『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)
교육연구팀 사업 재선정평가 신청서

<table>
<tr><td>접수번호</td><td colspan="7">4120240915200</td></tr>
<tr><td>사업 분야</td><td>응용</td><td>신청분야</td><td>응용생명</td><td>단위</td><td>지역</td><td>구분</td><td>교육연구팀</td></tr>
<tr><td rowspan="4">학술연구분야
분류코드</td><td rowspan="2">구분</td><td colspan="2">관련분야</td><td colspan="2">관련분야</td><td colspan="2">관련분야</td></tr>
<tr><td>중분류</td><td>소분류</td><td>중분류</td><td>소분류</td><td>중분류</td><td>소분류</td></tr>
<tr><td>분류명</td><td>고분자공학</td><td>생체/의료용 고분자</td><td>재료공학</td><td>의학재료</td><td>약학</td><td>생물약학</td></tr>
<tr><td>비중(%)</td><td colspan="2">40</td><td colspan="2">40</td><td colspan="2">20</td></tr>
<tr><td>학과(학부)</td><td colspan="2">바이오소재과학과</td><td colspan="2">신설(예정)학과</td><td colspan="2">신설(예정)학과 여부
학과 개설일
직전학과 실적 인정여부</td><td></td></tr>
<tr><td>교육연구팀명</td><td colspan="7">국문) 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인력양성팀
영문) Human Resource Training Program for Utilization Platform of Biomaterials Customized to Silver Generation Diseases</td></tr>
<tr><td rowspan="6">교육연구팀장</td><td>소 속</td><td colspan="6">부산대학교 생명자원과학대학 바이오소재과학과</td></tr>
<tr><td>직 위</td><td colspan="3">기획부처장</td><td>겸무(겸임) 여부</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">성명</td><td>국문</td><td colspan="2">황대연</td><td>전화</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td>팩스</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td>영문</td><td colspan="2">Dae Youn Hwang</td><td>이동전화</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td>E-mail</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 사업기간</td><td colspan="6">2024. 3. 1. ~ 2027. 8. 31. (42개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">5차년도 사업기간</td><td colspan="6">2024. 3. 1. ~ 2025. 2. 28. (12개월)</td></tr>
</table>

본인은 『4단계 BK21사업』 지원을 신청서와 같이 신청하며, 지원이 결정될 경우 관련 법령, 귀 재단과의 협약, 귀 재단이 정한 제반 사항 등을 준수하고 성실하게 사업을 추진하여 소정의 사업 성과를 거두도록 노력하겠습니다.

아울러, 신청서에는 사실과 다른 내용이 포함되지 아니하였으며 만약 허위 사실이나 중대한 오류가 발견될 경우에는 그에 상응하는 불이익을 감수하겠음을 서약합니다.

2023년 9월 15일

작성자	교육연구팀장	황 대 연 (인)
확인자	부산대학교 산학협력단장	최 경 민 (인)
확인자	부산대학교 총장	차 정 인 (인)

한국연구재단 이사장 귀하

<신청서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>실버질환</td><td>바이오소재</td><td>활용플랫폼</td></tr>
<tr><td>고령생체적합성 소재</td><td>최적전달시스템</td><td>고령임상반응예측</td></tr>
<tr><td>펜토미노전공교육</td><td>환류체계</td><td>지역연계산업교육</td></tr>
<tr><td>교육연구팀의
비전과 목표</td><td colspan="3">☐ 혁신의 아젠다
▸부산지역의 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼의 문제점을 기반으로, 본 교육연구팀에서는 비전과 목표를 실현하기 위한 3대 혁신 아젠다로 ①「고령의 적합성: 고령자의 생리적 특성에 적합한 소재」, ②「최적의 전달성: 고령자의 투약 순응도와 약물 흡수도 차이를 고려한 약물전달 체계」, ③「고도의 예측성:고령자의 임상적 특성에 대한 반응 예측」을 설정함.
☐ 비전 및 목표
▸비전은 초고령도시로의 진입에 따른 부산의 지역적인 요구와 지역산업 문제에 착안하여 「지역기반 실버질환 맞춤형 바이오소재 글로벌 선도 교육연구 실현」을 목표로 합리적으로 설정함
▸목표는 비전과 4대 인재상을 기반으로 「노인학에 기반한 바이오소재학」을 전문소양으로 하여 「초고령사회가 필요로 하는 실버질환 맞춤형 바이오소재의 적합성・전달성・예측성에 기반한 활용 플랫폼을 혁신할 인재양성」을 제시함
▸영역별 세부목표: ①교육영역은 고령질환 적합 소재 활용플랫폼 운영 전문인력양성을 위한 혁신적인 교육과정 운영, ②연구영역은 글로벌첨단기술 기반의 실버질환 소재의 연구개발, ③국제화영역은 실버질환 맞춤형 바이오소재의 공유시스템 및 국제공동연구 네트워크 구축, ④산학연계영역은 지역기업의 인프라와 기술력 증진을 통한 실버산업 기업경쟁력 강화를 목표로 추진하고자 함</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역</td><td colspan="3">☐ 교육과정 구성 및 운영
▸실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신인재 양성을 위한 세계적 수준의 교육과정 편성체계를 구축하기 위하여, 학생과 신산업수요에 대한 유연성과 전문성 배양에 최적인 「펜토미노 전공교육체계」를 구축하고, 모듈형 교과목 신설, 혁신수업모델 개발, 미래수업기법 적용을 추진하고자 함
▸학사관리의 체계적 운영을 위하여, 학부-대학원 연계프로그램 확대, 「박사학위자격평가시스템 실증」 고도화, 전공 Major+비교과활동 추진, 건강한 연구환경조성 프로그램 운영을 중점적으로 추진하고자 함
▸과학기술・산업・사회문제 해결과 관련된 교육프로그램으로, 문제해결형 교육과목의 신설, 「BiSiDi챌린지 논문연구」교과목 확대 개편, 「대학원혁신과정(Innovation course) 」확대운영, 「사회문제 학생모니터링단」의 지속적 운영을 포함한 교과와 비교과프로그램으로 추진할 예정이며, 지・산・학 연계프로그램으로 산업체 재직자 교육 등 교육・강연활동, 「기업애로 기술지원서비스」 등 기술지도・이전 활동, 「실버친화형 소재 산학협의체구축」 등 산학협력 네트워크 구축 활동을 추진하고자 함
☐ 인력양성 계획 및 지원방안
▸우수 대학원생 확보계획은 현재 본교 학부생의 40%이상이 교육연구팀 대학원에 진학하고 있어 2027년까지 석사과정 91명, 박사과정 49명 양성을 목표로 설정하였고, 학부 졸업논문 고도화 등 진학유도체계를 확대 운영하고 장학지원프로그램을 강화하고자 함
▸우수 대학원생 지원계획은 장학금 및 인센티브를 지급체계를 확대하고, 해외명문대학 연수프로그램, 「석・박사 학습튜터링 시스템」을 강화하고자 함
▸대학원생 취업은 89%가 전공적합성이 우수한 기관으로 분석되었고, 전공일치도가 높은 국내 우수연구기관에 취업하여 취업의 질적 우수성이 높음
☐ 대학원생 연구역량
▸연구실적 중에서 대표연구업적물은 고령환자에서 빈발하는 안질환의 치료를 위한 안구용</td></tr>
</table>

	접착제의 개발과 피부노화를 개선하는 새로운 천연물소재의 작용기전 규명에 대한 연구가 JCR 상위 10%이내 저널에 게재되어 우수하며, 학술대회 대표실적은 인공각막구조체의 개발 및 미세플라스틱의 인체 반응에 대한 연구로 젊은과학자상을 수상함. 특허·기술이전은 마이크로니들을 이용한 약물전달기술을 기업에 성공적으로 이전하였고 위장관운동 촉진 조성물에 대한 특허 성과가 우수함. ▸**연구 수월성 증진**을 위하여,「국내·외 학술대회 지원 피드백시스템」을 기반으로 학술대회 발표를 지원하고,「해외석학의 연구노하우 공유프로그램」을 운영하며, 영어논문작성법, 발표능력 증진교육을 추진하고자 함. 또한, 공동 연구장비 활용시스템 구축, 국제공동 연구지원사업 참여확대, 연구력강화워크샵 등을 개최하여 연구활동을 강화하고자 함 ☐ **신진연구인력 확보 및 지원계획** ▸신진연구인력(17명)의 고용 안정성을 기반으로 **전방위적인 연구지원**을 통하여 연구자로서 성장하는 자생적 구조 정착 및 체계적 지속 가능성을 강화하고자 함 ☐ **교육의 국제화 전략** ▸기존의 미국위주의 인적교류 현황에 대한 단점을 극복하기 위해, 아젠다 영역별로 중점 교류예정 외국연구소와 대학을 선정하여 전략적으로 추진하고, 해외학자는 전공교육 강의, 졸업논문 심사, 비교과프로그램 지원에 활용할 예정임
연구역량 영역	☐ **참여교수의 연구역량** ▸교육연구팀의 혁신아젠다에 기반하여 **글로벌첨단기술 기반의 실버질환 소재 연구개발을 성공적**으로 추진하여 2027년까지 JCR 10%이내 논문 21편 게재, 대학원생 1인당 논문환산편수 0.160, 참여교수 1인당 논문환산편수 1.975, 참여교수 1인당 환산보정 IF 0.174, 참여교수 1인당 연구비수주액 370백만원, 특허출원 및 등록 10건, 기술이전 200백만원을 **연구목표**로 설정함 ▸**대표적 연구목표 달성**을 위하여, 데이터 기반 실버질환 맞춤형 바이오소재의 활용성 증진 및 소재 표준화 체계를 구축하고, 지속방출·간편투여·신속진단 매개 고령친화형 전달시스템에 대한 원천기술을 개발하며, 고령의 생리적 반응을 정확히 예측 가능한 비임상 및 임상브릿지 모델체계를 구축하고자 함 ☐ **산업사회에 대한 기여도** ▸부산지역의 초고령사회 진입에 따른 **지역산업·사회의 문제**를 교육연구팀의 혁신아젠다에 기반하여 분석하고, 이를 기반으로「노인냄새 문제의 해결」,「노인 약물투여문제의 개선」,「낮은 의료접근성 문제해결」,「항노화소재의 표준화문제 해결」 등을 참여교수의 전문성을 통해 창의적으로 해결책을 제시하고자 함 ☐ **연구의 국제화 현황 및 계획** ▸최근까지 미국 하버드대학, 이집트 Assiut대학, 인도 IITD 등과의 **연구자 상호교류 실적**을 기반으로, ①고령생체적합소재분야에서는 중국 허난대학, 네델란드 Twente대학과 교류계획을 수립하였고, ②최적전달시스템분야에서는 미국 국립보건 연구원(NIH), 독일 막스플랑크연구소와 기관 방문 및 초청세미나 등을 추진하고자 함. 또한, ③고령임상반응예측분야에서는 미국 미시간대학, 미국 뉴욕대학 등과 대학원생, 전임교원의 교류를 진행할 예정임
기대 효과	○실버질환 맞춤형 바이오소재 대학원 교육과정을 통하여 **문제해결형 창의인력을 양성하여 지역 내 의약품 및 식품 관련기업에 고급인력을 지원**하고, 이를 통해 **실버질환 첨단기술 연구개발과 미래 고부가가치제품 생산능력을 갖춘 기업으로의 도약을 유도**, 기업이 새로운 바이오소재를 창출하고 **지속성장 할 수 있도록 견인**함 ○**실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼을 혁신**하여 **선택과 집중에 기반한 연구 경쟁력을 확보**하고, 지속방출, 간편투여, 신속진단 매개 고령친화형 전달시스템 등에 대한 원천기술을 확보하고자 함. 전공교육과목 개설, 창의적인 비교과프로그램 운영 등을 통해 **바이오소재분야의 산업적·사회적·과학적 난제를 해결할 수 있는 제공자로 역할을 수행**함으로써 궁극적으로 **국가 핵심사업인 바이오헬스산업분야에서 성장동력의 초석**으로 이바지하고자 함

<목 차>

Ⅰ. 교육연구팀의 구성, 비전 및 목표 ····· 1
1. 교육연구팀 구성 ····· 2
1.1 교육연구팀장의 교육・연구・행정 역량 ····· 3
1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 ····· 4
1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황 ····· 5
2. 교육연구팀의 비전 및 목표 ····· 7
2.1 교육연구팀의 비전 및 목표 ····· 7
Ⅱ. 교육역량 영역 ····· 14
1. 교육과정 구성 및 운영 ····· 15
1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획 ····· 15
1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영계획 ····· 25
2. 인력양성 계획 및 지원 방안 ····· 30
2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적 ····· 30
2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획 ····· 31
2.3 대학원생 취(창)업 현황 ····· 34
3. 대학원생 연구역량 ····· 39
3.1 대학원생 연구 실적의 우수성 ····· 39
3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획 ····· 48
4. 신진연구인력 운용 ····· 50
4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획 ····· 50
5. 참여교수의 교육역량 ····· 56
5.1 참여교수의 교육역량 대표실적 ····· 56
6. 교육의 국제화 전략 ····· 57
6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획 ····· 57
Ⅲ. 연구역량 영역 ····· 62
1. 참여교수 연구역량 ····· 63
1.1 연구비 수주 실적 ····· 63
1.2 연구업적물 ····· 64
1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획 ····· 68
2. 산업・사회에 대한 기여도 ····· 73
2.1 산업・사회 문제 해결 기여 실적 ····· 73
2.2 산업・사회 문제 해결 기여 계획 ····· 76
3. 연구의 국제화 현황 ····· 81
3.1 참여교수의 국제화 현황 ····· 81

<부록> 첨부자료

4단계 BK21 사업

Ⅰ. 교육연구팀의 구성, 비전 및 목표

I. 교육연구팀 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀 구성

1.1 교육연구팀장의 교육・연구・행정 역량

성 명	한 글	황대연	영 문	HWANG DAE YOUN
소 속 기 관	부산대학교 생명자원과학대학 바이오소재과학과			
원 소 속 기 관	부산대학교 생명자원과학대학 바이오소재과학과			

<표 1-1> 교육연구팀장 최근 5년간 연구실적

연번	저자	논문제목/저서제목/ book chapter/ 설계작품명	학술지명/학술대회명/출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISBN (pp. ** - **)	게재・출판・행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1	Hwang et al.	In vivo study of spiky Fe3O4@Au nanoparticles with different branch lengths: Biodistribution, clearance, and biocompatibility in mice	ACS Applied BioMaterials	2(1):163-170/ 2576-6422	2019	10.1021/acsabm.8b00505
2	Hwang et al.	Deficiency of complement component 3 may be linked to the development of constipation in FVB/N-C3em1Hlee/Korl mice	FASEB Journal	35(1):e21221/ 1530-6860	2021	10.1096/fj.202000376R
3	Hwang et al.	Promoting effects of titanium implants coated with *Dipterocarpus tuberculatus* extract on osseointegration	ACS Biomaterials Science Engineering	8(2):847-858/ 2373-9878	2022	0.1021/acsbiomaterials.1c01220
4	Hwang et al.	Protective effects of Dipterocarpus tuberculatus in blue light-induced macular degeneration in A2E-laden ARPE19 cells and retina of Balb/c mice	Antioxidants	12(2):329/ 2076-3921	2023	10.3390/antiox12020329
5	Hwang et al.	N-benzyl-N-methyldecan-1-amine and its derivative mitigate 2,4dinitrobenzenesulfonic acid-induced colitis and collagen-induced rheumatoid arthritis.	Frontiers in Pharmacology	14:1095955/ 1663-9812	2023	10.3389/fphar.2023.1095955

1.1.1 교육팀장의 교육역량

○ 본 교육연구팀장은 신경퇴행성질환 인체모델동물에 대한 전문성을 바탕으로 식의약품소재 효능 예측에 대한 학문적 시야를 갖추고, 바이오소재분야의 인력양성을 위해 지속적으로 노력해왔으며, 학계에서 교육연구력을 인정받는 중견학자임. 특히, 초고령사회로의 변화에 대응하여 실버질환 맞춤형 바이오소재분야를 선점하기 위해 특화전공・융합교과목 신설, 인재상・핵심역량 수립, 대학원 혁신수업모델 개발, ICT학습시스템 구축, 교육의 질 제고 시스템 구축, 비교과교육활동 프로그램운영, 석・박사 학습컨설팅(MLST-II)검사 도입, 교육수요자만족도(PCSI) 조사 도입 등을 주도적으로 추진해왔음. 이러한 교육활동을 기반으로 최근 3년동안 소재발굴분야 석사 10명, 고령임상반응 예측모델분야 석사 3명을 배출하였음

○ 최근 3년간 SCI급 논문 52편, KCI급 논문 24편을 게재하는 등 연구수행을 위한 충분한 역량을 보유하고 있음. 발간한 논문 중에서 2020~2022년에는 의학분야의 상위 10%이내 저널인 J Colloid Interface Sci(IF 7.489), Antioxidant(IF 7.69), Nanotoxicology(IF 5.913) 등에 우수논문을 게재하였으며, 위장관촉진 조성물 등 특허를 등록하였으며, 미더덕 피부노화방비 조성물 등 기술이전 2건을 달성하였음. 최근 3년동안 정부연구과제, 산업체연구과제 등을 적극적 수주하여 2020년에는 298백만원, 2021년에는 392백만원, 2022년에는 407백만원의 연구비를 수주하여 연구를 성공적으로 수행하였음

부문	교육연구팀장의 최근 3년간 교육연구 실적
고령질병 치료 소재 발굴	-「노인의학특론」, 「생리활성물질탐색」 등 교과목 개발, 「학습자 중심의 Flipped-Learning 교수법」혁신수업모델 개발, 「Constipation」 저서 발간, 「천문동 소재평가」등 논문주제 석사배출(10명) -「맥문동 소재 효능평가」 등 연구비 수주(308백만원), 「감태의 암치료효능평가」 등 SCI 논문 게재(23편), 감태추출물의 위장관운동 촉진조성물 특허등록(1건), 「미더덕 피부노화 방지용 조성물」 기술이전(5백만원), 노화질환치료용 천연물소재 국제공동연구 6건
약물의 최적 전달과 응용	-「BSD첼린지 논문연구」 교과목 개편 주관 -「미립구 암조직 약물전달」등 연구비 수주(93백만원), 「Nanozyme 개발 및 기전 연구」 등 SCI논문 게재(9편), 「창상치료용 세룰로오스 피름 제조」기술이전(15백만원)
고령임상반응 예측모델적용	-「노화질환모델적용특론」등 교과목 개발, 「실험동물길잡이」 저서발간, 대학원-학부연계 프로그램 운영, 「암모델동물 개발」 등 논문주제 석사배출(3명) -「국가 실험동물자원화사업」등 연구비 수주(899백만원), 「C3보체결핍-유도변비모델 동물 개발」등 SCI논문 게재(16편)

1.1.2 교육팀장의 행정역량

○ 본 교육연구팀장은 그간의 풍부한 교육연구사업 경험을 통하여 BK21사업과 같은 장기적인 교육사업을 체계적으로 운영할 수 있는 행정 능력을 갖추고 있음. 최근 4단계 BK21사업의 팀장을 맡아 활동하였고, 임상예측과 연계된 미래 맞춤형 모델동물개발 연구사업단 및 국가실험동물자원화 사업 등을 국가대형프로젝트에 참여해왔음. 또한, 과학기술정보통신부의 LMO전문위원, 식품의약품안전처 연구기획위원, 국가기관의 IACUC위원 등으로 국가연구정책에 성공적으로 참여하였고, AAALAC 실사전문위원, 중국 천연물소재기관과의 공동연구 등 국제교류 네트워크를 주도적으로 수행하였으며, 부산대학교에서 기획부처장, 부원장, 부학장 등을 역임하면서 국립대육성사업, 대학혁신사업 등을 통해 연구기획 및 대학교육에 대한 행정력을 배양하였음

부문	교육연구팀장의 최근 3년간 행정역량 실적
국가대형프로젝트 수행 및 참여	4단계 BK21사업팀장, 미래맞춤형 모델동물개발 연구사업단 참여, 국가실험동물자원화 사업 연구책임자, 웰빙제품소재뱅크 책임자 등
국가연구정책 및 인프라지원	과기부 LMO전문위원, 식품의약품안전처 기획위원, 서울대병원 IACUC위원 등
국제교류 네트워크 참여	AAALAC ad hoc specialist, 국제인증 실험동물센터장, 중국 천연물소재기관과의 MOU추진, 소재활용성 국제공동연구 등
연구기획 및 대학교육 행정	식품의약품안전처 연구관, 부산대학교 기획부처장, 생명산업융합연구원 부원장, 생명자원과학대학 부학장, 국립대육성사업 부단장 등 수행

1.2 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구팀 참여교수 및 참여연구진 현황

연번	성명		직급	연구자 등록번호	세부 전공분야	대표연구업적물 분야	전임/ 겸무(겸임)	신임교수	외국인
	한글	영문							
1	서성백	Sungbaek Seo	부교수	[redacted]	생체/ 의료용 고분자		전임	X	X
2	안범수	Beum-Soo An	정교수	[redacted]	생식 내분비 약리		전임	X	X
3	양승윤	Seung Yun Yang	정교수	[redacted]	고분자 구조및 물성		전임	X	X
4	조성민	Seong-Min Jo	조교수	[redacted]	생체 재료		전임	0	X
5	최영우	Young Woo Choi	조교수	[redacted]	생체 재료		전임	0	X
6	황대연	Dae-Youn Hwang	정교수	[redacted]	천연물 약리		전임	X	X

구분	모든 분야 작성 (의·치·한의학 분야 포함)	의·치·한의학 분야만 작성 (그 외 분야 공란)
참여교수 수	6	
전체 참여교수 중 전임 교수 비율	100%	
전체 참여교수 중 기초 교수 비율		

1.3 교육연구팀 대학원 학과(부) 현황

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 참여교수 현황

(단위: 명)

기준일	대학원 학과(부)		학과(부) 소속 전체 교수 수			참여교수 수		
			전임	겸무(겸임)	계	전임	겸무(겸임)	계
2023. 09.15	바이오소재과학과	임상, 건축학, 인문사회계열 포함						
		임상, 건축학, 인문사회계열 제외	6		6	6		6

<표 1-4> 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 현황

(단위: 명)

구 분	2020년	2021년		2022년		2023년		2024년	비고
	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	
전체 교수 수 (명)	6	6	5	5	5	5	6	6	2023.9.1 전임교원 채용포함
전입 교수 수 (명)					1		1		
전출 교수 수 (명)			1		1				

<표 1-5> 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1	이재호	2021년 2학기	전출	당연퇴직(사망)	
2	김홍성	2022년 2학기	전출	정년퇴임	
3	조성민	2022년 2학기	전입	신규임용	
4	최영우	2023년 2학기	전입	신규임용	

<표 1-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 현황

(단위: 명, %)

기준일	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
2023. 09. 15	바이오 소재 과학과	전체	19	19	100	15	10	66				34	29	85
		외국인												
참여교수 대 참여학생 비율			483%											

<표 1-7> 교육연구팀 참여교수 지도학생(외국인) 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	해당없음					
2						
3						

2. 교육연구팀의 비전 및 목표

2.1 교육연구팀의 비전 및 목표

1) 교육연구팀의 필요성

□ 부산 초고령화 1호도시 진입, 실버세대 맞춤형 의료제품 수요 급부상

- 부산지역은 '노인' 과 '바다' 만 있는 도시로 불릴 정도로 고령화가 심화되어, 2021년 국내 초고령화 1호 대도시로 선정됨. 65세 이상 인구비율이 20%가 넘어 고령화지수가 180이며, 노인냄새, 고령다발성질병 증가, 투약오류, 병원접근성 저하 등 새로운 사회문제가 급증하고 있음
- 지역노인들은 해양환경에 지속적으로 노출되어 바다오염물질(미세플라스틱, 살충제, 환경호르몬 등)의 체내축적이 지속되어 만성질환의 발병을 심화시키고, 치료의 저해요인으로 작용하고 있음
- 고령인구의 급증에 따라 고령친화용 제품들이 다양하게 요구되고 있으며, 특히 병적인 노화에 기반한 노인다발성질환 맞춤형 치료용 의약품(현재, 1% 미만) 수요가 급증하고 있지만, 지역내 산업적 인프라는 건강을 개선하는 보조제(식품(13%), 용품(15%)) 개발에 치중하고 있어 지역사회문제의 해결에 도움이 되지 못하고 있음
- 최근, 부산지역 전체 고령친화산업 중에서 고령친화의약품산업의 사업체 수는 적지만 연평균 성장률이 14%로 2위이며, 세부 산업별 생태계 진단에서 효율성 중 생산성(3.17)이 가장 높고, 수익성(3.00)이 우수하며, 혁신성 중 창업률(2.67), 다양성(3.00), 성장률(2.83)이 우수한 것으로 진단되고 있어 향후 발전 가능성이 우수한 것으로 나타나고 있음

□ 지역내 발굴된 항노화소재와 4차산업 기술을 적용한 소재활용플랫폼의 혁신이 시급히 요구

- 부울경지역은 경남을 중심으로 항노화바이오산업 육성(22년까지 5579억원 투자)을 통해 다양한 종류의 항노화소재를 발굴·보유하고 있음. 하지만 이러한 소재들은 단순첨가나 공정과정으로 생산되는 화장품, 건강기능식품, 의약외품 등으로만 일부 활용되고 있고, 고부가가치를 창출하는 실버질환 치료용 임상신약개발 파이프라인으로 도약하지 못하고 있음
- 현재의 부산지역내 「바이오소재 활용플랫폼」을 기반으로한 의약품 비임상시험실시기관(GLP)이 전무한 실정이며, 대학이나 연구기관의 플랫폼은 소재발굴, 고부가가치화, 효능평가로 연계되는 초보적·전통적인 방식을 벗어나지 못하고 있어 경쟁력이 뒤쳐지고 있으며, 소재 활용에 막대한 자금과 시간이 요구되고 있어 한계점에 봉착한 상태임. 이러한 활용플랫폼 혁신을 통합예측기술 활용, 전문인력 양성, 국제네트워크 구축 등에 기반하여 시도한 사례는 전무한 상태임

□ 본 교육연구팀은 이러한 지역사회 요구와 지역산업 문제에 착안하여 「노인학에 기반한 바이오소재학」을 전문소양으로 하여 「실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신을 주도할 인재」를 양성할 수 있는 동남권 허브를 구축하고자 함

2) 교육연구팀의 종합연계(비전, 인재상, 목표, 교육, 연구) 방향

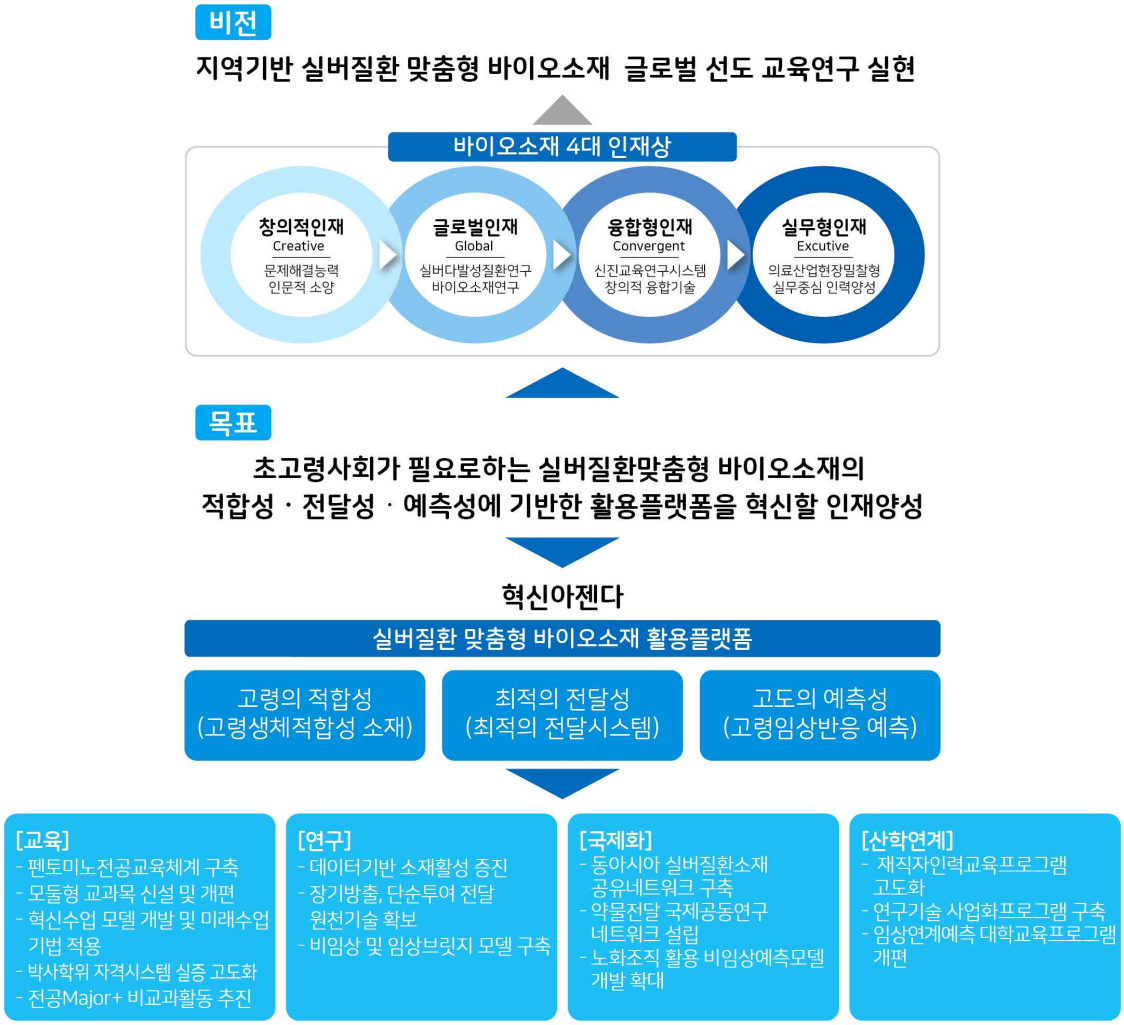
□ 교육연구팀의 혁신아젠다

- 부산지역에서 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼의 문제점을 기반으로 비전과 목표를 실현하기 위한 혁신아젠다로 **「고령의 적합성」, 「최적의 전달성」, 「고도의 예측성」**을 설정하여 추진하고자 함

아젠다 영역	설정의 과학적 근거 및 예시
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	-노화가 진행 중인 노령자의 생리학적, 대사학적, 해부학적 특성에 적합한 소재는 효능을 최대로 증진하고 잠재적인 부작용을 최소하기에 필수적임 예) 지속형 벤조디아제핀계, 삼환계 항우울제 등 잠재적 노인 부적절 약물로 보고됨
최적의 전달성 (최적전달시스템)	-고령자가 갖는 투약 순응도와 약물 흡수도 차이, 반복적으로 약물 투약, 의료 접근성 열악, 규칙적인 투약의 어려움 등을 고려한 약물전달체 개발 필요 예) 하이드로겔 제형 장기약물방출 소재는 1주일에 1회 약물투여 가능
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	-고령자는 갱년기 이후 생식기관련 질환이 다발하고, 체내 잔류형 오염물질이 증가하는 등 중년층과 다른 임상적 특성이 반응예측에 반드시 고려되어야 함 예) 잔류성유기물질, 살충제 등 축적은 고령자에서 20% 이상 증가

□ 교육연구팀의 종합연계 방향

- 교육연구팀의 비전은 바이오소재과학과의 4대 인재상(창의적인재, 글로벌인재, 융합형인재, 실무형인재)을 기반으로 지역사회의 문제를 반영하여 합리적으로 비전을 확립하고 이를 달성하기 위한 최적의 목표를 설정하고, 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 인력양성의 혁신아젠다를 기반으로 교육영역, 연구영역, 국제화영역, 산학연계영역의 세부추진 전략을 수행할 계획임



3) 비전, 인재상, 교육목표

○ 교육연구팀의 비전은 부산의 지역적인 요구와 사회적인 문제에 기반하여 **「지역기반 실버질환 맞춤형 바이오소재 글로벌 선도 교육연구 실현」**으로 합리적으로 설정함

○ 교육연구팀의 인재상인 ①**창의적인재**는 기존의 시스템에서 구축되지 않은 새로운 아이템을 창출하는 능력을 갖춘, 고령화시대에 당면한 보건분야문제를 실버세대가 선호하는 천연물 바이오소재를 이용하여 해결할 수 있는 인재, ②**글로벌인재**는 바이오소재분야에서 전 세계를 무대로 경쟁적으로 활동할 수 있는 학식이나 능력을 갖춘, 세계 실버세대의 당면한 문제성을 해결할 수 있는 인재, ③**융합형인재**는 고분자분야의 장점을 이용하여 바이오분야에 적용, 융합할 수 있는 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용 플랫폼을 혁신할 인재, ④**실무형인재**는 산학협력 과제 수행을 통하여 연구현장이나 산업현장에 바로 투입될 수 있는 실무업무를 체질화한 인재로 설정함

○ 교육연구팀의 목표는 초고령도시로 진입에 따른 지역적인 요구와 문제에 착안하여 「노인학에 기반한 바이오소재학」을 전문소양으로 하여 **「초고령사회가 필요로하는 실버질환 맞춤형 바이오소재의 적합성전달성예측성에 기반한 활용플랫폼을 혁신할 인재양성」**로 제시함

4) 영역별 목표

○ 교육영역

구 분		내 용
내역	아젠다영역	
정성적 목표	고령의 적합성	▸ 고령자의 신체적 특성에 대한 전문지식과 소재 빅데이터를 기반으로 고령자 적합소재 설계능력 배양
	최적의 전달성	▸ 노화의 생리적 조건에서 약물의 흡수・분포・배설에 대한 최적 약물전달 확립
	고도의 예측성	▸ 고령모델동물과 환자의 실험설계를 위한 환경 및 요인분석, 변인통제, 결과해석에 대한 전문성 향상
정량적 목표 (2027년 최종년도)		▸ 펜토미노 전공교육체계 구축 및 운영(1건) ▸ 혁신아젠다에 기반한 모듈형 교과목 신설 및 개편(30과목) ▸ 미래수업기법 적용한 대학원 혁신 수업강의(8과목) ▸ 인력양성 (석사-91명, 박사-49명, 신진연구인력-17명) ▸ 전공관련기관 취업률(90%)

○ 연구영역

구 분		내 용
내역	아젠다영역	
정성적 목표	고령의 적합성	▸ 데이터 기반 실버질환 맞춤형 바이오소재의 발굴・분석・응용을 통한 활용성 증진
	최적의 전달성	▸ 지속방출, 간편투여, 신속진단 매개 고령친화형 전달시스템에 대한 원천기술 확보
	고도의 예측성	▸ 고령의 생리적 반응을 정확히 예측 가능한 비임상 및 임상브릿지 모델체계 구축
정량적 목표 (2027년 최종년도)		▸ SCI급 논문 21편(JCR 분야별 상위 10%) ▸ 대학원생 연구역량 (1인당 논문환산편수: 0.160) ▸ 참여교수 연구역량 (1인당 논문환산편수: 1.975, 1인당 환산보정 IF: 0.174, 1인당 연구비수주: 370백만원)

○ 국제화영역

구 분		내 용
내역	아젠다영역	
정성적 목표	고령의 적합성	▸ 동아시아 소재뱅크와 연계된 실버질환소재 공유시스템 구축 및 운영
	최적의 전달성	▸ 고령자용 비침습형 및 국소치료용 약물전달시스템 국제공동연구 네트워크 설립
	고도의 예측성	▸ 선진국 노화조직은행과 연계된 비임상・임상예측모델 개발 확대
정량적 목표 (2027년 최종년도)		▸ 참여대학원생 해외연구실 공동연구(12건) ▸ 외국 연구소 및 대학과의 연구자 교류(13건) ▸ 참여교수의 국제공동연구(20건) ▸ 국외저명학자 초청강의(10건) 및 대학원생 국제학술대회발표(50건)

○ 산학연계영역

구 분		내 용
내역	아젠다영역	
정성적 목표	고령의 적합성	▸ 기업재직자의 전문성 및 학생 현장적응력 향상을 위한 인력양성교육프로그램 고도화
	최적의 전달성	▸ 지역내 실버질환 맞춤형 소재에 대한 연구기술 사업화프로그램 구축 및 운영
	고도의 예측성	▸ 비임상평가기관 및 임상시험기관 연계된 대학교육프로그램 개편
정량적 목표 (2027년 최종년도)		▸ 특허출원 및 등록(10건) ▸ 기술이전(200백만원) ▸ 지역산업 R&D지원(20건) ▸ 과학기술문제 대학원생 혁신과정(Innovation Course)(10건)

2.2. 교육연구팀 현재 및 세계 저명대학 벤치마킹분석결과와 연계한 교육연구팀의 미래목표

1) 교육영역

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>교육연구팀의
현 재
(최근 3년)</td><td>
▸ 실버질환 맞춤형 바이오소재 전공교육과정 편성체계로의 개편을 위해 지속적으로 노력해오고 있음
<table>
<tr><th rowspan="2">구 분</th><th rowspan="2">전문
소양</th><th colspan="4">전공전체</th><th rowspan="2">특화과목/
융합과목비</th></tr>
<tr><th>실버질환
기초과목</th><th>실버질환
특화과목</th><th>융합
과목</th><th>그 외
전공과목</th></tr>
<tr><td>과목수(이수학점)</td><td>2(6)</td><td>3(9)</td><td>9(27)</td><td>3(9)</td><td>23(69)</td><td>33%</td></tr>
</table>
▸ 학사관리를 실버질환 소재기반 체계로 운영하기 위하여, Lab인턴제(38명) 및 Lab로테이션(18명) 운영, 석사교육과정 설계제도(5명) 운영, 박사학위 자격평가 시스템(5명) 실증, 교육의 질 제고 활동 강화, 건강한 연구환경 조성프로그램(4건) 운영 등을 추진해오고 있음
▸ 교육과정의 충실성과 지속성 등 개선을 위하여, 대학원생 핵심역량진단 검사, 교육수요자 만족도 조사 등 평가, CQI 등을 수행하기 위해 노력하고 있음
▸ 본교 학부 졸업생 중 40% 정도가 대학원에 진학하여 우수대학원생을 성공적으로 확보하고 있으며, 이를 지원하기 위해 학술제 활성화, PNU-Star 등 다양한 장학지원, 해외명문대학 연수기회 제공, 석·박사 튜터링 프로그램 등을 지원하고 있음
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th>2020년</th><th colspan="2">2021년</th><th colspan="2">2022년</th><th>2023년</th></tr>
<tr><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th></tr>
<tr><td rowspan="2">석사과정</td><td>전체학생수</td><td>10</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>19</td></tr>
<tr><td>자대출신학생수(비율)</td><td>9(90%)</td><td>8(100%)</td><td>10(100%)</td><td>11(100%)</td><td>10(91%)</td><td>18(95%)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">박사과정</td><td>전체학생수</td><td>12</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>14</td><td>16</td></tr>
<tr><td>자대출신학생수(비율)</td><td>11(91%)</td><td>14(93%)</td><td>13(93%)</td><td>12(92%)</td><td>13(93%)</td><td>14(87%)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>세계저명대학의
벤치마킹</td><td>
▸ 고령의 적합성을 달성하기 위한 교과목 구성 벤치마킹
<table>
<tr><th>벤치마킹 대학</th><th>벤치마킹대학과의 주안점</th></tr>
<tr><td>Davis School of Gerontology, USC Leonard Davis (미국)</td><td>- 노화연구에 생물학, 정책학적인 다학제적 접근방식으로 학습
- 교과목 구성
■ 석사과정: 발달 및 노화의 생리학, 노인학, 노인통합학, 노화의 기술혁신,
■ 박사과정: 고령화사회, 건강과 노화, 생물노인학, 노화데이터분석, 노화분자유전학 등</td></tr>
<tr><td>Weldon School of Biomedical Engineering, Purdue University (미국)</td><td>- 천연 및 합성 재료가 생물학적 시스템과 상호 작용하는 방식에 중점
- 교과목 구성
■ 석사과정: 생체역학, 생체재료, 마이크로/나노유체, 바이오의약품 등
■ 박사과정: 생의학영상처리, 신호및시스템, 생의학운송기초, 생의학데이터과학의기초, 생체공학 등</td></tr>
</table>
▸ 바이오소재 활용플랫폼 혁신을 위한 유연한 학사운영 벤치마킹
<table>
<tr><th>벤치마킹 대학</th><th>벤치마킹대학과의 주안점</th></tr>
<tr><td>Olin College of Engineering (미국)</td><td>- 무전공으로 입학하여 바이오.재료공학 등 4개 분야로 융합교육 실시
- 캡스톤디자인 프로그램을 통해 현장중심 연구를 추진</td></tr>
<tr><td>Dept. Bioengineering, University of Washington (미국)</td><td>- 다학제 연구프로그램과 전공옵션제도 등의 유연한 학사시스템 운영
- 대학원 과정별 전공 옵션 선택하여 생명공학 전문인력 양성 성과 달성</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">▼</td></tr>
<tr><td rowspan="3">교육연구팀의
미래목표</td><td>고령생체적합소재
(신체적 적합성)</td><td>▸ 미래 실버질환의 고령환경수요에 능동적으로 대응 역량을 갖춘 실버질환 맞춤형 교육의 질적 고도화</td></tr>
<tr><td>최적전달시스템
(최적의 전달성)</td><td>▸ 병적노화질환에 최적화된 바이오소재 활용플랫폼 설계 및 개발능력을 가진 현장실무인재 교육과정 구현</td></tr>
<tr><td>고령임상반응예측
(고도의 예측성)</td><td>▸ 초고령자의 생체환경변화 예측을 기반으로한 바이오소재 혁신 기술을 함양한 초고도화된 전문인력양성 교육 구축</td></tr>
</table>

2) 연구영역

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>교육연구팀의
현 재
(최근 3년)</td><td>
▸ 세계수준의 연구성과: 고령의 적합성과 최적의 전달성에 기반한 원천기술 확보, 임상연계전략, 창의적 아이디어를 「안과용 순간접착제 세계최초 개발」 (Bioeng Transl Med, 2022), 「변비질환의 새로운 원인 세계최초 규명」(FASEB J, 2021) 등 우수성과를 도출해오고 있음
▸ 대학원생의 연구역량: 분야별 상위 10% 내 저널논문에 대표연구업적물 게재(7편), 학술대회 발표 및 수상(5건), 기술이전(2건) 및 특허등록(8건), 해외저명기관 연수지원(2건), 학술대회발표지원
</td></tr>
</table>

(40건), 국제공동연구 인프라지원(9건), 논문게재 성과급 지급, 연구논문 지원시스템 확립 등을 추진하였음

구 분	2020.09-2021.08	2021.09-2022.08	2022.09-2023.08
1인당 논문환산편수	0.201	0.224	0.146
1편당 환산보정 IF	0.097	0.197	0.080

▸ 참여교수의 연구역량: 정성적 성과는 소재원천기술 확보(22건), 비임상 기초연구 고도화(5건), 임상응용연구 확대(11건), 국제공동연구(9건), 인센티브제도 운영을 추진하였고, 정량적 성과는 JCR 상위 10%논문 12편, 1인당 환산편수 1.86, 1편당 환산보정 IF 0.22, 1인당 연구비수주 3.44억원, 1인당 특허등록 1.14건, 기술이전 175백만원을 달성하였음

구 분	2020.09-2021.08	2021.09-2022.08	2022.09.-2022.08
1인당 논문환산편수	1.759	1.704	1.792
1편당 환산보정 IF	0.136	0.296	0.158
1인당 연구비 수주액	363백만원	219백만원	338백만원

세계저명대학의 벤치마킹

▸ 융합연구지향 벤치마킹: Harvard University와 MIT(미국)
-Harvard-MIT Health Sciences and Technology 프로그램은 임상 및 공학 기술을 기반으로 혁신적인 의료기술 개발을 목적으로 하는 융복합 연구를 지향하는 프로그램임. 다학제간 소통을 기반으로 바이오소재 활용연구가 수행되며, 50년간 축적된 기초 연구를 기반으로 다양한 임상연구가 진행됨
▸ 현장중심연구 벤치마킹: University of California, Irvine (UCI)(미국)
-Pharmacology online program은 Johnson & Johnson과 같은 세계 최고 수준의 바이오 기업의 전문가 집단을 교육 프로그램에 참여시키고, JoVE와 같은 온라인 기반 저널을 활용하여 최신 약물전달기술에 관한 실용적인 연구 교육프로그램과 현장중심의 연구를 수행하고 있음
▸ 혁신의료기기 개발 벤치마킹: Yale University, Mayo Clinic, FDA (미국)
-Excellence in Regulatory Science and Innovation (CERSI) 프로그램은 혁신 의약품 또는 의료기기의 비임상과 임상에서의 결과를 수집하고 분석하여, 허가 또는 제품화 과정에서 발생하는 문제를 예측하고 연구과정에 반영하여 혁신 의료기술 개발을 촉진하는 목적으로 수행하고 있음

▼

교육연구팀의 미래목표

고령생체적합소재 (신체적 적합성)	▸ 실버질환에 응용 가능한 바이오소재 라이브러리 구축 및 운영
최적전달시스템 (최적의 전달성)	▸ 고령자 특화 약물방출시스템에 대한 연구중심 대학원 허브로 도약
고령임상반응예측 (고도의 예측성)	▸ 노화조건 비임상 및 임상모델을 이용한 연구의 토탈분석체계 구축

3) 국제화영역

구 분	내 용
교육연구팀의 현 재 (최근 3년)	▸ 교육의 국제화: 바이오소재관련 외국 연구소 및 임상시험관련 대학과 협력사업을 통한 인적교류(1건), 선진국(3건)과 개도국(2건)별 차별화된 인적 교류를 실시하였고, 대학원생 3명이 해외연구실에 방문하여 국제공동연구 3건을 수행하였고, PNU-Global Fellowship 등 수행하였음 ▸ 연구의 국제화: 참여교수들은 국제학술상 수상(3건), 국제학술대회 발표(9건), 국제학회 조직위원회 활동(2건), 국제저널 편집위 활동, 국제저널 리뷰활동, 해외 연구자와 학술협의, 해외전시참여 등의 활동을 적극적으로 수행하였음. 외국대학 및 연구기관과의 교류는 전문가 교류(3건), 국제공동연구(7건)을 수행하였고, 해외연구자 유치 및 초청은 해외연구자 초빙(4건), 박사후연구원 유치(3건-이집트, 인도, 호주), 저명학자 초청강의(6건)를 추진하였음 ▸ 주사기를 쓰지 않으면서도 효과적인 국소 약물전달기술 개발을 위해서, 미국국립보건원(NIH) 산하 미국 국립 알레르기 전염병 연구소(National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIAID)와 말라리아 백신 패치 개발에 관한 공동연구를 진행하고 있음
세계저명대학의 벤치마킹	▸ 연구기관간 교류시스템을 위한 벤치마킹: Harvard University(미국) - 미국 하버드 대학교는 국제 프로그램인 Trans-Atlantic Platform 프로그램에 참여하여 북미, 남미, 유럽 12개국이 속한 18개의 social science funder와 연합하여 국제적 인적 교류를 진행 중임 ▸ 우수인재 유치 벤치마킹: University of Kansas(미국) - 캔자스 대학교는 국제 공동연구를 위해서 international support services 시스템을 구축하여 7가지의 International student employment related services, 5가지의 travel related services 등 다양한 서비스를 통하여 해외 우수인재를 유치 중임 ▸ 연구인프라 공유 벤치마킹: 교토대학(일본) -인체질환모델 동물자원을 763개의 품종을 보유・공급기반 국제 공동연구 수행

▼

교육연구팀의	고령생체적합소재	▸ 실버질환 맞춤형 소재 공유시스템의 선진국으로 확대

미래목표	(신체적 적합성)	
	최적전달시스템 (최적의 전달성)	▸비침습형 및 국소치료용 약물전달시스템에 대한 국제공동연구의 고도화
	고령임상반응예측 (고도의 예측성)	▸산업화 환경에서 노인성 질환맞춤형 소재의 임상반응(치료, 잔류, 독성 등) 예측에 대한 국제적 전문성 확립

4) 산학연계영역

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>교육연구팀의
현 재
(최근 3년)</td><td>▸실버질환 맞춤형 바이오소재에 대한 과학기술・산업・사회문제 해결과 관련된 교육프로그램으로 교육과목(8건)을 개편・신설하였고, BiSiDi챌린지 논문연구교과목(10건)을 개편・운영하였으며, 비교과프로그램은 Innovation Course(4건)와 산학워크샵 및 초청세미나를 수행하였고, 사회문제 해결을 위한 학생모니터링단(2건)을 운영하고 있음
▸산업사회에 대한 기여도: 기업현안 해결, 미래감염병 기술개발, 일자리 창출, 미래글로벌 대응, 학문의 대중화/개방화에 기여해오고 있음
<table>
<tr><th>구분</th><th>기술자문</th><th>공동연구</th><th>재직자교육</th></tr>
<tr><td>운영실적</td><td>9건</td><td>5건</td><td>5건</td></tr>
</table>
▸소재기업 및 전달시스템기업과 공동연구 수행, 소재특허등록, 전달기술이전 등 산학연계프로그램이 성공적으로 운영되고 있음
<table>
<tr><th>구분</th><th>기업공동과제 실적</th><th>특허등록</th><th>기술이전</th><th>산학워크샵・
초청세미나</th></tr>
<tr><td>운영실적</td><td>3건</td><td>2건</td><td>180백만원(6건)</td><td>4건</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>세계저명대학의
벤치마킹</td><td>▸기업과 상호협력 벤치마킹: 듀크대, 노스캐롤라이나대, 노스캐롤라이나주립대
- RTP내에 65개 스타트업을 위한 기술이전 등 대학과 기업의 상호협력 활성화
- 220개 유치기업에 대한 연구, 투자유치, 기술자문 등에 대한 대학의 맞춤형 컨설팅
▸기업과 공동연구 벤치마킹: University of California, San Diego(UCSD)(미국): Enabling linking structure
<table>
<tr><th>명칭</th><th>교류증진</th><th>활용성 높은 연구촉진</th><th>연구 결과의 사업화</th></tr>
<tr><td>UCSD
CONNECT</td><td>연구자, 기업가 등 혁신 주체간 파트너십 증진</td><td>자문교수들간의 네트워크를 통해 신규 연구프로젝트 개발과 방향 설정지원</td><td>지적재산권보호, 특허, 기술혁신 등에 관한 교과과정, 세미나 개최 등</td></tr>
</table>
▸기술지원 및 교육 벤치마킹: 헬싱키 기술대학(핀란드)
- ①첨단 기술부문 고급인력자원 교육 및 개발, ②산업계가 필요로하는 특수기술부문의 인력공급, ③산업계와 공동연구 수행을 바탕으로 한 산학 연계관계 구축, ④실습중심의 교육으로 학생 및 연구원의 첨단기술 창업지원 등의 역할 수행</td></tr>
<tr><td colspan="2">▼</td></tr>
<tr><td rowspan="3">교육연구팀의
미래목표</td><td>고령생체적합소재
(신체적 적합성)</td><td>▸실용화 중심대학원을 지향점으로 지역내 실버질환 맞춤형 의약품 및 의료기기 기업의 현장밀착형 지원을 위한 ‘실버질환소재허브’ 구축</td></tr>
<tr><td>최적전달시스템
(최적의 전달성)</td><td>▸실버질환 맞춤형 소재에 대한 산학연의 창의적・자율적 지역협력생태계 조성을 위한 「실버질환 특화 지역혁신 선도연구센터(RLRC)」 유치</td></tr>
<tr><td>고령임상반응예측
(고도의 예측성)</td><td>▸부울경 지역 의료기업과 연합으로 “노인성질환 특화 의료 솔루션” 추진으로 산학연협력의 거점으로 도약</td></tr>
</table>

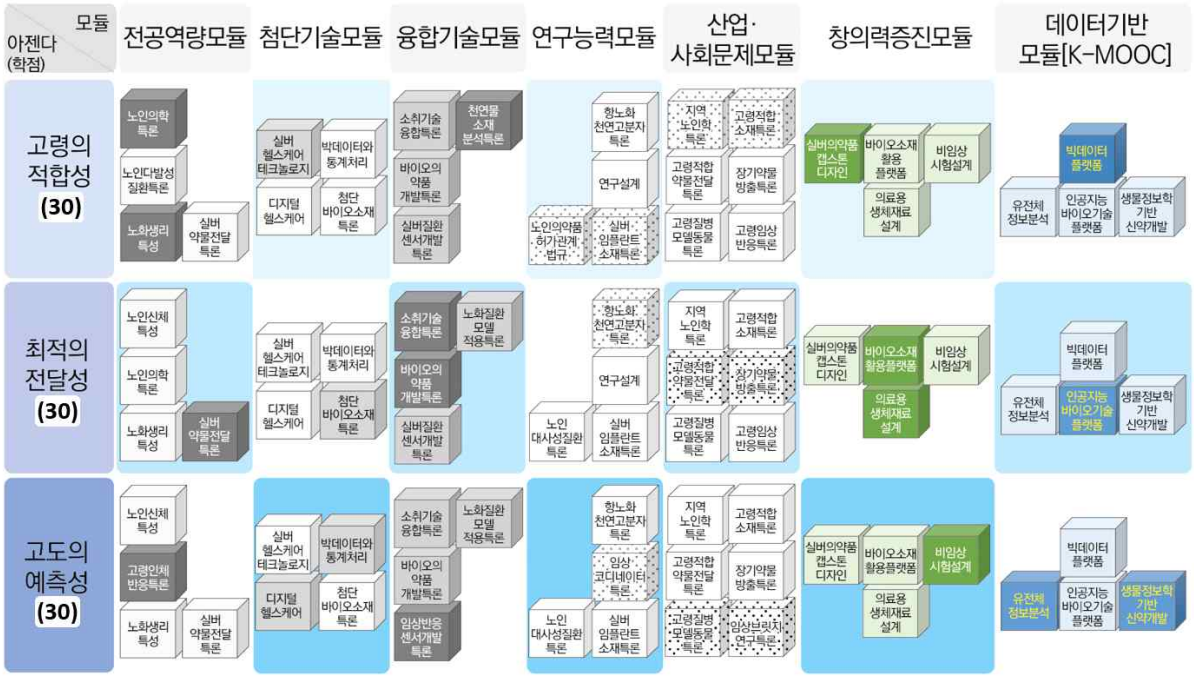
2.3. 교육연구팀의 대표적인 미래목표에 대한 달성방안

□ 교육의 미래목표 달성방안: 고령소재 활용플랫폼 혁신을 위한 펜토미노 전공교육체계 구축 및 운영

- 펜토미노란 정사각형을 연결해서 만든 퍼즐로, 퍼즐조각(모듈)들을 모아서 직사각형(교육과정)을 온전히 채울 수 있는 성질을 빗대어 부산대학교만의 차별화된 모듈형 교육과정을 상징함. 펜토미노 전공교육체계는 기존학과의 경직된 교육과정을 신산업 수요를 반영한 모듈형 교육과정인 「펜토미노 전공교육체계」로 개편하여 학생과 산업체의 요구에 대응하는 유연한 전공교육체계로 교육과정의 전문성 및 유연성을 확보하는 교육과정임.
- 전공교육체계는 3개 혁신아젠다(고령의 적합성, 최적의 전달성, 고도의 예측성)에 기반하여 7개 모듈(전공역량, 산업직무역량, 첨단기술, 융합기술, 연구능력, 창의력증진, 데이터기반)로 개편하고, 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인재양성에 부합하는 새로운 교과목 30개를 신설 및 개편하여 운영하고자 함.
- 실버질환맞춤형 전문인력양성을 위한 펜토미노 전공교육과정을 수립하고, 이러한 교육과정과 학사제도의

지속적인 평가와 개선을 위한 교육과정의 질 관리와 환류시스템을 구축하고자 함

-「실버질환맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인력양성 프로그램」 운영평가 및 환류체계는 진단►운영►평가►환류로 구성되어 있으며, 진단단계에서는 「대학원생 핵심역량진단」과 「석.박사학습 컨설팅」을 통하여 대학원생의 역량을 명확히 진단하고, 다양한 교육과 연구 활동을 수행한 후 평가를 통하여 「전공교육혁신지수」을 도출하고, 이를 기반으로 CQI와 지수관리를 통한 환류 및 개선시스템을 확립하여 운영하고자함



□ 연구의 미래목표 달성방안: 반복투여와 의료접근성 개선을 위한 지속약물방출 원천기술 개발

- 노령 인구의 신체적 사회적 특성을 고려하여, 다양한 약물을 순간적으로 캡슐화하고 고농도로 담지된 약물을 천천히 방출할 수 있는 “지속약물방출과 관련된 원천 기술 및 소재 개발”을 핵심 연구주제로 설정할 예정임. 또한, 의료시설에 접근성이 떨어지는 노령 인구들을 위해서 패치처럼 환자 스스로 약물의 투여가 가능하면서도 주사제만큼 효과적으로 약물을 전달할 수 있는 혁신 약물전달시스템 개발도 진행하려고 함
- 이를 위해, 교육연구팀의 3대 혁신아젠다(고령의 적합성, 최적의 전달성, 고도의 예측성)에 기반하여 실버질환에 응용 가능한 바이오소재 라이브러리 구축(약물전달체용 생체고분자, 항노화 및 항산화 약물), 고령자 특화 약물방출시스템 개발(지속방출형 주사제, 자가부착 패치제), 최종적으로 노화조건 비임상 및 임상모델을 이용하여 약물방출 기술의 안전성과 유효성을 검증하여, 약물전달 및 바이오소재 분야 JCR 1% 이내의 연구성과를 창출할 예정임. 특히, 연구 초기부터 임상연구자가 개발에 참여하여 환자로부터 얻은 생체시료를 연구에 활용함으로써, 임상연구로의 확장성과 연구의 파급력을 증대시킬 예정임. 또한, 전략적으로 국제 연구대상을 선정하여 공동연구를 진행함으로써, 대표 연구의 질적 우수성을 향상시킬 예정임. 일례로 미국 국립보건연구원(NIH) 산하 감염병연구소(NIAID)와 임상에 들어가 있는 백신을 제공받아 장기면역력을 달성할 수 있는 백신패치를 공동연구하고 있음
- 지속약물방물 기술의 구체적인 전략으로, 신체 내 존재하는 생체고분자를 화학적으로 개질하여 빛으로 순간적으로 약물을 고분자 내부에 캡슐화시키고, 이러한 광가교도를 조절하여 2주 이상의 약물방출 성능을 보이는 혁신 약물전달 소재를 개발하려고 함. 세부적으로는 ①생체 내 안전성과 물리적 기계적 특성을 분석하여 약물전달에 적합한 생체고분자 소재 스크리닝, ②실버질환에 효과를 보이는 항노화 및 항산화 약물을 캡슐화 할 수 있는 광가교 기반 약물전달체 구조 설계 및 합성, ③주사 가능한 지속방출제형 제작 및 약물방출능 평가, ④노령 모델을 이용한 지속약물전달능 평가를 진행할 예정임. 최종적으로 노인다발성 질환에 장기방출이 가능한 소재를 적용함으로써, 기존 약물전달체계와 성능 비교를 통해 원천기술을 증명하고자 함

4단계 BK21 사업

Ⅱ. 교육역량 영역

※ 교육역량 영역 부문의 항목은 기본적으로 '교육연구팀' 단위를 기준으로 작성하며, 세부 항목별로 특정 기준이 제시된 경우 이에 준하여 신청서를 작성

Ⅱ. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

1) 교육연구팀의 현 교육과정과 학사관리

○ 본 교육연구팀은 2020년부터 「실버질환 맞춤형 바이오소재 전문인력 양성」을 위한 전공교육과정을 혁신적으로 개편하고, 교육프로그램의 질 제고를 위한 학사운영을 지속적으로 추진해오고 있음

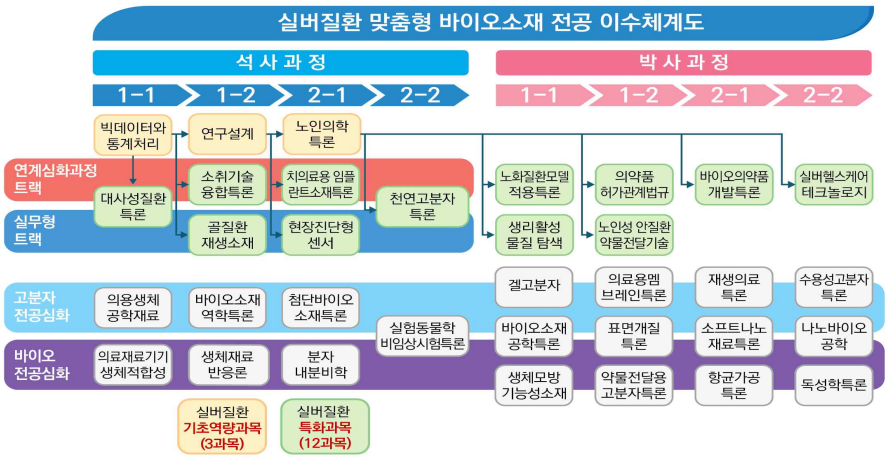
□ 교육연구팅의 교육과정 구성 현황

○ 실버질환 맞춤형 전공교육과정 편성체계로 개편

- 2020년부터 실버질환 맞춤형 바이오소재 이수학점체계를 구축하기 위하여 전공교육과정을 기초역량·특화역량으로 구분하고 신규교과목을 개설하여 운영하고 있음

학위과정	수료학점 요건			실버질환 바이오소재 맞춤형 교과목		
	전공	논문연구	총 학점	기초역량 (3과목)	특화역량 (12과목)	
석사	18학점 이상	6학점	24학점 이상	· 빅데이터와 통계처리 · 연구설계 · 노인학 특론	· 생리활성물질탐색 · 골질환 재생소재 · 천연고분자특론 · 소취기술융합특론 · 실버헬스케어 테크놀로지 · 현장진단센서	· 노화질환모델적용특론 · 의약품 허가관계 법규 · 바이오의약품개발특론 · 대사성질환특론 · 치의료용 임플란트소재특론 · 노인성 안질환 약물전달특론
박사	27학점 이상	9학점	36학점 이상			
석·박사 통합	48학점 이상	12학점	60학점 이상			

- 대학원의 석사, 박사교육과정을 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력을 양성하기 위하여, 연계심화과정, 실무형트랙, 고분자전공심화, 바이오전공심화 트랙으로 분류하여 「이수학점 체계도」구축하여 운영하였고, 대학원생의 진로설계를 체계적으로 지원하고 있음



○ 부산대 대학원 5대 핵심역량과 전공교과목의 연계체계 수립

- 통섭형 창의인재 양성을 위한 부산대학교 대학원 5대 핵심역량을 전공교과목과 연계하여 편성함으로서 교육연구단의 교육목표와 비전에 부합한 교육체계를 수립하여 운영해오고 있음

개설과목	부산대학교 5대 핵심역량				
	통섭적 지식탐구역량	창의적 지식활용역량	공생적 리더역량	글로벌 연구역량	사회적 리더역량
노인의학특론	O		O		O
노화질환모델적용특론	O	O		O	
바이오의약품개발특론	O	O		O	
소취기술융합특론	O			O	O
생리활성물질탐색		O		O	O
실버헬스케어테크놀로지	O	O		O	
대사성질환특론		O	O	O	

의약품허가관계법규				O	O
현장진단형센서		O			
골질환 재생소재	O	O			O
빅데이터와 통계처리		O	O	O	O
천연고분자특론	O	O			
치의료용임플란트소재특론			O	O	O
연구설계	O	O	O		O
노인성안질환약물전달특론		O	O		

○ 전공교과목의 기초/심화/융복합분야로 분류체계 확립

- 기존 전공교과목을 기초과목(3개)과 특화 과목(12개)으로 분류하고, 특화과목은 천연물소재발굴, 융합기술, 효능평가, 노화질환으로 분류체계를 수립하여 운영하고 있음



- 지역 내 의·생명 관련 산업체와 밀착된 연구수요를 파악하여 산업체에서 요구하는 실무형인재를 양성하기 위해 산학 연계교육 교과목을 균형적으로 편성하여 운영하고 있음

구분	산학연계				그 외 교과목	총계
	생명과학분야	소재과학분야	실버맞춤형분야	총교과목		
과목수	2 (효소학특론, 생물신소재공학특론)	5 (기능성분리막, 겔고분자, 항균가공특론, 표면개질특론, 의료용멤브레인 특론)	4 (생리활성물질탐색, 바이오의약품개발특론, 의약품 허가관계법규, 노인성 안질환, 약물전달특론)	11	29	40
비율	5%	12.5%	10%	27.5%	72.5%	100%

○ 대학원 혁신수업모델 개발 및 적용

- 4차 산업혁명 시대를 열어갈 학습자들의 다양한 학습요구를 반영해 다양한 방식의 수업방법(PBL, TBL, BL 등)을 구현할 수 있는 대학원 혁신수업모델 개발하여 과목에 적용하였음

혁신수업모델	담당교수	적용수업	내용
초학문사전 (Trans disciplinary-pedia)	서성백	치의료용 임플란스트 소재특론 (2022년 1학기)	• 온라인으로 학습가능한 형태의 혁신적인 수업모델 • 온라인플랫폼을 활용한 학생주도적인 학습을 유도함 • 초월학문적인 정보와 지식을 생성하면서 팀별과제를 수행
학습자중심의 Flipped Learning 교수법	황대연	소취기술융합특론 (2021년 2학기)	• 학습자가 온라인 기반 영상자료를 통하여 선행학습을 실시하고 이를 창의적 심화과정으로 발전시키는 수업모델 • 온라인플랫폼을 활용한 주제발굴 및 팀별과제 수행 • 문제해결 토론을 통한 문제해결력과 창의력 증진

□ 교육연구팀의 학사관리 운영 현황

○ 학부-대학원 연계 프로그램 운영 현황

- 하계와 동계방학 기간 동안 「Lab 인턴프로그램」을 실시하여 참여교수의 연구 지도를 통하여 체계적인 가이드를 통하여 대학원 진로를 유도하고, 이를 교과과정에 반영한 「Lab 로테이션」을 캡스톤 교과목으로 시범 운영하였음

연도	LAB인턴프로그램		
	2020년	2021년	2022년
참여학생수(명)	12	21	14

○ 연계심화 및 실무형 석사교육과정 설계제도 실증 운영 현황

- 학생중심의 석사교육과정 플랫폼을 「연계심화과정 플랫폼」과 「실무형인재양성 플랫폼」으로 세분화하여 2021년부터 운영함으로서 진로설계를 종합적이고 체계적으로 지원하고 있음

연계심화과정 플랫폼				실무형인재양성 플랫폼			
성명	지도교수	교육과정	이수과목	성명	지도교수	교육과정	이수과목
설아윤 (2022년 입학)	황대연	연계심화	첨단바이오소재특론 등 7과목	이지안 (2021년 입학)	양승윤	실무형 인재양성	의료재료와기기의 생체적합성 등 11과목
송희진 (2022년 입학)	황대연	연계심화	바이오의약품개발특론 등 7과목	강수빈 (2021년 입학)	양승윤	실무형 인재양성	치의료용임플란트 소재특론 등 9과목
				노유정 (2022년 입학)	황대연	실무형 인재양성	천연고분자특론 등 7과목

○ 박사학위 자격평가시스템 실증 운영 현황

- 박사과정의 질적고도화를 위하여 평가 커미티를 구성하여(인원 3명: 바이오 1명, 소재 1명, 외부 1명) 일관된 지도체계를 갖추어 졸업까지 연1회 실시하여 체계적으로 학생을 지원하고자 함

성명	논문주제	지도교수	내부위원 외부위원(소속)	발표일자
김민재 (박사수료)	Effects of Pregnenolne and its Relationship with Estrogen Receptor on Breast Cancer	안범수	안범수, 양승윤 김명후 (부산대,동물생명자원과학과)	21.07.07 22.04.21
김소담 (박사수료)	Development of biodegradable hyaluronic acid microgels for injectable local drug delivery system	양승윤	양승윤, 안범수 김근영 (부산대병원,핵의학과)	21.07.12 22.05.06
김다솜 (박사과정)	Development of exsosome containing progesterone to prevent premature birth	안범수	안범수, 양승윤 조성근 (부산대,동물생명자원과학과)	21.07.07
김소영 (박사과정)	Prediction of breast cancer using exosome	안범수	안범수, 양승윤 정의만 (부산대,분자생물학과)	22.04.21
이혜선 (박사과정)	Dural repair induced by bone regeneration using photocurable glue	양승윤	양승윤, 안범수 신명준 (부산대병원,재활의학과)	21.07.02 22.05.09

○ 교육의 질 제고 활동 현황

- 전공교육에 대한 질을 제고하기 위하여 대학원 교과목을 전임교원이 전담하도록 시행하고 있으며, 석박사 과정생들의 졸업요건을 학과지침으로 확립하여 강화해오고 있음

참여교수	전임교원 전담과목명	과목수	전임교원전담율
황대연	•노인의학특론 •소취기술융합특론 •노화질환모델적용특론 •바이오의약품개발특론 •실험동물학 및 비임상시험특론	5	100%
안범수	•생리활성물질탐색 •대사성질환특론 •실버헬스케어 테크놀로지	3	100%
양승윤	•현장진단형센서 •골질환 재생소재	2	100%
서성백	•빅데이터와 통계처리 •천연고분자특론 •생체모방기능성소재 •치의료용 임플란트소재 특론 •연구설계	5	100%

○ 대학원생 건강한 연구환경조성 프로그램 운영 현황

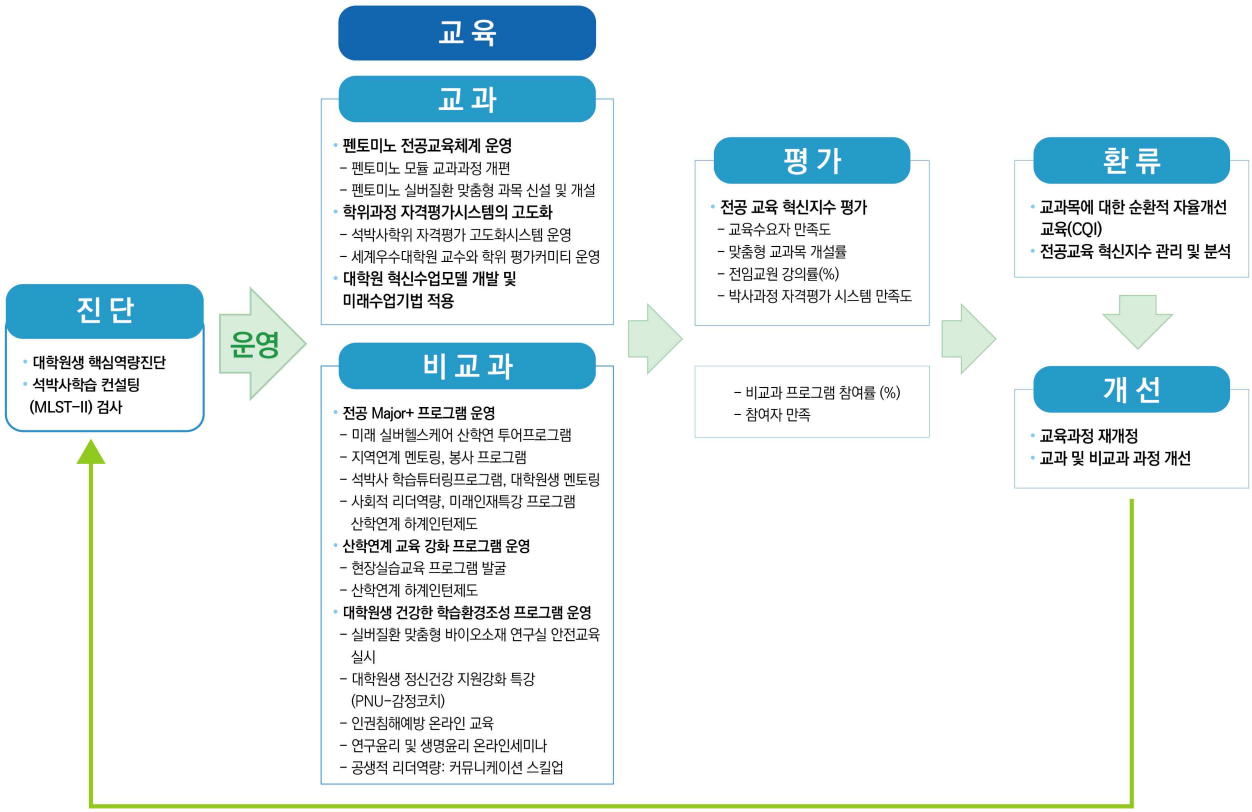
- 대학원생의 학교생활에 성공적으로 적응하고, 교육 및 연구활동에 전념할 수 있는 건강한 연구환경을 조성하기 위하여 지원하는 프로그램을 성공적으로 운영하였음

참여학생	프로그램명	프로그램 주제	운영기간
임상구외 6명	연구윤리	생명윤리/IRB연구윤리	21.02.22
김소영외 1명	대학원생 정신건강 지원 강화 특강 PNU 감정코치	스트레스와 상처, 효과적인 감정조절, 상처를 치유하는 방법, 나와의 관계를 회복하는 방법	22.05.26
김민재	사회적 리더역량, 미래인재특강 프로그램	Amazon의 성장원리와 일하는 방식, 미래인재와 성장	22.06.09
참여대학원생 전원	인권침해예방 온라인 교육	건강한 연구환경 조성을 위한 인권침해예방교육	22.03-23.02

2) 교육과정의 충실성과 지속성

□ 교육과정 평가 및 환류체계 구축

○ 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 전문인력을 양성하기 위한 교육과정에 대한 충실성과 지속성을 확보하기 위해 진단→운영→평가→환류→개선으로 이어지는 환류체계를 구축하여 운영 중임



□ 환류체계의 운영

○ **진단**: 대학원생의 역량과 현재 학습상태 등을 명확히 진단하기 위하여 「대학원생 핵심역량진단」과 「학습컨설팅(MLST-II)검사」를 매년 실시하고 있으며 지속적으로 확대할 계획임

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>운영현황</td><td>▸ 대학원생 핵심역량진단: 2021년부터 대학원생의 역량을 부산대학교 대학원 5대 핵심역량과 연계하여 분석해오고 있음
<table>
<tr><th>구분</th><th>통섭적 지식탐구 역량</th><th>창의적 지식활용 역량</th><th>공생적 리더역량</th><th>글로벌 연구역량</th><th>사회적 리더역량</th><th>핵심역량 전체</th></tr>
<tr><td>2021년 1학기</td><td>3.89</td><td>3.63</td><td>4.13</td><td>3.71</td><td>3.62</td><td>3.81</td></tr>
<tr><td>2021년 2학기</td><td>4.13</td><td>3.81</td><td>4.22</td><td>3.79</td><td>3.82</td><td>3.95</td></tr>
<tr><td>2022년 1학기</td><td>3.61</td><td>4.00</td><td>3.47</td><td>3.78</td><td>3.56</td><td>3.39</td></tr>
<tr><td>2022년 2학기</td><td>4.11</td><td>3.72</td><td>3.91</td><td>3.80</td><td>3.40</td><td>3.79</td></tr>
</table>
▸ 대학원생 학습컨설팅(MLST-II)검사: 대학원생의 학습능력, 심리행동 등에 대한 특성을 분석하여 성공적인 대학원 생활을 위한 자료로 활용해오고 있음
<table>
<tr><th>구분</th><th>일시</th><th>참여학생</th><th>참여율(%)</th><th>검사방법</th></tr>
<tr><td>2021년 1학기</td><td>2021.07.12</td><td>석사과정: 5명
박사과정: 4명</td><td>100</td><td>모바일/앱</td></tr>
<tr><td>2021년 2학기</td><td>2022.06.03</td><td>석사과정: 5명
박사과정: 4명</td><td>100</td><td>모바일/앱</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>추진계획</td><td>▸ 대학원생 맞춤형 진단시스템을 세분화하여 운영할 계획임
- 대학원생 진단 검사 실시 및 분석
- 대학원생의 역량 및 현재 학습상태 진단 결과를 환류체계 담당교수가 상담
- 대학원생 맞춤형 교과·비교과 교육과정 방향 제시</td></tr>
</table>

○ **평가**: 교육프로그램의 운영결과를 평가하여 객관적인 결과를 확보하기 위하여 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신에 대한 「전공교육 혁신지수」를 도출하여 평가를 시행해오고 있으며 지속해서 확대할 계획임

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>운영현황</td><td>▸ 전공교육 혁신지수: 교육수요자 만족도(PCSI), 맞춤형 교과목 개설률, 전임교원 강의율(%), 박사과정 자격평가시스템 만족도 등을 포함하는 혁신지수를 개발하여 운영 중임
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2020년</th><th>2021년</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>교육수요자 만족도</td><td>-</td><td>-</td><td>11.09</td></tr>
<tr><td>맞춤형 교과목 개설률</td><td>-</td><td>17.78</td><td>13.33</td></tr>
<tr><td>전임교원 강의율</td><td>-</td><td>15.00</td><td>15.00</td></tr>
<tr><td>석사과정 설계제도 참여자 만족도</td><td>-</td><td>6.00</td><td>9.00</td></tr>
<tr><td>박사과정 자격평가 시스템 만족도</td><td>-</td><td>8.50</td><td>9.00</td></tr>
<tr><td>비교과 과목 참여율</td><td>-</td><td>10.95</td><td>13.65</td></tr>
<tr><td>비교과 과목 참여자 만족도</td><td>-</td><td>11.00</td><td>12.67</td></tr>
<tr><td>산출법</td><td colspan="3">교육수요자 만족도 * 15% + 맞춤형 교과목 개설률 * 20% + 전임교원 강의률 * 15% + 석사과정 설계제도 참여자 만족도 * 10% + 박사과정 설계제도 참여자 만족도 10% + 비교과 과목 참여도 * 15% + 비교과 과목 참여자 만족도 * 15%</td></tr>
</table>
▸ 교육수요자 만족도(PCSI): 2022년부터 대학원생들을 대상으로 교육 분야 5개 지표 및 종합만족도를 조사하여 반영해오고 있음
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>종합만족도</td><td>73.9</td></tr>
<tr><td>• 교육서비스 만족도 및 개선점</td><td>76.7</td></tr>
<tr><td>• 교육과정 및 학사관리 만족도 및 개선점</td><td>76.0</td></tr>
<tr><td>• 지도교수 만족도</td><td>79.2</td></tr>
<tr><td>• 교육환경 만족도 및 개선점</td><td>72.5</td></tr>
<tr><td>• 학사제도 만족도 및 개선점</td><td>72.5</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>추진계획</td><td>▸ 펜토미노 전공교육체계에 대한 평가가 반영하도록 전공교육 혁신지수를 개선할 계획임.
- 펜토미노 7개 역량모듈에 대한 만족도 및 개선점을 평가
- 펜토미노 실버질환 맞춤형 신설과목 개설에 대한 만족도 및 개선점을 평가
- 펜토미노 신설과목 개설에 미래수업기업이 매칭되게 적용되었는지 평가</td></tr>
</table>

○ **환류 및 개선**: 평가 결과를 기반으로 체계적인 환류시스템을 운영하기 위하여 교과목에 대한 「순환적 자율개선교육(CQI)」을 실시하고, 교육프로그램 전체에 대한 「전공교육 혁신지수」를 도출하여 지속적으로 전공교육의 질적 고도화를 유도하고자 함

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>운영현황</td><td>▸ 순환적 자율개선교육(CQI): 대학원생을 대상으로 전체수강과목에 대한 강의평가와 교과목에 대한 수강자 의견을 기반으로 CQI보고서를 작성하여 강의 성찰 및 개선계획을 지원해오고 있음
<table>
<tr><th rowspan="2">교과구분</th><th colspan="4">입력과목/대상과목=입력실적(%)</th></tr>
<tr><th>2021년 1학기</th><th>2021년 2학기</th><th>2022년 1학기</th><th>2022년 2학기</th></tr>
<tr><td>전공</td><td>100%(8/8)</td><td>100%(8/8)</td><td>100%(7/7)</td><td>100%(7/7)</td></tr>
</table>
▸ 전공교육 혁신지수: 도출된 전공혁신지수를 매년 산출하여 교육과정의 충실성과 지속성을 유지할 수 있도록 운영해오고 있음
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2021년</th><th>2022년</th><th>2023년</th></tr>
<tr><td>• 전공교육 혁신지수</td><td>-</td><td>69.23</td><td>72.65</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>추진계획</td><td>▸ 「전공교육 혁신지수」향상 계획: 교육연구팀의 교육과정의 충실성과 지속성을 적절히 반영할 수 있도록 혁신지수를 운영하며, 매년 5% 이상의 지수 증가를 목표로 혁신을 추진해나갈 계획임
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2024년</th><th>2025년</th><th>2026년</th><th>2027년</th></tr>
<tr><td>• 전공교육 혁신지수</td><td>76</td><td>79</td><td>83</td><td>87</td></tr>
</table>
▸ 순환적 자율개선교육을 지속적으로 전체 대학원 수강과목에 적용하여 교육연구팀의 비전과 교육목표을 달성하는 중요한 전략으로 활용하고자 함. 입력실적 100%를 계속 유지하고자 함</td></tr>
</table>

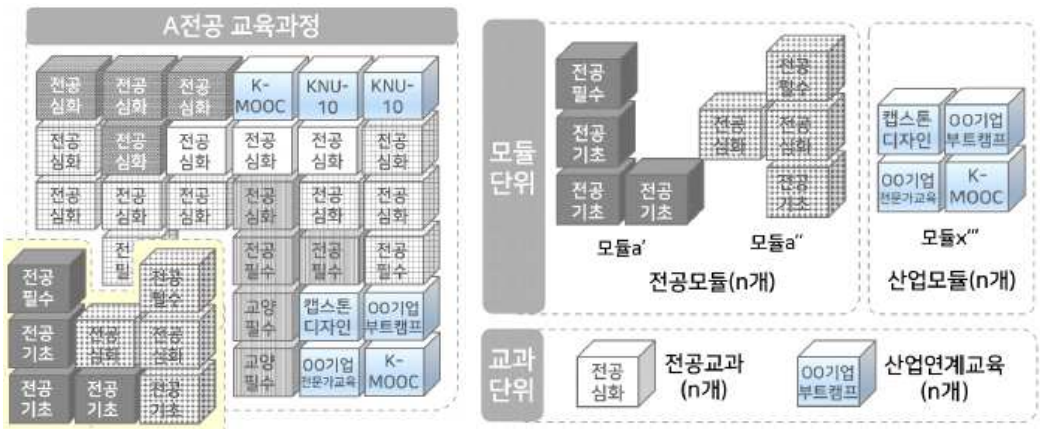
3) 세계적 수준의 대학원 교육과정과 학사관리 운영계획

□ 교육연구팀 현 교과과정 장단점

구 분	내 용
교육과정 구성의 장단점	▸ 이전의 중점특화분야가 없는 교육과정은 2020년부터 실버질환 맞춤형 바이오소재로 특화하기 위한 개편이 성공적으로 진행되었고, 개편된 과목들은 특화 분야 인력양성을 위한 전문내용을 충실히 반영하고 있음. 하지만, 개편된 트랙중심의 전공교육과정은 학생요구와 신산업의 수요에 유연하게 대응하기 힘든 구조를 가지고 있어서, 유연성과 전문성을 가진 모듈형 교육과정(교육과정을 모듈단위로 구성하여 퍼즐을 맞추는 것처럼 모듈을 조합하여 교육과정의 전문성 및 유연성을 확보 가능)으로 개편이 시급히 요구됨 ▸ 현재 교과과정은 실버질환 맞춤형 바이오소재 인력양성을 위해 설계되었으나, 미참여 교수들이 주로 강의하고 있는 고분자소재 전공과목이 잔존하여 실제 본 교육연구팀 추진 목표에 부합하는 교과 비율은 60% 정도에 그치고 있어 전체 전공 교육프로그램을 모든 교수가 참여하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 분야로 혁신적으로 개편할 필요가 있음 ▸ 온라인 플랫폼을 활용한 학생주도적인 학습을 통해 학생과 교수간의 다양한 상호작용을 유도하는 혁신적인 수업모델이 성공적으로 개발되고 적용되어오고 있음
학사관리 운영의 장단점	▸ 교육과정의 평가 및 환류를 위한 기본적인 체계가 구축되어 질 제고를 위한 노력이 매우 우수함 향후 확립될 「전공교육 혁신지수」의 관리를 통하여 교육과정의 충실성과 지속성을 확보하는 노력이 필요함 ▸ 선진대학의 벤치마킹을 통한 석사과정 교육과정 설계제도와 박사학위 자격평가 시스템이 성공적으로 도입되어 운영되고 있음. 하지만 세계적 수준으로 향상을 위해 세계저명대학 교수를 적극적으로 참여시켜 졸업논문의 질적 향상을 유도할 필요가 있음 ▸ 학부-대학원 연계 프로그램인 「Lab 인턴프로그램」, 「Lab 로테이션」등이 성공적으로 운영되고 있어 자대생 40%가 대학원에 진학하고 있지만, 해외학생유치를 위한 노력이 지속되고 있음에도 유치가 성공적이지 못한 단점이 있음

□ 대학원 교육과정 구성계획

○ 펜토미노 전공교육체계 구축 계획

구 분	내 용
개 요	▸ 펜토미노란 정사각형을 연결해서 만들 퍼즐으로, 퍼즐 조각(모듈)들을 모아서 직사각형(교육과정)을 온전히 채울 수 있는 성질에 빗대어 부산대학교만의 차별화된 모듈형 교육과정임 ▸ 퍼즐조각은 전공모듈, 혹은 특정 역량모듈을 의미하고, 온전한 직사각형은 학생이 이수할 수 있는 단일전공, 혹은 융합전공의 전체 교육과정을 의미함  ▸ 학생과 신산업수요에 대한 유연성이 부족했던 기존 전공트랙 중심의 교육과정을 유연성과 전문성을 배양시킬 모듈형 교육과정인 '펜토미노 전공교육체계'로 개편하여 신설 교과과정을 구성하고, 실버질환 맞춤형 바이오소재 교과과정의 이수체계 확립하고자 함 ▸ 학문, 산업, 능력 간 연계 등 상관관계가 높은 교육과정을 모듈단위로 구성하고 퍼즐을 맞추는 것처럼 모듈을

조합하는 형태로 모듈형 교과과정으로 개편하고자 함

▸ 학생, 산업체의 요구에 유연하게 대응하고, 지역산업문제 해결능력을 함양하기 위한 7개 모듈(전공역량, 첨단기술, 융합기술, 연구능력, 산업사회문제, 창의력증진, 데이터기반)로 개편하고자 함

▸ 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 모듈 교과과정 개편(7개 모듈)

모듈 단위	모듈 내용
전공역량모듈	실버질환에 대한 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 설계 및 개발역량
첨단기술모듈	실버헬스케어 및 첨단바이오소재기술을 이용한 기술 응용역량
융합기술모듈	항노화바이오, 헬스케어, 실버질환센서 등 다양한 분야기술을 융합하는 역량
연구능력모듈	실버세대 질환에 대한 진단, 전달, 치료, 예방분야에 대한 세계수준의 연구역량
산업·사회문제모듈	실버산업 및 지역 고령자의 사회적 이슈를 해결하기 위한 문제해결 역량
창의력증진모듈	실버의약품 설계 및 창의적 활용플랫폼에 대한 인사이트를 증진하는 역량
데이터기반모듈	빅데이터 및 인공지능플랫폼기술을 기반으로한 데이터활용역량

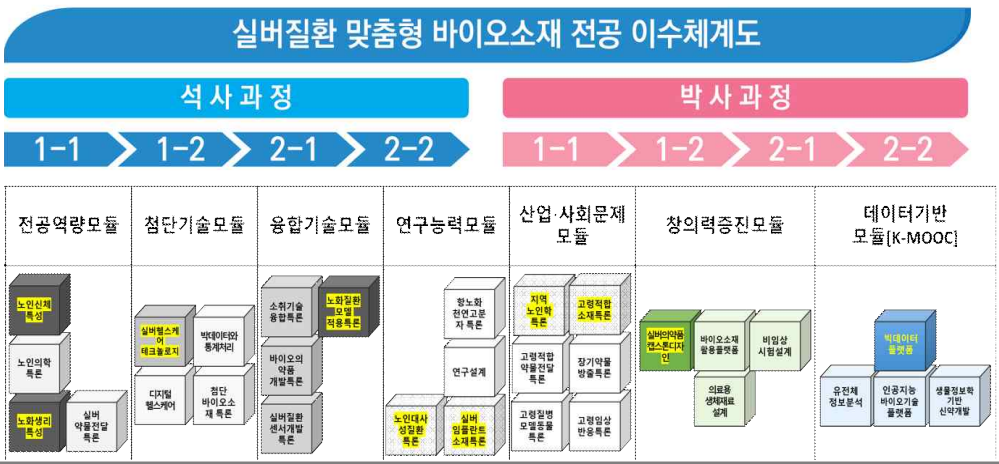
▸ 대학원 교육과정은 석사, 박사, 석·박사 통합과정으로 운영하고, 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신인재를 양성하기 위해 모듈을 조합하여 교육과정의 전문성과 유연성을 확보하도록 이수학점 체계를 개편

수행계획

▸ 펜토미노 이수학점체계 구축 계획

학위과정	수료학점 요건			펜토미노 모듈기반 실버질환 바이오소재 맞춤형 교과목						
	전공	논문연구	총 학점	전공역량 모듈 (4과목)	첨단기술 모듈 (4과목)	융합기술 모듈 (4과목)	연구능력 모듈 (4과목)	산업·사회 문제모듈 (6과목)	창의력 증진모듈 (4과목)	데이터 기반모듈 (4과목)
석사	18학점 이상	6학점	24학점 이상	· 노인신체특성 · 노인의학특론 · 노화생리특성 · 실버약물전달특론	· 실버헬스테크놀로지 · 빅데이터와통계처리 · 디지털헬스케어 · 첨단바이오소재특론	· 소취기술융합특론 · 노화질환모델적용특론 · 바이오의약품개발특론 · 실버질환센서개발특론	· 항노화천연고분자특론 · 연구설계 · 노인대사성질환특론 · 실버임플란트소재특론	· 지역노인학특론 · 고령적합소재특론 · 고령적합약물전달특론 · 지속약물방출특론 · 고령질병모델동물특론 · 고령임상반응특론	· 실버의약품캡스톤디자인 · 바이오소재활용플랫폼 · 의료용생체재료설계 · 비임상시험설계	· 빅테이터플랫폼 · 유전체정보분석 · 인공지능바이오기술플랫폼 · 생물정보학기반신약개발
박사	27학점 이상	9학점	36학점 이상							
석·박사 통합	48학점 이상	12학점	60학점 이상							

▸ 펜토미노 이수체계도 확립 계획



○ 혁신아젠다에 기반한 펜토미노 모듈형 교과목 신설계획

구 분	내 용
개 요	▸ 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 전문인력을 양성하기 위해 필수적으로 요구되는 7개 펜토미노 모듈에 맞춰 산업수요 맞춤형 기술을 중심으로 신설하고자 함 ▸ 3개의 혁신아젠다 영역에 적합한 실버질환 맞춤형 과목 선정: 고령생체적합소재 영역(10과목), 최적전달시스템(10과목), 고령임상반응예측 영역(10과목)
수행계획	▸ 실버질환 맞춤형 과목 신설 및 개편(30과목)

아젠다 영역	과목명	수업개요
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	노인의학특론	노령의 병리적 과정, 심리적, 사회결제적 문제 등을 폭넓게 학습
	노인다발성질환특론	다양한 실버질환만의 특성을 중심으로 고령자 고려사항에 대한 이해

		실버헬스테크놀로지	실버산업에서 고령생체적합성을 고려한 융복합 기술에 대해 학습
		천연물소재분석특론	노화질환에 적합하게 적용할 수 있는 천연물소재 개발 및 적용기술
		노인의약품허가관계법규	식품의약품안전처의 의약품허가 관계 법규 중에서 고령친화용 제품에 대한 규정에 대한 이해
		실버임플란트소재특론	고령자에 적합한 치아 및 의료용 임플란트 소개 기술의 동향
		지역노인학특론	부울경 지역 실버계층의 특징과 산업·사회적 문제 파악 및 분석
		고령적합소재특론	고령자에 생처적합하고 효능을 최대화하는 소재기술
	최적의 전달성 (최적전달시스템)	실버의약품캡스톤디자인	실버질환 맞춤형 의약품 개발에 대한 캡스토디자인 능력 함양
		빅데이터플랫폼	실버바이오소재 활용플랫폼 도입을 위한 빅테이터 분석 및 활용능력
		실버약물전달특론	고령자의 약물 순응도, 흡수도를 향상시키기 위한 약물전달체계 개발
		첨단바이오소재특론	실버세대 최적전달을 위한 첨단 치료, 재생의학 바이오메디칼소재 기술
		소취기술융합특론	고령자에게 최적화된 탈취제, 소취제, 방취제 개발기술
		바이오의약품개발특론	실버질환 치료 및 예방에 향상된 전달율을 갖는 바이오의약품 개발
		항노화천연고분자특론	항노화 기능성을 가진 천연고분자물질의 구조와 특성 이해
		고령적합약물전달특론	고령자의 복합약물 투약을 고려한 복합약물전달제제 기술
		지속약물방출특론	노령자의 잦은 투약의 어려움을 극복하기 위한 장기약물방출 기술
		바이오소재활용플랫폼	실버헬스바이오산업기반 혁신적 소재활용 플랫폼 설계 능력 함양
		의료용생체재료설계	실버의료용 생체공학에서 사용되는 체내외 생체재료 이해
		인공지능바이오기술플랫폼	인공지능 기술기반 바이오플랫폼 설계 및 개발능력 함양
	고도의 예측성 (고령임상반응예측)	고령인체반응특론	노인의 임상반응 예측을 위해 노령의 노화적, 병리적 과정 동안에 외부물질에 대한 독성반응, 면역반응 등을 폭넓게 학습
		빅데이터와통계처리	고령임상반응 예측을 위한 빅데이터 분석 및 처리기술
		디지털헬스케어	실버헬스케어산업에서 필요로 하는 보건의료디지털화 및 관리능력 함양
		임상반응센서개발특론	실버취약층의 특이적 임상반응을 선제적으로 진단하기 위한 센서기술
		임상코디네이터특론	실버질환 맞춤형 의약품의 개발과정에서 임상실험의 설계를 위해 필요로 하는 설계능력 함양
		고령질병모델동물특론	고령동물모델의 질환별 바이오소재의 효능과 안정성 평가
		임상브릿지연구특론	고령자만이 갖는 특이적 임상반응을 연구하기 위해 필요한 필수지식에 대한 학습
		비임상시험설계	실버질환의 임상반응을 예측하기 위한 비임상시험의 설계
		유전체정보분석	실버질환의 유전체 분석을 위한 시스템 생물학 이해 및 정보분석기술
		생물정보학기반신약개발	실버신약개발을 위한 생물정보학의 이해 및 응용

○ 대학원 혁신수업모델 개발 및 미래수업기법 적용 계획

구 분	내 용
개 요	▸4차 산업혁명 시대를 열어갈 학습자들의 다양한 학습요구를 반영해 다양한 방식의 미래수업기법(AI기반교수법, PBL, 혼합학습, 디자인사고프로세스 등)을 구현할 수 있는 대학원 혁신수업모델 개발 및 적용 ▸학습자와 교수간의 다양한 상호작용을 통하여 학습자 스스로 능동적인 학습을 할 수 있는 자기 주도적인 학습과 통합교과서적인 학습을 함으로써 문제 해결력과 창의적 사고력을 기르기 위한 교육임. 이를 위해 대학원 혁신수업모델을 개발하여 매년 2개 교과목에 적용하여 수업을 실시함으로서 창의적이고 혁신적인 수업개선에 적용하고자 함
개발계획	▸2024년 대학원 혁신수업모델 개발 및 미래수업기법적용 예정과목

2024년 예정 혁신수업모델	담당 교수	적용수업	내용
펜토미노 모듈형 교수법	최영우	고령질병모델 동물특론 (2024년 1학기)	• AI기반교수법을 적용하여 최적화된 펜노미노 모듈을 적용 • 학생주도적으로 학습자-교수-AI간 상호작용을 통해 학습을 유도 • 펜토미노 모듈형의 학습이해도를 AI기반으로 분석
지.산.학 문제해결 혁신 플랫폼	조성민	지역노인학 특론 (2024년 2학기)	• 디자인사고프로세스법을 적용하여 지역산업, 사회문제를 발굴하고, 솔루션프로세스를 통합교과서적으로 학습 • 현장 수요기술 파악 및 문제해결 토론을 통한 문제해결력 증진

□ 학사관리 운영계획

○ 학부-대학원 연계 프로그램 확대 운영계획

구 분	내 용
개 요	▸Lab 인턴프로그램: 하계, 동계 방학 간 Lab 인턴프로그램을 실시하여 참여교수의 연구지도를 통하여 체계적인 가이드를 통하여 대학원 진로를 유도하고자 함 ▸Lab 로테이션: 바이오소재종합설계 교과목내 대학원 연구실 로테이션을 통해 연구프로젝트에 대한 배경지식

	및 실험 기초과정에 대한 경험을 가지고 대학원과의 연계성 강화
수행계획	▸Lab 인턴프로그램 운영(매년 2회) - 대학원생 연구프로젝트에 대한 배경지식 및 실험 기초과정에 대한 경험을 가지도록 운영 - 연구프로젝트 발표를 통해 실험데이터 정리, 데이터 분석에 대한 연구과정을 선행학습하도록 운영 ▸Lab 로테이션을 캡스톤 교과목으로 운영(매년 1회) - 교과목명: 바이오소재종합설계 (캡스톤디자인 적용) - 교과과정: ① 연구실 소개과정(Lab 로테이션 프로그램을 통해 2개월 동안 연구실을 경험하도록 함), ② 연구실 선정(선정을 위한 선배와의 멘토링, 자료 제공), ③ 졸업연구논문 과정(실험에 대한 흥미, 가치를 유발하여 동기부여 제공), ④ 졸업연구논문 결과 발표(실험/연구에 대한 자신감 향상 및 성취감 고취), ⑤ 대학원 인턴 및 진학(선정된 연구실에 대학원생 프로젝트를 공동으로 진행)의 과정을 운영

○ 박사학위 자격평가시스템 실증 고도화 계획

구 분	내 용
개 요	▸평가 커미티를 구성하여 대학원생의 지도체계를 갖추어 입학단계부터 졸업단계까지 체계적으로 학생을 관리하는 프로그램을 선진국을 벤치마킹하여 도입
수행계획	▸박사학위 자격평가시스템 실증 고도화를 위한 지침 제정 ▸박사과정의 질적고도화를 위하여 평가 커미티를 구성하여(인원 3명: 바이오 1명, 소재 1명, 외부 1명) 일관된 대학원생의 지도체계를 갖추어 입학부터 졸업단계까지 연1회 실시하여 체계적으로 학생을 관리 ▸매년 1회 학위진행보고서를 지도교수와 함께 작성하고, 추후 학위진행방향을 설정하도로함. ▸세계적 수준의 박사학위과정생 양성을 위해 학위평가커미티에 세계우수대학의 교수1명을 학위 평가 커미티에 구성하여 지도하도록 함. ▸박사학위 자격평가 고도화시스템 운영 ▸세계우수대학원 교수와 학위 평가커미티 구성

○ 전공 Major+ 비교과활동 추진 계획

구 분	내 용
개 요	▸실버질환 맞춤형 바이오소재 플랫폼 개발역량을 다각도로 강화하기 위해 대학원생들에게 전공특화형 비교과활동을 통해 글로벌문화, 융복합, 봉사, 응용역량 배양을 지원하는 프로그램임
수행계획	▸전공특화형 비교과 프로그램을 통해 학습자 중심의 융합교육 및 역량기반 전공교육 강화

영역	프로그램명(예정)	프로그램 내용
글로벌인재	글로벌 톡	실버질환 관련 국제 학술 및 강연,이벤트,세미나 참가
창의	크리에이터 챌린지	바이오소재 디자인을 위한 창의 시제품 제작
봉사	선후배 버디	대학원생 선후배간 상담 및 컨설팅
자기계발	진로탐색 컨텐츠	대학원생 진로설정을 위한 직무와 관련된 기업・연구기관 탐방

○ 대학원생 건강한 연구환경조성 프로그램 운영 계획

구 분	내 용
개 요	▸대학원생의 학교생활에 성공적으로 적응하고, 교육 및 연구활동에 전념할 수 있는 건강한 연구환경을 조성하기 위하여 지원하는 프로그램
수행계획	▸건강한 연구환경조성 프로그램 운영 ▸대학원생의 연구윤리, 생명윤리 교육, 정신건강(스트레스 해소, 감정조절, 상처치유 등), 사회적 리더역량, 인권침해 등 다양한 주제의 교육프로그램 참여 유도

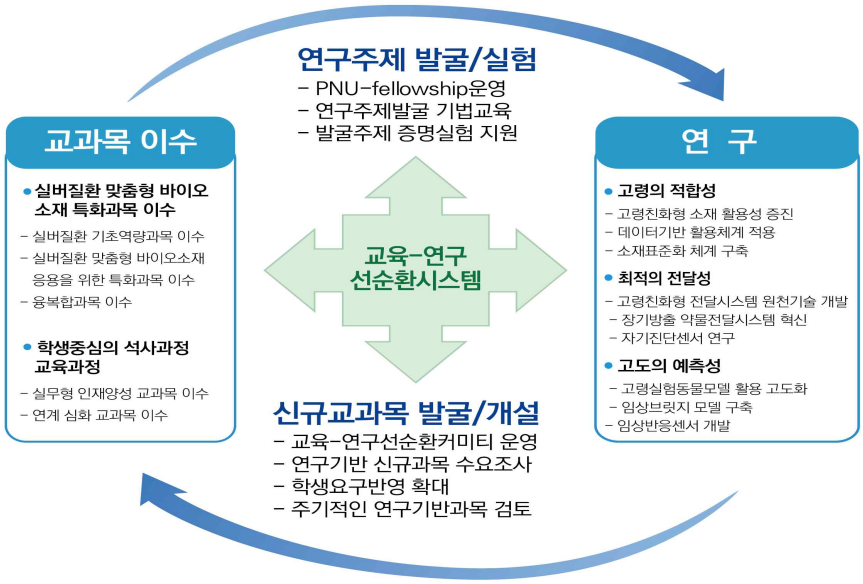
프로그램명 (예정)	프로그램 주제	참여대상
연구윤리포럼	생명윤리/IRB연구윤리	대학원생 전체
마음건강 지원 강화 특강 PNU 감정코치	효과적인 감정조절, 상처를 치유하는 방법, 나와의 관계를 회복하는 방법	대학원생 전체
사회적 리더역량, 미래인재특강 프로그램	Amazon의 성장원리와 일하는 방식, 미래인재와 성장	대학원생 전체
인권영화제, 인권공모제, PNU인권특강	건강한 연구환경 조성을 위한 인권침해예방교육	대학원생 전체

4) 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안 및 연구역량의 교육적 활용 방안

□ 교육과 연구의 선순환구조 체계 구축 및 운영 계획

○ 교육과 연구의 선순환구조는 「대학원 교육과정 이수」→「연구주제의 발굴/실험」→「연구수행」→「신규교과목 발굴/개설」로 연계되는 체계로, 교육과정을 이수하는 동안 연구주제를 발굴하고 연구를 수행하는 동안 교과목을 발굴하도록 촉진하는 프로그램으로 구축하여 운영할 계획임

○ 연구주제의 발굴/실험과정은 「PNU-fellowship」 운영, 연구주제발굴 기법교육, 주제증명 실험지원 등을 포함하여 운영하였고, 신규교과목의 발굴/개선과정은 「교육-연구 선순환커미티」를 설치 운영하여 수요조사, 학생 요구 반영, 과목검토 등을 포함하는 체계로 구축할 예정임



□ 세부 실행 방안

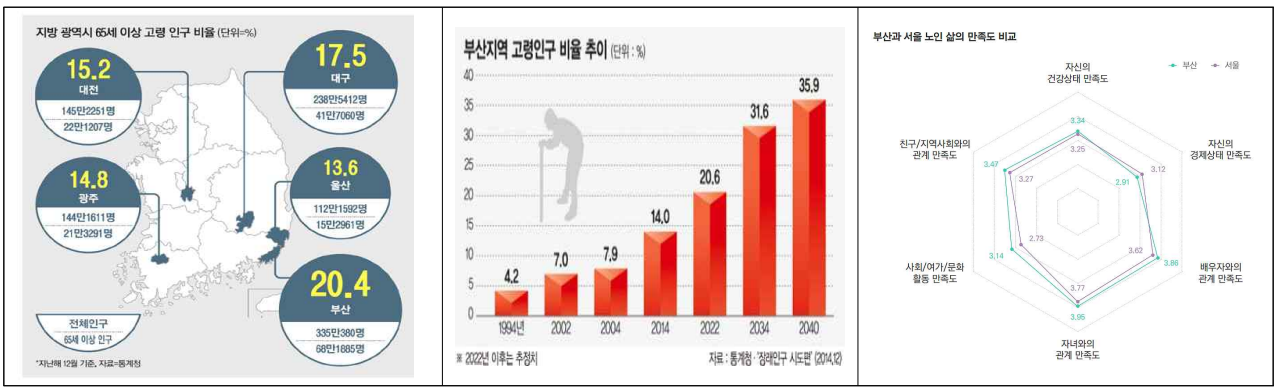
실행방안	내 용
교육-연구 선순환커미티 운영	▸ 대학원생과 참여교수로 구성된 커미티를 구성하여 수행 중인 실버질환 맞춤형 바이오소재 연구진행과정에서 필요로 하는 배경지식, 정보에 대한 교육이 필요하다고 판단 될시 학과 교수회의에 개설 교과목을 제안할 수 있도록 함. 예로 들어, 항산화 항노화 센서를 제작하기 위한 연구를 수행 중 천연물에 포함된 생리활성 물질에 대한 체계적인 탐색법과 생리활성 물질의 양에 대한 분석을 기반으로 의약을 개발하는 과정에 대한 지식이 필요하다고 논의되어 「노인성질환 천연물 신약개발」에 관련된 교과목을 제안할 수 있도록 함
연구주제발굴과 연계된 신규 교과목 개설	▸ 실버질환 맞춤형 바이오소재 교육을 위한 연구기반 신규과목 수요조사 실시(2023.10 예정)하고, 교육-연구 선순환커미티에서 수요분석된 신규과목 발굴 및 선정, 개설을 위한 행정절차 추진하고 연구주제, 수행결과 등에 기반한 신규교과목 개설(매학기 1건)할 예정임.
교과목 이론에 대한 실험적 구현	▸ 대학원생 창의연구(PNU-Fellowship) 프로그램 확대 운영 - 대학원생이 교과목을 학습하는 동안에 이론적 기반을 창의적으로 구현할 수 있도록 지원함으로서 교과목 수업에 한계를 극복하고 교육과 연구의 선순환체계 구축에 기여하는 프로그램으로 대학원 전공교과목을 수강하는 대학원생들이 강의담당교수, 지도교수 등과 토론하여 주제를 선정하고 계획서를 작성하여 심사 후 선정하여 5,000천원을 지원하여 운영할 계획임
	▸ 교과목에 기반한 연구주제 발굴 및 과제 수행 - 대학원 실버질환 특화과목의 수업시간동안 다양한 주제를 발굴하고 교육연구 선순환 위원회에서 새로운 연구과제를 도출하여 우수한 논문을 발간하도록 연계하는 프로그램으로 전공교과목 수강생들이 강의담당교수와 협의하여 주제를 발굴하고 지도교수 책임하에 연구를 수행하고 논문을 투고하도록 운영할 계획임

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

1) 지역산업・사회의 현황 및 문제점

□ 지역산업・사회의 현황

○ 부산은 65세 고령인구가 7%를 넘어 2015년 처음으로 고령화도시로 진입한 이후 20%(68만명)에 도달한 2021년에 국내 대도시 중에서 '1호'로 초고령사회로 진입하여 '노인과 바다'만 남았다고 불리고 있음. 이러한 고령화 진행속도는 2030년에는 29.3%, 2047년에는 41%에 달할 것으로 예측되면서 도시소멸, 생산가능인구의 감소, 노인빈곤 문제, 노인복지비용의 증가, 사회서비스 시스템의 붕괴 위험 등 부산지역의 큰 사회문제로 대두되고 있음. 고령자들은 고령친화적 의료약, 의료기기 등의 필요성, 사용법 등에 대한 이해도가 매우 낮은 상태임



○ 고령친화제품에 대한 소비자특성 조사(2019년)에서, 고령자들은 규칙적인 복약 어려움을 가장 큰 불편사항(30.8%)으로 제시하였고, 복약주기가 긴 의약품(14.9%)이나 먹기편한 의약품(13%)을 선호하였음

○ 부산지역의 고령친화산업에 대한 SWOT분석을 살펴보면, 강점은 산업생태계의 다양성, 고령친화산업의 기초인프라 구축, 살기좋은 기후조건, 고령친화산업 활성화를 위한 활동증가 등이며, 약점으로는 고령친화산업의 전문인력 부족, 전체 산업대비 낮은 종사자 비율, 통계데이터 부족 등으로 분석됨. 기회요인으로는 고령친화서비스에 대한 수요 폭증 예상, 근거리 위주의 지역밀착형 정책에 대한 수요가 증가, 대기업보다 중소기업에 적합성이 높음. 위협요인으로는 고령화에 대응할 시간부족, 고령친화산업에 대한 낮은 인식, 표준화 미흡 등으로 분석됨

○ 부산지역 전체 고령친화산업 중에서 고령친화의약품산업은 사업체수는 적지만 연평균 성장률이 14%로 고령친화화장품산업(17.8%)에 이어 2번째로 크게 성장하고 있으며, 세부산업별 생태계 진단에서 효율성 중 생산성(3.17)이 가장 높은 특징을 갖고 있음. 또한, 수익성(3.00)이 우수하며, 혁신성 중 창업율(2.67), 다양성(3.00), 성장률(2.83)이 우수한 것으로 진단되고 있어 향후 발전가능성이 우수함

○ 지역내 고령친화형 의료제품을 생산하는 기업들은 기술력 부족, 전문인력 수급문제, 제품인허가 문제, 제품연구개발 어려움, 효능평가문제 등에 대한 어려움을 호소하고 있으며, 기존 재직자에 대한 지속적인 교육문제도 시급한 것으로 제시하고 있음

○ 하지만 지역내 고령친화의약품산업을 지원하기 위한 문제를 바이오소재의 활용플랫폼과 연관된 인프라는 거의 없음. 최근 부산대 양산캠퍼스 첨단산학단지에 「천연물안전관리원」이 2025년 준공목표로 건립 중이며, 천연물의약품 특성에 맞게 개발단계부터 허가・심사・부작용 관리 등 천연물의약품의 전 주기적 안전관리를 목적으로 설립예정으로 유일함

□ 지역산업·사회의 현황 문제점 분석

아젠다 영역	지역산업·사회의 문제점
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	-고령친화용 천연물 소재나 단일소재를 체계적으로 발굴·분석하고, 고령질환에 맞춤형으로 설계하는 전문인력이 절대적으로 부족한 상황임 -항노화사업 등 국가전략사업을 통하여 다양한 소재는 지역내 축적되고 있으나 고령친화소재에 대한 SW기반 데이터관리체계가 구축되어 있지 않아 정보수집 및 관리가 매우 열악한 상황임 -부산지역 내 전체 산업 중 고령친화소재산업에 대한 비중이 낮으며, 산업에 대한 인프라도 열악한 상황임 -세계 원료의약품 시장은 2025년까지 7.1%로 성장할 것으로 전망되고 있으나 지역 내에는 원료의약품과 연계된 기업이나 기관은 미비한 실정임
최적의 전달성 (최적전달시스템)	-고령생체에 최적으로 작용하는 전달시스템의 개발에 필요한 원료소재, 전달체, 분석방법 등을 위한 전문인력 및 교육프로그램 인력 부족 -지역내 전달시스템 전문기업이 절대적으로 부족하고, 상존기업도 전달시스템관련 원천기술 미비로 인한 경쟁력 저하되어 있음 -전달시스템관련 중소기업들은 의약품 생산에 필수적으로 요구되는 GMP인프라 및 R&D경험 매우 부족
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	-식약처 비임상시험기관은 임상반응을 평가하고 예측하는 핵심으로 매우 중요하지만 전체 23개 인증기관 중 부산지역에는 전무하여 관련산업 발전이 지연되고 있음. -비임상시험을 위한 동물실험인프라는 국제화, 첨단화되고 있지만 부산지역은 국제인증시설이 2개로 열악하며, 임상예측에 필요한 인체질환모델동물 개발 전문성을 갖춘 기관이나 기업이 매우 부족함 -부산대학교병원 등이 임상시험기관으로 지정되어 운영되고 있으나 고령환자 맞춤형 임상반응 예측을 위한 브릿지연구 시험체계는 매우 미비한 상황임

2) 지역산업·사회문제 해결과 관련된 교육프로그램 운영 현황

□ 정규교육과정 개편 및 신규교과목 신설 현황

○ 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발 인재양성을 위해서는 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 추가적인 교육과정 개편이 요구되어 바이오소재분야 과학기술 및 산업문제, 사회문제 해결을 위한 교육프로그램을 운영하였으며, 계획된 교육과정에 맞추어 모두 개편하였고, 최근 3년간 전공교육과정 중 기초-심화 일부 과정을 개설하여 운영하였음

구분	개설년도		
	2021년 2학기	2022년 1학기	2022년 2학기
과목명 (수강인원)	소취기술융합특론(6명) 실버헬스케어테크놀로지(3명) 골질환 재생소재(7명)	바이오의약품특론(9명) 치의료용 임플란트소재 특론(12명)	대사성질환특론(3명) 천연고분자특론(10명) 골질환 재생소재(6명)

○ 대학원 교과목 중 획일적으로 운영되는 「논문연구」를 개편하여 학생들이 창의적으로 과학기술·산업·사회문제 해결하기 위해 도전할 수 있는 프로그램으로 운영개편하여 운영하였음

구분	개설년도	
	2021년 1학기	2022년 1학기
내용	5팀 5주제 (노인 가령취에 대한 사회문제의 해결방안 등)	5팀 5주제 (나노입자기반 약물 전달체 문제점 및 개발방향 등)

2) 다양한 창의적 비교과프로그램 운영 현황

○ 대학원 혁신과정(Innovation Course프로그램): 대학원생들이 과학기술문제를 창의적으로 도전할 수 있도록 연구비 등을 지원하는 운영프로그램으로 운영해오고 있음

구분	운영실적		
	2020년 2학기	2021년 1학기	2022년 2학기
내용	1팀(5,000천원) 새로운 천연물기원 광노화 치료제의 발굴 및 효능평가	1팀(5,000천원) 해양수산물인 감태추출물의 항암제로서 개발가능성 연구	2팀(10,000천원) 공기 중 미세플라스틱이 폐조직의 염증반응에 미치는 영향 평가 등

○「사회문제 학생모니터링단」: 대학원생이 직접참여하여 사회문제를 고민할 수 있도록 학생모니터링단을 운영하는 프로그램을 운영해오고 있음

연번	참여학생	활동기간	활용내용
제1기	김민재(대표), 이수진,박준우,최윤주	21.05.01.-21.10.31	일회용빨대의 사용에 대한 사회문제
제2기	김다솜(대표),송희진,노유정,설아윤	22.06.01.-22.12.31	ChatGPT의 긍정적 측면과 부정적 측면

□ 지역내 기업과 연계된 프로그램 운영 현황

○ 산학워크샵 및 초청세미나: 2021년부터 산업체의 전문가를 초빙하여 산학워크샵을 개최하여 현재 산업분야의 문제해결을 위한 인식을 공유하고, 산업체와 학교의 산업문제해결에서 역할에 대한 주제발표와 토론을 통하여 학생들의 능력을 향상하였음

구분	일시 및 장소	내용	해결과제
1	21.06.24 / 비대면	• 산학연계 정부R&D과제의 현황과 지원전략 • 노인 맞춤형 신제품 개발 현황	산업계 R&D 추진전략 및 주제 도출 등
2	21. 06. 24 / 비대면	• 노인 맞춤형 신제품 개발 현황 (유한양행 AHC팀/ 김문섭 이사)	염증 관련 치료제품개발
3	22. 06. 23 / 밀양 보현연수원	• 우수연구성과 달성을 위한 대학원생의 역량 개발 (에코프로비엠/ 이동욱 박사)	기업체가 요구하는 연구원의 자질

○ 교육연구단 참여교수들은 지역내 실버소재 및 의약품소재관련기업에 대한 기술지원을 2021년부터 시행해오고 있음. 2021년에는 ㈜영케미컬 등 기업을 대상으로 5건, 2022년에는 에스엔비아 등 6건의 기술지원을 실시하여 기업의 만족도가 매우 우수한 성과를 달성하였음

3) 지역산업・사회문제 해결과 관련된 교육프로그램 구성 및 운영 계획

○ 본 교육연구팀은 부울경 지역내 실버질환 맞춤형 소재와 관련된 산업사회문제와 관련된 교육프로그램을 혁신 아젠다의 영역에 기반하여 운영계획을 수립하여 다음과 같이 구분하여 추진하고자 함

아젠다 영역	정규교육과정	비교과프로그램	지・산・학연계프로그램
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	-노인학특론 -고령적합소재특론	-대학원혁신과정(Innovation course) 운영 확대 - 사회문제 학생모니터링단의 지속적 운영	-「실버친화용 의료제품 바로 알기」 강연활동 -산업체 재직자교육 -기업애로기술 지원 -기업공동연구/기술이전 추진 -창업컨설팅 -산학협력협의체 및 MOU 체결
최적의 전달성 (최적전달시스템)	-지속약물방출특론 -고령적합약물전달특론		
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	-고령질병모델동물특론 -고령임상반응특론		

□ 정규교육과정 개편계획

○ 문제해결을 위한 교과목 신설 및 개설 계획

구 분	내 용
개 요	▸ 본 교육연구팀이 지향하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신의 3대 아젠다를 기반으로 과학기술·산업·사회문제 해결을 위해 교과목을 신설 개편하고자 함
수행계획	▸ 교육과정 개편 및 신설과목 개설 계획

추가교육과정	개설과목	교수명	개설예정년도			
			2024년 1학기	2024년 2학기	2025년 1학기	2025년 2학기
고령의 적합성	노인의학특론	황대연	○		○	
(고령생체적합소재)	고령적합소재특론	조성민		○		○
최적의 전달성	고령적합약물전달특론	서성백	○		○	
(최적전달시스템)	지속약물방출특론	양승윤		○		○
고도의 예측성	고령질병모델동물특론	최영우	○		○	
(고령임상반응예측)	암상브릿지연구특론	안범수		○		○

▸ 문제중심학습법을 기반으로 신규교과목을 강의함으로서 학습효과를 극대화하고자 함

○ BiSiDi (Biomaterials for Silver Disease) 챌린지 「논문연구」 교과목 확대개편 계획

구 분	내 용
개 요	▸정규교과목의 하나인 「논문연구」은 대학원생들이 기존의 틀에서 벗어나 과학기술·산업·사회 문제의 원인을 진단하고, 창의적인 해결방안을 토론하는 과목을 2021년부터 운영함으로서 학생들의 문제해결 능력을 향상하고 사회의 일원으로서 다양한 고민을 할 수 있는 기회를 제공해 오고 있음
수행계획	▸2024년 1학기 BiSiDi챌린지 프로그램 운영 예정인 주제는 「백신전달 기법의 문제점 및 차세대 해결방안」, 「전립선질환에 대한 치료법으로서 엑소좀의 활용」, 「치과용임플란트의 접착력 증진을 위한 방안」, 「iPSC의 문제점과 활용방안」 등으로 계획하고 있음 ▸2024년 1학기 BiSiDi챌린지 프로그램 운영방식 - 2-3명이 한팀으로 운영하는 것을 원칙으로 하며, 지역산업·사회문제에 대한 현황을 기반으로 문제점을 도출하고 이를 해결할 수 있는 방안을 창의적으로 도출하여 발표하는 방식으로 운영하고자 함 - 도출된 창의적 해결책 중에서 실현가능성이 우수한 것은 교내 Linc3.0 산학연계과제 혹은 BK21 대학원 혁신과정(Innovation course)으로 연계하여 실제 수행하도록 지원하도록 할 예정임

□ 비교과프로그램 추진계획

○ 대학원혁신과정(Innovation course) 확대운영 계획

구 분	내 용
개요	▸Innovation Course프로그램은 사업에 참여하는 대학원생들이 실버질환맞춤형 바이오소재분야를 비롯하여 다양한 분야에서 중요하게 평가되는 과학기술문제에 대하여 구체적인 원인을 조사하고 이를 기반으로 해결방안을 직접 실험과정을 통해 해결할 수 있도록 지원하는 하는 프로그램으로 연구비 5,000천원을 지원하여 운영하고자 함
수행계획	▸대학원생 혁신과정(Innovation Course) 운영 계획 - 지역산업사회문제에 대한 주제를 기반으로 신청서를 작성하여 접수하고 이를 심사를 거쳐 적합성을 평가하여 선정함 - 수행팀은 참여대학원생이 반드시 3인 이상으로 구성하도록 하며, 타 학과의 학생도 참여할 수 있도록 하여 융합적인 사고력을 배양하도록 장려함 - 수행기간은 1학기로 하며, 결과보고서를 제출하도록 의무화할 예정임 ▸대학원생 혁신과정(Innovation Course) 지원 계획 - 예산은 5,000천원을 지원하여 문제해결에 필요한 재료비, 수용비, 출장비 등으로 사용할 수 있도록 하여 도전적으로 시도할 수 있는 인프라 제공

○ 「사회문제 학생모니터링단」의 지속적 운영 계획

구 분	내 용
개요	▸사회문제는 매우 복잡하고 이해당사자가 많이 관여하고 있기 때문에 해결이 어려운 특성을 갖고 있어 한명의 학생이 참여하기 보다는 여러 명의 학생이 참여하는 「사회문제 학생모니터링단」을 구성하여 운영함으로서 학생들의 참여의식과 사회문제를 보는 시각을 확대하고자 함 ▸2021년 제1기 모니터링단은 일회용 빨대 사용에 대한 사회적, 환경적 문제, 2022년 제2기 모니터링단은 ChatGPT의 사용증가에 따른 사회적 문제를 분석하고 해결책을 제시해 보았으며, 2024년도 이후에도 지속적으로 운영하고자 함
수행계획	▸「사회문제 학생모니터링단」 운영 계획 - 지역산업·사회문제에 관심이 있는 대학원생들 중에서 신청자를 선발하여 모니터링단을 구성함 - 모니터링단은 대학원생이 반드시 3-5인으로 구성하며, 석사과정과 박사과정이 일정비율로 분포하도록 구성하며, 관심이 있는 타학과 대학원생도 참여할 수 있도록 하여 융합적인 사고력을 배양하도록 장려함 - 수행기간은 1학기로 하며, 최종결과보고서를 제출하도록 하고 발표회를 개최함 ▸「사회문제 학생모니터링단」 지원 계획 - 모니터링단 참여대학원생에게는 학회발표, 조교선발, 해외공동연구실연구 등에서 우선권을 부여할 예정임

□ 지·산·학연계프로그램 추진 계획

○ 교육 및 강연활동 계획

구 분	내 용
개요	▸본 교육연구단에 참여하는 참여교수의 전문성을 활용하여 지역산업·사회문제 해결에 기여하기 위하여 실버세대를 위한 의료용 제품에 대한 이해를 증진하기 「실버세대친화용 의료제품 바로 알기」 강연활동과 실버질환 맞춤형 바이오소재관련 기업의 「산업체 재직자 교육」 활동을 추진하고자 함
수행계획	▸「실버세대친화용 의료제품 바로 알기」 강연활동 계획 - 강연주제는 실버세대친화용 의료제품에 대한 특성과 선정시 고려사항 등을 중심으로 구성하고, 강연대상은 지역내 65세이상 고령자를 대상으로 하며, 강사는 교육연구단 참여교수 혹은 전문가를 섭외하는 방식으로 추진하고자 함 ▸「산업체 재직자 교육」 활동 계획 - 지역내 「산학협의체 네트워크」에 참여한 기업을 중심으로 산업체가 요구하는 바이오소재와 관련기술 등을 주제로 선정하여, 기업의 재직자를 대상으로 참여교수가 교육을 실시하는 방안으로 추진할 예정임

○ 기술지도·이전활동 계획

구 분	내 용
개요	▸현재 교육연구단은 소재의 발굴, 전달기술, 임상예측 등의 분야에서 다양한 특허와 노하우를 보유하고 있으며, 이러한 기술들을 기업에 이전하고, 이러한 기술을 이용한 창업을 희망하는 기업을 지원하고자 함 ▸또한, 기업들이 당면한 산업문제를 참여교수들의 전문성을 기반으로 기술적으로 해결해줄 수 있는 서비스체계를 구축하여 운영하고자자 함
수행계획	▸「기업애로기술지원서비스」 시스템 구축 및 운영 - 교육연구단 내에 시스템을 구축하여, 서비스신청→책임교수배정→처리→결과보고로 이어지는 업무처리 절차를 확립하고 홍보하고자 함 - 기업요구 기술에 대한 내용을 참여교수간 공유하여 지역내 다른 기업에고 적극적으로 전파하고, 이러한 수요를 기반으로 향후 중장기적 해결과제의 선정에 활용함 ▸「기업공동연구/기술이전」 추진 계획 - 중소기업청과 대학에서 지원하는 「중소기업기술개발사업」, 「산학공동기술개발과제」 등에 「산학협의체 네트워크」에 참여한 기업들과 협력하여 공동연구를 적극적으로 추진하고, 개발된 기술을 기업에 이전하고자 함 ▸「창업지도」 추진 계획 - 실버질환 맞춤형 바이오소재를 활용하여 창업을 희망하는 기업이나 개인에게 참여교수의 전문성을 활용하여 기술적인 지원을 추진하고자 함. 특히, 창의적인 아이디어를 가진 대학원생들의 창업을 유도하고 지원하도록 할 예정임

○ 산학협력 네트워크 구축활동 계획

구 분	내 용
개요	▸산학협력 네트워크는 실버질환 맞춤형 소재 활용에 대한 관심사와 목표를 공유하는 전문가와 기업간을 연결할 수 있는 기회를 제공하며, 지역내 상생할 수 있는 환경을 조성하는데 매우 중요한 활동임
수행계획	▸「실버친화형 소재 산학협의체」 구축 계획 - 부울경지역 내 원료소재기업(천연물소재, 화학소재 등), 전달기술기업(의약외품, 의료기기 등), 임상평가기업(단순분석, 비임상시험, 임상시험 등)들을 하나의 네트워크로 구축하고자 함. - 기업들간에 정보와 기술교류를 위한 시스템을 구축하고자 함 ▸「MOU체결」 협력 계획 - 산학협력네트워크에 참여한 기업과 본 교육연구단 간에 상호협력, 공공기술개발연구, 학생실습, 재직자 교육 등에 대한 MOU체결을 적극적으로 추진하고자 함

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 3년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 참여교수 지도학생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 10월 1일	10	12		22
	2021년	9	14.5		23.5
	2022년	11	13.5		24.5
	2023년 4월 1일	19	16		35
	계	49	56		105
배출 (졸업생)	2021년	4	1		5
	2022년	6	1		7
	2023년	3	2		5
	계	13	4		17

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

1) 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 계획

○ 우수 대학원생 확보 현황 및 목표

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>확보현황</td><td>▸ 본교 학부 졸업생 중 본 교육연구팀 대학원에 진학하는 진학률이 40%에 도달하고 있어 성공적으로 우수대학원생을 확보하고 있음(최근3년간 석사69명, 박사84명)
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">구 분</th><th>2020년</th><th colspan="2">2021년</th><th colspan="2">2022년</th><th>2023년</th></tr>
<tr><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th></tr>
<tr><td rowspan="2">석사과정</td><td>전체학생수</td><td>10</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>11</td><td>19</td></tr>
<tr><td>자대출신학생수(비율)</td><td>9(90%)</td><td>8(100%)</td><td>10(100%)</td><td>11(100%)</td><td>10(91%)</td><td>18(95%)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">박사과정</td><td>전체학생수</td><td>12</td><td>15</td><td>14</td><td>13</td><td>14</td><td>16</td></tr>
<tr><td>자대출신학생수(비율)</td><td>11(91%)</td><td>14(93%)</td><td>13(93%)</td><td>12(92%)</td><td>13(93%)</td><td>14(87%)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>확보목표</td><td>▸ 현재(2023.09.15.) 참여교수 지도학생수<표 1-6>를 기준으로 BK참여대상조건(박사수료까지) 및 참여비율(대상 학생수의 70%)을 고려하여 2024년부터 2027년까지 우수대학원생(석사91명, 박사49명)을 확보하여 운영하고자 함. 아래( )는 BK프로그램운영의 지원을 받는 총 학생수임
<table>
<tr><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">2024년</th><th colspan="2">2025년</th><th colspan="2">2026년</th><th>2027년</th><th rowspan="2">합계</th></tr>
<tr><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th><th>2학기</th><th>1학기</th></tr>
<tr><td>석사과정</td><td>13(19)</td><td>13(19)</td><td>13(19)</td><td>13(21)</td><td>13(21)</td><td>13(23)</td><td>13(23)</td><td>91(145)</td></tr>
<tr><td>박사과정</td><td>7(10)</td><td>7(10)</td><td>7(10)</td><td>7(11)</td><td>7(11)</td><td>7(12)</td><td>7(12)</td><td>49(76)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

○ 본교 졸업자를 대학원으로 유치하기 위한 진학유도체계 확대운영 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 학부졸업논문 체계: 학부생이 의무적으로 실험실을 선택하여, 연구를 수행하고 연구능력을 향상시키는 동시에 대학원으로 진학하도록 유도함
▸ 학과 학술제(BAF): 학부졸업논문 작성후 학부생 및 대학원생을 대상으로 한 발표를 통해 통한 연구체험 기회 제공
▸ BK21 FOUR 교육연구팀 뉴스레터 발행: 상・하반기 정기적으로 발행하여 참여연구실 소개, 우수연구성과 공유, 프로그램 참여 현황 및 계획에 대한 다양한 사업팀 소식을 홍보하여 적극적인 대학원생 유치하고자 함</td></tr>
<tr><td>운영현황</td><td>▸ 학부졸업논문 체계 구축 및 운영 현황
<table>
<tr><th>참여교수</th><th>황대연</th><th>안범수</th><th>양승윤</th><th>서성백</th></tr>
<tr><td>논문신청자수</td><td>11</td><td>10</td><td>10</td><td>11</td></tr>
<tr><td>대학원진학생 수</td><td>4</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr>
</table>
▸ 학과 학술제(BAF)를 통한 연구체험 기회 제공
<table>
<tr><th>연도</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th></tr>
<tr><td>구두/포스터발표(건)</td><td>4/23</td><td>4/26</td><td>7/26</td></tr>
</table>
▸ BK21 FOUR 사업팀 뉴스레터 4건 발행(2021년부터 현재까지)</td></tr>
<tr><td>수행계획</td><td>▸ 학부졸업논문 체계의 고도화 계획
- 학부생 3학년 1학기에 「Lab 로테이션」을 포함한 캡스톤디자인 교과과정을 통해 참여교수의 실험실 투어 및 연구활동체험하도록 함
- 3학년 2학기부터 의무적으로 실험실을 선택하여, 실험을 수행하여 졸업논문을 작성하도록 유도
- 4학년 1학기까지 진행된 실험을 바탕으로 졸업논문 작성을 완료
▸ 경진대회 방식의 학과 학술제(BAF) 실시로 연구발표능력 향상 기회 제공 계획
- 학부졸업논문을 기반으로 학술제 발표자 선정, 경진대회 심사 및 운영방식 결정
- 각 구두 및 포스터 발표 우수자에게 장학금 지원자를 대상으로 경진대회 방식의 발표를 지도교수와의 지도체계하에 예비 대학원생의 연구발표
▸ BK21 FOUR 교육연구팀 뉴스레터 발행 홍보계획
▸ BK21 FOUR 교육연구팀 소개 및 홍보영상 제작 계획</td></tr>
</table>

○ 성적우수 대학원지원자에 대한 장학프로그램 강화

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td></td><td>▸ 장학지원을 통한 국외・본교・타교 우수 대학원생 유치</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 창의적인 연구 의욕 고취 및 연구역량 극대화를 독려하기 위한 장학금 지원</td></tr>
<tr><td>운영현황</td><td>▸ 2022-2023년 대학원 지원자 중 성적우수(3.8이상)에 대한 장학금 지급 현황
<table>
<tr><th>구분</th><th>2022년 1학기</th><th>2022년 2학기</th><th>2023년 1학기</th><th>2023년 2학기</th></tr>
<tr><td>수혜학생(명)</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>장학금</td><td>3,661천원</td><td>3,661천원</td><td>3,661천원</td><td>3,661천원</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>수행계획</td><td>▸ 대학원 입학자 중 성적우수자에 대한 장학금 지급 계획
- 목적: 학부성적이 우수한 학생을 대학원으로 입학을 유도하기 위한 장학프로그램
- 지원대상: 학부성적 전체평균이 4.0이상이 자
- 지원범위: 입학금, 등록금 전액
▸ BK Bridge 장학지원 계획
- 목적: 대학원진학에 관심을 갖고있는 BK참여 연구실 소속중인 학부연구생에게 대학원 연구과정을 지속적으로 재정지원하고 대학원으로 진학유도함
- 지원대상: 학·석사 연계/통합과정중인 학부생 4학년 재학생, 직전학기 학점 3.5이상
- 지원범위: 한 학기간 700,000원/월 지급</td></tr>
</table>

2) 교육연구팀의 우수 대학원생 지원 계획

○ 우수대학원생에 대한 장학프로그램 및 인센티브 지급체계 운영

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 우수대학원생이 안정적으로 교육과 연구에 몰입할 수 있도록 다양한 형태의 장학지원 프로그램을 운영할 계획임
▸ 우수한 연구성과를 도출한 대학원생에게 성과에 기반한 다양한 인센티브를 지급함으로서 연구의 질적 향상을 촉진할 계획임</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 우수대학원생에 대한 장학금 지급 현황(최근 3년)
<table>
<tr><th>장학금 명칭</th><th>장학혜택</th><th>지원액</th><th>수혜자</th></tr>
<tr><td>BK21FOUR 장학금</td><td>-석사과정:1,000천원/월, 박사과정:130만원/월
-2020년: 93,100천원, 2021년: 93,500천원,
2022년: 93,500천원</td><td>280,100천원</td><td>27명</td></tr>
<tr><td>우수박사수료생
연구지원</td><td>프레그네놀론이 유방암에 미치는 영향 규명 등
박사과정: 6,000천원/1인</td><td>6,000천원</td><td>1명</td></tr>
<tr><td>글로벌 연구역량 강하를
위한 연구조교</td><td>석사과정:400(천원)/월, 박사과정:600(천원)/월</td><td>3,600천원
5,400천원</td><td>9명</td></tr>
<tr><td>대학원 교육 내실화를
위한 교육조교</td><td>석사과정:15,000원/시간, 박사과정:20,000원/시간</td><td>3,000천원
2,880천원</td><td>2명</td></tr>
</table>
▸ 우수한 연구성과에 대한 인센티브 지급 현황
<table>
<tr><th>인센티브 명칭</th><th>인센티브 내역</th><th>지원액</th><th>수혜자</th></tr>
<tr><td>BK21FOUR 인센티브</td><td>-2020년: 2,300천원, 2021년: 3,000천원,
2022년: 2,000천원</td><td>7,300천원</td><td>20명</td></tr>
<tr><td>PNU-Star 선정</td><td>SCI급 연국논문 발표실적이 우수한 학생 선발
2,000천원/1명(2023년), 1,000천원/1명(2022년)</td><td>3,000천원</td><td>2명</td></tr>
<tr><td>BK우수논문상 선정</td><td>질적으로 우수한 연구주제와 논문을 선발 및 시상
박사과정:1,500천원/인, 석사과정:500천원/인</td><td>2,100천원</td><td>2명</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>수행계획</td><td>▸ 우수대학원생에게 장학금지급 확대 계획
<table>
<tr><th>장학금 명칭</th><th>선발기준</th><th>지원액</th><th>선발예정인원</th></tr>
<tr><td>BK21FOUR 장학금</td><td>연구성과, 연구계획, 지도교수
추천서 등을 기준으로 평가</td><td>석사과정:1,000천원/월,
박사과정:130만원/월</td><td>20명/년</td></tr>
<tr><td>우수박사수료생
연구지원</td><td>창의적인 아이디어로 연구수행 계획을
수립한 박사수료생</td><td>6,000천원/인</td><td>1-2명/년</td></tr>
<tr><td>글로벌 연구역량
강화를 위한 연구조교</td><td>세계적 수준의 연구몰입 할 수 있는
연구제안 계획을 수립한 학생</td><td>석사과정:600천원/월
박사과정:800천원/월</td><td>3명/년</td></tr>
<tr><td>대학원 교육 내실화를
위한 교육조교</td><td>대학원 교육과정 운영에 있어
충실한 보조할 수 있는 학생</td><td>석사과정:15,000원/시간
박사과정:20,000원/시간</td><td>1명/년</td></tr>
</table>
▸ 우수연구성과에 대한 인센티브 지급강화 계획
<table>
<tr><th>장학금 명칭</th><th>선발기준</th><th>지원액</th><th>선발예정인원</th></tr>
<tr><td>BK21FOUR 인센티브</td><td>연구성과, 연구계획, 지도교수
추천서 등을 기준으로 평가</td><td>석사과정:1,000천원/월,
박사과정:130만원/월</td><td>20명/년</td></tr>
<tr><td>PNU-Star 선정</td><td>SCI연구논문 발표실적의 정량,</td><td>3,000천원 및</td><td>1명/년</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

		정성역량을 고려한 평가	해외탐방 참여기회 제공	
	BK우수논문상 선정	주저자로 게재한 국내외학술지 발표실적이 우수한 학생	2,100천원	1명/년

○ 해외명문대학 연수 및 교육프로그램 참여기회 확대 제공

구 분	내 용
개 요	▸ 우수대학원생의 연구의식 고취를 위한 해외우수연구기관에 연수기회 제공 ▸ Research-on 해외우수연구 기관 연수, Study-on 해외명문대학 교육 기회제공
지원현황	▸ Research-on 해외우수연구기관 연수 현황(최근 3년)

참여자명	해외 연수기관	연구주제	참여기간 지원금
이혜선 (박사과정)	미국 하버드대 병원	광경화성 히알루론산의 골재생 메커니즘 연구	22.06-22.12 20,000천원
김소영 (박사과정)	미국 캔자스대 연구소	광응답성 표면개질을 이용한 혼합물 분리기술 개발 및 적용	23.01-23.02 5,472천원
송희진 (석사과정)	미국 하버드대학교 의과대학	알츠하이머질환의 분자메커니즘 규명 및 치료제 적용	23.01-23.02 5,472천원

▸ Study-on 해외명문대학 교육프로그램 참여 현황(최근 3년)

참여자명	해외 연수기관	강의명	참여기간 지원금
이수진 (석사과정)	미국 UCLA	Foundations in Human Physiology	21.09-21.11 수업료 지원

구 분	내 용
수행계획	▸ Research-on 해외우수연구 기관 연수 제공 계획 - 목적: 우수대학원생에게 국제공동연구 기회를 제공하여 연구역량강화를 지원 - 선발인원: 1-2명/연 - 지원내용: 최소 1개월~최대 3개월, 연수지원금 월300만원(최대 3개월) - 선발대상: 연수기관의 지도교수 책임하에 연수활동 수행이 가능한 학생 - 추진절차: 사업공고 접수, 선발심사인터뷰, 오리엔테이션, 결과보고서 제출발표 ▸ 해외연구실 공동연구 제공 계획 - 목적: 우수대학원생의 연구의식을 고취하고, 국제공동연구 및 교류 지원 - 선발인원: 2-3명/연 - 지원내용: 최소 2주 (15일 이상) - 선발대상: MOU 체결된 해외연구실의 지도교수 책임하에 공동연구가 가능한 학생 - 추진절차: 사업공고 접수, 선발심사 인터뷰, 국제 공동연구 결과물 제출 ▸ Study-on 해외명문대학 교육프로그램 참여기회 제공 계획 - 목적: 우수대학원생에게 세계적수준의 강의수강을 통해 교육역량강화를 지원 - 선발인원: 1-2명/연 - 지원금: 수강료 전액 - 선발대상: 해외대학 강의수강를 통해 본 교육연구팀 교육과정 개선에 기여할 수 있는 학생 - 선발절차: 사업공고 접수, 선발심사, 수강후기 공유발표

○ 우수대학원생 적응 및 지원을 위한 석・박사 학습튜터링 시스템 확대 운영

구 분	내 용
개 요	▸ 대학원 신입생의 적응 지원을 강화하기 위해 대학원생 오리엔테이션 실시함 ▸ 중도 탈락 방지, 대학원 적응력 강화, 학습/연구 노하우 전수 등을 위한 학습튜터링 시스템 운영
지원현황	▸ 석・박사 학습튜터링 시스템 운영실적 현황(최근 3년)

연도	2021년	2022년
참여팀/지원액/참여학생	5팀/4,500천원/11명	2팀/2,000천원/6명

구 분	내 용
수행계획	▸ 석・박사 학습튜터링 시스템의 확대 계획 - 목적: 학습역량이 우수한 선후배 동료간 협력학습을 지원 - 선발인원: 2-3명/연 - 지원내용: 튜터장학금(1,000천원) - 선발대상: 학습역량이 뛰어난 튜터가 박사, 튜티가 석사인 팀 - 선발절차: 사업공고 접수, 선발 심사, 튜터링후기 공유발표

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2022.8/2023.2 졸업한 교육연구팀 참여교수 지도학생 취(창)업률 실적

(단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황						취(창)업률 (D/C)×100
		졸업자	비취업자			취(창)업대상자	취(창)업자	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2022년 8월 졸업자	석사	1				1	0	0
	박사	0				0	0	
2023년 2월 졸업자	석사	1				1	1	100
	박사	0				0	0	
계	석사	2				2	1	50
	박사	0				0	0	

2.3 대학원생의 취(창)업 현황

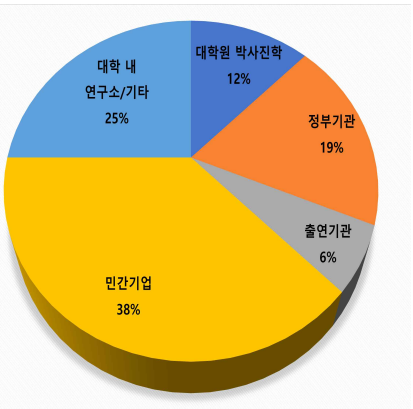
① 취(창)업률 및 취(창)업의 질적 우수성

○ 최근 3년간 참여교수의 지도학생 배출 및 취업현황

졸업 연도	이름	학위 과정	졸업논문명	취업현황	전공 적합도
2021.02	강다희	석사	The Regulation of Estrogen Synthesis in the Placenta in Gestational Diabetes Mellitus and Its Role in the Control of Uterine Contraction	식품의약품안전평가원	적합
2021.02	이혜선	석사	Photo-crosslinkable Tissue Adhesives for Ocular Wound Healing	부산대학교 박사과정 진학	적합
2021.02	이효근	석사	PCR-coupled Paper-based Surface-enhanced Raman Scattering (SERS) Sensor for Rapid and Sensitive Detection of Respiratory Bacterial DNA	프레스티지바이오로직스	적합
2021.08	곽주용	석사	Tunable chiroptical recognition of plasmonic enhancement using imitation of fingerprint and helical magnetic field	충남대학교 박사과정 진학	적합
2022.02	공정은	석사	Anti-tumor Effects and Mechanism of Ecklonia cava in CT26 Cells and Syngeneic Tumor Model	국립암센터	적합
2022.02	박준우	석사	Removal of Microplastics via Phenolic Molecules-mediated Coagulation and Risk Assessment	휴비스	적합
2022.02	이수진	석사	Candidate as an Antiphotoaging Drug of Dipterocarpus tuberculatus Roxb. in NHDF Cells and Athymic Ntude Mice	동아ST	적합
2022.02	정재원	석사	Surface Adhesive and Antioxidative Phenolic Compounds Utilized for Biomedical Applications	HK이노엔	적합
2022.02	최윤주	석사	A Study on the Molecular Mechanism of Complement C3 Deficiency Induced Constipation in FVB/N-C3em1Hlee/Korl Knockout Mice	식품의약품안전처	적합
2022.08	이다운	석사	Therapeutic Effects of Agathobaculum butyriciproducens SR79T on Autism Spectrum Disorder	한국파스퇴르연구소	적합
2023.02	이지안	석사	Radioistope-labeled Hydrogel Microparticles for Local Radiotherapy	스카이테라퓨틱스	적합
2023.08	이산하	석사	Microneedle-Mediated Intradermal Delivery of Bacille Calmette-Guerin (BCG) Vaccines for Single-dose Tuberculosis Vaccination	부산대학교 생명산업연구원	적합
2023.08	진유정	석사	Study on the Inflammation and Fibrosis Responses in Lung Tissue of ICR Mice during Inhalation of Nanoplastics	안전평가 연구분야 취업준비중	-
2021.08	임상구	박사	Design of Embeddable Microneedle Patches for Precise Dose Control of Drugs	에스엔비아 바이오벤처	적합
2022.02	안성민	박사	The Potential of Oxytocin as an Early Diagnostic Biomarker for Preeclampsia	UC Davis 박사후연구원	적합
2023.08	이경원	박사	Visible Light-curable Hydrogel System for Cell-based Regenerative Therapy	부산대학교 생명산업연구원	적합
2023.08	김민재	박사	The Carcinogenic Properties of Pregeneolone in the Breast Cancer	안정성평가연구소	적합

○ 취창업자의 국내·외 기관 진출실적, 취업기관의 전공적합성

- 교육연구팀내 참여교수가 배출한 대학원생들을 대상으로 최근 3년간 취창업한 국내외 진출 기관을 분석하면, 민간기업(바이오 벤처기업 포함)에 38%로 가장 높았고, 대학 내 연구소/기타 25%, 정부기관 19%, 대학원 박사과정에 진학하는 비율이 12%, 출연기관 6%로 취업하였음. 전체적으로 졸업자의 학위간 주제 수행을 통해 전공 적합성이 높은 교육연구 직종에 취업과 연결 되어 취업의 질이 매우 우수하다고 판단함
- 최근 3년간 대학원 졸업생은 총 17명(박사과정 4명, 석사과정 13명)으로, 89%의 졸업생 (15명)은 전공일치도가 높은 국내 우수 연구기관에 취업하였고, 11%의 졸업생(2명)은 국내 박사과정으로 진학하였음. 취업한 2명의 대표우수사례를 살펴보면, 김민재 졸업생은 노인질환 신약의 안정성 평가개발을 위한 첨단 연구기관인 안정성평가연구소에 연구원으로 취업하였고,



최근 3년간 대학원 졸업자의 취업 현황

이수진 졸업생은 학위과정간 실버질환 천연물의약품 개발에 대한 전문성을 확보하였고, 면역항암제와 치매 치료제 등의 전문의약품 개발 전문기관인 동아ST에 전임연구원으로 취업하였음

○ 졸업자의 대표적 취업의 질적 우수성

1) 김민재(박사과정; 안정성평가연구소)

구 분	내 용
졸업논문명	▸ The Carcinogenic Properties of Pregnenolone in the Breast Cancer
졸업자의 교육・연구내용	[교육내용] ▸ 박사과정 동안에 「첨단바이오소재특론」, 「나노바이오공학」 등의 「바이오소재특화과목」,「의료용멤브레인특론」, 「재생의료특론」 등의 「의료기술 특화과목」을 이수하였음. 또한 논문연구에서 노인성 탈모와 유방암을 비롯한 노인성 및 대사성 질환의 원인과 발병 메커니즘, 질병 치료용 바이오소재를 주제로 발표하여 연구주제의 심화도를 함양하였음 ▸ 박사과정 동안에 교육연구단에서 실시하는「학문후속세대 강의 역량 강화를 위한 멘토링 프로그램」,「석・박사 학습튜터링 프로그램」,「박사학위평가시스템」에 참여하여 기초강의 능력과 학위논문의 전문성 및 우수성을 확보하였음. 그뿐만 아니라,「우수 박사수료생 연구지원 사업」에 참여하여 연구책임자로서의 능력을 다지고 연구 수행물로서 SCI급 논문을 출판하였음 ▸ 교육연구단에서 실시하는 대학원핵심역량진단」, 「학습컨설팅(MLST-II)검사」 등에 참여하여 박사과정 동안의 학습능력이나 심리행동에 기반한 학습전략을 수립하였고, 다양한 산학워크샵, 전문가 초청 세미나, 논리적 글쓰기, 영어논문 작성법 등에 참여하여 폭넓은 연구분야를 접하고 수행 중인 연구에 응용하여 논문을 작성하기 위한 능력을 증진하였음 [연구내용] ▸ 주요 연구분야는 실버 질환의 일환으로서 노인성 탈모와 같이, 노인성 및 대사성 치료를 목적으로 바이오소재를 발굴하고, 세포와 동물에서 효능평가를 수행하여 탈모의 원인부터 발병 매커니즘, 새로운 치료방법과 치료제의 작용 매커니즘까지 모든 과정을 규명하는 연구를 수행하였음. 이를 위하여 실험 설계, 세포실험, 동물실험에 등 필요한 모든 실험 전반에 대한 전문성을 확보하였으며, 이와 관련하여 MTT, BrdU, Scratch migration assay, adhesion assay 등 세포 특성 분석기술, PCR, ELISA, Wstern blot, Co-IP, ChiP, vector transformation, luciferase assay, SiRNA, vector transfection, ICC 등 다양한 분자생물학적 분석기술, H&E, IF, IHC 등의 조직 분석 기술, ovariectomy, xnograft, skin graft, alopecia areate inducing, RUPP 등 질병 동물모델 제작 기술을 갖추었음 ▸ 한국연구재단, 한국보건산업진흥원, 산림과학연구원, 중소기업청, 식품의약품안전처, 조달청 등 10개 이상의 국가 연구개발 과제에 참여하였으며, Acta Biomaterialia 등 SCI급 국제 전문 논문 7편을 게재하는 우수한 연구성과를 달성하였음
취업기관의 전공적합성	▸ 안전성평가연구소는 국민 건강과 안전사회 실현을 위한 글로벌 독성연구기관으로, 각종 화학 및 바이오 물질에 대한 안전성평가연구 및 독성연구를 통한 국가 산업 발전 및 국민 보건 복지 향상을 목적으로 설립된 정부 출연연구소임. 안전성평가연구소는 각종 독성 분야의 GLP 인증을 보유하고 있을 뿐만 아니라 AAALAC(국제실험동물관리평가인증협회) 적격 시험 기관으로서 소동물부터 영장류까지 대부분의 실험동물을 다루는 최적의 연구 인프라를 운영하고 있음. 첨단독성연구, 예측독성연구, 영장류・미니픽 중개독성연구, 흡입 생체유해성 연구, 환경・인체 유/위해성연구, 인체유해인자 흡입독성연구, 차세대의약평가연구를 진행하고 있으며 인체줄기세포, 동물세포, 미생물 균주 등 여러 시험계를 이용한 검증된 선진 연구 기법 외에도 줄기세포기반 대체독성연구, 컴퓨터시스템 기반의 독성병리연구 등 세계 수준의 독성평가 연구로 미래 규제 독성학 선도하고 있음. 특히 첨단독성연구의 융합독성연구분야에서는 면역독성연구, 생식독성연구, 바이오의약연구를 중점으로 하고 있으며 동물실험을 대체하기 위한 세포 기반 질병 모델 구축 사업을 진행하고 있음. 김민재 학생은 대학원 과정에서 노인성 및 대사성 질병을 대상으로 기초 및 응용연구에 대한 전문성을 획득하였고, 이를 토대로 안전성평가연구소 첨단독성본부 생식독성연구그룹에 2023년 3월 입사하여 연구개발에 매진하고 있음

2) 이수진 (석사과정; 동아ST)

구 분	내 용
졸업논문명	Candidate as an Antiphotoaging Drug of *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. in NHDF Cells and Athymic Nude Mice
졸업자의 교육・연구내용	[교육내용] ▸ 석사과정 동안에 노인학특론, 연구설계 등의 「실버질환 기초역량과목」, 소취기술융합특론, 실버헬스테크놀로지 등의 「실버질환융합기술 특화과목」, 노화질환모델적용특론, 바이오의약품 개발특론 등의 「실버질환 바이오소재효능평가 특화과목」을 이수하였음. 또한, 교육연구팀의 석사과정 대학원생들이 조기에 진로를 선택하여 준비할 수 있도록 운영 중인 「실무형인재양성 플랫폼 맞춤형 교육과정」을 성공적으로 이수하였음 ▸ 석사과정동안에 「산업・사회문제 해결관련 교육프로그램」에도 적극적으로 참여하여, 새로운 천연물소재의 광노화 치료제로서 기능을 규명하고 효능평가를 주제로 「대학원 혁신과정(Innovation Course)」을 수행하였고, 논문연구에서 현장진단형 센서의 문제점과 해결방안을 주제로 발표하였으며, 「사회문제 학생모니터링단」에 참여하여 일회용빨대의 사용에 대한 사회문제를 분석하고 해결책을 제시하였음. 더불어, 다양한 산학워크샵, 전문가 초청세미나, 논리적글쓰기, 표절없이 논문쓰기 등에 참여하여 사고의 폭을 넓히는 활동을 수행하였음 ▸ 교육연구단에서 실시하는 「대학원핵심역량진단」, 「학습컨설팅(MLST-II)검사」 등에 참여하여 본인의 학습능력이나 심리행동에 기반한 학습전략을 수립하였고, 「Study-on 프로그램」을 통하여 해외명문대학 교육기회를 제공받았음 [연구내용] ▸ 주요 연구분야는 실버질환 맞춤형 바이오소재를 발굴하고, 효능평가를 수행하여 작용기전을 규명하고, 새로운 고령적합 치료제로서 잠재력을 평가하는 연구를 수행하였음. 이를 위하여 실험설계, 동물실험, 조직분석 등에 대한 전문성을 확보하였으며, 이와 관련하여 H&E, IF, IHC 등의 조직분석, PCR, Western blot, ELISA, FACS 등 다양한 분자생물학적 분석기술을 갖추었음 ▸ 식품의약품안전처 등 5개 이상의 국가연구개발과제에 참여하였으며, Antioxidants 등 SCI급 국제전문논문 18편, KCI급 국내전문논문 4편을 게재하는 우수한 성과를 달성하였고, 실험동물장학생과 우수포스터상을 수상함. 또한, 우수 대학원생에게 수여하는 PNU-star로 선정되는 등 우수한 성과를 달성함
취업기관의 전공적합성	▸ 동아 ST는 동아제약의 지주회사 전환에 따라 출발한 전문의약품(ETC) 전문기업으로 국내 의약품 매출이 10위권에 있는 전통적인 제약회사임. 동아ST는 혁신적 신약개발을 통한 Global Health care 기업으로, 세계적 수준의 연구소와 뛰어난 역량의 인재를 중심으로한 최적의 연구 인프라를 운영하고 있음. 특히, 면역 항암제와 치매 치료제 등 인류의 생명연장과 완치 그리고 환자와 그 가족들의 고통을 덜어내기 위한 신약개발을 지원하고 있으며, “Health care산업 내 고객 니즈를 충족시키는 혁신적 제품과 서비스 개발” 이라는 비전을 갖고, 창조적 아이디어로 혁신적 과학 기반의 글로벌 제품을 개발하는 전문 연구 조직으로 현재, 의약품, 식품, 건강기능식품, 화장품, 의료기기 등 헬스케어 모든 영역에서 소비자 건강을 위한 제품 개발 및 신소재(천연물 ・ 유산균 등) 확보 연구 등에 매진하고 있음. 이 연구소의 제품연구팀에서는 약효물질 전달 및 소비자 친화 기술 적용제품의 연구, 브랜드제품(박카스, 노스카나 등) Extension 연구, 플랫폼 신기술연구(3D프린팅, 피부전달기술) 등을 추진하고 있으며, 소재연구팀은 천연물/프로바이오틱스 소재연구(건강기능식품, 화장품)과 친환경추출제법 기술연구 등을 추진하고 있는 우수한 기업임. 이수진 학생은 대학원과정에서 고령적합 천연물소재의 개발 및 효능평가 기술 등에 대한 전문성을 획득하여 동아ST 신약연구팀에 2022년 6월에 입사하여 연구개발에 매진하고 있음

② 졸업자의 대표적 취(창)업 사례 (최근 10년)

<표 2-3> 최근 10년간 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 졸업생 대표적 취(창)업 사례

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>성명</th><th>졸업연월</th><th>수여 학위
(박사/석사)</th><th>학위취득 시
학과(부)명</th><th>재학 시
BK21사업 참여
여부 (Y/N)</th><th>최종학위
(박사/석사) 및
수여 대학/학과</th><th>직장 및 직위</th></tr>
<tr><td colspan="7">대표 취(창)업 사례의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>강예은</td><td>2019.02</td><td>석사</td><td>바이오소재과학과</td><td>N</td><td>(석사) 부산대학교
바이오소재과학과</td><td>국제백신연구소</td></tr>
<tr><td colspan="7">석사과정 동안에 첨단바이오소재특론, 바이오소재공학특론, 표면개질특론 등에 대한 전공능력을 배양하고, 백신의 접종에 필수적으로 요구되는 새로운 개념의 마이크로니들 개발연구를 수행하였음. 이러한 성과를 기반으로 전염병 예방 백신의 개발을 목표로 유엔개발계획의 주도하에 1997년에 설립된 국제백신연구소 연구원으로 취업함. 이러한 학위과정과 연계된 취업은 본 교육연구팀의 실버세대 특성에 기반한 최적의 전달 시스템 개발에 부합하는 성과임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>안성민</td><td>2022.02</td><td>박사</td><td>바이오소재과학과</td><td>Y</td><td>(박사) 부산대학교
바이오소재과학과</td><td>UC Davis
(POSTDOC)</td></tr>
<tr><td colspan="7">박사과정 동안에 질환모델동물특론, 약물전달특론 등 임상반응에 대한 전공능력을 배양하고 호르몬을 이용한 자가진단 바이오마커를 개발하는 연구를 수행하여 우수한 연구성과를 도출하였음. 이를 기반으로 비만, 당뇨 등 대사성질환을 유발시킬 수 있는 유전자의 발굴 및 기능 규명을 위한 연구를 수행하기위해 UC Davis에서 박사후연구원으로 취업함. 이러한 학위과정과 연계된 취업은 본 교육연구팀의 실버세대의 임상반응을 고도로 예측하는 아젠다에 부합하는 성과임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>이재언</td><td>2017.02</td><td>석사</td><td>바이오소재과학과</td><td>N</td><td>(박사수료)
부산대학교
바이오소재과학과</td><td>대구경북첨단의료산업진흥재단
(연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">석사과정 동안에 비만, 염증질환 등 다양한 대사성질환에 대한 인체 반응성을 연구하여 우수한 성과를 도출하였으며, 이를 기반으로 다양한 질환동물모델 제작 및 유효성 평가를 수행하는 대구경북첨단의료산업진흥재단 전임상센터 신약평가팀에 연구원으로 취업함. 학위과정 동안에 수행한 업무와 취업기관은 본 교육연구단의 아젠다인 임상반응에 대한 고도의 예측성 활동과 밀접하게 연관성이 있음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>이영주</td><td>2014.02</td><td>석사</td><td>바이오소재과학과</td><td>N</td><td>(석사) 부산대학교
바이오소재과학과</td><td>안전성평가연구소
(주임연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">석사과정 동안에 천연물소재의 특성분석에 기반하여 당뇨병, 고혈압, 치매질환 등 고령자 다발성 질환에 대한 효능을 평가하고 작용기전을 규명하는 연구를 수행함. 질환모델동물을 활용한 연구를 수행함으로서 인체에 대한 반응성을 고도로 예측하는 전문성을 습득하여 SCI급논문 10편, 특허 1건의 성과를 달성하고 이를 기반으로 국내 최초 미국 FDA적격 비임상시험기관으로 인정된 안전성평가연구소에 주임연구원으로 취업함</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td>이수진</td><td>2022.02</td><td>석사</td><td>바이오소재과학과</td><td>Y</td><td>(석사) 부산대학교
바이오소재과학과</td><td>동아ST
(선임연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">석사과정 동안에 실무형인재양성 플랫폼 등 맞춤형 교육과정을 성공적으로 이수하고, 글로벌연구역량 프로그램 등의 비교과프로그램에 참여하여 PNU-Star로 선정됨. 실버세대에서 심각한 피부노화의 새로운 소재를 발굴하고 작용기전을 규명하여 SCI급 논문 18편 등의 성과를 달성하여 국내 의약품 매출 10위권의 제약회사인 동아ST에 선임연구원으로 취업함. 이러한 성과는 본 교육연구팀의 고령의 생체적합성 소재를 발굴하는 아젠다에 부합하는 우수한 성과임</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>정재원</td><td>2022.02</td><td>석사</td><td>바이오소재과학과</td><td>Y</td><td>(석사) 부산대학교
바이오소재과학과</td><td>HK 이노엔
(연구원)</td></tr>
<tr><td colspan="7">석사과정동안 실무형인재양성 플랫폼 교육과정을 우수한 학업 및 연구 성적으로 이수하고, 이를 통해 PNU-Fellowship프로그램에 선정됨. 노화 및 퇴행성 질환을 위한 천연 페놀의 항산화 약물전달체 개발연구를 수행하여 SCI급 논문 4편, 학회 구두 및 포스터 발표 5회 등의 성과를 달성하여 국내 대표 제약사인 ㈜HK이노엔에 선임연구원으로 취업함. 이러한 성과는 본 교육연구팀의 최적의 전달성에 대한 아젠다에 부합하는 우수한 성과임</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">최근 10년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td>50</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td rowspan="2">6</td></tr>
<tr><td>박사</td><td>6</td></tr>
</table>

3. 대학원생 연구역량

3.1 대학원생 연구 실적의 우수성

① 대학원생(졸업생) 대표연구업적물의 우수성

<표 2-4> 교육연구팀 참여교수 지도학생(졸업생) 대표연구업적물

<table>
<tr><th>연번</th><th>최종 학위 (박사/ 석사)</th><th>졸업생 성명</th><th>세부 전공 분야</th><th>입학 연월</th><th>졸업 연월</th><th>실적구분</th><th>대표연구업적물 상세내용</th></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="8">석사</td><td rowspan="8">이혜선</td><td rowspan="8">고분자 구조 및 물성</td><td rowspan="8">2019.3</td><td rowspan="8">2021.2</td><td rowspan="8">학술지 논문</td><td>① Hyeseon Lee, Ajeesh Chandrasekharan, Keum-Yong Seong, Yeon Ji Jo, Samdae Park, Seonyeong An, Seungsoo Lee, Hyeji Kim, Hyungju Ahn, Sungbaek Seo, Jong Soo Lee, Seung Yun Yang</td></tr>
<tr><td>② User-demand fast-curable ocular glues enforced by multilength tunable networks</td></tr>
<tr><td>③ Bioengineering & Translational Medicine</td></tr>
<tr><td>④ 2380-6761</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2022</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/btm2.10323</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td rowspan="8">석사</td><td rowspan="8">이수진</td><td rowspan="8">천연물 약리</td><td rowspan="8">2020.3</td><td rowspan="8">2022.2</td><td rowspan="8">학술지 논문</td><td>① Su Jin Lee, Ji Eun Kim, Yun Ju Choi, Jeong Eun Gong, So Hae Park, Bounleuane Douangdeuane, Onevilay Souliya, Ju Min Park, Hee Seob Lee, Bae-Hwan Kim, Dae Youn Hwang</td></tr>
<tr><td>②Therapeutic Effects of Dipterocarpus tuberculatus with High Antioxidative Activity Against UV-Induced Photoaging ofNHDF Cells and Nude Mice.</td></tr>
<tr><td>③ Antioxidants (Basel)</td></tr>
<tr><td>④ 10(5):791</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2021</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.3390/antiox10050791</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">최근 3년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td>13</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>박사</td><td>4</td></tr>
</table>

○ 이혜선 (박사과정)

구분	내용
실적의 창의성・혁신성	고령화로 인해 다양한 질환이 발생하고 있는데, 그 중에서도 시력 장애를 일으키는 안질환이 삶의 질을 떨어뜨리는 중요한 원인으로 지목되고 있음. 65세 이상 노인의 70% 이상에서 백내장 및 녹내장 발병하고 있고, 이에 따라 외과적 수술이 필요한 경우가 급증하고 있음. 현재 안구 수술 후 상처 봉합을 위해 봉합사가 가장 보편적으로 사용되고 있으나, 추가적인 상처를 유발하고 고령의 환자에서는 회복을 지연시키는 경우가 보고되고 있음. 봉합사를 대체하기 위해, 화학적인 반응으로 상처를 봉합하는 조직접착제가 사용되는 경우도 있지만, 부적절한 접착성능(느린 경화, 젖은 표면에서 낮은 접착력, 거칠고 불투명한 접착층) 및 독성 부산물과 같은 한계점이 존재함 본 연구에서는 노령의 환자에서도 안전하고 사용할 수 있는 안과용 조직접착제를 개발하기 위해, 체내 존재하는 생체고분자인 히알루론산에 광가교 작용기를 도입하여, 사용하기 전에는 액체이지만 필요할 대 빛을 조사하면 순간적으로 경화되어 상처부위를 봉합할 수 있는 광경화형 조직접착제를 개발하였음. 특히, 경화된 히알루론산 내부에 기계적 물성을 증가시킬 수 있는 다중네트워크 구조를 형성시켜, 안구와 같은 젖은 점막 조직에서도 신속히 접착할 수 있고 반복적인 움직임에서도 안정하게 형태를 유지할 수 있는 공중합체형 광가교 접착제를 세계 최초로 개발하였음. 또한, 히알루론산의 높은 광학적 투과도와 윤활작용으로 인해, 가시광선의 빛을 95% 이상 투과시킬 수 있었고, 이물감도 최소화할 수 있었음. 각막 절개 동물실험에서 안전성과 재생 효능을 확인하여, 안과용 접착제로서의 성능을 검증하였음. 본 연구는 우수성을 인정 받아, 다수의 언론 매체(매일경제, 부산일본, 의학신문, CNB 뉴스 등)에 소개되었음. 또한, 미국 보스톤에서 열린 소재분야에서 세계 최고의 권위를 자랑하는 2022 MRS fall meeting에서 “빛으로 상처가 봉합되는 안과용 순간접착제 개발“에 관한 연구로 Best Poster award를 수상하였음
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	본 연구는 노인에게서 많이 발생하는 안질환 치료에 사용될 수 있는 소재 개발에 관한 내용으로, 상처재생이 더딘 노령환자에게 특히 효과가 높은 조직접착 기술임. 향후 약물전달 기술에도 적용이 가능하기 때문에, 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용에 부합하는 연구임
해당전공분야의 기여	기존의 히알루론산 기반 광가교성 고분자 소재는 짧거나 긴 사슬의 작용기를 단독으로만 도입시켰기 때문에, 견고하나 부서지기 쉬운 형태 또는 유연하지만 안정적이지 못한 물성을 지녔음. 그러나 본 연구에서 개발된 소재는 유연하면서도 견고할 뿐만 아니라, 작용기의 비율에 따라 사용자가 원하는 수준의 물성으로 용이하게 조절이 가능하다는 장점을 가짐. 이러한 물성을 새로운 소재 설계(공중합체형 히알루론산)로 달성하였고, 최초로 동물실험으로 성능을 검증하였음. 본 광경화 소재는 조직접착제 뿐만 아니라 인공장기 및 3D 바이오프린트 분야에서도 적용될 수 있어 바이오소재 분야에 널리 기여할 것으로 기대됨. 본 연구는 우수성을 인정 받아 2022년 04월 Bioengineering & Translational Medicine(출판 기준 IF 10.711, 생체의료공학 분야 상위 3.93%)에 게재되었음

○ 이수진 (석사과정)

구 분	내용
실적의 창의성・혁신성	피부노화는 실버질환세대의 삶의 질 저하의 가장 중요한 원인 중의 하나로 다양한 피부질환의 발전하기 때문에 치료제와 예방제의 개발이 매우 중요함. 피부노화는 UVA 및 UVB를 포함한 만성 UV 방사선에 지속적으로 장기간 노출됨으로써 시작됨. UV조사에 의한 광노화된 피부는 주름 형성, 느슨함, 불규칙한 색소 응축 및 피부의 두꺼워짐과 같은 임상적 표현형을 특징으로 하며, 이러한 표현형은 피부 연결 조직에서 활성 산소종(ROS)의 광화학적 생성에 의해 시작됨. 이러한 ROS (과산화 음이온, 과산화물 및 단일 산소 등)는 DNA, 단백질 및 지질을 포함한 다양한 세포 구성 요소의 화학적 변형 및 산화를 유발하여 산화 스트레스를 초래함. 따라서, 항산화제는 UV조사동안에 ROS가 과량으로 발생하기 때문에 광노화를 치료하기 위해 매우 중요한 전략으로 고려되고 있음 UV유도 광노화에 대한 항산화 활성을 가진 일부 천연물소재의 치료효과는 다양한 피부세포와 동물에서 평가되었음. UV 조사에 의해 유도된 MMP 발현 및 ROS 생성의 향상은 Gynura procumbens Mer., Polypodium leucotomos, Passiflora tarminiana 및 hawthorn을 포함한 천연소재에 의해 억제되었음. UV 및 ROS 유도 DNA 손상뿐만 아니라 항산화 효소도 폴리포디움 leucotomos, Melissa officinalis, hawthorn 또는 Belamcandae rhizome로 치료한 후 억제되었음. 특히 대부분의 천연 제품의 항광노화 활성은 단일 성분으로서 항산화 활성 및 항산화제와 밀접하게 연관되어 있음. 그러나 D. tuberculatus 에탄올 추출물의 항염증 효과 가능성에 대한 연구가 보고되었지만 피부 섬유아세포에서 Dipterocarpus tuberculatus의 항광노화 효과 및 작용 메커니즘을 규명한 연구는 없음. 따라서 본 연구에서는 *Dipterocarpus tuberculatus*의 추출물이 노화방지 치료효능과 작용기전을 분석하여 새로운 노화치료제로서 가능성을 평가하고자 하였음. 그 결과, 우수한 DPPH소거능을 갖는 본 추출물은 섬유아세포에서 ROS, NO생성을 억제하고 SOD와 Nrf2발현을 증가시켰으며, ECM의 파괴, 염증성 사이토카인의 발현 인플라마좀의 생성 등을 억제하였음. 또한, 이러한 효과는 UV를 조사한 실험동물에서도 동일하게 관찰되었음. 이러한 결과는 *Dipterocarpus tuberculatus*이 우수한 항산화능을 기반으로 실버세대의 피부노화를 방지하는 새로운 소재의 가능성을 최초로 제시하였음
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	교육연구팀이 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인력양성을 양성하기 위해 중요한 아젠다로 제시한 3가지 중에서 고령신체의 적합성을 고려한 소재의 개발은 질병의 치료와 예방적인 측면에서 중요하게 고려되어야 함, 이러한 측면에서 UV조사를 통해 유도된 피부노화를 치료하기 위한 새로운 실버질환 맞춤형 소재의 개발과 이들의 작용기전에 대한 연구성과는 교육연구팀의 비전과 목표에 부합하는 우수한 연구성과로 사료됨 특히, 활용된 천연물소재는 해외생물소재센터와 연계하여 확보하고, 분석함으로서 체계적이고 종합적인 천연물정보를 기반으로 하고 있어 향후 추진하고자 하는 실버질환 맞춤형 바이오소재 발굴을 위한 과학적 데이터기반 활용체계 적용의 측면에서 매우 적합한 연구결과임
해당전공분야의 기여	본 연구는 새로운 천연물소재의 기능성을 성분에 기반하여 분석하고, 효능을 과학적으로 규명하는 등의 우수성을 인정받아 2021년 5월 Antioxidants(IF 7.676, JCB 6%저널)에 게재됨. 소재발굴분야에서 기존에 알려지지 않은 소재의 최초규명은 향후 질병치료 등의 측면에서 크게 기여한 연구성과임

② 대학원생(졸업생) 학술대회 대표실적의 우수성

<표 2-5> 교육연구팀 참여교수 지도학생(졸업생) 학술대회 발표실적

연번	최종학위 (박사/ 석사)	졸업생 성명	입학 연월	졸업 연월	발표 형식 (구두, 포스터)	학술대회 발표실적 상세내용
1	박사	이경원	2018.3	2023.8	구두	① 이경원
						② Bioprinting of Stromal Cells-laden Artificial Cornea Using Visible Light Crosslinkable Bioinks
						③ 2023 춘계 한국고분자학회
						④ 0
						⑤ 2023, 대전컨벤션센터 (대전, 한국)
2	석사	최윤주	2020.3	2022.2	구두	① 최윤주
						② Inflammatory response in the mid colon of ICR mice treated with polystyrene microplastics for two weeks
						③ 2022 한국실험동물학회 동계학술대회
						④ 0
						⑤ 2022, 알펜시아컨벤션센터 (평창, 한국)

최근 3년간 졸업생 수			최대 제출 건수	
	석사	13		2
	박사	4		

○ 이경원 (박사과정)

구분	내용
실적의 창의성・혁신성	고령화에 따라 사고 또는 질환에 의해 장기 또는 조직 이식의 사례가 많아지고 있음. 3D 바이오프린팅 기술은 장기 혹은 조직의 복잡한 구조 및 기능을 모사하여 제작하는 기술로서, 인공 장기의 수요 증가 및 체외 약물 평가 등으로 인해 많은 관심을 받고 있음. 특히 각막의 균일한 무혈관 구조는 3D 바이오프린팅에 적합한 구조적 이점을 지니고 있어서, 3D 바이오프린팅을 통한 인공 각막 개발에 관한 연구가 많이 진행되고 있음. 하지만 기존 3D 바이오프린팅 기술들은 출력물의 해상도가 낮다는 기술적 한계로 인해 반구형의 정밀하고 균일한 각막 구조를 재현하기 힘들 뿐만 아니라, 3D 바이오프린팅에 사용되는 바이오잉크의 낮은 생체적합성과 광독성이 높은 자외선을 이용한 가교 방식으로 인해 임상 적용의 한계가 존재하였음. 본 연구에서는 생체적합성이 높고, 가시광선으로 가교 가능한 새로운 바이오잉크를 개발하였으며, 정밀하고 빠른 프린팅이 가능한 digital light process(DLP) 방식의 3D 프린터를 이용하여 인공 각막을 제조하는 연구를 진행하였음. 생체적합성이 우수한 생체고분자인 히알루론산(hyaluronic acid, HA)에 광가교성 작용기를 도입하여 광가교성 히알루론산(methacrylated hyaluronic acid, HAMA)을 합성하였고, 높은 수용성과 생체적합성을 지니며, 가시광선에서도 우수한 반응성을 나타내는 새로운 광개시제인 lithium benzoyl(phenyl) phosphinate를 합성하였음. 이를 기반으로 가교속도가 빠르면서도 생체적합성이 높은 새로운 가시광선 가교성 바이오잉크를 제조하였고, 최종적으로 토끼 각막 기질 세포를 포함한 인공각막 구조체를 인쇄함으로써 빠르고 정교하면서도 세포생존률이 높은 새로운 바이오프린팅 기술을 제시하였음
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	인구 고령화가 진행됨에 따라 노인성 안질환자가 크게 증가하고 있지만, 각막 기증자의 감소로 인해 각막 이식을 통한 안질환 치료는 매우 제한적인 상황임. 3D 바이오프린팅을 활용한 인공 각막 구조체 개발 연구는 실버세대 안질환에 대한 각막 이식 대체제를 제시할 수 있을 뿐만 아니라, 약물 및 독성 평가를 위한 인공 각막 모델로서도 이용할 수 있기 때문에 다양한 안질환 치료 및 연구 분야에 활용 될 수 있음. 또한, 3D 바이오프린팅 기술을 활용한 다양한 인공 장기 및 조직 개발 연구는 다양한 퇴행성 노인 질환의 이식제 개발에도 활용 될 수 있으므로 본 교육연구팀의 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인력 양성의 혁신 아젠다인 고령의 적합성에 부합하는 연구성과임
해당전공분야의 기여	본 연구에서는 새로운 가시광선 광개시제와 광가교성 생체고분자를 기반으로 가시광선 가교성 바이오잉크를 개발하고, 이를 바탕으로 균일하고 정밀한 각막의 구조를 제조하였음. 이러한 연구 결과를 2023년 4월 5일부터 7일까지 대전 컨벤션센터에서 개최된 2023 춘계 고분자학회에서 발표하였으며, 연구의 우수성과 참신성을 인정받아 구두발표 장려상을 수상하였음

○ 최윤주(석사과정)

구 분	내용
실적의 창의성・혁신성	부산지역은 많은 지역이 바다와 직접 접촉해 있거나 바다환경의 영향을 받는 지역으로 지역주민들의 건강은 바다환경에 밀접한 영향을 받고 있음. 최근에 바다환경은 미세플라스틱, 중금속 등 다양한 잔류오염물질이 급속히 증가하고 있는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 환경은 모든 연령층 중에서 실버세대의 건강을 강력하게 위협하는 요인으로 작용하고 있음 하지만, 미세플라스틱이 체외 및 생체 내 염증 반응의 원인으로 작용하는지 여부에 대해서는 상반된 연구결과가 보고되고 있음. 일부 연구는 미세플라스틱 처리가 마우스의 세포와 여러 조직에서 염증반응을 유도함을 제시하고 있음. A549 폐포기저상피세포에서 IL-6, IL-8, TNF-α를 포함한 염증성 사이토카인의 mRNA 전사 수준은 폴리스티렌-나노입자로 처리한 후 증가되었음. 또한 폴리스티렌-나노입자처리는 BEAS-2B 세포에서 IL-6 및 IL-8을 포함한 염증성 사이토카인의 단백질 발현을 유도한 반면 폴리스틸렌-나노입자는 RAW264.7 세포에서 일부 사이토카인의 방출을 자극하였음. 카르복실화 폴리스티렌-나노입자는 단핵구에서 IL-8 사이토카인 분비를 증가시키며, 단핵구와 대식세포에서 IL-6 및 IL-8 분비를 자극하였음. 마우스 모델에서는 5주 동안 폴리스티렌-나노입자 처리가 IL-1α, IL-6, IL-9 및 활성화 정상 T세포 발현 및 분비(RANTES)를 증가시켰음. 한편, 다른 연구에서는 미세플라스틱의 반복적인 투여가 마우스에서 어떤 중요한 염증반응도 유도할 수 없음을 제시하고 있음 본 연구에서는 폴리스틸렌-미세플라스틱 투여가 생쥐의 대장에 염증반응을 일으킬 수 있는지 여부를 조직병리학, 염증성 단백질 발현, NF-κB 신호전달경로 활성화, 사이토카인 발현 등에 대한 분석을 통해 분석하였음. 현재까지 미세플라스틱에 대한 연구들은 주로 제거, 분석, 세포 수준의 위해성 평가가 주를 이루어왔음. 경구로 섭취된 나노 크기의 미세플라스틱이 실험동물 장조직에서 변비질환의 원인으로 작용함을 보여주는 선행연구를 기반으로 본 연구에서는 이러한 미세플라스틱의 장내 축적이 염증의 원인으로 작용함을 규명하기 위한 연구임. 먼저, 미세플라스틱은 장의 조직구조에서 뮤신층, 근육층, crypt층의 감소를 유도하였고, ACS inflammasome pathway, NF-kB pathway, inflammatory cytokines의 발현 등을 유의적으로 증가시키는 원인으로 작용함을 창의적으로 규명하였음. 이러한 결과는 미세플라스틱에 의한 장-연관성 질환유발 작용기전에 대한 정보를 제공하고, 이러한 질환치료제의 타깃으로 작용 가능성을 제시하고 있음
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	고령화에 따른 실버세대의 경우, 기저질환자의 비율이 높고, 이 경우 나노•미세플라스틱이 미치는 영향이 매우 높을 것으로 판단됨. 실버질환 맞춤형 바이오소재를 개발하는 연구는 실버질환 조건에서 더욱 민감하게 작용하는 다양한 인자의 영향을 명확히 평가하고, 이들이 질환에 미치는 메커니즘을 분석하는 연구가 중요하게 고려되므로 본 교육연구팀의 실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신 인력양성의 혁신 아젠다인 고령의 적합성에 부합하는 성과연구임
해당전공분야의 기여	본 연구는 형광성 나노 미세플라스틱 비드를 이용하여 장기 내 축적률 정량화 측정법을 기반으로 염증유발과의 상관관계를 구명한 최초의 연구로 이러한 연구결과는 우수성과 참신성을 인정받아 2022년 1월 19일부터 22일까지 평창알펜시아컨벤션센터에서 개최된 KALAS International Symposium에서 젊은과학자상을 수상하였음

③ 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 2-6> 교육연구팀 참여교수 지도학생 중 대학원생(졸업생) 특허, 기술이전, 창업 실적 등

<table>
<tr><th>연번</th><th>최종학위
(박사/석사)</th><th>졸업생
성명</th><th>졸업
연월</th><th>실적구분</th><th colspan="3">특허, 기술이전, 창업 등 실적 상세내용</th></tr>
<tr><td rowspan="5">1</td><td rowspan="5">박사</td><td rowspan="5">임상구</td><td rowspan="5">2021.8</td><td rowspan="5">기술이전</td><td colspan="3">① 양승윤, 김소담, 임상구, 수짓 쿠마르, 아지시 찬드라세카란</td></tr>
<tr><td colspan="3">② 방사성 동위원소가 표지된 광가교성 하이드로젤 및 그 제조방법 기술 외 3건 특허권 양도</td></tr>
<tr><td colspan="3">③ ㈜ 에스엔비아</td></tr>
<tr><td colspan="3">④ 70,000 (천원)</td></tr>
<tr><td colspan="3">⑤ 2021</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td rowspan="5">석사</td><td rowspan="5">최윤주</td><td rowspan="5">2022.2</td><td rowspan="5">특허</td><td colspan="3">① 황대연, 김지은, 최윤주, 공정은, 이수진</td></tr>
<tr><td colspan="3">② 감태추출물을 유효성분으로 포함하는 위장관 운동 촉진용 조성물</td></tr>
<tr><td colspan="3">③ 대한민국</td></tr>
<tr><td colspan="3">④ 10-2512711</td></tr>
<tr><td colspan="3">⑤ 2023</td></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="2">최근 3년간 졸업생 수</td><td>석사</td><td>13</td><td rowspan="2">최대 제출 건수</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>박사</td><td>4</td></tr>
</table>

○ 임상구 (박사과정)

구분	내용
실적의 창의성・혁신성	고령화로 인해 암 환자 수는 지속적으로 증가하고 있고, 우리나라 기대수명인 83세까지 생존할 경우 암에 걸릴 확률은 37.4%에 육박함. 암 환자에게 화학적인 치료 요법 이외에 방사선 치료가 많이 사용되고 있지만, 기존 방사선 치료법은 종양에 인접한 정상 조직을 손상시키고 고용량의 방사선이 필요하다는 한계점이 존재함. 특히, 고령 암 환자의 경우, 방사선 조사의 후유증으로 인해 높은 치료 효과에도 불구하고 제한적으로 사용되고 있음. 또한, 방사성 동위원소는 치료효과가 매우 우수하지만, 암 조직에만 국소적으로 전달하기 어려워 제한적으로 사용되고 있음. 최근에 방사성 동위원소가 코팅된 미립구가 다양한 적응증에 사용되고 있지만, 미립구가 비생분해성이라 체내에서 분해되지 않고 잔류하며, 체순환을 통해 다른 장기에 축적되어 안전성에 대한 이슈가 발생함. 본 기술이전 실적은 방사성 동위원소를 암 부위에 주입 후 장기적으로 안전하게 머무르게 하는 약물전달체(미립구) 개발에 관한 연구로, 동위원소가 치료 효과를 보이는 4주 동안은 주입부위에 안정적으로 머무르게 하고 그 이후에는 미립구가 생분해되어 안전하게 몸 밖으로 배출되는 새로운 개념의 방사선 의약품용 약물전달체에 관한 내용임. 관련 내용은 국내외 특허에 등록되었고, 정상조직의 손상을 최소화하면서 방사선 치료가 필요한 국소부위에서만 선택적으로 방사선 치료를 할 수 있는 혁신 기술로 인정받아 기술이전이 이루어졌음. 본 특허와 관련된 내용은 Journal of controlled release(약학분야 상위 5% 저널)에도 출판되어 이미 기술의 우수성을 인정받았음
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	기술이전된 특허는 방사성 의약품의 안전성과 유효성을 높일 수 있는 혁신 약물전달 기술로, 치료에 필요한 방사선양을 줄일 수 있어 방사선 치료에 부작용이 심한 고령 암 환자에 특화된 기술로 사용될 수 있음. 결국, 본 교육연구팀이 추구하는 실버세대 맞춤형 바이오소재 개발에서 최적의 전달성에 부합하는 성과임
지역 산업에의 기여	부산지역은 2000년 초반부터 「동남권 방사선 의・과학 일반산업단지」 계획을 바탕으로 방사선 의과학에 대한 투자를 진행하고 있고, 2010년 기장에 방사선의학 연구와 암치료를 선도하는 방사선진료 전문 연구병원인 동남권원자력의학원을 설립해서 운영하고 있음. 최근 2023년 7월 “방사성동위원소 활용 연구센터” 건립을 시작으로 방사성 동위원소에 대한 산업 육성에 박차를 가하고 있음. 기술이전된 내용은 방사성 동위원소를 주입형 미립구에 효율적으로 표지할 수 있는 원천 기술로, 방사선 치료에 관련된 산업발전(2027년 의료용 방사성동위원소 시장 규모: 8억 달러로 추정, 출처: Global Medical Radioisotopes Market Size, Status and Forecast)에 적극 활용될 수 있을 것으로 기대됨. 특히, 기술이전한 ㈜에스엔비아는 부산 소재의 바이오벤처기업으로 지역 바이오산업 발전과 고용 효과를 높이는데 기여할 것으로 기대됨

○ 최윤주 (석사과정)

구분	내용
실적의 창의성・혁신성	해양수산물인 감태는 부산지역에서 많이 생산되는 대표적인 해조류로서 항노화, 항산화, 항염증, 항암, 신경보호, 항플라스민 활성 및 tyrosinase 억제 활성 등을 포함하는 다양한 치료 효과를 가지고 있는 것으로 보고되어 왔음. 이러한 기능들은 카로티노이드, 푸코이단, 황화 다당류, 펩타이드 및 탄닌과 같은 구성 성분과 밀접하게 연관되어 있으며, 이들 중에서 탄닌은 항산화, 심장 보호, 항종양, 항균, 항바이러스, 항염증, 항진균 및 면역-조절 효과를 포함하는 다양한 생물학적 기능으로 인해 큰 관심을 받아 왔음. 또한, 탄닌은 염기단위 또는 단량체에 따라 플로로타닌(Pt), 가수분해성 탄닌(HT) 및 응축된 탄닌(CT)으로 분류되며, 특히, Pt는 다양한 중합도를 갖는 플로로글루시놀 단위로 구성되며 Sargassum fusiforme, Fucus vesiculosus, Alaria esculenta, Laminaria digitata 및 Ascophylum nodosum 등이 있음. Pt는 항산화제, 인간 면역 결핍 바이러스 유형 1 (HIV-1) 억제제, 항염증, 방사선 보호제, 항당뇨제 및 항증 효과 등을 포함하여 상당히 높은 생물학적 활성을 가지고 있지만 변비에 대한 Pt의 완화 효과는 시험관 및 생체 내 시스템에서 조사되지 않았음 본 발명은 감태 추출물을 유효성분으로 포함하는 위장관 운동 촉진용 식품 조성물과 사료 첨가용 조성물에 관한 것임. 본 발명의 감태 추출물은 위장관 운동이 저하된 동물에 투여하였을 때 위장관 운동을 촉진하였고 이와 관련된 호르몬의 분비를 촉진하였으며 뮤신의 분비를 촉진시키는 효과를 보였을 뿐만 아니라, 천연물 유래 물질이기 때문에 부작용 없이 위장관 운동 저하 개선을 위한 장기 복용 조성물로 활용될 수 있음 따라서 부산지역의 해양바다에서 많이 생산되는 감태를 이용하여 실버세대에서 심각한 사회문제로 부각된 변비질환을 치료하고자 하는 특허는 매우 창의적이고 혁신적인 것으로 판단됨
교육연구팀의 비전과 목표의 부합성	실버질환에서 빈발하는 위장관 운동장애는 호전과 악화를 반복하기 때문에 장기복용을 필요로 하는 경우가 많은 바, 장기복용 시에도 인체에 안전한, 천연물 유래 위장관 운동 촉진제의 개발이 절실히 요구되고 있음. 본 발병은 항산화효능과 변비질환 치료효능을 갖는 감태 열수추출물에 대한 것으로 감태 열수추출물의 화학적 분석은 높은 항산화 활성을 가진 탄닌이 풍부한 추출물임을 확인하였고, 실험동물의 장에서 추출한 근육세포에 변비유발 물질인 loperamide와 감태 열수추출물을 처리하고 항산화 활성을 관찰한 결과, 감태 열수추출물의 항산화 활성으로 인하여 세포내 ROS 생성이 억제되고, SOD 발현이 향상되며 Nrf2의 인산화가 감소되는 것으로 보아 TEE가 항산화 활성이 우수하다는 것을 확인하였음. 이러한 발명의 성과는 실버세대 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신인재양성을 목표로 추진되는 3대 혁신아젠다 중에서 고령신체 적합성 소재분야에 매우 부합하는 성과임.
지역 산업에의 기여	감태는 바다를 포함하는 부산지역에서 많이 생산되는 해조류로서 기능성 성분을 많이 포함하고 있어서 식품, 가공식품 등으로 많이 활용되며 관련기업들도 많이 분포하고 있음. 하지만 감태를 이용한 제품개발은 한계에 도달하여 고부가가치 제품의 개발이나 기능성 연구에 어려움을 겪고 있음. 따라서 이러한 발명의 성과는 지역산업문제를 지역에서 생산되는 천연물을 이용하여 극복하려는 우수한 사례로 판단됨

3.2 대학원생 연구 수월성 증진계획

○ 본 교육연구팀은 학술 및 연구활동 지원 현황을 기반으로 대학원생의 연구 수월성 증진을 위해 지원범위를 확대 및 강화하고, 지원을 위한 선발 절차 및 모니터링 시스템을 통해 지속적인 관리하에 지원을 추진하고자함

1) 대학원생의 학술 지원 계획

○ 연구활동 활성화를 위한 국내·외 학술대회 발표지원 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 연구활동 활성화 및 학술활동 의욕을 고취하고자 국내외 저명학술대회 발표 및 참가를 지원함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 연차별 국내외 학술대회 지원 실적(38건) 현황
<table>
<tr><th>연도</th><th>1차년도</th><th>2차년도</th><th>3차년도</th></tr>
<tr><td>구두/포스터발표(건)</td><td>2/8</td><td>2/16</td><td>1/9</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>지원계획</td><td>▸ 학술대회 지원 모니터링 및 피드백 시스템 구축(1건) 계획
- 매월 모니터링시스템을 통해 체계적인 학술대회 지원 관리
- 발표지원후 대학원생을 대상으로 학술대회 후기를 공유
▸ 국내외 학술대회 발표에 대한 지원계획
- 선발인원: 구두발표 5명/포스터발표 5명
- 선발절차: 발표내용의 우수성, 연구성과의 창의성 등으로 평가하여 선정
- 지원내용: 등록비, 여비 등 기준에 따라 지급</td></tr>
</table>

○ 해외석학의 연구노화우 공유프로그램 운영 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 해외석학 연구자를 초청하여 대학원생에게 멘토로서 연구노하우와 난제극복 경험을 공유함으로서 성공적으로 대학원 과정 동안 연구를 수행할 수 있는 기회를 제공하고자 함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 해외석학 초빙실적(5건) 현황
<table>
<tr><th>연도</th><th>2020년</th><th>2021년</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>건수</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>해외학자</td><td>Yuhan Lee (USA) 외 1건</td><td>Jinsang Kim (USA) 외 1건</td><td>Sehyung Park (USA)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>지원계획</td><td>▸ 대학원생의 멘토로서 「해외석학 초청 노하우공유회」 추진 계획(6건)
<table>
<tr><th>아젠다 영역</th><th>해외석학대상자</th><th>소속</th><th>발표내용</th></tr>
<tr><td rowspan="2">고령의 적합성</td><td>Sunil Choi</td><td>중국 허난대학교</td><td>천연물 소재효능평가의 한계점 극복</td></tr>
<tr><td>Duy Le Pham</td><td>베트남 호치민대학교</td><td>노인성 폐질환 치료의 접근법</td></tr>
<tr><td rowspan="2">최적의 전달성</td><td>Su Ryon Shin</td><td>미국 하버드대학교</td><td>약물전달 원료소재의 독성 극복방안</td></tr>
<tr><td>Katharina Landfester</td><td>독일 막스프랑크연구소</td><td>최적전달시스템을 위한 나노생체소재 활용</td></tr>
<tr><td rowspan="2">고도의 예측성</td><td>Yuji Kohara</td><td>일본 교토대학교</td><td>고령동물모델을 이용한 고령임상반응예측</td></tr>
<tr><td>Dae-Kyum Kim</td><td>미국 뉴욕대학교</td><td>체내 잔류성 독성유해물질의 제거방안</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

○ 연구수월성 증진을 위한 연구논문 작성지원 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 대학원생의 연구논문 활동을 지원하기 위해 영문논문 작성 특강 참여, 교내 연구논문 지원사업 신청을 통해 지원하고자 함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 영어논문작성법 교육실적(1건): SCI논문 작성법 교육지원
<table>
<tr><th>참여학생</th><th>참여프로그램명</th><th>프로그램주제</th><th>운영기간</th></tr>
<tr><td>김민재, 김소영, 송희진</td><td>글로벌 연구역량 프로그램 - 영어논문(SSCI 논문작성)</td><td>영어논문 작성법(SCI 논문작성)</td><td>22. 05. 19 - 22. 05. 20</td></tr>
</table>
▸ 논문 교정료/게재료 지원실적
<table>
<tr><th>연도</th><th>2020년</th><th>2021년</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>논문 교정료 /게재료지원 건수</td><td>1</td><td>4</td><td>6</td></tr>
</table>
▸ 글쓰기 및 발표능력 증진 교육참여실적
<table>
<tr><th>연도</th><th>2020년</th><th>2021년</th><th>2022년</th></tr>
<tr><td>건 수</td><td>-</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>참여프로그램</td><td>-</td><td>영어논문작성 외 1건</td><td>논문집중캠프 외 2건</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

지원계획	▸ 영어논문작성법/발표능력 증진 교육 지원 확대: 대학원생들이 다양한 형태의 영어논문작성법 강연, 실습, 워크샵, 영어학술발표 및 커뮤니케이션 스킬 등에 참여하도록 지원을 확대하고자 함 ▸ 논문 교정료/게재료 지원: 대학원생들이 SCI급 논문을 성공적으로 게재할 수 있도록 교정료/게재료를 제한없이 지원하고자 함

3.2.2 대학원생의 연구활동 지원 계획

○ 공동 연구장비 활용시스템 구축 및 운영 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 연구 수월성 증진을 위해 공동 활용이 가능한 첨단 장비를 구축하여 공동 활용 서비스를 지원하고, 장비마다 담당자가 배정되어 공용연구장비를 관리하고자 함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 공동연구 기자재 확충: 공동 활용이 가능한 첨단장비 구축실적
<table>
<tr><th>연도</th><th>2021년</th><th>2022년</th><th>2023년</th></tr>
<tr><td>건 수</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td></tr>
<tr><td>내 용</td><td>형광현미경 외 1건</td><td>적외선분광시스템 외 1건</td><td>동결건조기</td></tr>
</table>
▸ 공동연구 장비 유지관리 시스템 구축
<table>
<tr><th>연번</th><th>지원 실적</th><th>세부 구축내용</th></tr>
<tr><td>1</td><td>분석기기실 확보</td><td>첨단 공동 연구장비를 분석기기실에 재배치</td></tr>
<tr><td>2</td><td>모자익코어랩 공동활용</td><td>단과대학 모자익코어랩을 본 연구팀에서 공동활용하기로 함</td></tr>
<tr><td>3</td><td>장비유지관리 체계 구축</td><td>기자재 예약 신청 및 담당대학원 배석하여 분석실시</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>지원계획</td><td>▸ 공동연구 기자재 확충 및 공동 활용이 가능한 첨단장비 확대 구축 및 지원 계획
▸ 공동연구 장비 유지관리 모니터링 시스템 구축 및 지원 계획
- 담당학생 배정 및 기기사용과 결과분석 공유</td></tr>
</table>

○ 국제공동연구 지원사업 참여 확대 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 부산대학교 대학원 지원사업과 국제교류 프로그램을 활용하여 해외기관과의 공동연구 과제를 수행하고자 함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 국제공동연구 사업 수행 현황
<table>
<tr><th>참여학생</th><th>참여프로그램명</th><th>연구주제</th><th>운영기간</th><th>지원금액</th></tr>
<tr><td>이혜선
(박사과정)</td><td>2022학년도
국제 공동연구(A형)</td><td>광경화성 히알루론산의
골재생 메커니즘 연구</td><td>2022.06.02 -
2023.01.31</td><td>20,000천원</td></tr>
</table>
▸ PNU-Global Fellowship 수행 현황
<table>
<tr><th>참여학생</th><th>참여프로그램명</th><th>연구주제</th><th>운영기간</th><th>지원금액</th></tr>
<tr><td>김소영
(박사수료)</td><td>2022년 PNU-Global
Fellowship</td><td>폴리페놀 검출용
색변이 비드</td><td>2023.01.01 -
2023.12.31</td><td>5,000천원</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>지원계획</td><td>▸ 국제공동연구 사업 수행 지원 계획
- 국제공동연구지원 A형(Bottom-up)사업: 해외학자와의 공동연구 프로젝트 진행하는 대학원생 특별지원
- 국제공동연구지원 B형(Top-down)사업: 사회적 문제 해결을 위한 국제공동연구 아젠다 공모 및 선정시 추진 지원
▸ PNU-Global Fellowship 지원 계획: 글로벌 협력 네트워크 강화 및 연구역량의 질적 향상도모</td></tr>
</table>

○ 연구력 강화 워크샵 개최 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>▸ 대학원 지원사업을 통해 효원인 연구력 강화 온라인 워크샵에 참여할 수 있도록 지원함
▸ 대학원생들에게 논리적인 글쓰기, 표절없는 논문쓰기, 인용과 주석쓰기 등 교육을 지원함</td></tr>
<tr><td>지원현황</td><td>▸ 연구력 강화 워크샵 지원 실적(3건) 현황
<table>
<tr><th>건수</th><th>1차워크샵</th><th>2차워크샵</th><th>3차워크샵</th></tr>
<tr><td>주요내용</td><td>대학원생을 위한 논리적인 글쓰기(21.08.10)</td><td>표절없이 논문쓰기 : 인용과 주석(21.08.12)</td><td>사회과학 논문 쓰기 (21.08.17)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>지원계획</td><td>▸ 연구력 강화 워크샵 정례화(매년 2건) 추진계획
- 대학원생들의 연구력을 증진하기 위해, 논리적 사고, 글쓰기, 논문작성 등 다양한 프로그램으로 추진 예정</td></tr>
</table>

4.. 신진연구인력 운용

4.1 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

1) 신진연구인력 확보 현황

○ 본 교육연구팀은 최근 5년간 실버질환 맞춤형 바이오소재분야의 전문성을 갖춘 12명의 우수신진연구인력(박사후과정연구생 및 연구교수)을 확보하였으며, 신진연구인력의 채용은 대학과 사업 훈령에 정해진 인사 절차를 통해 공개 채용하였으며, 직위는 연구교수 또는 박사후과정연구생(POST-DOC)으로 부여하였음. 본 교육연구팀에서는 본교의 규정에 의거하여 급여와 복리후생을 제공하였으며, 우수신진연구인력은 우수한 연구성과를 도출하기 위하여 성실하게 활동하였음

성명(국적)	채용직위	근무 기간	전공 분야	학위
김지은(한국)	박사후연수연구원	2018.01 - 현재	바이오소재	이학박사
성금용(한국)	박사후연수연구원	2020.09 - 2022.06	바이오소재	이학박사
	연구교수	2022.07 - 현재		
Sujeet Kumar (인도)	박사후연수연구원	2018.10 - 2020.01	제약학	이학박사
이태욱(한국)	박사후연수연구원	2020.09 - 2021.08	생리학/의공학	의학박사
임상구(한국)	박사후연수연구원	2021.09 - 2022.02	바이오소재	이학박사
Ganesh Karuppasamy(인도)	박사후연수연구원	2021.05 - 2022.06	화학	이학박사
Akash Thamarappalli(인도)	박사후연수연구원	2022.01 - 2023.04	유기화학	이학박사
Jeesmon Jose(인도)	박사후연수연구원	2023.05 - 현재	화학	이학박사
Ajeesh Chandrasekaran (인도)	연구교수	2016.07 - 2021.11	유기화학	이학박사
Elsayed Mohamed(이집트)	연구교수	2020.09 - 2021.06	유전공학	이학박사
장미란(한국)	계약교수	2020.12 - 2021.02	건강기능신소재	이학박사
박소해(한국)	계약교수	2021.04 - 현재	식품분석	이학박사

○ 신진연구인력은 실버질환 맞춤형 바이오소재분야에서 중추적 역할을 담당하였음. 교육분야에서는 전공교과목의 신규개발, 논문연구 지도, 멘토링프로그램 등을 참여하였고, 연구분야에서는 혁신아젠다와 연관된 연구를 참여교수와 협업하여 수행하였으며, 다수의 연구과제를 수주하였고, 국내외 학술대회에 참여하여 성과를 공유하는 활동을 활발히 수행하였음. 또한, 국외대학과의 연구자 교류에 참여하였고, 저명학자와의 연구노하우공유회에 참여하였으며 우수 외국인 학생 유치활동에도 적극적으로 참여하였음

활동 영역	활동 내역	활동 성과
교육	- 실버질환 맞춤형 교과목 개발 참여 - 「논문연구」 교과목에서 산업사회문제의 해결을 위한 교육활동 지원 - 대학원생의 과학자 양성과정 참여 지원	- 연구 및 교수법 멘토링 프로그램 (학문후속세대 강의 역량 강화를 위한 멘토림 프로그램 참여 2회)
연구	- 혁신아젠다 분야의 연구참여 - 국내외 연구자들과의 공동연구 수행 - 국내외 학술대회에 참여를 통한 성과 공유	- 새로운 소재의 개발, 약물전달시스템 개발 등 연구성과 도출 - 중국허난대학 Sunil Choi교수와 국제공동연구 수행으로 국제논문 게재
국제화	- 국외대학과의 연구자 교류 참여 - 저명학자 연구노하우공유회 참여 - 우수 외국인 학생 유치활동 참여	- 아지시 찬드라세카란 연구교수: 인도 IITD대학 방문(21.01-02)

○ 신진연구인력의 주요 연구성과로는 25편의 SCI급 국제학술지 논문, 5건의 특허등록, 3건의 기술이전 등의 우수한 성과를 도출하였음

아젠다 영역	연구업적명	게재학술지	발표 연월	참여저자	구분
고령의 적합성	Spicatoside A in red Liriope platyphylla displays a laxative effect in a constipation rat model via regulating mAChRs and ER stress signaling	International Journal of Molecular Medicine	2019.01	김지은	학술지 논문
	Enhanced cellular cryopreservation by biopolymer-associated suppression of RhoA/ROCK signaling pathway	Materials	2021.10	이태욱	학술지 논문
	User-demand fast-curable ocular glues enforced by multilength tunable network	Bioengineering & Translational Medicine	2022.09	Ajeesh Chandrasekaran	학술지 논문
	Combinatorial Wound Healing Therapy Utilizing Adhesive Nanofibrous Membrane Equipped with Wearable LED Patches for Photobiomodulation	Science Advances	2022.04	성금용	학술지 논문
	Injectable Self-Crosslinkable Thiolated Hyaluronic Acid for Stem Cell Therapy of Atopic Dermatitis	ACS Biomaterials Science & Engineering	2022.04	이태욱	학술지 논문
	In Situ Photo-crosslinkable Biodegradable Tissue Adhesive for Wound Healing	Polymer(Korea)	2022.03	성금용	학술지 논문
	Highly efficient triplet-triplet annihilation upconversion in polycaprolactone: application to 3D printable architectures and microneedles	Journal of Materials Chemistry C	2022.03	성금용	학술지 논문
	Human Epidural AD-MSC Exosomes Improve Function Recovery after Spinal Cord Injury in Rats	Biomedicine	2022.03	임상구	학술지 논문
	Evaluation of the EtOAc Extract of Lemongrass (Cymbopogon citratus) as a Potential Skincare Cosmetic Material for Acne Vulgaris	Journal of Microbiology and Biotechnology	2022.04	박소해	학술지 논문
	In situ photocrosslinkable hyaluronic acid-based surgical glue with tunable mechanical properties and high adhesive strength	Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry	2019.02	Ajeesh Chandrasekaran	학술지 논문
	연속적 엑소좀 현탁액 분리 방법, 이를 수행하는 장치 및 이에 의해 분리된 엑소좀 현탁액 기술의 특허권 양도 계약	㈜셀렉소바이오	2023.01	임상구	기술이전
최적의 전달성	Fast-embeddable grooved microneedles by shear actuation for accurate transdermal drug delivery	Pharmaceutics	2023.07	임상구, 성금용	학술지 논문
	Dissolving biopolymer microneedle patches for the improvement of skin elasticity	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	2022.07	성금용	학술지 논문
	Minoxidil-loaded hyaluronic acid dissolving microneedles to alleviate hair loss in an alopecia animal model	Acta Biomaterialia	2022.04	성금용	학술지 논문
	Low-Temperature Multiple Micro-Dispensing on Microneedles for Accurate Transcutaneous Smallpox Vaccination	Vaccines	2022.04	임상구	학술지 논문
	Dissolving microneedles delivering cancer cell membrane coated nanoparticles for cancer immunotherapy	RSC Advances	2021.03	성금용	학술지 논문
	On-site fabrication of injectable ^{131}I-labeled microgels for local radiotherapy	Journal of Controlled Release	2020.06	Ajeesh Chandrasekaran	학술지 논문
	Odorless Glutathione Microneedle Patches for Skin Whitening	Pharmaceutics	2020.02	Sujeet Kumar	학술지 논문
	Acid-Treated Water-Soluble Chitosan Suitable for Microneedle-Assisted Intracutaneous Drug Delivery	Pharmaceutics	2019.05	Ajeesh Chandrasekaran	학술지 논문
	화살촉 형상의 마이크로니들	특허등록 (10-2240614)	2021.04	성금용	특허
	이식형 마이크로니들 및 이의 제조 방법	특허등록 (10-2239031)	2021.04	임상구	특허
	이식형 마이크로니들 및 이의 제조 방법	특허등록 (10-2238033)	21.04	임상구	특허
	부분 비만 치료용 조성물 및 이를 포함하는 마이크로니들	특허등록 (10-2136006)	20.07	성금용	특허

	방사성 동위원소가 표지된 광가교성 하이드로젤 및 그 제조방법 외 3건 특허에 대한 특허권 양도	㈜에스엔비아	20.11	임상구	기술이전
	부분 비만 치료용 조성물 및 이를 포함하는 마이크로니들 해외 특허권 양도 계약	㈜에스엔비아	21.11	성금용	기술이전
고도의 예측성	Quercetin promotes gastrointestinal motility and mucin secretion in loperamide-induced constipation of SD rats through regulation of the mAChRs downstream signal	Pharmaceutical Biology	2018.12	김지은	학술지 논문
	Laxative Effect of Spicatoside A by Cholinergic Regulation of Enteric Nerve in Loperamide-Induced Constipation: ICR Mice Model	Molecules	2019.03	김지은	학술지 논문
	Constipation in Tg2576 mice model for Alzheimer’s disease associated with dysregulation of mechanism involving the mAChR signaling pathway and ER stress response	PLoS One	2019.04	김지은	학술지 논문
	Nanochannel-driven Rapid Capture of Sub-nanogram Level Biomarkers for Painless Preeclampsia Diagnosis	Biosensors and Bioelectronics	2020.09	성금용	학술지 논문
	티타늄 나노튜브를 포함하는 마이크로니들 패치 및 이의 제조방법	특허등록 (10-2078447)	2020.02	성금용	특허
	Molecular Characterization of Constipation Disease as Novel Phenotypes in CRISPR-Cas9-Generated Leptin Knockout Mice with Obesity	nternational Journal of Molecular Sciences	2020.12	김지은	학술지 논문
	Similarities and differences in constipation phenotypes between Lep knockout mice and high fat diet-induced obesity mice	PLoS One	2022.12	김지은	학술지 논문
	Sessile droplet array for sensitive profiling of multiple extracellular vesicle immuno-subtypes	Biosensors and Bioelectronics	2022.12	임상구	학술지 논문

○ 신진연구인력은 적극적인 연구활동과 우수한 연구성과를 통하여 정부기관 등의 연구비를 수주하였으며, 다양한 형태로 참여교수의 연구과제에 참여하고 있음

신진연구인력 성명	역할	연구과제정보(최근 5년)
김지은 (박사후연수연구원)	연구책임자	- 과 제 명: 가렴취의 지표-원인물질 발굴에 기반한 갈조류의 가렴취 저감 작용기전 연구 - 연구기간: 2023-03-01 ~ 2028-02-29 - 총연구비: 499,430천원
	연구책임자	- 과 제 명: 변비치료 후보물질로서 phlorotannin의 작용기전연구 - 연구기간: 2020-06-01 ~ 2023-05-31 - 총연구비: 173,000천원
	연구책임자	- 과 제 명: 알츠하이머질환의 합병증으로서 만성변비질환의 발병기전 연구 - 연구기간: 2018-09-01 ~ 2019-08-31 - 총연구비: 45,000천원
성금용 (연구교수)	연구책임자	- 과 제 명: 실시간 세포 엔지니어링을 통한 암 면역치료 패치 개발 - 연구기간: 2022-03-01 ~ 2027-02-28 - 총연구비: 593,035천원
	연구책임자	- 과 제 명: 장기면역원성 확보를 위한 결핵 백신 패치 개발 - 연구기간: 2020-09-01 ~ 2022-08-31 - 총연구비: 90,000천원
이태욱 (박사후연수연구원)	연구책임자	- 과 제 명: 서방형 엑소좀 전달 패치를 이용한 피부경화증 치료에 관한 연구 - 연구기간: 2019-09-01 ~ 2021-08-31 - 총연구비: 90,000천원

2) 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

□ 우수 신진연구인력 확보 계획

○ 본 교육연구팀에서는 지역기반 실버질환 맞춤형 바이오소재 글로벌 선도 교육연구를 실현하여 바이오소재분야 세계 100위 대학 진입을 달성하기 위하여 우수한 신진연구인력의 확보에 초점을 맞추고, 2024년부터 BK21FOUR 전담연구교수를 채용하여 최종 2027년까지 신진연구인력 17명을 확보하고자 함. 또한, 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발연구를 위하여 참여교수는 매년 2-3명의 박사후연수연구원이나 연구교수를 고용하여 연구력을 향상하고, 신진인력을 양성하고자 함

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개요</td><td>▸ 국내•외 우수한 신진연구인력을 매년 4명씩 확보하여 실버 맞춤형 바이오소재 개발을 수행할 예정임</td></tr>
<tr><td>확보목표
(2027년 최종목표)</td><td>▸ 연차별 신진연구인력 확보 목표(17명)
<table>
<tr><th rowspan="2">참여신진연구인력</th><th colspan="4">사업기간동안 확보계획(단위:명)</th></tr>
<tr><th>2024년</th><th>2025년</th><th>2026년</th><th>2027년</th></tr>
<tr><td>BK21FOUR전담교수</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>연구 신진연구인력</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>누계</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td></tr>
</table>
▸ 실버 맞춤형 바이오소재 개발을 목표로 생명과학 기술분야의 신진연구인력은 고령의 생체 적합 소재 개발(실버 다발성 질환, 고령임상반응예측) 전공, 소재과학 기술분야의 최적 전달시스템 (자가진단법 개발, 약물전달법) 등을 주 전공으로 하는 인력을 리쿠르트 할 예정임</td></tr>
</table>

○ 우수한 신진연구인력을 확보하기 위하여 본 교육연구팀은 「지속가능한 제도적 지원 강화」를 통하여 신진연구인력의 고용 안정성과 복지를 강화하고, 전방위적인 연구지원을 통하여 연구자로 성장하는 자생적 구조 정착 및 체계적 지속 가능성을 강화하고자 함. 또한, 관련 학회차원의 신진연구자 워크숍 및 심포지엄 등의 연구자 네트워크를 활용하여 국내•외 신진연구자 동향 및 유치에 활용할 계획이며, 국내외 지속적인 홍보(BRIC, Hibrain-net)를 통한 신진연구인력의 POOL 확보할 계획임

<table>
<tr><th colspan="2">전략</th><th>실행 계획</th><th>목표</th></tr>
<tr><td>전략1</td><td>지속가능한 제도적 지원 강화</td><td rowspan="2">＋ 고용안정성 보장 및 후생복지 강화
우수한 교육과 연구로 대학원생-연구자 배출의 자생적 구조 정착</td><td rowspan="2">≫ 지속 가능한 인력 지원
창의적 신진연구인력 성장 추진</td></tr>
<tr><td>전략2</td><td>신진연구인력 POOL 확보</td></tr>
</table>

□ 우수 신진연구인력 지원 계획

[급여 복지]

○ 인건비 지급 체계구축 및 운영

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개요</td><td>▸ 우수 신진연구인력 인건비 지급기준을 명문화하여 경력 및 실적에 따른 인건비 지급체계를 구축하여 운영함. 인건비 지급은 대학의 지급기준을 준수하여 운영하고자 함</td></tr>
</table>

수행계획	▸ 연차별 신진연구인력 인건비 지급 계획 신진연구인력 / 인건비 지급 계획 (향후 4년간) / 2024년 / 2025년 / 2026년 / 2027년 박사후 연구원 / 36,000 - 50,000천원 / 36,000 - 50,000천원 / 36,000 - 50,000천원 / 36,000 - 50,000천원 ▸ 우수 신진연구인력의 인건비 지급을 위한 교육연구팀의 내부 규정을 제정하고, 경력 및 실적에 따라 매월 300만원 이상의 인건비를 지급하여 제도적 장치를 완비하여 고용 안정화를 수행하고자 함. ▸ 제한된 예산 내에서 우수한 신진연구인력 채용을 위해 기본급만 사업팀에서 제공하고 경력 및 직급에 맞는 나머지 추가 급여는 연구실의 연구비로 부담하도록 하여, 참여교수의 책임감도 동시에 유도함

○ 인센티브 지급 체계구축 및 운영 계획

구 분	내 용
개요	▸ 연차 평가를 통한 연구 인센티브를 지급하고 교육연구팀 내 박사후연구원을 연구교수로 승진할 수 있는 내부승진제도를 마련하여 실적에 대한 동기를 부여하고자 함
수행계획	▸ 연차별 신진연구인력 인센티브 지급 계획 참여신진연구인력수(명) / 인센티브 지급 계획 (향후 4년간) / 2024년 / 2025년 / 2026년 / 2027년 박사후 연구원 / 1,000 - 3,000천원 / 1,000 - 3,000천원 / 1,000 - 3,000천원 / 1,000 - 3,000천원 ▸ 인센티브 지급을 위한 교육연구팀의 내부 규정을 제정하고, 이에 따라 연 1회 신진연구인력의 인센티브를 지급하여 안정적인 연구환경을 조성하고, 창의적인 연구활동 활성화 및 연구역량 극대화를 독려할 예정임

[학술활동]

○ 교신저자 역량강화 계획

구 분	내 용
개요	▸ 교육연구팀의 연구의 활성화와 대학원생과의 연구효율을 높이기 위해 신진연구인력-대학원생 역량강화 멘토링을 통하여 교신저자로서의 역량을 함양시키고자 함
수행계획	▸ 학문후속세대의 강의 역량을 함양시키기 위해 강의 운영에 사례 공유, 강의 설계, 강의 방법 등의 실질적인 강의 운영 노하우를 제공함으로써 학문후속세대의 역량 강화 ▸ 신진연구인력을 2-3명의 대학원생의 멘토로 지정하여 신진연구인력에게는 교신저자로서의 역량을 함양시키고 참여대학원생에게는 논문 작성법 및 연구에 대한 기초지식을 쌓는 기회를 부여함 ▸ 신진연구인력의 대학 내 교수자로서 학문후속세대의 강의 역량 강화 및 안정적인 정착을 유도하고, 우수대학원생의 학문후속세대로의 연계 활동을 이어갈 수 있도록 동기를 부여함

○ 국내외 공동연구 수행 계획

구 분	내 용
개요	▸ 본 교육연구팀의 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발과 적용을 위한 연구 수행을 국내외 우수연구팀과 공동연구를 진행하여 신진연구인력의 안정적인 학술활동을 지원함
수행계획	▸ 신진연구인력이 갖는 기술과 전문성을 기반으로 교육연구단 참여교수의 연구분야와의 연계성을 구축하여 공동연구 주제를 도출하고 연구를 수행하고자 함 ▸ 부산대학교 한의전, 치대, 의대 등과 공동연구를 수행하고 있고, 연구영역에서 제시된 아젠다별 국제공동연구에 참여할 예정임 ▸ 정부, 기업 등에 공동과제를 신청하여 과제를 수주할 수 있도록 지원함. ▸ 다양한 분야에 걸친 융.복합 연구 주제를 도출하고 새롭게 대두되는 연구 문제를 융.복합 접근을 통해 창의적인 연구 능력을 배양하기 위하여 다분야 연구자와의 연구 교류와 공동 연구 여건을 제공함

○ 논문 저술 활동 및 학회 참여 지원 계획

구 분	내 용
개요	▸ 안정적 연구환경 및 신진연구인력의 연구의 질적 향상을 위하여 논문 저술활동, 학회 참여 지원 및 독려
수행계획	▸ 국제수준의 우수한 연구성과가 도출 가능하도록 논문교정비 및 논문투고료 등의저술 활동비 지원 ▸ 국제 학회 발표 지원 및 국외 연구자와의 공동연구 확대를 통해 연구성과 홍보, 네트워킹 형성 등의 커리어 향상에 필요한 다양한 외부활동을 지원함

[연구환경]

○ 인프라 지원 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개요</td><td>▸ 본 교육연구팀의 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발과 적용을 위한 연구활성화를 위하여 전용 연구공간 제공 등의 인프라를 지원</td></tr>
<tr><td>수행계획</td><td>▸ 2인 1실의 전용 연구 공간 및 공동연구 장비 인프라 제공
<table>
<tr><th>구분</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>공간지원</td><td>• 개인전용 연구공간 제공
- 부산대학교 생활자원대학 3645호실(약 35m^2)</td></tr>
<tr><td>공동연구지원</td><td>• 공동연구실험실습실 공동활용 지원
- 형광현미경, UTM 등 장비지원</td></tr>
<tr><td>사무인프라지원</td><td>• PC, 프린터, 스캐너 등 인프라 지원</td></tr>
</table>
▸ 학과 내 공동연구실이 존재하고 신진연구인력이 부담없이 기자재 및 실험 재료를 사용할 수 있는 시스템을 도입하여 팀내 공동연구를 독려하고자 함
▸ 전일제 연구인력에 대한 종합적인 지원 (공간, 공동연구, 사무인프라)을 수행하여 연구자 중심의 연구환경을 조성할 예정임</td></tr>
</table>

5. 참여교수의 교육역량

5.1 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-7> 교육연구팀 참여교수의 교육역량 대표실적

<table>
<tr><th rowspan="2">연번</th><th>참여교수명</th><th>연구자등록번호</th><th>세부전공분야</th><th>대학원 교육 관련
대표실적물</th><th>DOI번호/ISBN/인터넷
주소 등</th></tr>
<tr><th colspan="5">참여교수의 교육 관련 대표실적의 우수성</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>서성백</td><td>11615322</td><td>생체/의료용고분자</td><td>수업모델 개발</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">대학원 혁신수업모델(초학문 사전, Transdisciplinary-pedia)을 2022년 2월 개발하여 공개강의를 통해 수업모델을 공유하였음. 바이오소재과학과 대학원의 특성을 반영할 수 있는 수업모델을 개발하는데 초점을 둠. 바이오소재 학문의 주요 내용은 생물학(Biology)과 소재학(Materials)이 융합된 교과목으로 구성되어 있는데, 대학원 과정에서는 연구적으로나 실제 현장에서 쓰이고 있는 학문의 경계를 넘나드는 지식과 정보들을 필요로 함. 따라서, 초월적 학문이해를 바탕으로 수업 참여자가 온라인으로 지속적으로 편집함으로써 완성도 있는 지식을 만들어가는 과정, 학생주도적 학습의 개념을 갖고 있는 수업모델을 개발하고 이를 공유하는 강의를 함. 위키피디아와 같은 기존 플랫폼을 활용하여 대학원생별 편집과 정보를 공유하는게 가능했기 때문에, 온라인을 통해서도 팀별 프로젝트 수행이 가능했음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>안범수</td><td>10801126</td><td>천연물화학</td><td>저서</td><td>ISBN:987-89-6745-139-4(93810)</td></tr>
<tr><td colspan="5">차는 대표적인 항노화 식품으로서 고령화 시대에 슬로우 문화의 정점이라 할 수 있음. 차의 종류에는 크게 침출차와 분말차가 있으며 침출차는 다시 녹차, 백차, 황차, 청차, 홍차, 흑차로 6대 차류로 나뉘고 분말차는 대표적으로 말차로 나뉨. 차의 종류에 따라서 또는 차의 문화에 따라서 다양한 차 도구가 사용되는데 원료에 따른 차의 도구로는 철제, 은, 금 등의 금속류가 있고 도자기, 목제 등이 있음. 그중 가장 대중적인 차도구는 도자기류로서 침출차를 위한 다관, 찻잔, 숙우 등의 도구가 있으며 분말차를 위한 찻사발이 대표적임. 도자기의 차도구도 그 흙이나 코팅 재료에 따라서 토기, 청자, 분청사기, 백자 등이 있음. 이러한 차도구의 원재료 및 제작 방법에 따라서 차를 마시는 문화가 나뉘게 됨. 안범수 교수는 ‘한국인의 차도구’라는 저서를 부산대학교, 이병인 교수, 홍석환 교수와 공동 집필함으로서 차를 즐기는 문화를 독려하고 차를 통한 고령세대를 위한 명상법, 차 도구에 따른 차문화를 소개하여 차도구에 대한 이해를 높이고자 하였고 차의 대중화를 독려하고자 하였음.</td></tr>
<tr><td colspan="2">참여교수 수</td><td>4</td><td>최대 제출 건수</td><td colspan="2">2</td></tr>
</table>

6. 교육의 국제화 전략

6.1 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

1) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

- 지난 3년간 교육프로그램의 국제화는 COVID-19 팬데믹으로 인하여 정상적인 수행이 어려웠음에도 불구하고, 대학원생들을 외국대학과 교류를 성공적으로 수행하였으며, 외국교환교수를 교육프로그램에 참여하도록 유치하였음. 이러한 경험을 바탕으로 향후 혁신 아젠다 분야별로 우수 대학원생을 선발하여 외국 연구소 및 대학과의 인적교류를 활발히 추진하고자 함

○ 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 현황 및 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>교류현황</td><td>
▸미국 하버드대학교와의 인적교류(4건)
- 하버드대학교 → 부산대학교 방문
<table>
<tr><th>방문자</th><th>방문일시</th><th>활동내용</th></tr>
<tr><td>Suryon Shin
(하버드대학교 의과대학)</td><td>2021.10.27</td><td>「논문연구」 전공교과목: 미세/나노공학
바이오소재의 의료적 사용동향 교육참여</td></tr>
</table>
- 부산대학교 → 하버드대학교 방문
<table>
<tr><th>방문자</th><th>방문일시</th><th>활동내용</th></tr>
<tr><td>이혜선 (박사과정)</td><td>2022.6.21.
-2022.12.13</td><td>바이오소재의 골재생재료의 활용
교육프로그램에 참여</td></tr>
<tr><td>송희진 (석사과정)</td><td>2023.1.18.
-2023.2.4</td><td>알츠하이머질환의 분자메커니즘 치료제
개발교육프로그램에 참여</td></tr>
</table>
▸미국 캔자스대학교와의 인적교류(2건)
- 캔자스대학교 → 부산대학교 방문
<table>
<tr><th>방문자</th><th>방문일시</th><th>활동내용</th></tr>
<tr><td>Gibum Kwon
(캔자스대학교)</td><td>2023.07.05</td><td>체내 잔류성 유해불질에 대한 교육 프로그램에 참여</td></tr>
</table>
- 부산대학교 → 캔자스대학교 방문
<table>
<tr><th>방문자</th><th>방문일시</th><th>활동내용</th></tr>
<tr><td>김소영(박사과정)</td><td>2023.1.18.
-2023.2.4</td><td>광응답성 표면개질을 이용한 혼합물 분리기술
교육프로그램에 참여</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>교류계획</td><td>
▸대학원생의 단기연구 및 해외연구실 공동연구 확대 계획
-대상: 교육연구단에 참여하는 석•박사대학원생(2-3명/연)
-선발: 교육프로그램 참여성과, 연구성과, 계획서 등을 평가하여 선발
-교류 예정 외국연구소 및 대학
<table>
<tr><th>아젠다영역</th><th>교류예정 외국연구소 및 대학</th><th>전공분야</th></tr>
<tr><td>고령의 적합성
(고령생체적합소재)</td><td>- 중국: 허난대학교
- 베트남: 호치민대학교</td><td>- 천연물소재 항암효능 전문가
- 노인성 폐질환 전문가</td></tr>
<tr><td>최적의 전달성
(최적전달시스템)</td><td>- 미국: 하버드대학교 의과대학
- 독일: 막스프랑크 연구소</td><td>- 국소약물전달 전문가
- 나노 생체소재 전문가</td></tr>
<tr><td>고도의 예측성
(고령임상반응예측)</td><td>- 일본: 교토대학교
- 미국: 캔자스대학교
- 미국: 뉴욕대학교</td><td>- 노령 동물모델 전문가
- 독성물질 임상반응 전문가
- 노인질환 임상 빅데이터 전문가</td></tr>
</table>
-성과확산: 결과보고서 제출 및 발표를 통한 전체 대학원생들과의 정보 교류
</td></tr>
</table>

○ 해외학자(전임교수, 초빙교수, 객원교수 등 포함) 활용 계획 및 역할

구 분	내 용
	▸활용 가능한 해외학자는 아젠다의 영역별로 다음과 같이 계획하고 있음

대상학자

아젠다영역	해외학자(이름, 소속)	참여 예정 교과목
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	- Suncil Choi(중국, 허난대학교) - 듀이 르 팜(베트남, 호치민대학교)	- 생리활성물질탐색 - 노인의학
최적의 전달성 (최적전달시스템)	- 신수련(미국, 하버드대학교) - Katharina Landfester(독일, 막스플랑크연구소)	- 고령적합약물전달특론 - 약물전달용고분자특론
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	- Dae-Kyum Kim(미국, 뉴욕대학교) - Gibum Kwon(미국, 캔자스대학교)	- 빅데이타와 통계처리 - 의료용멤브레인

활용계획 및 역할

▸ 해외학자는 전공교육참여, 졸업논문심사, 비교과활동참여 등으로 구분하여 활용할 계획임

구분	내용
전공교육 강의	- 고령 생체적합 소재, 최적전달시스템, 고령임상반응 예측 인재 양성을 위한 교육프로그램의 전공교과목 강의에 우수 해외학자를 초빙하여 활용하고자 함
졸업논문 심사	- 우수해외 학자를 대학원생 논문지도를 위한 졸업논문 커미티 멤버로 선정하여 졸업논문 지도에 활용하고자 함
비교과프로그램 지원	- 교육연구팀에서 주최하는 다양한 비교과프로그램에 초청강사, 멘토 등으로 활용, 다양한 정보를 학생들에서 전달하고자 함

○ 우수 외국인 학생 유치현황 및 계획

구 분	내 용
유치현황	▸ 본 교육연구팀은 90%이상이 본 자대의 우수한 졸업생들로 대학원에 진학하고 있어 학생수 부족에 의한 외국인 학생의 유치 필요성이 다른 대학에 비하여 높지않은 상황임. 이에 따라 최근 3년간 외국인 대학원생의 유치 실적은 없음 ▸ 하지만, 외국인 학생 유치를 위해 외국인 학생을 위한 한국어 능력시험 설치, 인턴쉽 프로그램 지원, 외국어 강의 과목 확대(2021년 5과목, 2022년 5과목) 등의 활동을 통하여 외국인 대학원생 유치를 위해 적극적으로 노력하였음
유치계획	▸ 다양한 매체를 활용한 우수 외국인 학생 유치홍보 계획

구 분	활동 내용
대학원 영문 홈페이지 제작 및 업데이트	외국인 학생 유치를 장려하기 위하여 학부 및 대학원생을 위한 바이오소재과학과 영문홈페이지를 개설하고, 학과 소식 및 관련 자료를 지속적으로 업데이트하고자 함
교육연구팀 소개용 브로셔 제작	외국인 학생 유치를 도모하기 위하여 영어 및 중국어로 대학원 소개용 브로셔를 제작하여 배포하고자 함. 영문 팀이름은 Human Resource Training Program for Utilization Platform Biomaterials Customized to Silver Generation Diseases으로 참여할 계획
부산대학교 국제처 외국인 학생 유치활동 참여	부산대 국제처에서 매년 실시하는 외국인 특별전형계획을 통해, 중국, 미얀마, 카자흐스탄 등에서 실시하는 입학설명회에 참여할 계획

▸ 외국인 교육프로그램을 위한 영어강의 확대: 대학원 강의 중 전공역량모듈, 융합기술모듈, 첨단기술모듈 과목들은 전면 영어강의를 추진하여 외국대학생의 유치에 활용하고자 함

▸ 외국인 학생 학습 수월성 증진을 위한 프로그램 개발: 대학내 국제교류처와 협력하여 다양한 프로그램을 벤치마킹 하고자 함

2) 최근 3년간 외국인 전임교수의 현황 및 외국인 교수의 교육관련 활동

구 분	내 용
전임교수 현황 및 교육관련 활동	▸ COVID-19 팬데믹으로 인하여 최근 3년간 외국인 전임교원은 없음 ▸ 다만, 이집트 정부와 도쿄의 Egyptian Culture education and science Bureau로부터 지원을 받아 외국인 교환교수를 유치하였음

외국인 교환교수	참여기간	교육관련 활동
Dr. Elsayed A. Mohamed	2021년 1학기 (21.01 - 21.07)	• 「대사성질환특론」 강의에 참가하여 대사성질환 천연물 치료제의 동향 등에 대한 부분담당 • 「논문연구」에 참여하여 항노화질환 평가방법 교육 • 대학원생의 멘토로 다양한 비교과활동에 참여

② 대학원생 국제 공동연구 현황과 계획

<표 2-8> 교육연구팀 참여교수 지도학생(재학생 및 졸업생) 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자			상대국/ 소속기관	연구주제	연구기간 (YYYYMM-YYYYMM)	졸업 여부
	교육연구팀		국외 공동연구자				
	대학원생	지도교수					
1	이혜선	양승윤	Su ryon Shin	미국/ Harvard medical school	광경화성 히알루론산의 골재생 메커니즘	202206-202212	
2	김소영	안범수	Gibum Kwon	미국/University of Kansas	광응답성 표면개질을 이용한 혼합물 분리기술 개발 및 적용	202301-202302	
3	송희진	황대연	Yoseph Park	미국/ Harvard medical school	알츠하이머질환의 분자 메커니즘 규명 및 치료제 적용	202301-202302	
참여교수 수		4		최대 제출 건수		4	

□ 연수결과보고서 등 국제공동연구 실적을 확인할 수 있는 자료

○ 교육연구팀의 최근 3년간 재학생 및 졸업생의 해외 연구실 공동연구 수행(15일 이상) 현황

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>
장기연수</td><td>▸ 대학원생의 해외저명연구기관 장기연수 실시(1건)
<table>
<tr><th>참여학생</th><th>방문(연구)기간</th><th>방문기관</th><th>내용요약</th></tr>
<tr><td>이혜선
(박사과정)</td><td>2022.06.21
-12.13
(7개월간)</td><td>하버드대학교
의과대학
(미국)</td><td>● 골질환 치료 및 골재생 소재를 개발하기 위해, 양승윤 교수팀은 하버드병원 신수련 교수팀과 “바이오소재의 골재생 메커니즘”에 관한 연구를 진행함. (지원금: 20,000천원)</td></tr>
</table>
- 이혜선(박사과정) 장기연수 상세내역
참여대학원생 이혜선 박사과정생은 한국연구재단 ‘한국 이공계 여성대학원생 미국 연수프로그램’ (15,000천원, 2021년 12월~2022년 11월)과 부산대학교 BK21 FOUR 대학원혁신지원사업 ‘국제 공동연구 지원사업’(20,000천원, 2022년 6월~2023년 1월)에 선정되어 2022년 6월부터 12월까지 미국 하버드 의대 소속 Brigham and Women’s Hospital, 신수련 교수 연구그룹(조직공학분야에서 우수 연구그룹)에 파견되어 7개월간 국제공동연구를 진행하였음. 주요 연구내용은 “광경화성 히알루론산의 골재생 메커니즘”에 관한 연구로, 광경화 소재를 이용한 스캐폴드 제작, 세포 적합성 연구, 조골세포의 증식 및 분화에 대한 연구, 산소 전달에 효율적인 구조 개발 등 골재생 소재로서의 기초연구 및 응용 가능성을 검증하였음. 골재생을 위한 광경화성 히알루론산 연구 이외에도 조직손실을 치료 및 대체하기 위한 3D 바이오프린팅 및 산소 형성 미세입자(Oxygen-generating microparicle, OMP)를 제조하고 정량/정성 평가하는 실험을 진행하였음. 천연고분자 젤라틴에 광가교성 작용기 methacrlyate를 도입하여 광자극으로 가교되는 바이오잉크에 세포를 담지하여 스캐폴드를 제작하였고, *in vivo* 결과를평가하기 위하여 IL, Pax7, Lamin A/C와 같은 인자를 면역염색을 통하여 확인하였음. 연구내용은 주 1회 서면 실험결과 보고 및 월 2회 화상 줌 미팅을 통해 연구결과를 공유하고 유기적인 의견교류를 도모하였음. 소재 및 재료과학 분야에서 세계최대 규모의 학술대회로 알려진 Materials Research Society에 참가하여 최신 기술과 지식 동향을 살폈음. 또한 선도연구기관에서 해외연구자들과의 인적네트워크를 형성하였음. 해당 내용은 Advanced healthcare materials에 투고되어 심사 중임</td></tr>
<tr><td>
단기연수</td><td>▸ 대학원생의 해외연구실 공동연구 실시(2건): 대학원생 중 우수한 학생을 선발하여 2주간의 인적교류프로그램을 지원하였음
<table>
<tr><th>참여학생</th><th>방문(연구)기간</th><th>방문기관</th><th>내용요약</th></tr>
<tr><td>김소영
(박사과정)</td><td>2023.01.18
- 02.04 (17일)</td><td>캔자스대학교
(미국)</td><td>● 광응답성 표면개질을 이용한 혼합물 분리 기술 개발 및 적용을 위해, 안범수 교수팀은 미국 캔자스대학교와 권기범 교수팀과 연구를 수행함 (지원금: 5,000천원)</td></tr>
</table>
- 김소영(박사과정) 단기연수 상세내역
University of Kansas는 미중부 캔자스주에 위치한 공립대학교로, 443개의 국립대 중 121위로 랭크되어 있으며, 200개 이상의 학부 및 대학원 과정이 있어 거의 모든 분야를 다루는 연구기관임. 김소영 학생은 고체, 액체 및 증기 사이의 계면 상호작용에 대한 이해를 통한 폴리머의 표면개질을 연구하기 위해 권기범 교수팀에서 혼화성 액체 분리를 위한 폴리머 흡수제, 초발수 및 발유성 자가수리 표면 및 유수 분리를 위한 분리 기술에 관한 연구를 진행하였음. 폐수나 수질 정화, 또는 바이오 연료 생산시 중요한 액체 혼합물 분리를 기존의 비혼화성 액체에만 한정된 열 증류나 liquid-liquid extraction에 비해 고효율적인 고분자 흡수제를 이용한 혼화성 액체 분리를 연구함. 또한 채광 및 해상운송 등 다양한 산업에서 중요하게 쓰이는 유수분리 기술 중 분리공정이 까다로운 에멀젼 유수혼합물에 대하여, 기존에 비해 낮은 비용과 에너지 소비 및 높은 분리 효율을 나타내는 멤브레인 기반 기술을 연구하였으며 1) 유기물에 오염된 후 빛을 이용하여 물질 고유의 flux를 회복할 수 있는 자체 오염제거 가능한 멤브레인 제작, 2) 온도 혹은 전기장 변화를 통해 오염물질을 가역적으로 탈흡착할 수 있는 다공성 매체 개발을 연구하고, 이를 폐수처리, 생산수 분리 등 다양한 상업분야에 응용가능성을 제시함. 선진국 연구기관에서 실시되는 연구 설계 및 실험 과정을 체험하여 해외 기술 트렌드 및 학계의 관심사를 관찰하고 향후 연구원으로서 프로젝트를 진행하는데 있어 새로운 아이디어를 얻음. 연구동향에 대한</td></tr>
</table>

전문기술을 확보하여 이에 맞춰 연구실에 도입하기 위한 연구설계를 진행하고자 하였으며, 또한 해외 연구기관과의 국제네트워크를 형성하였음. 김소영 학생은 2023년 2월 귀국 후 BK사업팀에서 결과보고서를 제출하고 성과를 공유하였으며, 학과 내 세미나를 개최하여 성과를 공유하였음

참여학생	방문(연구)기간	방문기관	내용요약
송희진 (석사과정)	2023.01.18 - 02.04 (17일)	하버드대학교 의과대학 (미국)	●알츠하이머질환의 분자메커니즘 규명 및 치료제 적용에 대한 연구를 위해, 황대연 교수팀은 하버드메디컬 스쿨의 박요셉 교수팀과 연구를 진행함 (지원금: 5,000천원)

- 송희진(석사과정) 단기연수 상세내역

부산대학교 BK21 FOUR 대학원혁신지원사업 ‘해외 연구실 공동연구’에 선정되어 2023년 1월 18일부터 2023년 2월 4일까지 Harvard medical center의 박요셉 교수팀에 파견되어 해외 우수연구실에서의 공동연수를 진행하였음. Harvard medical center는 2019년에 설립되어 하버드대학에서 운영하는 병원 소속 연구기관으로, 약 1,200건의 임상시험 및 기초과학을 연구하는 연구센터임. 박요셉 교수님의 주요 연구내용은 “알츠하이머 뇌 모델 개발”, “약물개발을 위한 분자생물학적 메커니즘 연구”이며, 자체 개발한 *in vitro* 뇌 모델의 메커니즘과 알츠하이머 치료효과가 있을 것이라고 예상되는 약물을 처리했을 때 약물의 효과를 확인하는 공동연구를 진행하였음. 박요셉 교수연구단은 유도 줄기세포(iPSCs)를 이용한 organ-on-a-chip 개발을 통해 임상에서 실패하는 이유를 파악하고자 함. 유도줄기세포(iPSCs)에서 분화한 Astrocyte, neuron cell에 알츠하이머 치료가 있을 것이라고 예상되는 물질을 처리하였을 때, 신경질환모델의 tau 축적 및 제거, beta-amyloid에 어떤 분자생물학적 변화가 일어나는지에 대한 분자생물학적 메커니즘 분석 공동연구를 진행하였음. 또한, 이러한 연구를 기반으로 송희진 학생은 현재 황대연 교수연구팀에서 개발한 다양한 치료제의 작용기전을 연구하여 전문치료제로서의 가능성을 평가하기 위한 실험을 진행 중임. 이후 송희진 학생은 2023년 귀국하여 교육연구팀에 결과보고서를 제출하고 학과 내 세미나를 통해 연구성과를 학과 내 교수, 대학원생들과 공유하여 다양한 아이디어를 창출하는 계기로 활용하였음

○ 해외 연구실 공동연구 수행(15일 이상) 계획

구 분	내 용
수행계획	▸ 대학원생의 해외연구실 공동연구 수행을 위한 세부계획 -대상: 교육연구단에 참여하는 석・박사대학원생 중 우수자 -선발인원: 2-3명/연 -선발절차: 교육프로그램 참여율, 연구성과, 계획서, 지도교수 평가의견 등을 반영하여 세부 규칙을 수립하여 공정하게 해당자를 선발 -주요 교류 예정 외국연구소 및 대학

아젠다영역	외국연구소 및 대학(공동연구자명, 소속)	연구내용
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	Suncil Choi (중국, 허난대학교)	중국 유래 노령 친화형 천연물 소재의 항노화 특성 연구
	Duy Le Pham(베트남, 호치민대학교)	노인성 감염질환의 예방 및 치료 연구
최적의 전달성 (최적전달시스템)	Suryon Shin (미국, 하버드대학교)	노인성 골질환을 치료하기 위한 소재 개발
	Katharina Landfester (독일, 막스플랑크 연구소)	노인성 질환 치료소재의 생체 지속성 연장 연구
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	Yuji Kohara(일본, 교토대학교)	노인질환 동물모델 개발연구
	Dae-Kyum Kim(미국, 뉴욕대학교)	빅데이터를 통한 노인질환 예측연구

-성과확산: 해외 연구실 공동연구 수행자는 연결과보고서를 제출하고, 방문성과를 발표하여 전체 대학원생들과의 정보 교류를 실시할 예정임

4단계 BK21 사업

Ⅲ. 연구역량 영역

Ⅲ. 연구역량 영역

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

1.2 연구업적물

③ 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-4> 최근 10년간 교육연구팀의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물

<table>
<tr><th>연번</th><th>대표연구업적물 설명</th></tr>
<tr><td>1</td><td>
○ 실적명: 저널논문
<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>제 목</td><td>Bacterial cellulose membrane produced by Acetobacter sp. A10 for burn wound dressing applications</td></tr>
<tr><td>저 자</td><td>Moon Hwa Kwak, Ji Eun Kim, Jun Go, Eun Kyoung Koh, Sung Hwa Song, Hong Joo Son, Hye Sung Kim, Young Hyun Yun, Young Jin Jung, Dae Youn Hwang</td></tr>
<tr><td>저널정보</td><td>Carbohydrate Polymer 122:387-98 (2023년 기준 IF 11.2, JCR 상위 2.9%)</td></tr>
<tr><td>발행연도</td><td>2015.05</td></tr>
<tr><td>인용횟수</td><td>88건</td></tr>
</table>
○ 주요내용
실버세대는 노화로 인하여 치과질환, 혈관질환, 골질환 등이 빈발하고, 치유능력이 떨어져 건강한 삶을 유지하는데 저해요인으로 작용하고 있음. 정상적인 박테리아 셀룰로오스 막(BCM)은 인장 강도, 결정성 및 수분 보유 능력이 우수하기때문에 상처 드레싱, 뼈 이식, 조직공학, 인공혈관 및 치과용 임플란트에 사용됨. 본 연구에서는 화상 상처의 회복에 15일간 BCM 적용 효과를 Sprague-Dawley (SD) 쥐의 화상상처 피부에서 피부재생과 혈관신생의 평가를 기반으로 조사하였음. BCM은 무작위로 구성된 피브릴 네트워크, 12.13 MPa 인장 강도, 12.53% 변형률, 17.63% 결정성, 90.2% 겔 분율, 112.14 g × m(2)/h 최고 수증기 투과율(WVTR)을 보여주었지만, 스웰링 비율은 24시간 이내에 350%로 향상되었음. 피부에 화상을 입은 SD 랫드의 경우 BCM 처리그룹에서 피부 중증도 점수가 대조군인 거즈(GZ)그룹보다 낮은 반면, BCM 처리그룹에서는 표피 및 진피 두께와 혈관 수가 유의적으로 증가하였음. 또한 BCM 처리그룹에서 침투한 비만세포의 수와 혈관내피 성장인자(VEGF) 및 앤지오포이에틴-1(Angiopoietin-1) 발현이 10일차와 15일차에 유의하게 감소하는 것이 관찰되었음. 또한 GZ처리군에 비해 5일차 BCM처리군에서 콜라겐 발현이 유의하게 높게 관찰되었으며, 10일차와 15일차 동일한 그룹에서 낮은 수준이 검출되었음. 그러나 BCM가 처리된 쥐의 혈청에서 간과 신장 독성을 나타내는 대사 효소의 수준은 GZ처리그룹과 일치하는 수준으로 유지되었음. 이러한 결과는 BCM은 혈관신생 및 결합조직 형성의 조절을 통해 SD 쥐의 화상 손상 피부에서 상처 치유 과정을 가속화할 수 있을 뿐만 아니라 간과 신장에 대한 특정 독성을 유발하지 않을 수 있음을 제시하는 우수한 성과임
○ 학문적 수월성에 대한 기여실적
BCM는 생체적합성이 우수하고 독성이 없어서 생체재료로서 활용 가능성이 우수하여 실버세대의 다발성질환에 대한 치료효능이 우수하지만 이를 활용하여 과학적으로 분석한 연구결과는 많지 않았음. 본 연구결과는 Web of science 기준으로 총82건의 논문에서 인용되었으며, 배경(Introduction)에 인용된 횟수가 가장 많았고, 다음으로는 논의(Discussion)에서 인용되었음. 본 연구는 BCM가 인공피부, 인공연공, 창상보호제, 인공혈관 등으로 개발 가능성을 확대하는 시발점이 되었으며 특히, 3D프린팅을 통한 인공장기로 제작하려는 시도까지 활발하게 연구를 확장하는 계기가 되는 등 다양한 영역에서 연구수행에 인용되었음. 또한, BCM이 전기전자의 재료로도 연구되는 등 학문의 수월성 증진에 크게 기여한 것으로 평가됨
</td></tr>
<tr><td>2</td><td>○ 실적명: 저널논문</td></tr>
</table>

구 분	내 용
제 목	A self-adherent, bullet-shaped microneedle patch for controlled transdermal delivery of insulin
저 자	Keum-Yong Seong, Min-Soo Seo, Dae Youn Hwang, Eoin D. O' Cearbhaill, Seamus Sreenan, Jeffery M, Karp, Seung Yun Yang
저널정보	Journal of Controlled Release 265:48-56 (2023년 기준 IF 10.8, JCR 상위 4.2%)
발행연도	2017.11
인용횟수	100건

○ 주요내용

당뇨병은 대표적인 노인 만성질환으로, 연령이 높아짐에 따라 인슐린 저항성이 증가하고 인슐린 분비능이 감소되면서 주로 발병됨. 노인 당뇨는 각종 합병증의 원인이 되며, 신체의 기능 장애에 직접적인 연관이 있으므로 즉각적이고 지속적인 치료가 필요함. 당뇨병을 치료하기 위한 가장 대표적인 약물은 인슐린으로 일반적으로 주사기를 사용하여 피하 경로를 통해 투여하는데, 이러한 방법은 노령 환자에게 고통을 줄 수 있고 감염의 위험성이 있음. 이를 대체하기 위해 피부로 전달하려는 연구가 시도되고 있으나, 일반적으로 단백질 약물의 크기가 커서 피부 바깥의 단단한 각질층을 통과하기 어려움. 본 연구에서는 피부에 삽입된 후 체액을 흡수하여 부푸는 마이크로니들 패치를 이용하여 부푼 팁과 피부 조직이 기계적 맞물림을 통해 접착력을 유지하면서, 부푼 팁을 통해 담지된 단백질 약물인 인슐린의 방출기간을 안정적으로 높이는 연구를 수행하였음. 또한, 실험동물을 사용한 *in vivo* 실험에서 부푸는 마이크로니들 패치를 적용했을 때 인슐린이 장기간 방출되어 혈중 글루코스 농도가 점차 감소한다는 사실을 확인하였음. 따라서, 개발된 자기접착성 경피 마이크로니들 플랫폼은 서방형 약물 방출을 필요로 하는 다양한 단백질 약물에 적용될 수 있을 것으로 기대됨. 본 연구는 약학 분야의 저명 저널인 Journal of controlled release (IF: 10.8, 상위 4.2%)에 재되었음. 또한, 해당 논문은 연구의 우수성을 인정받아 2016년도 영국에서 개최한 국제 마이크로니들 학회 및 재료과학 분야의 권위 있는 학회인 2017년도 추계 MRS 학회에서 우수포스터 상을 수상하였음

○ 학문적 수월성에 대한 기여실적

마이크로니들을 이용한 경피약물전달시스템은 환자의 고통을 최소화하면서 적용할 수 있어 노령 환자에게 이점이 많은 약물전달체임. 본 연구에서는 추가적인 접착제 없이 자가접착이 가능한 팽윤형 마이크로니들을 이용하여 조직접착 및 약물전달을 동시에 달성하였음. 본 연구결과는 Web of science 기준 (2023.09.11.)으로 총 100건의 논문(리뷰논문 52건, 연구논문 48건)에서 인용되었음. 본 연구에서 제안한 자기접착성 팽윤형 마이크로니들은 젖은 조직(예, 안구표면 등)을 포함한 다양한 조직에서의 조직접착패치, 서방형 약물전달을 위한 약물전달체, 당뇨병과 같은 질병 모니터링이 가능한 웨어러블 센서 등으로 개발 가능성을 시사하였으므로 학문의 수월성 증진에 크게 기여한 것으로 평가됨. 또한, 마이크로니들 패치 기술은 부산대 자회사인 ㈜에스엔비아에 기술 이전되어 생산 설비를 비롯한 양산화 과정을 완료하였고 다양한 제약회사와 공동연구를 진행하고 있어, 기술실용화 측면에서도 파급력이 매우 큰 기술로 평가됨

3

○ 실적명: 저널논문

구 분	내 용
제 목	Significant Performance Enhancement of Polymer Resins by Bioinspired Dynamic Bonding
저 자	Sungbaek Seo, Dong Woog Lee, Jin Soo Ahn, Keila Cunha, Emmanouela Filippidi, Sung Won Ju, Eeseul Shin, Byeong-Su Kim, Zachary A. Levine, Roberto D. Lins, Jacob N. Israelachvili, J. Herbert Waite, Megan T. Valentine, Joan Emma Shea, B. Kollbe Ahn
저널정보	Advanced Materials 29 (39), 1703026 (2023년 기준 IF 29.4, JCR 상위 2.2%)
발행연도	2017.10
인용횟수	54건

○ 주요내용

실버세대 다발성질환에 맞춤형 기능성을 가진 바이오소재로써 임플란트 형태(치아, 보철, 인체이식형 의료기기등)의 고분자레진 복합재료가 쓰이는데, 이는 복합재료가 가진 넓은 범위의 기계적물성을 가질 수 있기 때문임. 하지만, 복합재료의 계면에서의 일어나는 약한 접합성으로 하중을 견디지 못하는 문제점을 가지고 있음. 본 연구에서는 해양생물인 홍합단백질의 수계면 접착성을 모방하여 수분이 존재하는 계면에서도 강한 접착력을 가지도록 고분자레진 복합재료의 기계적 물성을 유지시키는 프라이머분자를 개발하였음. 홍합은 카테콜이 풍부한 계면 홍합족 단백질(mfps)을 프라이머로 사용하여 수소, 금속 배위, 정전기, 이온 또는 소수성 결합을 통해 광물 표면에 부착하여 벌크 mfps와의 결합을 촉진하는 2차 표면을 생성함. 이러한 생물학적 접착 프라이머에서 영감을 받아, 1 nm 두께의 카테콜계 단일 분자 프라이머층은 비카테콜계 실란 및 인산염계 그라프트와 같은 기존 프라이머와 비교하여 광물 표면에서 가교된 폴리메타크릴레이트 수지의 접착 강도를 최대 몇 배까지 증가시키는 것으로 나타났음. 분자 역학 시뮬레이션을 통해 카테콜 그룹이 다양한 광물 표면에 고정되고 각 분자의 결합 모드를 밝힘을 확인함. 여기서, 견고한 하중 지지 폴리머 네트워크에서 50% 이상의 인성 향상이 달성되어, 구조적인 하중 지지 재료를 포함한 광범위한 고분자 인터페이스를 처리하기 위한 홍합에서 영감을 받은 접합의 유용성을 입증했음

○ 학문적 수월성에 대한 기여실적

바이오소재에 이용되는 복합재료에 있어서는 수중 또는 다습조건에서의 계면접착성을 향상시키는 것이 중요한데 카테콜계 고분자를 활용한 경우는 있었지만 단일 분자 프라이머층를 활용하여 바이오소재로 적용한 연구결과는 많지 않았음. 본 연구결과는 Web of science 기준으로 총55건의 논문에서 인용되었으며, 고분자(Polymers & Macromolecules)분야 인용횟수가 33회로 가장 많았고, 다음으로는 고분자과학(Polymer Science)분야에서 7회 인용되었음. 본 연구의 결과물은 미국 내 창업, ACatechol (표면공학솔류션 기업, https://www.acatechol.com/)과 같이 산업적 응용분야에 기여하였음. 생물학적 생체분자에 영감을 받아 치아, 보철, 인체이식형 의료기기 등으로의 개발 가능성을 여는 계기가 되었으며 특히, 수계면 접착성을 이용한 조직접착제제, 창상피복제로 제작하려 함. 결과적으로 넓은 범위의 바이오소재과학계(재료과학, 화학, 고분자과학, 나노과학, 물리화학 등)에 영향을 미치고, 다양한 학문적 수월성 증진에 크게 기여함

1.3 교육연구팀의 연구역량 향상 계획

1) 교육연구팀의 연구역량 현황에 기반한 학술 및 연구활동 계획

○ 참여교수의 연구역량 현황 및 향상 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>연구역량
현황</td><td>
▸ 본 교육연구팀은 2020년부터 실버질환 맞춤형 바이오소재분야 연구를 위해 소재원천기술 확보, 비임상 기초연구진행의 고도화, 임상 응용연구의 확대, 국제공동연구의 확대 등의 연구활동을 지속적으로 확대해오고 있음
▸ 최근 3년간 소재원천기술 확보 22건, 비임상 기초연구 5건, 임상응용연구 11건, 국제공동연구 9건을 추진하였고, 정량적인 성과로는 SCI급 논문 76편(JCR 상위 10% 이내 논문 12편), 1인당 환산편수 1.72, 1편당 환산보정 IF 0.196, 1인당 연구비수주 3억원, 1인당 특허등록 1.16건, 기술이전 180백만원(6건)을 달성하였음 (연도별 업적은 아래 표와 같음). 특히, 실버질환 맞춤형 바이오소재와 관련된 대표 연구업적물(3건)은 JCR 상위 10% 이내 논문으로 피인용도가 매우 우수(총 236회)하여 파급효과가 높음
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2020.9~2021.8</th><th>2021.9~2022.8</th><th>2022.9~2023.8</th></tr>
<tr><td>1인당 논문환산편수</td><td>1.759 (27 편)</td><td>1.704 (24 편)</td><td>1.792 (25 편)</td></tr>
<tr><td>1편당 환산보정 IF</td><td>0.136</td><td>0.296</td><td>0.158</td></tr>
<tr><td>JCR 상위 10% 논문 (편)</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr>
<tr><td>특허등록 / 기술이전 (건)</td><td>6 / 0</td><td>5 / 3</td><td>3 / 3</td></tr>
<tr><td>1인당 연구비 수주액 (백만원)</td><td>363</td><td>219</td><td>338</td></tr>
</table>
▸ 최근 실버질환 맞춤형 바이오소재와 관련된 전임교수 2명을 임용하여 전임교원 보강을 통하여 연구력 강화의 기반을 마련하였음
<table>
<tr><th>이름</th><th>임용일자</th><th>전공분야</th><th>강의과목</th></tr>
<tr><td>조성민</td><td>2022.9.1</td><td>나노생명공학</td><td>고령생체적합소재 등</td></tr>
<tr><td>최영우</td><td>2023.9.1</td><td>바이오의약품소재</td><td>노인성질환 등</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>학술 및 연구활동
계획</td><td>
▸ 학술활동 계획
- 참여교수진 간 정기 학술교류회 개최: 2개월에 한 번 참여교수진 간 최근 연구결과를 공유하여, 새로운 연구주제를 발굴하고 진행 중인 연구에 완성도와 수월성을 증진
- 약물전달관련 지역 협업연구체계 구축: 국소 항암치료용 방사성의약품 전달기술을 임상에 적용하기 위하여, 24년 내 동남권원자력의학원, 부산대병원, 한국원자력의학원 및 관련 기업체와 협업연구체계 구축
- 비임상전문가와 임상전문가, 소재 전문가의 정기적인 학술교류를 통해서 임상적 적용을 위한 실용 가능한 바이오소재 개발 연구 진행
- 국제 공동연구 활성화: 노인성 질환 및 적용 소재와 관련된 저명한 학술대회 참가 (연 2회 이상) 및 벤치마킹하는 해외 기관과의 공동연구 및 장기파견연수를 통한 네트워크 강화, 해외겸임교수 제도를 활용한 연구 활성화를 진행
▸ 연구활동 계획
- 참여교수 연구진 간의 장비 및 노하우 공유를 통한 연구 수월성 증진: 참여교수 연구실별 장비 담당 대학원생을 지정하고, 교육연구팀 내 연구 장비를 공유함으로써 신임교수 및 교육연구팀 내 연구의 수월성 증진
- 다른 대학 연구진과의 공동연구를 통한 질적 수준 향상: 본 교육연구팀에서 부족한 연구영역은 타대학 연구진과 적극적인 교류와 공동연구로 보완할 예정이며, 특히 지역의 병원 및 기초연구진들과「실버질환 특화 지역혁신 선도연구센터(RLRC)」유치를 진행
- 질적수준 향상을 위한 성과급제도의 활성화: 매년 참여교수가 참여한 논문의 질적 수준(분야별 상위 10% 내 논문)을 평가하여 성과에 따라 차등적인 인센티브를 지급하여 연구의욕을 고취
</td></tr>
</table>

○ 대학원생의 연구역량 현황 및 향상 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>연구역량
현황</td><td>▸본 교육연구팀의 석박사 대학원생들은 최근 3년간 실버질환 치료 및 진단과 관련된 연구활동으로, SCI급 논문 56편(JCR 상위 10% 이내 논문 7편), 학술대회 수상 5건, 국내외 학술대회 발표 40건, 특허등록 8건 및 기술이전 2건 달성하였음 (연도별 업적은 아래 표와 같음). 또한, 해외저명기관 연수 3건(하버드 의대, 켄자스대학교), 국제공동연구 인프라지원 사업 9건, 연구논문 교정 프로그램 등에 지속적으로 참여하여 연구의 수월성 및 질적 우수성을 향상시키고 있음
<table>
<tr><th>구 분</th><th>2020.9~2021.8</th><th>2021.9~2022.8</th><th>2022.9~2023.8</th></tr>
<tr><td>1인당 논문환산편수</td><td>0.201 (19편)</td><td>0.224 (19편)</td><td>0.146 (18편)</td></tr>
<tr><td>1편당 환산보정 IF</td><td>0.115</td><td>0.250</td><td>0.134</td></tr>
<tr><td>JCR 상위 10% 논문 (편)</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>학술 및 연구활동
계획</td><td>▸학술활동 계획
- 교육연구팀 내 연구 발표회 및 연구클리닉 워크샵 실시: 참여 대학원생은 연 2회 연구발표를 진행하여 연구의 개선점 및 협업 방향을 설정하며, 전문가를 연 1회 초빙하여 연구능력 개선, 연구노트 관리, presentation 능력 향상을 주제로 한 연구클리닉 워크샵 추진
- 국내외 학술대회 참가를 통한 연구 동향 파악 및 이를 통한 연구 역량 강화: 국내 학술대회 참가를 적극적으로 독려하고 매년 2명의 학생을 선발하여 국제 학술대회 발표 지원
- 타대학 연구진과의 공동연구를 통한 연구의 질적 수준 향상: 2개월에 한번씩 국내・외 전문가를 초빙하여 초청세미나를 개최하고, 공동연구로 발전시켜, 대학원생들간의 학술적, 인적 교류 활성화 추진
- 해외전문기관 및 벤치마킹대학 연수지원을 통한 연구의 다양화 및 질적 향상을 추진할 예정이며, 대상 분야와 기관은 아래와 같음.
<table>
<tr><th>연구기관</th><th>연구분야</th></tr>
<tr><td>하버드 의과대학</td><td>접착성 스캐폴드 소재를 이용한 골재생 연구</td></tr>
</table>
- 해외전문기관 및 벤치마킹대학 연수지원을 통한 연구의 다양화 및 질적 향상을 추진할 예정이며, 대상 분야와 기관은 아래와 같음
▸연구활동 계획
- 대학원생의 「전주기 연구성과모니터링 시스템」 구축 및 운영을 통하여 논문성과에 대한 체계적인 관리 및 지원을 도모함
- 논문작성 역량 강화 프로그램 운영: 교내 연구력 강화프로그램(효원인 온라인 워크샵)과 연계하여 논리적인 글쓰기, 표절없는 논문쓰기, 인용과 주석쓰기 등 논문작성과 관련된 기초 연구활동을 지원하고, 영문논문 작성법 특강을 연1회 개최할 예정임.
- 공공기기실 및 공동기기 사용 공간 활용 극대화: 1차적으로는 교육연구팀 내 장비를 적극 활용하고, 단과대학 내 모자익코어랩과 공동기기실의 장비를 활용하여 연구의 수월성을 증진함. 대학원생을 대상으로 연구에 필요한 장비의 수요조사를 실시하여 국립대학 특성화 사업에 반영하여 연구 장비를 확충할 예정임.
- 국제공동연구 참여 강화: 박사과정 대학원생은 졸업까지 외국공동연구를 의무적으로 1건 이상 수행하도록 강화하여 국제적인 네트워크를 증진함
- 우수학술지 논문게재 지원: 질적으로 우수한 논문 출판을 장려하기 위해, 분야별 등급에 따른 추가적인 인센티브 지급 및 연수 등의 기회 선정에 우선 반영</td></tr>
</table>

○ 첨단인프라 구축 현황 및 향상 계획

구 분	내 용
	▸비임상시험을 위한 실험동물시설의 국제인증관련 프로그램 운영 및 관리

연구역량 현황

시설명칭 및 인증번호	국제인증기관	관리프로그램	인증기간
부산대학교 청정실험동물센터 (001525)	AAALAC International	●실험계획의 심사/실사프로그램 ●실험자의 교육관리 프로그램	2013 - 현재

▸연구결과의 신뢰성 증진과 연구결과 분석을 지원하기 위한 국제수준의 시설 및 장비인프라의 고도화 실적

구 분	장비구축 내용	구축시기
세포실험	● 형광현미경 등	2020년/2021년 2학기
동물실험	● GEM mass production 인프라 구축 ● 동물실험분석 시설 확보	2021년 2학기 2022년 2학기

학술 및 연구활동 계획

▸「실버질환 맞춤형 소재뱅크」 시스템 구축
- 지역내에서 발굴된 실버질환 맞춤형 바이오소재에 대한 뱅킹시스템 구축 및 운영
- 소재보존(정보포함), 연구자 공동활용지원, 소재표준관리 등 사업 추진

▸첨단 비임상실험인프라 구축 및 운영
- 동물실험결과의 신뢰성 증진을 위한 국제인증 실험동물관리프로그램 운영
- 행동분석장비, 생체신호측정장비 등 동물실험장비 인프라 확대 및 정보관리 추진
- 동물실험기법, 모델동물분석기법 등에 대한 기술교육 강화

▸실버질환 모델동물 네트워크 구축
- 고령임상반응 예측성 강화 및 고령동물자원의 안정적 공급을 위한 「실험동물자원은행」과의 MOU체결
- 첨단영상분석시스템 강화를 위한 「K-MED HUB」 와의 MOU체결

2) 교육연구팀의 대표 연구목표에 대한 달성 방안

○ 교육연구팀의 대표적 연구목표

- 본 교육연구팀은 「실버질환 맞춤형 바이오소재 활용플랫폼 혁신」에 부합하는 연구목표를 달성하기 위하여 혁신 아젠다에 기반하여 연구목표를 분류하고 이를 전략적으로 달성하고자 함

구 분		내 용
내역	아젠다영역	
정성적 목표	고령의 적합성	▸데이터 기반 실버질환 맞춤형 바이오소재의 발굴・분석・응용을 통한 활용성 증진
	최적의 전달성	▸지속방출, 간편투여, 신속진단 매개 고령친화형 전달시스템에 대한 원천기술 확보
	고도의 예측성	▸고령의 생리적 반응을 정확히 예측 가능한 비임상 및 임상브릿지 모델체계 구축

정량적 목표 (2027년 최종목표)

▸SCI급 논문 21편 (JCR 분야별 상위 10% 논문)
▸대학원생 연구역량 (1인당 논문환산편수: 0.160)
▸참여교수 연구역량 (1인당 논문환산편수: 1.975, 1인당 환산보정 IF: 0.174)
▸참여교수 연구비 수주액 (1인당 연구비 수주액: 370백만원)
▸연차별 실적 향상 목표

연차별 정량목표		2023년 (현재)	2024년	2025년	2026년	2027년
대학원생 연구역량	1인당 논문환산편수	0.146	0.146	0.153	0.153	0.160
참여교수 연구역량	1인당 논문환산편수	1.792	1.792	1.881	1.881	1.975
	1인당 환산보정 IF	0.158	0.158	0.165	0.165	0.174
	JCR 상위 10% (편)	3	4	4	5	5
	1인당 연구비 수주액	338백만원	345백만원	355백만원	360백만원	370백만원

○ 대표적 연구목표에 대한 달성방안

① 데이터 기반 실버질환 맞춤형 바이오소재의 활용성 증진 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>대표업적물의 질적 우수성 향상 방안</td><td>▸실버질환 맞춤형 바이오소재 발굴을 위한 과학적 데이터기반 활용체계 적용
- 국가 바이오 데이터 스테이션(K-BDS)기반 활용: 수집→품질관리→제공→활용으로 연계되는 사용자 친화적 통합 검색플랫폼에 기반한 실버질환 맞춤형 바이오소재의 발굴추진으로 소재 활용의 과학적 근거 강화
- 국가생물다양성 정보공유체계(CBD-CHM KOREA)기반 활용: 유전자원, 표본, 전통지식, 유전정보, 생물다양성정보 등 메타데이터DB와 분류체계DB를 제공하는 정보공유체계를 활용한 실버질환 소재에 대한 접근성 및 활용성 제고
- 해외생물소재센터 기반 활용: 해외 및 국내 식물자원 확보・보존・분양・관리 및 관련 DB를 제공하는 소재허브에 기반한 실버질환 맞춤형 바이오소재 발굴 추진
▸소재분석 첨단기술 적용 및 소재표준화 체계 구축
- HPLC 및 GC분석, NMR분석 등 천연물성분의 분리, 정제, 구조동정 등 분석
- 최적 추출조건 확립 및 지표성분 함량분석 등 소재 표준화 추진
▸융합기술을 적용한 활용성 증진
- 화학적 구조변형기술, 미생물 발효공정기술 등을 융합하여 유효성분에 대한 단점보강 및 효능 증진 유도체계 적용</td></tr>
<tr><td>대학 간 공동연구 계획</td><td>▸국내 천연물소재 중점연구대학과의 공동 연구계획
- 동신대학교는 천연물 바이오식의약 전문인력 양성사업단과 한약재산업학과 등 국내 천연물바이오소재에 대한 전문성을 갖추고 있으며, 한국한의학연구원 한약자원연구센터와 매우 밀접하게 연계되어있어 소재발굴 및 활용을 위한 공동연구를 추진하고자 함
▸국외 천연물소재 보유대학과의 공동 연구계획
- 기능성 천연물을 다량 보유하고 있는 중국 허난대학, 저장대학과의 실버질환 맞춤형 바이오소재 발굴, 분석, 효능평가에 대한 연구를 적극적으로 추진하고자 함
<table>
<tr><th>대학</th><th>공동연구분야</th><th>방식</th></tr>
<tr><td>중국 허난대학교</td><td>● 노인성 황반변성질환 치료용 소재 발굴 및 효능평가에 대한 연구
● 고령빈발 항질환에 대한 항암성소재의 적응증 확대연구</td><td>공동연구과제 신청, 역학 분담에 기반한 연구수행 등</td></tr>
<tr><td>중국 저장대학교</td><td>● 중국 유래 항노화 물질 발굴 및 효능 평가 연구
● 중국 천연물 유래 항노화 물질의 농도 표준화 연구</td><td>항노화 소재뱅크 구축, 공동연구과제 신청</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

② 지속방출, 간편투여, 신속진단 매개 고령친화형 전달시스템에 대한 증진 계획

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>대표업적물의 질적 우수성 향상 방안</td><td>▸고령친화형 약물전달 소재 및 기술에 관한 광가교 원천 기술 확보
- 노인의 신체적 사회적 특성을 고려하여 장기방출형 약물전달 기술을 제시하고, 이를 위해 신속하면서도 고용량으로 약물을 캡슐화할 수 있는 새로운 광가교 소재를 개발할 예정임. 광가교 소재와 관련된 원천기술을 확보하여, 연구의 질적 우수성을 향상하는 전략을 추진할 예정임
- 공중합체 히알루론산이라는 안전성이 높고 물성이 좋은 새로운 소재를 약물전달에 적용하여 장기 약물 방출의 개념을 검증할 예정임. 또한, 광가교 개념을 적용하여, 케미컬부터 세포까지 다양한 약물을 전달할 수 있는 약물전달체에 대한 연구를 진행할 예정임
▸임상내 수요기술을 반영한 이슈해결형 임상 응용 연구의 확대
- 연구의 파급력이 큰 임상현장 내 수요기술과 이슈를 파악하고, 이를 해결하기 위한 기초 및 응용 연구를 수행하며, 개발된 전달시스템이 임상현장에서 적용되는 피드백을 반영할 계획임
- 연구의 신뢰성을 높이고 적용 범위를 확장하기 위해, 임상의와 공동으로 연구를 진행할 예정임.</td></tr>
</table>

	즉, 임상의로부터 고령특이적 임상 결과를 획득하고, 이를 해결할 수 있는 기술을 연구에 접목하여 연구의 파급력을 높일 예정임 - 고령환자의 경우에는 뼈나 조직재생이 늦어 일상으로의 복구가 늦어지는데, 조직접합성 소재를 이용하여, 장기간 국소 부위에 약물을 적용함으로써, 약물의 부작용을 줄이고 치료 효과를 극대화할 수 있는 약물전달 연구를 추진할 예정임 ▸ 클러스터형 연구네트워크를 기반으로 한 연구의 임팩트 증진 -「고령친화형 전달시스템」,「약물전달 최적화」를 연구주제로 한 국•내외 연구네트워크를 구축하고 상호정보교류에 의한 임팩트 있는 연구로 초점을 맞추고자 함 - 최신 연구 동향을 파악하기 위해, 국내외 학술활동에 참여할 뿐만 아니라 학회의 학술위원회 등에 적극적으로 참여하여 실버질환 기술에 대한 저변을 확대할 예정임 - 연구분야의 저명 기관 및 대학과 공동연구를 진행하여 연구의 질적 우수성을 높일 예정이며, 국제공동과제를 추진하여 지속적인 연구기반을 마련할 예정임
대학 간 공동연구 계획	▸ 대학 및 산업계에 기술보급화를 위해, 한국신약개발연구조합 내「마이크로니들융합연구회」에 운영진으로 참여하여 패치형 장기약물체에 대한 체계적인 기술 확립 및 선도적인 기술 연구에 앞장설 예정임 ▸ 교육연구팀의 참여교수가 공동연구를 통해 구축한 해외 네트워크를 바탕으로 고령친화형 약물전달 시스템 및 소재 개발 연구를 적극적으로 추진할 예정임

기관	공동연구분야	방식
NIH	상온 보관 안정성이 높은 말라리아 백신패치 개발	국제공동연구과제 신청, 역할분담에 기반한 연구수행 및 초청 워크샵
하버드 의대	접착성 생분해성 스캐폴드를 이용한 골재생 연구	공동연구로 선행연구결과를 확보 후 과제 신청, 연구원 교류 및 초청 세미나 진행

③ 고령의 생리적 반응을 정확히 예측 가능한 비임상 및 임상브릿지 모델체계 구축

구 분	내 용
대표업적물의 질적 우수성 향상 방안	▸ 고령자 특이적 임상반응에 대해 예측모니터링 가능한 모델체계 활용 - 고속대량검색처리 스크리닝 분석기기체계(HTS: High Throughput Screening; Microarray, PCR 등)를 활용하여 고령자의 생리, 대사, 활성반응에 관여하는 바이오마커 발굴 추진 - 고령임상반응에 따른 마커 검출 및 모니터링이 가능한 고령질병모델동물 시스템(국가질환모델동물자원 시스템, 질병보건통합관리시스템) 활용 ▸ 고령의 염증성질환의 신속정밀진단 바이오소재 발굴을 위한 플랫폼 구축 - 노인성 질환 연구의 비임상 연구의 고도화를 위하여 다중오믹스분석에 기반한 질환별 세포외소포 분석 및 데이터베이스화 구축 - 일반 실험동물의 한계를 넘어서 노인성 질환 특이적 실험동물을 구축하고 갱년기 이후에 다발되는 유방암, 전립선암 등의 호르몬 의존성 암을 예측, 진단 할 수 있는 시스템을 구축하기 위하여 혈액학적 진단법뿐만이 아닌 엑소좀 등 다양한 세포체외시스템의 데이터 베이스를 이용 - 실험동물이 가지고 있는 종간 차이성을 극복하기 위하여, 전남대 동물병원과 공동연구를 통해 반려동물에서 고령 염증 질환의 바이오마커를 확인. 인간의 종간 차이점을 극복한 노인성질환 연구를 위하여 실험동물-반려동물-사람의 임상혈액 샘플을 이용하여 One-Health 공동연구 시스템을 도입
대학 간 공동연구 계획	▸ 국내 임상 중점연구대학, 동물병원과의 공동 연구계획 - 아주대 의과대학 및 전남대 동물병원은 우수한 연구진과 충분한 연구대상자 그리고 임상시험센터 인프라를 갖추고 있어 신규 바이오소재 발굴 및 활용을 위한 공동연구를 추진하고자 함 ▸ 국외 노블오믹스 기술 보유대학과의 공동 연구계획 - 프로테옴-유전체발현 섭동 플랫폼이 구축되어 있는 뉴욕주립대학과의 실버질환 맞춤형 바이오소재 발굴, 분석, 데이터베이스화에 대한 연구를 적극적으로 추진하고자 함

기관	공동연구분야	방식
일본 교토대학	노인성 질환 맞춤형 실험동물 개발	연구실 상호교류 MOU체결, 국제공동연구수행
뉴욕 주립대	오믹스 기반 데이터베이스화	역할분담에 기반한 공동 연구수행 등

2. 산업·사회에 대한 기여도

2.1 산업·사회 문제 해결 기여 실적

<표 3-5> 최근 5년간 참여교수 산업·사회 문제 해결 기여 실적

<table>
<tr><th>연번</th><th>실적명</th><th>참여교수명</th><th>실적 해당 분야</th><th>실적 요약</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td rowspan="3">실버맞춤형
약물전달을 위한
마이크로니들
기반 무통백신
패치의 개발</td><td rowspan="3">양승윤</td><td>기업현안 해결</td><td rowspan="3">경피약물전달의 새로운 패러다임을 제시하고 있는 마이크로니들 기술을 백신과 엑소좀 전달에 응용하기 위해 기업의 현안(정량 전달 및 제형화)을 해결하였음. 또한, 미래의 감염병에 대응하기 위해 자가투여 및 상온 유통 백신개발을 목표로, 마이크로니들 기반의 신속 백신제조 기술을 개발하였음. 신기술을 지역 기업에 이전하고 사업화함으로써, 일자리 창출에 기여하였음</td></tr>
<tr><td>미래/글로벌대응</td></tr>
<tr><td>일자리창출</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">실버질환 다발성
장질환의
원인규명을 통한
치료제 개발</td><td rowspan="3">황대연</td><td>기업현안 해결</td><td rowspan="3">장질환 관련 제품을 생산하는 지역기업들이 소재개발기술, 효능평가기술 등에 대한 현안문제를 공동연구과제 추진, 국제논문게재, 특허출원 등으로 창의적으로 해결함. 또한, 인스탄트로의 사회변화에 따른 변비질환의 증가에 대한 원인을 미래/글로벌 문제로 선정하고 보체C3와 미세플라스틱을 변비질환 원인으로 최초로 규명함. 개방화/대중화를 위하여 초중등학생들을 대상으로 장질환의 치료제 개발과정에 대한 체험 기회를 제공함</td></tr>
<tr><td>미래/글로벌 대응</td></tr>
<tr><td>학문의개방화/대중화</td></tr>
<tr><td>참여교수 수</td><td colspan="2">4</td><td>최대 제출 건수</td><td>2</td></tr>
</table>

○ 실버맞춤형 약물전달을 위한 마이크로니들기반 무통백신 패치의 개발

<table>
<tr><th>구 분</th><th>세부내용 및 실적</th></tr>
<tr><td>기업현안해결</td><td>

▸ 기업현안해결 1: 자가접종이 가능하며 우수한 보관 안정성을 지닌 두창 백신패치 개발

<table>
<tr><th>요청기업</th><th>현안문제</th><th>해결실적</th></tr>
<tr><td>(주)에스엔비아</td><td>기업체가 질병관리청으로부터 기존 난절법을 대체할 수 있는 마이크로니들 기반 두창 백신 접종법 개발에 관한 용역을 받음. 기존 두창백신은 피부에 상처를 내고 백신을 접종하여서 환자의 편의성이 낮고 상온에서 안전성이 떨어져 새로운 접종 기술이 개발되어야 함</td><td>• 국제논문 게재(1건) 및 언론보도
-Yim et al., (2022) Vaccines (10) 561.
-부산MBC 등 22건
• 특허출원(1건)
-발명의 명칭: 두창 백신 패치의 조성물 및 이의 제조 방법
-출원번호: 10-2023-0030007 (23.03.07)
-발명자: 양승윤, 임상구, 김유진, 황윤호, 김도근, 이강오, 김세민, 김미영, 김서연</td></tr>
</table>

▸ 기업현안해결 2: 실버맞춤형 엑소좀 전달을 위한 엑소좀 분리기술 및 엑소좀 패치 개발

<table>
<tr><th>요청기업</th><th>현안문제</th><th>해결실적</th></tr>
<tr><td>㈜셀렉소바이오</td><td>엑소좀 관련 치료제를 개발하는 기업에서 요양병원에 있는 노령층을 타겟으로 손쉽게 엑소좀을 전달할 수 있는 패치제를 개발하려는 현안이 있음. 엑소좀 분리 기술과 더불어 요양병원과 같이 의료진이 부족하여 자가투여가 가능한 패치형 약물 전달기술에 대한 수요가 높음</td><td>• 연구과제 협약체결(2건)
-과제명: 엑소좀 분리 공정 개발
-기간: 21.12.15-22.12.14
-연구비: 50,000천원
-과제명: 아토피 치료를 위한 서방형 엑소좀 전달 패치 개발
-기간: 22.09.01-23.01.31
-연구비: 65,000천원
• 특허출원(1건)
-발명의 명칭: 연속적 엑소좀 현탁액 분리 방법, 이를 수행하는 장치 및 이에 의해 분리된 엑소좀 현탁액
-출원번호 10-2022-0026381 (22.02.28)
-발명자: 양승윤, 임상구, 성수은, 서민수, 이근우, 김영인</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>미래/글로벌대응</td><td>

▸ 미래의 감염병X에 대해서 취약 계층인 실버맞춤형 신속 백신 접종기술 개발

<table>
<tr><th>구분</th><th>현안문제</th><th>해결내용</th></tr>
<tr><td>신속 백신 제형화 및 전달 기술 개발</td><td>코로나 백신을 생산하고도 유통이나 보관의 문제로 인해, 전 세계 인구의 10%밖에 백신이 접종되지 못했음. 저온시설이 없는 저개발국가에도 신속 접종이 가능한 열안전성이 높은 패치형 백신의 개발이 요구됨. 특히, 원격의료에 맞춰서 백신이나 의약품이 배송되고 자가투여하는 미래 기술에 대한 대응이 필요함</td><td>• 신속 백신제형화 및 전달 기술개발에 관한 패치 제조 기술 개발에 관한 내용으로 백신실용화기술개발사업단에서 과제를 수주하여 연간 40만 백신 패치를 생산하는 기반 기술을 마련함
• 연구과제 협약 체결(1건)
-과제명: 결핵 백신 마이크로니들 패치의 실용화 기술개발
-기간: 20.10.06-22.03.31
-연구비:750,000천원
(부산대, ㈜에스엔비아, 국립마산병원)</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>일자리창출</td><td>

▸ 기술 도입 후 마이크로니들 기반 경피약물전달 전문 기업으로 성장 및 일자리 증가

<table>
<tr><th>대상기업</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>㈜에스엔비아</td><td>• 10명 남짓한 소규모 스타트업에서 마이크로니들과 관련된 기술을 지속적으로 도입하고 발전시켜, 현재(23년 기준) 25명의 인원으로 구성된 기업으로 발전
• 신규 인력의 70% 이상이 부산지역 청년들로 지역의 일자리 창출에 기여함</td></tr>
</table>

</td></tr>
</table>

○ 실버질환 다발성 장질환의 원인규명을 통한 치료제 개발

<table>
<tr><th>구 분</th><th>세부내용 및 실적</th></tr>
<tr><td>기업현안해결</td><td>▸ 기업현안해결 1: 장질환(변비)치료제 개발 및 효능규명
<table>
<tr><th>요청기업</th><th>현안문제</th><th>해결실적</th></tr>
<tr><td>(주)지투지바이오</td><td>천연물변비치료제를 개발하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있지만 해양수산물을 이용한 개발시도는 거의 없으며, 기업에서는 해양수산물을 이용한 변비치료제를 개발하고 이들의 효능과 작용기전을 규명하는 것을 현안문제로 제시함</td><td>●국제논문 게재(2건)
-Kim et al.,(2021) Molecules (26) 7209
-Kim et al.,(2023) Laboratory Animal Research 39:1.
● 특허출원(1건)
-발명의 명칭: 감태 추출물을 유효성분으로 포함하는 위장관 운동 촉진용 조성물
-출원번호 :10-2020-0162758(20.11.27)
-발명자: 황대연, 김지은, 최윤주, 공정은, 이수진</td></tr>
</table>
▸ 기업현안해결 2: 장질환(궤양성 대장염) 치료제 효능규명
<table>
<tr><th>요청기업</th><th>현안문제</th><th>해결내용</th></tr>
<tr><td>㈜권도영알로에</td><td>현재까지 알로에베라를 이용한 효능평가는 보고되어 있지만 기업에서 중점적으로 판매중인 알로에사포나리아의 궤양성 대장염에 대한 효능평가 및 작용기전 규명은 수행되지 않아 기업이 시급히 해결해야할 현안문제로 제시됨</td><td>●연구과제 협약체결(1건)
-과제명: 알로에사포나리아의 궤양성 대장염 개선효능
-기간: 22.03.01-23.02.28
-연구비: 2,772천원
●국제논문 게재(1건)
-Kweon et al. (2023) Curr. Issues Mol. Biol. 45, 1483-1499</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>미래/글로벌대응</td><td>▸ 실버세대 다발성 장질환의 미래/글로벌문제로 변비질환 원인을 최초로 규명함
<table>
<tr><th>구분</th><th>현안문제</th><th>해결내용</th></tr>
<tr><td>변비질환의
원인 규명</td><td>현재까지 변비질환의 원인을 섬유질 섭취 부족 등으로 인한 장운동의 감소, 뮤신분비의 감소 등으로 보고되고 있으나 현대 산업사회의 발전에 따른 환경변화에 따른 새로운 원인을 규명하기 위한 연구는 수행되지 않아 미래/글로벌 대응 이슈로 해결해야할 필요성이 높은 현안문제임</td><td>●국제논문 게재(2건)
-Park et al. (2021) FASEB J. 35:e21221
보체C2단백질의 결핍이 변비질환의 원인임을 최초로 규명
-Choi et al.(2021) Int. J. Mol. Sci. 22:5845
미세플라스틱이 변비질환의 원인임을 최초로 규명</td></tr>
<tr><td>복합성질환에서
변비의 발병기전
규명</td><td>현재까지 변비질환은 의약품의 부작용 등으로 인한 발생 혹은 일부 질병과 동반되는 복합성 질환으로서 기전은 규명되었지만 비만질환과의 연관성이 규명되지 않아 미래/글로벌 대응 이슈로 해결해야한 필요성이 높은 현안문제임</td><td>●국제논문 게재(1건)
-Kim et al(2020) Int. J. Mol. Sci. 21:9464
랩틴의 결핍에 의해 유도된 비만질환에서 변비질환의 발병기전을 최초로 규명</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>학문의
대중화/개방화</td><td>▸ 초・중등학생을 대상으로 장질환문제와 치료에 대한 대중화/개방화 추진
<table>
<tr><th>구분</th><th>대상</th><th>일시</th><th>장소</th><th>주요내용</th></tr>
<tr><td>1</td><td>동명고등학교
고교생</td><td>22.12.27</td><td>부산대학교
바이오소재과학과</td><td>● 장질환의 원인과 치료제현황 등에 대한 정보 공유
● 변비질환 치료제 효능평가의 과정 및 장비 등 소개 및 체험</td></tr>
<tr><td>2</td><td>밀양초등학교
영재원 학생</td><td>23.01.27</td><td>부산대학교
바이오소재과학과</td><td>● 장질환의 발생원인과 치료제의 작용기전에 대한 소개 및 체험</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2.2 산업·사회 문제 해결 기여 계획

1) 산업·사회의 현황 및 문제점

○ 지역 산업·사회의 현황

- 부산지역은 2021년 국내 대도시 중에 처음으로 초고령사회로 진입하였고, 생산가능인구의 감소, 노인빈곤 문제, 노인복지비용의 증가 등 다양한 사회적 문제가 대두되고 있음. 특히, 65세 이상 노령층의 의료비가 연평균 10% 이상 증가하고 있고, 소득의 20% 이상을 의료비용으로 지불하는 노령층의 비율이 점점 증가하고 있음. 하지만, 의료비용을 보조하는 정책적인 지원 외에 노인다발성 질환을 효과적으로 치료하거나 관리할 수 있는 과학적 접근이나 산업적 기반은 취약한 상황임
- 부산지역 노인인구 증가에 따라 다양한 사회적 문제가 야기되고 있으며, 대표적으로 세대 간 갈등 또는 단절, 빈곤, 질병이 있음. 세대 간 갈등과 단절에는 여러 요인이 있으며, 고령화에 따른 신체 변화로 인해 냄새가 발생하거나 질병 발생으로 인한 가족의 보살핌이나 경제적 부담 등도 한 몫을 하고 있음. 또한, 부산지역의 암 발생률은 인구 10만명당 525.9명으로 전국 시·도 에서는 가장 높은 실정인데(전국 평균 502.6 명; 2014-2018년), 고령환자의 높은 암 발생률이라는 사회적 문제를 해결하기 위해 더욱 효율적인 항암치료법의 개발이 요구됨. 특히, 부산지역 65세 이상 노인의 사망원인 중 암이 1위(2018년)를 차지하였고, 암중에서도 갱년기 이후 유방암, 전립선암 등이 사회적 문제가 되고 있음. 그 외 폐렴, 심혈관질환, 당뇨병 등 10대 사인이 전체 사망원인의 73.5%를 차지하였음. 부산·경남지역은 질병 대응에서도 취약한 부분을 가지고 있는데, 코로나 발생 당시 고령인구 많고 요양병원 집단감염 등으로 인해 인구 비중보다 더 높은 사망자(국내 전체 사망자의 9%)가 발생하였음. 결국, 고령 환자의 약물 투여 순응도를 높이면서 효과적인 약물전달 방법이 요구됨
- 부울경 지역은 해안을 접해있으며 다른 지역보다 해산물을 많이 섭취하고 있음. 하지만 최근 해산물에 미세플라스틱이나, 살충제, 환경 호르몬 등의 오염물질들의 농도가 증가하고 있고, 이러한 물질들은 체내에서 제거되지 않고 잔류되어 나이가 들수록 축적양이 높아지면서 암이나 치매 등의 노인성 질병을 유발하는 것으로 알려져 있음
- 부울경 지역의 노령 인구가 증가함에 따라 건강과 관련된 다양한 항노화 제품이 생산 또는 개발되고 있음. 하지만, 기업이 영세하고 원료 생산과 제조에만 집중된 산업구조로 인해, 체계화된 분석기술이나 연구결과를 기반으로 제품이 개발되지 못해 임상에서 좋은 결과로 연결되는 경우가 적음. 부산·경남지역에서 풍부하게 개발된 항노화 물질의 화학적인 유사성을 고려하여, 간편하면서도 표준화된 검출 및 분석 시스템 개발이 요구됨
- 고령인구가 늘어나 초고령사회로 진입하는 부산지역의 경우, 고령의 신체적 특성 및 사회적 상황을 고려한 연구개발이 필요할 것으로 보이며, 산업적으로도 발전하기 위해서는 고령층에서 임상효과를 예측할 수 있는 제품 개발이 이루어져야 할 것으로 보임

○ 지역 산업·사회의 문제점 분석

아젠다 영역	지역 산업·사회의 문제점
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	▸고령친화산업이 발전하여 의료기구, 건강보조제, 식품 등 다양한 제품들이 개발되어 판매되고 있지만, 노인냄새와 관련된 연구개발이나 제품의 판매는 전무한 실정임 ▸부산지역의 노인사망과 관련하여 감염질환(폐렴)이 큰 비중을 차지하고 있으나, 아직까지 항생제 투여 외에 면역반응을 조절할 만한 약물 혹은 기술이 부족함
최적의 전달성 (최적전달시스템)	▸고령자를 위한 약물은 주로 경구제나 주사제로만 제조되고 있어 생리적으로 고령자의 약물 흡수능 저하를 고려하고 있지 않음 ▸원격의료나 모빌리티의 혁신에 비해 약물전달 방법은 타 기술의 발전에 발맞추어 혁신되지 못하였고, 특히 노령층의 편의성과 순응도를 높이는 전달 기술 개발이 매우 부족함

고도의 예측성 (고령임상반응예측)	▸노령층에서 잔류성 유해미세물질(POPs)의 체내 농도가 증가되면서, 치매, 암 등의 노인성 질환이 다발하고 있지만, 미세플라스틱과 같은 POPs를 효과적으로 제거하고 평가하는 비임상 기술이 명확히 개발되지 않아 임상 반응 예측에 어려움이 있음 ▸부울경 지역에서는 한약재나 녹차 등 다양한 항노화 식품이 개발되고 있으나 기능성 성분의 농도, 가격 등 표준화가 구축되어 있지 않고 그에 따라 소비자의 신뢰성이 떨어짐

2) 지역산업·사회문제 해결 계획

본 교육연구팀은 부울경 지역 내 실버질환 맞춤형 소재와 관련된 산업·사회문제를 해결하기 위해, 3대 핵심 아젠다를 기반으로 노인다발성 질환과 관련된 다음과 같은 해결 계획을 추진하려고 함

아젠다 영역	해결계획
고령의 적합성 (고령생체적합소재)	▸가령취 억제 천연물바이오소재 개발을 통한 노인냄새 문제 해결 계획 ▸세포외소포 기반 면역조절제 개발을 통한 노인성 폐질환 문제 해결 계획
최적의 전달성 (최적전달시스템)	▸장기방출형 약물전달 시스템 개발을 통한 실버세대 반복투여 문제의 혁신적 개선 계획 ▸마이크로니들기반 무통 백신 패치 개발을 통한 낮은 의료접근성 문제 해결 계획 ▸나노약물공장을 이용하여 잦은 약물 투여가 어려운 실버세대 투약 문제 해결 계획
고도의 예측성 (고령임상반응예측)	▸부울경지역에서 재배된 녹차 내 항노화 물질 분석 및 표준시스템 문제 해결 계획 ▸노인성 질환의 예방을 위한 해수 잔류성 유해미세물질제거 문제 해결 계획

○ 가령취 억제 천연물바이오소재 개발을 통한 노인냄새 문제 해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸최근 한국사회가 급속히 고령화 사회로 진입하면서 고령인구 증가에 따른 다양한 사회 문제가 급속히 증가하고 있음. 이들 문제 중 노인 특이적 냄새로 인한 문제는 심각한 사회적 이슈로 부각되고 있음 ▸가령취(加齡臭)는 노인의 몸에서 나는 탁하고 쾨쾨한 이 냄새는 일명 「노인 냄새」라고 하는 것으로 나이 들면서 생기는 공통의 고민 중 하나임. 특히, 노네날이 주요 원인으로 알려져 있음 ▸지금까지 냄새를 없애는 방법으로 산화반응 또는 중화반응을 이용하는 방법, 착색을 이용하는 방법, 흡착을 이용하는 방법 등이 알려져 있음. 그러나 수산생물자원을 이용한 가령취를 제거할 수 있는 새로운 천연소취제/탈취제를 개발하는 연구는 거의 수행된 바 없음 ▸본 교육연구팀의 선행연구에서는 갈조류 5종(감태, 다시마, 대황, 모자반, 톳)은 암모니아와 아세트산에 대한 우수한 탈취율 나타내었음 (Textile Coloration and Finishing 31(3):195-213)
해결기여 계획	▸가령취의 원인지표물질을 발굴하고, 실험동물을 이용하여 평가할 수 있는 시스템을 구축하여 가령취 억제제를 개발하는 플랫폼을 구축하고자 함. ▸갈조류 5종(감태, 다시마, 대황, 모자반, 톳)의 소취/탈취 효능을 평가하기 위하여 다양한 추출물을 분리하고 성분을 분석한 후 암모니아와 아세트산에 대한 소취능을 평가하고자 함. 이러한 실험은 시험관평가와 실험동물을 이용한 실험으로 수행할 예정이며, 전 세계적으로 처음으로 실시되는 실험으로 우수성이 높음 ▸가령취 억제 천연물바이오소재는 건강기능식품으로서 개발뿐만 아니라 의류제품이나 데오도란트 형태로 개발하여 지역기업의 고령친화제품으로 개발할 계획임
기대효과	▸전세계적으로 최초로 시도되는 연구개발로 향후 발전가능성이 풍부하고, 부산지역의 고령화에 수반되는 사회문제의 해결에 크게 기여할 것으로 사료됨 ▸미래 지역사회에서 급속하게 사회문제로 부각될 이슈를 선제적으로 장악함으로써 대응능력을 높이고

	냄새문제에 대한 원천기술을 확보할 수 있을 것임

○ 세포외소포 기반 면역조절제 개발을 통한 노인성 폐질환 문제 해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 최근, 한국은 초고령화 사회에 접어들면서 기대수명이 늘어난 만큼 노인들의 건강에 대한 인식이 급격히 변화되고 있음. 하지만 만 65세 이상의 노인성 염증질환은 매년 증가하고 이는 실버세대의 삶과 질에 심각한 문제를 초래하고 있음 ▸ 특히, 대표적인 감염질환인 폐렴은 전 연령대를 통틀어 고령자에서 취약성이 두드러지며, 노인의 중증폐렴은 그 사망률이 30% 이상으로 매우 치명적임. 따라서, 기존의 항생제 치료에서 탈피한 차별화된 신규 면역조절제 개발이 요구됨
해결기여 계획	▸ 세포외소포는 나노미터 크기의 인지질 이중막으로 다양한 세포유래 물질을 함유하고 있어 유익균을 활용한 획기적인 치료에 적용할 수 있는 소재임. 따라서, 세포외소포 기반 임상적 적용을 위해서는 최우선적으로 선도물질의 발굴 및 유효성 평가를 위한 스크리닝 시스템 구축이 필요함 ▸ 노인성 폐렴(호중구성 염증)에 탁월한 효능을 나타내는 유익균의 선정 및 세포외소포 추출을 통해 기 분리한 세포외소포의 생체내 독성 및 안전성 평가를 수행할 예정임. 또한, 세포체외시스템 혹은 마우스 모델을 이용한 세포외소포의 효능 및 작용기전을 규명하고 최적의 투여경로와 농도를 결정하고자 함. 최종적으로는 다중-오믹스 분석을 통한 세포외소포의 기능성 단일분자를 발굴할 계획임 ▸ 향후 유익균 유래 세포외소포를 건강기능식품으로 개발하고 더 나아가 전임상시험을 통해 임상시험 진입을 목표로 함
기대효과	▸ 실버세대에서 여전히 심각한 문제로 남아있는 미충족 의료수요를 세포외소포라는 새로운 신규물질로 면역조절에 있어 새로운 패러다임을 제시하고자 하며 이를 통해 지역의 사회적/경제적 손실비용의 절감을 기대할 수 있음

○ 지속방출형 약물전달 시스템 개발을 통한 실버세대 반복투여 문제의 혁신적 개선 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 고령자의 경우, 경구로 복용된 약물의 흡수능이 떨어져 더 많은 약물을 복용하는 사례가 발생하고 이로 인해 다양한 부작용(소화불량, 간 손상 등)이 발생할 수 있음. 또한, 목 넘김이 어렵거나 기억력 저하로 인해 규칙적인 약물 투여가 어려운 경우도 많음
해결기여 계획	▸ 반복적인 약물투여를 개선하기 위해, 담지한 약물을 천천히 방출할 수 있는 장기약물방출 소재를 개발하고자 함. 이를 위해, 인체 내 존재하고 안전성이 높은 히알루론산을 이용하여 하이드로겔 제형으로 제조하고 약물을 담지함으로써, 2주 이상의 약물방출능을 달성하려고 함. 구체적으로는 ①생체 내 안전성과 물리적 기계적 특성을 분석하여 약물전달에 적합한 생체고분자 소재 스크리닝, ②실버질환에 효과를 보이는 항노화 황산화 물질을 포함한 약물을 효과적으로 담지할 수 있는 약물전달체 구조 설계 및 합성, ③투여 가능한 하이드로겔 주사제 제형 제작 및 형성 평가, ④노령 모델을 이용한 장기 약물전달능 평가를 진행할 예정임. 최종적으로 간암 모델에 지속방출이 가능한 소재를 적용함으로써, 기존 약물전달체계와 성능 비교를 진행할 예정임
기대효과	▸ 장기간 안정적인 약물전달로 인해, 불규칙적인 투여를 하는 고령층에게 높은 약효를 기대할 수 있음 ▸ 약물의 오남용 및 폐기를 줄여서, 이에 따른 의료비용의 감소도 기대할 수 있음

○ 마이크로니들기반 무통 백신 패치 개발을 통한 의료접근성이 낮은 실버세대의 감염문제 해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 전 세계적으로 대유행하고 있는 코로나 바이러스(COVID-19)를 비롯하여 조류인플루엔자, 사스 등 매년 바이러스에 감염에 의해 많은 사상자가 발생하고 있으며, 고령에 기저질환이 있는 환자들에게는 이러한 감염이 매우 심각한 문제를 초래하고 있음. 현재 백신이 개발되고 있지만 전문인력의 부족으로 인해 효과적으로 대응이 힘들고 자가 처방할 수 있으면서도, 효과적인 약물 전달 기술의 개발이 필요한 실정임
해결기여 계획	▸ 마이크로니들(microneedle)을 이용한 경피약물전달 기술은 1 mm 이하의 니들을 이용해 고통 없이 각질층을 뚫고 들어가 약물의 투과성을 획기적으로 높이는 기술임. 마이크로니들에 백신을 담지하고 생체적합성이 높은 고분자를 이용해 패치형태로 제조함으로써, 냉장유통 없이 의료취약계층에 손쉽게 보급할 수 있고, 서방형 방출이 가능한 바이오소재를 사용하여 백신의 치료효과도 높일 수 있음. 특히, 이를 위해 피부 삽입과 함입에 적합한 마이크로니들 구조를 설계 및 제조하고, 생체적합성이 높은 수용성 고분자를 이용해 팽윤성 마이크로니들을 제조할 수 있는 기술을 개발할 예정임. 최종적으로 백신을 마이크로니들에 담지하여 방출 거동을 검증할 예정임 ▸ 질병관리청와 함께 개발한 2세대 두창백신용 마이크로니들 패치의 안정성을 높이는 연구와 함께 안전성이 증대된 3세대 두창백신을 마이크로니들 패치로 제형화하는 공동연구를 진행할 예정임.
기대효과	▸ 마이크로니들 기반의 백신 패치가 성공적으로 개발될 경우, 감염에 취약한 노령인구에게 손쉽게 적용할 수 있을 것으로 판단되고 의료사각지대의 빈틈을 메울 수 있어 사회전반의 복지향상을 기대할 수 있음

○ 나노약물공장을 이용하여 잦은 약물 투여가 어려운 실버세대 투약 문제 해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 고령의 중증 환자들에게 약물을 투여함에 있어서 발생하는 가장 큰 문제 중 하나는 잦은 약물 투여의 불편함으로 인해 환자의 순응도가 떨어지는 것임. 환자가 의료진의 진료를 거부하거나 처방된 약을 올바르게 투약하지 않는 등의 문제가 발생함. 또한 약물을 제대로 삼킬 수 없는 등 실버세대들의 체력이나 신체 기능의 저하로 제대로 투약 할 수 없는 등의 부차적인 문제도 있음. 이러한 문제를 해결하기 위하여 한번의 투약으로 오랜시간 효능을 기대할 수 있는 최적인 약물전달 시스템이 필요함
해결기여 계획	▸ 나노약물공장(drug factory)은 신체에 이식할 수 있는 입자 형태의 작은 공장이 환부에서 직접 약물을 생산하는 새로운 개념의 약물 전달 시스템임. 기존에 널리 연구되고 있는 일정양의 약물을 담지한 약물담체(drug carriers)를 사용하는 방법에 비해 투여 횟수를 획기적으로 줄이면서도 더욱 지능적인 약물 전달 시스템을 설계 할 수 있음. 이를 위하여 본 연구에서는 우선 항암제의 기능을 가지는 물질을 생산하는 나노입자를 개발하고자 함. 항암제의 재료가 되는 물질을 외부가 아닌 신체 내부에 풍부하게 존재하는 포도당, 아미노산, 알부민, 콜라겐, 산소 등을 이용함. 이를 통해 한 번의 이식, 주사, 경구투여, 혹은 경피전달 만으로도 암조직과 같은 환부에 도달하여 오랜 기간 머물며 약물을 생산할 수 있도록 함. 이런 방법은 투약 횟수를 줄일 수 있음은 물론, 약물이 타 부위에서 일으키는 부작용을 최소화 할 수 있을 것으로 여겨짐
기대효과	▸ 약물의 잦은 투여가 어려운 실버세대 및 중증 환자들에게 획기적으로 편리한 약물 투여법을 제공할 수 있을 것으로 기대함. 이에 따라 실버세대의 치료효율을 증진 시킬 수 있음

○ 부울경지역에서 재배된 녹차 내 항노화 물질 분석 및 표준시스템 문제해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 녹차에는 항노화 성분인 카테킨을 비롯한 폴리페놀, 플라보노이드, 치매에 효과가 있는 유리

	아미노산인 테아닌 등의 기능성 성분이 풍부하여 대표적인 항산화, 항노화 식품으로 알려져 있음. ▸ 부울경 지역 중 녹차는 부산의 대성암, 경남 하동, 경남 김해 등에서 생산되고 있음. 기업에서 녹차를 생산할 때 녹차의 원재료, 제다법, 제다 시기 및 생산지에 따라 다양한 상품이 출시되고 가격대가 광범위하며, 항노화 물질의 농도에 대한 기준 및 표준화가 되어있지 않아 소비자들의 신뢰를 얻지 못하고 있음 ▸ 녹차의 항노화 성분인 폴리페놀의 농도를 향상시키기 위해서는 현장에서 녹차의 폴리페놀을 측정할 수 있는 센서가 필요하지만 현재 현장 측정형 센서는 전무하고 전문기관에 의뢰 시 비용이 많아 들어 기능성을 향상시키기 어려움
해결기여 계획	▸ 부울경 뿐 아니라 전국에서 생산되는 녹차 시제품을 확보한 후 항노화 물질인 카테킨, 플라보노이드, 및 치매 예방 물질인 테아닌, 카페인 등의 성분을 비교 분석하여 시제품들의 성분을 표준화하고자 함 ▸ 녹차의 항노화 성분은 제다법 및 가공법에 따라서 달라질 수 있으므로 제다법 및 가공법에 따라 달라지는 항노화 성분의 농도를 연구하여 녹차의 상품가치를 높이고자 함 ▸ 차 생산 기업에서 항노화 물질인 폴리페놀을 간단하게 현장에서 바로 측정할 수 있는 폴리페놀 센서를 개발하여 상품의 부가가치를 향상시키고 소비자 또한 집에서 간단하게 녹차 상품의 항노화 물질의 농도를 측정하여 상품의 기능성을 집에서 비교할 수 있는 센서를 개발하고자 함
기대효과	▸ 녹차의 항노화 성분의 농도를 표준화시킬 경우 소비자의 신뢰도를 회복하여 녹차산업의 부흥을 유도할 수 있음 ▸ 현장진단형 폴리페놀 센서의 개발은 녹차의 기능성을 향상시켜 고부가가치의 녹차 생산이 가능할 수 있을것으로 기대됨. 또한 소비자들도 저가형 센서를 이용하여 녹차 브랜드의 가치를 스스로 평가하여 녹차가격의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 기대됨

○ 노인성 질환 예방을 위한 해수 잔류성 유해미세물질 제거 문제 해결 계획

구 분	내 용
문제점	▸ 고령자 체내에 축척되는 잔류성 유해미세물질을 효과적으로 제거하고 평가하는 표준화된 비임상 기술이 부족함. 특히, 해수 미세플라스틱과 같은 잔류성 유해물질은 부산 및 동남해안지역이 전국에서 가장 많이 잔존하고 있어 노인성 질환을 유발하거나 기저질환자의 염증반응을 악화시키는 문제로 이어짐 ▸ 잔류성유기오염물질은 생태계 순환을 거쳐 해산물에 대부분 축적되고, 부울경 시민들은 이러한 해산물 섭취를 통해서 잔류오염물질에 노출됨. 이러한 잔류오염물질들은 생체에서 제거되지 않기 때문에 고령일수록 체내 축적율이 높고 고령인구에서 암, 치매 등을 유발하는 독성유발 물질로 작용
해결기여 계획	▸ 잔류성유기오염물질에 의한 노인성 질환을 예방하기 위하여 한번에 많은 잔류오염물질의 오염도를 동시에 측정할 수 있는 Hight-throughput 시스템을 구축하고자 함 ▸ 천연물 및 기능성 성분을 이용한 잔류성유기오염물질의 체내 흡수를 소장의 상피세포에서 억제할 수 있는 기전 연구 ▸ 고령자 체내의 잔류오염도를 예측가능한 바이오마커를 이용하여 노인성 질환 예측을 초기임상반응 단계에 발견하는 연구를 진행할 계획임 ▸ 부울경 지역연안 해수내 잔존하는 미세유해물질에 대한 접착제거 역할을 하는 천연폴리페놀소재를 활용하여 제거하는 수처리 기술을 개발하고자 함
기대효과	▸ 잔류유기오염물질에 의한 노인성 질환을 예방하고 질병의 발병을 예측할 수 있을 것으로 기대됨 ▸ 고령자의 특이적 임상반응을 일으킬수 있는 미세유해물질을 모니터링 함으로써 질병의 진행정도를 파악하여 선제적으로 조치할 수 있을것으로 기대됨 ▸ 잔류성유기오염물질의 체내 흡수를 억제할 수 있는 연구를 통하여 오염물질에 의한 노인성 질환의 발병을 억제할 수 있을 것으로 기대됨

3. 연구의 국제화 현황

3.1 참여교수의 국제화 현황

○ 국제화를 통한 연구의 질적 향상을 위해 본 교육연구팀의 참여교수들은 다양한 국제 학술활동에 적극적으로 참여하고 있음. 구체적으로는 i) 국제학술회의 수상 (5건) 및 초청 강연 (16건), ii) 국제학술회의 조직위원회 활동 (5건), iii) 국제학술지 편집위원 활동 (3건), iv) 국제저널 리뷰어 활동 (연 15건 이상), v) 해외 교류연구자와 학술협의 (12건), vii) 산학지원을 위한 해외 전시회, 학회 등 참여(5건), vi) 해외저서 저술 및 번역 (2건)을 진행하였음

○ 실험동물학회에서 수상한 우수논문상은 실버질환 맞춤형 바이오소재의 평가법 개발과 더불어 노령동물 모델을 이용하여 보다 정확한 실험결과를 도출할 수 있었고, 관련 학회에 조직위원회에 참여함으로써 실버질환 맞춤형 동물모델에 대한 연구 저변 확대를 도모하고 있음. 또한, 저명 해외학술저널에 리뷰어로 활동함으로써, 최신 연구 트렌드를 파악하고 연구의 국제화를 위해 노력하고 있음. 다양한 해외네트워크를 기반으로 독창적인 실버질환 맞춤형 소재 기술에 관한 공동연구를 진행하고 있고, 연 2건 이상의 논문 출판 및 국제공동과제를 신청하고 있음. 연구의 학문적 국제화뿐만 아니라 실버질환 맞춤형 소재기술을 기업과 함께 공동개발하여 국제 전시회에 참여함으로써, 기술의 국제화 활동도 성공적으로 수행하였음

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

○ 국제학술회의 수상

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>수행내용</td><td>▸ 국제학술지에 논문게재 및 논문 평가에 대한 업적의 우수성을 인정받아, 국제 학술대회 및 국제 학술지로부터 학술상을 수상함
▸ 실버질환 맞춤형 바이오소재의 평가를 위한 실험법 및 동물실험에 대한 연구논문을 다수 게재하여 기술 확산에 기여함
▸ 국제 학술지 (Journal of Veterinary Science)에 투고된 논문을 높은 전문성으로 평가하여 학술논문의 질적 우수성을 증진함</td></tr>
<tr><td>실적 및 달성</td><td>▸ 국제학술회의 수상 실적(5건)
<table>
<tr><th>교수명</th><th>수상내역</th><th>학술회의명</th><th>일자</th></tr>
<tr><td>황대연</td><td>Award for LAR publication of multiple papers</td><td>2019 KALAS International Symposium</td><td>19.07.17-20</td></tr>
<tr><td>황대연</td><td>Award for LAR publication of multiple papers</td><td>2020 KALAS International Symposium</td><td>20.07.15-18</td></tr>
<tr><td>황대연</td><td>Award for LAR publication of multiple papers</td><td>2021 KALAS International Symposium</td><td>21.07.14-16</td></tr>
<tr><td>황대연</td><td>Award for LAR publication of multiple papers</td><td>2022 KALAS International Symposium</td><td>22.07.20-22</td></tr>
<tr><td>안범수</td><td>Best Reviewer Award</td><td>Journal of Veterinary Science</td><td>22.05.14</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

○ 국제학술회의 발표

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>수행내용</td><td>▸ 국제학술대회 내 초청 강연을 통해 실버질환 맞춤형 소재 기술에 대한 연구 업적 소개 및 교육연구팀에 대한 홍보를 성공적으로 진행함
▸ 국제학술대회에 참석하여 실버질환 맞춤형 바이오소재에 대한 초청강연, 포스터발표 등을 적극적으로 수행하였음</td></tr>
</table>

실적 및 달성

▸국제 학술회의 초청강연 등 달성 실적(16건)

교수명	강연주제	학술회의명	일자
서성백	Bioadhesives-inspired Phenolic Molecules driven Conglobulation of Microplastics	IUPAC-MARCRO 2020+	21.05.18
서성백	좌장, Polymers and Environment 세션	IUPAC-MARCRO 2020+	21.05.16-20
서성백	Removal of microplastics via tannic acid-mediated coagulation and in vitro impact assessment	NANO KOREA 2021	21.07.07
서성백	크기에 상관없이 높은 제거 효율을 갖는 미세플라스틱 제거 기술	ENVEX 2021	21.07.09
서성백	Phenolic-modified cationic polymers as coagulants for microplastic removal	Materials International Conference: MSI Singapore	22.09.08
서성백	Removal of microplastic via natural phenolic mediated coagulation	2023 Colloid and Interface Symposium	23.06.26
양승윤	Bio-functional Microneedle Patches for Controlled Transdermal Drug Delivery and Biosensing	ICMAT 2019	19.06.26
양승윤	Photocrosslinkable Biopolymers for Tissue adhesion and Drug Delivery	International Union of Materials Research Societies-International Conference in Asia 2021	21.10.04
양승윤	Photocurable biopolymers for enhanced tissue adhesion and local drug delivery	2021 The 50th Anniversary Annual Meeting and International Conference of Korean Society of Pharmaceutical Sciences and Technology	21.12.03
양승윤	Rational design of a coated microneedle array patch for accurate intradermal delivery of high-dose live vaccines	MICRONEEDLE 2023	23.05.16
황대연	Comparison of scopolamine-induced cognitive impairment responses in three different ICR strains	The 66th Annual Meeting of japanese association for laboratory animal science	19.05.16
황대연	Comparison of anti-cancer activity and therapeutic responses to cisplatin in three substrains of C57BL/6 mice	2019 KALAS International Symposium	19.07.19
황대연	Anti-photoaging effects of Dipterocarpus tuberculatus Roxb. on UVB exposured NHDF cells and hairless mice	2020 KALAS International Symposium	20.07.16
황대연	Similarities and differences in immunity between Rag2 knock out mice derived from two different sources	2021 KALAS International Symposium	21.07.15
황대연	Novel role of Dipterocarpus tuberculatus as a stimulator of focal cell adhesion through the regulation of MLC2/FAK/Akt signaling pathway	2022 KALAS International Symposium	22.07.21
황대연	Analysis of constipation phenotypes between Lep knockout mice and high fat diet-induced obesity mice	The 70th Annual Meeting of japanese association for laboratory animal science	23.05.24

○ 국제학술회의 조직위원회 활동

구 분	내 용
수행내용	▸ 바이오소재의 국제적 연구 트렌드를 분석하고 이를 바탕으로 국제학술대회 개최 및 학회 조직에 참여함으로써, 실버질환 맞춤형 바이오소재 개발에 참여하고 있는 연구 인력의 지식 향상 및 이와 관련된 후학 양성 ▸ 실험동물을 이용하여 바이오소재의 유효성 및 안전성을 평가하기 위한, 국제 실험동물학회 (Korean Association for Laboratory Animal Science, KALAS)에서 기획위원장 등으로 활동
실적 및달성	▸ 국제학술회의 조직위원회 활동 실적(5건)

교수명	학술회의명	역할	일자
양승윤	2022 The Korean Society for Biomaterials, Yeongnam Summer Symposium	Vice chairman	22.06.23
황대연	2019 KALAS International Symposium	Chairman of the Research Committee	19.07.17-20
황대연	2020 KALAS International Symposium	Chairman of the Casting Committee	20.07.15.-18
황대연	2021 KALAS International Symposium	Chairman of the Planning Committee	21.07.14-16
황대연	2022 KALAS International Symposium	Chairman of the Planning Committee	22.07.20-22

○ 국제학술지 편집위원 활동

구 분	내 용
수행내용	▸ 국제학술저널에 편집위원으로 활동함으로써, 최신 연구동향을 파악하고 더 나아가 소속기관 및 참여 교수의 국제적 영향력을 확대를 목적으로 활동 중임 ▸ 실버질환 맞춤형 소재 개발, 분석 및 응용과 관련된 저널에 편집장(editor) 및 부편집장(associate editor)로 활동 중임
실적	▸ 국제학술지 편집위원 활동 실적(3건)

교수명	역할 및 저널명 (SCI)	분야	일자
황대연	Associate editor, BMC Complementary and Alternative Medicine	소재 평가	19.03.01-현재
	Editor, Experimental and Therapeutic Medicine	소재 작용기전	14.04.01-현재
안범수	Editor, Journal of Biomedical Research	소재 응용	15.04.01-현재

○ 국제저널 리뷰어 활동

구 분	내 용
수행내용	▸ 저명 국제학술지에 리뷰어로 참여하여, 최신 연구논문을 파악하고 연구의 질적 우수성을 높이기 위한 전략 등을 수립하는 등 저명학술지에 논문의 게재율을 높이기 위한 노력을 진행 중임 ▸ 연구의 질적 향상을 위해, 실버질환과 관련된 다양한 분야의 저널에 리뷰어로 활동 중
실적 및 달성	▸ 참여교수별 국제저널 리뷰어 활동 실적

교수명	저널명	기간	횟수
황대연	Antioxidant, Molecules, Oncology Letter, Pharmacological, Neurogastroenterology and motility, International Journal of Molecular Science	20.09-현재	18

안범수	International Journal of Molecular Medicine, Journal of Veterinary Science	21.03-현재	5
안범수	Journal of Biomedical Research	21.09-22.08	4
양승윤	Biosensors and Bioelectronics, Advanced Functioanl Materials	20.09-21.05	3
양승윤	Advanced Therapeutics, ACS Applied Biomaterials, Bioengineering & Translational Medicine, Bioactive materials,	21.09-22.04	4
서성백	Journal of Clearner Production, Applied Science, Current Target Drugs, Industrial Crops & Products, ACS Applied Materials & Interfaces, Journal of Colloid and Interface Science	21.01-21.05	6
서성백	ACS Nano, Journal of Colloid and Interface Science, Advanced Sustainable System, Tissue Engineering and Regenerative Medicine, Chemical Engineering Journa, Macromolecular Research	21.09-22.08	6
서성백	Biomolecules	23.03-23.08	1

▸ 저널별 리뷰어 활동 실적

구 분	2020년	2021년	2022년
상위 10% 저널 건수	3	8	4
전체 건수	15	16	16

○ 해외 교류연구자와 학술 협의

구 분	내 용
수행내용	▸ 본 교육연구팀의 독자적인 연구분야를 발굴하기 위해, 해외 저명 연구자와 주기적인 교류를 통해 연구의 국제화를 추진 중 ▸ 대면 또는 화상회의를 통해 학술협의에 대한 지속적 수행 ▸ 공동연구과제 추진 및 논문화를 위한 협의 진행
실적 및 달성	▸ 해외 교류연구자와의 학술협의 실적(12건)

일시	해외연구자	학술협의내용
18.10.05	Hyemin Kim (Imperial College London)	Society for Biomaterials에 초청강연자 섭외 협의
19.03.06	Chenjie Xu (Nanyang Technological University)	10th International Conference on Materials for Advanced Technologies에 발표자 및 Session 협의
19.06.04	Gibum Kwon (University of Kansas)	Nono Korea 초청강연자 섭외 협의
20.12.07	Jinyoung Kang (MIT)	뇌질환 기전내 존재하는 주요 단백질 구성과 역할에 대한 논의 및 추후 공동연구 교류 협의
21.06.25	Sourabh Ghosh (IIT Delhi)	광가교성 HA를 이용한 세포생존율 확인 결과와 printability 확인 결과에 대하여 논의 및 향후 실험 방향 및 진행에 대하여 회의
21.11.25	Jinsang Kim (University of Michigan)	생체분자 감응성 전도성 고분자 설계를 통한 광학적/전기화학센서 개발 협의
22.04.26	Deokwon Seo (University of Michigan)	전도성 고분자 센서의 사업화 가능성 검토
22.06.15	Suryon Shin (Harvard Medical School)	골재생 관련 바이오소재 개발

22.06.28	YoungJik Kwon (University of California, Irvine)	약물전달 소재 개발
22.12.06	Sun Il Choi (Henan University)	암치료소재의 개발 및 효능평가
23.06.29	Jinsang Kim (University of Michigan)	삼출액 감응성 색변이 고분자 설계 및 센서 개발 협의
23.07.05	Gibum Kwon (University of Kansas)	미세플라스틱 제거용 멤브레인 제조코팅 접근법 협의

○ 산학지원을 위한 해외 전시회, 학회 등 참여

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>수행내용</td><td>▸ 본 교육연구팀에서 개발된 원천소재 기술을 기업과 공동으로 실용화를 추진하고, 이를 해외 전시회 및 학회 등에 소개함으로써 기술 실용화를 추진
▸ 실버질환 맞춤형 약물전달 기술(마이크로니들 패치)을 일본 의료기기 전시회에서 소개
▸ 기술자료 작성에 참여 및 일본 현지 바이어와의 미팅에 참여</td></tr>
<tr><td>실적 및 달성</td><td>▸ 해외 전시회, 학회 등 참여 실적(5건)
<table>
<tr><th>일시</th><th>전시회명</th><th>내용</th></tr>
<tr><td>18.10.28-11.01</td><td>69th AALAS National Meeting</td><td>바이오소재의 비임상평가에 사용될 인체질환모델동물의 개발동향에 대한 분석</td></tr>
<tr><td>19.05.15-17</td><td>The 66th Annual Meeting of Japanese Association for Laboratory Animal Science</td><td>고령질환모델동물의 임상반응을 고도로 예측할 수 있는 시스템의 활용동향에 대한 분석</td></tr>
<tr><td>19.10.13-17</td><td>70th AALAS National Meeting</td><td>비임상실험평가를 위해 사용되는 모델동물의 종류와 특성에 대한 분석</td></tr>
<tr><td>22.10.12.-14</td><td>Medical Japan Tokyo 2022</td><td>기술이전 기업((주)에스엔비아)과 함께 노인성 질환 치료용 마이크로니들 패치와 광경화성 소재에 대한 제품 소개</td></tr>
<tr><td>23.05.24-26</td><td>The 70th Annual Meeting of Japanese Association for Laboratory Animal Science</td><td>고령질환 맞춤형 바이오소재의 평가를 위해 사용되는 인체질환모델동물의 특성분석</td></tr>
</table>
▸ 15개 일본 업체와 미팅 및 MOU 체결 1건(일본 JBP)</td></tr>
<tr><td>분석</td><td>▸ 교육연구팀에서 개발한 원천기술이 기업체로 이전된 후 제품화까지 성공적으로 추진 중에 있음. 향후에도 기업과의 공동 개발을 추진하고 해외 전시회 및 학술대회에도 적극적으로 참가하여, 기술의 국제화에 기여할 예정임</td></tr>
</table>

○ 해외저서 저술

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>수행내용</td><td>▸ 바이오소재와 관련된 지식의 저변 확대 및 후속 세대 양성을 위해 해외저서 저술 추진
▸ 저서작성 요청 접수 및 해외 출판사와 내역 협의
▸ 저서작성, 교정, 편집, 그림제작 등 진행</td></tr>
<tr><td>실적 및 달성</td><td>▸ 해외저서 저술 실적(1건)
<table>
<tr><th>교수명</th><th>저서명</th><th>출판사</th></tr>
<tr><td>서성백</td><td>Biomedical Adhesives</td><td>SCRIVENER PUBLISHING
(2023.12 발간중)</td></tr>
</table>
▸ 해외저서 번역서 발간 실적(1건)
<table>
<tr><th>교수명</th><th>저서명</th><th>출판사</th></tr>
<tr><td>황대연, 서성백</td><td>식품에 함유된 나노플라스틱과 미세플라스틱 분석
(Analysis of nanoplastics and microplastics in food)</td><td>Life Science Publishing Co.
(2023.02)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

② 국제 공동연구 실적

<표 3-6> 최근 5년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국/ 소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1	서성백	Jinsang Kim	USA/University of Michigan	Polydiacetylene Liposome Microarray toward Facile Measurement of Platelet Activation in Whole Blood	https://doi.org/10.1021/acssensors.1c01167
2	서성백	Huiling Liang	China/ Zhejiang University	Ninhydrin Loaded Microcapsules for Detection of Natural Free Amino Acid.	https://doi.org/10.3390/chemosensors11010049
3	안범수	Elsayed A Mohamed	Egypt/ Assiut University	Inhibitory effects and underlying mechanisms of Artemisia capillaris essential oil on melanogenesis in the B16F10 cell line	https://doi.org/10.3892/mmr.2022.12629
4	황대연	Sun Il Choi	China /Henan University	Anti-Cancer Effects of α-Cubebenoate Derived from Schisandra chinensis in CT26 Colon Cancer Cells	https://doi.org/10.3390/molecules27030737htt
참여교수 수		4		**최대 제출 건수**	4

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

○ 연구자 상호교류 실적 및 효과

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>(1)교류대학</td><td>미국 University of California, Irvine (UCI)</td></tr>
<tr><td>교류실적</td><td>▸부산대학교 → 미국 UCI 장기 연수(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>연수자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>UCI 약학대학</td><td>양승윤 / 교수</td><td>23.02-24.01</td><td>패치형 마이크로니들 의약품 개발</td></tr>
</table>
▸미국 UCI → 부산대학교 초청강연(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>강연자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>UCI 약학대학</td><td>Young Jik Kwon / 교수</td><td>22.12</td><td>노인성 질환을 치료하기 위한 유전자 및 세포 치료 기술</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>교류효과</td><td>▸약물전달 분야의 최신 정보 습득 및 국제협력 네트워크 강화
▸약물전달에 필요한 소재 및 분석법 이해도 증가에 따른 연구 경쟁력 향상</td></tr>
<tr><td>(2)교류대학</td><td>이집트 Assiut 대학</td></tr>
<tr><td>교류실적</td><td>▸이집트 Assiut 대학 → 부산대학교 방문(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>교류자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>Assuit University</td><td>Elsayed Mohamed / 박사</td><td>21.03-22.02</td><td>이집트 정부와 도쿄의 Egyptian Culture Education and Science Bureau로부터 펠로우쉽 지원받아 노인성 피부질환 극복 연구 수행</td></tr>
</table>
▸공동연구를 통해 논문 발간: Inhibitory effects and underlying mechanisms of Artemisia capillaris essential oil on melanogenesis in the B16F10 cell line, 2022년</td></tr>
<tr><td>교류효과</td><td>▸이집트 대학에서 피부노화 질환 극복 연구에 대한 연구 플랫폼 구축
▸이집트 및 관련된 연구기관과 국제협력 네트워크 확대</td></tr>
<tr><td>(3)교류대학</td><td>인도 Indian Institute of Technology, Deli (IITD)</td></tr>
<tr><td>교류실적</td><td>▸부산대학교와 인도 IITD 간 국제 공동연구과제 수주(1건)
-3D 바이오프린팅용 바이오잉크 개발에 관한 주제로 국가 과제 수주
(한국연구재단, 한-인도 국제공동기술개발사업, 21.06-23.12)
▸부산대학교 → 인도 IITD 대학 방문(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>교류자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>IITD, Department of Textile Technology</td><td>아지시 찬드라세카란 / 연구교수</td><td>21.01.-21.02.</td><td>3D 프린팅용 바이오잉크 개발에 대한 공동연구 추진방향 및 일정 논의</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>교류효과</td><td>▸조직재생 분야의 선두 그룹(Prof. Sourabh Ghosh 연구실)과 기술 교류를 통한 연구경쟁력 향상
▸연구 성장세가 탁월한 인도 및 관련된 연구기관과 국제협력 네트워크 확대</td></tr>
<tr><td>(4)교류대학</td><td>미국 University of Michigan</td></tr>
<tr><td>교류실적</td><td>▸부산대학교 → 미국 University of Michigan 방문(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>방문자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>University of Michigan 재료공학</td><td>서성백 / 교수</td><td>23.06</td><td>육안 색변이 센서키트 개발 공동연구 협의</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>▸ 미국 University of Michigan → 부산대학교 초청강연(1건)
<table>
<tr><th>교류기관</th><th>강연자</th><th>기간</th><th>상세 내용</th></tr>
<tr><td>University of Michigan 재료공학</td><td>Jinsang Kim / 교수</td><td>21.11</td><td>실버홈케어 센서개발을 위한 고분자소재 설계 및 응용기술</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>교류효과</td><td>▸ 고령자가 쉽게 육안으로 식별가능한 형태로의 센서키트 연구개발 협의
▸ 임상반응예측 및 질환진단 연구를 위한 국제공동 연구 네트워크 구축</td></tr>
<tr><td>(5)기타</td><td>하버드대학교, MIT, 코넬대학교, 미시간대학교, 켄터키대학교</td></tr>
<tr><td>교류실적</td><td>▸ 초청세미나
<table>
<tr><th>일시</th><th>해외학자</th><th>강연제목</th><th>소속학교(소속국가)</th></tr>
<tr><td>18.10.05</td><td>Hyemin Kim</td><td>Hyaluronate-Based Nanomedicines for Customized Biomedicical Applicaitons</td><td>Imperial College London (UK)</td></tr>
<tr><td>19.06.04</td><td>Gibum Kwon</td><td>Advanced Functional Surfaces with Extreme Wettability: Design and Applications</td><td>University of Kansas (USA)</td></tr>
<tr><td>20.11.18</td><td>Yuhan Lee</td><td>Therapeptic luminal coating of the intestine</td><td>BWH & Harvard Medical School (USA)</td></tr>
<tr><td>20.12.07</td><td>Jinyoung Kang</td><td>Expansion Revealing: Decrowding Proteins to Unmask Invisible Brain Nanostructures</td><td>Massachusetts Institute of Technology (USA)</td></tr>
<tr><td>21.01.27</td><td>ChangHwan Ahn</td><td>Protection mechanism of monoclonal antibodies agianst Salmonella typhoid toxin</td><td>Cornell University (USA)</td></tr>
<tr><td>21.11.25</td><td>Jinsang Kim</td><td>25 Years of research and educational experience in functional organic and polymeric materials in US institutes</td><td>University of Michigan (USA)</td></tr>
<tr><td>22.01.21</td><td>Sehyung Park</td><td>Fructose metabolism in diet induced obese mice model</td><td>University of Kentucky (USA)</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>교류효과</td><td>▸ 해외 저명학자의 초청 강연으로 관련분야 최신 연구동향 파악 및 연구에 적용
▸ 해외 연구자와 네트워킹을 통한 연구 저변 확대</td></tr>
</table>

○ 외국대학 및 연구자와의 교류 계획

- 외국대학 및 연구자와의 교류는 본 교육연구팀의 교류현황 및 실적, 3대 혁신아젠다 등에 기반하여 교류대학을 선정하고, 대학별 교류내용을 체계적으로 계획을 수립하고 전략적으로 추진하고자 함
- 외국대학과의 교류대상은 대학원생, 전임교수, 신진연구인력, 연구원 등 본 교육연구팀에 참가하고 있는 모든 인력을 대상으로 하며, 교류시기는 매년 각 기관별로 1-2회를 수행할 수 있도록 추진하고, 교류방법으로는 직접적인 기관방문, 온라인미팅, 초청세미나, 연구자 방문교환, 연구프로그램 참여 등을 수행하고자 함

▸ 고령의 적합성(고령생체적합소재) 영역의 교류계획

고령의 적합성(고령생체적합소재)		
▸ 고령의 생체에 적합한 소재를 발굴, 수집, 분석, 정보관리, 데이터 베이스화 등에 전문성을 갖는 외국 대학 및 연구자와의 교류를 추진함으로써, 연구의 질 제고와 국제협력네트워크를 강화할 것으로 예상됨		
구분	**연구자 교류계획**	
(1)교류기관	명칭	중국 허난대학교 약학대학 (Prof. Sunil Choi)
	내용	허난대학교는 천연물 소재발굴과 신약개발분야에서 전문성을 갖는 기관으로 MOU체결, 공동연구 추진, 천연물관리기술 상호정보 교환 등을 통하여 천연물자원 연구를 통한 실버질환 맞춤형 소재개발, 양 기관의 우수한 공동장비 활용, 상호 연구인력 파견을 통한 협력연구, 공동연구를 통한 Q1수준의 논문게재 등에 대한 협력을 추진하고자 함
(2)교류기관	명칭	중국 저장대학교 차연구소 (Prof. Huiling Liang)
	내용	중국의 저장대학교는 세계대학순위에서 아시아 4위의 대학교로서 특히 차를 비롯한 천연물들의 연구를 활발히 하고 있음. 저장대학교와의 공동연구를 통하여 중국 및 아시아 유래의 천연물들의 항노화 효능 및 특성을 연구하고 연구된 천연물 소재들을 공동으로 관리하고자 함. 특히 녹차를 비롯한 항노화 물질 중 폴리페놀의 농도를 현장에서 쉽게 측정할 수 있는 센서를 공동으로 개발하고, 아시아 유래의 백차, 녹차, 황차, 청차, 홍차, 보이차 내 폴리페놀의 농도를 정량화, 표준화를 위하여 MOU를 체결하고, 주기적인 회의와 교류를 통하여 협력관계를 구축하고자 함
(3)교류기관	명칭	네덜란드 Twente University (Prof. Frederik Wurm)
	내용	네덜란드의 트벤테대학교는 바이오메디컬과 건강과학 분야에 특성화된 대학으로 생체적합성 소재 분야 연구에 큰 강점이 있어 우리 연구팀이 추진하고자 하는 고령생체적합소재라는 아젠다의 실현에 잘 부합하는 연구기관임. 발굴해낸 천연물의 활성을 보존하거나 (예: 항노화 효능의 유지 및 증가) 의약분야에 활용하기 위한 소재 연구를 추진할 계획임. 특히 한국-네덜란드 협력사업 수주를 부차적인 목표로 세워 지속가능하고 더욱 긴밀한 공동연구 수행을 계획함

▸ 최적의 전달성(최적전달시스템) 영역의 교류계획

최적의 전달성(최적전달시스템)		
▸ 고령의 신체적 사회적 특성을 고려한 약물전달 기술 및 투여법을 개발하기 위하여 약물전달과 관련된 소재, 분석, 응용에 전문성을 갖는 외국 기관 및 대학과 연구 교류를 추진함으로써, 국제협력네트워크를 강화하고 세계적 수준의 연구를 진행할 계획임		
구분	**연구자 교류계획**	
(1)교류기관	명칭	미국 국립보건연구원 알레르기 감염병 연구소 (Dr. Patrick Duffy)
	내용	미국 국립보건연구원 산하 알레르기 감염병 연구소는 감염병과 관련된 세계 최고의 시설과 인력을 보유한 기관으로, 말레리아 백신을 상온 보관 안정성이 높은 패치형태로

		개발하기 위해 항원에 대한 MTA를 체결 후 공동연구를 추진할 예정임. 선행연구를 통해 핵심 기초연구를 획득 후 국제공동연구 과제를 신청할 예정이며, 이를 통해 연구의 논문화 및 연구자의 상호 방문을 통한 기술 교류를 진행할 예정임
(2)교류기관	명칭	미국 Brigham Women’s hospital, Harvard medical school (Prof. Su Ryon Shin)
	내용	하버드 의대 협력병원인 브리검 여성 병원은 의생명 분야에 세계적인 권위를 가진 연구기관으로, 특히 연구 교류대상인 신수련 교수는 조직재생 분야에 탁월한 업적을 내고 있는 연구자임. 현재까지 진행한 공동연구를 발전시켜, 골재생 촉진할 수 있는 노인 맞춤형 소재에 대한 연구를 본격적으로 진행할 예정이며, 년 1회 정도 연구자의 교류를 통해 장비 활용 및 기술 교류 진행할 예정임. 연구를 바탕으로 상위 10% 이내의 논문을 출판할 예정이고, 국제 공동과제도 신청하여 정기적인 공동연구기반을 조성할 예정임
(3)교류기관	명칭	독일 Max Planck Institute for Polymer Research (Prof. Katharina Landfester)
	내용	막스플랑크 고분자 연구소는 나노 기반의 소재, 특히 최적 전달을 위한 전달체의 근원적인 연구에 전문성이 있음. 상기 기관의 장점을 살려, 본 연구팀은 “나노약물 공장을 이용한 환부에서의 약물 생산형 전달체”에 관한 공동연구를 추진할 계획임. 독일연구팀은 나노생체적합성 소재의 고령생체적합성을 위한 화학적인 부분을, 본 교육연구팀의 조성민교수 연구팀은 고형생체적합성 응용에 관한 내용을 담당하여 연구의 시너지 효과를 도모하고자 함

▸ **고도의 예측성(고령임상반응예측) 영역의 교류계획**

고도의 예측성(고령임상반응예측) ▸고령의 생체에 적합한 소재를 발굴, 분석, 정보관리, 빅테이터 등에 전문성을 갖는 외국 대학 및 연구자와의 교류를 추진함으로서 연구의 질 제고와 국제협력네트워크를 강화할 계획임		
구분	**연구자 교류계획**	
(1)교류기관	명칭	미국 University of Michigan 재료공학과 (Prof. Jinsang Kim)
	내용	University of Michigan는 고기능성 재료개발 및 바이오응용분야에 전문성을 갖는 기관으로 MOU체결에 의한 연수 정례화 및 공동연구 등을 통하여 실버질환 조기진단 및 모니터링 센서와 같은 실버홈케어 의료기기개발 협력을 추진하고자 함. 육안 색변이 키트센서 연구를 위한 정기적인 온오프라인 미팅을 갖고, 실험데이터를 공유할 계획임
(2)교류기관	명칭	미국 NewYork State university, Roswell Park Comprehensive Cancer Center (Prof. Dae-Kyum Kim)
	내용	뉴욕 주립 대학교는 신약개발과 체내 약물저항성 검증에 있어 전문성을 갖는 기관으로 공동연구와 연구자 교류를 통해 노인성 감염질환의 면역조절제 개발을 위한 선도물질인 세포외소포의 안정성 및 효능 검증을 진행할 예정임. 또한, 노블로믹스 원천기술을 활용하여 유효물질 분석과 데이터화를 바탕으로 의약분야 상위 10% 이내의 국제논문을 출판할 계획임