모델을 개발하고 유효성을 검증**함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구는 국내의 적은 방사성핵종 개수로 인한 핵종 분별 알고리즘의 제한적인 정량적 평가의 보완과 국내를 비롯한 국제 공항만 현장에서의 적용을 위한 다양한 조건에서의 성능평가 및 국제기준 마련을 목표로 함. **의료방사선 및 공항만 감시기 분야의 국가 경쟁력을 갖춘 우수한 연구 인력을 배출**하고자 하는 본 연구팀의 비전에 부합함.

□ 전공분야 기여도

- 머신러닝 기술 및 다분할 섬광검출기 기반의 공항만 감시 시스템의 국외 실증 테스트를 수행함으로써 본 연구에서 제안한 방사선 검출기 기술의 현장 적용성을 평가할 수 있음. 국제 공동연구를 통해 국내 방사선 검출기 분야의 **다양한 데이터 축적 및 핵종 분별 기술 고도화**하는데 기여함.



<대표그림>

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-14> 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				
요약문								
1	2022.07.07	기하학적 구조의 이동형 CT촬영 시스템 및 방법	대한 민국	출원	10-2022-008 3606	5	이민재, 심지용, 이현우	조효성
<p>□ 창의성 및 혁신성 본 발명은 컴퓨터 단층 촬영 기법에서 초 저선량을 위한 새로운 형태의 시스템이며, 이를 통해 사람의 두부에 대한 뇌출혈 영상에 특화된 프레임워크이며 향후 소형화 컴퓨터 단층 촬영 시스템을 응급 수송차와 헬기에 탑재할 예정이다.</p> <p>□ 비전과 목표와의 부합성 본 발명은 방사선을 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양 부합함.</p> <p>□ 전공분야 기여도 뇌출혈이 발생한 응급 환자를 목표로 개발되는 방사선융합기술로써 새로운 형태의 컴퓨터 단층 촬영 시스템이며 이를 보정하는 기술로써 세계적인 수준으로 이바지하였음.</p> <p>□ 업적물 산출 시 기여한 역할 새로운 형태의 컴퓨터 단층 촬영 시스템의 아이디어 제시와 재구성 알고리즘을 개발하며 본 발명을 통해 선행연구를 기여함.</p> <p>□ 산업에의 기여 본 발명은 소형화 컴퓨터 단층 촬영 시스템이며 향후 의료 임상 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서 사용될 수 있을 것으로 판단됨.</p>								
2	2022.05.26	사이클 GAN 기반 영상 화질 개선 학습 시스템 및 방법	대한 민국	출원	10-2022-006 4898	5	이민재	조효성
<p>□ 창의성 및 혁신성 본 발명은 컴퓨터 단층 촬영 기법에서 초 저선량을 위한 딥러닝 기반의 영상 복원 알고리즘이며, 사람의 두부에 대한 뇌출혈 영상에 특화된 프레임워크이며 향후 이동식 컴퓨터 단층 촬영 시스템을 응급 수송차와 헬기에 탑재할 예정이다.</p>								

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 방사선을 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양** 부합함.

□ 전공분야 기여도

뇌출혈이 발생한 응급 환자를 목표로 개발되는 방사선융합기술로써 하드웨어 및 소프트웨어 시스템 기술을 세계적인 수준으로 이바지하였음.

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

영상 복원 측면에서 높은 성능을 주는 딥러닝 기반의 프레임워크의 개발 및 최적화를 진행하였으며 본 발명을 통해 선행연구를 기여함.

□ 산업에의 기여

본 발명은 방사선을 이용한 시스템에 다양하게 적용 할 수 있으며 **향후 임상 분야, 병원 전 진단 분야에서 뇌질환 진단 가능할 것으로 판단됨.**

3	2022.05.20	다엽 콜리메이터 성능 평가 시스템 및 그 방법	대한민국	출원	10-2022-0062306	2	이동연	한영이 (외부)
---	------------	---------------------------	------	----	-----------------	---	-----	----------

□ 창의성 및 혁신성

본 발명은 다엽 콜리메이터의 성능 평가 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는 **섬광체 기반의 선량 계측기를 이용해 영상을 획득하고 이를 기반으로 다엽 콜리메이터의 성능 평가 시스템 및 방법**에 관한 것임.

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 섬광체의 선량 계측 영상에 반복적 재구성 기법 적용과 인공지능 기반의 다엽 콜리메이터 성능 평가 알고리즘을 적용하는 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**에 부합함.

□ 전공분야 기여도

본 발명은 재사용이 가능한 섬광체 기반 선량 계측기를 이용해 현대 방사선치료에 핵심이 되는 다엽 콜리메이터 성능 평가에 기여하였음. 이를 통해 **방사선치료기기의 품질 관리를 효율적으로 진행하고 환자에게 정확한 선량이 전달되도록 할 수 있음.**

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

섬광체 기반의 선량 계측기 발명, 반복적 재구성 기법의 최적화, 인공지능 기반 다엽 콜리메이터 성능 평가 알고리즘 설계하는데 기여함.

□ 산업에의 기여

본 발명으로부터 개발된 섬광체 기반 선량 계측기를 이용한 다엽 콜리메이터의 성능 평가 시스템은 향후 방사선 치료기기의 품질관리에 있어 **보다 효율적이고 정밀한 측정으로 환자에게 전달되는 선량을 추적하고**

관찰하는데 지표로 사용될 수 있음.

4	2021.11.17	다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법	대한민국	출원	10-2021-0158650	6	이성연, 정운수, 강인수, 백민규	정용현
---	------------	--	------	----	-----------------	---	--------------------	-----

□ 창의성 및 혁신성

본 발명은, 다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법에 관하여, **다수의 검출 모듈을 구형으로 배치하여 기존의 방사선 감시 장치보다 높은 민감도와 넓은 측정 시야를 확보하고, 최종적으로 감시구역 내에 방사성물질의 핵종, 방향 및 위치를 신속하고 정확하게 파악할 수 있는** 방사선 감시 장치 및 방법을 제공함.

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 감마선 검출기와 방사성물질 위치 추적 알고리즘 기술을 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **방사선 계측기술 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양** 부합함.

□ 전공분야 기여도

다방향 구형 방사선 검출기 기반 광범위 구역에서 방사성물질을 모니터링하는 기술을 개발하였으며, 제안된 시스템은 민감도의 한계점을 지닌 기존 방사선 감시 장치를 대체하여 **짧은 시간 내에 광범위 구역 내에 위치한 방사성물질의 이동 및 핵종 판별하는데 있어서 정확도를 향상시킴.**

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

방사성물질에서 방출되는 감마선에 대한 검출 효율을 높이기 위한 방사선 검출 시스템 구조 최적화, 계측된 감마선 에너지 및 계수 데이터를 기반으로 방사성물질의 위치 추적이 가능한 영상을 재구성하는 방법에 대해 기여함.

□ 산업에의 기여

본 발명의 경우 국내외 문헌에서 소개되어있지 않으며, 개발이 시도된 적 없는 창의적인 기술로, 광범위지역 위치시각화 및 고민감도를 제공할 수 있는 차세대 감시 시스템으로 성장 가능함. 또한, **감마카메라, SPECT, PET, 등에 필수적인 검출기 모듈 제작, 신호처리보드, 위치판별 알고리즘 개발 등의 핵심 기술을 국산화함으로써 국내 기술력을 세계적인 수준으로 올릴 수 있는 기반**을 구축하는데 기여함.

5	2021.10.13	고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치	대한민국, PCT	출원	10-2021-0135726 PCT/KR2022/002651	3	최형주	민철희
---	------------	---------------------------------	-----------	----	--------------------------------------	---	-----	-----

□ 창의성 및 혁신성

본 특허는 고집적 가압 경수로형 사용후핵연료집합체의 내부 부분결손(Partial-defect)을 영상화하기 위하여, 핵연료집합체 내부의 제어봉 안내관에 배치될 수 있는 방출단층촬영검출기 및 방법 제안에 관한 것임.

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 섬광체 기반의 검출기를 이용한 피사체 내부 영상화 기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**에 부합함.

□ 전공분야 기여도

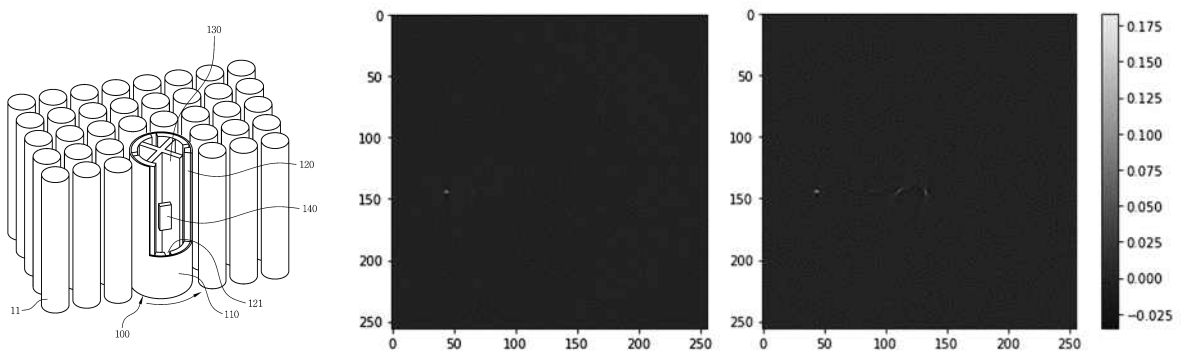
본 발명은 C자형 콜리메이터 기반의 섬광 검출기를 통해 피사체 내부에서 단층 영상(Tomographic image)을 획득하는 데 기여하였음. 이를 통해 **감쇠 및 산란으로 인한 고집적 핵연료집합체 내부의 단층을 영상화하고, 고화질의 단층 영상을 획득할 수 있게 되었음.**

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

검출기 디자인 및 외부 방출단층촬영장비로 획득한 사이노그램(Sinogram)과의 합성 메커니즘을 제안하는데 기여함.

□ 산업에의 기여

본 발명으로부터 개발된 C자형 콜리메이터 기반의 섬광 검출기는 향후 인체 내부에서 회전을 통해 획득한 사이노그램 인체 내 **뼈 및 임플란트로 인해 생성되는 Beam hardening artifact 및 Metal artifact를 보정할 수 있으며, 임상에서 고화질의 단층영상을 획득하는 데 기여할 수 있음.**



<대표그림>

6	2022.04.12	C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템 및 치료방법	대한민국	출원	10-2022-0044872	7	최형주, 성세롬, 이민재	민철희
---	------------	---------------------------------	------	----	-----------------	---	---------------	-----

□ 창의성 및 혁신성

본 발명은, 근접방사선 치료 실시 전에 삽입기구의 위치와 체내 조직의 위치를 검증함으로써 치료계획을 최적화하여 치료 효과를 증대시키고 부작용을 최소화할 수 있는 **C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템을 제공**하는 것임. C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템 및 치료방법은 근접방사선 치료 후 3차원 선량분포를 예측함으로써 잔여 치료 횟수에 대해 치료 효과를 증대시키기 위해 **치료 계획을 수정**할 수 있고, **치료 효과 및 부작용을 예측**할 수 있음.

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 기존 근접방사선치료 시스템에 단일광자방출단층촬영기술(SPECT) 및 기계학습 등의 최신 의료영상기법을 융합한 것으로, 다양한 분야 간의 교차 연구를 통해 신기술 연구 능력을 배양시키고 **방사선치료 분야의 국가 경쟁력을 갖춘 우수한 연구 인력을 배출**하고자 하는 본 연구팀의 취지에 적합함.

□ 전공분야 기여도

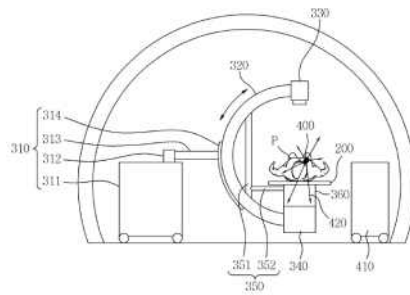
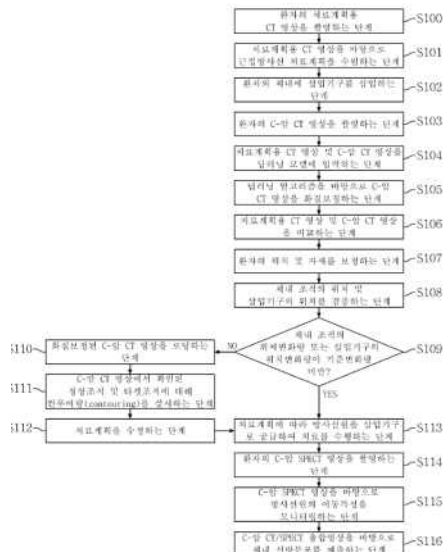
본 발명은 C-암 CT 영상 및 C-암 SPECT 영상을 기반으로 근접방사선치료 계획을 3차원적으로 검증하는 기술로, 기존 근접방사선치료의 체내 선량분포 예측 기술과 비교하여 선량평가 정확도가 높음. 이는 향후 **국내 근접방사선치료시스템 및 선량평가 분야의 기술 수준**을 한 단계 높일 수 있을 것으로 사료됨.

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

C-암 시스템 기반 SPECT 영상 획득을 위해 **C-암 시스템을 몬테칼로 전산모사 환경에 구현**하였으며 영상화 질 평가를 통해 **콜리메이터의 기하학적 구조 최적화**를 수행함. 이를 기반으로 저선량 C-암 CT 영상 재구성 기술 및 SPECT 영상 재구성 기술을 개발하였으며 해당 기술의 검증을 위하여 선량분포와의 상관관계를 도출함으로써 **체내 선량분포 예측 기술의 유효성을 검증**함.

□ 산업에의 기여

국내 방사선치료 기술 발전에 기여하였으며, 부가적으로 **방사선 의료영상 분야의 기술 발전**에도 기여할 수 있을 것으로 사료됨. 또한 영상 유도 적응형 방사선 치료방법 및 치료 시스템을 제공함으로써 **치료과정을 모니터링하고 평가하는데 지표**로 사용될 수 있음.



<대표그림>

④ 국내·외 학술대회 발표실적 목록

<표 2-15> 최근 1년간 참여대학원생 학술대회 발표 실적

연 번	실적정보						참여 대학원생 성명	발표자 성명	지도 교수 성명
	개최년월	실적명	학회명	국내 국제 구분	개 최 국 가	발표 방식			
1	2021.09.10	Feasibility study of integrated C-arm CT/SPECT system for patient dose verification in brachytherapy using Monte Carlo simulation	2021 9th Koear-Japan Joint Meeting on Medical Physics	국제	대한민국, 일본	구두 발표	박효준 성새롬	박효준	민철희
2	2021.09.12 - 2021.09.17	An experimental study on frequency-dependent noise-resolution trade-off of an indirect x-ray detector	PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors	국제	영국	포스터	이현우 심지용 이민재	이현우	조효성
3	2021.09.12 - 2021.09.17	Improvement of three-material decomposition in spectral mammography using non-local means denoising	PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors	국제	영국	포스터	이민재 이현우	이민재	조효성
4	2021.10.05	Optimization of the Detector Module equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	국제	미국	포스터	최형주 천보위	최형주	민철희
5	2021.10.05	Optimization of Integrated Prompt Gamma and Positron Emission Tomography (PG-PET) System for In-vivo 3-D Dose Verification in Carbon-ion Therapy	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	국제	미국	구두 발표	천보위 이수민 성새롬	천보위	민철희
6	2021.10.06	Derivation of optimal indicator to monitor sleep states using Monte Carlo Simulation of water molecules	World Molecular Imaging Congress 2021	국제	미국	Poster	연제형 윤창수	연제형	한봉수

7	2021.10.08	Improvement of MVCT Image Quality for Adaptive Helical Tomotherapy Using CycleGAN-Based Image Synthesis with Small Datasets	2021 대한방사선종양학회 정기학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이동연	이동연	한영이
8	2021.10.16 - 2021.10.23	Performance of a hemispherical large-are monitoring system	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imagin Conference	국제	일본	포스 터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
9	2021.10.16 - 2021.10.23	Performance evaluation of a radiation monitoring system based on multi-sensor network and AI algorithm for nuclear facility inspection	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imagin Conference	국제	일본	포스 터	백민규	백민규	정용현
10	2021.10.16 - 2021.10.23	Muon tomography system using a plastic scintillator and wavelength-shifting fibers	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imagin Conference	국제	일본	포스 터	백민규 강인수 이성연 정윤수	박찬우	정용현
11	2021.10.21	Optimization of the Detector Module Equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study	2021 IEEE NSS & MIC	국제	일본	포스 터	최형주 천보위	최형주	민철희
12	2021.11.24 - 2021.11.26	Performance evaluation of hemispherical radiation monitoring system	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
13	2021.11.24 - 2021.11.26	핵시설 감시를 위한 다중센서네트워크 및 인공지능 기반의 자동경보 시스템 개발	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	백민규	정용현
14	2021.11.24 - 2021.11.26	CIOSP 기능 분석을 통한 국가검사 지원프로그램 필수요건 규명 및 표준목록 도출	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	김성곤	안재준
15	2021.11.24 - 2021.11.26	국내외 중량취급시설 대상 원자력 안전조치 검증 지원프로그램을 위한 선행기술 비교분석	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	김성곤	안재준

16	2021.11.24 - 2021.11.26	Feasibility study of integrated C-arm CT/SPECT system for patient dose verification in brachytherapy using Monte Carlo simulation	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	성새롬	성새롬	민철희
17	2021.11.24 - 2021.11.26	Investigation of the Radiation Damage to the Radiation Detector for Nuclear Spent Fuel Inspection: A Preliminary Study	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	최형주 정윤수	박효준	민철희
18	2021.11.24 - 2021.11.26	Design of the Gamma Emission Tomography for the Spent Fuel Assembly Interrogation in Wet Storage Facility	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	최형주 천보위	최형주	민철희
19	2021.11.24 - 2021.11.26	의료용 선형가속기의 선량평가를 위한 섬광체-카메라 기반 2차원 선량 측정 시스템 개발	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이동연	이동연	한영이
20	2021.12.02	Optimization of prompt gamma imaging and positron emission tomography (PG-PET) system for In-vivo dose verification in carbon-ion therapy: AMonteCarlostudy	2021 FLASH Radiotherapy and Particle Therapy Conference	국제	오스 트리아	포스 터	천보위 최형주 이수민	천보위	민철희
21	2022.02.11	Performance evaluation of a radiation monitoring system based on multi-sensor network and AI algorithm for nuclear facility inspection	IEEE NPSS Seoul Chapter	국내	대한 민국	포스 터	백민규 이성연 정윤수	백민규	정용현
22	2022.04.07 - 2022.04.09	세기조절 방사선치료의 선량적 및 기계적 평가를 위한 섬광체 기반의 실시간 선량측정기 개발	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이동연	이동연	한영이
23	2022.04.07 - 2022.04.09	Photon Dose Coefficients for External Exposures Calculated Using Chinese Reference Computational Phantoms	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이수민	이유미	염연수, Rui Qiu
24	2022.04.07 - 2022.04.09	Feasibility Study of Online Adaptive 3D Brachytherapy Procedure with C-arm CT/SPECT Imaging System	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	성새롬 이민재 최형주	성새롬	민철희

25	2022.04.07 - 2022.04.09	Monte Carlo Radiation Transport Simulation Coupled with the Visible Monkey	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	학술 발표	천보위 이수민	이수민	염연수, 최현준
26	2022.04.27 - 2022.04.29	Applicability Evaluation of C-arm CT/SPECT Imaging System for Online Adaptive 3D Brachytherapy	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두 발표	성새롬 이민재 최형주	성새롬	민철희
27	2022.04.27 - 2022.04.29	Implementation of Visible Monkey with Monte Carlo Simulation for Radiation Dosimetry	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두 발표	이수민 천보위	이수민	염연수
28	2022.04.27 - 2022.04.29	Photon dose coefficients for soil contamination based on Korean reference phantoms	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	천보위 이수민	이승렬	염연수
29	2022.04.27 - 2022.04.29	Dose coefficients for Photon External Exposures Based on Chinese Reference Phantoms	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	이수민	이유미	염연수
30	2022.04.27 - 2022.04.29	Source localization map using the hemispherical radiation monitoring system	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
31	2022.04.27 - 2022.04.29	Material analysis and muon tomography image using a muon tomography system	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	강인수 백민규 이성연 정윤수	강인수	정용현
32	2022.04.27 - 2022.04.29	세기조절 방사선치료의 선량적 및 기계적 평가를 위한 섬광체 기반의 실시간 선량측정기 개발	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	이동연	이동연	한영이
33	2022.06.26 - 2022.06.30	Empirical design criteria for improving image quality in grid-based phase-contrast x-ray imaging system	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	이탈리아	포스터	이현우 이민재 전두희	이현우	조효성
34	2022.06.26 - 2022.06.30	Development of deep learning-based C-arm CT/SPECT imaging system for online adaptive brachytherapy	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	이탈리아	포스터	이민재 이현우	이민재	조효성
35	2022.06.26 - 2022.06.30	Design of stationary dual-energy CT baggage scanner with π -angle sparsity and compressed-sensing reconstruction	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국제	이탈리아	포스터	심지용 정윤수 전두희 임영환	심지용	조효성

36	2022.07.10 - 2022.07.14	Development of Scintillator-Based Real-Time Dosimetry for Dosimetric and Mechanical Evaluations of IMRT	2022 AAPM Annual Meeting	국제	미국	구두 발표	이동연	이동연	한영이
----	-------------------------------	--	-----------------------------	----	----	----------	-----	-----	-----

4. 신진연구인력 현황 및 실적

① 신진연구인력의 확보 현황

<표 2-16> 신진연구인력 채용 현황

신진연구인력	근로계약 기간	소속	비고
이도완	2022. 3. 1 - 2022. 6. 30	연세대학교 미래캠퍼스 방사선학과	2021. 8. 30. 방사선학과 연구교수로 임용됨.
이현철	2022. 7. 1. - 2022. 9. 23	연세대학교 미래캠퍼스 방사선학과	2022. 7. 1. BK21 신진연구인력으로 임용됨.

② 신진연구인력의 교육·연구 실적

<표 2-17> 신진연구인력의 교육 실적

신진연구인력	교육기간	학기	과목명	주당 강의시수	학점
이도완	2021.08.30. - 2022.02.28.	2021년 2학기	방사선특수촬영학	3	3
	2022.03.01 - 2022.08.31	2022년 1학기	의학용어	2	2
	2022.03.01 - 2022.08.31	2022년 1학기	방사선일반촬영학	3	3

<표 2-18> 신진연구인력의 연구비 수주 실적

신진연구인력	지원처	사업명	연구 책임자	과제명	연구비	총 연구비	연구기간
이도완	한국 연구재단	세종과학 펠로우십	이도완	패혈증 뇌질환의 중증도 및 치료반응 예측을 위한 영상학적 바이오마커 연구: 분자영상학적 다중 MRI 영상을 이용한 접근	121,107 천원/년	605,535 천원	2022.03.01. - 2027.02.28. (60개월)

③ 신진연구인력 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.

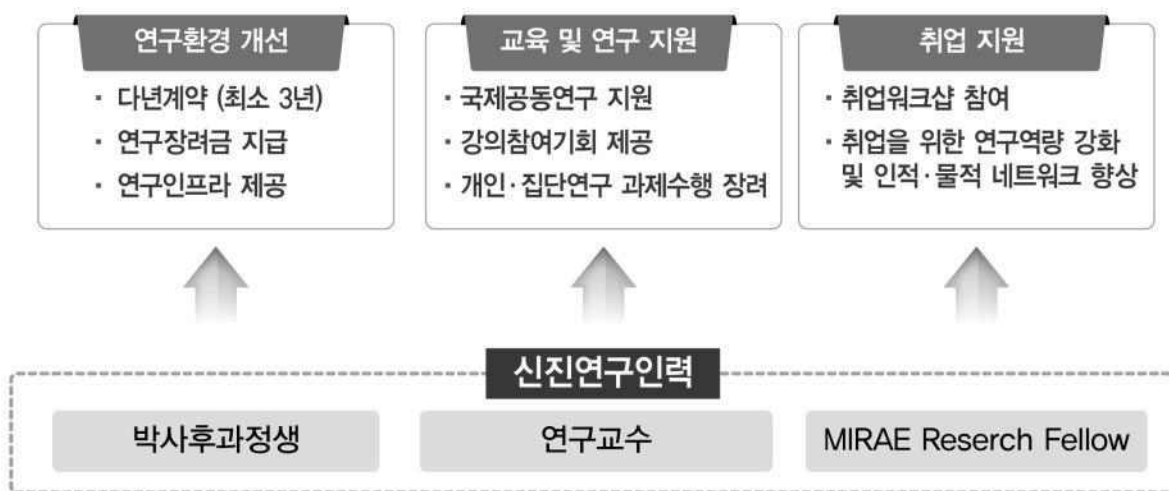
- 산학협력단의 지원을 통해 연구기획 및 전문성 개발, 리더십 및 커뮤니케이션 기술, 연구과제 운영기술, 연구윤리 및 책임감 있는 연구수행 등에 대한 가이드라인을 제공하고 이를 교육함.
- 우수 논문 작성을 위한 전자도서관 사용, 학술정보검색 서비스 사용 등의 정보지원 인프라를 제공함.
- 이도완 박사는 MRI 영상 획득 및 생체 대사현상 분석 분야 전문가로서, 재직 기간 동안, 분자 수준의 화학교환포화전이 영상기법을 기반으로 다양한 생체 대사질환과 관련된 연구를 수행 중에 있으며, 울산대학교 의과대학, 서울아산병원, 아주대학교병원 등의 우수 연구진과의 협력에 중추적인 역할을 담당하였음. 해당 인력은 2022년 6월 30일자로 개인사정(타기관으로 이직)에 의해 퇴직하였음.
- 이현철 박사는 방사선 감시기 분야 전문가로서, 재직 기간 동안 방사선 감시기에 적용되는 알고리즘에 대한 연구를 위해 한국원자력안전기술원과 미 Department of Energy 등 국내·외 관련 기관들과 협력 중임.

□ 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, 연구성과관리 워크숍 등의 참석을 장려함.

④ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

□ 신진연구인력 교육 및 연구 지원 강화



<신진연구인력 지원 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 2-17> 최근 1년간 참여교수의 교육역량 대표실적

참여교수명	세부전공분야	대학원 교육관련 대표실적물	실적 일자
참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성			
민철희, 조효성, 한봉수, 엄연수	방사선의료학 의학영상시스템 보건의물리	BK21 관련 방사선융합공학과 대학원 졸업규정 개정 회의 개최	2022. 5. 16
<p>□ 교육관련 대표실적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 연세대학교 일반대학원 방사선융합공학과 참여 교수진은 2022년 5월 교육혁신 위원회를 개최하여, BK21 인재양성을 위해 대학원 졸업규정 개정에 대한 논의를 함. ○ BK21 관련 방사선융합공학과 대학원의 졸업규정은 다음과 같이 개정하기로 함. <ul style="list-style-type: none"> - 공인영어성적 기준을 상향 조정 . 석사과정은 TOEFL (PBT 530점, CBT 197점, IBT 71점), TOEIC 700점, New TEPS 265점을 합격 점수로 함. . 석·박사통합과정 및 박사과정은 TOEFL (PBT 550점, CBT 213점, IBT 80점), TOEIC 750점, New TEPS 285점을 합격점수로 함. - 종합시험 필수교과목 지정 및 확대 석사: 핵심과목 1과목을 포함한 3과목, 박사(석박통합): 핵심과목 3과목을 포함하여 5과목 - 석사학위 심사 시 학과외부 심사위원 1인 이상 포함, 박사학위 심사 시 학과외부 심사위원 2인 이상을 포함시킴. - 석사 및 박사학위 논문은 100% 영문으로 작성을 의무화 함. - 석·박사 학위수여를 위한 졸업요건 기준 강화: 석사학위(국내 주저자 논문 1편 이상), 박사학위 (SCI급 주저자 논문 2편 이상)으로 내부 규정을 개편함. - 학위조건과 관련된 내용을 학과 내규에 반영하여 2021년 신입생부터 적용함. ○ 글로벌 교육 역량 강화를 위해 4단계 BK21 사업기간 중 해외학자와 팀티칭 2과목 이상 개설하고 해외 학자의 팀티칭 강의를 활성화하기 위하여 본 교육연구팀의 해외 MOU 체결 대학과 on-off line 시스템을 이용한 강좌 개설을 추진하기로 함. ○ 산학 연계 활성화를 위해 산학협의회를 구성하고 산학관련 산업체 세미나 및 다학제간 교육을 위한 공유 교과목(인공지능융합연구특론, Advanced Research in AI Convergence)을 개설하기로 함. ○ 특히, 민철희 교수는 2022년 5월 26일 한국방사선진흥협회(이하 KARA)가 주관한 인력양성추진단 방사선계측 및 기기 분과 회의에 참석하여 고려대, 경희대, 조선대 및 KARA와 함께 방사선기술 에너지산업 고도화 인력양성 인증제 개설에 대한 논의를 함. ○ 해당 회의의 목적은 대학별 특화 교육 및 대학 간 교차교육을 통해 미래 융합형 선도 인재를 양성하는 인증제 개설에 필요한 기준을 수립하기 위함이며, 이후 현장 중심형 산학 프로젝트 운영을 통해 참여기업별 애로 기술에 대한 해결책을 찾고 기업으로의 고급인력 유도를 연계하고자 함. ○ 이를 통해 양성되는 산업 및 사회 수요기반의 현장맞춤형 인재는 지역 산업의 애로기술 해결, 경쟁력 강화, 신성장동력 확보에 일조할 수 있을 것으로 기대됨. 			

□ 연구역량 대표 우수성과

① 대표 우수 논문 성과

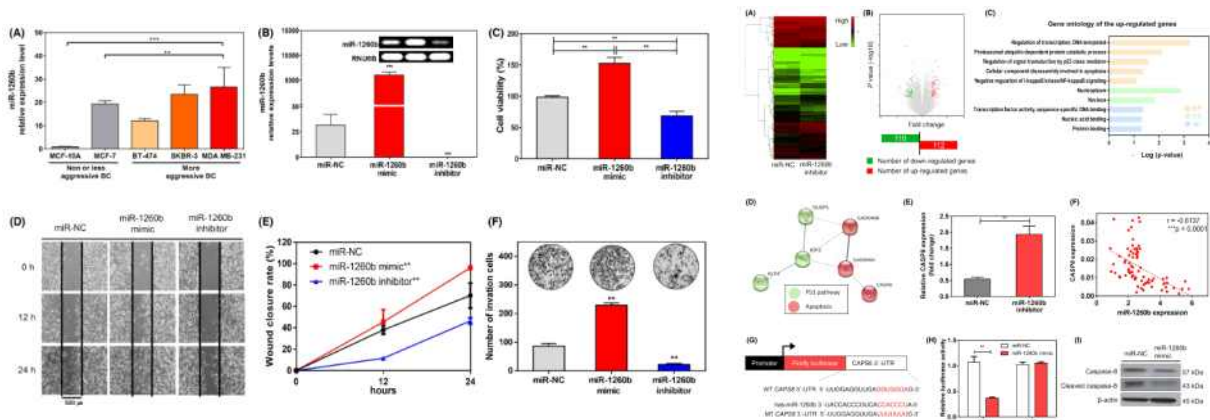
실적 구분	논문	참여교수	이혜영
실적 제목	Promotion of tumorigenesis by miR-1260b-targeting CAPS8: Potential diagnostic and prognostic marker for breast cancer.		
게재지 / 국가 / 지원처	Cancer Science	Impact Factor / 등록(출원) 번호 / 총 연구비	6.716 (2020 IF)
역할	교신저자	비고	Q1, Rank: 50/242 in Oncology

□ 창의성 및 혁신성

- 기존 유방암 진단 방법 대비 효율적이며 정확도가 높은 검사의 표적으로서 microRNA-1260b의 유용성을 평가하기 위하여 유방암 세포주, 유방암 조직검체, 유방암 혈장검체 내 miR-1260b 발현양상 분석을 기반으로 유방암 암화기전에서 miR-1260b의 역할을 연구하고 유방암의 진단, 예후예측, 치료에 이용될 수 있는 표적으로서의 가능성을 확인하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 암의 진단, 예후예측, 치료에 적용되는 바이오마커 발굴을 위한 연구를 수행하였으며, 실험실 내 세포주를 이용한 암화 기전 내에서의 miR-1260b의 역할 뿐만 아니라 실제 인체로부터 유래한 유방암 조직검체와 혈장검체에서의 miR-1260b 발현을 유방암의 특성에 따라 분석함으로써 여러 단계를 통하여 miR-1260b 바이오마커에 대한 검증이 이루어짐. 이는 바이오마커 발굴 연구에 있어 해당 바이오마커의 검체 내 발현양상 분석 뿐만 아닌 암화기전 내에서의 역할 및 암화기전에 대한 이해로 이어지게 됨.



<게재 현황 및 대표 그림>

□ 전공분야 기여도

- 2022년 3월 Cancer science (IF: 6.716) 저널에 게재된 논문으로, 해당 내용의 논문을 게재함으로써 암 진단, 예후예측, 치료에 적용되는 바이오마커 발굴 및 검증에 대한 수준을 향상시켰음.
- 기존의 방법 대비 효율적인 유방암 진단 또는 예후/예측, 치료에 이용될 수 있는 바이오마커의 활용으로 유방암의 검출율을 높여 조기에 진단이 가능하며 예후예측을 통하여 적절한 치료가 이루어지게 되고 치료의 효율을 높일 수 있을 것으로 사료됨.

□ (지역)산업에의 기여

- 본 연구를 통해 유방암 진단과 관련된 유효 바이오마커를 선정하였으며, 신약개발 뿐만 아니라 임상에서 환자 치료를 위한 최적의 진단 프로토콜을 제공할 수 있을 것으로 예상됨.

② 대표 우수 특허 성과

실적 구분	등록 특허	참여교수	조효성
실적 제목	3차원 레이저 스캐너를 이용한 단일 에너지 물질 분리 시스템, 장치 및 방법		
게재지 / 국가 / 지원처	대한민국	Impact Factor / 등록(출원) 번호 / 총 연구비	10-2336229
역할	주발명자	비고	등록일자: 2021.12.02

□ 창의성 및 혁신성

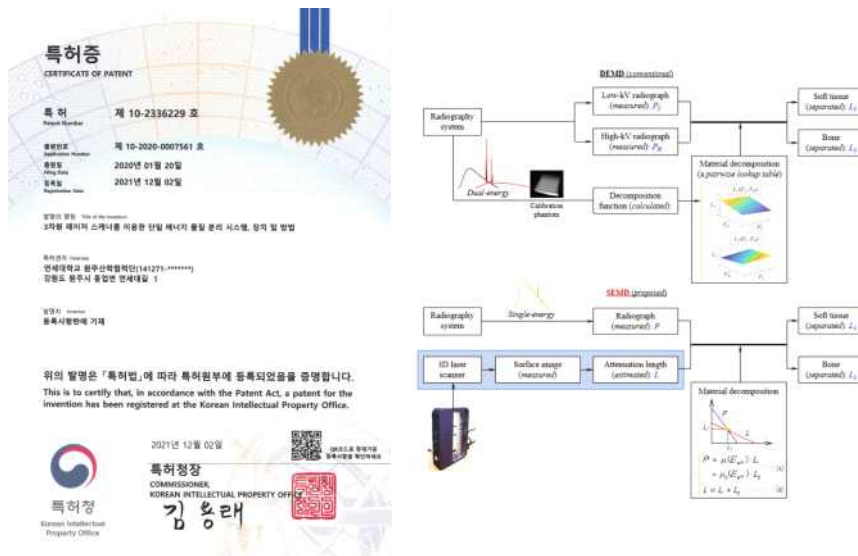
- 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 통해 획득한 물체 표면 영상을 이용하여 **단일 촬영으로부터 연부조직과 뼈를 효과적으로 분리**하는 기법임.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 이용한 첨단 단일 에너지 물질 분리 기법으로, 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**을 도모함.

□ 전공분야 기여도

- 본 발명은 **환자의 방사선 피폭, 촬영 시간, 정합 문제를 한번에 해결**하여 단일 에너지 물질 분리 기법이 널리 활용될 수 있는 기반을 마련함.



<대표 그림>

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

- **3차원 레이저 스캐너를 활용한 표면 영상 획득 알고리즘 개발 및 단일 에너지 물질 분리 알고리즘 개발**에 기여함.

□ 산업에의 기여

- 본 발명은 시뮬레이션과 실험을 통해 그 효과가 입증된 기법으로 **3차원 레이저 스캐너의 활용성**을 향상시켰고, 기존 이중에너지 물질 분리 방식의 한계를 극복하여 **물질분리 촬영법이 많은 분야에 적용될 가능성**을 보여줌.

③ 대표 연구비 수주 성과

실적 구분	연구비 수주	참여교수	민철희, 정용현, 안재준, 염연수
실적 제목	핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발		
게재지 / 국가 / 지원처	대한민국 / 한국원자력안전재단	Impact Factor / 등록(출원) 번호 / 계약액	470,000 천원
역할	연구책임자	비고	당해 연구기간: 2022.01.01 ~ 2022.12.31

□ 창의성 및 혁신성

- 습식저장시설 내부에 보관되고 있는 사용후핵연료의 부분결손(Partial defect) 검사를 위하여 **섬광체(Scintillator) 기반의 단광자방출단층촬영장치** 개발을 목적으로 함.
- 방출단층영상(Tomographic image)를 기반으로 4 m 길이의 사용후핵연료 내부의 부분결손 검사를 위하여 **3차원 영상재구성 기술**을 개발함.
- 사용후핵연료 부분결손 검사 정확도 향상을 위하여 **인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기반의 부분결손 판별 알고리즘**을 개발함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 교육연구팀은 한국원자력통제기술원, (주)네오시스코리아, (주)아라레연구소와의 **협력연구를 수행함**으로써 연구역량을 강화함과 동시에 **본 교육연구팀의 핵심 목표 중 하나인 다학제간 융합 및 산학협력 강화를 통한 사회문제 해결형 우수인재 양성에 부합함**. 또한 본 과제를 통해 단광자방출단층촬영장치 기술 개발을 통해 **4차 산업혁명시대의 미래지식 창출을 위한 의료방사선분야 전문화**를 이루고자 함.

□ 전공분야 기여도

- 사용후핵연료에 대한 고화질의 방출단층영상을 획득하기 위하여 **의료분야에서 사용되고 있는 반복적재구성법(Iterative reconstruction)**을 접목함.
- 4 m 길이의 사용후핵연료를 연속적으로 나선형 회전을 하기 위하여 **컴퓨터단층촬영(Computed tomography, CT)의 슬립링 기술**을 접목함.
- 방출단층촬영시스템을 이용한 실험 결과, 운영절차서 등을 종합적으로 정리하여 공식적인 사찰 활동에 해당 장비를 활용할 수 있도록 국제원자력기구에 인증을 요청할 계획이며, 최종적으로 방출단층촬영시스템은 국제원자력기구에 권고하는 시간 내에 신속히 핵연료 검사를 수행할 수 있어, **국가 사찰장비로서 유용하게 활용** 가능할 것으로 판단됨.

□ (지역)산업에의 기여

- 습식저장시설 수조로부터 중간저장시설로의 사용후핵연료 이송 시 방출단층촬영시스템을 통한 **핵물질 계량관리에 효율성 개선**
- 몬테카를로 전산모사 기술을 응용하여 원자력발전소 해체 환경과 같은 **중성자 및 감마선이 포함된 고방사능 환경에 적용 가능한 다양한 목적 및 형태의 검출기 개발**에 기여
- 국내 핵연료 감시 및 관리 관련 분야의 **고급인력 양성 및 방사선 계측기기 산업의 국가경쟁력 제고**에 기여

1. 참여교수 연구역량

□ 실적 인정 기준

- 본 교육연구팀 참여교수의 연구 실적(논문, 학술대회, 특허, 기술이전) 인정기준은 다음과 같음.
 - 실적 기간 내에 최종 게재 완료 논문을 대상으로 함.
 - 실적 기간 내 출원·등록 완료된 특허, 체결 완료된 기술이전을 대상으로 함.
 - 실적 기간 내 참가한 학술대회의 일정이 포함되었을 경우 대상으로 함.
- 참여교수의 연구비 수주계약 실적 인정기준은 다음과 같음.
 - 참여교수의 4단계 BK21 사업 참여 기간 내 수주한 신규 연구 과제 및 다년도 연구 수행 과제를 대상으로 선정함.
 - 상기 선정된 연구과제의 계약액(또는 계약액의 일부)이 본 소속기관에 입금된 날짜를 기준으로 설정하였으며, 계약액 입금일이 최근 1년간(2021.09.01 ~ 2022.08.31)의 실적기간 내 포함될 경우 실적으로 인정함.
(단, 과제 지원처의 특성에 따라 입금일 확인이 불가능한 경우, 과제의 연구 기간이 실적 기간에 포함된다면 실적으로 인정 가능함.)

1.1 연구비 수주 실적

- 본 교육연구팀은 최근 1년간 총 2,428,027 천원의 연구과제 수주 계약 성과를 달성하였으며 (산업체 연구비 6건: 414,350 천원, 정부 연구비 17건: 2,013,670 천원), 참여교수 1인당 평균 연구비 수주 계약액은 404,671 천원의 성과를 달성하였음.
- 연구과제 수주 계약 성과는 아래 표와 같이 전년도(2020년 9월-2021년 8월) 연구비 수주 계약금액과 비교했을 때, 정부 과제 계약액은 -3.5417%, 산업체 과제 계약액은 -3.54%, 참여교수 1인당 평균 연구비 계약액은 -3.23% 감소하였으나 변화량이 미미한 수준이며, 지난 2017년부터 2019년 사이의 3년간 평균 수주액 대비 30%이상 증가한 수치*를 유지하였으므로 우수한 실적을 달성하였다고 판단됨.
 - *2017-2019년 3년간 평균 수주액
 - 정부 연구비 수주: 1,372,253 천원
 - 산업체(국내) 연구비 수주: 246,080 천원
 - 1인당 총 연구비 수주: 269,722 천원
- 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.

1.1 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	2020.9.1. ~ 2021.8.31.실적	최근 1년간(2021.9.1. ~ 2022.8.31.) 실적	증감률
정부 연구비 수주 총 입금액	2,077,450	2,013,677	-3.17%
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	429,000	414,350	-3.54%
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	-
참여교수 수	6	6	-
1인당 총 연구비 수주액	417,742	404,671	-3.23%

<표 3-2> 최근 1년간 (2021.9.1-2022.8.31) 참여교수의 연구과제 계약액 수주 실적

연 번	구 분	지원처	연구 책임자	사업명	과제명	연구비 계약액 (천원)	연구기간
1	산 업 체	(주) 네오시스코 리아	민철희	기술료수입 사업	(주)네오시스코리아 특허3건 양도 계약*	55,000	2021. 8. 6-2023. 8. 5
2	정 부	한국연구재 단	민철희	4단계 BK21 사업 교비대응	미래의료방사선 융합교육연구팀	61,743	2022. 3. 1-2023. 2. 28
3	정 부	한국연구재 단	민철희	중견연구자 지원사업	즉발감마선/양전자방출체 측정기술 및 기계학습 알고리즘을 이용한 중입자치료 시 환자 체내 선량 분포의 정밀 평가기술 개발	150,000	2022. 3. 1-2023. 2. 28
4	정 부	한국에너지 기술평가원	민철희	에너지인력 양성사업	방사선기술 에너지산업 고도화 인력양성	139,340	2022. 1. 1-2022. 12. 31
5	정 부	한국원자력 협력재단	민철희	원자력 시설·장비 공동활용 논문연구 프로그램	선형가속기를 사용하는 방사선 치료의 품질 향상을 위한 2차원 동시동작 다엽콜리메이터 개발	20,000	2022. 7. 1-2022. 12. 31
6	정 부	한국원자력 안전재단	민철희	원자력안전 규제기술개 발사업	핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발	470,000	2022. 1. 1-2022. 12. 31
7	정 부	한국연구재 단	민철희	4단계 BK21 사업 교비대응	미래의료방사선 융합교육연구팀	205,810	2022. 3. 1-2023. 2. 28

8	정 부	한국연구재단	민철희	중견연구자 지원사업	즉발감마선/양전자방출체 측정기술 및 기계학습 알고리즘을 이용한 중입자치료 시 환자 체내 선량 분포의 정밀 평가기술 개발	150,000	2022. 3. 281-2023. 2. 28
9	정 부	한국에너지 기술평가원	민철희	에너지인력 양성사업	방사선기술 에너지산업 고도화 인력양성	125,256	2021. 4. 1-2021. 12. 31 (2021. 9. 이후 입금)
10	정 부	한국원자력 통제기술원	정용현	정부-용역	중수로 사용후핵연료 결손검증장비 성능향상을 위한 습식저장시설 방사선장 분석 및 방사선 영향 평가	50,000	2022. 3. 281-2023. 2.28
11	정 부	산업통상자 원부	조효성	한국산업기 술평가관리 원-우수기업 연구소 육성사업(A TC+)	25mGy 이하의 초저선량 고화질 (140x140um2) 영상화 솔루션 기반 이동형 하이브리드 CT 시스템 개발	46,055	2021.04.0 1 - 2021.12.3 1
12	산 업 체	(주) 우리엔	조효성	기업체-용역	동물용 엑스선 영상 화질개선 알고리즘 개발 및 적용	66,000	2021.08.0 1 - 2022.07.3 1
13	산 업 체	(주) 바텍	조효성	기업체-용역	2021년 바텍과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구*	104,500	2021.01.0 2 - 2022.04.3 0
14	산 업 체	(주) 바텍	조효성	기업체-용역	2022년 바텍과 VYSION 연구센터 간 산학공동연구	117,150	2022.01.0 2 - 2022.12.2 4
15	산 업 체	(주) 바텍	조효성	기업체-용역	치과용 영상 신기술 연구센터 운영	51,700	2022.01.0 2 - 2022.12.3 1
16	정 부	산업통상자 원부	조효성	한국산업기 술평가관리 원-범부처전 주기의료기 기연구개발 사업(산통부)	차세대 이동형 토모신세시스 시스템 개발	100,000	2022.03.0 1 - 2022.12.3 1

17	정부	산업통상자원부	조효성	한국산업기술평가관리원-범부처전주기의료기기연구개발사업(산통부)	Cone Beam CT(CBCT)용 격자형 X선 그리드 개발	66,675	2022.03.01 - 2022.12.31
18	정부	산업통상자원부	조효성	한국산업기술평가관리원-우수기업연구소 육성사업(ATC+)	25mGy 이하의 초저선량 고화질 (140x140um ²) 영상화 솔루션 기반 이동형 하이브리드 CT 시스템 개발	37,681	2022.01.01 - 2022.12.31
19	정부	과학기술정보통신부	조효성	한국연구재단-개인연구사업(기본연구)	딥러닝 기반 단일에너지 X-선 물질분리 알고리즘을 이용한 진단색성 방사선영상 기술 개발	50,000	2022.03.01 - 2023.02.28
20	정부	한국연구재단	한봉수	중견연구자 지원사업	자기공명 확산텐서영상과 머신러닝을 이용한 수면 중 뇌척수액의 조직내 유입효과 모니터링 기술 개발	100,000	2022.03.01 - 2023.02.28
21	정부	한국원자력안전재단	염연수	정부-용역	전산모사 코드를 활용한 엑스선발생장치 선원항 특성 분석	35,000	2022.02.01 ~ 2022.12.31
22	정부	한국연구재단	염연수	정부-용역	PET-CT 촬영 환자의 내·외부 피폭선량 평가 기술개발	211,367	2022.03.01 ~ 2027.02.28
23	정부	한국원자력안전재단	염연수	신진연구자 지원사업	항공승무원 방호정보 활용성 제고 방안 및 분석보고서 도출	14,750	2022.05.30 ~ 2022.11.25

*계약된 과제 시작일이 2021년 9월 이전이나 연구비는 이후에 입금된 과제임.

1.2 연구업적물

① 참여교수 국제·국내 저명학술지 논문의 우수성


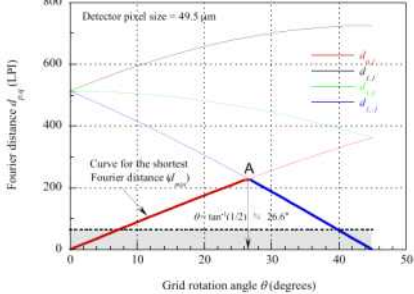
- 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 총 18편의 논문을 게재하였으며, 이중 국제 SCI(E) 논문 16편, 국내 학진등재지 (KCI) 2편으로 참여교수 1인당 평균 3편의 논문성적을 달성하였고 전년도 대비 논문 총 편수는 3편 증가함.
- 13편의 국제 SCI(E) 논문의 경우, 2020 impact factor (2020 IF) 총 합은 41.223 이며, 1편당 평균 IF는 2.576, 참여교수 1인당 평균 환산 편수는 1.972를 달성하였음.
- 전년도 대비 환산보정 IF의 합은 1.613, 논문 1편당 환산보정 IF는 0.223, 참여교수 1인당 환산보정 IF 합은 0.269 감소한 결과를 보였으나, 참여교수 1인당 논문 환산편수는 0.868, 논문의 환산 편수 합은 5.209로 크게 증가하여 논문 성과 유지를 위한 노력이 지속되고 있음.
- 비교·분석 결과 본 교육연구팀의 우수논문 게재 실적은 단순히 정량적인 논문 편수를 증가시키는데 주력하기 보다는 저널의 IF 뿐만 아니라 영향력, 우수성 등을 종합적으로 고려하여 수준 높은 연구 성과를 달성하는데 최선의 노력을 다하고 있다는 것을 보여주는 결과임.
- 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 질적 향상을 지향하고 있음.

<표 3-3> 최근 1년간 전체 참여교수 논문 환산 편수, 환산보정 IF, 환산보정 ES 실적

구분		2020.9.1 ~ 2021.8.31 실적	최근 1년간 (2021.9.1 - 2022.8.31) 실적	증감*
논문 편수	논문 총 편수	15	18	+
	논문의 환산 편수의 합	5.171	11.833	+
	참여교수 1인당 논문 환산 편수	0.862	1.972	+
Impact Factor (IF)**	IF=0이 아닌 논문 총 편수	13	16	+
	IF의 합	51.049	41.223	-
	환산보정 IF의 합	8.467	6.854	-
	논문 1편당 환산보정 IF	0.651	0.428	-
	참여교수 1인당 환산보정 IF 합	1.411	1.142	-
Eigenfactor Score (ES)***	ES=0이 아닌 논문 총 편수	13	16	+
	ES의 합	0.352	1.382	+
	환산 보정 ES의 합	9.891	9.408	-
	논문 1편당 환산보정 ES	0.761	0.588	-
	참여교수 1인당 환산보정 ES 합	1.649	1.568	-
참여교수 수		6		

- 증감*: 감소(-), 증가(+), 유사(≈): 0.1% 이하
- 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, $n = 0$ 일 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($n > 0$) = $\{1 - m \cdot \min(1/(m+0.5), 0.5)\} / n$

<표 3-4> 최근 1년간 참여교수의 논문게재 실적

연번	참여 교수명	연구자 등록 번호	이공계열/인문사회계열 (간호/보건/체육/기타 분야에 한함)	세부전공 분야	실적 구분	대표연구업적물 상세내용
						대표연구업적물의 우수성
1	조효성		이공계열	방사선영상학	저널 논문	이현우, 전두희, 임현우, 조효성, 박명규, 윤원식
						Quantification of the effects of grid angulation on image quality in single-grid-based phase-contrast x-ray imaging
						Journal of Optics
						23(10), 105605-105613
						2021.09
						SCI(E), 2020 IF: 2.516
<p>□ 창의성 및 혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> 이론적 분석을 통해 단일 그리드 기반 위상차 영상화 기법에서 모아레 인공물이 발생하지 않을 그리드 각도 조건을 발견하였음. 또한, 영상화질을 저하시키는 기존 영상처리기법과는 달리 그리드 회전을 통해 영상화질은 보존하면서 효과적으로 모아레 인공물을 제거하였음. <p>□ 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> 본 연구는 단일 그리드 기반 위상차 영상화 시스템 최적화에 핵심적인 기술로서, 국내 관련 연구 분야를 해외 선도 연구팀 수준으로 성장시키고, 향후 기술을 주도할 미래형 인재를 양성하였음. 또한, 미국 국립 연구소 Pacific Northwest National Laboratory 연구팀과의 주기적 교류를 통해 국제화 역량을 강화하였음. <p>□ 전공분야 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> 본 논문은 2021년 9월 Journal of Optics (IF: 2.516) 저널에 게재된 논문으로, 국내 연구 과제 ‘단일 그리드 기반 위상차 엑스선 영상화 기법 개발’ 발굴 및 연구 활성화에 기여하였음. 본 논문에서 제안하는 모아레 인공물 제거 방법은 단일 그리드 기반 위상차 영상화 시스템 최적화에 필수적인 방법으로 사용되고 있음. 						
 						
<p><게재 현황 및 대표 그림></p>						

염연수	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	염연수, 신방호, 최찬수, 한혜진, 김찬형
				Iodine-131 S values for use in organ dose estimation of Korean patients in radioiodine therapy
				Nuclear Engineering and Technology
				54 (2022), 689-700
				2021.09
				SCI(E), 2020 IF: 2.341

□ 창의성 및 혁신성

- 방사성 의약품을 사용한 치료에서 한국인 환자들이 받는 장기/조직 선량을 추정하기 위한 연구로서, **갑상샘에서 I-131이 붕괴했을 때 주변 장기가 받는 영향인 S-value를 최신 한국인 메시 팬텀을 사용하여 획득하였음.**

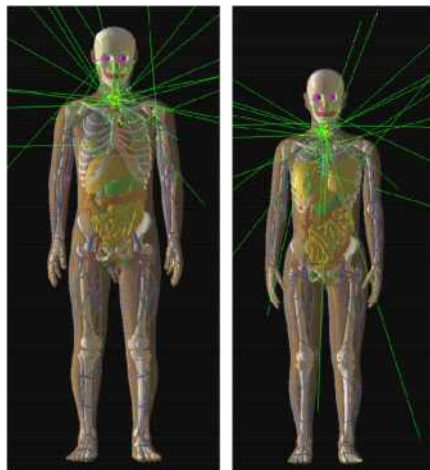
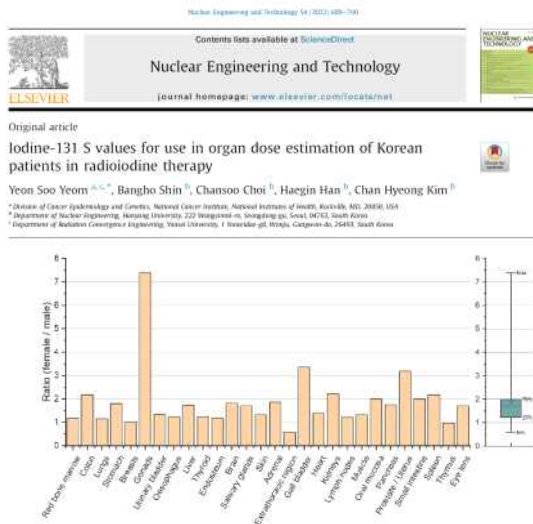
□ 비전과 목표와의 부합성

- 방사성 동위원소가 체내에 유입되어 일어나는 내부피폭의 상황에서 주변 장기와 조직에 대해 미치는 영향 파악을 위한 연구를 수행하였으며, **이는 기존에 이루어지던 선량평가에서 사용하던 팬텀과 인종과 그 형태가 다르게 제작된 한국인 메시 팬텀을 사용하여 계산되었음.** 계산된 선량은 국제방사선방호위원회(The International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서 계산된 값과 비교하는 연구가 진행되었음. 이는 **의료 방사선 분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구 내용임.**

2

□ 전공분야 기여도

- 2021년 9월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재된 논문으로, 해당 논문에서는 갑상샘에서 내부 피폭이 발생하였을 때 받는 선량값을 한국인에 대해 계산하였음. 이는 현재까지 구와 원기등으로 이루어진 단순화된 표준 팬텀에서 계산되던 값을 한국인 메시 팬텀에 대해 계산함으로써 **방사성 의약품을 사용한 치료에서 한국인 환자가 받은 장기 선량과 조직 선량을 보다 정확한 추정을 가능하게 함.**



<게재 현황 및 대표 그림>

민철희	이공계열	방사선의 료학	저널 논문	Hyojun Park, Harald Paganetti, Jan Schuemann, Xun Jia, Chul Hee Min
				Monte Carlo methods for device simulations in radiation therapy
				Physics in Medicine and Biology
				66(18), 18TR01
				2021.09
				SCI(E), 2020 IF: 3.609

□ 창의성 및 혁신성

- 과거부터 최신까지 **몬테칼로 전산모사 기술 및 각 전산 코드의 개발 과정과 방사선 치료 분야에서 사용되고 있는 장비에 대한 전산모사 연구들을 요약**하여 해당 분야의 연구자들이 **자신의 연구에 맞는 효율적인 연구 방법을 결정**할 수 있도록 도움을 주고자 함.

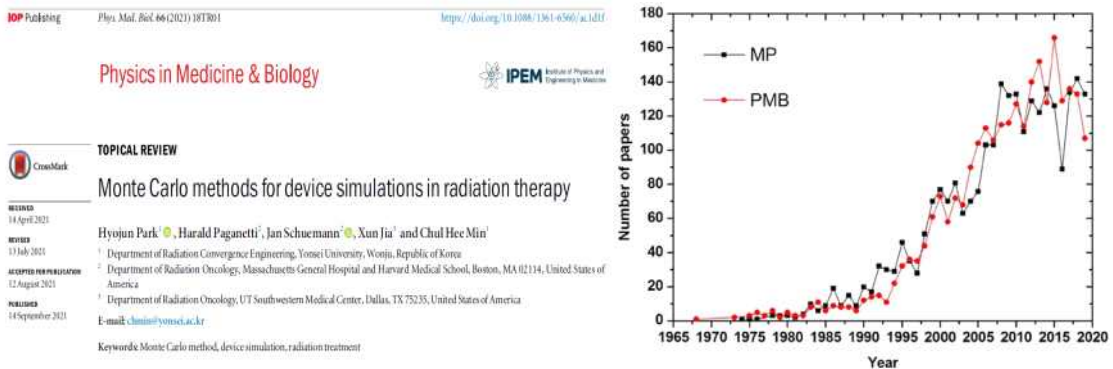
□ 비전과 목표와의 부합성

- **방사선 치료 장비의 몬테칼로 전산모사** 연구에 대한 **전반적인 요약 및 정보를 제시**하고 있으며, 이를 위하여 **과거부터 현재까지의 해당 분야 연구를 정리**하였으며, **몬테칼로 전산모사 기술 및 각각의 전산 코드의 개발 과정 등에 대한 요약 정보를 제공**함. 또한, Massachusetts General Hospital과의 협업을 통하여 해당 정보 및 논문에 대한 검토, 교정 과정을 수행하였으므로, 이는 **해외 연구 기관과의 공동 연구를 통한 의료방사선 분야의 고급 인력 양성에 부합**하는 내용임.

3

□ 전공분야 기여도

- 2021년 9월 Physics in Medicine and Biology (IF: 3.609) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 박효준은 2019-2021년 기간 동안 Massachusetts General Hospital의 연구진들과 함께 해당 논문을 위한 연구 정리 및 회고, 고찰을 통하여 해당 분야 인력 양성과 관련된 활동을 수행함.
- **몬테칼로 전산모사 기반 방사선 치료 장비 연구에 대한 회고 및 고찰**을 통해 과거의 많은 연구에 대한 정보를 전달하여 해당 분야의 연구자들로 하여금 **효율적인 연구 방법 채택이 가능**하게 함.



<게재 현황 및 대표 그림>

한봉수	이공계열	방사선과 학	저널 논문	황윤호, 김우승, 윤창수, 연제형, 백현만, 한봉수, 김동윤
				Extraction of Individual Metabolite Spectrum in Proton Magnetic Resonance Spectroscopy of Mouse Brain Using Deep Learning
				JOURNAL OF MAGNETICS
				26(3), 356-362
				2021.09
				SCI(E), 2020 IF: 0.514

□ 창의성 및 혁신성

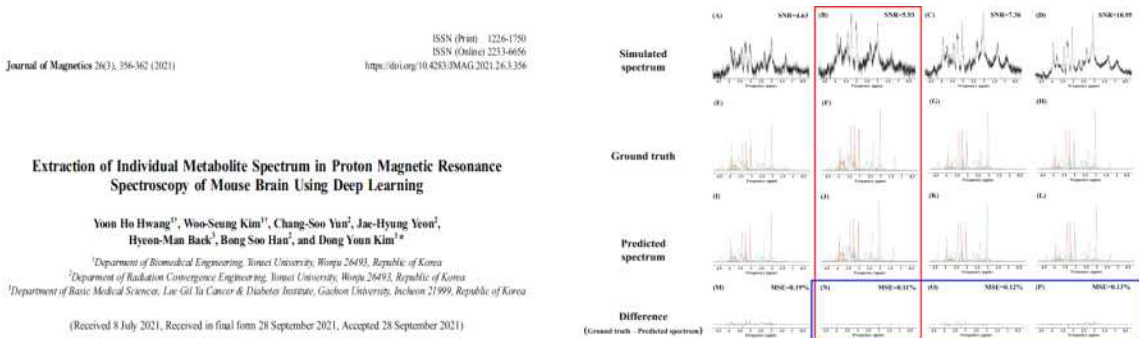
- 자기공명분광(Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS)를 사용하여 체내 조직 내 존재하는 대사물질의 양을 정량화를 위하여 **딥러닝 기술 중 convolutional autoencoder (CAE)를 사용하여** 쥐의 해마에 존재하는 대사물질의 새로운 정량화 기술을 제안하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 자기공명분광은 비침습적인 방법으로 체내 조직의 대사물질 양을 정량화할 수 있는 도구임.
- 따라서 대사물질의 위치를 알 수 있는 basis-set를 사용하여 정량화를 진행하기 때문에 본 연구팀은 기존에 알려져 있는 21개의 대사물질을 simulation하여 **convolutional autoencoder (CAE) 딥러닝 기법**을 사용하여 basis-set을 제작한 뒤 학습하였음.
- 학습된 CAE 모델은 자기공명분광 데이터에 존재하는 대사물질의 정확한 위치와 양을 정량화하였고 이는 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2021년 9월 Journal of Magnetism (IF: 0.514) 저널에 게재된 논문으로, 해당 주제에 대한 연구과제를 수행함으로써 **자기공명분광학 데이터에서 기존 연구들이 진행하였던 방법보다 정확한 대사물질의 양을 정량화하는 방법을 통하여 기술 수준을 향상**시켰음.



<게재 현황 및 대표 그림>

4

민철희	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	천보위, 유도현, 박효준, 이현철, 신육근, 최현준, 홍봉환, 정희준, 민철희
				Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM
				Journal of Applied Clinical Medical Physics
				23(1), e13448.
				2021.10
SCI(E), 2021 IF: 2.17				

□ 창의성 및 혁신성

- 본 논문은 사면체면 기반 구조물과 상업용 치료 계획 시스템(TPS) 간의 호환성 평가 및 임상 적용을 위해 **사면체면 기반 전산팬텀을 DICOM 형식으로 변환하는 TET2DICOM이라는 새로운 변환 프로그램을 개발**하였음.

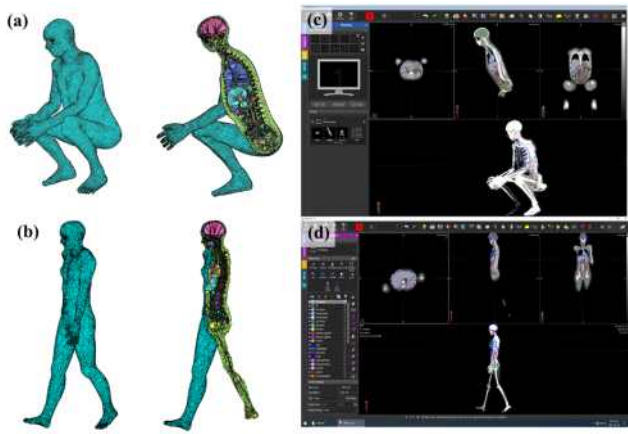
□ 비전과 목표와의 부합성

- 인체 해부학의 세부사항(예: 호흡기 기관, 눈 등)을 정밀하게 구현 가능한 사면체면 기반 전산팬텀은 방사선 종양학 및 영상학과 같은 여러 분야에서 큰 관심의 대상임. **사면체면 기반 인체팬텀은 마이크론 규모의 방사선 민감 조직이 매우 정교하게 구현**되어 있으며, 인체의 자세 변형에 따른 장기의 변화도 구체적으로 표현할 수 있음. 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 **사면체면 구조물 파일 형식(*.ele, *.node)을 DICOM CT Image 및 DICOM RT Structure를 포함한 DICOM 데이터세트 (*.dcm)로 변환**하도록 설계되었음. 그러므로, 인체팬텀을 의료 통신 표준형식인 DICOM으로 정확히 변환하는 TET2DICOM을 이용하면 **다양한 치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구 등에 활용**될 수 있을 것으로 예상됨. 따라서, **의료 방사선분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구개발 내용임.**

□ 전공분야 기여도

- 2021년 10월 Journal of Applied Clinical Medical Physics (IF: 2.17) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 천보위는 2020년 해당 주제에 대한 연구를 수행함으로써 **치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구에 활용**될 수 있는 **최신기술**을 개발하였음.

5



<게재 현황 및 대표 그림>

한봉수	이공계열	방사선과 학	저널 논문	황윤호, 이민희, 윤창수, 백현만, 김용태, 한봉수, 김동윤
				Dynamic Variation in Hippocampal Metabolism after Acute Stress Exposure: An In Vivo Proton Magnetic Resonance Spectroscopy Study at 9.4 T
				JOURNAL OF SPECTROSCOPY
				2021
				2021.10
				SCI(E), 2020 IF: 1.914

□ 창의성 및 혁신성

- 급성 스트레스(Acute Stress, AS)로 인하여 영향을 받는 뇌 대사물질의 동향을 관찰하기 위하여 연속적으로 획득한 자기공명분광(Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS) 데이터로 급성 스트레스의 영향을 받는 precursor 뇌 대사물질을 support vector machine(SVM) 머신러닝 기법과 repeated-measured ANOVA 통계를 사용하여 새로운 분석방법을 제시하였음.


□ 비전과 목표와의 부합성

- 연속적으로 획득한 자기공명분광 데이터를 사용하여 급성 스트레스가 alanine 대사물질에 영향을 준다는 것을 밝혀냄.
- 이를 통하여 alanine이 급성 스트레스를 구분할 수 있는 새로운 precursor 대사물질이 될 수 있다는 것을 증명하였음.

□ 전공분야 기여도

- 2021년 10월 Journal of Spectroscopy (IF: 1.914) 저널에 게재된 논문으로, 해당 주제에 대한 연구 과제를 수행함으로써 시간이 지남에 따라 alanine이 급성 스트레스를 구분할 수 있는 새로운 대사 물질이라는 것을 증명하였음.

6



Research Article
Dynamic Variation in Hippocampal Metabolism after Acute Stress Exposure: An In Vivo Proton Magnetic Resonance Spectroscopy Study at 9.4 T

Youn Ho Hwang¹, Min-Hee Lee², Chang-Soo Yun³, Yong-Tae Kim⁴, Hyeon-Man Baek⁵, Bong Soo Han⁶, and Dong Youn Kim⁷

¹Department of Biomedical Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea
²Institute of Human Genome Study, Korea University Anam Hospital, Anam 13355, Republic of Korea
³Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea
⁴Department of Basic Medical Sciences, Lee Gil Ya Cancer and Diabetes Institute, Gachon University, Incheon 21998, Republic of Korea

Correspondence should be addressed to Dong Youn Kim; dongkim77@yonsei.ac.kr

Received 5 July 2021; Revised 10 September 2021; Accepted 25 September 2021; Published 20 October 2021

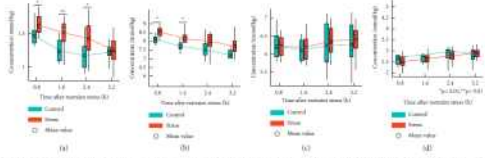


FIGURE 5. Student's *t* test at each time point for four metabolites related to acute restraint stress: (a) Ala, (b) Glu, (c) NAA, and (d) Gln. Each of the metabolites was represented by the change of concentration with time after acute stress. The *P* value that was less than or equal to the significance level was considered statistically significant.

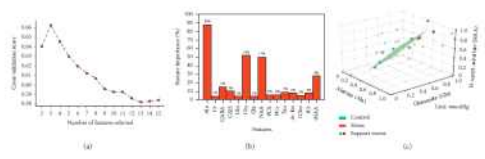


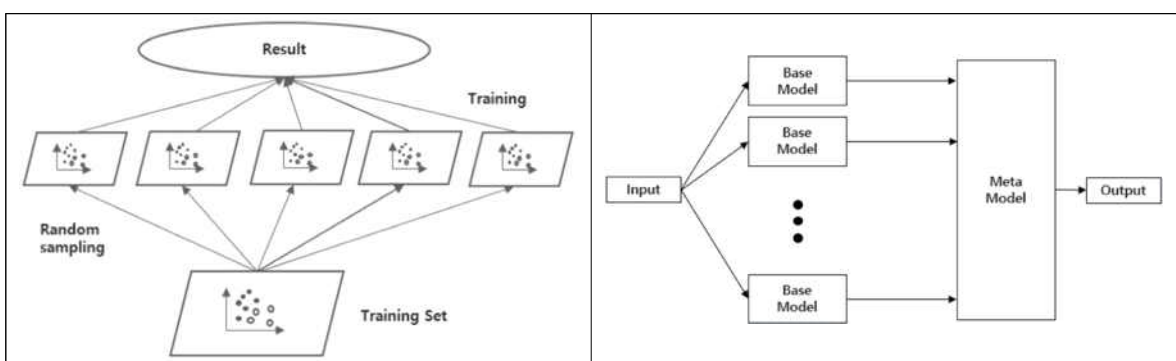
FIGURE 6. Feature importance and decision boundary using the SVM. (a) Optimal number of features that best classified both groups. (b) Feature importance to select the features that best discriminated between both groups. The importance of the feature represented how important the metabolites (i.e., features) were under the influence of acute restraint stress as a quantified quantity. (c) Three-dimensional decision boundary with Ala, Glu, and NAA.

<게재 현황 및 대표 그림>

안재준	이공계열	방사선통계	저널 논문	박태현, 안재준, 오경주
				Prediction of Bidding Rate of Residential Auction Items using Model Stacking
				Quantitative Bio-Science
				40(2), 63-69
				2021.11
				KCI

- 창의성 및 혁신성
 - 최신 **Model Stacking Ensemble 기술**을 기반으로 한 주택경매가격 예측 시스템에 대한 최적화 연구로서, 다양한 인공지능 방법론을 결합한 **효율적인 예측 시스템 최적화 방법**에 대한 기술을 제안하였음.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 최근 의료 방사선분야의 첨단기술 연구에서 주목 받는 **인공지능 분석 방법론을 활용하여 예측 성과를 높일 수 있는 새로운 Ensemble 기술**을 제안함. 본 연구에서 제안하고 있는 **Model Stacking Ensemble 기술**을 바탕으로 의료 방사선 분야에서 다루지는 데이터들을 새로운 접근방법으로 분석 가능할 것으로 기대됨
- 전공분야 기여도
 - 2021년 11월 Quantitative Bio-Science (KCI) 저널에 게재된 논문으로, **다양한 인공지능 분석 방법론을 효율적으로 결합하여 예측성능을 높일 수 있는 새로운 기술을 제안**하여 의료 방사선 데이터들을 새로운 접근방법으로 분석할 수 있는 토대를 마련함

7

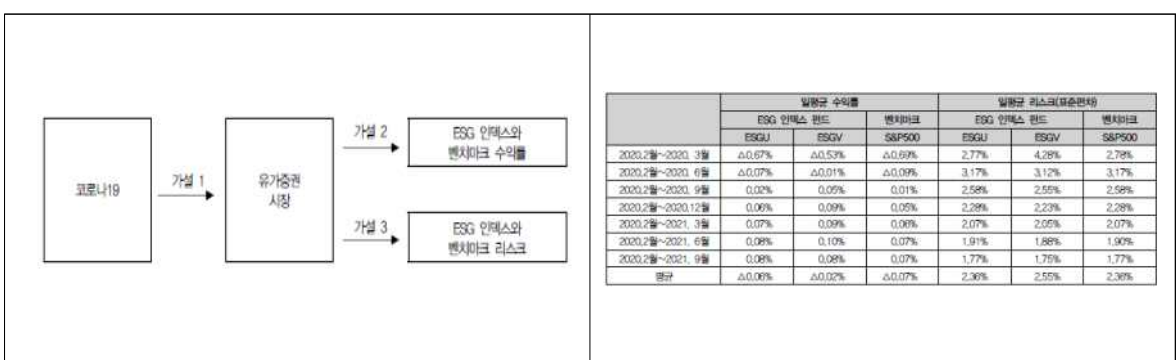


<대표 그림>

안재준	이공계열	방사선통계	저널 논문	박준신, 안재준, 오경주
				코로나19 이후 ESG 투자 전략 평가: ESG 인덱스 성과를 중심으로
				지식경영연구
				22(4), 87-101
				2021.12
				KCI

- 창의성 및 혁신성
 - 코로나 19가 유가증권시장에서 부정적 요인으로 작용하는지 여부를 VAR 모형을 바탕으로 규명하였으며, 미국과 한국의 ESG 인덱스와 벤치마크를 수익성과 변동성 관점에서 통계적으로 검증함으로써 **연구가설이 통계적으로 유의한지를 기본적인 통계량뿐만이 아닌 VAR 시계열 모형을 통해 다방면으로 검증함**
- 비전과 목표와의 부합성
 - 본 연구논문에 제안된 검증 프로세스를 활용하여 의료 방사선분야의 데이터를 분석함에 있어서 **새로운 기술의 적용이 기존 기술로부터 도출된 결과와 비교하여 차별성이 있는지 통계적 유의성을 검증하는 새로운 방법론을 제시할 수 있음**
- 전공분야 기여도
 - 2021년 12월 지식경영연구 (KCI) 저널에 게재된 논문으로, **기본적인 통계량뿐만이 아닌 VAR 시계열 모형을 통해 통계적 유의성을 도출할 수 있는 새로운 접근방법을 제안하여** 새로운 기술로부터 도출한 의료 방사선 데이터들의 분석결과를 새로운 접근방법으로 차별성을 검증할 수 있는 토대를 마련함

8



<대표 그림>

염연수	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	염연수, Keith T Griffin, Matthew M Mille, Choonik Lee, Shannon O' Reilly, Lei Dong, Jae Won Jung, Choonsik Lee
				Fetal dose from proton pencil beam scanning craniospinal irradiation during pregnancy: A Monte Carlo study.
				Physics in Medicine and Biology
				67(3), 035003
				2022.01
				SCI(E), 2020 IF: 3.609

□ 창의성 및 혁신성

- 임신 기간 중에 양성자 펜슬 빔 스캐닝(Pencil Beam Scanning, PBS) 두개척추 조사(CranioSpinal Irradiation, CSI) 시 태아가 받는 선량에 대한 연구로서, **최신 몬테칼로 전산모사 기술을 기반으로 하여 최초로 PBS CSI 중 태아에 대한 예상 선량 관련 연구를** 진행하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 미국 국립암센터(NCI) 및 여러 해외 대학들과의 공동 연구를 통해 임신 여성의 중앙 부위에 **최신 방사선 의료 기술인 양성자 PBS 치료 시 태아가 받는 장기 및 조직 선량을 비교 분석**하였으며, 다양한 임신 기간에 따른 임신 여성 전산 팬텀을 이용한 몬테칼로 전산모사 모델링을 수행하여 이루어짐. 이는 **의료 방사선 분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구 내용임.**

9

□ 전공분야 기여도

- 2022년 1월 Physics in Medicine and Biology (IF: 3.609) 저널에 게재된 해당 논문은 양성자 PBS CSI 시 태아가 받는 선량에 대해 최초로 연구되었으며, 앞으로 활발히 진행될 **임신 여성 암 치료 연구의 기반이** 되었음.

Physics in Medicine & Biology

PAPER

Fetal dose from proton pencil beam scanning craniospinal irradiation during pregnancy: a Monte Carlo study

Yeon Soo Yeom^{1*}, Keith T Griffin², Matthew M Mille², Choonik Lee³, Shannon O'Reilly⁴, Lei Dong¹, Jae Won Jung⁵ and Choonsik Lee^{6*}

Published 28 January 2022 • © 2022 Institute of Physics and Engineering in Medicine

Physics in Medicine & Biology, Volume 67, Number 3

Citation: Yeon Soo Yeom et al 2022 *Phys. Med. Biol.* 67 035003

[Article PDF](#)

Figures • References •

205 Total downloads

[Turn on MathJax](#)

Get permission to re-use this article

Share this article

[iPEM](#)
Institute of Physics and Engineering in Medicine

You may also like

JOURNAL ARTICLES

Experimental examination of radiation doses from cardiac and liver CT perfusion in a phantom study as a function of organ, age and sex

iPEM topical report: the first UK survey of dose indices from radiotherapy treatment planning computed tomography scans for adult patients

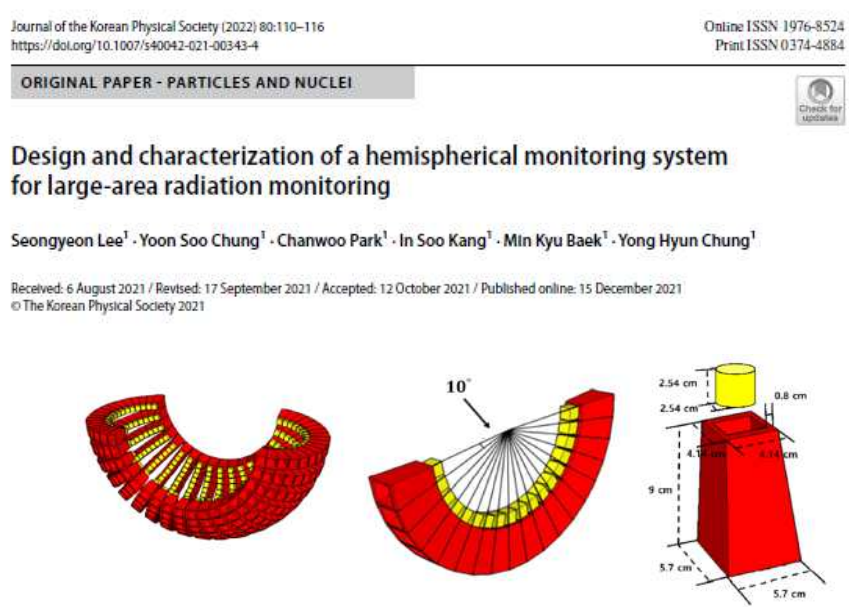
Figure 2. Dose distributions on UF pregnant female phantom series from craniospinal irradiation with PBS proton beams calculated by treatment planning system.

<게재 현황 및 대표 그림>

정용현	이공계열	방사선기술	저널 논문	이성연, 정윤수, 박찬우, 강인수, 백민규
				Design and characterization of a hemispherical monitoring system for large-area radiation monitoring
				Journal of the Korean Physical Society
				80(2), 110-116
				2022.01
SCI(E), 2020 IF: 0.649				

10

- 창의성 및 혁신성
 - 구형 구조를 이용한 다방향 방사선 검출기 기반의 광범위 구역 방사선 검출 방법에 대한 연구로서, 감시 공간 크기와 무관하게 **최적의 검출 효율 및 실시간 방사성 핵종 위치 추적이 가능한 기술**을 제안하였음.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 방사선 감시 및 핵종 분석에 적용되는 다양한 기술 중 하나인 스펙트로스코피에 대한 연구를 수행하였으며, 전산모사 모델링 및 실측 검출기 제작을 통해 **최적의 검출시스템 및 방사선 핵종 감시 기술**을 개발함.
- 전공분야 기여도
 - 2022년 1월 Journal of Korean Physical Society (IF:0.694) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 이성연은 해당 주제에 대한 연구를 2020년도에 수행함으로써 **다수개의 스펙트로스코피 모듈과 선원위치 알고리즘을 적용한 감시 시스템에 대한 국내 방사선 검출 연구 수준을 향상**시켰음.
 - 몬테칼로 전산모사 기반의 시스템 최적화를 통해 보다 효율적인 감마선 검출이 가능하여 효과적인 감시 시스템으로 사용할 수 있게 함.



<게재 현황 및 대표 그림>

정용현	이공계열	방사선기술	저널 논문	박찬우, 백민규, 강인수, 이성연, 정희준
				Design and Characterization of Muon Tomography System for Spent Nuclear Fuel Monitoring
				Nuclear Engineering and Technology
				54(2), 601-607
				2022.02
				SCI(E), 2020 IF: 2.341

11

□ 창의성 및 혁신성

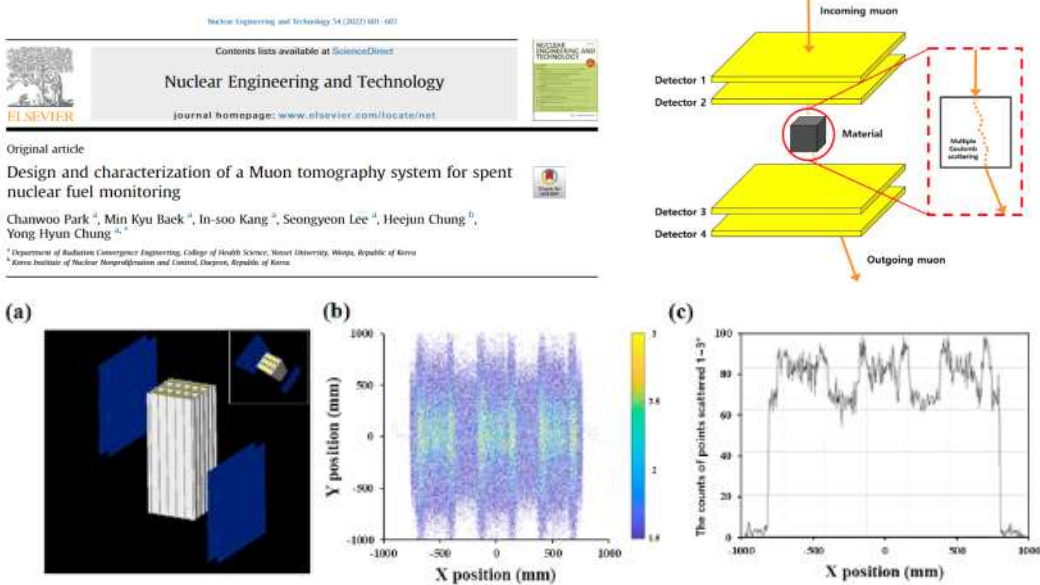
- 최신 문태칼로 전산모사 기술 기반의 뮤온 단층촬영 시스템을 모사하여 건식저장고의 사용후핵연료 결손 검증 및 감시에 대한 연구로서, 효율적인 감시 시스템에 대한 기술을 제안하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 방사선 및 원자력 분야의 기술 중 하나인 뮤온 단층촬영 시스템에 대한 연구를 수행하였으며, 한국원자력통제기술원과의 공동 연구를 통해 플라스틱 섬광체와 파장변이섬유 (Wavelength-shifting fiber)를 활용한 뮤온 토모그래피 시스템을 개발하였음. 이는 핵물질 안전조치 검증 및 핵비확산에 중실이 되는 첨단기술 연구에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2022년 2월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 박찬우는 국내 최초로 핵물질 탐지 기술을 기반으로한 뮤온 검출기의 제작기술, 신호처리기술, 영상재구성 알고리즘 등 핵심 기술을 확보하였음.
- 개발된 시스템을 통해 사용후핵연료 건식저장시설 및 공항이나 항만에서의 핵물질 탐지, 지하구조탐사, 대형구조물 비파괴 검사 등에도 활용될 수 있는 기술임.



<게재 현황 및 대표 그림>

조효성	이공계열	방사선영 상학	저널 논문	임현우, 조효성, 이현우, 전두희
				Quantification of dark-field effects in a single-shot grid-based x-ray imaging
				Journal of Optics
				24(3), 035608
				2022.02
SCI(E), 2020 IF: 2.516				

□ 창의성 및 혁신성

- 본 연구는 물체의 소각 x-선 산란 정보를 빠르고 간단하게 영상화할 수 있는 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 영상화 기법**을 사용하여 샘플의 실제 공간 상관 함수 측정을 통해 **암시야 효과를 정량화하였음.**

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구를 통하여 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 방식과 관련된 미세구조의 선택성을 명확하게 이해할 수 있고 이는 본 기술이 의료방사선 분야에 적합한 응용 프로그램을 선택하는 데 도움을 줌** (예, 나노 버블 조영제, 금속 나노 입자 집적을 통한 간세포 암종의 조기 진단).
- 이는 **차세대 방사선 진단 기술로 사용할 수 있는 암시야 영상화 기술의 적용 가능성을 증진** 시킴으로써 **의료방사선 분야의 미래 가치 선도에 부합하는 연구임.**

□ 전공분야 기여도

- 2022년 2월 Journal of Optics (IF: 2.516) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 임현우는 본 연구를 통해 **단일 촬영 X-선 그리드 기반 방식의 실효성을 증명하여 암시야 영상화 방법을 적합한 X-선 영상진단 분야에 적용할 수 있게 함.**

12

IOP Publishing
J. Opt. 24 (2022) 035608 (8pp)
<https://doi.org/10.1088/2040-8986/ac3953>

Journal of Optics

Quantification of dark-field effects in single-shot grid-based x-ray imaging

Hyunwoo Lim, Hyosung Cho, Hunwoo Lee and Duhee Jeon
Department of Radiation Convergence Engineering, Yonsei University, Wonju 26493, Republic of Korea
E-mail: hscho1@yonsei.ac.kr

Received 20 July 2021, revised 25 November 2021
Accepted for publication 2 December 2021
Published 14 February 2022





Figure 8. Experimental measurement of the average I_{DFA} from the area marked by box A in figure 7(a) for the two suspensions of silica nanospheres and theoretical quantification. The data points marked by open circles correspond to the DF images shown in figure 7.

<게재 현황 및 대표 그림>

조효성	이공계열	방사선영상학	저널 논문	전두희, 조효성, 이현우, 임현우, 박명규, 윤원식
				A software-based method for eliminating grid artifacts of a crisscrossed grid by mixed-norm and group-sparsity regularization in digital radiography
				Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A
				1025, 166048
				2022.02
SCI(E), 2020 IF: 1.455				

13

□ 창의성 및 혁신성

- **혼합 노름 및 그룹 희소성 정규화 방법** 기반의 반복적 알고리즘을 통해 격자형 그리드 아티팩트가 발생한 영상에서 원 영상을 복원하는 방법을 제안하였음.
- 주파수 변환 및 사전 정보가 요구되는 기존 방법과 달리 단일 영상에서 적은 수의 파라미터 조정을 통해 **그리드 아티팩트를 제거**해냄.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 디지털 방사선 영상의 진단 및 검출 효율을 높이기 위한 연구를 수행하였으며, 국내 최대 그리드 생산 업체인 JPI healthcare와의 공동 연구를 통해 디지털 방사선 영상의 고질적 문제인 산란선을 효율적으로 제거하기 위해 격자형 그리드를 개발하고, 부가적으로 발생하는 아티팩트의 제거를 위한 알고리즘을 개발함. 이는 **산학협력을 통한 사회적 가치 창출 및 의료 방사선 분야 전문화에 부합**하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2022년 2월 Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, A (IF: 1.455) 저널에 게재된 논문으로, 산란선을 효율적으로 제거하면서 원 영상을 효과적으로 복원할 수 있는 연구를 통해 **방사선 영상의 진단 및 검출 효율을 높이는데 기여함.**

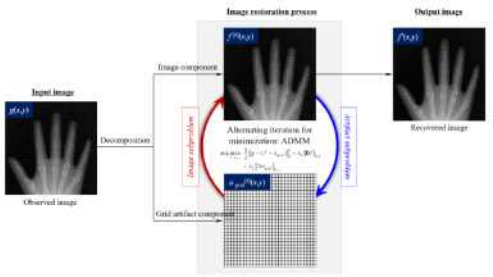
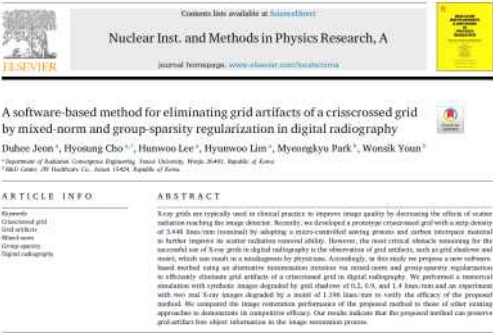


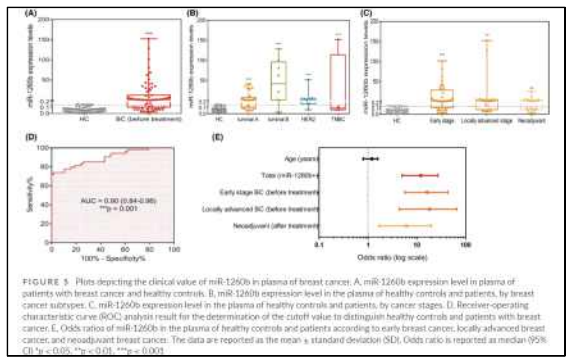
Fig. 3. Simplified framework of the proposed grid artifact removal algorithm. The process simultaneously optimizes two components, namely the original image and grid artifact components, which can be efficiently solved via an alternating iteration for minimization with the ADMM algorithm.

<게재 현황 및 대표 그림>

이혜영	이공계열	분자진단학	저널 논문	박선영, 김정호, 조윤정, 안성우, 김지혁, 황다숨, 장연희, 하선목, 최연임, 이민호, 한현주, 김성현, 김승일, 이해영
				Promotion of tumorigenesis by miR-1260b-targeting CAPS8: Potential diagnostic and prognostic marker for breast cancer.
				Cancer Science
				Online ahead of print
				2022.03.
SCI(E), 2020 IF: 6.716				

14

- 창의성 및 혁신성
 - 기존 유방암 진단 방법 대비 효율적이며 정확도가 높은 검사의 표적으로서 microRNA-1260b의 유용성을 평가하기 위하여 유방암 세포주, 유방암 조직검체, 유방암 혈장검체 내 miR-1260b 발현 양상 분석을 기반으로 **유방암 암화기전에서 miR-1260b의 역할을 연구하고 유방암의 진단, 예후예측, 치료에 이용될 수 있는 표적로서의 가능성을 확인**하였음.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 암의 진단, 예후예측, 치료에 적용되는 바이오마커 발굴을 위한 연구를 수행하였으며, 실험실 내 세포주를 이용한 암화 기전 내에서의 miR-1260b의 역할 뿐만 아니라 실제 인체로부터 유래한 유방암 조직 검체와 혈장검체에서의 miR-1260b 발현을 유방암의 특성에 따라 분석함으로써 **여러 단계를 통하여 miR-1260b 바이오마커에 대한 검증이 이루어짐**. 이는 바이오마커 발굴 연구에 있어 해당 바이오마커의 검체 내 발현양상 분석 뿐만 아닌 암화기전 내에서의 역할 및 암화기전에 대한 이해로 이어지게 됨.
- 전공분야 기여도
 - 2022년 3월 Cancer science (IF: 6.716) 저널에 게재된 논문으로, 해당 내용의 논문을 게재함으로써 암 진단, 예후예측, 치료에 적용되는 바이오마커 발굴 및 검증에 대한 수준을 향상시켰음.
 - 기존의 방법 대비 효율적인 유방암 진단 또는 예후/예측, 치료에 이용될 수 있는 바이오마커의 활용으로 유방암의 검출율을 높여 조기에 진단이 가능하며 예후예측을 통하여 적절한 치료가 이루어지게 되고 치료의 효율을 높일 수 있을 것으로 사료됨.



<게재 현황 및 대표 그림>

한봉수	이공계열	방사선과학	저널 논문	이민희, 황윤호, 윤창수, 한봉수, 김동윤
				Altered small-world property of a dynamic metabolic network in murine left hippocampus after exposure to acute stress
				SCIENTIFIC REPORTS
				12(1), 3885
				2022.03
				SCI(E), 2020 IF: 4.380

□ 창의성 및 혁신성

- 자기공명분광(Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS) 기법으로 쥐 해마에 존재하는 대사물질의 양을 정량화하여 시간에 따른 변화를 관찰한 뒤 작은세상 네트워크(small-world network)를 사용하여 급성 스트레스(Acute stress, AS)가 대사물질 간 연결성에 미치는 효과를 관찰하였음.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 작은세상 네트워크는 급성 스트레스로 인하여 미치는 뇌 대사물질의 연결성을 광범위한 관점에서 관찰할 수 있음.
- 이러한 시도는 기존 연구들이 적용하지 않은 새로운 분석 방법으로 급성 스트레스가 뇌 대사물질 간 유의미한 연결성의 변화를 야기할 수 있다는 것을 증명함과 더불어 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

- 2022년 3월 Scientific Reports (IF: 4.380) 저널에 게재된 논문으로, 해당 주제에 대한 연구 과제를 수행함으로써 새로운 분석 방법을 사용하여 자기공명분광학으로 분석된 대사물질이 급성 스트레스가 대사물질 간 연결성에 미치는 영향을 관찰함으로써 다양한 학문 간 접근성을 향상시켰음.

15

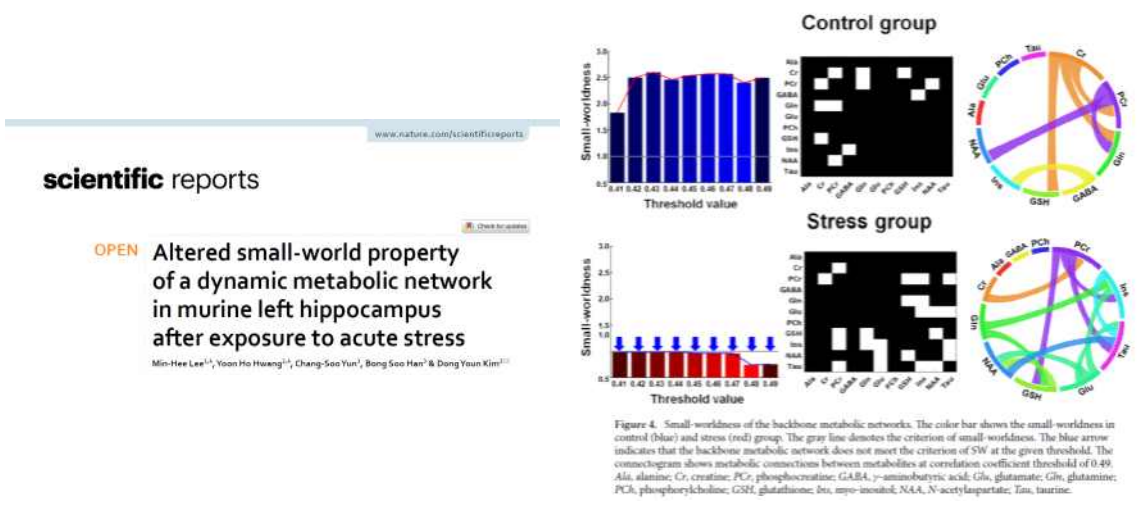


Figure 4. Small-worldness of the backbone metabolic networks. The color bar shows the small-worldness in control (blue) and stress (red) group. The gray line denotes the criterion of small-worldness. The blue arrow indicates that the backbone metabolic network does not meet the criterion of SW at the given threshold. The connectogram shows metabolic connections between metabolites at correlation coefficient threshold of 0.49. Ala, alanine; Cr, creatine; PCr, phosphocreatine; GABA, γ -aminobutyric acid; Glu, glutamate; Gln, glutamine; PCr, phosphocholine; GSH, glutathione; Tau, taurine; NAA, N-acetylaspartate; Tau, taurine.

<게재 현황 및 대표 그림>

민철희	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	성새롬, 최세환, 안재준, 최형주, 정용현, 유세환, 엄연수, 최현준, 민철희
				Preliminary study of artificial intelligence-based fuel-rod pattern analysis of low-quality tomographic image of fuel assembly
				Nuclear Engineering and Technology
				In Press
				2022.05
				SCI(E), 2021 IF: 2.4

□ 창의성 및 혁신성

- 본 논문은 고속 스캔으로 획득된 연료봉 패턴에 대한 **저화질의 영상을 개선시키는 인공지능 기반 단층 촬영 영상 분석 기술**을 제안하여 방출단층촬영장비를 사용한 사용후핵연료봉 결손 검출의 정확도 향상을 목표로 함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 다학제간 연구를 통하여 **산업용 방사선 영상 기술과 인공지능 알고리즘이 적용된 영상재구성 기술의 융합 연구**가 수행되었으며, 기존의 알고리즘과 비교하여 사용후핵연료봉 결손 검출에 보다 적합한 **인공지능 기반 단층촬영영상 재구성 기술이 제안됨**. 해당 연구는 국내 다양한 선진 연구팀과의 공동연구의 일환으로, **방사선 융합 영상 분야의 고급 인력 양성** 및 해당 분야에 대한 **세계적 수준의 연구능력 배양** 등 본 연구팀의 비전과 목표에 부합함.

16

□ 전공분야 기여도

- 2022 년 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.4) 저널에 게재 예정인 논문으로, 주저자인 성새롬은 2021년부터 해당 주제에 대한 연구과제를 수행하여 **인공지능 기반 방사선 영상재구성 기술의 가능성을 확인**하였으며, 방사선 산업 분야에서의 **단광자 방출단층촬영기술** 수준을 향상시켰음.
- 또한, 해당 연구진은 사용후핵연료 집합체의 부분적 결손 검증 시 **인공지능 기반의 핵종분별 알고리즘을 적용한 방출단층촬영시스템**이 사용될 경우, **기존의 기술보다 빠르고 정확한** 작업이 가능함을 입증함.

The image shows the journal cover for Nuclear Engineering and Technology, Volume 64, Part 1, May 2022. The cover features the Elsevier logo and the journal title. Below the cover, the title of the article is displayed: "Preliminary study of artificial intelligence-based fuel-rod pattern analysis of low-quality tomographic image of fuel assembly". The authors listed are Saerom Seong^a, Sei Hwan Choi^b, Jae Joon Ahn^c, Hyung-joo Choi^d, Yong Hyun Chung^e, Sei Hwan You^f, Yeon Soo Yeom^g, Hyun Joon Choi^h, and Chul Hee Min^{i,j}. The journal cover also includes the text "Contents lists available at ScienceDirect" and "journal homepage: www.elsevier.com/locate/nuceng". To the right of the cover are six small images labeled (a) through (f), which appear to be tomographic reconstructions of fuel rod patterns, showing varying degrees of clarity and noise.

<게재 현황 및 대표 그림>

민철희	이공계열	방사선 의료학	저널 논문	최형주, 천보위, 백민규, 정희준, 정용현, 유세환, 민철희, 최현준
				Experimental Evaluation of Partial-Defect Inspection for Fuel Assembly using Yonsei Single-photon Emission Computed Tomography (YSECT)
				Nuclear Engineering and Technology
				54(6), 1982-1990
				2022.06
				SCI(E), 2020 IF: 2.341

□ 창의성 및 혁신성

- 본 논문은 문테칼로 전산모사 기반으로 제작된 **방출단층촬영장비를 사용하여 한국원자력통제기술원이 보유한 사용전핵연료봉의 패턴(Pattern)을 영상화**하고, **패턴 내 부분결손을 검출해내는 기술**에 관한 것임.

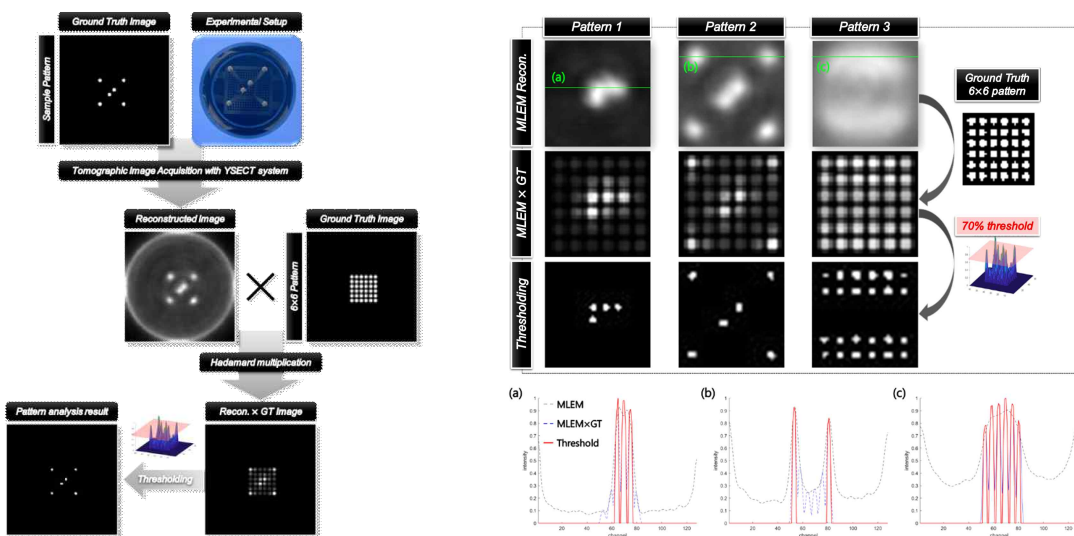
□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 논문에서 제안한 방출단층촬영시스템은 방사선 기반 의료 영상기술에 적용되는 다양한 분야의 기술 중 하나인 단광자 방출단층촬영기술과 부합함. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 첨단기술 연구**에 부합하는 연구개발 내용임.

□ 전공분야 기여도

17

- 2022 년 6 월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 최형주는 2020 년 해당 주제에 대한 연구 과제를 수행함으로써 **단광자 방출단층촬영기술** 수준을 향상시켰음.
- 방출단층촬영장비로 획득한 피사체의 단층 영상(Cross-sectional image)과 Ground truth image (or mask image)와의 합성 기술은 체내 병변을 확인할 수 있을 것으로 사료됨.



<게재 현황 및 대표 그림>

정용현	이공계열	방사선기술	저널 논문	백민규, 최현준, 김규범, 안재준, 민철희
				Preliminary results of a single photon emission computed tomography (SPECT) detector for inspection of spent fuel assembly
				Nuclear Engineering and Technology
				197, 110162
				2022.08
				SCI(E), 2020 IF: 2.858

□ 창의성 및 혁신성

- 최신 몬테칼로 전산모사 기술을 기반으로 **핵연료봉 구조의 건전성을 파악하기 위해 SPECT 시스템의 최적화 연구**를 진행하였음. 이는 효율적인 시스템 구조 최적화 설계 방법에 대한 기술을 제안하였으며 섬광체 종류 및 모양 그리고 반사체물질을 활용하여 기존 시스템의 낮은 민감도 문제를 해결하고자 함.

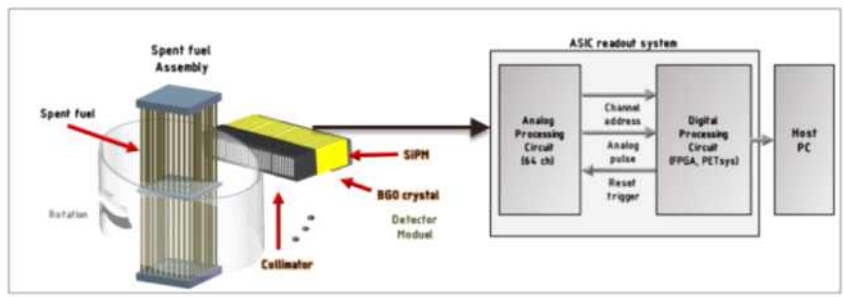
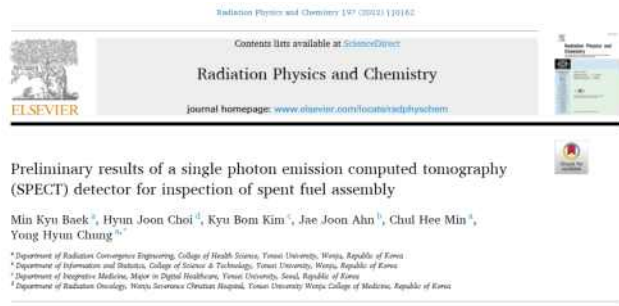
□ 비전과 목표와의 부합성

- 방사성 물질 감시 및 방사선 진료에 적용되는 다양한 분야의 기술 중 하나인 Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) 시스템을 핵연료봉 구조의 건전성을 파악하기 위해 **최적화 설계 방법에 대한 연구를 수행**하였으며, 민감도를 높이기 위한 섬광체 종류 및 형태, 그리고 반사체 물질에 따른 전산모사 기술을 개발함. 이는 의료 방사선분야 및 산업공학적 첨단기술 연구에 부합하는 내용임.

18

□ 전공분야 기여도

- 2022년 8월 Nuclear Engineering and Technology (IF: 2.341) 저널에 게재 예정인 논문으로, 주저자인 백민규는 해당 연구 과제를 수행함으로써, 국내 핵연료봉 안전 규제 및 감시 수준을 높임과 동시에 중요 원천 기술을 국산화하는데 기여함.



<게재 현황 및 대표 그림>

② 참여교수 특허, 기술이전 실적의 우수성

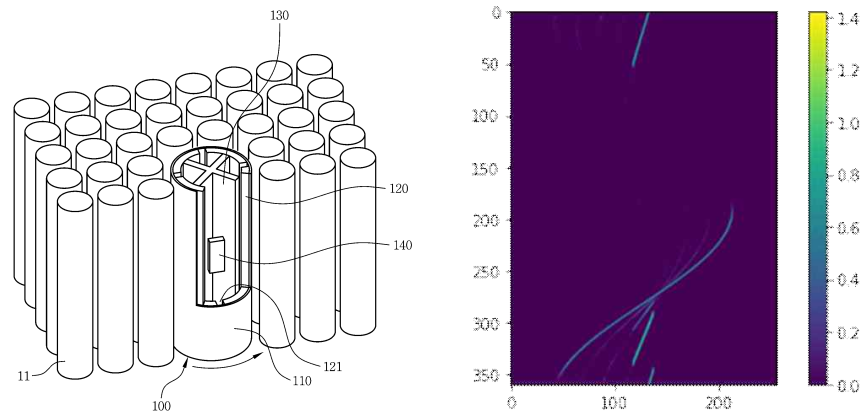
<표 3-5> 최근 1년간 참여교수 특허 실적

연 번	참여교수명	연구자 등록번호	세부전공분야	실적 구분	특허, 기술이전 실적 상세내용
	특허, 기술이전 실적의 우수성				
1	한봉수		방사선과학	특허	김동윤, 한봉수, 김우승, 황윤호, 윤창수, 연제형
					스트레스 측정기
					국내 등록
					대한민국
					10-2313694
					등록일자: 2021.10.12
<p>□ 창의성 및 혁신성 본 발명은 <u>딥러닝 알고리즘을 사용하여 자기공명분광학(Magnetic Resonance Spectroscopy; MRS) 데이터의 대사물질을 정량화하는 동시에 급성 스트레스(Acute stress; AS) 정도를 측정하는 기술에 관한 것임.</u></p> <p>□ 비전과 목표와의 부합성 본 발명은 자기공명분광법을 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 <u>의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양 부합함.</u></p> <p>□ 전공분야 기여도 본 발명은 자기공명분광학 데이터를 통해 분석된 대사물질의 양에 따라 <u>급성 스트레스 정도를 예측할 수 있는 딥러닝 알고리즘을 제시함으로써 정상군과 스트레스군의 구분 및 스트레스 단계 예측에 기여함.</u></p> <p>□ 업적물 산출 시 기여한 역할 자기공명분광학 데이터 획득 및 처리를 통한 대사물질의 정량화와 딥러닝 알고리즘을 통한 급성 스트레스의 단계를 측정하는데 기여함.</p> <p>□ 산업에의 기여 본 발명으로부터 개발된 자기공명분광법을 기반으로 급성 스트레스 정도를 예측하는 알고리즘은 향후 <u>전반적인 스트레스 질환의 유,무를 구분하는 것과 동시에 스트레스 질환의 단계를 평가하고 예측하는 지표로 사용될 수 있음.</u></p>					

민철희	방사선의료학	특허	민철희, 최형주, 최현준
			고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치
			국내 출원
			대한민국
			10-2021-0135726
			출원일자: 2021.10.13

- 창의성 및 혁신성
 - 본 특허는 고밀도의 핵연료봉이 조밀하게 집적되어 있는 가압 경수로형 사용후핵연료집합체의 내부 부분결손(Partial-defect)을 영상화하기 위하여, 핵연료집합체 내부의 제어봉 안내관에 배치될 수 있는 방출단층촬영검출기 및 방법 제안에 관한 것임.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 본 발명은 섬광체 기반의 검출기를 이용한 피사체 내부 영상화 기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양에 부합함.
- 전공분야 기여도
 - 본 발명은 C자형 콜리메이터 기반의 섬광 검출기를 통해 피사체 내부에서 단층 영상(Cross-sectional image)을 획득하는 데 기여하였음. 이를 통해 감쇠 및 산란으로 인한 단층 영상 내 잡음(Noise)를 줄이고, 고화질의 단층 영상을 획득할 수 있게 되었음.
- 업적물 산출 시 기여한 역할
 - 검출기 디자인 및 외부 방출단층촬영장비로 획득한 사이노그램(Sinogram)과의 합성 메커니즘을 제안하는데 기여함.
- 산업에의 기여
 - 본 발명으로부터 개발된 C자형 콜리메이터 기반의 섬광 검출기는 향후 인체 내부에서 회전을 통해 획득한 사이노그램 인체 내 뼈 및 임플란트로 인해 생성되는 Beam hardening artifact 및 Metal artifact를 보정할 수 있으며, 임상에서 고화질의 단층영상을 획득하는 데 기여할 수 있음.

2



<대표 그림>

정용현	방사선기술	특허	정용현, 이성연, 정윤수, 박찬우, 강인수, 백민규
			다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법
			국내 등록
			대한민국
			10-2021-0158650
			등록일자: 2021.11.17

□ 창의성 및 혁신성

본 발명은, 다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법에 관하여, **높은 검출 민감도와 다방향의 독립적인 유효 시야를 확보하여, 방사성물질의 방향 및 위치를 파악할 수 있는** 방사선 감시 장치 및 방법을 제공함.

□ 비전과 목표와의 부합성

본 발명은 감마선 검출 기법과 다수개의 개별 스펙트로스코피를 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양** 부합함.

□ 전공분야 기여도

3 본 발명은 복수의 감마 스펙트로스코피 모듈 및 광무선통신을 이용하여 원격 데이터를 획득하고, 광범위 구역 안에서 적은 인력으로 신속하고 정확하게 감시 공간 내부에서의 방사성물질 위치를 찾을 수 있는 다방향 구형 검출기임. 이는 **방사선작업종사자의 불필요한 피폭을 줄일 수 있으며, 방사성물질의 도난 및 분실을 예방할 수 있음. 또한 사고 발생 시 방사성물질의 분포도 정보를 실시간으로 파악**하는데 사용할 수 있는 기술임.

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

방사성물질에서 방출되는 감마선을 효율적으로 검출할 수 있는 섬광체 및 콜리메이터 구조 최적화, 계측된 상기 방사선 에너지 및 감마 계수 데이터를 기반으로 방사선 세기에 따른 영상을 구성하는 방법에 대해 기여함.

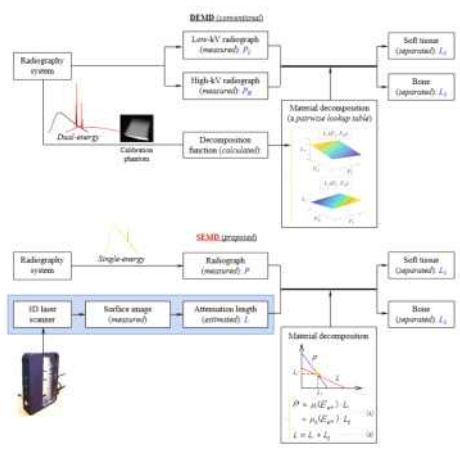
□ 산업에의 기여

본 발명으로부터 개발된 감시 시스템은 향후 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법을 제공함으로써 보다 정확하고 정밀한 위치 추적 정보를 제공할 수 있으며, 감시 공간 크기에 무관하게 최적의 검출 효율을 발휘하고 실시간으로 핵종 위치 추적 및 분석하는 지표로 사용될 수 있음.

조효성	방사선과학	특허	서창우, 조효성, 김건아, 박소영, 김규석
			3차원 레이저 스캐너를 이용한 단일 에너지 물질 분리 시스템, 장치 및 방법
			국내 등록
			대한민국
			10-2336229
			등록일자: 2021.12.02

- 창의성 및 혁신성
 - 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 통해 획득한 물체 표면 영상을 이용하여 **단일 촬영으로부터 연부조직과 뼈를 효과적으로 분리**하는 기법임.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 이용한 첨단 단일 에너지 물질 분리 기법으로, 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**을 도모함.
- 전공분야 기여도
 - 본 발명은 **환자의 방사선 피폭, 촬영 시간, 정합 문제를 한번에 해결**하여 단일 에너지 물질 분리 기법이 널리 활용될 수 있는 기반을 마련함.
- 업적물 산출 시 기여한 역할
 - **3차원 레이저 스캐너를 활용한 표면 영상 획득 알고리즘 개발 및 단일 에너지 물질 분리 알고리즘 개발**에 기여함.
- 산업에의 기여
 - 본 발명은 시뮬레이션과 실험을 통해 그 효과가 입증된 기법으로 **3차원 레이저 스캐너의 활용성**을 향상시켰고, 기존 이중에너지 물질 분리 방식의 한계를 극복하여 **물질분리 촬영법이 많은 분야에 적용될 가능성**을 보여줌.

4



<대표 그림>

안재준	방사선통계	특허	안재준, 서민석, 탁근주
			딥러닝 기반의 주식시장 예측 방법
			국내 출원
			대한민국
			10-2022-0002906
			출원일자: 2022.01.07
5	<p>□ 창의성 및 혁신성 본 발명은 텍스트 데이터를 문서분류모형의 입력 데이터로 가공하고 문서분류모델에 LIME를 적용함으로써 각 문서의 예측 결과에 문서 내 토큰들이 어떤 영향을 미쳤는지 <u>딥러닝 방법에 기반하여 긍정, 부정 영향력 정도를 시각화 및 수치화하는 방법</u>에 관한 것임.</p> <p>□ 비전과 목표와의 부합성 본 발명은 텍스트 문서와 이미지와 같은 비정형데이터를 토큰화하여 감성분석을 진행하는 새로운 융합기술로서 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 <u>의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양</u> 부합함.</p> <p>□ 전공분야 기여도 본 발명은 비정형데이터를 딥러닝 기술을 이용하여 감성분석을 진행함으로써 긍정과 부정 영향력 정도를 시각화 및 수치화 할 수 있는 새로운 기술이며, 이를 활용하여 <u>의료방사선 분야의 데이터 분석을 통한 결과 및 보고서를 기반으로 분석 결과물들이 긍정적 혹은 부정적 영향력을 미치는지에 대한 자동화된 판단을 수행할 수 있음.</u></p> <p>□ 업적물 산출 시 기여한 역할 의료방사선 데이터 분석 결과물들이 <u>긍정적 혹은 부정적 영향력을 미치는지에 대한 자동화된 판단을</u> 수행할 수 있도록 기여함.</p> <p>□ 산업에의 기여 본 발명으로부터 개발된 딥러닝 기반의 감성분석 기술은 데이터 분석결과를 비정형데이터 형식으로 도출하였을 경우 <u>보다 빠르고 객관적인 긍정 혹은 부정 영향력에 대한 판단 기준을 제공</u>할 수 있음.</p>		

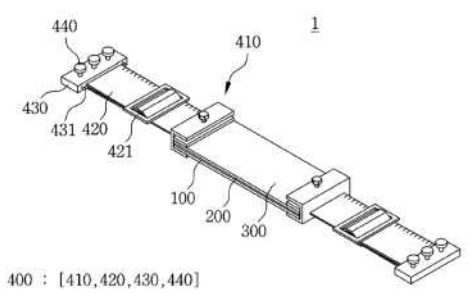
민철희	방사선 의료학	특허	최현준, 유세환, 민철희
			표면 밀착 및 고정식 평판형 조직 보상체
			국내 출원
			대한민국
			10-2022-0006581
			출원일자: 2022.01.17.

6

- 창의성 및 혁신성
 - 본 발명은, 방사선 환자 체표면과 완전히 밀착하고 형태가 고정되어 수 회에서 수십 회 실시되는 방사선 치료 시 선량 균일도의 재현성을 유지시킴으로써 방사선 치료의 품질을 향상시킬 수 있는 평판형 조직 보상체에 관한 것임.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 본 발명은 환자 선량 정확도 향상을 위한 목적으로, 연세대학교 원주세브란스 병원과의 공동 연구를 통해 의료용 방사선의 치료 효과를 향상시키는 핵심 기술을 개발함. 이는 국내 전문 의료기관과의 공동연구 확대의 일환으로 의료방사선 및 방사선·원자력 안전 분야의 신기술 개발 및 글로벌 인재를 양성하기 위한 본 교육연구팀의 목표에 부합함.
- 전공분야 기여도
 - 치료가 지속되면서 체표면과 밀착된 보상체의 점착성이 점점 떨어짐으로써 불필요한 공기층이 형성되는 기존의 평판형 조직보상체와 비교하여 해당 기술은 매회 환자 체표면과 보상체를 완전히 밀착시킴으로써, 공기층으로 인한 선량감소 문제를 개선할 수 있음. 이는 향후 국내 방사선 치료 분야의 기술 수준을 한 단계 높일 수 있을 것으로 사료 됨.
- 업적물 산출 시 기여한 역할
 - 방사선 치료시에 환자 체표면과 완전히 밀착시킬 수 있는 표면 밀착 보상체 물질 및 평판형 조직 보상체 물질을 제안하였으며, 구성 요소를 고려하여 적절한 보상체 사용 절차를 개발하여 최적의 보상체 구성을 결정할 수 있도록 함.
 - 보상체의 성능 평가를 위한 치료방사선 조사 실험을 수행하여 본 발명의 결과물에 대한 유효성을 검증함.

□ 산업에의 기여

[도 1]



<대표 그림>

- 국내 방사선치료 기술 발전에 기여하였으며, 특히 치료 후 환자의 부작용 감소에 효과적으로 기여할 수 있을 것으로 판단됨. 또한, 해당 기술을 사용하여 향후 개발 될 첨단 방사선 치료 기술의 유효성 검증이 가능 할 것으로 판단됨.

조효성	방사선과학	특허	이민재, 서창우, 심지용, 이현우
			기하학적 구조의 이동형 CT촬영 시스템 및 방법
			국내 출원
			대한민국
			10-2022-0083606
			출원일자: 2022.07.07

□ 창의성 및 혁신성
 본 발명은 컴퓨터 단층 촬영 기법에서 **초 저선량을 위한 새로운 형태의 시스템**이며, 이를 통해 사람의 두부에 대한 뇌출혈 영상에 특화된 프레임워크이며 향후 **소형화 컴퓨터 단층 촬영 시스템을 응급 수송차와 헬기에 탑재**할 예정이다.

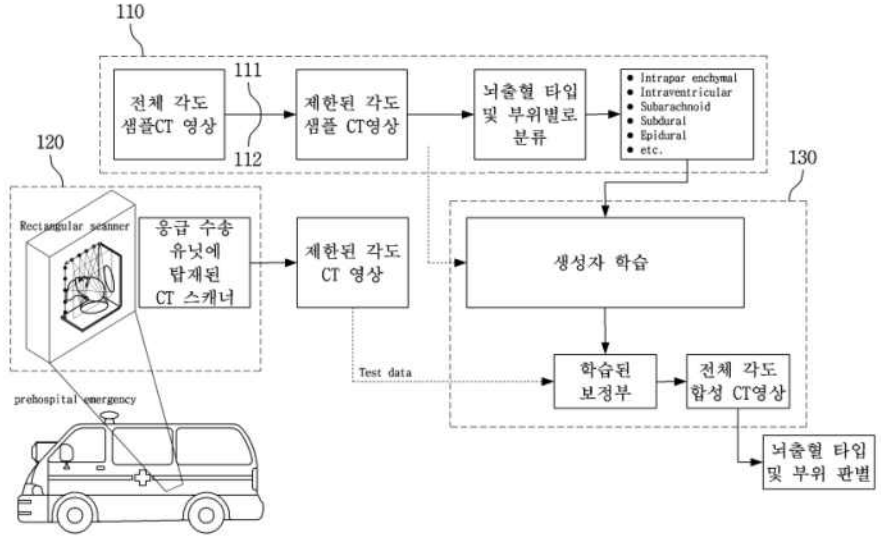
□ 비전과 목표와의 부합성
 본 발명은 방사선을 이용한 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양** 부합함.

□ 전공분야 기여도
 뇌출혈이 발생한 응급 환자를 목표로 개발되는 방사선융합기술로써 새로운 형태의 컴퓨터 단층 촬영 시스템이며 이를 보정하는 기술로써 세계적인 수준으로 이바지하였음.

7

□ 업적물 산출 시 기여한 역할
 새로운 형태의 컴퓨터 단층 촬영 시스템의 아이디어 제시와 재구성 알고리즘을 개발하며 본 발명을 통해 선행연구를 기여함.

□ 산업에의 기여
 본 발명은 소형화 컴퓨터 단층 촬영 시스템이며 **향후 의료 임상 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서 사용될 수 있을 것으로 판단됨.**

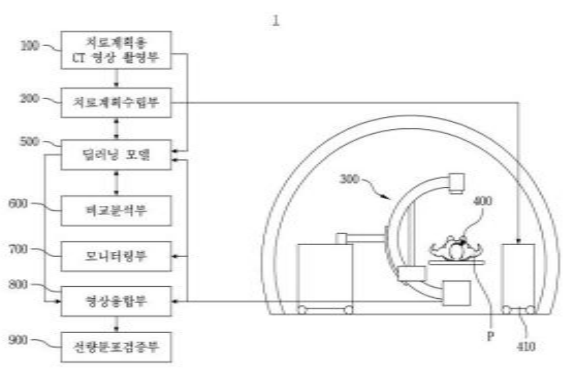


<대표 그림>

민철희	방사선 의료학	특허	최현준, 민철희, 박효준, 최형주, 성새롬, 이민재, 유세환
			C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템 및 치료방법
			국내 출원
			대한민국
			10-2022-0044872
			출원일자: 2022.04.12.

8

- 창의성 및 혁신성
 - 본 발명은, 근접방사선 치료 실시 전에 삽입기구의 위치와 체내 조직의 위치를 검증함으로써 치료계획을 최적화하여 치료 효과를 증대시키고 부작용을 최소화할 수 있는 **C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템**을 제공하는 것이다.
- 비전과 목표와의 부합성
 - 본 발명은 방사선치료 시스템에 최첨단 영상 기술 및 인공지능망 알고리즘을 융합한 것으로, 다학제 간 융합 연구를 통하여 신기술 연구 능력을 배양시키고 **의료방사선 및 근접방사선치료 분야의 핵심적 기술을 보유한 우수한 연구 인력을 배출**하고자 하는 본 연구팀의 취지에 적합함.
- 전공분야 기여도
 - 본 발명은 1회 치료당 고선량을 전달하는 근접방사선 치료 시 잘못된 선량 전달로 인한 부작용을 최소화할 수 있는 기술로, 근접방사선 치료 직전에 삽입기구의 위치와 체내 조직의 위치를 검증하고 치료 중에는 체내 방사선원의 이동 경로 및 방사선 방출량을 실시간으로 모니터링함으로써 치료효과를 증대시킴. 이는 향후 **국내 근접방사선 치료 분야의 기술 수준**을 한 단계 높일 수 있을 것으로 사료 됨.
- 업적물 산출 시 기여한 역할
 - 몬테카를로 전산모사 기반 C-암 시스템을 모델링하여 영상화질 평가를 통해 **콜리메이터 구조 최적화**를 수행하였으며, 이를 기반으로 **저선량 C-암 CT 영상 재구성 기술 및 SPECT 영상 재구성 기술을 개발**함. 또한 선량분포와 CT/SPECT 영상 간 상관관계를 도출함으로써 해당 기술의 **체내 선량분포 예측 기술의 유효성을 검증** 함.
- 산업에의 기여
 - 국내 **방사선치료 기술 발전**에 기여하였으며, 부가적으로 **방사선 의료영상 분야의 기술 발전**에도 기여할 수 있을 것으로 사료됨. 또한 영상 유도 적응형 방사선 치료방법 및 치료 시스템을 제공함으로써 **치료과정을 모니터링하고 평가하는데 지표로 사용될 수 있음.**



<대표 그림>

조효성	방사선과학	특허	조효성, 이민재, 최현준, 김혜미, 민철희
			사이클 GAN 기반 영상 화질 개선 학습 시스템 및 방법
			국내 출원
			대한민국
			10-2022-0064898
			출원일자: 2022.05.26

□ 창의성 및 혁신성

- 본 발명은 **제한된 각도의 단층 촬영에서 발생하는 정보 손실로 인해 생기는 영상 인공물을 제거하여 영상을 개선**할 수 있는 영상 개선 시스템임.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 발명은 방사선 종양학과의 방사선 치료를 위해 영상 유도 장치에서의 혁신적인 기술을 제안하고 차세대 융합기술로써 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양** 부합함.

□ 전공분야 기여도

- 본 발명은 **방사선 융합 촬영 시스템을 설계하고 구축함으로써 방사선융합공학 분야에 이바지**하며, 전공 분야의 배경지식으로 본 시스템에서 발생하는 **방사선 영상 복원 기술을 제안함으로써 전공 분야에 부합함.**

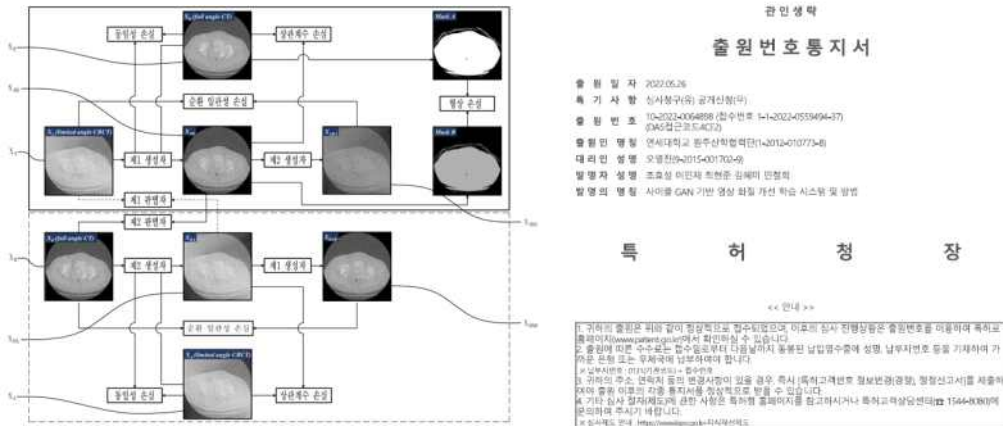
□ 업적물 산출 시 기여한 역할

- 현재 C-arm은 이차원 영상을 기반으로 영상 유도를 진행하지만 본 특허는 3차원 영상을 위해 C-arm 기반의 기하학적 구성을 제안하고 개선된 영상 복원 및 유도 기술을 이바지함.

□ 산업에의 기여

- 본 발명으로부터 방사선 치료 전 정확한 영상 유도를 위한 C-arm 기반의 CT/SPECT 융합 장치를 제안하고 3차원 기하학적 구조에서 발생하는 영상 왜곡을 억제하는 기술을 제안함으로 실제 산업에 사용될 수 있도록 기반을 이바지함.

9



<대표 그림>

③ 참여교수 국제·국내 학술대회 발표 실적의 우수성

- 본 교육연구팀의 참여교수는 최근 1년간 국제·국내 학술대회 발표와 관련하여 총 45건의 성과를 달성하였으며(국제 16편, 국내 29편), 이중 교신저자로서 참여한 학술발표는 국제 14건, 국내 20건임. 또한, 참여대학원생이 발표자로서 참여한 학술발표는 국제 15편, 국내 21편임. 지난 1년간의 전세계적인 COVID-19 사태 속에서도 참여교수 1인당 약 7.5편의 학술논문을 발표하였음.
- 전세계적인 COVID-19 사태가 점차 완화되는 추세이며, 다수의 국내외 학술대회가 온/오프라인을 병행하거나 대면으로 학술대회를 개최하고 있는 실정임. 따라서 앞으로도 다양한 국내외적으로 활발한 학술활동을 기대해 볼 수 있을 것으로 예상되며, 참여대학원생의 활발한 교육·연구 활동을 위해 다양한 지원을 제공할 계획임.
- 본 교육연구팀은 본 사업 수행 최근 1년간의 국내외 학술대회 실적을 평가했을 때 앞으로도 다양한 우수 연구성과를 달성할 수 있을 것으로 기대됨.

<표 3-6> 최근 1년간 참여교수 국제·국내 학술대회 발표 실적

연번	실적정보						참여 대학원생 성명	발표자 성명	참여 교수 성명
	개최년월	실적명	학회명	국내 국제 구분	개최 국가	발표 방식			
1	2021.09.10	Feasibility study of integrated C-arm CT/SPECT system for patient dose verification in brachytherapy using Monte Carlo simulation	2021 9th Koear-Japan Joint Meeting on Medical Physics	국제	대한민국, 일본	구두 발표	박효준 성새롬	박효준	민철희
2	2021.09.12 - 2021.09.17	An experimental study on frequency-dependent noise-resolution trade-off of an indirect x-ray detector	PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors	국제	영국	포스터	이현우 심지용 이민재	이현우	조효성
3	2021.09.12 - 2021.09.17	Improvement of three-material decomposition in spectral mammography using non-local means denoising	PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors	국제	영국	포스터	이민재 이현우	이민재	조효성
4	2021.10.05	Optimization of the Detector Module equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	국제	미국	포스터	최형주 천보위	최형주	민철희

5	2021.10.05	Optimization of Integrated Prompt Gamma and Positron Emission Tomography (PG-PET) System for In-vivo 3-D Dose Verification in Carbon-ion Therapy	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	국제	미국	구두 발표	천보위 이수민 성새롬	천보위	민철희
6	2021.10.06	Derivation of optimal indicator to monitor sleep states using Monte Carlo Simulation of water molecules	World Molecular Imaging Congress 2021	국제	미국	Poster	연제형 윤창수	연제형	한봉수
7	2021.10.16 - 2021.10.23	Performance of a hemispherical large-area monitoring system	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	국제	일본	포스터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
8	2021.10.16 - 2021.10.23	Performance evaluation of a radiation monitoring system based on multi-sensor network and AI algorithm for nuclear facility inspection	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	국제	일본	포스터	백민규	백민규	정용현
9	2021.10.16 - 2021.10.23	Muon tomography system using a plastic scintillator and wavelength-shifting fibers	IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	국제	일본	포스터	백민규 강인수 이성연 정윤수	박찬우	정용현
10	2021.10.21	Optimization of the Detector Module Equipped in the Gamma Emission Tomographer for Interrogation of Spent Fuel Assembly: A Monte Carlo Study	2021 IEEE NSS & MIC	국제	일본	포스터	최형주 천보위	최형주	민철희
11	2021.11.12	BERT 감성분석과 기술분석을 결합한 코스피지수 등락 예측 연구	대한산업공학회 추계학술대회	국내	대한민국	포스터		서민석	안재준
12	2021.11.22 - 2021.11.24	ICRP Approach to Determining Reference Organ and Effective Dose Coefficients for Common X Ray Imaging Examinations	5th European Radiation Protection Week (ERPW2021)	국제	오스트리아	구두 발표		D. Sutton	염연수

13	2021.11.24 - 2021.11.26	Performance evaluation of hemispherical radiation monitoring system	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
14	2021.11.24 - 2021.11.26	핵시설 감시를 위한 다중센서네트워크 및 인공지능 기반의 자동경보 시스템 개발	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	백민규	정용현
15	2021.11.24 - 2021.11.26	CIOSP 기능 분석을 통한 국가검사 지원프로그램 필수요건 규명 및 표준목록 도출	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	김성곤	안재준
16	2021.11.24 - 2021.11.26	국내외 중량취급시설 대상 원자력 안전조치 검증 지원프로그램을 위한 선행기술 비교분석	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터	백민규	김성곤	안재준
17	2021.11.24 - 2021.11.26	Feasibility study of integrated C-arm CT/SPECT system for patient dose verification in brachytherapy using Monte Carlo simulation	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	성세롬	성세롬	민철희
18	2021.11.24 - 2021.11.26	Investigation of the Radiation Damage to the Radiation Detector for Nuclear Spent Fuel Inspection: A Preliminary Study	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	최형주 정윤수	박효준	민철희
19	2021.11.24 - 2021.11.26	Design of the Gamma Emission Tomography for the Spent Fuel Assembly Interrogation in Wet Storage Facility	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표	최형주 천보위	최형주	민철희
20	2021.11.24 - 2021.11.26	GUI 기반의 몬테칼로 외부피폭 선량평가 프로그램 개발 (GUI-based Monte Carlo Simulation Program for External Exposure)	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	구두 발표		신방호	염연수
21	2021.11.24 - 2021.11.26	Impact of body posture on dose estimates for ground contamination exposures	2021 대한방사선방어학회 추계학술대회	국내	대한 민국	포스 터		염연수	염연수

22	2021.12.02	Optimization of prompt gamma imaging and positron emission tomography (PG-PET) system for In-vivo dose verification in carbon-ion therapy: AMonteCarlostudy	2021 FLASH Radiotherapy and Particle Therapy Conference	국제	오스트리아	포스터	천보위 최형주 이수민	천보위	민철희
23	2022.02.11	Performance evaluation of a radiation monitoring system based on multi-sensor network and AI algorithm for nuclear facility inspection	IEEE NPSS Seoul Chapter	국내	대한민국	포스터	백민규 이성연 정윤수	백민규	정용현
24	2022.04.07 - 2022.04.09	Photon Dose Coefficients for External Exposures Calculated Using Chinese Reference Computational Phantoms	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	이수민	이유미	염연수
25	2022.04.07 - 2022.04.09	Feasibility Study of Online Adaptive 3D Brachytherapy Procedure with C-arm CT/SPECT Imaging System	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	포스터	성세롬 이민재 최형주	성세롬	민철희
26	2022.04.07 - 2022.04.09	Monte Carlo Radiation Transport Simulation Coupled with the Visible Monkey	2022 한국의학물리학회 춘계학술대회	국내	대한민국	학술발표	천보위 이수민	이수민	염연수
27	2022.04.27 - 2022.04.29	Applicability Evaluation of C-arm CT/SPECT Imaging System for Online Adaptive 3D Brachytherapy	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두발표	성세롬 이민재 최형주	성세롬	민철희
28	2022.04.27 - 2022.04.29	Implementation of Visible Monkey with Monte Carlo Simulation for Radiation Dosimetry	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국내	대한민국	구두발표	이수민 천보위	이수민	염연수

29	2022.04.27 - 2022.04.29	ICRP 메시형 임신부 표준팬텀 개발: 모체 팬텀 제작 (Development of ICRP Mesh-type Reference Pregnant-female Phantom Series: Construction of Maternal Phantoms))	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국 내	대 한 민 국	포 스 터		염연수	염연수
30	2022.04.27 - 2022.04.29	Photon dose coefficients for soil contamination based on Korean reference phantoms	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국 내	대 한 민 국	포 스 터	천보위 이수민	이승렬	염연수
31	2022.04.27 - 2022.04.29	Dose coefficients for Photon External Exposures Based on Chinese Reference Phantoms	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국 내	대 한 민 국	포 스 터	이수민	이유미	염연수
32	2022.04.27 - 2022.04.29	Source localization map using the hemispherical radiation monitoring system	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국 내	대 한 민 국	포 스 터	이성연 정윤수 강인수 백민규	이성연	정용현
33	2022.04.27 - 2022.04.29	Material analysis and muon tomography image using a muon tomography system	2022 대한방사선방어학회 춘계학술대회	국 내	대 한 민 국	포 스 터	강인수 백민규 이성연 정윤수	강인수	정용현
34	2022.06.26 - 2022.06.30	Empirical design criteria for improving image quality in grid-based phase-contrast x-ray imaging system	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국 제	이 탈 리 아	포 스 터	이현우 이민재 전두희	이현우	조효성
35	2022.06.26 - 2022.06.30	Development of deep learning-based C-arm CT/SPECT imaging system for online adaptive brachytherapy	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국 제	이 탈 리 아	포 스 터	이민재 이현우	이민재	조효성
36	2022.06.26 - 2022.06.30	Design of stationary dual-energy CT baggage scanner with π -angle sparsity and compressed-sensing reconstruction	23rd International Workshop on Radiation imaging Detectors	국 제	이 탈 리 아	포 스 터	심지용 정윤수 전두희 임영환	심지용	조효성

⑤ 최근 1년간의 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (2021.9.1. - 2022.8.31.)

연번	대표연구업적물 설명
1	<p>□ 본 교육연구팀의 민철희 교수는 2021년 10월 “Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM” 라는 제목으로 <u>Journal of Applied Clinical Medical Physics</u>에 논문을 게재하였으며, 해당 저널은 <u>방사선 치료학 분야의 저널랭킹 상위 10% (2020 IF: 1.952, Quartile Q1, Rank in Radiology Category: 9/133) 이내의 저널로써 전세계적으로 상위의 우수 저널로 잘 알려져 있음.</u></p> <p>□ 창의성 및 혁신성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 논문은 사면체면 기반 구조물과 상업용 치료 계획 시스템(TPS) 간의 호환성 평가 및 임상 적용을 위해 <u>사면체면 기반 전산팬텀을 DICOM 형식으로 변환하는 TET2DICOM이라는 새로운 변환 프로그램을 개발하였음.</u> <p>□ 비전과 목표와의 부합성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인체 해부학의 세부사항(예: 호흡기 기관, 눈 등)을 정밀하게 구현 가능한 사면체면 기반 전산팬텀은 방사선 종양학 및 영상학과 같은 여러 분야에서 큰 관심의 대상임. <u>사면체면 기반 인체팬텀은 마이크론 규모의 방사선 민감 조직이 매우 정교하게 구현되어 있으며, 인체의 자세 변형에 따른 장기의 변화도 구체적으로 표현할 수 있음.</u> 본 연구를 통해 개발된 프로그램은 <u>사면체면 구조물 파일 형식(*.ele, *.node)을 DICOM CT Image 및 DICOM RT Structure를 포함한 DICOM 데이터세트(*.dcm)로 변환하도록 설계되었음.</u> 그러므로, 인체팬텀을 의료 통신 표준형식인 DICOM으로 정확히 변환하는 TET2DICOM을 이용하면 <u>다양한 치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구 등에 활용될 수 있을 것으로 예상됨.</u> 따라서, <u>의료 방사선분야의 첨단기술 연구에 부합하는 연구개발 내용임.</u> <p>□ 전공분야 기여도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 2021년 10월 Journal of Applied Clinical Medical Physics 저널에 게재된 논문으로, 주저자인 천보위는 2020년 해당 주제에 대한 연구를 수행함으로써 <u>치료환경에 따른 선량평가 연구나 임상 연구에 활용될 수 있는 최신기술을 개발하였음.</u> <div data-bbox="359 1467 1308 1982"> <p>The image shows the cover of a technical note from the Journal of Applied Clinical Medical Physics. The title is 'Development of a novel program for conversion from tetrahedral-mesh-based phantoms to DICOM dataset for radiation treatment planning: TET2DICOM'. The authors listed are Bo-Wi Cheon, Se Hyung Lee, Min Cheol Han, Chul Hee Min, Haegin Han, Chan Hyeong Kim, and Jin Sung Kim. The cover includes a 3D visualization of a human torso phantom with internal organs highlighted in different colors (lungs in blue, liver in green, stomach in red). Below this, there is a diagram showing the conversion process from a tetrahedral mesh to a DICOM dataset, with a 'Density-to-HU conversion table' provided. The table shows HU values for different materials: Air (0), Fat (100), Muscle (100), Bone (1000), and Water (1000). The diagram also shows a 'CT image' output.</p> </div>

<게재 현황 및 대표 그림>

□ 본 교육연구팀의 조효성 교수는 2021년 12월 “3차원 레이저 스캐너를 이용한 단일 에너지 물질 분리 시스템, 장치 및 방법” 라는 제목으로 국내 특허 등록을 완료한 바 있음.

□ 창의성 및 혁신성

○ 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 통해 획득한 물체 표면 영상을 이용하여 **단일 촬영으로부터 연부조직과 뼈를 효과적으로 분리**하는 기법임.

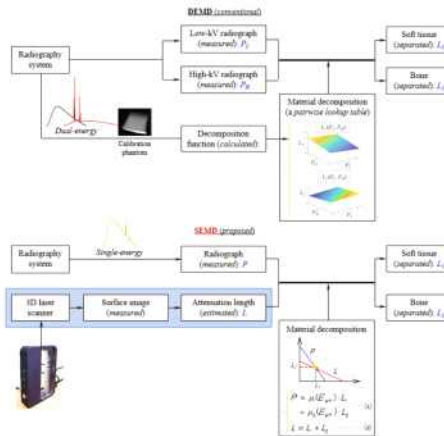
□ 비전과 목표와의 부합성

○ 본 발명은 3차원 레이저 스캐너를 이용한 첨단 단일 에너지 물질 분리 기법으로, 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **의료방사선 분야의 신기술 개발 및 세계적 수준의 연구능력 배양**을 도모함.

□ 전공분야 기여도

○ 본 발명은 **환자의 방사선 피폭, 촬영 시간, 정합 문제를 한번에 해결**하여 단일 에너지 물질 분리 기법이 널리 활용될 수 있는 기반을 마련함.

2



<대표 그림>

□ 업적물 산출 시 기여한 역할

○ **3차원 레이저 스캐너를 활용한 표면 영상 획득 알고리즘 개발 및 단일 에너지 물질 분리 알고리즘 개발**에 기여함.

□ 산업에의 기여

○ 본 발명은 시뮬레이션과 실험을 통해 그 효과가 입증된 기법으로 **3차원 레이저 스캐너의 활용성**을 향상시켰고, 기존 이중에너지 물질 분리 방식의 한계를 극복하여 **물질분리 촬영법이 많은 분야에 적용될 가능성**을 보여줌.

□ 본 교육연구팀의 연제형 연구원은 지도교수인 한봉수 교수의 지도 아래 수행한 “Derivation of optimal indicator to monitor sleep states using Monte Carlo simulation of water molecules” 라는 연구 주제로 해외 유명 분자영상학 학회인 World Molecular Imaging Congress 2021에서 포스터 발표를 하였으며, 우수학생 발표상인 Student Travel Stipend Award을 수상한 바 있음.

□ 창의성 및 혁신성

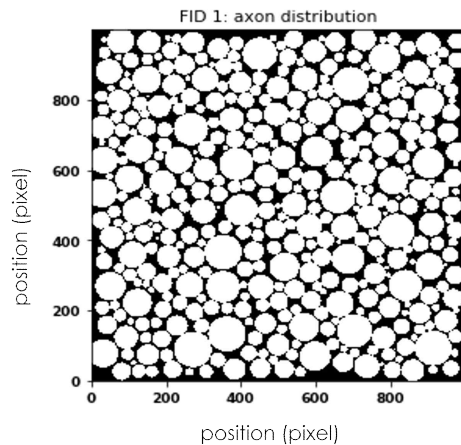
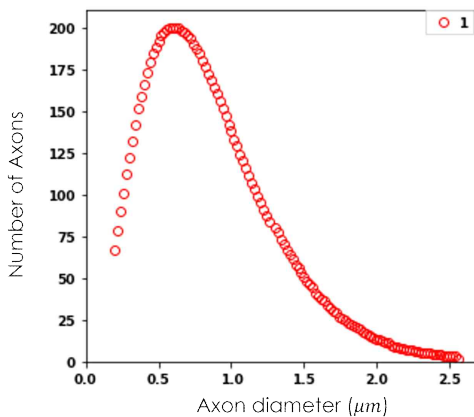
- 본 연구는 뇌척수액을 통해 뇌의 노폐물 배출을 담당하는 글림프 시스템이 수면 중에 활발해지며, 조직 내 뇌척수액의 유입으로 인하여 세포 외 공간이 확장된다는 기존 연구를 바탕으로 확장 정도에 가장 민감한 확산 스칼라값을 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통하여 확인하고자 함.
- **확산 스칼라값 중 Radial Diffusivity(RD)가 세포 외 공간의 5% 비율 증감을 감지함으로써, 세포 외 공간의 확장 정도에 가장 높은 민감도를 나타낸 인자임.** 수면 중 뇌척수액의 유입으로 인한 세포 외 공간의 증감이 확산텐서영상으로 획득할 수 있는 RD로 구분할 수 있음을 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통하여 증명함.

□ 비전과 목표와의 부합성

- 본 연구팀에서 최초로 물 분자 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 글림프 시스템으로 인해 확산 스칼라값에 미치는 영향을 조사함으로써, 미래의 수면 연구 및 글림프 시스템 연구에 기여함. 이는 본 교육연구팀의 비전과 목표 중 하나인 **미래가치를 선도할 혁신적 연구역량 확보**에 부합함.

□ 전공분야 기여도

- 본 연구에서 수면 중 글림프 시스템에 가장 민감한 인자를 찾음으로써, 수면 상태에 따른 뇌척수액의 세포 외 공간의 유입을 볼 수 있을 것으로 예상됨. 이러한 수면 중 뇌척수액의 유입을 관찰할 수 있는 가능성은 **수면 무호흡 환자뿐 아니라 수면과 관련된 각종 질병을 가진 환자에 대해 환자 맞춤형 진단 및 치료효과 극대화를 위한 의료방사선 첨단 기술 연구에 크게 기여함.**



<대표 그림>

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

- 본 교육연구팀은 첨단 의료방사선 특화 인재양성과 더불어 산학협력 친화 연구사업을 단계적으로 확대하며 현장맞춤형 인재양성의 비전을 실현하고자 최근 1년간 다양한 산학협력 연구과제의 진행, 특허 등록·출원 및 기술이전 체결 등 활발한 교류를 진행하였음.
- 최근 1년간 본 교육연구팀에서는 총 6건의 산학협력 연구비를 수주하였으며(수주 계약 총액: 414,350 천원), 국내·국제 특허 출원/등록 건수는 총 10건의 성과를 달성하였음.

① 산학협력 연구과제 수행 및 기술이전

<표 3-7> 최근 1년간 산학협력 연구과제 수주 계약실적

연번	구분	연구 책임자	산업체	과제명	연구비 계약액 (천원)	연구기간
1	산업체	민철희	(주) 네오시스코리아	(주)네오시스코리아 특허3건 양도 계약	55,000	2021.08.06 - 2023.08.05
2	산업체	민철희	한국원자력협력재단	선형가속기를 사용하는 방사선 치료의 품질 향상을 위한 2차원 동시동작 다엽콜리메이터 개발	20,000	2022.07.01 - 2022.12.31
3	산업체	조효성	(주) 우리엔	동물용 엑스선 영상 화질개선 알고리즘 개발 및 적용	66,000	2021.08.01 - 2022.07.31
4	산업체	조효성	(주) 바텍	2021년 바텍과 VYISION 연구센터 간 산학공동연구	104,500*	2021.01.02 - 2022.04.30
5	산업체	조효성	(주) 바텍	2022년 바텍과 VYISION 연구센터 간 산학공동연구	117,150	2022.01.02 - 2022.12.24
6	산업체	조효성	(주) 바텍	치과용 영상 신기술 연구센터 운영	51,700	2022.01.02 - 2022.12.31

*2021년 10월 입금 완료.

<표 3-8> 최근 1년간 산학협력 연계실적

연구기간	사업체	애로기술 해결 내용	참여교수
2021.08.06. - 2023.08.05	(주) 네오시스코리아	다분할 방사선 감시기 및 핵종분별 알고리즘의 상용화	민철희
2022.01.02 - 2022.12.31	(주)바텍	치과용 영상 신기술 연구센터 운영	조효성
2021.01.02 - 2022.04.30	(주)바텍	2021년 바텍과 VYISION 연구센터 간 산학공동연구	조효성
2022.01.02 - 2022.12.24	(주)바텍	2022년 바텍과 VYISION 연구센터 간 산학공동연구	조효성
2021.08.01 - 2022.07.31	(주)우리엔	동물용 엑스선 영상 화질개선 알고리즘 개발 및 적용	조효성

□ 본 교육연구팀은 현재에도 지속적으로 산업체와의 산학협력 공동연구를 수행 중에 있으며, 최첨단 의료방사선 관련 기술개발을 통한 애로기술 해결, 현장실무능력을 갖춘 교육연구팀의 인재양성, 기술이전을 통한 제품화 및 사업화 연계로 산업체의 기술 경쟁력 강화에 기여하기 위해 노력하고 있음.

② 산학협력 특허 출원·등록 실적

<표 3-9> 최근 1년간 국제·국내 특허 실적

참여교수	국내·국제 구분	발명의 명칭	국가	출원·등록 구분	일자	출원/등록번호
한봉수	국내	스트레스 측정기	대한민국	등록	2021.10.12	10-2313694
민철희	국내	고집적 핵연료집합체에 대한 고화질 방출단층영상 획득 장치	대한민국	출원	2021.10.13	10-2021-0135726
정용현	국내	다방향 구형 검출기를 이용한 광범위 구역의 방사선 감시 장치 및 방법	대한민국	출원	2021.11.17	10-2021-0158650
조효성	국내	3차원 레이저 스캐너를 이용한 단일 에너지 물질 분리 시스템, 장치 및 방법	대한민국	등록	2021.12.02	10-2336229
안재준	국내	딥러닝 기반의 주식시장 예측 방법	대한민국	출원	2022.01.07	10-2022-0002906
민철희	국내	표면 밀착 및 고정식 평판형 조직 보상체	대한민국	출원	2022.01.17	10-2022-0006581
민철희	국내	C-암 영상유도 적응형 근접방사선 치료시스템 및 치료방법	대한민국	출원	2022.04.12	10-2022-0044872
조효성	국내	사이클 GAN 기반 영상 화질 개선 학습 시스템 및 방법	대한민국	출원	2022.05.26	10-2022-0064898
- (참여학생만 포함, 이동연)	국내	다엽 콜리메이터 성능 평가 시스템 및 그 방법	대한민국	출원	2022.05.20	10-2022-00623308
조효성	국내	기하학적 구조의 이동형 CT촬영 시스템 및 방법	대한민국	출원	2022.07.07	10-2022-0083606

③ 지역 산업체와의 연구 성과 공유 및 산업기여와의 연계

□ 본 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.

□ (주)한국수력원자력

- 본 교육연구팀은 교내 환경공학부와 공동으로 한국수력원자력이 주관하는 연구를 수행 중이며, 전국 공공하수처리시설의 협조를 받아 원자력발전소 반응로에서 생산되는 60Co 선원을 하수슬러지 처리 시설에 적용하는 연구를 수행하고 있음.
- 슬러지 정화시설 내 60Co 조사장치가 설치 및 사용될 공간에 대한 분석이 수행될 예정이며, 가용 면적 등 다양한 요건을 근거하여 조사장치의 설계 요건이 도출됨.
- 조사장치의 정상적인 동작을 위하여 선원 및 관련 요소, 파이프, 슬러지 유입 펌프 등 내부 구성 요소 결정에 관한 연구가 수행될 예정임.

□ 한국원자력협력재단

- 본 교육연구팀은 한국원자력협력재단이 주관하는 원자력 시설·장비 공동활용 논문연구 프로그램을 통해 치료용 선형가속기에 적용가능한 2차원 동시동작 다엽콜리메이터(multi leaf collimator, MLC)를 개발 중임.
- 2차원 동시동작 MLC는 엽 이동 및 Y-방향 이동을 기반으로 향상된 종양 치료 효과를 나타낼 수 있는 장비이며, 해당 장비를 개발하기 위하여 우선 2차원 동작이 고려된 MLC의 엽 이동 계산 알고리즘이 개발될 예정임.

□ (주)바텍: 치과용 영상 신기술 센터(VYsion)

- 본 교육연구팀은 지난 10년 간 연세대학교(미래캠퍼스)와 국내 치과용 영상 분야의 글로벌 제조업체인 (주)바텍과 공동으로 산학협력연구소인 치과용 영상 신기술 센터(VYsion)를 교내에 설립하여 운영해 왔으며, 치과 영상 신기술을 지속적으로 개발하여 성능이 향상된 신제품 개발에 적용해 왔음.
- 현재까지 치과용 영상 신기술 센터 과제에 참여한 대학원생들은 산학협동과제 수행을 통해 현장실무 능력을 배양할 수 있었으며, 기업체로부터 이를 인정받아 참여 연구원들 중 다수는 석·박사학위 취득 후 (주)바텍 중앙연구소에 취업하여 활발히 연구 활동을 수행하고 있음.

□ (주)신룡: 2차 전지 x-선 검사 시스템 개발

- 본 교육연구팀은 비전 검사 시스템 개발 전문회사인 (주)신룡과 2차 전지 x-선 검사 시스템에 대한 상용화 프로그램 개발 및 연구를 수행하였음.
- 산학협동과제에 참여한 대학원생들은 과제 수행을 통해 현장 실무능력을 향상시킬 수 있었고, CPU/GPU 기반 산업용 CT 영상 재구성 플랫폼을 개발하여 기업체에 관련 기술 노하우를 전수하였으며, 해당 기술은 현재 기업체의 x-선 검사 시스템에 활용되고 있음.

□ (주)우리엔: 동물전용 영상진단의료기기 및 소프트웨어 개발

- 본 교육연구팀은 동물전용 영상진단의료기기 및 소프트웨어 개발 기업인 (주)우리엔과 동물용 x-선 검사 시스템에 대한 상용화 프로그램 개발 및 연구를 수행하고 있음.

- 산학협동과제에 참여한 대학원생들은 과제 수행을 통해 현장 실무능력을 향상시키고 있으며 기업체와의 협력 연구를 기반으로 의료방사선 분야에서의 다양한 연구역량을 강화하고 있음.

□ (주)네오시스코리아: 핵연료집합체 부분결손 검증을 위한 방출단층촬영기술 개발

- 본 교육연구팀은 최적화된 검출모듈 기하학적 구조 정보를 기반으로, 사용후핵연료 저장수조 내부에서 구동 가능한 방출단층촬영장비 및 원격제어모듈 제작 연구를 수행 중에 있음.
- 제작된 방출단층촬영시스템의 실제 습식저장시설 적용 가능성을 확인하기 위하여 실증실험 시설 및 핵연료집합체 모의선원을 제작할 계획이며, (주)네오시스코리아와의 공동 연구를 수행 중에 있음.

④ 산업·사회 문제 해결 기여 실적

사회 문제	연구 내용
<p>핵시설 무인감시를 통한 문제 해결</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 전세계적으로 방사선 및 원자력에 대한 수요와 관심이 증가함에 따라 불법적인 핵무기 개발, 핵 테러, 핵 물질 운반 및 원자력 시설 사고 등 핵 활동에 대한 국제적인 감시 및 관리의 중요성이 높아지고 있음. - 국내에서도 원자력 및 방사선 이용 산업이 발전함에 따라 취급되는 방사성 물질의 안전한 관리가 필수적이며 공항, 항만 및 원자력 시설 등 미확인 핵 물질의 유입에 대한 감시 및 관리의 필요성이 증대되고 있음. - 기존 방사선 탐지 기술의 한계를 극복하고자 다중센서네트워크와 인공지능 기술을 결합하여 대면적의 공간 감시 및 방사성 물질의 이동을 신속하게 탐지할 수 있는 시스템 개발 연구를 진행 중임. - 방사선 탐지를 통한 방사성 물질 측정 기술과 광학 영상 데이터를 복합적으로 활용하여 오염, 미탐 등 반복적인 오검출 개선뿐만 아니라 정확도 높은 감시가 가능함. - 해당 기술은 다양한 감시 공간으로의 확장성이 우수하여 핵시설뿐만 아니라 병원, 산업체, 연구실 등 환경감시에도 광범위하여 적용될 수 있어 방사선 사고의 조기 경보 및 감시 인력의 피폭 저감 등 방사선 안전에 기여할 수 있음.
<p>핵연료집합체 검증을 통한 안전 문제 해결</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 핵연료봉집합체는 인체와 비교하여 높은 밀도로 인해 단층촬영영상 획득이 매우 어려운 제한점이 있으며, 산업사회의 안전을 위해 반드시 해결해야 하는 문제로 대두되고 있음. - 검출 해상도 및 민감도의 극대화를 위하여 몬테칼로 전산모사를 통해 시스템의 기하학적 구조 최적화를 수행함. 또한, 해당 장비 및 기술의 검증을 위하여 원리검증용 장비 제작 및 선원에 대한 실험연구를 수행 중에 있음. - 본 연구기술은 국내 원자력 발전소에 대하여 보다 효과적인 안전관리가 가능하게 할 수 있을 것으로 기대됨.
<p>의료방사선 피폭 증가 문제 해결</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 첨단 의료방사선 기술의 발전으로 진단영역의 확장과 함께 방사선을 이용한 질병 검사가 증가하고 있고, 이에 따라 의료 방사선 피폭의 증가가 사회적 문제로 대두되고 있음. - 환자들이 안심하고 방사선 검사를 받을 수 있도록 의료피폭을 줄이기 위한 기술 개발이 필요함. - 최소의 방사선으로 최적의 진단영상 획득을 위한 방사선 검출기의 민감도 및 분해능

	<p>향상 연구, 딥러닝 모델 기반의 인공지능 융합기술 기반의 영상재구성 알고리즘 개발 연구를 수행하고 있음.</p> <p>-방사선 치료 시 사용되는 다엽콜리메이터의 가동 범위를 향상시킴으로써 치료 효과 향상 및 정상조직 보호 효과 향상이 가능한 2차원 동시동작 다엽콜리메이터를 개발하는 연구를 수행 중임.</p>
<p>방사선 이용 증가에 따른 환경안전 문제 해결</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 의료·산업적 목적으로 방사선발생장치 및 방사성동위원소의 사용이 증가하고 있으며, 이에 따라 작업종사자뿐 아니라 일반인에 대한 방사선 피폭 관리의 중요성이 증가하고 있음. - 방사성물질의 유출 및 이동의 효율적 감시를 위해, 적은 비용으로 넓은 면적을 감시할 수 있는 방사선 영상 모니터링 시스템 개발 연구를 진행 중임. - 원자력발전소에서 발생하는 사용 후 핵연료의 안전한 관리를 위해, 중간저장시설을 추가적 방사선의 사용 없이 실시간으로 감시할 수 있는 뮤온 단층촬영장치 개발 연구를 진행 중임. - 핵물질 방호를 위한 공항/항만 검색대, 사용 후 핵연료/핵폐기물 저장시설 감시 등에 활용하여 핵물질 불법 이동, 밀매 방지, 핵테러 방지, 핵물질 분실 사고시의 안전성 보장, 작업종사자 피폭선량 저감 및 환경오염 감소 효과를 얻을 수 있음.

지역 문제	연구 내용
<p>고령화 및 시니어 헬스케어 관련 문제 해결</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 강원도는 전국에서 가장 빠르게 초고령 사회로 진입하는 것으로 나타나고 있으며, 이에 따라 질병의 조기진단 및 치료를 통한 의료복지의 향상이 필요함. - 핵의학 영상기법은 증상이 나타나기 전에 암, 심장 및 뇌질환 등을 조기 진단할 수 있는 기술로, 본 연구실에서는 핵의학 진단효율 향상을 위한 고분해능/고민감도의 검출기 및 초고속 신호처리 기술 개발 연구를 진행 중에 있음. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - 의료방사선 시스템 기반의 분자영상기법은 질환군에 대한 생체 내 분자단위 대사물질의 변화정도를 영상화 및 정량화하여 관측할 수 있음. - 특정 대사물질의 변화정도를 고려하여 질환군에서의 생체 내 새로운 바이오마커를 발굴 및 제시할 수 있기 때문에 본 연구실은 다양한 퇴행성·신경성 질환의 조기진단을 위한 고해상도 및 고민감도의 진단분자영상학적 바이오마커 발굴을 위한 연구를 수행 중에 있음. - 첨단의료영상시스템을 이용한 분자영상학적 기술개발을 위한 다양한 전공분야별 교수진의 상호협력연구를 통해 질환별 최적의 생체 바이오마커 창출 및 시니어헬스케어를 위한 지속적인 환자 맞춤형 정밀 의료진단 기술개발 연구를 수행할 계획임. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - 수명이 늘어나면서 증가하는 노령자들의 수면장애 문제는 개인의 건강을 해칠 뿐만 아니라 삶의 질을 저하시키고 다양한 신경질환 원인이 되어 이들을 치료하고 관리하기 위한 개인과 사회적인 비용을 크게 증가시키고 있음. - 수면시 뇌척수액의 세포외공간 유입 모니터링 연구는 수면과 뇌정화시스템간의 연관성을 밝히고, 비침습적으로 생리학적인 방법을 통해 개인 수면의 질을 정량화 하고

	<p>수면장애의 원인을 분석할 수 있는 기술을 개발 중에 있음.</p> <p>- 수면장애 문제를 극복할 수 있는 최적의 진단기술을 마련하여 수면장애로 인한 사회문제를 해결하는데 크게 기여하고자 함.</p>
--	--

⑤ 계획 대비 실적 분석을 통한 향후 추진 계획

□ 산업·사회 문제 해결을 위한 첨단 의료방사선 연구 활성화

- 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.
 - 성과창출을 위한 지적재산권 출원 및 등록 비용 지원
 - 기술이전 활성화를 위한 홍보, 기술이전 상담, 이전계약 협상 및 체결 등의 업무지원체계 구축
 - 특허등록 추가지원 및 기술이전 활성화를 위한 설명회 개최
 - 첨단기술동향, 고급인력 수급 및 기술인력 양성 전략 등의 정보 공유
- 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

- 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 인력 양성

□ 산업·사회 문제 해결을 위한 물적교류 활성화

- 연세대학교(미래캠퍼스) LINC 사업단의 All-set 기업지원 프로그램(경영지원, 기술지원, 교육지원, 장비지원, 글로벌역량지원)을 활용하여 기술, 생산, 품질, 재무, 마케팅 등 기업경영 전반에 걸쳐 경영 애로사항 발생 시 해당 산업체에 전문가(참여교수진, 외부전문가 등)를 파견하여 기업의 애로 사항을 해결함.

- 본 교육연구팀이 운영하고 있는 산학협력 공동연구소인 치과용영상 신기술 센터는 산업체((주)바텍)로부터 연구개발에 필요한 물적 및 인적 지원을 지속적으로 받아 왔으며, 관련 연구개발의 효율적인 수행을 위해 매월 기술개발 회의를 진행하고 있음.
- 산업·사회 문제 해결을 위한 물적교류 활성화 지원 방안은 아래와 같음.
 - 본 교육연구팀의 첨단 방사선 연구기기 및 시설을 산업체와 공동 활용
 - 산업체 기술지도, 기술상담, 품질지도를 지속적으로 수행함으로써 산학 공동연구 과제 도출 및 의료방사선 관련 공통 기반기술 개발
 - 교내 원주창업지원단 등의 인프라를 활용하여 재학생 및 졸업생 창업 지원
 - 신기술 공유를 위한 산·학·연·병원 간의 지속적인 교류 활성화

3. 참여교수의 연구의 국제화 현황

3.1 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적

- 민철희 교수: 국제 학술활동은 방사선치료, 방사선방호 및 방사선 계측 분야 등 다방면에서 매우 활발함. 최근 1년간 4회 국제학술회의에 참석하였으며, 다수의 논문을 발표하였음.

실적 기간	국제 학술대회	개최국
2021.09.01. - 2022.08.31.	2021 9th Korea-Japan Joint Meeting on Medical Physics	한국, 일본 (On-line)
	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	미국 (On-line)
	2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	일본 (On-line)
	2021 FLASH Radiotherapy and Particle Therapy Conference	오스트리아 (On-line)

- 조효성 교수: 국제 학술활동은 저선량 의료영상 및 의료영상 신기술의 다방면에서 매우 활발함. 최근 1년간 3회 국제학술회의에 참석하였음.

실적 기간	국제 학술대회	개최국
2021.09.01. - 2022.08.31.	PSD12: The 12th International Conference on Position Sensitive Detectors	영국 (On-line)
	23rd International Workshop on Radiation Imaging Detectors	이탈리아
	2022 AAPM Annual Meeting	미국

- 한봉수 교수: 국제 학술활동은 자기공명영상 및 분광기술 기반의 대뇌 질환연구 분야의 다방면에서 매우 활발함. 최근 1년간 1회의 국제학술회의에 참석하였음.

실적 기간	국제 학술대회	개최국
2021.09.01.	World Molecular Imaging Congress 2021	미국

- 2022.08.31.		(On-line)
------------------	--	-----------

- 정용현 교수: 국제 학술활동은 핵의학영상기기 및 분자영상정보 분야 등 다방면에서 매우 활발함. 최근 1년간 2회 국제학술회의에 참석하였음.

실적 기간	국제 학술대회	개최국
2021.09.01. -	2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference	일본 (On-line)
2022.08.31.	2021 Annual Meeting of Radiation Research Society	미국 (On-line)

- 염연수 교수: 국제 학술활동은 방사선방호와 방사선 계측 분야 등 다방면에서 매우 활발함. 최근 1년간 1회 국제학술회의에 참석하였으며, 다수의 논문을 발표하였음.

실적 기간	국제 학술대회	개최국
2021.09.01. -	5th European Radiation Protection Week (ERPW2021)	오스트리아 (On-line)
2022.08.31.		

② 참여교수의 국제적 학술활동 역할 수행

- 민철희 교수: 한국의 방사선방어학회와 일본의 보건물리학회(Japan Health Physics Society, JHPS) 및 호주의 방사선방어학회(Australasian Radiation Protection Society, ARPS)가 공동으로 주관하는 저널의 편집위원으로 참여하고 있으며 국제 원자력 기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)의 Working group 일원으로서 활발히 활동 중임.

실적 기간	역할	국제 활동 명	비고
2021.09.01. -	Editorial Board Member (편집위원)	Journal of radiation protection and research (JRPR)	개최국: 한국, 일본, 호주
2022.08.31.	참여위원	IAEA Technical Working Group (TWGs) for Nuclear Safety and Security (NSS)	

- 염연수 교수: 국제방사선방호위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)의 참여위원 및 미국 NIAID Program Project Grant의 심사위원으로 참여 중이며, 국제 방사선방어학회(International Radiation Protection Association, IRPA)의 청년위원회 위원으로서 활발히 활동 중임.

실적 기간	역할	국제 활동 명	비고	
2021.09.01. -	참여위원	ICRP Task Group 96: Computational Phantoms and Radiation Transport		
	참여위원	ICRP Task Group 103: Mesh-type Reference Computational Phantoms		
	참여위원	ICRP Task Group 113: Reference Organ and Effective Dose Coefficients for Common Diagnostic X-ray Imaging Examinations		
	2022.08.31.	참여위원	IRPA Young Generation Network (YGN) Leadership Committee	
	2022.08.31.	심사위원	External Advisory Board for NIAID Program Project Grant	

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

□ 본 교육연구팀은 해외 우수 연구기관의 연구자를 초빙하여 연구 세미나를 활발히 개최 하였으며, 국제 공동연구를 추진하기 위한 논의가 진행 중임. 최근 1년간 해외석학 초청강연 개최 실적은 다음과 같음.

<표 3-10> 최근 1년간 해외석학 초청강연 개최 실적

일시	해외 교류기관	초청연자	연구 세미나 주제
2021.09.17	Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School (미국)	유도현 박사	TOPAS-nBio - Monte Carlo simulations for cell scale radiation physics and biology
2021.11.06	Nagoya University (일본)		2021 Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences
2022.01.19	Memorial Sloan Kettering Cancer Center (미국)	이동훈 박사	Deformation Driven Seq2Seq Longitudinal Tumor and Organ at risk Prediction for Radiotherapy
2022.02.11	University of California, Davis (미국)	권순일 교수	Fast timing detectors for positron emission imaging
2022.06.27	National Cancer Institute / National Institutes of Health (미국)	이춘식 박사	Radiation dosimetry researches at the US National Cancer Institute
2022.08.19	Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School (미국)	유도현 박사	Features of TOPAS-nBio for Radiobiological Simulations

- 본 교육연구팀의 참여교수진은 전세계적인 COVID-19 사태에도 불구하고 다양한 전문분야의 국제 학술교류 및 활동에 참여하고 있음(참여교수 최근 1년간 평균 3회 참여).
- 국가 비상사태에 따른 상황을 고려하여 다양한 온라인 매체를 활용하여 국제 학술대회 발표 및 운영위원회 활동 등을 추진하고 있으며, 다양한 국제 SCI(E) 저널의 편집위원 활동을 계획 중에 있음.
- National Cancer Institute, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Tsinghua University, Hanoi University, Helmholtz Zentrum München 등의 해외 우수 연구기관과의 다양한 국제 학술 교류 및 공동연구를 진행하고 있으며, 이를 기반으로 획득된 연구결과를 다양한 국제학술대회에 참가하여 초청강연 및 학생 주도의 학술 발표를 계획 중에 있음.
- 현재 전세계적인 COVID-19 사태가 점차 완화되는 추세이며, 다수의 국내외 학술관련 행사가 온/오프라인을 병행하거나 대면으로 개최되고 있는 양상임. 따라서 앞으로도 다양한 국내외적으로 활발한 학술활동을 기대해 볼 수 있을 것으로 예상되며, 참여대학원생의 활발한 교육·연구 분야에서 활동 영역이 급격히 확대될 것으로 예상되며, 이를 통해 다양한 우수 연구성과를 창출할 수 있을 것으로 기대됨.

<표 3-11> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 / 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1	민철희	Harald Paganetti, Jan Schuemann, Xun Jia	미국 / Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School	Monte Carlo methods for device simulations in radiation therapy	10.1088/1361-6560/ac1dlf
2	염연수	Keith T Griffin, Matthew M Mille, Choonik Lee, Shannon O' Reilly, Lei Dong, Jae Won Jung, Choonsik Lee	미국 / National Cancer Institute, National Institutes of Health / University of Michigan / University of Pennsylvania / East Carolina University	Fetal dose from proton pencil beam scanning craniospinal irradiation during pregnancy: A Monte Carlo study	10.1088/1361-6560/ac4b38
3	염연수	D. Sutton, N. Petuossi-Henss, K. Applegate, W. Bolch, J. Jansen, C.H. Kim, C. Lee, D. Miller, I. Sechopoulos, H. Schlattl, M. Zankl	영국 / University of Dundee, Public Health England 독일 / Helmholtz Zentrum München 미국 / University of Kentucky, University of Florida, National Cancer Institute, Center for Devices and Radiological Health Food and Drug Administration	ICRP Approach to Determining Reference Organ and Effective Dose Coefficients for Common X Ray Imaging Examinations	https://www.euramed.eu/erpw
4	염연수	Keith Griffin, Choonsik Lee	미국 / National Cancer Institute, National Institutes of Health	Impact of body posture on dose estimates for ground contamination exposures	https://karp.or.kr/index.php?hCode=BOARD&bo_idx=2
5	염연수	Rui Qiu	중국 / Tsinghua University	Photon Dose Coefficients for External Exposures Calculated Using Chinese Reference Computational Phantoms	https://karp.or.kr/index.php?hCode=BOARD&bo_idx=2
6	염연수	Nguyen Tat Thang	베트남 / Hanoi University	Monte Carlo Radiation Transport Simulation Coupled with the Visible Monkey	http://conference.ksmp.or.kr/abstract/2022_spring/file/list_220401.pdf

7	염연수	Nguyen Tat Thang	베트남 / Hanoi University	Implementation of Visible Monkey with Monte Carlo Simulation for Radiation Dosimetry	https://karp.or.kr/index.php?hCode=BOARD&bo_idx=2
8	염연수	Nguyen Tat Thang	베트남 / Hanoi University	Implementation of Visible Monkey in Monte Carlo Code for Radiation Dosimetry	https://karp.or.kr/index.php?hCode=BOARD&bo_idx=2
9	염연수	Rui Qiu	중국 / Tsinghua University	Dose coefficients for Photon External Exposures Based on Chinese Reference Phantoms	https://karp.or.kr/index.php?hCode=BOARD&bo_idx=2

<표 3-12> 최근 1년간 국제 교류 실적

해외 기관	교류 실적
Nagoya University (일본)	<ul style="list-style-type: none"> - 2013년부터 현재까지 연세-나고야 학술대회 및 연구 교류회를 개최하고 있음. (격년마다 상호 대학간 단기 해외 연수 진행을 통한 연구교류 진행) - 2021년 11월 06일 2021 Yonsei-Nagoya University Research Exchange Meeting on Health Sciences를 성공적으로 개최하였음.
University of Florida (미국)	<ul style="list-style-type: none"> - 참여대학원생 1명은 2022년 3월부터 현재까지 미국 University of Florida의 Wesley Bolch 교수 및 Chan-soo Choi 박사와 방사성 아이오딘 치료(radioactive iodine therapy) 소아 환자에 대한 S value 계산이라는 주제로 국제공동연구 및 교류를 진행 중임.
Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School (미국)	<ul style="list-style-type: none"> - 참여대학원생 1명은 미국 Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School의 Harald Paganetti 교수 및 Jan Schuemann 교수, 유도현 박사와의 공동연구를 진행하고 있으며, 최근 1년간 국내·외 학술대회 발표 5건, 국제 SCI(E) 저널 논문게재 3편의 국제공동연구 실적을 달성하였음. - TOPAS 몬테칼로 전산모사 기반의 의료영상 획득을 위한 expended 코드 작성 및 평가를 주제로 국제공동연구를 수행 중이며 각 영상은 cone-beam CT, SPECT-PET 및 prompt gamma imaging 등의 영상을 포함함.

<표 3-13> 최근 1년간 국제 교류 계획

해외 기관	교류 계획
The International Commission on Radiological Protection, ICRP	<ul style="list-style-type: none"> - ICRP는 방사선의 방호에 관한 기본원칙을 확립하고, 국제적으로 적용해야 할 방사선방호 체계 및 기준을 권고하는 비영리 기구으로써 방사선이 인체에 미치는 영향을 과학적으로 규명하고 방사선 안전기준에 대한 기준을 권고함. - 본 교육연구팀의 염연수 교수는 인형 모의팬텀 전문가 자격으로써 ICRP의 Task group 96, 103, 113에 참여위원으로 소속되어 있음. - 현재 Task group 103에서는 메시(mesh)형 소아 표준팬텀 보고서 수정 작업 및 임산부 표준팬텀 보고서 초안 작업을 해당 그룹의 전 세계 전문가들과 수행 중에 있음. - Task group 113에서는 Projection 영상선량계수 보고서 초안 작업 및 CT 영상선량계수 산출 작업을 수행 중에 있으며 전 세계 전문가들과의 연구 교류를 통해 완성시킬 예정임.

<p>Memorial Sloan Kettering Cancer Center (미국)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 본 교육연구팀의 염연수 교수는 Memorial Sloan Kettering Cancer Center의 Lior Braunstein 박사와 방사선치료환자 적색골수선량평가 방법론 개발에 대한 공동 연구를 계획 중임. - 참여대학원생 연구참여를 통한 연구 데이터 교류 및 온라인 회의 방식을 통해 결과에 대한 논의를 수행할 예정임.
<p>National Cancer Institute (미국)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 본 교육연구팀의 염연수 교수는 미국 국립암센터(National Cancer Institute, NCI)에서 2년간 근무한 경력이 있음. - 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.
<p>Nagoya University (일본)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2023년 11월 연세-나고야 대학간의 학술대회 및 연구교류를 진행할 예정임. - 2년마다 본교 보건과학대학 학과와 정기적인 학술교류를 가지고 있으며 COVID-19 상황에 따라 변경될 수 있는 개최 방법을 논의할 예정임. - 참여대학원생 주도의 연구 결과를 교류하고, 토론을 통해 다양한 국제공동 연구 주제를 탐색할 예정임.
<p>University of Utah School of Medicine (미국)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 본 교육연구팀의 한봉수 교수는 자기공명영상 전문가이며, 현재 유타대학 Utah Center for Advanced Imaging Research의 자기공명 영상분야의 Eun-Kee Jeong 교수 연구팀과 조직 내 물분자의 확산-대류 운동 시뮬레이션 프로그램을 공동 개발하는 연구를 진행하고 있음. - 현재 확산텐서영상을 통해 조직 내 세포의 손상으로 발생하는 확산텐서 값의 변화를 분석하여 질병의 진단 및 치료에 활용하는 연구를 진행 중이며, 온라인 회의를 통한 연구회의의 정례화 및 추후 국제공동연구 활성화를 위해 연구원의 장·단기 연수를 지원할 예정임.

- 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 연구인력과의 교류를 위한 국제화상 컨퍼런스 룸 확보, 해외 학자 게스트하우스 확충 등의 국제화 인프라를 구축함.

교육연구단(팀)명	미래의료방사선 융합교육연구팀
교육연구단(팀)장명	민 철 희

연 번	구 분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제목/ 수상명 등	관련 URL
		주요내용			
1	연구개발 성과	대한뉴스 외 6건	2021.12.23 ~ 2021.12.30	“연세대학교 원주산학협력단.한국원자력통제기술원, 국내 최초 '뮤온 단층촬영 시스템' 개발“	http://www.dhns.co.kr/news/articleView.html?idxno=274122 외 6건
		<p>http://www.dhns.co.kr/news/articleView.html?idxno=274122 http://www.veritas-a.com/news/articleView.html?idxno=402039 http://www.newstown.co.kr/news/articleView.html?idxno=519230 https://m.etnews.com/20211223000212?obj=Tzo4OiJzdGRDbGFzcyYl6Mjp7czo3OiJyZWZlcmVyljtOO3M6NzoiZm9yd2FyZCI7czozMzoid2ViIHRvIG1vYmIsZSI7fQ%3D%3D https://www.upinews.kr/newsView/upi202112230052 https://www.kukinews.com/newsView/kuk202112240164 https://www.yonsei.ac.kr/_custom/yonsei/_app/ocx/news/app.jsp?mode=view&ar_seq=20211230095417727010&sr_volume=631&list_mode=list&sr_site=S&pager.offset=135</p> <p>최근 연세대학교 미래캠퍼스 원주산학협력단(단장 김택중)과 한국원자력통제기술원(원장 황용수)은 약 2년간의 원자력안전연구개발사업을 통해 국내 최초로 ‘3차원 위치검출용 뮤온 단층촬영 시스템’을 개발하는데 성공했다.</p> <p>사용후핵연료 건식저장시설의 안전조치를 위해 개발한 본 단층촬영 시스템은 우주방사선인 뮤온 입자를 이용하는 방식으로, 국내에서 핵물질 안전조치 검증목적의 3차원 뮤온 단층촬영 시스템을 개발한 것은 최초이다.</p> <p>뮤온은 우주선이 대기권 내 원자들과 충돌하면서 생성되는 2차 우주방사선으로, 두꺼운 물체도 쉽게 통과할 정도로 투과력이 좋지만, 우라늄과 같은 무거운 원소와 부딪힐 때에는 산란반응에 의해 운동궤적이 변화한다.</p>			

이런 특성을 이용해 촬영대상의 앞과 뒤쪽에 뮤온 영상검출기를 두고, 뮤온 입자가 대상을 투과할 때 생기는 산란각도 변화를 측정함으로써 대상 물질을 식별하고 3차원 위치를 특정할 수 있다.



이 단층촬영 시스템을 이용하면 사용후핵연료 건식저장시설을 열어보지 않고도 내부에 핵물질이 얼마나 보관되어 있는지 확인할 수 있다. 이러한 기술을 선제적으로 개발함으로써 핵물질의 효율적 검증이 가능해져 향후 사용후핵연료 관리의 투명성 제고에 기여할 것으로 기대된다.

특히 뮤온이라는 자연방사선을 이용하므로 방사선 피폭 및 대상 물체의 손상이 없으며, 설치가 간편하다는 장점이 있다.

연세대학교 미래캠퍼스 방사선융합공학과 정용현 교수 연구팀은 플라스틱 섬광체와 파장변이섬유(Wavelength-shifting fiber, WLS), 실리콘광전자증배소자(Silicon Photomultiplier, SiPM)를 이용함으로써 기존 장치에 비해 측정 효율이 높고, 성능(공간분해능)이 우수한 뮤온 단층촬영 시스템을 개발했다.

정 교수는 “이번 연구를 통해 뮤온 검출기의 제작기술, 신호처리기술, 영상재구성 알고리즘 등 뮤온 단층촬영 시스템의 핵심기술을 확보했다는 것에 큰 의의가 있다” 며, “개발한 시스템을 통해 사용후핵연료 건식저장시설 감시는 물론 공항이나 항만에서의 핵물질 탐지, 지하구조 탐사, 대형구조물 비파괴검사 등에도 활용할 수 있을 것” 이라고 말했다.

한국원자력통제기술원 연구지원관리실장 정희준 박사는 “이번 3차원 위치검출용 뮤온 단층촬영 시스템 개발은 국내 핵물질 탐지 기술을 세계적인 수준으로 끌어올린 중요한 성과이며, 다양한 산업에 적용이 가능해 국내 기술 발전 및 국가 경쟁력 향상에도 기여할 수 있을 것” 이라고 밝혔다.

1. 내·외부 평가위원 종합의견

① 교육역량 성과

· 김택중 교수 (외부 평가위원)

- 학생들의 의견을 반영한 교육 및 연구 시스템 변화로 학과 발전이 기대됨.
- 전년도 대비 학생들의 논문 및 특허 등 연구 활동의 수준이 향상됨
- 참여대학원생의 졸업생 배출이 부족하나 전문 인재 양성에 초점을 맞추고 있어 추후 우수한 인력 배출이 있을 것으로 판단됨.

· 민철희 교수 (내부 평가위원)

- 본 교육연구팀이 제안하는 MIRAE 인재상에 부합하도록 전주기적 학사관리 체계가 우수함.
- IOMP 등 국제기구로부터 인증을 받을 만큼 교육프로그램이 우수함.

· 정용현 교수 (내부 평가위원)

- 의료방사선 교육에 특화하여 체계적으로 구성 및 개편되었으며, IOMP 국제 인증을 받는 등 성실히 교육프로그램을 운영하였음.
- 세미나 과목을 신설하여 국내외 산학연 전문가 세미나를 지속적으로 개최하였고, 국내외 석학 초청 강연 및 워크숍 개최를 통해 국제적·사회적 최신 연구 동향에 대한 교육이 충실히 이행되었음.
- 특히 외부 실무교육 참여 실적이 우수함.

· 조효성 교수 (내부 평가위원)

- 본 교육연구팀의 미래인재 양성을 위한 교육목표 및 비전에 부합하여, 의료방사선 특화 교육 과정을 개발 및 운영하고 있으며, 나아가 IOMP 국제 인증을 통한 학생 중심의 교육프로그램을 활성화함.
- 교육의 국제화를 위한 다양한 교육프로그램 이수 및 융합 교육 워크숍 참여를 통해 교육 및 연구의 선진화 및 활성화하고 있음.
- 그 결과, 참여대학원생의 교육 및 연구역량이 한 단계 도약하였다고 사료 되며, 논문실적, 학술대회 발표실적, 특허실적 등 지속적으로 향상되고 있음.

· 한봉수 교수 (내부 평가위원)

- 학술논문 출판, 학술대회 발표, 특허 등록 및 출원, 산업체 기술이전 등에서 본 학술연구팀의 대학원생들이 우수한 성과 창출에 크게 기여하였고, 다양한 의료영상 및 방사선 치료 관련 장비와 소프트웨어 사용 교육을 통해 실무 능력도 크게 향상되었으며 국제 학술대회 발표와 연구세미나 참여를 통해 국제화 역량이 크게 향상되었음.

② 연구역량 성과

· 김택중 교수 (외부 평가위원)

- 전반적으로 과제 수주 실력이 매우 우수함.

- 국제 연구 교류가 있으며 특히 산업체 과제 수주 실력이 향상됨.
- 다양한 연구 주제를 피하며, 꾸준한 국제학회 참가 및 연구 결과 발표의 노력이 있음.

• **민철희 교수 (내부 평가위원)**

- 학생들의 논문게재 실적이 향상되고 있으며, 질적 지표도 향상되는 등 연구역량의 개선이 가시화됨.
- 전년도와 유사하게 교수 1인당 연구과제 수주가 매우 우수하며, 캠퍼스 내에서 가장 높은 것으로 평가됨.

• **정용현 교수 (내부 평가위원)**

- 참여교수 및 참여 학생들의 논문, 학술발표, 특허, 기술이전, 연구비 수주실적이 전반적으로 우수함.
- 국제 공동연구 및 산업체 공동연구가 활발히 진행되고 있음.
- 환산 보정 IF 값은 약간 감소하였으나, 논문 환산 점수는 증가하였으므로 논문 성과 유지를 위해 지속적으로 노력하고 있다고 판단됨.

• **조효성 교수 (내부 평가위원)**

- 본 교육연구팀의 미래인력 양성사업을 통해 참여대학생들뿐만 아니라, 참여교수들의 논문실적, 연구과제 수주실적, 특허실적 등 다방면에 걸쳐 연구역량이 향상되었다고 사료 됨.
- 특히, 교육연구팀의 산학협력 성과로서 산업체 연구과제 수주 6건, 기술이전 등을 달성함으로써 지속적으로 산업현장과 협업하고 있음.

• **한봉수 교수 (내부 평가위원)**

- 참여교수의 논문 출판 수와 평균 IF로 평가할 때 논문의 양적, 질적 성과는 우수하며 학술대회 발표실적도 탁월하며 연구비 수주실적 또한 탁월함.
- 특허실적과 기술이전 실적도 우수하고 국제화와 산학협력 성과도 매우 우수함.

③ **교육연구팀 구성 및 운영 성과**

• **김택중 교수 (외부 평가위원)**

- IOMP 교육 기준에 맞추려는 노력이 있어 우수하다고 판단되며, 세계적 수준의 교육프로그램 개발을 위한 노력이 있음.
- 또한 대학원생들을 위한 연구환경 개선의 의지가 있음

• **민철희 교수 (내부 평가위원)**

- 코로나에도 불구하고 국내외 학술 활동 및 우수 연구 인력을 초청한 세미나 활동이 활발히 수행됨.
- 사회 문제 해결을 위한 산업체 세미나, 산업체 프로젝트 교과목의 신설이 우수 운영 성과로 평가됨.

• **정용현 교수 (내부 평가위원)**

- 전공 교육과정의 개선이 지속적으로 이루어지고 있고, 국내외 전문가 초청 강연 및 외부 실무교육 참여 실적이 우수함.
- 연구실 환경 개선 및 성과 기반 장학금 지원을 통해 학생들의 연구 몰입도 향상이 있을 것으로 판단됨.
- 연구실적이 전반적으로 우수하며, 특히 산업체와의 연구 협력이 잘 이루어지고 있음.

• **조효성 교수 (내부 평가위원)**

- 본 교육연구팀의 교육 및 연구 성과를 극대화하기 위해, 최신 의료방사선 HW/SW (X-선 일반 촬영 장치, Micro-CT 시스템, 방사선 치료 계획 S/W, PACS 시스템 등)을 구비 하여 교육 및 연구에 활용하고 있음.
- BK21 사업 관련 본 대학원의 졸업 규정을 상향 개편하였음.
- 국내외 석학 초청 강연을 포함한 연구세미나를 정기적으로 개최함으로써, 최신 연구에 관한 정보를 접할 수 있도록 함.

• **한봉수 교수 (내부 평가위원)**

- 본 교육연구팀은 운영위원회, 교육혁신 위원회, 산학연 협력위원회를 설치·운영하여 국제 의학 물리 전문인 교육과정 및 대학원 교과과정의 커리큘럼을 새롭게 개편하여 산·학·연 연계 활동 강화를 위해 산업체 세미나 4과목, 산학협력 프로젝트 1과목, 현장 맞춤형 인력양성을 위한 실습과목 2개를 운영하여 대학원생들의 산학협력 능력과 현장 적응력을 크게 강화시키는 성과를 거둠.
- 또한 연구장학금 운영을 통해 대학원생들의 안정적인 연구 및 수학 환경을 제공하였으며, 다양한 연구역량 향상 프로그램 운영을 통해 대학원생들의 연구 성과를 높이는 성과를 거둠.

④ 기타 의견

• **김택중 교수 (외부 평가위원)**

- COVID-19 상황에서 국제 교류의 제약이 있었으나 향후 나아지리라 생각하며, 기술이전의 노력이 추가로 필요함.

• **민철희 교수 (내부 평가위원)**

- 재정 지원 확대 및 인재 양성 프로그램의 지속적 확대가 필요함.
- 특히 성과 증진과 기술이전을 통한 산업체 기여가 필요함.

• **정용현 교수 (내부 평가위원)**

- 교육 및 연구 지원프로그램의 운영에 있어 참여 학생들의 피드백을 통한 의견 반영 및 지속적 개선이 필요하다고 판단됨.
- 졸업생 배출이 없어 취·창업 실적이 없지만, 꾸준한 취·창업 지원이 필요함.
- 2차년도 자체평가 보고서에 대한 의견(수정 보완요청)에 대해 수정 보완사항이 있으면 추가하면 좋겠음.

• **조효성 교수 (내부 평가위원)**

- 본 교육연구팀의 교육 및 연구역량이 지속적으로 향상되고 있으나, 산업체로의 기술이전, 창업 등 부분적으로 성과가 미흡함. 향후 개선 전략 수립이 필요함.

• **한봉수 교수 (내부 평가위원)**

- 본 교육연구팀은 의료방사선 융합 교육 및 연구수행에 최적의 대학원 교육 교과과정과 교수 및 연구진을 갖추고 있으나 팀의 역량에 비해 참여 대학원 수가 적기 때문에, 우수 대학원생을 유치하기 위한 노력과 의료방사선 융합 분야에 탁월한 역량을 가진 교수나 연구원 충원을 통해 교육연구팀의 역량과 성과를 높이는 노력을 하고 있음.

2. 평가위원 종합심사 결과 (평가서 원본과 동일)

평가 영역	평가 항목/비율	외부평가 위원	내부평가위원			
		김택중	민철희	정용현	조효성	한봉수
교육 영역 (40%)	교육과정 구성 및 운영 (15%)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)	탁월(10) 환산점수(15)
	취업률 및 취업 지원 (10%)	탁월(9) 환산점수(9)	우수(8) 환산점수(8)	우수(8) 환산점수(8)	우수(8) 환산점수(8)	우수(7) 환산점수(7)
	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(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	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(10) 환산점수(10)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(9) 환산점수(9)
	참여교수의 국제 교류 및 활동 실적 (5%)	우수(8) 환산점수(4)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(10) 환산점수(5)
교육연구팀 운영 및 자체평가 (25%)	교육연구팀 운영 실적 (10%)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	비전 및 목표 달성 노력(10%)	탁월(9) 환산점수(9)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)	탁월(10) 환산점수(10)
	자체평가 실적 (5%)	탁월(10) 환산점수(5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(9) 환산점수(4.5)	탁월(10) 환산점수(5)
합계(100점 만점)		95	97	92.5	96	96
평균(100%)		외부 : 90 / 내부 : 95.4 / 총 (평균) : 95.3				

※ 평가점수: 탁월 (8 초과), 우수 (6 이상), 보통 (4 이상), 부족 (2 이상), 불량 (2 미만)으로 평가함.

※ 점수산출: 평가비율/평가