

# 『4단계 BK21사업』 혁신인재양성사업(신산업분야)

## 교육연구단 자체평가보고서

접수번호	5199990514440						
신청분야	바이오헬스/혁신신약				단위	전국	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야	
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류
	분류명	생물공학	생물고분자 공학	약학	약품제제	화학	생화학
	비중(%)	40		30		30	
교육연구 단명	국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader						
교육연구 단장	소 속	한양대학교 공과대학(원) 생명공학과					
	직 위						
	성명	국문	이근용	전화	02-2220-0482		
				팩스	02-2293-2642		
		영문	Lee, Kuen Yong	이동전화	010-6235-2642		
		E-mail	leeky@hanyang.ac.kr				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)	3차년도 (22.3~23.2)			
	국고지원금	312,900	697,320	625,194			
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)						
자체평가 대상기간	2021.9.1.-2022.8.31.(12개월)						
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21사업』 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2022년 9월</p>							
작성자	교육연구단장			이 근 용 (인)			
확인자	한양대학교 산학협력단장			변 중 (인)			

## 〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	바이오의약	문제해결형 인재	글로벌 융합인재
	사회기여형 인재	초연결 교육	초융합 연구
	가치 창출		
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성을 위한 교육사업 수행</li> <li>○ 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성을 위한 교육사업 수행</li> <li>○ 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결 실시(연구-교육 연결)</li> <li>• 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)</li> <li>• 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축 진행(세계-교육 연결)</li> </ul> </li> <li>○ 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도</li> <li>• 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화</li> <li>• 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축 진행</li> </ul> </li> <li>○ 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 혁신인재 양성을 통한 가치 창출 구현</li> <li>• 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화</li> <li>• 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치</li> <li>• 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성 실행(바이오창업 교육의 강화)</li> </ul> </li> </ul>		
교육역량 영역 성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육과정의 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오헬스/혁신신약분야의 3개 신규과목 개설</li> <li>• 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선: IC-PBL+ 2개 과목 신규 개설, 바이오창업의 이해 운영, 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화</li> <li>• 생명공학실험학 과목 운영으로 실험기술교육 실시</li> <li>• 타전공 연관과목의 전공수강 인정</li> <li>• 국제화를 위한 교육 확대: 영어전용 강의 42%로 확대, 3명의 외국인 대학원생 유치, 5건의 국제학술대회 발표, 국제심포지엄 개최</li> </ul> </li> <li>○ 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙 정립, 3과목 신설로 교육 트랙 개선</li> <li>• 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’ 에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시</li> <li>• 산업계 연계 교육 강화: 신규 IC-PBL+ 2과목 개설, 신규 IAB위원 위촉</li> </ul> </li> <li>○ 우수 대학원생 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학부학생들의 실험실 인턴 실시 (실용공학연구 활동으로 2021년 2학기 16명, 2022년 1학기 18명 참여).</li> <li>• 2021년 2학기, 2022년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시</li> <li>• BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 사업 관련 정보 제공</li> </ul> </li> <li>○ 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 26건의 학술논문 발표 (평균 impact factor: 6.779), 5건의 학술대회 발표, 78.2%</li> </ul> </li> </ul>		

	<p>취업률 달성 (18명 취업/23명 졸업생)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IC-PBL+ 과목을 통하여 산업체 현장문제 해결 동기 부여</li> <li>• 인센티브제도 도입하여 8명의 연구 우수 학생들에게 인센티브 장학금 지급</li> </ul> <p>○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2명의 박사후연구원 지원</li> <li>• 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원</li> <li>• 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영</li> </ul> <p>○ 교육 프로그램의 국제화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국제심포지엄 개최 및 정례 생명공학세미나에 의한 해외학자 강연</li> <li>• 국제학술대회 발표지원, 외국학생 유치, 모든 학위 논문 영어작성</li> </ul>
연구역량 영역 성과	<p>○ 지난 1년 연구기간 동안 58편의 국제저명 학술지 논문 게재. 교수 1인당 5.8편/년으로 실적 향상</p> <p>○ IF 10 이상의 상위 논문집에 다수의 논문 게재 (Biomaterials, Advanced Materials, Advanced Science, ACS Applied Materials &amp; Interfaces) 및 총 IF 에 대한 편수 환산은 7.498로 연구의 질적 향상 도모</p> <p>○ 지난 1년 동안 특허 등록 14건 및 특허 출원 21건 (국내특허 19건, 국제특허 16건)</p> <p>○ 최근 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년) 에서 615,583 천원(년)으로 증가하였음.</p> <p>○ 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축 활성화 기대</p> <p>○ 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여 당초 계획 대비 초과 달성함. 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화의 결과로 볼 수 있음.</p>
산학협력 영역 결과	<p>○ 산학협력 영역 실적 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000 천원 연구비 (33,000 천원/인/년) 대비 초과 수주 실적을 확보</li> <li>• 2건의 교원창업과 4건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 꾸준히 산학협력 수행</li> </ul>
미흡한 부분 / 문제점 제시	<p>○ 학제 간 융합교육 강화 및 융합과정 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 학부 중심의 융복합교육을 대학원 과정으로 확대 운영 필요</li> <li>• 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영 계획</li> </ul> <p>○ COVID-19 상황으로 인하여 대학원생 장단기 연수, 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진, 국제학술대회 개최, 산학 간 인적/물적 교류 등이 매우 제한적이었음. 차년도 상황 변화에 따라 우수한 연구성과와 기술력을 기반으로 차세대 혁신신약 개발 적극 추진</p>
차년도 추진계획	<p>○ 교육영역에서의 추진계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과과정의 지속적 개편 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오헬스/혁신신약 관련 신규 교과목 추가 개설</li> <li>- 산업계 연계 교과과정 개선: IC-PBL+ 교과목 추가 개설</li> <li>- 융합교육과정 개선: 타전공 융합 교과목 개설</li> <li>- 바이오창업 교육 지속: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생연구주제 선택권 보장: Lab rotation 제도 홍보 및 실시</li> <li>- 박사과정학생 Teaching assistant 지원</li> <li>• 교육의 국제화 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영어전용 강의 40% 이상 달성</li> <li>- 외국인 대학원생 추가 유치</li> <li>- 대학원생 국제학술대회 발표 지원</li> <li>- 국제심포지엄 개최</li> </ul> </li> <li>• 우수 대학원생 확보 노력 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험실 인턴십 실시: 학부 교과목을 활용한 실험실 인턴 참여 촉진</li> <li>- 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 실시: 대학원 페어 참여 및 홍보</li> </ul> </li> <li>• 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학원생 인센티브제도 실시: 학생 논문실적에 따른 특별장학금 지급</li> <li>- 국제학술활동 지원: 국제학술대회 참여 경비 지원</li> <li>- 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화: 생명공학세미나 운영, 국내외 연자를 초빙한 학술심포지엄 개최로 최신 연구내용 교류</li> </ul> </li> <li>○ IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지식재산권 공유 지원 등을 통하여 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진 도모</li> <li>○ COVID-19 상황 변화에 따라 우수한 연구성과와 기술력을 기반으로 해외대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 확대</li> <li>○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 향후 산학 간의 인적/물적 교류를 수월하게 확대하기 위해서, 산업체와의 MOU 협정 체결 진행. 이를 기반으로 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등 진행</li> <li>• 산업체 임원급을 IAB 위원으로 위촉하고 산업체 겸직교수직을 부여함으로써 산업체와의 협력을 다양하고 강력하게 추진할 수 있는 기회 마련</li> </ul> </li> </ul>
--	--

# I

## 교육연구단의 구성, 비전 및 목표

### 1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	이근용	영문	Lee, Kuen Yong
소속기관	한양대학교 공과대학(원) 생명공학과			

○ 생체고분자 기반의 바이오의약 및 재생의료기기 관련 연구개발을 지속적으로 수행하여 왔음. 주요 연구분야로는 유전자/단백질 전달용 표적지향 나노입자, 암 진단/치료용 기능성 나노입자, 조직재생용 지지체, 성형용 필러, 3-D 프린터용 자가치유 하이드로겔 개발 등이 있음.

○ 현재까지 117편의 SCI(E) 연구논문과 7편의 book chapter를 발표하였고, 총 인용횟수가 23,734회 (H-index: 58, Google Scholar 기준)를 상회하고 있음. 생체모방형 소재 관련하여 Nature, Cell, Chemical Reviews, Progress in Polymer Science, Advanced Materials, Nano Letters, Biomaterials, Nanoscale, Small, Journal of Controlled Release 등에 다수의 연구논문을 게재하였음.

○ Polymer Korea (2008-2010), Biomatter (2011-2016), Frontiers in Bioengineering and Biotechnology (2018-현재)의 Editorial Board Member로 활동.

○ 대표 연구실적

- 논문(Chemical Reviews, 2001): 조직공학용 의료용소재(피인용 3380회, Scopus)
- 논문(Biomaterials, 2010): 세포-재료 간 상호작용 제어 기술
- 논문(Bioconjugate Chemistry, 2012): T 세포 표적형 항체-나노입자 결합체
- 논문(Prog. Polym. Sci., 2012): 재생의약 관련 생체소재(피인용 2420회, Scopus)
- 논문(ACS Applied Materials and Interfaces, 2014): 암 치료용 온도감응형 나노입자
- 논문(Small, 2016): 신경모세포종 표적지향 유전자전달체
- 논문(J. Controlled Release, 2016): 기체발생형 나노입자를 이용한 암 치료제
- 특허(미국특허 US 9.557.332, 2017): 포도당 대사 제어형 암 진단 및 치료 기술

○ 다수의 국내외 특허를 등록(국제 4건, 국내 14건)하였고, (주)휴메딕스에 기술이전을 실시하였음(전용 실시권, 50,000천원, 2015년).

○ 교육부/과학기술정보통신부/한국연구재단 합동의 실험실 특화형 창업선도대학 프로그램에 선정되어 (주)슈퍼노바바이오를 창업하였고(특허양도 2건, 2018년), 기술실용화 및 일자리 창출에 기여하고 있음(추가 특허양도 및 기술이전 2건, 2020년 & 2021년).

○ 2005년 신설된 한양대학교 생명공학과 창립 교원으로서 학부 및 대학원 교과과정의 기초 및 융복합 교과목을 개설하고 운영하는데 핵심적인 역할을 수행하였음. 특히, 바이오의약 분야와 관련하여 공학/의약학 융복합 교과목(생체융합재료특론, 의료용고분자설계 등)을 강의하였고, 강의우수교수로 4회 선정되어 수상하였음(2007년, 2009년, 2014년, 2016년).

○ WCU 및 BK21 Plus 사업에 참여하여 한양대학교 생명공학과 대학원 교육의 특성화 및 국제화에 기여하였음.

○ 2008년-2010년 생명공학과 학부 및 대학원 학과장 업무를 수행하였고, 다양한 교내 위원회 활동을 수행하였음(교육과정 개편위원회, 신입학 교원인재선발관, 업적평가개선위원회 등).

## 2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

신청학과(부)	기준 학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
생명공학과	2021년 2학기	10		10	10		10
	2022년 1학기	10		10	10		10

<표 1-2> 최근 1년간 교육연구단 대학원 학과(부) 소속 전임/겸임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전임	변동 사유	비고
1	박희호	2021년 2학기	전임	신규 임용	
2					
3					
4					

<표 1-3> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황

(단위: 명, %)

신청학과 (부)	기준학기	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
생명공학과	2021년 2학기	39	38	97	4	3	75	21	19	90	64	60	93
	2022년 1학기	41	40	98	4	2	50	26	21	81	71	63	89
참여교수 대 참여학생 비율													

### ○ 교육연구단의 인적구성

- 본 교육연구단은 기초과학, 의약학, 공학분야 전공의 교수들로 구성되어 있고, 활발한 협동연구를 통하여 각 분야의 융복합 연구를 수행하여 왔음.
- 본 교육연구단 참여교수 중 5명은 바이오의약 스타트업 기업을 창업한 경험이 있고, 융합연구 산업화의 첨병 역할을 충실히 해내고 있음.
- 기초과학, 의약학, 공학분야 연구의 융합을 통하여 바이오의약 분야의 혁신인재를 양성할 수 있는 능력과 기반을 가지고 있음.

## 2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

### ○ 교육연구단 비전

- 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재를 양성하는 것을 교육연구단의 비전으로 수립함.

### ○ 교육 방향 및 목표

- 4차 산업혁명 시대의 주요 핵심어인 연결(connectivity), 융합(convergence), 창출(creation)을 기반으로 교육연구단의 방향 설정
- 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성
  - 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결)
  - 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)

- 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(세계-교육 연결)
- 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성
  - 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도
  - 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화
  - 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축
- 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출
  - 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출
  - 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화
  - 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치
  - 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성(바이오창업 교육의 강화)
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업 분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성하는 것을 교육연구단의 최종 목표로 함.

### ○ 대학원생 지원

- 기업체 인턴 교육 및 취업 지원
  - 인턴 프로그램 운영: 현장교육을 강화하기 위하여 바이오기업들에서 인턴프로그램을 운영하여, 학업과 현장교육을 동시에 진행할 수 있는 기회 제공.
  - 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공함.
- 특허교육 및 기술사업화 교육 확대
  - 지적재산권의 중요성과 추후 연구의 기술이전, 특허방어 등 산업체에서 사업화 진행에 필요한 내용의 교육 실시. ‘바이오창업의 이해’ 교과목에서 기술사업화 교육과 더불어 지적재산권 교육 실시.
  - 생명의학 관련 데이터 분석을 위한 교육, 특허 출원과 방어를 위한 교육 및 신약에 대한 개발에 있어서 관련된 경영 교육을 수행하여 신산업 R&D를 수행함에 있어서 보다 넓은 사고를 가진 인재양성을 목표로 교육과 학사관리를 개선함.
  - 바이오창업의 이해 및 IC-PBL+ 교과목 중심으로 특허, 데이터 분석 및 실험실창업 및 경영을 포괄하는 다양한 신학문으로 연구단의 교육과목을 운영할 계획임.

### ○ 본부 대학원 혁신방향과의 정합성 기술

- 한양대학교는 4차 산업혁명의 3대 키워드인 초연결, 초융합, 초지능에 대응하여 초연결 교육, 초융합 연구, 초지능 경영의 3대 발전방향을 설정하고, 미래를 선도하는 인재와 기술을 공급하는 가치창출 대학으로 전환하는 중장기 계획 수립
- 한양대학교는 ① 수요자 중심 교육 혁신, ② 기업·사회 가치 창출 중심 연구 혁신, ③ 학생가치창출 중심을 대학원 교육 혁신방향으로 설정하고 해외 사례를 벤치마킹하였음.
- 수요자 중심의 교육 혁신 추진
  - 수요자 중심의 교육 혁신을 위한 문제해결 교육과정 및 융합교육과정 구축, 체계적 창업교육, 혁신적 교과목 및 다양한 비교과 교육과정 운영, 전주기 학업관리 추진
  - 학생중심 교육·연구지원 체계구축을 위한 교육방법 및 교육공간 혁신, 학문후속세대 학술지원 강화, 글쓰기, 의사 소통 역량 강화 추진
- 기업·사회 가치 창출 중심의 연구 혁신 추진
  - 세계적인 연구경쟁력 확보를 위한 우수 교원확보, 세계적 수준의 연구센터 및 연구집단 육성, 다학제간 융합연구 플랫폼 구축, 다양한 연구 자금 연계, 융합연구 활성화를 위한 공간 혁신, 연구 장비 지원 강화

- 기업, 사회, 글로벌 협력체계 구축을 위한 지속가능한 산업체 공동연구 플랫폼 구축, 사회문제 해결형 연구플랫폼 구축, 산학협력/지역사회 연계클러스터 구축, 글로벌 공동연구 지원
- 학생가치 창출 중심의 혁신 추진
  - 대학원생의 성장 지원을 위한 대학원생의 경력 개발 및 복지증진, 다양한 장학제도 운영, 외국인 학생 전주기 지원체계 확립, 대학원생 권익 보호 추진
  - 학문후속세대 성장 지원을 위한 학문후속세대의 교육 및 연구기회 부여
- 이를 기반으로 초연결 교육을 통한 문제 해결 능력 습득, 초융합 연구를 통한 융합적 사고 함양, 학생·대학·기업·국가 가치 창출을 대학원 혁신방향으로 설정
- 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단은 이러한 대학원 혁신방향에 부응하여 초연결 교육을 통한 바이오의약 분야의 문제해결형 인재 양성, 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성, 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출을 추진하여, 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성하고자 함.



## □ 교육역량 대표 우수성과

## (1) 현행 교과과정의 개선

## ○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 바이오헬스/혁신신약분야에서 난치성, 퇴행성 질환의 치료를 위하여 연구되고 있는 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료 등의 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식 제공.
- 신규 교과목 개설: 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 생명과학기술, 세포이미징기술, 면역세포치료제특론, 분석생화학

## ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학이 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음.

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리엑티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	분석생화학	(주)시그널바이오	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	(주)알티엠, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편

- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB의 단계적 구성. IAB의 권고사항을 학과와 본부의 통합적인 행정 및 지원 환경 완성 (<https://iab-hyu.hanyang.ac.kr>).

## ○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목을 운영: 생명공학연구에 필요한 실험기술을 제공하는 생명공학실험학을 IC-PBL+ 과목으로 운영하여 학생들의 주도적 참여로 진행되는 과목으로 개편하였음. 필수교과목으로 지정하여 운영함.
- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

## ○ 융합 교육과정 개선

- ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 구성 유지
- 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영

## ○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3)을 차지하여, 전체 약 42%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 3명의 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’ 을 지급

(최영금(중국): 석사과정 2021년 9월 입학, 호브영티탄수안(베트남): 박사과정, 2021년 9월 입학, 초오(중국) : 석사과정, 2021년 9월 입학)

- 국제학술대회 발표: 5건의 대학원생 국제학술대회 발표
- 국제심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)

(2) 벤치마킹 대학원과의 비교 평가에 근거한 교과과정 개선 계획 진행

- 난양공대 화학생명공학프로그램, 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹을 통하여 다음과 같은 개선 계획 수립하였으며, 이에 따른 교과과정 개선 진행

	현행	개선 계획	개선 진행 결과
이수학점	석사: 26학점 이상 박사: 37학점 이상 석박사통합: 58학점 이상	현행유지	현행유지
이수필수과목	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학	현행유지	현행유지
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	특화된 교육 트랙 제공 (난양공대의 장점 반영)	트랙 구성을 위한 3과목 신규 개설
실험 및 기타교육	세미나 1/2, 생명공학 실험학	현행유지	현행유지
산업체 연계 교과과목	바이오창업의 이해, 생화학특론2 등 2과목 IC-PBL+ 운영	IC-PBL+ 운영 확대 (6과목 신설) (한양대학교의 장점 확대)	IC-PBL+ 2과목 추가 (총 6과목 개설)
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	박사과정학생 신청자 2명 실시
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 1회 이상 시행
세미나 발표의무	세미나 1회 이상 의무	현행유지	현행유지
타 전공 과목 수강	타 전공과목 인정	전공 간 연계강좌 개설 및 타 전공과목 수강 권장	타 전공과목 수강 권장 (12명의 대학원생, 7과목의 타과과목 수강)

○ 특화된 교육 트랙 정립

- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비. 6과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습, 세포이미징기술, 면역세포치료 제특론, 분석생화학)
- 산업계와의 연계 교육 강화: 4과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 및 개편
- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장
- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 진입학생 중, 2명의 학생 lab rotation 실시 (2개월에 걸쳐 2개 이상의 연구실에서 연구활동 실시)
- 특허교육 및 기술사업화 교육: ‘바이오 창업의 이해’ 교과목에서 특허교육 및 기술사업화 교육 실시

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성			
전공심화교육	전공융합교육	산업계연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	생체융합재료특론	중양생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
면역학 특론	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적적용	신규개설완료 교과목 : <input type="text"/>
생명공학세미나 1,2	면역세포치료제특론	단백질설계	타 기관 연계 교과목 : <input type="text"/>
생체재료특론	세포이미징기술	항암바이러스 개발연구실습	개설예정교과목 <input type="text"/>
약물전달학특론	생명과학기술	응용핵산생화학	
생화학특론 1	구조단백체 이용기술	생명공학실험학	
분석생화학	생명정보데이터베이스 활용	인턴쉽 및 현장실습	
	생물정보학	인체유전체학	
		바이오창업의 이해	

[바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성 및 신규개설 및 개설예정 교과목]

(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

○ **실험실 인턴 실시**: ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함. ‘실용공학연구’에서는 각 연구실별로 주어진 연구주제를 제시하고, 학부학생이 참여할 연구실을 선정한 후, 실습활동을 통하여 연구를 수행하는 과목임.

- 2021년 2학기: 참여학생 16명, 참여교수 5명
- 2022년 1학기: 참여학생 18명, 참여교수 5명

○ **대학원 입시전형 설명회 실시**

- 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기, 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여
- 2021년은 코로나 환경으로 인하여 온라인으로 실시하였으며, 2022년 1학기에는 현장 대학원입시전형 설명회를 실시하여, 17명의 학부 학생들이 생명공학과 입시전형 설명회에 참여함.

○ **학과 및 관련 홈페이지 강화**

- 학과 홈페이지를 업데이트 하여, 다양한 학과관련 정보를 제공함. 특히, 입학정보, 취업정보, 학술정보를 게시판에 이용하여 제공함.
- BK21 FOUR 홈페이지를 개설 운영하여, BK21 사업 관련 정보를 공개함.

(4) 대학원생 학술활동 지원

○ **인센티브 제도 도입**: 2021년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금을 8명에게

차등 지급

- 국제학술활동 지원: 5건의 국제학술대회 발표
- 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화
  - 생명공학세미나를 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의
  - 국제 심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)
- 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업체 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축
- 학생지원을 통한 성과

	건수	비고
학술논문 발표	26편	Advanced Science (IF: 15.84)등 SCI 논문 26편
학술대회 발표	5편	2022 MRS SPRING 외
졸업자 취업현황	취업 18명(졸업생 23명)	78.2% 취업률

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 26편을 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 impact factor가 6,779로서 연구의 우수성을 입증

논문제목	발표일	학술지명	index	참여 형태	if	성명
White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes	20211020	BIOMATERIALS	SCI-E	주저자	10.317	
Purification, crystallization and X-ray crystallographic analysis of RPTPH	20210930	Biodesign	등재후보학술지	주저자	0	
A Dynamic Substrate Pool Revealed by cryo-EM of a Lipid-Preserved Respiratory Supercomplex	20220601	Antioxidants & Redox Signaling	SCI	주저자	7.468	
Structural studies of the complex of PTP $\sigma$ with an allosteric inhibitor Allo1	20220630	Biodesign	등재후보학술지	주저자	0.	
Crystal structure of the catalytic domain of human RPTPH	20220701	Acta Crystallographica Section F STRUCTURAL BIOLOGY COMMUNICATIONS	SCI	주저자	1.056	
Magnetism-controlled assembly of composite stem cell spheroids for the biofabrication of contraction-modulatory 3D tissue	20211025	BIOFABRICATION	SCI-E	주저자	8.213	
Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids	20211122	ADVANCED SCIENCE	SCI-E	주저자	15.84	
Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	20220101	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	SCI-E	주저자	6.953	
Surface engineering of 3D-printed scaffolds with minerals and a pro-angiogenic factor for vascularized bone regeneration	20220201	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	

Spatially arranged encapsulation of stem cell spheroids within hydrogels for the regulation of spheroid fusion and cell migration	20220401	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	
GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment	20211020	CELLS	SCI-E	주저자	4.366	
3D Printing of Polysaccharide-Based Self-Healing Hydrogel Reinforced with Alginate for Secondary Cross-Linking	20210915	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	4.717	
3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel	20210930	COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES	SCI-E	주저자	4.389	
Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking	20211215	JOURNAL OF BIOMEDICAL MATERIALS RESEARCH PART A	SCI-E	주저자	3.525	
In Vitro Cellular Uptake and Transfection of Oligoarginine-Conjugated Glycol Chitosan/siRNA Nanoparticles	20211231	POLYMERS	SCI-E	주저자	3.426	
In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	20220525	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	SCI-E	주저자	6.953	
Stretchable and self-healable hyaluronate-based hydrogels for three-dimensional bioprinting	20220709	CARBOHYDRATE POLYMERS	SCI-E	주저자	10.25	
Smart engineering of gold nanoparticles to improve intestinal barrier penetration	20211025	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	SCI-E	주저자	5.278	
Glycyrrhizin as a Nitric Oxide Regulator In Cancer Chemotherapy	20211117	CANCERS	SCI-E	주저자	6.126	
Nanomedicine in Clinical Photodynamic Therapy for the Treatment of Brain Tumors	20220103	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	6.081	
A novel therapeutic strategy of multimodal nanoconjugates for state-of-the-art brain tumor phototherapy	20220104	JOURNAL OF NANOBIOTECHNOLOGY	SCI-E	주저자	10.435	
DAMP-modulating nanoparticle for successful pancreatic islet and stem cell transplantation	20220801	Biomaterials	SCI-E	주저자	15.304	
Hypoxia-specific anti-RAGE exosomes for nose-to-brain delivery of anti-miR-181a oligonucleotide in an ischemic stroke model	20210901	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	
Dual-Functional Dendrimer Micelles with Glycyrrhizic Acid for Anti-Inflammatory Therapy of Acute Lung Injury	20211015	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	SCI-E	주저자	8.758	
Intranasal delivery of self-assembled nanoparticles of therapeutic peptides and antagomirs elicits anti-tumor effects in an intracranial glioblastoma model	20211015	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	
Pulmonary delivery of a recombinant RAGE antagonist	20220422	JOURNAL	SCI-E	주저자	5.121	

peptide derived from high-mobility group box-1 in a bleomycin-induced pulmonary fibrosis animal model		OF DRUG TARGETING				
---	--	-------------------	--	--	--	--

- 학생 학술대회 발표

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	TERMIS	Multicellular spheroids incorporating osteoinductive and ROS scavenging synthetic fibers with biomineral coating
	2022 MRS SPRING (2022.05.08-13)	Potential of 3D printing in Fabrication of Patient-Specific Biodegradable Microneedle Platform for Alopecia Treatment
	2021 Nature Conference “Bio-Inspired Nanomaterials”	조직공학세포의 지속적 세포 호흡을 위한 엽록체-외막결합 펩타이드를 이용한 감광 산소 생성 생체 재료 개발
	한국생물공학회 춘계 학술대회 (2022.04.13.-2022.04.15.)	Basic Fibroblast Growth Factor Delivery Using Human Serum Albumin Nanoparticles for Effective Wound Healing
	ASGCT 13 <sup>th</sup> International Oncolytic Virus Conference	Biodistribution, pharmacokinetics, and safety profiles of systemically administered adenovirus coated with tumor-targeted and biocompatible polymer

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원: 박사 (계약기간: 2021.03.01 - 2022.02.28., 12개월, 3600만원/년)

- 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술 개발 연구에 참여함. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성 약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상 치료기술을 개발하는 연구를 수행하였음. 1편의 논문에 2저자로 참여하였고, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.
- 논문 실적: (2021) Delivery of miRNA-92a inhibitor using RPI-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model. J. Biomed. Nanotechnol. 17, 1273-1283.

○ 박사후연구원: 박사 (계약기간: 2021.9.1 - 2021.12.31, 4개월, 3600만원/년)

- 3차원 프린팅을 이용한 자성젤 기반의 조직재생용 지지체 개발, 기체발생형 나노입자 제조 및 지방세포 사멸 유도 연구 수행
- 논문 실적:
  - “3D printing of polysaccharide-based self-healing hydrogel reinforced with alginate for secondary cross-linking”, *Biomedicines*, **9**, 1224 (2021).
  - “3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **208**, 112108 (2021).
  - “Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking”, *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, **110**, 761-772 (2022).

## 1. 교육과정 구성 및 운영

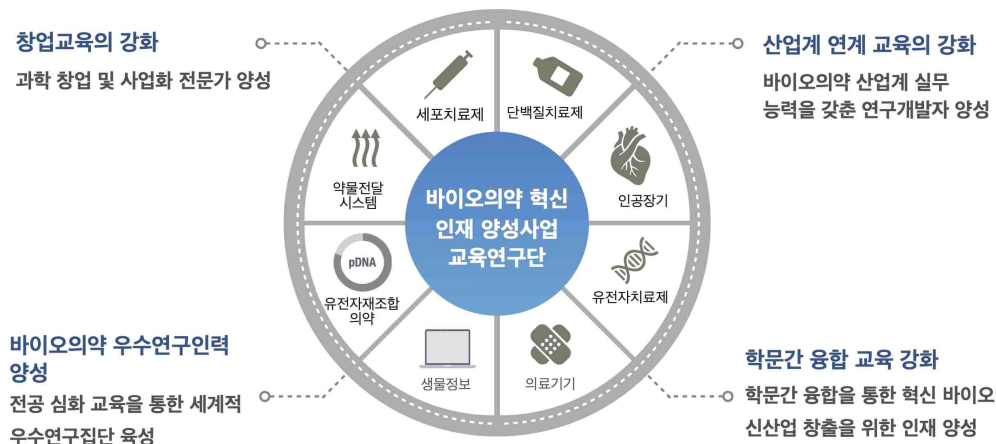
### 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

#### ○ 교육 비전

- 혁신성장 선도를 위한 바이오의약 산업의 경쟁력을 강화하고, 바이오의약 산업문제 해결하기 위한 융복합형 인재 양성함.

#### ○ 교육 목표

- 전공심화 교육을 통한 세계적 우수 연구집단 육성(**바이오의약 우수연구전문인력 양성**)
- 학문 간 융합을 통한 혁신 바이오신산업 창출을 위한 인재 양성(**학문간 융합교육 강화**)
- 바이오의약 산업계에서 요구되는 실무능력을 갖춘 연구개발 인재 양성(**산업체 연계 교육 강화**)
- 바이오경제 창출을 위한 기술 창업 및 사업화 전문가 양성(**바이오창업 교육 강화**)
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업 분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성하는 것을 교육연구단의 최종 목표로 함.



[교육부분 목표]

#### ○ 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정

##### (1) 교과과정 현황

	석사	박사
이수학점	26학점 이상 이수(전공학점 1/2 이상)	37학점 이상 이수(전공학점 1/2이상) 석 · 박사학위 통합과정 : 58학점 이상 이수(전공학점 1/2이상)
교과과정	생명공학 산업계에서 필요로 하는 인재양성을 위한 교과목 포함 (IC-PBL+ 및 창업교과)	산업계 인재 및 생명공학관련 연구기관 필요 인재 교육을 위한 교과과정 운영 (IC-PBL+ 및 창업교과)
필수과목	석사논문연구	박사논문연구 1, 2
졸업요건	학술발표대회 발표 1건 이상	주저자로서 SCI 학술지에 논문 1편 이상 게재
졸업자격 종합시험	석사과정 과목 중 택 3과목	박사과정 과목 중 택 5과목
기타	영어전용 강의 교과 30% 이상	영어전용 강의 교과 30% 이상

##### (2) 현행 교육과정의 장점

#### ○ 바이오의약 분야의 폭넓은 교과과정 확보



- 바이오헬스/혁신신약분야에서 난치성, 퇴행성 질환들의 치료를 위하여 연구되고 있는 바이오마커등의 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료를 기반으로 하는 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식들에 대한 폭넓은 교육과정을 확보함.

#### ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 포함

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학이 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음.
- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영

#### ○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목을 운영: 생명공학 연구기술 과목을 필수교과목으로 지정하여 교육
- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

#### ○ 국제화를 위한 교육

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3)을 차지하여, 전체 약 42%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 3명의 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’ 을 지급 (최영금(중국): 석사과정 2021년 9월 입학, 호브영티탄수안(베트남): 박사과정, 2021년 9월 입학, 초오(중국): 석사과정, 2021년 9월 입학)
- 국제학술대회 발표: 5건의 대학원생 국제학술대회 발표
- 국제심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)



[현 한양대학교 생명공학과 교육과정의 장점]

#### (3) 현행 교육과정의 개선 방향

##### ○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 신산업 분야에서 신약 개발은 연구개발 (Research & Development, R&D)이 함께 수행되는 것이 중요하나, 대학에서의 교육과정은 이론적인 교육과 실험에 비중이 치우쳐 있음.
- 바이오의약 개발 R&D를 균형있게 수행할 수 있는 교육과정과 학사관리 개선이 필요함.
- 현재, 바이오창업의 이해, 생화학특론2 등의 과목에서 신약개발을 위한 R&D에 대한 산업계 연계



IC-PBL+ 교육이 이루어지고 있으며, IC-PBL+ 교과목의 확대 및 산업연계교육자문위원회의 운영을 통한 교과목의 지속적 확대개선이 필요함.

#### ○ 융합 교육과정 개선

- 바이오헬스 신산업 분야는 기존의 다양한 전공의 융합을 통하여 발전할 수 있음. 현재의 교과과정을 기반으로 다양한 전공과의 융합교육을 확대하여 융합적 사고를 성장시키는 교육과정 개선이 필요함.
- 현재, 소프트웨어중심대학과 일반생물학, 생화학, 분자생물학 및 생리학 과목을 바이오영역으로 공동 운영하고 있고, 생물정보학 과목을 융합영역과목으로 개설 및 운영 중에 있음(학부).
- 소프트웨어중심대학과 바이오 소프트웨어 융합전공학위 과정을 2019년부터 운영하고 있음.
- 소프트웨어중심대학과 연계 교과목으로 개발하고 의생명과학대학원과 생명정보 데이터베이스 활용을 연계 교과목으로 개발함으로써, 대학원 융복합 교육을 확대할 예정.

#### ○ 대학원생의 연구 선택권 확대

- 대학원 입학학생들의 lab rotation 등의 제도 미비로 학생들의 학위연구주제의 선택권이 제한됨.
- 학생들의 연구주제 선택에 대한 다양한 정보 제공 및 박사과정생 중심으로 lab rotation 기회 제공

#### (4) 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 결과

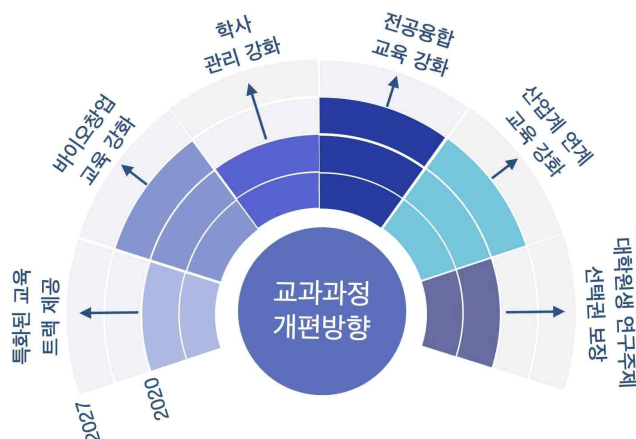
- 기존의 한양대학교 생명공학과와 장점을 강화하고 벤치마킹 대학의 장점을 반영하여, 바이오의약 인재양성 교육연구단의 교과과정 개선

	현행	개선 계획	개선 진행 결과
이수학점	석사: 26학점 이상 박사: 37학점 이상 석박사통합: 58학점 이상	현행유지	현행유지
이수필수과목	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학	현행유지	현행유지
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	특화된 교육 트랙 제공 (난양공대의 장점 반영)	트랙 구성을 위한 6과목 신규 개설
실험 및 기타교육	세미나 1/2, 생명공학 실험학	현행유지	현행유지
산업체 연계 교과과목	바이오창업의 이해, 생화학특론2 등 2과목 IC-PBL+ 운영	IC-PBL+ 운영 확대 (6과목 신설) (한양대학교의 장점 확대)	IC-PBL+ 2과목 추가 (총 6과목 개설)
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	박사과정학생 신청자 2명 실시
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 1회 이상 시행
세미나 발표의무	세미나 1회 이상 의무	현행유지	현행유지
타 전공 과목 수강	타 전공과목 인정	전공 간 연계강좌 개설 및 타 전공과목 수강 권장	타 전공과목 수강 권장 (12명의 대학원생, 7과목의 타과과목 수강)

- 특화된 교육 트랙 제공: 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구의 4개의 트랙으

로 구분하여, 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 교육 트랙 제공

- 산업계와의 연계 교육 강화: IC-PBL+ 교과목 확대 및 바이오기업에서의 인턴실습 제공
- 바이오창업 교육 강화: 바이오창업의 이해 등의 창업 관련 교과목 운영
- 학사관리의 강화: 조교제도 확대 (조교정원 30% 이상 확대) 등 학위논문제출자격의 강화
- 전공융합교육 강화: 타 전공과의 연계 강좌 (생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학, 생명정보 데이터베이스 활용) 개설 및 타 전공과목의 수강 권장
- 대학원생 연구주제 선택권 강화: Lab rotation 제도를 운영하여 학생의 연구주제의 선택권 확대



[교과과정 개편방향]

# ○ 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정 운영 계획

## (1) 생명공학과 대학원 교과목 개편: 특화된 교육트랙 제공

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성			
전공심화교육	전공융합교육	산업계연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	생체융합재료특론	중양생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
면역학 특론	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적적용	신규개설완료 교과목: <input type="text"/>
생명공학세미나 1,2	면역세포치료제특론	단백질설계	타 기관 연계 교과목: <input type="text"/>
생체재료특론	세포이미징기술	항암바이러스 개발연구실습	개설예정교과목: <input type="text"/>
약물전달학특론	생명과학기술	응용핵산생화학	
생화학특론 1	구조단백체 이용기술	생명공학실험학	
분석생화학	생명정보데이터베이스 활용	인턴십 및 현장실습	
	생물정보학	인체유전체학	
		바이오창업의 이해	

[한양대학교 생명공학과 교과목 구성]



### [바이오의약 신산업 대응 교과목 구성]

- **특화된 교육트랙** 제공: 학생의 연구주제에 따른 전공과목 선정 및 수강계획 지도, 대학원 졸업 후 진로 (진학, 취업, 창업) 결정에 따른 교과목의 구성 및 선정 지도
- **산업계 연계교육(IC-PBL+) 교과목 확대**: 신산업에 필요한 인재들을 양성하기 위하여 관련 수요기업들로부터 실제 현장의 문제를 받아 이를 해결하는 수업을 진행하고 이에 대한 피드백을 받을 수 있는 IC-PBL+의 강의 플랫폼에 기반한 교육과정 개편 수행
- **융합교육 강화**: 신산업 분야에 대한 폭넓은 이해를 함양할 수 있는 교육을 위하여 융합교과목의 개설, 타학과 교과과정 이수, 타 학과와의 공동강의 개설 등의 융합 교과과목 확충을 통한 교육과정 개선. 현재 소프트웨어중심대학 학부과정으로 2019년부터 바이오 소프트웨어 융합전공 학위과정을 운영. 일반 생물학, 생화학, 분자생물학, 생리학 과목을 바이오영역으로 운영하고 있음. 이러한 융합교육을 확대하여, 대학원 과정에 공동운영 교과목으로 생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학학을 개설하며, 의생명과학대학원과 생명정보 데이터베이스 활용 과목을 개설하여 운영할 예정이다.

	교과목명	융합분야
신규전공 융합 교과목	융합세포생물공학	세포생물학과 조직공학을 위한 재료공학의 융합과목
	세포이미징융합기술	세포생물학과 영상기술을 위한 재료공학의 융합과목
	구조단백체 이용기술	단백질구조분석생화학과 약물개발의 약학의 융합과목
타학과/기관과의 공동강의	생물정보학	소프트웨어중심대학과의 연계
	인체유전체학	소프트웨어중심대학과의 연계
	응용핵산생화학	소프트웨어중심대학과의 연계
	생명정보 데이터베이스 활용	의생명과학대학원과의 연계
	바이오창업의 이해	산학협력단 창업지원단과의 연계

- **학생주도 창의연구 과목 운영**: 바이오의약 신산업 관련 주제에 대한 학생 주도의 연구주제 설정, 연구계획 수립 및 수행 등, 학생 주도적 연구 능력을 배양하는 과목 운영. 현재 생체모사공학설계, 시스템생물학설계, 응용생화학설계, 의약품전달 설계 등의 4개 과목을 운영하고 있고, 추후 분야를 확대할 예정이다.

### (2) 산업계 연계 교육을 위한 산업연계교육자문위원회 운영

- 목표: 산업연계 교육과정 수립, 산업계 요구의 적극적 파악, 학생의 진로역량 강화
- 자문위원회의 역할
  - 생명공학전공 교육과정 개편 자문
  - 산업연계교과목 개발 자문

- 학과 경진대회 심사위원 추천 및 참여
- 대학 행사 참여를 통한 산학 연계 강화
- 생명공학 관련 이수에 대한 전략적 우선순위 자문
- 학생현장실습 관련 자문
- 산업연계 개발 교과목 담당 교강사 추천 및 참여
- 학생진로교육 및 취/창업 자문

• 구성원

재위촉 여부	소속	성명	학과(부) IAB 구분	위촉 기간
신규위촉	한양대학교	이상경	학과(부)장(당연직)	2022.03.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	시지바이오	유현승	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	한국애브비	인대훈	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	휴온스	김영목	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	비비에치씨	이상연	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	한국유나이티드제약	최연웅	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
재위촉	옵티팜	최기명	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.
신규	테라베스트	황도원	외부위원	2021.04.01. ~ 2023.03.31.

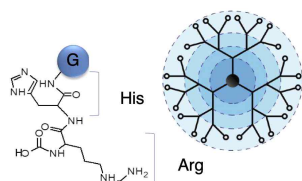
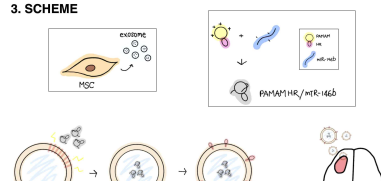
(3) Industry-Coupled Problem-Based Learning (IC-PBL+) 교과목 운영

- 산업체, 지역사회, 학교의 상호연계를 통하여 학습자가 현장에서 발생하는 실제적인 문제를 해결하는 창의융합형 인재교육 실시
- 연계산업체의 현장에서의 문제를 해결하는 연구를 수행함.
- 한양대학교는 학부과정의 IC-PBL과 대학원과정의 IC-PBL+를 운영하고 있음. IC-PBL+의 세부 수업 유형은 현장통합형, 현장평가형, 문제해결형, 현장문제형으로 세분화하고 진행하고 있음.
- IC-PBL+ 운영 교과목 현황 및 계획: 현재 개설되어 있는 6과목 이외에도 향후 2과목을 추가하여, 총 8과목을 IC-PBL+로 운영할 계획임. 세미나, 논문연구, 학생주도 창의연구과목, 현장실습, 타 기관과 공동관리 과목 등을 제외한 19과목 중에서 8과목을 IC-PBL+로 운영함으로써, 전체 과목 중 40% 이상을 IC-PBL+로 운영함.

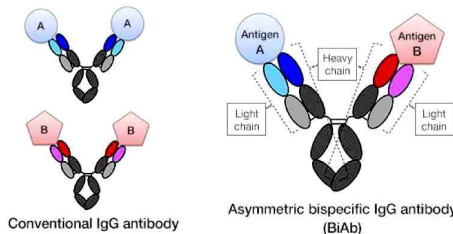
대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리엑티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	분석생화학	(주)시그넷바이오	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	(주)알티엠피, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편

- 현재 IC-PBL+ 개설과목의 예

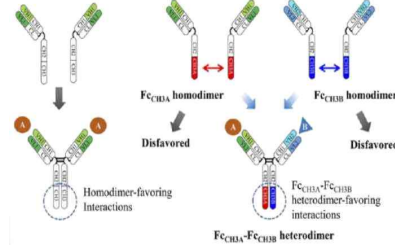
과목명	생화학특론2	교수자 성명	이민형
수업의 핵심역량			
창의적 사고력 (Creative thinking), 의사소통능력(Communication skill), 협업능력(Collaboration), 비판적 사고력(Critical thinking)			
IC-PBL+ 유형: Create Type (협력적 문제해결형)			
수업 개발 목적	특정 질병들에 대한 생화학적 특성을 학습하고, 이를 치료하기 위한 바이오의약품의 개발과 생화학적 분석에 대한 과정을 이해하고 개발함.		
실제 삶과 기업과 연계된 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌졸중, 뇌종양, 치매 등 뇌질환의 치료를 위한 펩티드/핵산 약물은 생화학적인 특성과 뇌조직의 생리화학적 특성으로 인하여, 뇌로의 바이오의약품의 전달은 효율이 매우 낮</li> </ul>		

또는 문제상황	<p>음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌로의 바이오의약품 전달 효율을 개선하기 위한 새로운 전달체 및 전달기술을 설계하는 것을 목표로 함.</li> </ul>																																
주차별 IC-PBL+ 수업활동	<table border="1"> <tr><td>1주차</td><td>연구배경의 이해 1: 연구과제 및 관련 기업체의 소개</td></tr> <tr><td>2주차</td><td>연구배경의 이해 2: 뇌질환에 대한 소개 및 현황</td></tr> <tr><td>3주차</td><td>연구정보의 수집 1: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰</td></tr> <tr><td>4주차</td><td>연구정보의 수집 2: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰</td></tr> <tr><td>5주차</td><td>연구정보의 수집 3: 뇌질환에 대한 치료기술 현황 소개</td></tr> <tr><td>6주차</td><td>문제상황의 이해: 관련 기업체의 기술개발 현황, (주)시그넷바이오텍</td></tr> <tr><td>7주차</td><td>전달대상의 이해 1: 팀별 진행, 바이오의약품-펩티드/단백질 의약품</td></tr> <tr><td>8주차</td><td>전달대상의 이해 2: 팀별 진행, 바이오의약품-핵산 의약품</td></tr> <tr><td>9주차</td><td>전달목표의 이해 1: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰</td></tr> <tr><td>10주차</td><td>전달목표의 이해 2: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰</td></tr> <tr><td>11주차</td><td>전달기술설계 1: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석</td></tr> <tr><td>12주차</td><td>전달기술설계 2: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석</td></tr> <tr><td>13주차</td><td>전달기술설계 3: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의</td></tr> <tr><td>14주차</td><td>전달기술설계 4: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의</td></tr> <tr><td>15주차</td><td>전달기술설계 5: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의</td></tr> <tr><td>16주차</td><td>최종 성과물 제출 및 서면평가</td></tr> </table> <p>IC-PBL+ 개발 및 운영 관련 성과와 노하우</p>	1주차	연구배경의 이해 1: 연구과제 및 관련 기업체의 소개	2주차	연구배경의 이해 2: 뇌질환에 대한 소개 및 현황	3주차	연구정보의 수집 1: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰	4주차	연구정보의 수집 2: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰	5주차	연구정보의 수집 3: 뇌질환에 대한 치료기술 현황 소개	6주차	문제상황의 이해: 관련 기업체의 기술개발 현황, (주)시그넷바이오텍	7주차	전달대상의 이해 1: 팀별 진행, 바이오의약품-펩티드/단백질 의약품	8주차	전달대상의 이해 2: 팀별 진행, 바이오의약품-핵산 의약품	9주차	전달목표의 이해 1: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰	10주차	전달목표의 이해 2: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰	11주차	전달기술설계 1: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석	12주차	전달기술설계 2: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석	13주차	전달기술설계 3: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의	14주차	전달기술설계 4: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의	15주차	전달기술설계 5: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의	16주차	최종 성과물 제출 및 서면평가
1주차	연구배경의 이해 1: 연구과제 및 관련 기업체의 소개																																
2주차	연구배경의 이해 2: 뇌질환에 대한 소개 및 현황																																
3주차	연구정보의 수집 1: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰																																
4주차	연구정보의 수집 2: 뇌질환에 대한 생화학적 특성 고찰																																
5주차	연구정보의 수집 3: 뇌질환에 대한 치료기술 현황 소개																																
6주차	문제상황의 이해: 관련 기업체의 기술개발 현황, (주)시그넷바이오텍																																
7주차	전달대상의 이해 1: 팀별 진행, 바이오의약품-펩티드/단백질 의약품																																
8주차	전달대상의 이해 2: 팀별 진행, 바이오의약품-핵산 의약품																																
9주차	전달목표의 이해 1: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰																																
10주차	전달목표의 이해 2: 팀별 진행, 뇌의 생리학적, 해부학적 특성 고찰																																
11주차	전달기술설계 1: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석																																
12주차	전달기술설계 2: 팀별 진행 및 발표, 기존 전달기술의 문제점 분석																																
13주차	전달기술설계 3: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의																																
14주차	전달기술설계 4: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의																																
15주차	전달기술설계 5: 팀별 진행 및 발표, 조별 설계 및 발표, 토의																																
16주차	최종 성과물 제출 및 서면평가																																
교수자 성찰	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본 수업에서는 뇌로의 바이오의약품 전달을 위한 신규전달방법을 설계하는 데에 목적이 있으나, 광범위한 생리학적, 생화학적 지식을 기반으로 하여야 하기 때문에, 학생들의 지속적인 정보수집이 기반이 되어야 했음.</li> <li>• 학생들의 정보수집 과정에서 방향 설정의 자유를 최대한 보장하였으며, 그 결과 bispecific antibody와 같은 기존에는 볼 수 없던 새로운 접근법을 제시하는 등 흥미로운 결과를 도출하였음.</li> <li>• 생화학의 지식기반 과목에서 출발하여, 새로운 접근법을 중시하는 상황을 도출하여 제시함으로써, 학생들의 창의성을 발휘하도록 하는데 중점을 두었음.</li> </ul>																																
학생들 성찰일지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (한*록) 수업의 진행방식은 상당히 주도적이어서 학습효과가 확실히 좋았다고 느낀다. 단순한 강의 위주의 수업이 아니기 때문에 적극성을 요구한다. 또 현재 사회적인 분위기로 청년창업을 지지하고 지원하는 트렌드에서 IC-PBL+ 과목은 또다른 창업 창출의 발돋움의 될 수 있다고 생각한다.</li> <li>• (하*규) Stroke에 대한 개괄적인 이론 수업을 들은 후에, stroke 치료 관련 연구를 진행하고 기구를 제작하는 회사와 직접 대면할 수 있어서 좋았다. 이론적인 부분만 아니라 실용적인 측면에서의 접근방법도 배우게 되었고, 실제 내가 연구하고 있는 주제를 접목시켜 학습할 수 있어서 더 주체적으로 참여할 수 있었다.</li> <li>• (이*기) 산업체와 연계하여 뇌졸중 분야의 실제 전문가들과 의사소통하며 진행 되는 수업 방식이 정말 도움이 되었다. 뇌졸중 동물 모델을 만드는 장치를 개발하는 회사와 연계하여 실제 제품 등의 설명을 들을 수 있었고 현재 연구 중인 주제에 방향성을 제시해주었다.</li> </ul>																																
산업체 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 뇌로의 약물전달 방법은 뇌질환 치료제 개발에 가장 어려운 허들에 해당하는데, 제시된 아이디어 중에서는 참신한 아이디어가 제시되어 유용하였음. 향후에도 지속적인 협력 예정</li> </ul>																																
<div style="text-align: center;">  <p>덴드리머와 histidine/arginine으로 구성된 새로운 약물전달체</p> </div>	<div style="text-align: center;"> <p>3. SCHEME</p>  <p>엑소좀/덴드리머/리간드를 복합한 신규 약물전달체</p> </div>																																





트렌스페린과 약물의 모두 결합할 수 있는 bispecific antibody를 개발하여 뇌로 약물전달



약물과 뇌에 모두 결합하는 bispecific antibody의 제조법

과목명	바이오창업의 이해	교수자 성명	임태연
수업의 핵심역량			
창의적 사고력 (Creative thinking), 의사소통능력(Communication skill), 협업능력(Collaboration), 비판적 사고력(Critical thinking)			
IC-PBL+ 유형: Create Type (협력적 문제해결형)			
수업 개발 목적	대학원생들이 진행 중인 연구 혹은 관련 내용을 중심으로 창업을 한다는 전제 하에 무엇을 어떻게 준비 하는지 강의를 통해 학습하고 성공적인 사례분석 등을 통하여 배우고, 이를 직접 사업 모델로 만들어 사업계획서를 작성해 보는 것을 강좌의 목표로 한다.		
실제 삶과 기업과 연계된 프로젝트 또는 문제상황	<p>바이오산업은 대한민국의 차세대 먹거리의 하나다. 다른 산업과 달리 새로운 아이템이 성공적으로 개발되었을 때 이익률이 그만큼 크기 때문이다. 그러나, 정작 기술을 가지고 있는 대학원 이상의 교육을 받은 연구자들의 경우, 막연한 두려움과 잘 모른다는 이유로 창업을 꺼리는 경우가 매우 많다.</p> <p>이 과목은 한양대학교 창업지원단과 바이오스타트업 인큐베이터 회사인 (주)크리액티브헬스 그리고 생명공학과가 중심이 되어 대학원생을 위한 바이오 스타트업과 관련한 실제적인 준비를 하는 것을 내용으로 한다. 자신의 연구주제를 사업한다는 가정 하에, 어떤 아이템을 창업으로 연결할지 결정하는 부분을 사업계획서를 작성하는 내용을 PBL의 형태로 진행한다. 회사와 강의자의 의견제시와 논의를 통하여 사업계획서를 몇차 수정하고 이를 기반으로 모의 IR을 진행하고 이를 (주)크리액티브헬스가 참여하여 내용을 확인 평가함으로써 실제적 기술을 창업으로 이끌어 갈수 있는 능력을 배양하고자 한다.</p>		
주차별 IC-PBL+ 수업활동	1주차	과목 인트로	
	2주차	창업의 시작	
	3주차	창업 관련 법령의 이해	
	4주차	창업 관련 세무 이해	
	5주차	시장조사	
	6주차	시장조사 II	
	7주차	문헌분석	
	8주차	문헌분석 II	
	9주차	특허 관리 및 유지	
	10주차	사업화 단계 일반 1	
	11주차	사업화 단계 일반 2	
	12주차	일차 발표	
	13주차	성공사례 분석	
	14주차	2차 발표 및 보완 내용 점검	
	15주차	최종 발표	
	16주차	총평 및 정리	
IC-PBL+ 개발 및 운영 관련 성과와 노하우			
교수자 성찰	<p>창업지원센터의 창업지원프로그램의 일부를 공통으로 운영하다보니, 교수자가 직접 강의 하는 시간과 (화요일) 센터의 강의 시간 (목요일 저녁)이 상이하여 학생들이 불편함을 느낄 수 있었다. 시간을 미리 조정하든, 아니면 창업지원단에서 지원하던 창업 전반에 대한 내용을 온라인 강의화 해서 진행하는 것이 도움이 될 것이라고 생각한다.</p> <p>당초, 기대했던 이상으로 학생들은 적극적이었으며, 특히 사업계획서 발표의 부분은 마치 상황극을 하듯 매우 진지하였으며, 듣고 있는 학생들 역시 투자자인 입장에서 적극적으로 질문을 하여 기존의 강의보다는 확실히 매력이 있는 과목인 것으로 생각됨.</p>		

학생들 성찰일지	<p>단순한 강의 중심의 강의가 아니라, 직접 연구하는 주제를 사업화 한다는 전제하에 수업을 진행하셨기 때문에 기존의 과목과는 조금 다른 측면에서 연구 주제를 볼 수 있어서 좋았습니다.</p> <p>창업센터와 생명공학과 강의실을 왔다 갔다, 시간도 변경이 많아서 다소 혼란스러웠음. 그렇지만, 평상시 강의실에서 들을 수 없었던 실제 사업화에서 필요한 특허 이슈라든지 바이오신약개발의 프로세스를 직접 연구하는 테마를 가지고 진행 해본 점은 보람있었음.</p> <p>나의 연구 주제로 사업화한다는 전제로 사업계획서를 만들고 발표하는 과정에서 처음에는 어색하고 이상했지만, 횟수가 거듭할수록 진지하게 몰입하는 나와 학생들의 모습을 보는 것이 재미있었음.</p>
산업체 의견	<p>양극성 펩티드를 이용한 유전자 전달에 대한 부분이 굉장히 인상적이었음. 산업적인 측면에서는 생체 유래의 펩티드로, 유전자 및 약물을 같이 전달할 수 있는 기술의 산업화 가능성이 높을 것으로 판단되었음</p> <p>전반적인 학생들의 창업 의지와 진지함이 놀라웠음.</p>

#### (4) 기업체 인턴 교육 및 취업 지원

- 인턴 프로그램 운영: 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장교육을 동시에 진행할 수 있는 기회 제공.

순번	지도 교수	성명	기간	산업체명	산업체 담당자	실습 계획	실습 내용
1	이동윤		2022.01.03. ~ 2022.01.28.	일릭사파마텍		1~2주차: IBD 동물모델 확립 3~4주차: IBD 동물모델 관련 조직 검사 방법	나노 의약품의 동물실험에 대한 기본 지식 습득 IBD 동물 모델 관련한 분석 지식 습득
2	이동윤		2022.01.03. ~ 2022.01.28.	일릭사파마텍		1~2주차: IBD 동물모델 확립 3~4주차: IBD 동물모델 관련 조직 검사 방법	나노의약품의 동물실험에 대한 기본 지식 습득 IBD 동물 모델 관련한 분석 지식 습득
3	박희호		2022.06.13. ~ 2022.06.30.	심플플래닛		1주차: Tet-on system 유전자를 발현하는 lentiviral vector의 생산 및 iPSC 제작과정 2주차: Doxycycline-inducible lentivirus를 hiPSC에 transduction 3주차: MyoD 유전자의 발현확인, hiPSC의 성장 확인	Doxycycline-inducible lentivirus를 이용하여, hiPSC에서 원하는 유전자를 발현시키는 방법에 대해 이해 근육 뿐만 아니라 체내 다른부위 세포로의 분화연구에 적용 확대가능
4	박희호		2022.06.13. ~ 2022.06.30.	심플플래닛		1주차: 오가노이드 제작을 위해 hiPSC seeding 2주차: Cerebral Organoid Expansion, Maturation 3주차: Alzheimer's Disease 유도	제작된 오가노이드가 뇌의 특성을 갖는지 분석하기 위해 뇌와 관련된 마커를 확인, Immunostaining을 하여 3D사진 촬영. 알츠하이머 유도된 오가노이드가 알츠하이머 병리학적 특징 확인
5	박희호		2022.06.13. ~ 2022.06.30.	심플플래닛		1주차: 비통합 바이러스로 형성된 human iPSC 유지 2주차: 소 지방유래 줄기 세포에 독성 테스트 및 inhibitor 조성, 농도 조건 최적화 3주차: sendai virus, episomal vector로 구체적인 integration-free 실험 계획 디자인	1. BDF에 적용할 inhibitor 조성 및 농도 최적화 2. bADSC에 적용할 inhibitor 조성 및 농도 최적화 3. Bovine induced pluripotent stem cell (biPSC) 제작 4. 형성된 biPSC Characterization 5. Bovine induced pluripotent stem cell을 근육 세포 분화
6	박희호		2022.06.13. ~ 2022.06.30.	심플플래닛		1주차: Sendai virus로 형성된 hiPSC 유지 (control) 2주차: Porcine dermal fibroblast에 3가지 독성 테스트 3주차: Porcine embryonic fibroblast에 농도별 독성 테스트	1. Porcine dermal fibroblast에 적용할 inhibitor 농도 최적화 2. Porcine embryonic fibroblast에 적용할 inhibitor 농도 최적화 3. Porcine induced pluripotent stem cell (piPSC) 제작 4. 형성된 piPSC Characterization 5. Porcine induced pluripotent stem cell 근육세포로 분화
7	김용희		2022.03.02. ~ 2022.06.31.	커서스바이오		마이크로니들 모델링 3D 모델링된 최종 형태를 3D 프린터를 이용해서 제작 및 방식 최적화. 고분자 탭제가 가능하도록 실리콘 몰드 제작 및 최적화.	마이크로니들 제작 방식 최적화 마이크로니들 소재 최적화

						마이크로니들 강도 평가 밝혀낸 성질을 이용하여 최종적으로 사용하게 될 고분자 선정.	
--	--	--	--	--	--	--	--

- 인턴프로그램 참여 기업체: (주)동화약품, (주)보령제약, (주)LG화학, (주)아이진, (주)프로테옴텍, (주)제노텍, (주)시그넷바이오텍, (주)진메디신, (주)알티엠플, (주)슈퍼노바바이오, (주)KB바이오메드에서 대학원생 인턴프로그램을 제공할 예정임.
- 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공함.

#### (5) 학연 공동연구체제 확대

- 한양대학교는 국내 최고 연구기관의 하나인 KIST와 KIST-HYU Program을 설립하여 대학원생 또는 박사후연구과정생들에게 1년간 국비장학금을 지급하는 미국 연수프로그램을 운영하고 있음.
- 이외에도 국내 우수 연구기관인 한국에너지기술연구원, 한국화학연구원, 한국생명공학연구원, 한국생산기술연구원 등과도 협정을 체결하고, 학연 석사, 박사학위과정을 통하여 공동연구를 추진하고 있으며 이를 더욱 확대할 계획임.

#### (6) 특허교육 및 기술사업화 교육 확대

- “지적재산권”의 중요성과 추후 연구의 “기술이전”, “특허방어” 등 산업체에서 사업화 진행에 필요한 내용의 교육 실시. ‘바이오창업의 이해’ 교과목에서 기술사업화 교육과 더불어 지적재산권 교육 실시.
- “생명의학 관련 데이터 분석을 위한 교육”, “특허 출원과 방어를 위한 교육” 및 신약에 대한 개발에 있어서 관련된 경영 교육을 수행하여 신산업 R&D를 수행함에 있어서 보다 넓은 사고를 가진 인재양성을 목표로 교육과 학사관리를 개선함.
- 바이오창업의 이해 및 IC-PBL+ 진행 과목 중심으로 특허, 데이터 분석 및 실험실 창업 및 경영을 포괄하는 다양한 신학문으로 연구단의 교육과목을 운영할 계획임.

### ○ 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정의 충실성 및 지속성

#### (1) 충실성

- 제시한 교육목표 대비 실행방안을 정비하여 각 교육목표가 충실히 달성되도록 제도적 정비 완료. 특히, 한양대학교의 다양한 교육센터 및 프로그램의 지원을 받아서 교육목표 달성 촉진.
  - 산업계 연계교육을 위한 IC-PBL+, 산업연계교육자문위원회 등을 한양대학교 교수학습센터 및 본부 지원으로 활성화함.
  - 한양대학교의 국제학술대회 개최 지원프로그램의 지원으로 국제심포지엄을 정기적으로 개최하며, 해외연수 및 석학세미나를 확대함.
  - 타 학과와 공동으로 운영하는 교과목을 확대 개설하여 융합교육 활성화(생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학, 생명정보 데이터베이스 활용 등).
  - 한양대학교 산학협력단 및 창업지원단의 지원을 받아 창업교육 활성화.

#### (2) 지속성

- CQI를 기반으로 한 선순환적 교과과정 개선 프로그램을 운영 중임.
  - 대학원 교과목의 CQI (continuous quality improvement)를 운영, 학생들의 강의평가를 기반으로 교과목 개선방안 도출하여 CQI 보고서 작성.
  - 담당 교수가 수업을 분석, 평가하여 수업의 질을 지속적으로 개선.
  - 교과목 CQI 보고서 입력사항: 지난학기 개선사항 반영결과, 이번 학기 강의 운영 시 문제점, 다음



학기 강의개선 방향, 강의 개선 설문.

- 산업연계교육자문위원회 및 학과운영위원회를 운영하여, 교과과정을 정기적으로 평가하고 지속적으로 개선이 가능하게 함.

○ 대학원 교과 강의계획

약물전달학 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목 배경 및 목표: 약물전달 기술은 장기간 국소적 혹은 전신적 약물전달로 약물의 효능을 극대화하고 부작용을 최소화할 수 있음. 이 분야는 미래 제약산업에서 빠르게 성장할 각광 받는 분야임. 새로운 약물을 개발하는 데는 수천억에 해당하는 큰 비용과 7-10년에 해당하는 긴 시간이 소요됨. 우리나라의 실정상 신약개발은 어려우나, 대신 제약산업, 특히 바이오의약품산업에서 유망하게 연구개발할 수 있는 분야는 기존의 약물을 전달하는 기술을 개발하는 것임. 본 과목은 이러한 약물전달시스템에 대한 이해를 목표로 함.</li> <li>• 강의내용: 본 교과목에서는 약물전달의 개념, 원리, 분류, 약물전달 속도조절 방법, 사용되는 고분자재료, 개발된 실제 예, 동물실험 예 등에 대해 강의함.</li> </ul>
바이오의약 전달학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 바이오의약품이란 인체에서 생리활성을 나타내는 다양한 단백질 혹은 치료용 유전자에 기반하여 제조한 의약품으로, 박테리아, 효모 등에서 대량생산이 가능함. 바이오의약, 특히 단백질 약물은 효소, 호르몬, 사이토카인, 백신, 단일클론 항체로 분류됨. 이들은 화학적, 물리적 특성상 세포흡수가 낮고 불안정하여 생체이용률이 낮아 효율적인 바이오의약전달시스템이 요구됨. 효율적인 바이오의약전달시스템의 설계 및 응용에 대한 이해를 목표로 함.</li> <li>• 강의내용: 바이오의약의 분해 및 안정화, 세포수준의 작용 기작, 효율적인 바이오의약전달시스템의 설계 및 고분자의 응용에 관한 포괄적인 주제를 다룸. 과목 이수를 통하여 생명공학 유래의 바이오의약의 안정화 기술, 제제설계 그리고 향후 연구개발 전망을 습득할 수 있을 것임.</li> </ul>
유전자 전달체의 임상적 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 현재 유전자치료를 위해 개발되고 있는 다양한 바이러스성/비바이러스성 유전자 전달체에 대해 다루는 교과목으로써, 바이러스 또는 비 바이러스성 전달체를 이용한 다양한 유전자 도입 기술과 치료전략에 대해 총체적으로 학습함.</li> <li>• 강의내용: 유전자 치료를 위한 바이러스성 또는 비 바이러스성 전달체의 종류, 특징, 개발전략 등에 대한 연구들을 알아보고, 최근 유전자 전달체의 임상적용에서 부각된 각 전달체의 단점들을 극복하기 위한 전략에 대해 제안 및 토의하는 문제 해결형 수업방식으로 진행하고자 함.</li> </ul>
항암 바이러스 개발 연구 실습	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 최근 항암바이러스가 기존 항암치료제의 대안으로 급부상하고 있음. 항암바이러스 개발에 관련된 실제적 기술을 연구실에서 직접 실험하고 그 결과를 분석하는 활동을 통해 신약의 연구개발 과정에 직접 참여해 보는 기회를 제공함.</li> <li>• 강의내용: 유전자 클로닝, 생체 내/외 효율성 검증, 면역 유전자 치료제 개발, 전신투여형 바이러스 개발 전략을 학습함.</li> </ul>
생화학 특론2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 기업체에서 질병치료제의 개발에 당면한 문제점을 인식하고, 생화학적 지식과 연구를 통하여 해결방법을 유도해내는 방법을 익힘. 바이오의약 분야에서 만날 수 있는 문제를 생화학적인 분석을 통하여 해석하고, 문제점의 해결책을 연구하는 과목임.</li> <li>• 강의내용: ‘뇌로의 표적형 약물전달 기술’, ‘허혈성 조직에서의 유전자 발현조절 기술’ 등 해결되지 않은 문제를 제시하고, 각 장기와 질병의 생화학적 분석을 실시하며, 광범위한 문헌조사로 현재의 해결방안을 고찰하고, 이에 상응하는 개선된 기술을 연구하고 개발하는 과목임.</li> </ul>
응용핵산 생화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 기업체에서 바이오의약품의 개발에 당면한 문제점을 인식하고, 유전자재조합 등의 생화학적 지식과 연구를 통하여 해결방법을 유도함.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>강의내용: 유전자재조합 및 핵산 (DNA/RNA) 도입을 통하여 생산될 수 있는 다양한 바이오의약품을 공부함. 이 바이오의약품의 범위에는 펩타이드치료제, 유전자 치료제, 핵산치료제, 리간드 단백질 발현을 통한 표적형 치료제 등을 포함함. 이러한 신규 바이오의약품의 개발기술을 통하여, 문제해결 능력을 배양</li> </ul>
조직공학 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목 배경 및 목표: 재생의료 치료제 신산업은 세포 치료제, 조직공학 치료제 등 재생의료 제품을 직접 개발하고 판매하는 기업들을 포함하며 또한 이러한 치료제 신산업의 인프라 및 지원을 담당할 수 있는 치료제 개발·생산에 필요한 시험, 저장, 유통 등을 지원하는 관련 기반 산업 뿐 아니라 비임상 및 임상시험 대행 기업(CRO), 생산공정 개발 및 생산 대행 기업(CMO 및 CDMO), 인허가·상용화 대행·자문 기업 등 포함. 본 과목은 재생의료 치료제에 대한 설계, 개발 및 응용능력을 배양.</li> <li>강의내용: 재생의료 치료제 산업과 이를 지원하는 기반 산업에 대한 현황등을 파악하여 관련 기업들을 IAB-Board를 통한 교육과정 참여 독려. 신기술 융복합 의료기술 관련 신산업에 필요한 인재들을 양성하기 위하여 관련 수요기업들로부터 실제 현장의 문제를 받아 이를 해결하는 수업을 진행함. 신산업분야에 대한 관련 법, 제도에 대한 강의 내용을 강화하여 관련 산업의 실제 활용 범위에 대한 이해를 돕도록 함. 특히 첨단재생의료 및 첨단바이오의약품 안전 및 지원에 관한 법률기술 등에 대한 이해를 통하여 신산업관련 재생의료 분야 실용화 방안의 현안과 첨단바이오의약품의 안전성·유효성 확보 및 제품화 지원에 필요함 사항을 토론.</li> </ul>
세포 생명공학	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생명공학 연구 및 산업 전반에 필요한 세포 배양 및 생체재료 기반 의료기기등과의 상호작용을 이해</li> <li>강의내용: 세포생명공학 전분야의 이론에 대한 깊이 있는 지식을 전달. 최근 관련분야의 연구논문들에 고찰을 통해 현재 선진국과 우리나라 생명공학기술의 차이를 이해할 수 있는 근거를 제시함. 영어전용 강좌를 통해 새로운 용어들에 대한 글로벌 커뮤니케이션 능력을 함양하고 학생들 스스로의 영어를 이용한 발표기회를 제공하여 대학원 재학중 각종 국제 학술대회 참여를 유발하고 졸업후 국외로 진학이나 취업등을 선택하는데 도움을 주고자 함.</li> </ul>
생체재료 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생체재료의 기본 특성에 대한 이해와 바이오의약전달 및 생체조직공학관련 최신 연구동향 습득</li> <li>강의 내용: 생명공학분야에서 중요한 역할을 차지하는 생체재료의 특성과 응용에 관하여 강의함. 생체재료가 갖추어야할 기본 성질인 생체적합성, 생분해성 등에 대한 이해. 다양한 생체재료 중 유기고분자인 천연고분자와 합성고분자의 구조 및 특성 이해. 바이오의약전달 및 생체조직공학에의 최신 연구동향을 중심으로 강의함. 일반 수업 및 발표식 수업 병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행.</li> </ul>
생체융합 재료특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생리활성물질을 결합시키는 방법에 대한 기본 지식 및 생체재료에의 결합을 통하여 생명공학분야에 유용한 혁신소재 설계</li> <li>강의 내용: 단백질, 다당류, 유전자 등에 생리활성물질을 화학적으로 결합시킬 수 있는 위치와 방법에 대한 기본 지식과 이들의 바이오의약전달 및 생체조직공학 관련 최신 연구동향을 강의. 일반 수업 및 발표식 수업 병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행. 외부 전문가 초청강연 포함</li> </ul>
의료용 고분자	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생명공학분야의 최신 연구에 사용되기 위하여 의료용고분자가 갖추어야할 요건과 성질에 관하여 이해함으로써 최종목적에 맞는 의료용고분자설계가 가능하도록 함</li> <li>강의 내용: 생체조직재생, 약물전달, 유전자치료, 세포이식 등 최첨단의 생명공학 분야에 있어서 필수적인 역할을 차지하는 의료용고분자의 특성과 응용을 다루는 과목임. 용도에 적합한 의료용고분자 설계를 위하여 의료용고분자 가 갖추어야 할 기본 성질 및 특성과 최신 연구동향에 관한 강의 진행. 일반 수업 및 발표식 수업</li> </ul>

	<p>병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행. 외부 전문가 초청강연 포함.</p>
세포 치료제	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 세포치료기술은 이식되는 세포의 구성분을 조작하고, 악성의 세포들을 제거하고, 줄기세포의 수를 증가시키는 필요성에 의해서 개발됨. 이러한 시험관 세포치료기술은 다양한 면역반응을 조절할 수 있는 가능성을 제공한다. 세포치료기술에 대한 설계 및 개발 기술의 이해를 목표로 함.</li> <li>강의내용: 본 강좌에서는 이러한 세포치료기술과 관련하여 세포를 선택, 증식 및 유전자전달 등이 요구되는 다양한 방법들에 대해서 공부한다. 이러한 연구들은 악성질환, 바이러스 감염, 자가면역질환 및 유전병 등에 대해서 효과적인 치료법이 될 것이다.</li> </ul>
세포이미징 융합기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 본 강좌에서는 1970년대 이후부터 최근까지 개발이 되고 있는, 살아있는 세포를 영상화하기 위한 다양한 기술들 및 분석기술들에 대해서 이해함.</li> <li>강의내용: Epifluorescence microscope, antibody 응용, fluorescence in situ hybridization (FISH) 기술, 유전공학 기술, 약물전달학 등과 융합되는 분야에 대해서 강의함.</li> </ul>
당뇨학 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 본 강좌에서는 당뇨병의 원인과 치료 방법에 대한 최신의 연구동향에 대해 강의를 진행함.</li> <li>강의내용: 당뇨병이 발병을 하는 여러 원인들 (유전적 및 환경적)에 대해 탐구하고, 질환을 치료하는 방법들 (약물송달학, 유전자치료, 세포치료제 등)에 대해 토의를 진행함. 더불어서 수업을 등록한 대학원생들의 과제 발표 시간을 통해서 좀 더 심화된 토의가 될 수 있도록 진행함.</li> </ul>
나노바이오 공학융합 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 나노기술과 바이오기술의 융합을 통하여 신규 치료제 등의 개발에 대한 이해를 목표로 함.</li> <li>강의내용: 나노기술과 바이오기술의 결합 기술에 관하여 논하고, 계면시스템, DNA 이용 나노구조체 제작 기술, 단백질 이용 나노구조체 제작 기술, 나노분석 시스템에 대하여 설명하고, 바이오융합기술 관련 특정분야에 대하여 현재의 동향 및 cutting edge technology에 대하여 강의함.</li> </ul>
면역학 특론	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 본 강좌는 각종 인체 면역 현상에 기초 지식을 이해하고 질환과 관련되어 나타나는 다양한 면역현상과 질병의 치료에 대한 면역학적방법의 연구에 대한 지식을 제공하는 것을 교육목표로 함.</li> <li>강의 내용: 면역계의 조직과 세포의 구성, 면역 기능의 종류와 차이점, 각종 면역 반응에 대한 검사 방법, 항체의 종류, 구조, 기능 및 유전자 발현, T세포의 항원인식 기전 및 관여 분자들의 종류, 구조 및 기능, B 및 T 세포의 발생 및 분화 과정, 각종 감염성 질환에서의 방어기전, 각종 면역결핍 질환의 발병 원인과 경과, allergy, 자가면역질환, 장기이식 거부반응에서 면역반응, 암환자에서의 면역적인 현상과 치료에서의 면역학적 진행, 상기의 각종 질환에서 면역반응의 조절방법에 대해서 강의함.</li> </ul>
면역학적 분석학	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 본 강좌는 기초 면역학을 선수강 한 학생을 대상으로 각종 질환에 대한 면역반응의 기본 원리와 면역질환의 병인 병리 이해를 도모하고, 면역학 연구의 방향 설정에 도움을 주고자 함.</li> <li>강의 내용: 바이러스 감염, 암 발생, 자가 면역, 면역 결핍증 등 질병에 대한 생체 내 면역반응의 상호 작용과 이에 대한 구조적 이해, 나아가서 생체 내 미치는 영향을 주제로 하여 강의를 하고 최근 논문을 읽고 면역학의 최신 경향을 이해하며 면역학에 사용되는 최신의 연구방법에 대해 이해함. 이 강좌를 통하여 ELISA, Cytokine Assay, FACS, Western Blot, q-PCR의 면역학적 분석에 어떻게 사용되는지에 대해서 강의함.</li> </ul>

## 2. 인력양성 계획 및 지원 방안

### 2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2021년 2학기	38	3	19	60
	2022년 1학기	40	2	21	63
	계				
배출 (졸업생)	2021년 2학기	15	2		17
	2022년 1학기	1	1		2
	계				

### 2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

#### (1) 우수 대학원생 확보 계획 및 실적

##### ○ 성과

- 실험실 인턴 실시
  - ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도 (2021년 2학기, 참여학생 16명, 참여교수 5명; 2022년 1학기, 참여학생 18명, 참여교수 5명)
  - ‘생명공학종합설계’ 학부교과목을 운영하여, 학생들의 연구활동 참여 유도 (2021년 2학기, 참여학생 43명, 참여교수 9명; 2022년 1학기, 참여학생 27명, 참여교수 9명)
- 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시. 단순한 입시 요강에 대한 안내뿐만 아니라 연구실 연구내용에 대한 비전 및 정보를 공유할 수 있는 자료 등을 제공함으로써 외부 우수 대학원생 유치 노력.
- 학과 및 관련 홈페이지 강화: 학과 홈페이지를 업데이트 하여 학과 관련 다양한 정보를 제공함. 특히, 입학정보, 취업정보, 학술정보를 게시판에 이용하여 제공함.
- BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 BK21 사업 관련 정보를 제공함.
- 장학금 지원: BK21 교육연구단 장학금, BK21 RA/TA 장학금, 교비/연구비 장학금 등을 지원함으로써 안정적으로 연구를 수행할 환경을 조성하여 우수한 대학원생의 지원 촉진.

##### ○ 향후 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

- 신산업분야 창업 등의 기회 부여 및 예비창업자의 창업역량강화 기회 제공. 교내 창업경진 프로그램 참여 독려 및 수상자에 대한 인센티브 제공 예정.
- 우수한 연구 성과를 배출한 학생은 교수진과 공동창업의 기회를 부여하고 연구개발의 연속성을 확보할 수 있도록 지원 예정.
- 해외 대학에 재학 중인 외국 대학생을 대상으로 본교 참여교수 연구실에 방문/교환 인턴제도를 추진하고, 대상 학생의 한국 내 체류비 일부를 지원함으로써 우수한 외국인 유학생 확보 예정.

#### (2) 우수 대학원생 지원 실적

##### ○ 성과

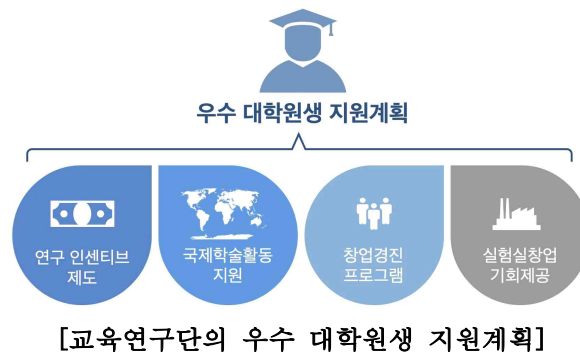
- 장학금 지원: BK21 교육연구단 장학금, BK21 RA/TA 장학금, 교비 장학금 등을 지원함(장학금 수혜율

: 2021년 95%).

- 인센티브 제도 도입: 해당 연도 학생 논문 발표실적을 평가하여 인센티브로 특별 장학금을 실적에 따라 차등지급함
- 국제학술활동 지원: 대학원생의 우수 연구성과를 국제학술회의에서 발표할 수 있도록 경비 지원.

#### ○ 향후 지원 계획

- 인센티브제도 유지: 대학원생 및 신진연구인력이 제1저자로 SCI급 국제학술지에 논문을 게재하는 경우, 평가를 통하여 BK21 우수논문상 및 소정의 인센티브(장학금 성격) 수여.
- 국제학술활동 지원 유지: 대학원생 및 신진연구인력의 우수 연구성과를 국내외에서 개최되는 국제학술회의에 참석 및 발표할 수 있도록 경비 지원 (1회/년, 항공료 및 체류비 지원).
- 창업경진 프로그램 개발 및 시행: 신산업분야 창업 등의 기회 부여 및 창업문화를 조성하고 예비창업자와 초기기업가들에게 창업역량강화 기회 제공. 학교 내의 라이언십 경진대회 등과 같은 창업경진 프로그램에 연구실 단위 또는 융합팀 형태로 대학원생들의 참여 독려 및 수상자에 대한 인센티브 제공.
- 실험실 창업기회 제공: 우수한 연구 성과를 배출한 학생은 교수진과 공동창업의 기회를 부여하고 연구개발의 연속성을 확보함. 실험실 창업은 연구단에서 전폭적인 지원을 하여 창업 초기의 경제적인 어려움을 극복하도록 지원할 예정임.



## 2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

### (1) 대학원생 성과 평가 및 피드백 제도 확립

#### ○ 성과

- 인센티브 제도 도입: 2021년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금 (실적에 따른 차등 지급)을 8명에게 지원

#### ○ 향후 추진계획

- 사업단 정기 워크숍을 통하여 학생들의 연구성과 발표를 실시하고, 참여교수들의 평가 및 피드백을 통하여 연구활동 개선 유도.
- 인센티브 제도 유지: 연구에 참여하는 대학원생의 양적 성과보다 질적인 우수성에 중점을 두고 평가 및 인센티브 제공.

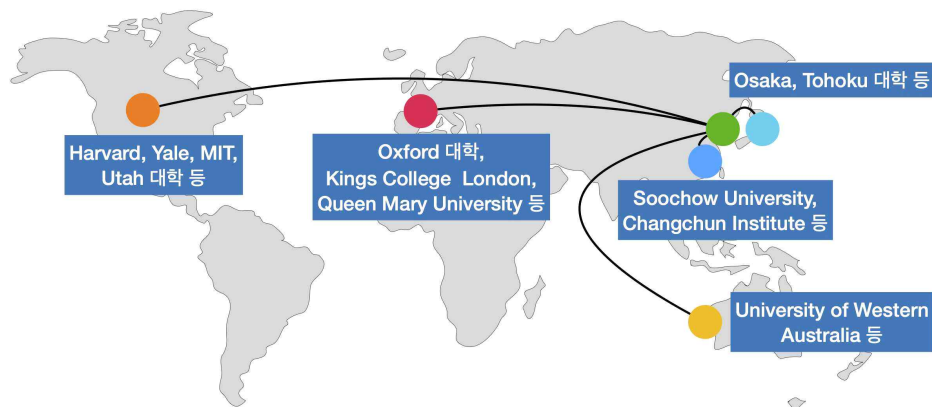
### (2) 우수 연구기관 연수기회 제공

#### ○ 성과

- COVID-19 감염증으로 인하여 해외 우수 연구기관 연수를 보류함.

○ 향후 추진계획

- 학생들의 성과 평가를 통하여 우수 대학원생을 선발하고, 공동연구협약을 맺은 해외 연구소 및 대학에 연수를 보내 최신 연구정보를 획득하여 국제적 연구 감각을 익히도록 함.
- 교수 개개인이 진행하던 해외 대학들과의 국제공동 연구 및 연수프로그램을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화하기 위해 해외 연구기관과 MOU를 체결하고, 해외기관 파견의 질적인 향상과 성과를 극대화해나갈 계획임.
- 대학원생의 단기연수 및 연구인턴십 프로그램을 지속적 수행하여, 대학원 학생들의 국제적 연구 네트워크 강화 및 연구역량 증대를 계속 시행할 계획임.



[대표적인 국제교류 연구기관]

- 국제공동연구를 기반으로 현재 학생 연구교류가 가능한 학교는 다음과 같음.
  - 미국: Harvard University, Yale University, Massachusetts Institute of Technology, University of California Los Angeles, University of Utah, Tufts University, University of Illinois, Urbana-Champaign, University of Pittsburgh, Rice University
  - 일본: Tokyo Institute of Technology, Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tohoku University, University of Osaka, University of Nagoya, University of Okayama
  - 유럽: University of Oxford, King's College London, University of Helmholtz, University of Cork Cancer Research Centre, Queen Mary University of London
  - 기타: Soochow University, Changchun Institute of Applied Chemistry, University of Western Australia

(3) 해외 및 국내 석학 세미나 및 심포지엄 정례화

○ 성과

- 생명공학세미나를 개설하여 국내외 연자를 초빙하고 최신 연구지견 강의 청취
- 2021년 2학기

일시	연사	소속	발표 제목
09월 09일	박천권 교수	성균관대학교 글로벌바이오메디컬공학과	Enhancing Cancer Immunotherapy using Biomaterials
09월 16일	황석연 교수	서울대학교 화학생물공학부	Biomaterial Applications in Cell-Based Therapy
09월	이승우 교수	포항공과대학교	Cancer Immunotherapy by Recombinant Cytokine

23일		생명과학과	and Bispecific Antibody
09월 30일	성창민 박사	한국과학기술연구원 도핑컨트롤센터	Introduction of Doping Control and Applied Biotechnology in Anti-Doping Analysis
10월 07일	오세행 교수	단국대학교 제약공학과	Porous Matrices for Delivery of Cells and Bioactive Molecules
10월 14일	양세란 교수	강원대학교 의학전문대학원	RAGE as Both a Biomarker of Disease Progression and Potential Therapeutic Target in Respiratory Diseases
10월 28일	김태형 교수	중앙대학교 융합공학부	Label-Free Detection of Various Cellular Functions
11월 04일	주진명 교수	울산과학기술원 바이오메디컬공학과	Targeted Nanomedicine that Interacts with Host Biology
11월 11일	박우람 교수	가톨릭대학교 바이오메디컬화학공학과	Image-Guided In Situ Cancer Vaccination
11월 18일	하상준 교수	연세대학교 생화학과	Vitalizing Artificial Cells with Immune Modulators for Cancer Immunotherapy
11월 25일	김환 교수	한국교통대학교 응용화학에너지공학과	Bioengineering a Microvascular Niche for Bone Regeneration
12월 09일	박상규 교수	아주대학교 약학과/노벨티노벨리티 대표이사	Novel ADC Development to Treat Cancer

- 2022년 1학기

일시	연사	소속	발표 제목
3월 3일	강경선 대표	강스템	Cell Therapy; from stem cell to CAR-T
3월 11일	장인호 교수	중앙대학교 의과대학	Bladder cancer on chip for drug screening
3월 17일	김홍남 박사	KIST 뇌과학연구소	Brain-on-a-Chip Technology for Recapitulating Brain Microvasculature Physiology and Pathology
3월 24일	한성준 대표	비에이치엘바이오(주)	A novel approach to discover the innovative medicine targeting protein-protein interaction(PPI)
3월 31일	최정옥 교수	전남대학교 약학대학	A novel strategy of macromolecular oral delivery to enhance anti-tumor efficacy
4월 7일	장종욱 대표	이엔셀	Founding a Biotech Company via Research-Driven Hospital R&D Project and Developing Cell Therapeutics and CMO Business
4월 14일	이원화 교수	성균관대학교 화학과	Research on theragnostic biomaterials for severe COVID-19
4월 28일	윤현규 대표	아토플렉스(주)	홈 진단키트의 현재와 미래
5월 12일	이연 교수	서울대학교 화학부	Peptide/protein-based materials for membrane interaction and selective targeting
5월 19일	박기량 대표	씨드모젠	바이러스 기반 바이오의약품 개발 및 제품화
5월 26일	박미선 과장	식품의약품안전처	첨단바이오의약품의 규제과학연구 (Regulatory Perspectives for Advanced Therapies)

- 국제 심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)

○ 향후 추진계획

- 해외 및 국내 석학을 중심으로 최신 연구주제에 대한 세미나 및 특강을 계속 개설하여 국제적인 연구동향을 파악하게 하고, 세계적인 석학과의 만남을 통해 탁월한 인재로 성장할 수 있는 기회 제공.
- 연구단 차원의 심포지엄 및 학회 개최를 확대하여 학부 및 대학원생들이 최근 연구동향 및 바이오산업의 흐름에 대한 최신정보를 습득하고, 이를 통한 창의적, 자기 주도적 연구자로 성장할 수 있는 기회를 제공하고자함.

(4) 국제학회 참가지원 및 구두발표 독려

○ 성과

- 대학원생의 국제학회 5건 참가지원

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	TERMIS	Multicellular spheroids incorporating osteoinductive and ROS scavenging synthetic fibers with biomineral coating
	2022 MRS SPRING (2022.05.08-13)	Potential of 3D printing in Fabrication of Patient-Specific Biodegradable Microneedle Platform for Alopecia Treatment
	2021 Nature Conference “Bio-Inspired Nanomaterials“	조직공학세포의 지속적 세포 호흡을 위한 엽록체-외막결합 펩타이드를 이용한 감광 산소 생성 생체 재료 개발
	한국생물공학회 춘계 학술대회 (2022.04.13.~2022.04.15.)	Basic Fibroblast Growth Factor Delivery Using Human Serum Albumin Nanoparticles for Effective Wound Healing
	ASGCT 13 <sup>th</sup> International Oncolytic Virus Conference	Biodistribution, pharmacokinetics, and safety profiles of systemically administered adenovirus coated with tumor-targeted and biocompatible polymer

○ 향후 추진계획

- 국제학회 참가지원 유지: 국제화 역량들이 함양될 수 있도록 해외 국제학회에 참가 지원.
- 구두발표 촉진: 국제 학술대회에서의 구두발표를 수행하는 학생에게 인센티브를 지원하고 연구활동 경험과 국제적 교류활동을 확대.

(5) 전공간 융합교육의 강화

○ 성과

- 융합교과목의 운영: ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 운영
- 대학원생의 타 전공과목 수강 촉진: 타 전공과목 수강 시 전공과목 수강으로 인정.
  - 12명의 대학원생이 타과 과목 수강
  - 생명과학과, 화학공학과, 융합전자공학과, 자원환경공학과와 전공과목 수강

○ 향후 추진계획

- 신산업 관련 연구 분야에 대한 폭넓은 이해를 함양할 수 있는 대학원생을 교육하기 위하여 학제 간, 전공 간의 활발한 교류를 통한 통합적 연구역량 강화의 일환으로 다른 학과의 연관 교과목 수강 시 전공인정, 다른 학과와의 공동강의 개설 등의 프로그램 확보함 (소프트웨어중심대학과 연계로 생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학 과목을 의생명과학대학원과 연계로 생명정보 데이터베이스 활용 과목을 개설할 예정).

(6) 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여

○ 성과

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습을 신규 개설



- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목을 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB의 단계적 구성. IAB의 권고사항을 학과와 본부의 통합적인 행정 및 지원 환경 완성 (<https://iab-hyu.hanyang.ac.kr>).

○ 향후 추진계획

- IAB 위원회 및 IC-PBL+, 산업체 과제 등을 적극 활용하여 대학원생들이 신산업 현장의 문제들을 직접 인지하고 이에 대한 포괄적인 해결방안을 찾을 수 있는 기회를 부여
- 창업관련 세미나 개최 및 창업 관련 경진대회를 주최하여 학생들이 연구개발의 산업화에 대한 능력을 고취할 계획임.

## 2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021년 8월 및 2022년 2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명, %)

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취창업률 % (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업 자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 8월 졸업자	석사	3	0	0	0	3	3	100
	박사	1			0	1	1	
2022년 2월 졸업자	석사	15	0	0	0	15	10	70
	박사	2			0	2	2	

○ 참여대학원생의 취업성과

- 졸업생 23명 중 18명이 전공관련 분야 취업 (78.2% 취업률)
- 한양대학교 산학협력단 취업은 석사/박사후 연구원으로 계약직 연구원이지만, 해외 유학 및 박사후연수과정을 준비하는 졸업생들로서 적절한 단기취업을 한 것으로 판단.

졸업년도	학생	취득학위	취업구분	취업	회사명
2121.08		석사	취업	202107	HK콜마
2121.08		석사	취업	202107	휴온스랩
2121.08		석사	취업	202109	셀트리온
2121.08		박사	취업	202109	한양대학교 산학협력단
2022.02		박사	취업	20220301	한양대학교 산학협력단
2022.02		박사	취업	20220919	일동제약
2022.02		석사	취업	20220601	갤럭시
2022.02		석사	취업	20220301	삼성바이오에피스
2022.02		석사	미취업	-	-
2022.02		석사	취업	20220816	삼성바이오로직스
2022.02		석사	취업	20220301	젠바디
2022.02		석사	미취업	-	-
2022.02		석사	취업	20220808	한미약품
2022.02		석사	취업	20220301	삼성바이오로직스
2022.02		석사	취업	20220301	애경산업
2022.02		석사	취업	20220901	녹십자
2022.02		석사	취업	20220302	진메디신

2022.02		석사	미취업	-	-
2022.02		석사	미취업	-	-
2022.02		석사	취업	2022.08.08	한미약품
2022.02		석사	미취업	-	-
2022.02		박사	취업	20220901	한양대학교 산학협력단
2022.02		석사	취업	20220901	한양대학교

○ 취업률 제고를 위한 계획

- 인턴 프로그램 운영: 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장 교육을 동시에 진행할 수 있는 기회 제공.
- 인턴프로그램 참여 기업체: (주)동화약품, (주)보령제약, (주)LG화학, (주)아이진, (주)프로테옴텍, (주)제노텍, (주)시그넷바이오텍, (주)진메디신, (주)알티엠피, (주)슈퍼노바바이오, (주)KB바이오메드에서 대학원생 인턴프로그램을 제공 가능
- 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

○ 성과

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 26편을 해당 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 IF가 6.779로 연구 논문의 우수성을 입증함.

논문제목	발표일	학술지명	index	참여형태	if	성명
White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes	20211020	BIOMATERIALS	SCI-E	주저자	10.317	
Purification, crystallization and X-ray crystallographic analysis of RPTPH	20210930	Biodesign	등재 후보학술지	주저자	0	
A Dynamic Substrate Pool Revealed by cryo-EM of a Lipid-Preserved Respiratory Supercomplex	20220601	Antioxidants & Redox Signaling	SCI	주저자	7.468	
Structural studies of the complex of PTP $\sigma$ with an allosteric inhibitor Allo1	20220630	Biodesign	등재 후보학술지	주저자	0.	
Crystal structure of the catalytic domain of human RPTPH	20220701	Acta Crystallographic a Section F STRUCTURALBIOLOGYCOMMUNICATIONS	SCI	주저자	1.056	
Magnetism-controlled assembly of composite stem cell spheroids for the biofabrication of contraction-modulatory 3D tissue	20211025	BIOFABRICATION	SCI-E	주저자	8.213	
Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids	20211122	ADVANCED SCIENCE	SCI-E	주저자	15.84	

Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	20220101	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	SCI-E	주저자	6.953	
Surface engineering of 3D-printed scaffolds with minerals and a pro-angiogenic factor for vascularized bone regeneration	20220201	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	
Spatially arranged encapsulation of stem cell spheroids within hydrogels for the regulation of spheroid fusion and cell migration	20220401	ACTA BIOMATERIALIA	SCI-E	주저자	8.947	
GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment	20211020	CELLS	SCI-E	주저자	4.366	
3D Printing of Polysaccharide-Based Self-Healing Hydrogel Reinforced with Alginate for Secondary Cross-Linking	20210915	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	4.717	
3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel	20210930	COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES	SCI-E	주저자	4.389	
Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking	20211215	JOURNAL OF BIOMEDICAL MATERIALS RESEARCH PART A	SCI-E	주저자	3.525	
In Vitro Cellular Uptake and Transfection of Oligoarginine-Conjugated Glycol Chitosan/siRNA Nanoparticles	20211231	POLYMERS	SCI-E	주저자	3.426	
In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	20220525	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	SCI-E	주저자	6.953	
Stretchable and self-healable hyaluronate-based hydrogels for three-dimensional bioprinting	20220709	CARBOHYDRATE POLYMERS	SCI-E	주저자	10.25	
Smart engineering of gold nanoparticles to improve intestinal barrier penetration	20211025	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	SCI-E	주저자	5.278	
Glycyrrhizin as a Nitric Oxide Regulator In Cancer Chemotherapy	20211117	CANCERS	SCI-E	주저자	6.126	
Nanomedicine in Clinical Photodynamic Therapy for the Treatment of Brain Tumors	20220103	BIOMEDICINES	SCI-E	주저자	6.081	
A novel therapeutic strategy of multimodal nanoconjugates for state-of-the-art brain tumor phototherapy	20220104	JOURNAL OF NANOBIOTECHNOLOGY	SCI-E	주저자	10.435	
DAMP-modulating nanoparticle for successful pancreatic islet and stem cell transplantation	20220801	Biomaterials	SCI-E	주저자	15.304	
Hypoxia-specific anti-RAGE exosomes for	20210901	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	

nose-to-brain delivery of anti-miR-181a oligonucleotide in an ischemic stroke model						
Dual-Functional Dendrimer Micelles with Glycyrrhizic Acid for Anti-Inflammatory Therapy of Acute Lung Injury	20211015	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	SCI-E	주저자	8.758	
Intranasal delivery of self-assembled nanoparticles of therapeutic peptides and antagomirs elicits anti-tumor effects in an intracranial glioblastoma model	20211015	NANOSCALE	SCI-E	주저자	6.895	
Pulmonary delivery of a recombinant RAGE antagonist peptide derived from high-mobility group box-1 in a bleomycin-induced pulmonary fibrosis animal model	20220422	JOURNAL OF DRUG TARGETING	SCI-E	주저자	5.121	

- 참여대학원생 논문의 우수성

1	참여대학원생명	
	지도교수	윤채옥
	논문제목	GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment
	학술지명	CELLS
	DOI	2021009463
2	대표연구업적물의 적합성과 우수성	GM101과 Histone Deacetylase inhibitor와 병용투여가 Desmoplastic tumor microenvironment에서 항암바이러스의 항암효과를 극대화함을 증명한 연구임. 본 연구는 향후 병용투여를 통한 항암바이러스의 치료효과 증대에 필요한 기초자료를 제공하는 연구로서 그 가치가 높음.
	참여 대학원생명	
	지도교수	이동윤
	논문제목	Milk protein-shelled gold nanoparticles with gastrointestinally active absorption for aurotherapy to brain tumor
	학술지명	Bioactive Materials
3	DOI	10.1016/j.bioactmat.2021.06.026
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	주요내용: 뇌종양은 뇌라는 신체 특수조직에 발현되는 암으로, 타 장기에서 발생하는 종양에 비해 약물 전달에 많은 어려움이 있음. 특히 경구형 치료제는 소장에서의 약물흡수가 힘들고 뇌 혈관장벽을 투과가 어려워 개발에 어려움이 있음. 이로 인해 그동안 방사선 치료와 테모졸로마이드 경구용 치료제를 뇌종양의 표준치료로 사용해왔음. 본 연구는 대체 치료제 개발로써 우유단백질인 락토페린을 금 나노입자에 코팅시켜 소장에서의 흡수를 촉진시켰고, 락토페린이 없는 경우와 비교해 8배 이상 많은 금 나노입자를 뇌종양 병변 부위에 전달시켰으며 금 나노입자의 물리화학적 특성을 이용해 뇌종양 부위에 빛을 비춰 열을 발생시켰고 이를 통해 뇌종양을 치료함.
	참여 대학원생명	
	지도교수	이민형
	논문제목	Dual-functional dendrimer micelles with glycyrrhizic acid for anti-inflammatory therapy of acute lung injury
	학술지명	ACS Applied Materials and Interfaces
3	DOI	<a href="https://doi.org/10.1021/acsami.1c08107">https://doi.org/10.1021/acsami.1c08107</a>
	대표연구업적물의	최근 코로나바이러스 감염증으로 인하여, 빈번하게 발생하는

	적합성과 우수성	급성폐손상/급성호흡부전증후군에 대한 치료제로서, 항염증 유전자치료제의 개발을 목표로 하여 천연물인 glycyrrhizic acid를 유전자 전달체로 개발한 연구임. 유효성과 안전성을 확보할 수 있는 새로운 바이오신약으로서, 적당한 치료제가 부재한 급성폐손상에 대한 새로운 치료제로서의 가능성을 제시함.
4	참여대학원생명	
	지도교수	이민형
	논문제목	Hypoxia-specific anti-RAGE exosomes for nose-to-brain delivery of anti-miR-181a in an ischemic stroke model
	학술지명	Nanoscale
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1039/D0NR07516G">https://doi.org/10.1039/D0NR07516G</a>
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	생체유래의 엑소좀을 이용하여, 안전하고 효율적으로 치료용 핵산을 전달하는 새로운 기술을 개발하여, 뇌졸중 치료에 적용한 연구임. 기존의 전달체보다 효율이 우수하고, 합성고분자 등에 비하여 세포 독성이 없는 우수한 전달체로서, 향후 뇌졸중 및 관련 뇌질환의 치료에 이용될 수 있는 전달기술을 개발한 연구임.
5	참여 대학원생명	
	지도교수	이민형
	논문제목	Intranasal delivery of self-assembled nanoparticles of therapeutic peptides and antagomirs elicits anti-tumor effects in an intracranial glioblastoma model
	학술지명	Nanoscale
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1039/D1NR03455C">https://doi.org/10.1039/D1NR03455C</a>
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	세포유래의 단백질을 유전자재조합하여 개발한 펩타이드를 이용하여, miRNA의 억제를 위한 antagomir를 뇌로 전달하는 신기술을 개발하였음. 이 연구는 뇌종양 모델을 이용하여, 비강투여를 통한 전달을 실시하여, 펩타이드와 antagomir를 뇌종양 조직에 효과적으로 전달할 수 있음을 증명하였고, 치료효과도 확인하였음. 이러한 결과는 뇌종양 치료의 효과적이며, 안전한 치료제 개발의 가능성을 제시하였음.
6	참여 대학원생명	
	지도교수	신홍수
	논문제목	Surface engineering of 3D-printed scaffolds with minerals and a pro-angiogenic factor for vascularized bone regeneration
	학술지명	Acta Biomaterialia
	DOI	10.1016/j.actbio.2021.12.007
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	골 조직을 효과적으로 재생시키기 위해서는 미네랄 이온으로 알려진 칼슘과 인산 이온이 중요한 역할을 하고 있음. 따라서 현재 재료 표면을 미네랄로 개질하여 골 조직 재생을 유도하는 연구들이 진행되고 있으나, 균일한 미네랄 코팅을 통한 전달에는 한계가 있으며 재생되는 골 조직의 두께도 얇다는 한계가 있음. 본 연구에서는 PCL 이라는 고분자 기반 3D 프린팅된 지지체 표면에 미네랄과 혈관 생성 관련 인자로 알려진 PDGF (혈소판 유래 성장 인자)를 균일하게 코팅하는 조건을 개발하였고, 이를 활용하여 인접한 줄기세포가 향상된 골 분화 능력 및 세포 성장력을 보일 수 있고 혈관 생성 관련 인자들을 분비할 수 있게 유도하는 기능을 확인함. 마우스 두개골 결손 모델을 통해서도 향상된 치료 효과 및 혈관화된 골 조직 재생이 가능하다는 것을 확인함.
7	참여 대학원생명	

지도교수	김용희
논문제목	White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes
학술지명	Biomaterials
DOI	10.1016/j.biomaterials.2021.121209
대표연구업적물의 적합성과 우수성	백색지방세포에 과발현 되는 단백질인 prohibitin을 선택적으로 표적하여, 지방산 축적 유전자인 FABP4 와 FABP5를 동시에 침묵시킬 수 있는 dual plasmid vector를 전달함으로써 비만치료 및 항염증, 인슐린 저항성 개선 등을 확인하였음.

○ 연구수월성 제고를 위한 향후 추진계획

- 연구장학금 지급 유지: 한양대학교 교비 장학금, BK21 장학금, 연구비 장학금 등을 제공함으로써, 등록금과 생활비를 지원하여 연구에 집중할 수 있는 여건 마련.
- 인센티브제도 유지: 대학원생 및 신진연구인력이 제1저자로 SCI급 국제학술지에 논문을 게재하는 경우, 평가를 통하여 BK21 우수논문상 및 소정의 인센티브(장학금 성격) 수여.
- 연구활동 평가 및 피드백 제공: 대학원생들의 연구를 사업단 워크숍 등을 통하여 평가하고, 피드백을 제공하여, 연구활동의 우수성 유지
- 국제학술활동 지원 유지: 대학원생 및 신진연구인력의 우수 연구성과를 국내외에서 개최되는 국제학술회의에 참석 및 발표할 수 있도록 경비 지원 (1회/년, 항공료 및 체류비 지원).
- 우수 연구기관 연수기회 제공: 학생들의 성과 평가를 통하여 우수 대학원생을 선발하고, 공동연구협약을 맺은 해외 연구소 및 대학에 연수를 보내 최신 연구정보를 획득기회 제공

## ② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성

○ 성과

- COVID-19로 인하여 국제학술대회 발표 및 참여가 매우 제한적이었음.

1	참여 대학원생명	
	지도교수	김용희
	발표제목	Potential of 3D printing in Fabrication of Patient-Specific Biodegradable Microneedle Platform for Alopecia Treatment
	학술대회명	2022 MRS SPRING
	학술대회 기간	(2022.05.08-13)
	발표실적의 적합성과 우수성	최근 각광받고 있는 3D 프린팅 기술 이용은 환자 맞춤형 biodegradable polymer 기반의 microneedle 분야에도 적용이 될 수 있음을 보여준다. 약물이 함유된 microneedle은 보다 효과적인 alopecia의 치료효과를 보여주었다.
2	참여 대학원생명	
	지도교수	박희호
	발표제목	Basic Fibroblast Growth Factor Delivery Using Human Serum Albumin Nanoparticles for Effective Wound Healing
	학술대회명	한국생물공학회 춘계 학술대회
	학술대회 기간	20220413~20220415
	발표실적의 적합성과 우수성	세포의 성장을 촉진하고 이동성을 증진하는 성장인자를 수용성 발현을 통해 대량생산하고 성장인자 단백질의 안정성을 장기간 보존하기 위해 단백질 나노입자 형태로 구현함. 성장인자가 포함된 단백질 나노입자를 세포 및

		동물 모델에 처리하여 상처치유 및 조직재생의 가능성을 확인함.
3	참여 대학원생명	
	지도교수	윤채옥
	발표제목	Biodistribution, pharmacokinetics, and safety profiles of systemically administered adenovirus coated with tumor-targeted and biocompatible polymer
	학술대회명	ASGCT 13th International Oncolytic Virus Conference
	학술대회 기간	2021.11.05.- 11.07
	발표실적의 적합성과 우수성	항암바이러스치료의 전신투여를 통한 치료효과 증대를 위하여, 다양한 형태의 PNLG variants를 PEG를 결합한 cationic 폴리머로 바이러스의 표면을 코팅하였음. 이는 표면 전하의 최적화가 아데노바이러스 나노복합체의 성공적인 전신투여에 중요한 역할을 함을 증명하였음.
4	참여 대학원생명	
	지도교수	신홍수
	발표제목	Fabrication of 3D Adipose Tissue Using Engineered 3T3-L1 Spheroids
	학술대회명	KSIEC 2022
	학술대회 기간	20220511-20220513
	발표실적의 적합성과 우수성	3D 세포 스페로이드와 하이드로겔은 인공지방조직 제작에 많이 사용되어왔음. 하지만 지방분화 유도물질 사용이 필수적이지만 내부로 효과적으로 고르게 전달하기 힘들다는 단점이 있음. 이에 따라 본 연구에서는 지방분화유도기능을 지닌 insulin과 indomethacin을 나노섬유에 부착하여 지방분화유도 나노섬유를 제작하였음. 제작한 지방분화유도 나노섬유는 지방전구세포 스페로이드 내부에 담지되어 지방분화 효과를 보였음. 지방분화유도 나노섬유-스페로이드 복합체는 하이드로겔에 담지되어 원하는 형태의 인공지방조직으로 제작되었음. 본 연구에서 제작한 스페로이드 복합체는 향후 복합지방조직 연구에 활용 될 수 있을 것으로 기대 됨. 본 발표실적은 한국공업화학회에서 주최하는 ‘2022 한국공업화학학회 춘계 학술대회’에서 포스터발표 우수논문상으로 선정됨.
5	참여 대학원생명	
	지도교수	이동윤
	발표제목	조직공학세포의 지속적 세포 호흡을 위한 엽록체-외막결합펩타이드를 이용한 감광 산소 생성 생체 재료 개발
	학술대회명	2021 Nature Conference “Bio-Inspired Nanomaterials”
	학술대회 기간	2021.11.15.-2021.11.17.
	발표실적의 적합성과 우수성	세포호흡을 돕기 위해 엽록체를 이용한 빛에 민감한 산소 생성 생체재료, 즉 Respatoid를 새롭게 개발하여 세포 생존성과 기능을 유지할 수 있도록 개발하였음. 엽록체의 기능을 유지하면서 엽록체의 외막을 ‘뺏’ 할 수 있는 엽록체-전이펩타이드(CTP)를 통해 생체적합성 알긴산에 도입하였음. CTP가 존재하는 상태에서 생성되는 산소의 양이 더 효과적으로 증가한다는 것을 제시하였음. 또한 이식 후 산소 공급 시간을 연장하고 세포 생존성을 높이기 위해 빛에 민감한 생체물질을 입증하여 광합성으로 산소를 생성하고 캘빈사이클을 통해 세포호흡으로 생성된 이산화탄소를 소비할 수 있었음. Respatoid는 향후 세포치료 및 장기이식과 같은 조직공학분야에서 널리 사용 될 수 있는 효과적인 방법을 제공할 것으로 기대됨.

#### ○ 추진계획

- 학생들의 학술대회 발표를 독려하기 위하여, 박사과정학생은 재학 시 매년 1회 해외 학술대회 발표 지원(구두발표 우선 지원), 석사과정학생은 우수한 결과 도출시 국제학술회의에 참여할 수 있는 기회 부여(재학기간 중 최소 1회 지원)

#### 4. 신진연구인력 현황 및 실적

##### (1) 신진연구인력의 지원 성과

○ 박사후연구원: 박사 (계약기간: 2021.03.01 - 2022.02.28., 12개월, 3600만원/년)

- 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술 개발 연구에 참여함. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성 약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상 치료기술을 개발하는 연구를 수행하였음. 1편의 논문에 2저자로 참여하였고, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.
- 논문실적 (2021) Delivery of miRNA-92a inhibitor using RP1-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model. J. Biomed. Nanotechnol. 17, 1273-1283.

○ 박사후 연구원: 박사 (계약기간: 2021.9.1 - 2021.12.31, 4개월, 3600만원/년)

- 3차원 프린팅을 이용한 자성젤 기반의 조직재생용 지지체 개발, 기체발생형 나노입자 제조 및 지방세포 사멸 유도 연구 수행
- 논문실적:
  - “3D printing of polysaccharide-based self-healing hydrogel reinforced with alginate for secondary cross-linking”, *Biomedicines*, 9, 1224 (2021).
  - “3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 208, 112108 (2021).
  - “Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based self-healing hydrogels with dual cross-linking”, *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 110, 761-772 (2022).

##### (2) 향후 신진연구인력 지원계획

###### ○ 우수 신진연구인력 확보 계획

- **신진연구인력 지원비 확대**
  - 전체 사업비 중 15% 정도를 신진연구인력 지원비로 배정하여 안정적인 인건비 지급을 가능하게 하여 신진연구인력들이 연구활동에 전념할 수 있는 기본적인 환경 제공
- **외국인 신진연구인력 지원**
  - 외국인 교환학생 프로그램, 방문학생 프로그램을 통해 본 프로그램의 교육 및 연구 환경을 체험하도록 하고 소개하여 향후 박사후연구원으로 지원할 수 있는 기틀 마련
- **채용기준 확립**
  - 개방형 공모를 통한 신진연구인력의 채용은 연구업적을 중심으로 하는 엄격하고 공정한 심사과정을 통하여 채용
  - 신진연구인력 채용 심사는 본 사업단의 교수로 구성된 채용심사위원회를 통하여 실시

###### ○ 신진연구인력의 연구안정성 확보 계획

- **신진연구인력의 계약기간 보장**
  - 박사후과정생 또는 계약교수의 안정적 학술 및 연구활동을 보장하기 위하여 계약기간 최소 1년은 보장하고, 이후 업적 평가에 따라서 연장 가능.
- **신진연구인력의 연구지원**
  - 연구공간 및 연구자원 지원 및 전문적 역량을 고양할 수 있는 행정적 지원 제공
  - 연구활동 활성화를 위해서 논문 성과에 따른 인센티브 지급 및 국내외 학술활동 지원.
  - 소정의 성과를 이룬 신진연구인력은 교원임용 또는 전문기관으로의 진출에 적극 지원
  - 교내외 신진인력 양성 프로그램인 대통령 포스트닥 사업, 학문후속세대양성 사업, 리서치펠로우 제도



등에 적극 참여유도

• **박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영**

- 박사과정생(휴학생, 수료생 포함) 및 석박통합과정 수료생 등을 대상으로 Teaching Fellow 제도 운영을 통해서 4주 동안의 강의/실습을 통해서 실무 강의/실습 교육 경험이 있는 인재 양성
- 개설되는 교과목의 지도교수가 4주 동안 Teaching Fellow와 함께 강의/실습을 하도록 하여 효율적인 교육이 될 수 있도록 함
- 별도의 Teaching Fellow 신분으로 계약을 통해서 4주 동안 임금 지급 (강사 제도 적용에 따른 의무 임용기간 등의 법제상 문제점 해소)

## 5. 참여교수의 교육역량 대표실적

### ○ IC-PBL+ 교과목 개발

순번	교과명	참여기업	강의 개요서
1	응용핵산생화학	(주)테라베스트	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급성폐손상은 바이러스, 박테리아 등의 감염 및 허혈/재관류에 의한 손상 등 다양한 원인으로 발생하는데, 싸이토카인 폭풍과 같은 심각한 염증반응을 일으켜, 환자의 생명을 위협하는 심각한 질환임.</li> <li>• 내용: 엑소좀을 이용하여 치료 약물을 흡입을 통하여 염증성 폐질환 환자에게 주입하여, 치료효과를 유도하는 새로운 치료기술 개발을 시도함.</li> </ul>
2	항암바이러스 연구개발실습	(주)진메디신	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명공학과 유전자치료연구실과 (주)진메디신이 상호 연계한 수업운영을 통해, 항암바이러스의 기초연구 및 응용개발에 대한 이해를 바탕으로 창의적인 신약개발 연구전략을 수립, 수행할 수 있는 과학인재를 양성하고자 함.</li> <li>• 항암바이러스 연구개발에 적용되는 실제적 연구기술 (유전자 클로닝, 생체 내/외 효율성 검증, 면역 유전자 치료제 개발, 전신투여형 바이러스 개발)을 직접 경험하고 그 결과를 분석하는 활동 등을 통해 항암바이러스 연구에 관한 기초지식을 전수함.</li> </ul>
3	생명공학실험학	(주)알티엡, (주)슈퍼노바 바이오	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 바이오업계에서 요구되는 몇 몇가지의 문제를 제시하고 이를 해결하는 방법을 대학원생들이 직접 해결해 봄으로서 생명공학실험학 전반에 대한 이해를 증진함.</li> <li>• 내용: 패치를 이용한 백신 개발, 세포면역을 이용한 바이러스 예방방법의 개발, 엑소좀을 이용한 치료유전자 전달 방법, 세포치료제를 응용한 기능성 화장품의 개발 등 기업에서 제기된 바 있는 실제 문제들을 학생들이 풀어봄으로써 관련 지식의 실용화와 심화를 유도함.</li> </ul>
4	바이오창업의 이해	(주)크리액티브 헬스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대학원생들이 진행 중인 연구 혹은 관련 내용을 중심으로 창업을 한다는 전제 하에 자신의 연구 주제를 실제 사업 모델로 만들어 기획하고 사업계획서를 작성해 보는 것까지 해보고자 함.</li> <li>• 내용: 국내 최초 바이오 전문 컴파니 빌더인 (주)크리액티브 헬스의 다양한 경험에서 얻어진 실질적인 문제들을 학생들에게 알려주고, 특허 확보 및 관리 그리고 문제 해결형</li> </ul>

			제품도출과정들을 실제 바이오컴퍼니의 사례를 통하여 공부하고 이를 통하여 얻어진 지식을 기반으로 학기초 부여한 문제를 스스로 해결해보는 방식으로 진행함. (주)크리엑티브헬스와 같이 모의 IR을 학생들이 진행하는 방식으로 진행함.
5	생화학특론2	(주)시그넷 바이오텍	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 펩티드/핵산 약물의 생화학적인 특성과 뇌조직의 생리학적인 특성으로 인하여, 뇌로의 바이오의약품의 전달은 효율이 매우 낮아서, 효과적인 치료제 개발에 어려움을 겪고 있다. (주)시스넷바이오는 뇌로의 약물전달기술을 개발하는 함으로써, 효과적인 뇌질환 바이오의약품 개발에 노력하고 있다.</li> <li>• 내용: 뇌로의 바이오의약품 전달 효율을 개선하기 위한 새로운 전달체 및 전달기술의 개발</li> </ul>
6	분석생화학	(주)시그널바이오	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생명현상 및 질환기작 연구를 위하여 필요한 생화학적 분석기법 및 단백질의 구조기능을 연구하기 위한 기기분석에 중점을 두며 X-선 결정학, Cryo EM, Mass spectrometry, NMR 등의 원리와 적용방법을 습득하고 특히 생명공학기업의 프로젝트에서 자주 만나게 되는 분석생화학적인 질문들을 해결할 수 있는 역량을 개발하도록 함</li> <li>• 내용: 기업의 바이오신약 개발에 사용되는 단백질구조정보 분석전략, 단백질제품의 생산 및 품질관리를 위한 단백질 분석전략, 질환치료에 사용될 수 있는 유용단백질 설계 전략을 기업의 니즈와 연결하여 학습함</li> </ul>

○ 향후 추진 계획

- 2차년도 IC-PBL+ 2 과목이 추가되었고, 향후 지속적 개설하여 총 8과목 이상의 IC-PBL+ 과목을 운영할 계획임.

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리엑티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	분석생화학	(주)시그널바이오	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	생명공학실험학	(주)알티엠펜, (주)슈퍼노바바이오	IC-PBL+ 과목으로 개편

## 6. 교육의 국제화 전략

### ① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

#### (1) 교육 프로그램 국제화 성과

##### ○ 해외 연구소/산업체 교류를 통한 단기연수 프로그램

- 현재 COVID-19 감염증으로 인하여 해외 단기연수 프로그램은 보류된 상태임.
- 단기 연수를 협력 프로그램의 위하여, 신규 양해각서 체결
  - 미국 유타대학교 바이오메디컬 마이크로나노시스템연구소 (BMNS Lab)과 2021년 7월 21일에 신규 양해각서 (MOU) 체결

##### ○ 해외학자 활용

- Kasala Dayananda 박사 (인도), Thavasyappan Thambi 박사 (인도), Buigiri Sathish Kumar 박사(인도)를 연구교수로 임용

##### ○ 국제 심포지엄의 개최

#### Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics (2022년 7월 12일, 한양대학교 ITBT관 911호 국제회의실)

참여기관	(한국) 한양대 (미국) 퍼듀대
주제	- Implantable medical device의 최신 연구동향 - Silk protein의 biomedical materials로서의 응용 - Tissue engineering을 위한 biomaterials

#### Research Workshop with Osaka University, Japan (2022년 2월 17일)

참여기관	(한국) 한양대 (일본) 오사카대
주제	- 콜라겐 마이크로섬유를 기반으로 한 혈관화된 지방조직 제작 등 조직 형성과 관련된 학술 지식을 공유함.

#### Online Seminar (2022년 3월 24일)

참여기관	(한국) 한양대 (일본) 하버드대
주제	- Invited speaker인 신수련 박사의 발표로 바이오프린팅된 3D 조직 구조체 내의 형성된 혈관 네트워크 생성 등 인공 조직체와 관련된 학술교류

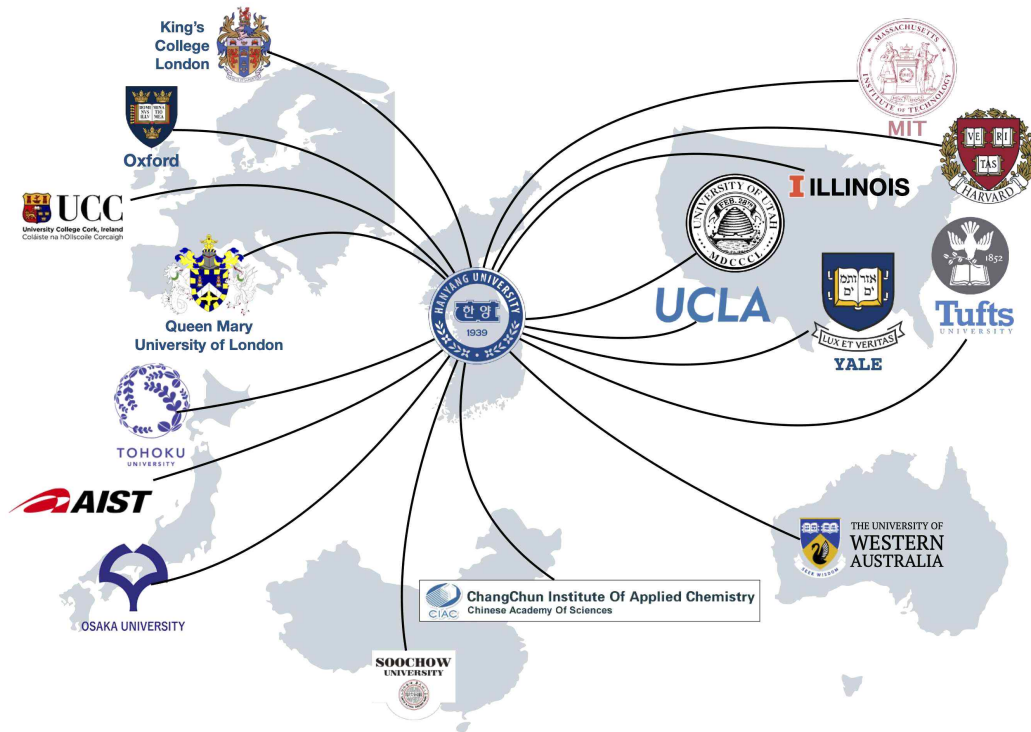
##### ○ 해외 우수 유학생 유지

- 외국인 대학원생 현황
  - (중국): 박사과정 (2020.09.01. - 현재)
  - (중국): 석사과정 (2020.09.01. - 현재)
  - (중국) : 석사과정 (2021.09.01. - 현재)
  - (베트남) : 박사과정 (2021.09.01. - 현재)
  - (중국) : 석사과정 (2021.09.01. - 현재)

## (2) 교육 프로그램의 국제화 추진계획

○ 해외 연구소/산업체 교류를 통한 단기연수 프로그램 추진

- 사업단 차원의 해외연수 프로그램 관리: 교수 개개인이 진행하던 해외 대학들과의 국제공동 연구 및 연수 프로그램을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화
- 국제 연구인턴십 프로그램 활성화: 해외 연구기관과 MOU를 체결하고, 해외기관 파견의 질적 향상과 성과 증가를 유도함. 단기연수(15일 이내)를 지속적으로 계속 진행.
- 2022년 현재, 대학원생 단기연수가 가능한 해외공동연구대학은 다음과 같고, 지속적으로 확충할 예정이다.
  - 일본 Osaka University, Tohoku University, Tokyo Institute of Technology, University of Nagoya, University of Okayama
  - 중국 Soochow University, Changchun Institute of Applied Chemistry
  - 미국 MIT, UCLA, Yale University, University of Utah, University of Illinois, Urbana-Champaign, University of Pittsburgh, Harvard University, Rice University, Tufts University
  - 유럽 University of Oxford, King's College London, Cork Cancer Research Centre, Queen Mary University of London
  - 호주 University of Western Australia (Department of Anatomy, Physiology and Human Biology)



[대학원생 단기연수 대상 대학]

- 현재 진행 예정인 대학원생 단기연수 프로그램

단기연수 해외기관	단기연수 내용
미국 University of Utah, Department of Mechanical Engineering, Jay Kim 교수	Microfluidic chip을 활용하여 ‘조직공학용 자가호흡소재’의 효능 연구 수행
미국 Tufts University, Medical School, Dohoon Kim 교수	줄기세포 분화제어 관련 공동연구 수행
미국 MGH, Harvard Medical School, Haksoo	생체 내 분자영상 probe 개발 공동연구 수행

Choi 교수	
일본 오사카대학교 Department of Applied Chemistry, Michiya Matsusaki 교수	매년 1명의 학생을 2주간 단기 연수
일본 Tohoku University, Department of Materials Processing, Masaya Yammamoto 교수	매년 1명의 학생을 2주간 단기 연수

○ 해외학자 활용 계획 및 역할

- 해외 신진연구인력의 연구교수 채용
  - 해외학자를 적극적으로 연구교수로 임용하여 대학원 교육의 국제화 촉진
  - 교육연구단 예산의 신진연구인력지원비에서 외국인 학자를 적극적으로 지원
- 외국기관의 우수 학자를 객원교수로 임용
  - 공동연구를 수행하고 있는 기관의 우수 교수 및 연구자를 한양대학교 생명공학과와 객원교수로 발령하여 한양대학교에서 교육 활동을 가능하게 함으로써, 대학원 교육의 국제화를 추진함.
  - 한양대학교에서는 해외 저명대학의 교수를 객원교수로 임명하는 제도적 지원을 시행하고 있음.
- 해외 저명과학자 초청세미나를 통하여 대학원생들에게 국제적으로 경쟁력 있는 교육 및 최신 국제학술동향 파악의 기회 제공.

○ 대학원생 국제학술회의 발표 지원 계획

- 박사과정학생은 재학 시 매년 1회 해외 학술회 발표 지원(구두발표 우선 지원)
- 석사과정학생은 우수한 결과 도출시 국제학술회의에 참여할 수 있는 기회부여(재학기간 중 최소 1회 지원)
- 학과 세미나 프로그램 중 영어 구술 발표에 대한 교육 및 평가방법을 도입하여 학생들의 국제교류능력 배양.

○ 해외 협력기관과의 심포지엄 및 워크숍 개최

- 국제 인적네트워크 구축과 공동연구의 활성화, 국제 사회에 한국의 학문적 위상 제고를 위하여 국제협력대학 및 기관과 정기적으로 공동 심포지엄 개최 예정
- 사업단 자체의 국제 심포지엄 혹은 워크숍을 매년 1회 개최
- 해외 저명과학자 초청세미나를 통하여 대학원생들에게 국제적으로 경쟁력 있는 교육 및 최신 국제학술동향을 파악의 기회 제공.

○ 외국 우수 유학생 유치

- 해외대학 학부생 대상 인턴쉽 프로그램을 도입하여 외국인 대학원생 비율을 10% 수준으로 점진적 증가시킬 예정임.
- 외국인 지원 프로그램으로 외국인 대학원생 정원 조정, 비자 협조 등 행정적 지원을 추진하고 한양대학교 내의 국제협력처와의 협력을 통하여 외국인 대학원생에게 기숙사 제공, 등록금 수여기회 확대, 한국어 교육기회를 제공.

○ 학위논문 작성의 국제화 및 향상 계획

- 참여학생의 외국어 학위논문 작성(영어) 필수.
- 체계화된 외국어 논문 작성에 대한 교육프로그램을 운영하고, 전문가가 참여하는 외국어 논문교열 시스템을 활용하여 논문 수준 향상.

○ 글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육 계획

- 국제화에 있어서 연구윤리 및 실험동물에 대한 체계적인 교육, 논문 작성 및 표절에 대한 교육이 중요한 부분으로 대두되고 있음.
- 연구윤리 교육 및 표절검색시스템 이용한 연구윤리 교육 강화

## ② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

### (1) 참여대학원생 국제공동연구 현황

- 이스라엘의 Tel Aviv 대학교: 종양미세환경 내부로의 효과적인 유전자 전달을 위한 전달체를 개발 중임. 특히 종양미세환경 내부의 단핵식세포를 표적하는 나노입자내부의 유전자 및 약물을 봉입하는 연구를 진행 중임.
- 일본 Tohoku University: Masaya Yamamoto 팀과 공동 연구를 통해, 세포와 세포, 세포와 세포 외 기질 간의 상호작용이 극대화된 3차원 배양법에 대해 폭넓게 고찰하였음. 특히 biomaterial과 세포와의 융합을 이용한 multi-functional spheroid를 제작하는 방법과 그 응용에 대해 연구 수행 중임.
- 미국 New York University, Columbia University, Indiana University: 간질 치료를 위한 다기능 폴리머와 hnRNPU, DHPS를 발현하는 렌티 바이러스 복합체의 효율적인 뇌 전달 연구를 진행 중임.
- 미국 유타대학교 바이오메디컬 마이크로나노 시스템연구소 (BMNS Lab): 가스 발생 물질, 체세포 반응 평가, 줄기세포 평가, 생체내 이식 연구 등 생체재료기반 바이오칩 시스템 연구개발 분야에서 협력하고 있음.
- 미국 MIT: 종양 선택적 살상 아데노바이러스를 탑재한 마이크로니들의 조성을 최적화 하여, 아데노바이러스 탑재 마이크로니들로부터 방출된 아데노바이러스의 생물학적 활성이 유지됨을 유전자발현 확인, 복제능 확인, 세포살상능 확인을 통하여 검증하는 연구를 수행하고 있음.

### (2) 참여대학원생 국제공동연구 계획

- 대학원생 참여의 국제공동연구 추진
  - 현재까지 확립된 해외공동연구 네트워크를 활용하여 대학원생 공동연구를 위한 해외장기파견 진행.
  - 교육연구단의 지원을 통하여 파견된 대학원생 국제공동연구의 질적인 향상과 성과를 극대화하기 위하여 정기적인 보고관리체계를 확립하여 성과를 평가하고 개선점을 제시함.
  - 현재 진행 중인 대학원생 공동연구 프로그램을 유지하고, 대상 기관을 국제공동연구 MOU를 체결한 기관과 공동연구 수행 중인 기관으로 확대함.
- 대학원생 참여 국제공동연구 선정기준 설정
  - 매년 초에 국제공동연구를 위한 대학원생들의 지원을 받아, 교육연구단 평가위원회에서 국제공동연구 제안서의 우수성 및 지원학생의 연구의 우수성을 평가하여 지원대상 선정
  - 국제공동연구를 위한 체재비, 교통비를 지원하기 위한 예산기준 마련.
- 현재 계획 중인 대학원생 공동연구 및 연수 프로그램
  - 현재 계획 중인 대학원생 공동연구 및 연수 프로그램은 다음과 같으며, 지원대상을 지속적으로 확대

할 예정임.

대상 기관	공동연구 내용
Yale University, School of Medicine, Priti Kumar 교수	박사과정을 수료한 학생 중에서 우수한 연구실적을 가지고 있는 학생을 교환학생으로 3~6개월간 파견하여 공동연구 진행
MIT, 화학공학과, Robert Langer 교수	매년 1명의 학생을 파견하여, 6~12개월 간 항암바이러스 및 유전자 치료제 전달 공동연구 수행
NYU, Langone Health, 류형돈 교수	Unfolded protein response 분야의 전문가인 류형돈 교수 연구실과 공동으로 호흡기 미세먼지 관련 신호 분석 과정 및 폐암 세포 치료제로 개발 중인 단클론 항체의 MOA 분석에 대한 공동연구 수행

○ 공동연구 MOU 체결 기관 중심의 장기 파견 확대

- 기존 공동연구 MOU 체결 기관으로 대학원생을 장기 파견하여 대학원생 국제공동연구를 강화함.
- 공동연구 MOU 체결 기관
  - 미국 University of California, Irvine, Department of Pharmaceutical Sciences, Young Jik Kwon 교수와 MTA 체결 후 공동연구 진행 중
  - 일본 University of Osaka, Department of Biotechnology의 Masahiro Kino-Oka 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
  - 일본 University of Osaka, Department of Applied Chemistry의 Michiya Matsusaki 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
  - 중국 Soochow University, 생명공학연구소의 Zhiyuan Zhong 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램 추진
  - 중국 Changchun Institute of Applied Polymer의 Xweshi Chen 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램 추진
  - 일본 Tohoku University, Department of Materials Processing의 Masaya Yamamoto 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
  - 일본 Tokyo Institute of Technology, School of Life Science and Technology의 Toshinori Fujie 교수와 MOU를 체결하고 공동연구 진행 중

○ 대학원생 장기 파견이 가능한 국제공동연구 기관의 확대

- 국제공동연구를 수행하는 기관과의 협력관계를 확대하고 공동연구 MOU 체결을 추진함. 이와 함께, 대학원생 교류를 확대하여 대학원생의 장기 파견 추진.
- 현재, 대학원생 장기 파견이 가능한 공동연구 수행 기관
  - 미국 University of Pittsburgh, Department of Bioengineering의 Yadong Wang 교수와 공동연구 진행
  - 미국 University of California, Los Angeles, Department of Molecular & Medical Pharmacology의 Lily Wu 교수와 adenovirus vector에 대한 연구를 진행
  - 호주 University of Western Australia, Department of Anatomy, Physiology and Human Biology의 최유석 교수와 하이드로젤 제조 기술 융합연구 진행
  - 미국 Rice University, Department of Bioengineering의 Excellence in Tissue Engineering Center의 센터장인 Antonios Mikos 교수와 공동연구 진행
  - 일본 National Institute of Advanced Industrial Science & Technology, Renu Wadhwa 교수와 공동연구 진행
  - 미국 MGH, Harvard Medical School의 Haksoo Choi 교수와 생체 내 분자영상 관련 최신 probe 개

발 공동연구 수행

- 미국 Tufts University, Medical School의 Dohoon Kim 교수와 줄기세포 분화제어 관련 공동연구 수행
- 미국 University of Utah, Department of Mechanical Engineering의 Jay Kim 교수와 조직공학용 자가호흡소재의 효능 연구 수행
- 미국 University of Illinois, Urbana-Champaign, School of Engineering, Department of Chemical and Biomolecular Engineering의 공형준 교수와 공동연구 수행

○ 한양대학교 교내 대학원생 국제공동연구 사업 지원 프로그램의 활용

- 교내 ‘해외 공동연구 지원사업’을 활용하여 대학원생 공동연구사업의 확대
  - 해외 공동연구 지원사업의 내용은 다음과 같음.
  - 교육연구단 또는 교수 개인적으로 기관 대 기관 또는 Lab to Lab으로 공동연구, 인력교류협정을 맺는 경우 관련 비용을 매칭 지원하는 사업
  - 지원사항: Lab별 연간 1,000만원 지원
  - 조건: 해외 대학, 기관에 장/단기로 인력이 실제로 파견되어야 함
  - 결과물 제출조건: 파견인력은 복귀 후 결과보고서 제출
- KIST-HYU 프로그램을 이용한 미국 장기 파견 프로그램의 활용
  - 한양대학교는 KIST와 KIST-HYU program을 설립하여 대학원생과 박사후연구과정생에게 1년간 국비장학금을 지원하여 미국 장기파견 공동연구를 지원하고 있음. KIST-HYU 프로그램을 이용하여 대학원생 공동연구사업을 확대·수행할 예정임.



## II

## 교육역량 영역 평가 - 황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 한양취업박람회, 특허 및 기술사업화 교육 등 우수 인재 양성 전략이 구체화되어 있음.</li> <li>- 객관적 성과창출로부터의 인센티브제도 활용을 통해 혁신연구에 대한 동기부여를 유도할 수 있을 것으로 판단됨.</li> <li>- 학문 간 융합 연구 활성화 교육 프로그램을 통해 융복합 인재를 양성하여 연구에 대한 창의성과 혁신성을 기대해 볼 수 있음.</li> <li>- 우수한 인재 확보 및 대학원생의 연구만족도를 향상시키기 위해 대학원생 복지제도를 구체화 할 필요가 있음.</li> </ul>									

## II

## 교육역량 영역 평가 - 이민형 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오헬스/신약분야의 신규과목 개설, IC-PBL+ 과목의 추가개설, IAB 활동 강화 등을 통하여, 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선이 꾸준히 이루어지고 있음.</li> <li>- 또한, 학부생 인턴십 활동이 꾸준히 이루어지고 있고, 우수대학원생 충원을 위한 노력이 잘 이루어지고 있음.</li> <li>- 기존 벤치마크 결과에 따라, 박사과정 학생의 Lab rotation이 실시되었고, 1차년도에 미흡했던 부분이 보완되었음.</li> <li>- 학생 논문 성과가 특히 우수함. 1차년도에 비해 논문수가 크게 증대되었음. 학생들의 연구활동 지원도 논문우수자에 대한 시상 및 장학금 지원 등 우수하게 이루어지고 있음.</li> <li>- 국제 학술활동은 국제심포지엄 개최 등 1차년도에 비해 개선되었으나, 국제학술대회 발표 등은 숫자가 감소하여, 지속적인 독려와 지원을 통해 개선이 필요하리라 생각됨.</li> <li>- 학과 간 융합교육의 강화가 미흡한 점이 있으나, 계획에 따라 개선되리라 생각됨.</li> </ul>									

## □ 연구역량 대표 우수성과

## ○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간 동안 58편의 국제저명 학술지 (SCI/E - 등재지 제외) 논문을 발표하였음. 연구단 선정 당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간 동안은 교수 1인당 5.8편/년으로 증가하였음. 또한 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 2020.09~2021.08 편수 환산 IF는 7.075이며 2021.09~2022.08의 편수 환산은 7.498로 증가함.
- 이는 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Biomaterials, Advanced Materials, Advanced Science, ACS Applied Materials & Interfaces) 등에 다수의 논문을 게재함으로써 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해 나가고 있음.
- 질적인 향상을 꾸준히 도모하고 있으나, 연구단 초기의 성과이니 만큼 양적인 증가도 이후 유도 및 기대됨.
- 백색지방세포에 과발현 되는 단백질인 prohibitin을 선택적으로 표적하여, 지방산 축적 유전자인 FABP4 와 FABP5를 동시에 침묵시킬 수 있는 dual plasmid vector를 전달함으로써 비만치료 및 항염증, 인슐린 저항성 개선 등을 확인하였음. 본 연구는 Biomaterials (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)에 게재하였음 (김용희 교수).
- 선천면역 및 적응면역에 두루 관여하며, 고형암 침투성을 가진 면역세포인 macrophage를 표적으로 하기 위해 macrophage-targeting 능력을 가지고 있는 mannose를 transfection 효능의 고분자 polyethylenimine와 결합하고, 이를 이용하여 plasmid DNA를 macrophage에 특이적으로 전달하는 nanocomplex를 구현함. 결과적으로 체내에서 macrophage의 분극화를 유도하고 chimeric antigen receptor (CAR)를 발현하는 항암성 M1 macrophage를 생성함. 세포 실험 및 동물 실험을 통해 체내에서 CAR-M1 macrophage가 잘 생성되고 암 치유 능력을 가지는 것을 확인함. 해당 내용은 Advanced Materials (IF 32.086, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 3%)에 게재 됨 (박희호 교수).
- 스캐폴드 또는 줄기세포의 사용은 손상된 근골격계 조직의 복구를 위해 다방면으로 연구되고 있으나 복합적인 기능, 계층적 구조를 가지고 있는 연골-골 조직을 동시에 재생하는 것은 연골 층, 연골하골 층의 분리현상 및 이식된 세포의 특이적 분화 조절 어려움으로 인해 재생효율이 좋지 못한 문제점이 있었음. 본 연구에서는 지방유래줄기세포(hADSC) 기반 스페로이드와 함께 각 연골, 골 유도 성장인자인 TGF- $\beta$ 3, BMP-2가 고정화된 나노섬유를 전달하여 자발적으로 스페로이드 내부로부터 연골, 골 분화를 유도할 수 있는 두 가지 유형의 줄기세포 스페로이드를 제조하였고 각 스페로이드는 실제 연골-골 조직을 모사하기 위한 이중층 구조의 3D 프린팅 마이크로 챔버에 계

층적으로 공간에 구분을 두어 배치하였음. 생체 외 분석을 통해 전달된 줄기세포는 역분화 문제없이 이중층 구조 내에서 특이적으로 연골, 골 분화만을 유도하는 것을 확인하였고 21일간의 배양 후 세포-세포 결합력을 통해 두층을 완전히 부착시키는 것을 증명하였음. 또한, 토끼의 무릎 관절 부위의 대퇴 활차 홈에 이중층 구조체를 이식하였을 때, 성공적으로 연골 및 골 조직을 동시에 재생시키는 것을 확인하였음. 본 연구를 통해 효과적으로 전달된 연골, 골 유도인자로 인한 기능성 스페로이드가 서로 다른 종류의 조직을 특이적으로 동시에 치료할 수 있다는 것을 증명하였고 다 기능성 및 복합구조를 가지는 복합조직 치료제로서 새로운 플랫폼 기술을 제시함. 본 연구는 Advanced Science (IF 17.521, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 6%)에 게재되었음 (신홍수 교수).

- 제1형 당뇨병 치료는 정상인의 인슐린을 분비하는 췌도세포를 당뇨병 환자의 간에 이식해 치료하지만 이식받은 환자에게 면역반응과 즉각적 혈액 매개 염증반응 등이 발생해 치료효과가 떨어지는 경우가 많이 발생함. 이런 면역거부 및 염증반응에는 이식된 세포의 DAMP(damage- associated molecular pattern) 분자 때문인데, ‘초기 면역거부 및 염증반응에서 크게 관여하는 DAMP 분자를 제어한다면 성공적 세포이식치료가 가능할 것’이란 가설을 세우고 치료법을 제시함. 주요 DAMP 분자 중 하나인 HMGB1(High mobility group box-1)의 활성을 제어하는 글리시리진-글리콜키토산을 나노입자에 코팅해 새로운 조영제를 개발했고, 염증반응이 완화된 것을 확인함. 이번 연구로 개발된 면역염증 제어형 조영제는 제1형 당뇨병 치료를 위한 췌도세포 외에도 면역거부 및 염증반응으로 인해 결과가 좋지 않았던 다양한 세포이식 분야에서 활용될 수 있다는 점에서 그 의의를 가짐. 본 연구는 Biomaterials (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)에 게재되었음 (이동운 교수).
- 최근 코로나바이러스 감염증으로 인하여 빈번하게 발생하는 급성폐손상/급성호흡부전증후군에 대한 치료제로서, 항염증 유전자치료제의 개발을 목표로 하여 천연물인 glycyrrhizic acid를 유전자 전달체로 개발함. 유효성과 안전성을 확보할 수 있는 새로운 바이오신약으로서, 적당한 치료제가 부재한 급성폐손상에 대한 새로운 치료제로서의 가능성을 제시함. 이 결과는 ACS Applied Materials and Interfaces (IF 10.383, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 15%)에 게재되었음 (이민형 교수).

#### ○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년 동안 14건의 특허 등록, 21건의 특허를 출원하였음. 그 중 19건은 국내특허이며 16건의 국제특허 (미국 및 개별국) 등록 실적을 보유함. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.
- 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음. 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 향상을 추진하고 있음.

- 김용희 교수는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자를 전달하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체를 개발함. 이는 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임 (이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체, 등록일 : 20220302, 등록번호 : 3483275).
- 류성언 교수는 인간단백질탈인산화효소의 패밀리 수준 삼차구조연구를 바탕으로 DUSP1에 선택적인 저해제를 발굴하였고 우울증 치료제로서의 효능을 검증한 특허임. (DUSP1 저해제를 함유하는 약제학적 조성물 (PHARMACEUTICAL COMPOSITION CONTAINING DUSP1 INHIBITOR). 등록국가 및 번호: 미국 11,147,807).
- 윤채옥 교수는 향상된 유전자 전달 효율 및 항종양 효과를 갖는 생분해성 종양 미세환경 반응성 유전자 전달시스템 (특허등록번호; 11,174,465), 유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체 (특허등록번호; 11,235,072)에 대한 지적 재산을 획득하였음.
- 신흥수 교수는 모의체액에 폴리페놀을 혼합하여 용액 상에서 자가조립에 의한 나노크기의 균일한 바이오미네랄 입자를 형성하거나 고분자 등의 이식가능 생체재료 표면에서 바이오미네랄 입자의 직접적인 코팅을 유도하는 방법 관련한 특허를 등록함 (폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체). 바이오미네랄 나노입자를 골손실 치료를 위한 합성 골 이식재로 사용하거나 골 형성관련 재생과정, 모니터링을 위한 조영제, 염증 제어용 골 이식 대체재 등으로 사용 가능.
- 이근용 교수는 이산화탄소 기체 발생량을 최대화 시킬 수 있는 소재 합성 및 마이셀 제조법 관련 원천기술을 개발하였음. 기체 발포를 통하여 세포사멸 유도가 가능한 새로운 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 암조직 및 지방조직을 감소시킬 있기 때문에 새로운 바이오의약으로서의 가능성을 제시하였음 (기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법. 등록일: 20201222, 등록번호: 10-2358116).
- 이동윤 교수는 포도당 검출용 복합체 및 이를 포함하는 눈물 내 포도당 검출을 위한 콘택트렌즈형 센서에 관한 특허를 등록함. 더욱 간단하고 경제적인 방법으로 포도당의 농도 변화를 시각화하고, 정량적으로 측정할 수 있음. 또한, 종래의 혈당 측정법과 비교하여, 혈액이 아닌, 눈물 내 포도당 농도를 측정함으로써 비침습적인 방법으로 포도당의 농도를 실시간으로 모니터링할 수 있고, 당뇨병의 조기 진단 및 예방을 위한 기술 분야 에 폭넓게 적용될 수 있음 (RGB 값을 이용한 포도당 농도 측정 장치. 10-2314687, 대한민국, 20211013).

#### ○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년)에서 2021.9.1.-2022.9.1.에는 615,583 천원(년)으로 증가하였음 (2020.9.1.-2021.8.31.: 459,453 천원(년)). 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년 간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜는 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.

## 1. 참여교수 연구역량

### 1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
중앙 정부 연구비 수주 총 입금액	9,736,456	6,155,837	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	
이공계열 참여교수 수	9	10	
1인당 총 연구비 수주액	1,081,828	615,583	

### 1.2 연구업적물

#### ① 참여교수 연구업적물의 우수성

##### ○ 교육연구단 연구의 질적 우수성 및 자체 평가

- 본 교육 연구단에서는 BK21 FOUR 사업을 통하여 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌연구역량을 향상하고자 노력하고 있음.
- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되어지는 추세이며, 본 사업단은 양적 증가뿐 아니라 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하고 있음.
- 사업 선정당시 국제저명학술지 논문 편수는 교수 1인당 5.1편/년이었고, 지난 사업기간 동안 교수 1인당 5.8편/년의 국제저명학술지 (SCI/E - 등재지 제외) 논문을 발표하였음.
- 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0이었고, 2020.09~2021.08 기간 7.075 및 2021.09~2022.08 기간 7.498로 향상하고 있음.
- 이는 연구의 양적인 증가와 더불어 질적인 수월성에 대한 가중치가 높아졌음을 보여줌. 특히 지난 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Biomaterials, Advanced Materials, Advanced Science, ACS Applied Materials & Interfaces) 등에 논문을 게재하여 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있음.
- 선정당시의 목표를 달성하기 위하여 노력이 더욱 필요함. 특히, 상대적 피인용 지수 (FWCI)를 증진시키기 위하여 (1) 산업문제 해결형 연구활동 강화, (2) 대학 및 연구기관 간 공동연구 강화 등이 더욱 활발히 이루어져야하나, 코로나 감염 확산 등으로 인하여 산업체 네트워킹의 어려움, 국제공동연구 및 타 기관과의 공동연구 진행이 위축되는 등의 문제를 안고 있음.

##### ○ 교육연구단 연구의 질적 우수성 향상 계획

- 연구방향 선정, 연구제안서 작성 및 과제 수주에서 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기

업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계 확립 계획.

- 대면접촉이 활성화되면 공동연구 활성화를 도모하여 연구의 수월성을 향상하는데 적극적으로 노력할 계획임.

#### ○ 교육연구단 연구실적

논문제목	발표일	학술지명	참여형태	성명
Preparation and Gene Silencing Efficiency of Chitosan based siRNA Nano carriers	20210901	POLYMER-KOREA	참여자	김용희
White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes	20211020	BIOMATERIALS	교신저자	김용희
Purification, crystallization and X-ray crystallographic analysis of RPTPH	20210930	BIODESIGN	교신저자	류성언
A Dynamic Substrate Pool Revealed by cryo-EM of a Lipid-Preserved Respiratory Supercomplex	20220601	ANTIOXIDANTS & REDOX SIGNALING	교신저자	류성언
Structural studies of the complex of PTP $\sigma$ with an allosteric inhibitor Allo1	20220630	BIODESIGN	교신저자	류성언
Crystal structure of the catalytic domain of human RPTPH	20220701	ACTA CRYSTALLOGRAPHICA SECTION F STRUCTURALBIOLOGY COMMUNICATIONS	교신저자	류성언
Nanocomplex-Mediated In Vivo Programming to Chimeric Antigen Receptor-M1 Macrophages for Cancer Therapy	20210912	ADVANCED MATERIALS	공동교신저자	박희호
Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	20220101	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	공동교신저자	박희호
Potential threats of nanoplastic accumulation in human induced pluripotent stem cells	20220101	CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL	참여자	박희호
Nanodiamond as a Cytokine Sponge in Infectious Diseases	20220404	FRONTIERS IN BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY	참여자	박희호
Biomaterials as therapeutic drug carriers for inflammatory bowel disease treatment	20220501	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	참여자	박희호
Direct Conversion of Bovine Dermal Fibroblasts into Myotubes by Viral Delivery of Transcription Factor bMyoD	20220506	APPLIED SCIENCES-BASEL	공동교신저자	박희호
Cleavage-responsive biofactory T cells suppress infectious diseases-associated hypercytokinemia	20220625	ADVANCED SCIENCE	공동교신저자	박희호
Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation	20220630	ACTA BIOMATERIALIA	공동교신저자	박희호
Enhanced efficiency of generating human induced pluripotent stem cells using Lin28-30Kc19 fusion protein	20220722	FRONTIERS IN BIOENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY	공동교신저자	박희호
One-step harvest and delivery of micropatterned cell sheets mimicking multi-cellular microenvironment of vascularized tissue	20210901	ACTA BIOMATERIALIA	교신저자	신홍수
Magnetism-controlled assembly of composite stem cell spheroids for the biofabrication of contraction-modulatory	20211025	BIOFABRICATION	교신저자	신홍수

3D tissue				
Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids	20211122	ADVANCED SCIENCE	교신 저자	신홍수
Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	20220201	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	교신 저자	신홍수
Surface engineering of 3D-printed scaffolds with minerals and a pro-angiogenic factor for vascularized bone regeneration	20220201	ACTA BIOMATERIALIA	제1 저자	신홍수
Spatially arranged encapsulation of stem cell spheroids within hydrogels for the regulation of spheroid fusion and cell migration	20220401	ACTA BIOMATERIALIA	교신 저자	신홍수
Sulfobetaine polymers for effective permeability into multicellular tumor spheroids (MCTSs)	20220401	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY B	참여 자	신홍수
Integration of Bioinspired Fibrous Strands with Three-Dimensional Spheroids for Environmental Hazard Monitoring	20220420	SMALL	교신 저자	신홍수
Cleavage-responsive biofactory T cells suppress infectious diseases-associated hypercytokinemia	20220625	ADVANCED SCIENCE	참여 자	신홍수
Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation	20220701	ACTA BIOMATERIALIA	공동 교신 저자	신홍수
GM101 in Combination with Histone Deacetylase Inhibitor Enhances Anti-Tumor Effects in Desmoplastic Microenvironment	20211020	CELLS	공동 교신 저자	윤채욱
Polypeptide-Based K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup> Ionophore as a Strong Immunogenic Cell Death Inducer for Cancer Immunotherapy	20211220	ACS APPLIED BIO MATERIALS	참여 자	윤채욱
Polymeric Systems for Cancer Immunotherapy: A Review	20220222	FRONTIERS IN IMMUNOLOGY	교신 저자	윤채욱
A pH- and Bioreducible Cationic Copolymer with Amino Acids and Piperazines for Adenovirus Delivery	20220309	PHARMACEUTICS	교신 저자	윤채욱
Immunotherapy by mesenchymal stromal cell delivery of oncolytic viruses for treating metastatic tumors	20220319	MOLECULAR THERAPY-ONCOLYTICS	공동 교신 저자	윤채욱
Challenges and progress toward tumor-targeted therapy by systemic delivery of polymer-complexed oncolytic adenoviruses	20220420	CANCER GENE THERAPY	교신 저자	윤채욱
Bioreducible polymer-mediated delivery of oncolytic adenovirus can attenuate antiviral immune response and concurrently enhance induction of antitumor immune response to effectively prevent metastasis	20220610	BIOMATERIALS SCIENCE	교신 저자	윤채욱
ErbB3-Targeting Oncolytic Adenovirus Causes Potent Tumor Suppression by Induction of Apoptosis in Cancer Cells	20220627	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	교신 저자	윤채욱
Why is Mortalin a Potential Therapeutic Target for cancer?	20220629	FRONTIERS IN CELL AND DEVELOPMENTAL BIOLOGY	교신 저자	윤채욱
Effect of Mortalin on Scar Formation in Human Dermal Fibroblasts and a Rat Incisional Scar Model	20220718	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	참여 자	윤채욱
3D Printing of Polysaccharide-Based Self-Healing Hydrogel Reinforced with Alginate for Secondary Cross-Linking	20210915	BIOMEDICINES	교신 저자	이근용
3D Printing of dynamic tissue scaffold by combining self-healing hydrogel and self-healing ferrogel	20210930	COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES	교신 저자	이근용
Three-dimensional bioprinting of polysaccharide-based	20211215	JOURNAL OF	교신	이근용

self-healing hydrogels with dual cross-linking		BIOMEDICAL MATERIALS RESEARCH PART A	저자	
In Vitro Cellular Uptake and Transfection of Oligoarginine-Conjugated Glycol Chitosan/siRNA Nanoparticles	20211231	POLYMERS	교신 저자	이근용
In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	20220525	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	교신 저자	이근용
Stretchable and self-healable hyaluronate-based hydrogels for three-dimensional bioprinting	20220709	CARBOHYDRATE POLYMERS	교신 저자	이근용
Smart engineering of gold nanoparticles to improve intestinal barrier penetration	20211025	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	교신 저자	이동윤
Hepatic and renal cellular cytotoxic effects of heparin-coated superparamagnetic Iron oxide nanoparticles	20211104	BIOMATERIALS RESEARCH	교신 저자	이동윤
Glycyrrhizin as a Nitric Oxide Regulator In Cancer Chemotherapy	20211117	CANCERS	교신 저자	이동윤
Anticancer effect of heparin-taurocholate conjugate on orthotopically induced exocrine and endocrine pancreatic cancer	20211118	CANCERS	교신 저자	이동윤
Nanomedicine in Clinical Photodynamic Therapy for the Treatment of Brain Tumors	20220103	BIOMEDICINES	교신 저자	이동윤
A novel therapeutic strategy of multimodal nanoconjugates for state-of-the-art brain tumor phototherapy	20220104	JOURNAL OF NANOBIOTECHNOLOGY	교신 저자	이동윤
Heme oxygenase-1 gene delivery for altering high mobility group box-1 protein in pancreatic islet	20220301	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	교신 저자	이동윤
Pore Size-Dependent Stereoscopic Hydrogels Enhance the Therapeutic Efficiency of Botulinum Toxin for the Treatment of Nerve-Related Diseases	20220422	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	교신 저자 & 제1 저자	이동윤
DAMP-modulating nanoparticle for successful pancreatic islet and stem cell transplantation	20220801	BIOMATERIALS	교신 저자	이동윤
Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring	20220829	THERANOSTICS	교신 저자	이동윤
Hypoxia-specific anti-RAGE exosomes for nose-to-brain delivery of anti-miR-181a oligonucleotide in an ischemic stroke model	20210901	NANOSCALE	교신 저자	이민형
Dual-Functional Dendrimer Micelles with Glycyrrhizic Acid for Anti-Inflammatory Therapy of Acute Lung Injury	20211015	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	교신 저자	이민형
Intranasal delivery of self-assembled nanoparticles of therapeutic peptides and antagomirs elicits anti-tumor effects in an intracranial glioblastoma model	20211015	NANOSCALE	교신 저자	이민형
Preparation and characterization of polyamidoamine dendrimers conjugated with cholesteryl-dipeptide as gene carriers in HeLa cells	20220117	JOURNAL OF BIOMATERIALS SCIENCE, POLYMER EDITION	교신 저자	이민형
Pulmonary delivery of a recombinant RAGE antagonist peptide derived from high-mobility group box-1 in a bleomycin-induced pulmonary fibrosis animal model	20220422	JOURNAL OF DRUG TARGETING	교신 저자	이민형
Dendrimeric micelles composed of polyamidoamine dendrimer-peptide-cholesterol conjugates as drug carriers for the treatment of melanoma and bacterial infection	20220825	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	교신 저자	이민형
In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	20220601	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL MACROMOLECULES	참여 자	이상경



○ 교육 연구단 대표연구업적물 실적 (5편)

1	참여교수명	김용희
	논문제목	White adipocyte-targeted dual gene silencing of FABP4/5 for anti-obesity, anti-inflammation and reversal of insulin resistance: Efficacy and comparison of administration routes
	학술지명	Biomaterials
	DOI	10.1016/j.biomaterials.2021.121209
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	백색지방세포에 과발현 되는 단백질인 prohibitin을 선택적으로 표적하여, 지방산 축적 유전자인 FABP4 와 FABP5를 동시에 침묵시킬 수 있는 dual plasmid vector 를 전달함으로써 비만치료 및 항염증, 인슐린 저항성 개선 등을 확인하였음. 본 연구는 <u>Biomaterials</u> (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)에 게재하였음.
2	참여교수명	박희호
	논문제목	Nanocomplex-Mediated In Vivo Programming to Chimeric Antigen Receptor-M1 Macrophages for Cancer Therapy
	학술지명	Advanced Materials
	DOI	10.1002/adma.202103258
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	선천면역 및 적응면역에 두루 관여하며, 고형암 침투성을 가진 면역세포인 macrophage를 표적으로 하기 위해 macrophage-targeting 능력을 가지고 있는 mannose를 transfection 효능의 고분자 polyethylenimine와 결합하고, 이를 이용하여 plasmid DNA를 macrophage에 특이적으로 전달하는 nanocomplex를 구현함. 결과적으로 체내에서 macrophage의 분극화를 유도하고 chimeric antigen receptor (CAR)를 발현하는 항암성 M1 macrophage를 생성함. 세포 실험 및 동물 실험을 통해 체내에서 CAR-M1 macrophage가 잘 생성되고 암 치유 능력을 가지는 것을 확인함. 해당 내용은 <u>Advanced Materials</u> (IF 32.086, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 3%)에 게재됨.
3	참여교수명	신홍수
	논문제목	Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids
	학술지명	Advanced Science
	DOI	10.1002/advs.202103525
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	스캐폴드 또는 줄기세포의 사용은 손상된 근골격계 조직의 복구를 위해 다방면으로 연구되고 있으나 복합적인 기능, 계층적 구조를 가지고 있는 연골-골 조직을 동시에 재생하는 것은 연골 층, 연골하골 층의 분리현상 및 이식된 세포의 특이적 분화 조절 어려움으로 인해 재생효율이 좋지 못한 문제점이 있었음. 본 연구에서는 지방유래줄기세포(hADSC) 기반 스페로이드와 함께 각 연골, 골 유도 성장인자인 TGF- $\beta$ 3, BMP-2가 고정화된 나노섬유를 전달하여 자발적으로 스페로이드 내부로부터 연골, 골 분화를 유도할 수 있는 두 가지 유형의 줄기세포 스페로이드를 제조하였고 각 스페로이드는 실제 연골-골 조직을 모사하기 위한 이중층 구조의 3D 프린팅 마이크로 챔버에 계층적으로 공간에 구분을 두어 배치하였음. 생체 외 분석을 통해 전달된 줄기세포는 역분화 문제없이 이중층 구조 내에서 특이적으로 연골, 골 분화만을 유도하는 것을 확인하였고 21일간의 배양 후 세포-세포 결합력을 통해 두층을 완전히 부착시키는 것을 증명하였음. 또한, 토끼의 무릎 관절부위를

		의 대퇴 활차 홈에 이중층 구조체를 이식하였을 때, 성공적으로 연골 및 골 조직을 동시에 재생시키는 것을 확인하였음. 본 연구를 통해 효과적으로 전달된 연골, 골 유도인자로 인한 기능성 스페로이드가 서로 다른 종류의 조직을 특이적으로 동시에 치료할 수 있다는 것을 증명하였고 다기능성 및 복합구조를 가지는 복합 조직 치료제로서 새로운 플랫폼 기술을 제시함. 본 연구는 <u>Advanced Science (IF 17.521, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 6%)</u> 에 게재되었음.
4	참여교수명	이동윤
	논문제목	DAMP-modulating nanoparticle for successful pancreatic islet and stem cell transplantation
	학술지명	Biomaterials
	DOI	10.1016/j.biomaterials.2022.121679
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	제1형 당뇨병 치료는 정상인의 인슐린을 분비하는 췌도세포를 당뇨병 환자의 간에 이식해 치료하지만 이식받은 환자에게 면역반응과 즉각적 혈액 매개 염증반응 등이 발생해 치료효과가 떨어지는 경우가 많이 발생함. 이런 면역거부 및 염증반응에는 이식된 세포의 DAMP(damage- associated molecular pattern) 분자 때문인데, ‘초기 면역거부 및 염증반응에서 크게 관여하는 DAMP 분자를 제어한다면 성공적 세포 이식치료가 가능할 것’이란 가설을 세우고 치료법을 제시함. 주요 DAMP 분자 중 하나인 HMGB1(High mobility group box-1)의 활성을 제어하는 글리시리진-글리콜 키토산을 나노입자에 코팅해 새로운 조영제를 개발했고, 염증반응이 완화됨을 확인함. 이번 연구로 개발된 면역염증 제어형 조영제는 제1형 당뇨병 치료를 위한 췌도세포 외에도 면역거부 및 염증반응으로 인해 결과가 좋지 않았던 다양한 세포 이식 분야에서 활용될 수 있다는 점에서 그 의의를 가짐. 본 연구는 <u>Biomaterials (IF 15.304, ENGINEERING, BIOMEDICAL 분야 상위 5%)</u> 에 게재되었음.
5	참여교수명	이민형
	논문제목	Dual-functional dendrimer micelles with glycyrrhizic acid for anti-inflammatory therapy of acute lung injury
	학술지명	ACS Applied Materials and Interfaces
	DOI	10.1021/acsami.1c08107
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	최근 코로나바이러스 감염증으로 인하여 빈번하게 발생하는 급성폐손상/급성호흡부전증후군에 대한 치료제로서, 항염증 유전자치료제의 개발을 목표로 하여 천연물인 glycyrrhizic acid를 유전자 전달체로 개발함. 유효성과 안전성을 확보할 수 있는 새로운 바이오신약으로서, 적당한 치료제가 부재한 급성폐손상에 대한 새로운 치료제로서의 가능성을 제시함. 이 결과는 <u>ACS Applied Materials and Interfaces (IF 10.383, MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY 분야 상위 15%)</u> 에 게재되었음.

② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2021.9.1.-2022.8.31.))

연 번	대표연구업적물 설명
1	<p>면역 항암제 시장은 2011년 3월 Bristol Myers Squibb (BMS)사의 여보이 (Yervoy; Ipilimumab)가 최초로 미 FDA의 승인을 받으면서 글로벌 제약사들의 면역 항암제 시장 진출이 가속화됨으로써 활발한 성장을 보이고 있음. 또한, 2018년 대비 연평균 성장률이 19%로 2024년에는 480억 달러의 규모에 달할 것으로 전망하여 성장 가능성이 큰 시장임. 그러나 면역관문 차단제 (Immune checkpoint inhibitor)를 단일요법으로써 임상에 적용하였을 때 치료 반응률은 10~40%에 불과하여 치료 효능을 높일 수 있는 방안을 개발하는 것에 관한 필요성이 대두되고 있음. <i>Advanced Science</i> (2019 IF 15.84) 에 표지 논문으로 게재된 “Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade” 에서는 면역원성 세포사멸 (Immunogenic cell death)을 유도하는 펩타이드 기반 항암제를 개발하여 면역관문 억제제와 병용투여함으로써 기존 면역관문 차단제 단일요법의 한계점을 극복하고자 하였음.</p> <p>본 연구에서 개발한 펩타이드 기반 항암제는 미토콘드리아의 외막을 붕괴함으로써 세포 내의 활성산소를 과잉 생산하고, 이 과정에서 발생한 산화에 따른 스트레스가 소포체를 자극하여 면역원성 세포사멸을 유도하였음. 또한, 펩타이드를 플루오린화함으로써 나선구조를 향상하였으며, 치료제의 세포사멸 효능이 증대됨을 확인하였음. 동물 실험을 통하여, 펩타이드 항암제와 면역관문 차단제의 병용 요법이 각 단일요법에 비하여 항종양 효능이 증가함을 확인하였고, 항종양 면역반응의 활성을 유도하고 종양으로의 활성화된 면역세포 침투를 증대함과 동시에 골수유래억제세포 (Myeloid derived suppressor cell; MDSC) 및 조절 T세포 (Regulatory T cell; Treg)과 같은 면역억제기능을 하는 세포의 군집을 감소시킴을 검증하였음. 또한, 원발암에서의 치료 효능이 증가함과 더불어 병용 요법을 통한 암전이 감소를 확인하였음.</p> <p>본 연구결과는 면역관문 차단제와 상승효과를 내는 새로운 면역원성 세포사멸 유도체를 개발하여 면역관문 차단제 단일요법에서 낮은 반응률을 보이는 암에서의 치료 효능을 높일 수 있다는 점에서 진보성이 있고, 면역관문 차단제뿐 아니라 기존에 개발된 다른 항암제와의 병용요법을 적용해본다면 적용 가능 범위를 확대할 수 있을 것으로 예상함. 본 연구는 KAIST 김유천 교수 연구팀과의 지속적인 공동연구를 통해 산출된 결과물이며, 펩타이드 기반 항암제 개발에 전문성이 있는 연구실과 면역 항암제의 유효성 연구에 전문성이 있는 연구실의 협력을 통해 다학제적 융합연구 및 인력양성에 기여하고 있음. 또한, 후속 연구로써 펩타이드 기반 항암제의 개량 및 이와 면역관문 차단제 병용 요법에 관한 연구도 진행 중임.</p>
2	<p>최근 고령화 사회의 진행으로 골다공증으로 인한 골절, 퇴행성관절염 등과 같은 골-연골 환자 수가 빠르게 증가하고 있음. 뼈는 칼슘 기반의 미네랄로 구성되어 물리적 강도가 높고 신체를 지탱하는 역할을 수행하고 있고, 연골은 글리코사미노글리칸으로 구성된 유연한 물성을 가지는 결합조직으로 뼈 사이의 마찰을 최소화하는 역할을 수행하는데 골-연골 질환은 운동능력을 상실시켜 합병증을 야기하거나 많은 사회적 비용을 초래함. 기존 치료법들은 물리적, 생물학적, 구조적으로 상이한 특성을 가지는 골-연골 조직을 동시에 재생이 되도록 유도하는 것이 어려워 경도가 약한 뼈가 형성되거나 유연하지 못한 연골이 형성되는 비정형 조직 형성의 문제점을 야기해 골과 연골조직으로 동시에 재생되도록 제어하는 방안을 개발하는 것에 대한 필요성이 대두되고 있음. <i>Advanced Science</i> (2022 IF 17.521)에 게재된 “Directed Regeneration of Osteochondral Tissue by Hierarchical Assembly of Spatially Organized Composite Spheroids” 에서는 3차원 미세환경 내에서 각각 골 또는 연골 조직으로 분화하여 정상적인 이중층 구조를 이룰 수 있도록 하여 기존 연구들의 한계점을 극복하고자함.</p>

	<p>본 연구에서 개발한 3차원 세포구상체는 골과 연골에 특이적인 분화를 유도하기 위한 골-연골 이중층 구조체를 형성할 수 있는 기술을 개발함. 골과 연골에 맞는 세포외기질을 모사하기 위해 전기방사법을 통해 제조된 생분해성 고분자 나노섬유에 골과 연골 분화유도인자를 고정화함. 이를 줄기세포와 함께 응집시키는 기술을 도입하여 각각 높은 골과 연골 분화효율을 보이는 것을 증명함. 또한, 줄기세포구상체의 자가조립으로 형성된 이중층 구조를 토끼의 무릎 부위 대퇴골 활차구 결손 모델에 삽입하였을 때 대조군에 비해 골-연골 이중층 모사 구조체의 다량의 특이적인 골과 연골 조직의 형성을 확인하였고 조직학적으로 골-연골 조직을 동시에 실제 조직과 유사한 수준으로 재생시킨다는 것을 증명함.</p> <p>본 연구결과는 줄기세포구상체의 분화를 특이적으로 제어하고 자가조립을 통해 실제 골-연골 조직과 유사한 구조체를 구현한다는 점에서 차별화가 있고, 환자에 이식하는 세포치료뿐 아니라 레고 블록을 이용하여 3차원 구조를 형성하는 것처럼 3차원 세포집합체를 만들어 약물 유효성, 독성평가에 활용하는 오가노이드 기술로도 적용 가능 범위를 확대할 수 있을 것으로 예상함. 본 연구는 과학기술정보통신부와 한국연구재단이 추진하는 이공분야기초연구사업(중견연구, 기초연구실), 원천기술개발사업(자연모사기술 사업)의 지원으로 수행되었음. 또한, 후속 연구로써 다양한 종류의 조직 및 장기를 모사하고 직접임상이 어려운 기관에 대한 3차원 조직 모델링 플랫폼 기술을 구축하여 인공조직, 오가노이드 개발을 위한 연구도 계획 중이며 기술의 실용화를 위해 대량생산, 혈관화, 면역반응 개선에 대한 연구도 진행 중임.</p>
3	<p>세포치료 (세포이식 혹은 세포전달) 는 생존 가능한 줄기세포 또는 분화된 세포를 환자에게 이식하는 것으로, 관련 치료 인자의 분비를 통해 치료 효과를 얻고 있음. 그러나 국부적으로 또는 전신적으로 전달된 세포는 일반적으로 숙주의 면역 반응 및 불규칙한 세포 표적화로 인해 비교적 짧은 기간 (최대 3주) 동안 생존할 수 있음. 특히 인슐린 분비 췌도 이식 (insulin-secreting pancreatic islet transplantation)은 현재 1형 당뇨병 환자에서 정상 혈당 수준을 동시에 달성할 수 있는 유일한 전략임. 임상적으로, 기증된 췌도 세포는 당뇨병 환자의 간에 이식됨. 그러나 이식된 췌도 세포의 면역 거부 및 체내 손실은 주로 숙주의 면역 반응과 즉각적인 혈액 매개 염증 반응(IBMIR)에 기인함. 췌도 이식 후 면역 거부가 심한 경우, 이식된 췌도 세포를 신속하게 제거하여 면역 반응과 염증으로부터 간 기관을 보호해야 함. 그러나 이식된 췌도세포는 간 전체에 널리 퍼져 간에서 완벽하게 제거하는 것이 거의 불가능함. 특히 해당 경우, 숙주로부터 면역 거부된 췌도 세포에서 손상관련분자 (Damage-associated molecular patterns, DAMPs) 인 High-mobility group box 1 (HMGB1) 단백질이 세포외 공간으로 방출하게 됨. 세포 외 HMGB1은 선천성 면역 및 전염증성 사이토카인 생성의 강력한 활성화에 중요한 역할을 하게 되며, HMGB1 작용을 제어하기 위한 다기능 치료법은 성공적인 임상 세포 이식을 위한 돌파구를 제공할 것임</p> <p>본 연구에서는, 임상적으로 간염 치료제로 사용되는 Glycyrrhizin(GL)을 이용하여 HMGB1의 활성을 제어하고 염증 반응을 약화시키고자 함. 이러한 GL을 키토산과 화학결합 시킨 후 (Chitosan-GL) 자기 유도 (magnetic guidance) 가 가능하며 수십 년간 임상 자기공명영상 (MRI) 조영제로 사용되어진 초상자성 산화철 (SPIO) 나노입자에 코팅을 통해 (SPIO@Chitosan-GL) 세포 이식을 위한 항염 및 자기 유도 기능을 갖춘 나노 의약품을 개발하였음. 자기 유도를 통한 동물 모델의 간내 세포 이식에서, HMGB1 방출제어를 통한 염증 제어 효과와 장기간 (약 4주) 혈당 제어를 규명함. 본 연구결과를 통해 면역염증 제어형 조영제가 세포치료에서 면역거부 및 세포의 기능 활성화를 증진시킴으로써 다양한 세포이식 및 나노의약품 분야에 활용될 수 있을 것이라 예상함. 후속 연구로써, 과잉된 면역반응, 소장 막 파괴, 병원성 세균 침윤, 활성 산소 (ROS) 과다 등 복합적 요인의 염증성 장 질환 (IBD)을 치료할 수 있는 다기능성 나노의약품을 개발 중임.</p>

## 2. 연구의 국제화 현황

### ① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

#### ○ 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적

류성언	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술대회 강연</li> <li>1. “Structural Mechanism of redox regulation in the mitochondrial respiratory supercomplex”, Structure in Biology, Italian Academy, Columbia University, New York, USA (2022.4.22)</li> <li>2. “Cryo-EM studies on respiratory supercomplex in active state reveal a novel Q-pool”, 10<sup>th</sup> conference of the international coenzymeQ 10 association, Beiersdorf auditorium, Troplowitzstrasse17, Hamburg, Germany (2022.5.13)</li> </ul>
박희호	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. 이사 : 2022 Tissue Engineering and Regenerative Medicine-Asia Pacific, 신진연구자분과위원회 (2022~)</li> <li>2. 위원 : Korea Tissue Engineering and Regenerative Medicine, 한국생체재료학회, 학술위원회 (2022~)</li> <li>3. 평의원 : The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering (2022~)</li> <li>● 국제학술대회 강연</li> <li>1. Nanocomplex-Mediated In Vivo CAR-M1 Macrophage Therapy for Solid Tumors, 202271<sup>st</sup> The Society of Polymer Science Japan Annual Meeting, Online (2022.5.26)</li> <li>2. Nanocomplex-Mediated In Vivo CAR-M1 Macrophage Therapy for Solid Tumors, 2022년 한국생체재료학회 춘계학술대회 (2022 The Korean Society for Biomaterials, Spring Symposium), Online (2022.3.25)</li> <li>3. Nanocomplex-Mediated In Vivo CAR-M1 Macrophage Therapy for Solid Tumors, 2021년 한국고분자학회 추계학술대회 (2021 The Polymer Society of Korea, Autumn Symposium), Offline (2021.11.21)</li> </ul>
윤채옥	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술대회 강연</li> <li>1. 5th Annual Cell &amp; Gene Therapy World Asia 2021 (2021.09.16)</li> <li>2. Immuno-Oncology summit 2021 (2021.10.06)</li> <li>3. USP-APEC Center of Excellence for Advanced Therapies Virtual Training Workshop on “Development and Validation of Bioassays for Advanced Therapies (2022.01.21)</li> <li>4. 18<sup>th</sup> International Symposium on Recent Advances in Drug Delivery Systems (2022.02.22)</li> <li>5. KSBMB International Conference 2022 Program (2022.05.25)</li> </ul>
신홍수	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제 학술지 편집위원</li> <li>1. 에디터 : Frontiers in Bioengineering and Biotechnology- Biofabrication</li> <li>2. 편집장 : Tissue Engineering Part B : Reviews (2022 Impact factor : 7.376)</li> <li>3. 부편집장 : Biomaterials Research, Tissue Engineering and Regenerative Medicine</li> <li>4. 편집위원 : Journal of Biomedical Materials Research A</li> <li>● 국제학술대회 강연</li> <li>1. “Surface Modification of Biomaterials for Tissue Engineering”, Advances in Tissue Engineering Short Course, on-line, Rice University, USA (2022.8.10-13)</li> <li>2. “Engineering multi-cellular spheroid using bioinspired materials for tissue regeneration”, Aegean Conference, Ioannina, Greece (2022.5.26-31)</li> <li>3. “Hydrogel surface engineering for scaffold-free cell-base dregenerative medicine”, Keynote, on-line, MRM 2021, Yokohama, Japan (2021.12.13)</li> <li>4. “Biomaterials-based delivery of cells and signaling molecules for tissue engineering”, Invited, ABMC8, Nagoya, Japan (2021.11.28-30)</li> <li>5. “Multi-cellular spheroid engineering using bioinspired materials”, keynote, TERMIS World Congress, Maastricht, the Netherlands, Keynote (2021.11.15-19)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. Chair, Scientific Program Committee, World Biomaterials Congress 2024, Daegu, Korea (2024)</li> <li>2. Committee, Nano-biotechnology, Nano Korea, Kintex, Korea (2021.6.5-7)</li> <li>3. International Scientific Advisory Committee, the 32<sup>nd</sup> Annual European Society for Biomaterials Conference (2022)</li> <li>4. Co-organizer, “7th International Conference on Tissue Engineering” , Ioannina, Greece (2022.5.26-31) Committee, Nano-biotechnology, Nano Korea , Kintex, Korea (2021)</li> <li>6. International Scientific Advisory Committee, the 31<sup>st</sup> Annual European Society for Biomaterials Conference (2021)</li> <li>7. International Scientific Advisory Board, World TERMIS Congress, Maastricht (2021)</li> </ul>
이동윤	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제 학술지 편집위원</li> <li>1. 부편집장 : Journal of Pharmaceutical Investigation, Springer (2022.1.~)</li> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. Senior, Korea Nanotechnology Research Society Nature Conference Bio-inspired Nanomaterials, Seoul National University (2021.11.15-17)</li> </ul>

○ 참여교수의 국제적 학술활동 향후 추진 계획

- 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 참여 등을 통한 연구인력 및 기술교류 극대화 계획은 현재 COVID-19 상황으로 인하여 국제학술대회의 개최가 축소되어 참여가 어렵고 비정상적으로 운영되는 점들로 인하여 다양한 국제적 학술 활동에 어려움이 있었음.
- COVID-19 상황 변화에 따라 국제적인 학술 활동의 기반을 넓히고 정기적으로 미국, 일본, 중국, 영국 등에 있는 대학 및 연구기관과 국제적 연구교류 및 학술 활동들을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화하여 이러한 위험 요소들을 극복할 예정임.

② 국제 공동연구 실적

1) <표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구 단 참여교수	국외 공동연구자			
1	신홍수	전인동, Manz A	독일/KIST-EU	Integration of Bioinspired Fibrous Strands with 3D Spheroids for Environmental Hazard Monitoring	10.1002/sml.202200757
2	신홍수	Masaya Yamamoto	일본/Tohoku University	Sulfobetaine polymers for effective permeability into multicellular tumor spheroids (MCTSs)	10.1039/d1tb02337c
3	신홍수, 박희호	공현준	미국/Universit y of Illinois at Urbana-Cham paign	Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering	10.1016/j.ijbiomac.2021.11.145
4	윤채욱	Cosette Rivera-Cruz, Marxa L Figueiredo	미국/Purdue University	Immunotherapy by mesenchymal stromal cell delivery of oncolytic viruses for treating metastatic tumors	10.1016/j.omto.2022.03.008.

5	윤채옥	Renu Wadhwa, Sunil C Kaul	일본/National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)	Why is Mortalin a Potential Therapeutic Target for cancer?	10.3389/fcell.2022.914540.
6	윤채옥	Robert Esobol	미국/MultiVir Inc	Tumor suppressor immune gene therapy to reverse immunotherapy resistance	10.1038/s41417-021-00369-7
7	이근용	Takuya Matsumoto	일본/Okayama University	In vitro culture of hematopoietic stem cell niche using angiopoietin-1-coupled alginate hydrogel	10.1016/j.ijbiomac.2022.04.163

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

○ 국제 공동연구 및 연구자 교류 실적 개요
<ul style="list-style-type: none"> <li>국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID-19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력파견 및 공동연구를 수행하는데 어려움을 겪고 있음.</li> <li>인력파견의 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 앞으로 COVID-19 상황이 호전되면 적극적으로 연구자 상호 교류를 추진하고자 함.</li> </ul>
○ 국제 공동연구 추진 현황 및 계획
<ul style="list-style-type: none"> <li>유전자치료제 연구 및 면역세포치료제 권위자인 Harvard Medical School의 David A. Williams 교수, Christian Brendel 교수, Roberto Chiarle 교수 연구팀과, 고분자 전문가 Stanford University School of Medicine의 한의영 박사와 공동연구를 수행하고 있으며. (COVID-19 상황으로 인해) 주기적으로 비대면 온라인 회의를 통해 연구결과를 공유하고 분석하며 공동연구를 수행하고 있음. 또한 연구결과를 관련분야 권위자에 게재할 목적으로 준비 중에 있음 (박희호 교수).</li> <li>미국 Rice University 의 Center for Excellence in Tissue Engineering 연구 센터와 조직공학 및 재생의학 연구 관련 지속적인 교류를 진행하고 있으며 매년 8월에 Advanced in Tissue Engineering Short course의 외부 연자로 참여하여 조직공학관련 연구자들과의 교류를 증진하고 있음. 미국 University of Pennsylvania 허동은 교수 연구팀에 HY-KIST 연구 프로그램의 일환으로 post-doc을 파견하였으며 현재 organ-on-a-chip 기술을 기반으로 Placenta 의 체외모사방법에 대한 연구를 진행하고 있음. 미국 University of Illinois at Urbana-Champaign 의 공현준 교수 연구팀과 생체재료를 기반으로 하는 heart organoid 관련 연구를 진행하고 있음. 2021년 HY-KIST 연구 프로그램의 일환으로 post-doc을 파견하였으며 이에 대한 연구성과로 2022년 1월 Journal of Biological Macromolecules에 “Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering” 에 대한 논문을 게재하였음. 또한 2022년 8월 University of Illinois at Urbana-Champaign를 방문하여 “Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cell for tissue engineering” 의 주제로 강연을 진행하였으며 이후 cell-cell interactions 에 대한 공동연구를 진행하기로 하였음 (신홍수 교수).</li> <li>독일의 자브뤼켄에 위치하고 있는 University of Saarland 내에 부설연구소 중의 하나인 KIST-EU와 공동연구를 진행하고 있음. 본 연구팀이 구축한 체외에서 세포의 3차원 배양 조건 기술을 기반으로 지브라 피쉬 혹은 마우스의 태반이나 간을 3차원적으로 배양하는 연구를 수행하고 있으며 이렇게 만들어진 3차원 조직을 기반으로 환경독성 평가등을 진행하고 있음. KIST-EU 내에 환경안정성연구단의 김용준 단장, 전인동 선임연구원들과 연구자 교류를 진행하고 있으며 2022년 4월에 전인동 선</li> </ul>

임연구원과 2022년 7월에 김용준 단장이 각각 신흥수 교수 연구실을 방문하여 연구교류 및 공동연구 계획 등을 논의하였음. 또한 2022년 6월에 신흥수 교수가 KIST-EU를 방문하여 “Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cell for tissue engineering” 의 주제로 강연을 진행하고 향후 연구자교류를 논의하였음 (신흥수 교수).

- 미국 University of Illinois at Urbana-Champaign 의 Department of Chemical and Biological Engineering의 공현준 교수와 생체재료 기반의 줄기세포 미세환경 조절 및 인공장기제조를 위한 오가노이드 개발에 대한 공동연구를 진행할 예정이고 현재 관련 연구 결과에 대한 연구 논문을 작성하고 있음 (신흥수 교수).
- 벨기에 University of Ghent의 Sandra Van Vlierberghe 교수와 줄기세포와 연골 구성 세포들을 이용하여 3차원 스펀지형의 크기, 분화능 조절이 가능한 스펀지형 제조 기술을 최적화하고 연골조직(cartilage tissue)의 세포외기질 조성과 유사한 바이오잉크(Bio-ink) 기반 하이드로겔의 제조기술과의 융합을 통해 실제 연골조직과 구조적, 기능적 특성이 유사한 3차원 인공 연골조직체 제조 및 평가기술을 확립하는 연구교류를 진행하고 있음. 공동연구 추진을 위하여 한국 연구재단과 벨기에의 FWO가 함께 참여하는 양자연구교류지원사업 에 대한 공동연구 제안서를 제출하였으며 이에 대한 결과는 2022년 12월 말에 공지가 될 예정임. 공동연구 진행을 위하여 매년 1인 이상의 연구자 파견 및 공동연구 수행 등을 계획하고 있음 (신흥수 교수).
- 미국 University of Illinois at Chicago, Department of Biomedical Engineering, Eben Alsberg 교수 연구실과 Alginate 생체재료를 기반으로 하는 spheroid 3D 프린팅 기술을 개발하는 공동연구를 진행할 예정임. 이를 위하여 University of Illinois at Chicago 연구팀과 화상 회의 및 연구자교류를 계획하고 있음 (신흥수 교수).



### Ⅲ

#### 연구역량 영역 평가 - 황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제저명학술지(SCI급) 편수에 대한 객관적인 양적 증가와 더불어 질적 연구의 향상을 통해 논문 성과지수가 높아짐.</li> <li>- 기존 전통적인 합성신약이 아닌 최근 글로벌 시장에서 각광받는 세포치료제, 인체 적합성 나노신소재, 조직재생공학등 혁신바이오의약품 위주의 과감한 연구를 통한 혁신제품 창출 가능성이 높아짐.</li> <li>- 질환 중심의 연구 지향을 통해 실용화 측면에서 기존 임상 니즈를 극복할 수 있는 가능성이 보임.</li> <li>- 지적재산권의 질적 수준 향상 및 해외기관을 통한 연구비 수주 금액 증가로 연구 수행능력 및 기술력을 더욱 인정받는 계기를 마련함.</li> </ul>									

### Ⅲ

#### 연구역량 영역 평가 - 이민형 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 총괄적으로 연구역량이 크게 개선되어졌음을 확인함.</li> <li>- 참여교수들의 논문의 질적, 양적인 증대가 이루어졌음.</li> <li>- 참여교수들의 수주 연구비가 크게 확대되었음.</li> <li>- 우수한 연구능력을 가진 신입 교원을 충원하여, 사업단의 연구력을 강화하였음.</li> <li>- 참여교수들의 국제학술활동이 증대됨. 국제위원회 활동이 크게 강화되었고, 학술 발표 건수도 증대되었음.</li> <li>- 국제공동연구의 확대가 이루어져 왔으나, 논문 등의 정량실적 향상을 위한 노력이 필요할 것임.</li> </ul>									

## □ 산학협력 대표 우수성과

## ○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 44,989 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.
- 2건의 교원창업 (㈜일릭사파마텍 이동윤 교수, ㈜커서스바이오 김용희)과 4건의 산업체 관련 기술자문(㈜미링크, ㈜아토플렉스, ㈜슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음.

## ○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 김용희 교수는 이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체를 개발하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체 개발 관련 특허를 등록함.
- 류성언 교수는 인간단백질탈인산화효소의 패밀리 수준 삼차구조연구를 바탕으로 DUSP1에 선택적인 저해제를 발굴하였고 우울증 치료제로서의 효능을 검증한 특허를 등록함.
- 윤채옥 교수는 아데노바이러스 기반 항암바이러스 개발과 함께 바이러스의 전신투여를 위한 전달체 개발연구도 병행하고 있으며, 지난 1년 간 향상된 유전자 전달 효율 및 항종양 효과를 갖는 생분해성 중앙 미세환경 반응성 유전자 전달시스템 (특허등록번호: 11,174,465), 유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체 (특허등록번호: 11,235,072)에 대한 지적 재산을 획득하였음. 이러한 성과는 바이오신약 개발을 위해 바이오 및 고분자 연구를 융합하여 성취한 결과로서, 본 연구단의 비전과 목표에 부합함.
- 이근용 교수는 기존 바이오프린팅용 잉크의 단점을 보완할 수 있는 이중가교법을 사용하여 하이드로젤 제조 및 3차원 프린팅할 수 있는 기술을 개발함. 3차원 바이오프린팅 이후 세포가 내포된 하이드로젤의 이중가교를 통해 조직재생에 안정성을 갖는 하이드로젤 제조의 원천기술 제공하고, 연골조직 등 다양한 조직재생이 가능하기 때문에 환자 맞춤형 3차원 구조체 제작에 사용 가능함.
- 이동윤 교수는 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 신규한 용도에 관한 특허를 등록함. 금속 나노입자에 락토페린 또는 폴리에틸렌 글리콜-락토페린이 결합된 나노입자 복합체는 뇌종양 조직에 효율적으로 표적화시킬 뿐만 아니라, 생체 내 조건 속에서도 금속 나노입자의 안정성이 유지됨으로써 뇌종양의 치료에 있어서 유용할 것으로 기대됨.
- 이민형 교수는 ‘항암 및 항염증 활성을 갖는 약물 복합체 기술’ 특허양도계약을 체결함(기술료 8,100천원).
- 이상경 교수는 ‘Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하는 황반변성 예방 또는 치료용 조성물’ 특허양도계약을 체결함 (기술료 33,000천원).

## ○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

- 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결을 적극적으로 진행할 계획이고, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임.
- 또한 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직교수직위를 부여토록 할 계획임. 이를 통해서, 산업체의 다양한 협력을 좀 더 강력하게 추진 할 수 있는 기회를 마련토록 할 예정임.

## 1. 참여교수 산학협력 역량

### 1.1 연구비 수주 실적

〈표 4-1〉 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 실적	비고
국내외 산업체 연구비 수주 총 입금액	1,803,187	449,897	
지자체 연구비 수주 총 입금액	33,500	0	
이공계열 참여교수 수	9	10	
1인당 총 연구비 수주액	204,076	44,989	

### 1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1	참여교수명	김용희
	실적구분	특허
	등록번호	17824459.6
	명칭	이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체
	우수성	이중플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체 사용하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체를 개발함. 이는 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임.
2	참여교수명	류성언
	실적구분	특허
	등록번호	11,147,807
	명칭	DUSP1 저해제를 함유하는 약제학적 조성물 (PHARMACEUTICAL COMPOSITION CONTAINING DUSP1 INHIBITOR)
	우수성	인간단백질탈인산화효소의 패밀리 수준 삼차구조연구를 바탕으로 DUSP1에 선택적인 저해제를 발굴하였고 우울증 치료제로서의 효능을 검증한 특허로서 교육연구단의 대학원생들이 주로 참여하여 바이오신약 인재육성의 교육연구단 목표와 부합함
3	참여교수명	윤채옥
	실적구분	특허
	등록번호	11,174,465 / 11,235,072
	명칭	생분해성 종양 미세환경 반응성 유전자 전달시스템/유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체
	우수성	항암바이러스 개발과 함께 바이러스의 전신투여를 위한 전달체 개발연구도 병행하고 있으며, 지난 1년간 향상된 유전자 전달 효율 및 항종양 효과를 갖는 생분해성 종양 미세환경 반응성 유전자 전달시스템 (특허등록번호; 11,174,465), 유전자 전달 및 유전자 치료를 위한 아데노바이러스 복합체 (특허등록번호;

		11,235,072) 에 대한 지적 재산을 획득하였음. 이러한 성과는 바이오신약 개발을 위해 바이오 및 고분자 연구를 융합하여 성취한 결과로서, 본 연구단의 비전과 목표에 부합함.
4	참여교수명	신홍수
	실적구분	특허
	등록번호	10-2020-0072515
	명칭	폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체
	우수성	본 특허는 모의체액(simulated body fluid (SBF))에 폴리페놀을 혼합하여 용액 상에서 자가조립에 의한 나노크기의 균일한 바이오미네랄 입자를 형성하거나 고분자 등의 이식가능 생체재료 표면에서 바이오미네랄 입자의 직접적인 코팅을 유도하는 방법임. 폴리페놀과 금속이온의 반응성을 기반으로 다양한 금속이온이 포함된 모의체액과의 반응을 할 경우 금속 이온들과 폴리페놀이 자가조립을 형성할 수 있으며 이러한 자가조립을 통하여 나노크기의 바이오미네랄 입자를 형성하거나, 재료 표면의 바이오미네랄 코팅 유도, 미네랄 내부에 MRI 이미징 등에 사용되는 조영제 등과 함께 자가조립을 유도하여 바이오미네랄 조영제 제조 등이 가능한 방법으로 바이오미네랄 나노입자를 골손실 치료를 위한 합성 골 이식재로 사용하거나 골 형성관련 재생과정, 모니터링을 위한 조영제, 염증제어용 골 이식 대체재 등으로 사용 가능함.
5	참여교수명	이근용
	실적구분	특허
	등록번호	10-2358116
	명칭	기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법
	우수성	이산화탄소 기체 발생량을 최대화 시킬 수 있는 새로운 소재 합성 및 마이셀 제조법 관련 원천기술 개발. 기체 발포를 통하여 세포사멸 유도가 가능한 새로운 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 암 조직 및 지방조직을 감소시킬 있기 때문에 새로운 바이오의약으로서의 가능성을 제시함.
6	참여교수명	이근용
	실적구분	특허
	등록번호	10-2409731
	명칭	이중 가교된 자가치유 하이드로젤
	우수성	기존 바이오프린팅용 잉크의 단점을 보완할 수 있는 이중가교법을 사용하여 하이드로젤 제조 및 3차원 프린팅할 수 있는 기술 개발. 3차원 바이오프린팅 이후 세포가 내포된 하이드로젤의 이중가교를 통해 조직재생에 안정성을 갖는 하이드로젤 제조의 원천기술 제공. 연골조직 등 다양한 조직재생이 가능하기 때문에 환자 맞춤형 3차원 구조체 제작에 사용 가능함.
7	참여교수명	이동운
	실적구분	특허
	등록번호	(20211013 등록특허, 10-2314687, 대한민국)
	명칭	RGB 값을 이용한 포도당 농도 측정 장치
	우수성	포도당 검출용 복합체 및 이를 포함하는 눈물 내 포도당 검출을 위한 콘택트렌즈형 센서에 관한 특허임. 포도당 검출용 콘택트렌즈 형 센서는 산화세륨 나노입자에 포도당 산화효소가 결합된 복합체를 포함하며, 이러한 구성을 통해, 더욱 간단하고 경제적인 방법으로 포도당의 농도 변화를 시각화하고 정량적으로

		측정할 수 있음. 또한, 종래의 혈당 측정법과 비교하여, 혈액이 아닌, 눈물 내 포도당 농도를 측정함으로써, 비침습적인 방법으로 포도당의 농도를 실시간으로 모니터링할 수 있기 때문에 당뇨병의 조기 진단 및 예방을 위한 기술 분야에 폭넓게 적용될 수 있을 것임.
8	참여교수명	이동윤
	실적구분	특허
	등록번호	(20211015 등록특허, 10-2315868, 대한민국)
	명칭	생체 내 이식 신경세포 추적 플랫폼
	우수성	온도감응형 하이드로젤 시스템이 적용된 생체 내 줄기세포 분화 추적시스템이 줄기세포의 치료효능 증진 및 이식된 세포의 추적 관찰이 가능하다는 것을 보여준 기술임. 줄기세포 치료기술의 mode-of-action 연구 및 치료기술 증진에 기여할 수 있음.
9	참여교수명	이동윤
	실적구분	특허
	등록번호	(20211207 등록특허, 11,191,808, 미국)
	명칭	세포 이식 거부반응 억제용 약제학적 조성물
	우수성	본 발명은 HMGB1A(high mobility group box 1 A domain)를 유효성분으로 포함하는 세포 이식 거부반응 억제용 약제학적 조성물에 관한 것임. 본 발명의 조성물을 사용함으로써 세포 이식 시 발생할 수 있는 면역거부반응을 최소화하고 세포의 이식 성공률을 높일 수 있음.
8	참여교수명	이동윤
	실적구분	특허
	등록번호	(20220601 등록특허, 11,369,425, 미국)
	명칭	LACTOFERRIN-CONJUGATED NANOPARTICLE COMPLEX AND USE THEREOF
	우수성	본 발명은 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 신규한 용도에 관한 것임. 본 발명에 따른 나노입자 복합체는 금속 나노입자에 락토페린 또는 폴리에틸렌 글리콜-락토페린이 결합되어 있으며, 이러한 구성에 따라 금속 나노입자를 뇌종양 조직에 효율적으로 표적화시킬 뿐만 아니라, 생체 내 조건 속에서도 금속 나노입자의 안정성이 유지될 수 있음을 확인할 수 있었는 바, 뇌종양의 치료에 있어서, 보다 근본적으로 접근하여 표적 치료할 수 있을 것으로 기대됨.
10	참여교수명	이동윤
	실적구분	특허
	등록번호	(20220822 등록특허, 10-2436124, 대한민국)
	명칭	글리시리진-글리콜 기토산 중합체를 포함하는 비만치료용 조성물
	우수성	본 발명은 비만 치료를 위한 글리시리진-생체적합성 고분자 중합체에 관한 것으로, 상기 중합체는 글리시리진의 체내 반감기를 개선한 것으로 세포 내로 잘 흡수되고, 지방세포의 분화를 억제하며, 체중 증가 억제 및 혈당 조절 효과가 우수함.

### 1.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

〈표 4-3〉 최근 1년간(2021.9.1.-2022.8.31.) 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
1	박희호	10920400	화학생물공학	유도만능줄기세포 기반 배양육 개발
	바이오벤처기업인 ㈜심플플래닛은 가축 체세포 유래 기반 배양육을 개발하고자 하나 전사인자/리포로그래밍인자를 바탕으로 하는 역분화줄기세포 제작 및 고도화 설계의 전문성이 부족하여 본 교수에게 협력을 제안하였고, 본 교수의 연구팀에서는 동물 특이적 전사인자/리포로그래밍인자를 분석하여 새로운 개념의 가축 유도만능줄기세포제작 플랫폼을 설계 노하우를 기업에 제공하였다. 또한 가축 유도만능줄기세포 기반 배양육의 고도화를 위한 구조설계를 수행하여 제공하였다.			
2	류성언	10096572	생화학	단백질/항체 기반 질환 치료제개발
	바이오벤처기업인 ㈜지뉴브는 단백질/항체 기반 치료제를 개발하고자 하나 단백질 구조를 바탕으로 하는 치료제 설계의 전문성이 부족하여 본 교수에게 협력을 제안하였고 본 교수의 연구팀에서는 단백질의 삼차구조를 분석하여 새로운 개념의 이중특이성 항체제작 플랫폼을 설계하고 제작하여 기업에 제공하였다. 또한 사이토키인을 면역치료제를 사용할 때 부작용을 줄이기 위한 구조설계를 수행하여 제공하였다.			
3	신흥수	10127627	생체재료	산업문제
	사고로 인해 다쳤을 경우 피부의 볼륨감을 복원시키기 위한 외과적인 수술이나 개인의 콤플렉스 극복을 위한 성형 수술이 이뤄지고 있음. 자신의 콤플렉스를 교정하거나 자신감이 떨어져 사회에 적응하지 못하는 경우 등의 이유로 수술을 찾는 사람들이 많음. 여러 수술들이 있지만 환자들은 그 중에서도 수술이 간편하고, 수술에 대한 부담이 없으며, 부작용이 드문 필러에 대해 많은 관심을 갖는 현황임. 따라서 이러한 소비의 증가에 따라 필러 등 성형 수술 제품에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있음. 진행하고 있는 과제에서는 하이드로젤을 기반으로한 필러에 대한 세포 독성 평가, 물성 평가 등을 하고 있으며 인체에서 좀더 안정성이 뛰어난 필러를 만들기 위해 노력하고 있음.			
4	이민형	10091014	핵산생화학	세포치료제의 전임상효능평가
	㈜테라베스트의 의뢰를 받아, 회사에서 개발된 세포치료제의 치료효과를 폐섬유화 동물모델에서 검증함. 한달 간에 걸쳐, 회사에서 제공된 세포치료제를 매주 반복 투여한 후, 4주째에 동물모델에서 폐섬유화 억제효과를 면역염색, ELISA 등을 통하여 검증하여, 회사와의 협력연구를 수행함으로써, 세포치료제의 효능 여부를 판별하였음.			
5	윤채옥	10107113	생명공학	바이오산업 개발
	참여교수(윤채옥)는 「바이오기술·투자전문인력양성센터」가 주관하는 교육과정의 강의를 진행하여 바이오기업의 투자유치 및 창업지원, 바이오 선순환 생태계 조성과 바이오산업의 활성화를 지원하였으며, 이를 통해 바이오산업에 대한 학문적, 산업적 인식의 수준을 한 단계 상승 시켰음.			
6	윤채옥	10107113	분자생물학 / 항암 바이러스 유전자 치료	바이오 치료제 생산기술 자립화 미흡
	바이러스 기반 유전자치료제를 포함한 바이오 치료제의 생산 및 품질 평가 기술 개발을 위해 유전자치료제를 생산하고 있는 진메디신(주) 및 식약처와 공동연구를 진행하였으며, 이로 인해 항암 바이러스의 임상 비임상 시료 생산 및 품질평가 기술을 같이 개발 하였음.이러한 산학연 공동 기술 개발을 토대로 해당 분야의 미흡한 부분인 바이오 치료제 생산기술의 자립화에 이바지할 수 있었으며, 나아가 임상 시료 생산 및 품질평가 기술까지 확대할 수 있는 기반을 조성하였다고 자평할 수 있음.			

	신홍수	10127627	생체 재료	산업문제
7	(주)케이씨아이는 스킨/바디/헤어 및 생활/공업분야에 널리 적용 가능한 다기능 복합 원료를 우수한 품질로 직접 생산하여 공급하고 있으며, 고품질 다품종의 원료들을 이용한 고객맞춤형 솔루션을 판매하고 있는 회사임. 2022년부터 (주)케이씨아이의 자문위원으로 다기능 복합 원료의 품질 개선에 대한 자문을 진행하고 있음. 최근 생체적합성 소재인 MPC의 의료기기 활용을 위하여 의료기기 표면 코팅 및 생물학적 특성 평가에 대한 해결방안을 검토하고 이에 대한 제안을 하였음.			
	이동운	10180011	생체재료, 약물전달, 조직공학, 바이오센서	산업문제
8	신속한 분자진단키트의 개발에서 유효한 후보마커 선정 시 고려사항에 대한 자문과 최근 코로나-19 및 계절성 인플루엔자 동시 진단 방법에 대한 아이디어 제공. 바이러스또는세균에의한감염병및유전질환등을 정확하게진단할수있는항체,압타머등의진단키트자문차세대분자진단분야에대한자료수집및제공.			
	이민형	10091014	핵산생화학	(주)일릭사파마텍
9	위 회사는 항염증 기능성 펩타이드인 RBP의 크기를 줄이고, 성능을 최적화하기 위한 연구를 의뢰하였음. 펩타이드의 순차적 전달을 통하여 항염증 효과를 평가함으로써, 기존의 크기에 비해 2/3이하로 크기를 줄였을 뿐 아니라, 항염증 효과가 개선을 확인함으로써, 회사의 생산비용 및 개발 비용의 절감에 기여하였음.			

## 2. 산학 간 인적/물적 교류

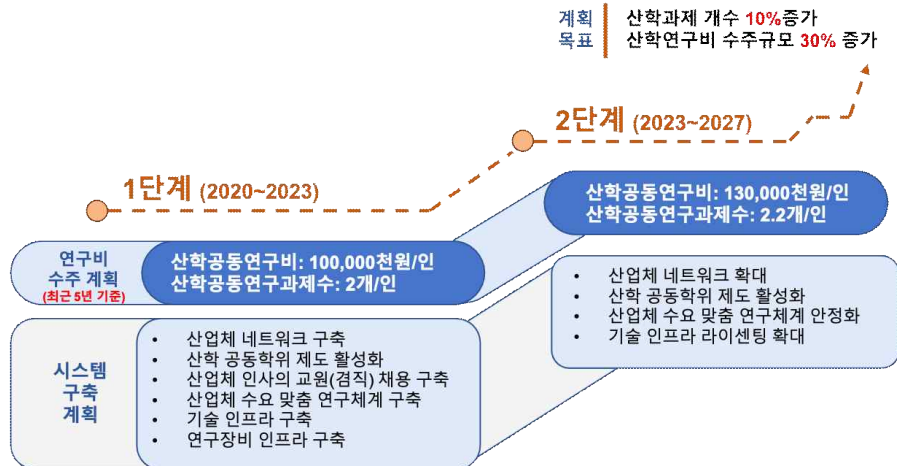
### 2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

#### ○ 산학 간 인적/물적 교류 계획



- 최근 코로나 시국으로 인하여 참여교수 및 학생들이 노력하였음에도 불구하고 산학 간 인적/물적 교류가 수월하게 진행되지는 않았음. 앞으로 코로나 시국 상황 변화에 따라 우수한 특허와 기술들을 기반으로 차세대 혁신신약 개발에 박차를 가할 것임.

## ○ 산학 간 인적/물적 교류 목표



## ○ 산학 간 물적 교류 실적

- 한양대학교 보유 장비들을 산업체에서 활용할 수 있도록 온라인 신청을 받고 신속한 결과를 통보함으로써 원스탑 서비스를 제공함.
- 한양대학교 서울캠퍼스 공동기기원, 한양대학교 의학연구지원센터, 한양대학교 공과대학 생명공학과 보유 장비 활용을 통한 교류 확대.

## ○ 산학 간 인적 교류 실적

- 산업체 네트워크 구성: 셀트리온, 셀트리온제약, SK바이오랜드, SK케미칼, 삼성바이오에피스, 삼성바이오로직스, LG생활건강, LG화학, 한미약품, CJ, 대상, 유한양행, 종근당, 종근당바이오, 메디톡스, 동아제약, 동아에스티, 제일약품, 녹십자, 녹십자랩셀, 삼양사, 셀루메디, 파미셀, 휴온스, 한올바이오파마, 레고캠바이오, 코아시스템, 오스텐, 대웅제약, 파맵신 등 30 여개 회사와 네트워크를 구축 중임.
- 산학 인적교류는 산학 협정, 자매결연 등과 같은 공식적인 협력관계를 중심으로 산학연 공동연구, 산학연 협동강좌 및 교육프로그램, 학술행사, 산업체 기술지도(자문), 기업 인턴십, 학연산 협동과정, 산학연 위원회 활동, 겸임교수 활용 등 다양한 형태로 계획을 추진하고 있음
- **MOU 신규 체결 기업체 목록:**

연번	기업명	기업 소개	MOU체결일
1	(주)일리카파마텍	2021년 설립한 연구개발 중심의 스타트업 회사로써, 만성염증질환 치료를 위한 저분자화합물 및 펩타이드 의약품 신약개발	2022년 6월 1일
2	(주)아토플렉스	2019년 설립한 연구개발 중심의 스타트업 회사로써, 분자진단 키트 및 장비를 제조/판매 사업 영위	2022년 6월 22일
3	(주)HDC폴리올	2021년 설립한 HDC 현대EP의 계열사로 슈퍼엔지니어링 플라스틱인 PPS(폴리 페닐렌 설파이드) 사업 영위	2022년 6월 27일
4	(주)심플플레닛	2021년 설립한 연구개발 중심의 스타트업 회사로써, 그린바이오기술인 배양육을 연구개발	2022년 6월 0일
5	(주)동화약품	1897년 설립한 한국 최초의 제약사로써, 의약품, 원료의약품, 의약품, 건강기능식품, 식품, 화장품의 제조 및 판매 사업 영위	2022년 7월 27일
6	(주)코오롱인더스트리	2010년 설립한 코오롱의 제조사업부문이 분할설립한 회사로써, 합성섬유, 재생섬유, 합성수지, 필름 등의 제조 사업 영위	2022년 9월 체결 예정



• 산업체 현장 실무자 교육

- 인턴십 및 현장실습 사업: 본 교육연구단과 해당 기업체와의 계약을 통해 대학원생을 해당 기업체에 4-8주간 파견시켜 현장업무를 습득하게 함.
- 기업체에게 예비 연구인력의 조기 확보, 예비사원 사전교육 효과, 기업체 홍보 효과 등을 제공함. 학생에게는 재학기간 중 산업체 현장의 실질적 업무 지식 및 경험 습득, 졸업 후 조기 적응을 위한 업무 경험기회 등을 제공함.

- 산업체 인턴십/현장실습 프로그램 운영 실적

순번	지도 교수	소속 구분	성명	기간	산업체명	산업체 담당자	실습 계획	실습 내용
1	이동윤	나노 바이오 공학 융합 연구실	김형식	2022.1.3. ~ 2022.1.28.	일릭사 파마텍	박시진	1~2주차: IBD 동물모델 확립 3~4주차: IBD 동물모델 관련 조직 검사 방법	나노 의약품의 동물실험에 대한 기본 지식 습득 IBD 동물 모델 관련한 분석 지식 습득
2	이동윤	나노 바이오 공학 융합 연구실	이시은	2022.01.03 ~ 2022.01.28	일릭사 파마텍	박시진	1~2주차: IBD 동물모델 확립 3~4주차: IBD 동물모델 관련 조직 검사 방법	나노의약품의 동물실험에 대한 기본 지식 습득 IBD 동물 모델 관련한 분석 지식 습득
3	박희호	세포 및 나노 치료제 연구실	박광열	2022.06.13 ~ 2022.06.30	심플 플레닛	정일두	1주차: Tet-on system 유전자를 발현하는 lentiviral vector의 생산 및 iPSC 제작과정 2주차: Doxycycline-inducible lentivirus를 hiPSC에 transduction 3주차: MyoD 유전자의 발현확인, hiPSC의 성장 확인	Doxycycline-inducible lentivirus를 이용하여, hiPSC에서 원하는 유전자를 발현시키는 방법에 대해 이해 근육 뿐만 아니라 체내 다른부위 세포로의 분화연구에 적용 확대가능
4	박희호	세포 및 나노 치료제 연구실	한다솜	2022.06.13 ~ 2022.06.30	심플 플레닛	정일두	1주차: 오가노이드 제작을 위해 hiPSC seeding 2주차: Cerebral Organoid Expansion, Maturation 3주차: Alzheimer's Disease 유도	제작된 오가노이드가 뇌의 특성을 갖는지 분석하기 위해 뇌와 관련된 마커를 확인, Immunostaining을 하여 3D사진 촬영. 알츠하이머 유도된 오가노이드가 알츠하이머 병리학적 특징 확인
5	박희호	세포 및 나노 치료제 연구실	정아형	2022.06.13 ~ 2022.06.30	심플 플레닛	정일두	1주차: 비통합 바이러스로 형성된 human iPSC 유지 2주차: 소 지방유래 줄기 세포에 독성 테스트 및 inhibitor 조성, 농도 조건 최적화 3주차: sendai virus, episomal vector로 구체적인 integration-free 실험 계획 디자인	1. BDF에 적용할 inhibitor 조성 및 농도 최적화 2. bADSC에 적용할 inhibitor 조성 및 농도 최적화 3. Bovine induced pluripotent stem cell (biPSC) 제작 4. 형성된 biPSC Characterization 5. Bovine induced pluripotent stem cell을 근육 세포 분화
6	박희호	세포 및 나노 치료제 연구실	조현진	2022.06.13 ~ 2022.06.30	심플 플레닛	정일두	1주차: Sendai virus로 형성된 hiPSC 유지 (control) 2주차: Porcine dermal fibroblast에 3가지 독성 테스트 3주차: Porcine embryonic fibroblast에 농도별 독성 테스트	1. Porcine dermal fibroblast에 적용할 inhibitor 농도 최적화 2. Porcine embryonic fibroblast에 적용할 inhibitor 농도 최적화 3. Porcine induced pluripotent stem cell (piPSC) 제작 4. 형성된 piPSC Characterization 5. Porcine induced pluripotent stem cell 근육세포로 분화
7	김용희	바이오 의약 연구실	주승환	2022.03.02 ~ 2022.06.31	커서스 바이오	샤안 파크레이 라히지	마이크로니들 모델링 3D 모델링된 최종 형태를 3D 프린터를 이용해서 제작 및 방식 최적화. 고분자 탑재가 가능하도록 실리콘 몰드 제작 및 최적화. 마이크로니들 강도 평가 밝혀낸 성질을 이용하여 최종적으로 사용하게 될 고분자 선정.	마이크로니들 제작 방식 최적화 마이크로니들 소재 최적화

- 기업 연구원의 대학 겸임-초빙교수 임용 추진
  - 대학-산업체 간 공동연구시스템 구축으로 산학협력기관의 연구인력을 네트워크화.
  - 실용적 연구성과 구현을 위한 기업체와 유기적 산학연계 시스템 운영.
  - 고급인력 양성을 위한 산학연계 실용-실습교육을 담당할 최우수 인력 확보.
  - 지식 창출(대학)-활용(기업) 네트워크 활성화로 산학일체형 체계 구축.
  - 기업체 연구인력의 교육, 연구능력 활용 제고를 위한 대학의 유인 시스템과 대학 연구 인력의 기술자문, 첨단기술 공동 참여 등 기술이전-협업 시스템 강화.
  - 산업체 위탁교육사업(산업체 위탁 산학제 대학원생): 기업체 연구원을 본 교육연구단 소속 교수의 전일제 또는 파트타임 대학원생으로 등록하여 학위과정을 수료한 후 회사로 복귀하여 더욱 전문화된 연구개발 업무를 수행하게 함.
  - 기업체 연구원이 대학 주관 수행과제 참여시, 초빙교원으로 임용하여 공동연구 활성화 유도 및 우수 연구인력 유인시스템 구축.
  - 기업체 수요에 부응하는 맞춤형 교육 및 주문형 연구 수행.
- 교원의 기업체 기술 개발 참여 성과

순번	교수	산업체명	기간	자문 내용
1	신홍수	KCI	2022.01.01.- 2022.12.28.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최신기술트렌드 자문</li> <li>• 바이오기반생체적합신규복합소재개발</li> <li>• KCI 차세대전략제품(MPC, DMI 등)의신소재화/제형화아이디어제공</li> <li>• Active 원료개발관련 Ideation 및 공동연구</li> </ul>
2	류성언	(주)지뉴브	2021.09.01.~ 2022.06.30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내특허출원 (한양대-지뉴브 공동출원)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fc 변이체를 포함하는 이중이합체 및 이의 제조방법 출원번호: 10-2021-0153428, 출원일: 2021.11.09.</li> <li>2. IL-2/IL-2R<math>\alpha</math>; Fc 융합단백질, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 약학 조성물 출원번호: 10-2021-0182903, 출원일: 2021.12.20.</li> </ol> </li> <li>-수율이 높고 안정성이 개선된 신규 이중특이성항체를 삼차구조를 기반하여 설계하고 제조하는 기술</li> <li>-면역시스템 약화의 부작용이 개선된 암치료제를 개발하기 위하여 IL2 와 IL2수용체를 이중특이성항체에 접합하여 생산하는 기술</li> </ul>
3	이동윤	(주)아토플렉스	2021.09.01.- 2023.08.031.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이러스 또는 세균에 의한 감염병 및 유전질환 등을 정확하게 진단할 수 있는 항체, 압타머 등의 진단키트 자문</li> <li>• 차세대 분자 진단 분야에 대한 자료 수집 및 제공</li> </ul>
4	이민형	(주)일릭사파마텍	2022.01.20.~ 2022.06.30.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존의 항염증 펩타이드인 RBP의 N-terminal과 C-terminal 말단에서 아미노산들을 제거하여 보다 작은 RBP를 제조함. 현재, 37 아미노산 + N-terminal, C-terminal residues + 6 histidines에서 37 아미노산으로부터 활성을 유지하면서 최소크기의 펩타이드를 개발하는 연구에 대한 자문을 수행함.</li> </ul>
5	박희호	(주)심플플래닛	2022.01.01.~ 2022.06.30.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromosomal integration-free 기반 bovine induced pluripotent stem cell(biPSC) 세포주 제작 위한 자문</li> <li>• Chromosomal integration-free 기반 porcine induced pluripotent stem cell(biPSC) 세포주 제작 위한 자문</li> <li>• iPSC 기반 3D 오가노이드 및 근육조직 제작 방법 자문</li> <li>• 배양육 대량생산 위한 suspension culture에서 세포 배양 자문</li> </ul>
6	이상경	(주)이플라스크	2022.08.01.- 2022.08.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건성황반변성은 치료제가 없는 질환으로 염증의 억제를 통한 질병의 진행을 막을 수 있다고 판단됨</li> <li>• 건성황반변성의 동물모델로 설치류와 더불어 토끼 모델에서 효능평가가 필요함</li> <li>• 건성황반변성에 대한 치료 효능이 검증된다면 이플라스크 회사에서 기술이전을 요청함</li> <li>• 노터스에서 CRO실험을 통한 효능평가를 제안함.</li> </ul>

• 산학 간 특허공동 출원/등록 실적

- 기업체 수요에 부응하는 맞춤형 연구 수행의 결과로 특허 4건을 공동출원함.
- 공동출원 특허 실적표

연번	국가	특허명	출원 등록	출원번호	참여 교수	출원 등록 날짜	출원인
1	대한민국	Fc 변이체를 포함하는 이종이합체 및 이의 제조방법	출원	10-2021-0153428	류성언	20211109	(주)지뉴브, 한양대학교 산학협력단
2	대한민국	IL-2/IL-2R $\alpha$ ; Fc 융합단백질, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 약학 조성물	출원	10-2021-0182903	류성언	20211220	(주)지뉴브, 한양대학교 산학협력단
3	PCT	지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도	출원	PCT/KR2021/019527	이근용	20211221	(주)슈퍼노바바이오, 한양대학교 산학협력단
4	대한민국	지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도	출원	10-2021-0183501	이근용	20211221	(주)슈퍼노바바이오, 한양대학교 산학협력단

• 산업체 기술이전 실적 (최근 1년 간 3건, 총 60,250천원, VAT포함)

계약명	기술 형태	발명자	계약 시작일	이전 기업명	거래 유형	기술료 수취방식	정액기술료 (계약)	경상 기술료
‘항암 및 항염증 활성을 갖는 약물 복합체 기술’ 특허양도계약	특허	이민형	2022.01.12	(주)일릭사파마텍	양도	정액기술료 (일시불)	8,100,000	-
‘Fas 신호전달 억제용 펩타이드를 포함하는 황반변성 예방 또는 치료용 조성물’ 특허양도계약	특허	이상경	2021.11.02	(주)시그넷바이오텍	양도	정액기술료 (일시불)	34,000,000	-
‘Microstructure based multi compound delivery system and its applicator’ 특허양도계약	특허	김용희	2022.07.20	(주)커서스바이오	양도	정액기술료 (일시불)	18,150,000	-

• 산업체 공동연구 실적 (최근 1년 간 산학협력과제 7건, 총액 449,897천원, VAT포함)

연 번	참여교수	참여기업	공동연구 내용	연구기간	연구비 (천원, VAT포함)
1	윤채욱	(주)진메디신	아데노바이러스 Surrogate를 이용한 마우스 종양모델에서의 안전성/유효성 검증	2022.01.01- 2022.06.30.	250,000
2	이근용	(주)슈퍼노바바이 오	GMP 공정에서 제조된 나노입자의 물성 평가	2022.06.01.- 2022.09.30	44,000
3	이민형	(주)일릭사파마텍	RBP 절단형 펩타이드 제작 및 염증세포모델에서 항염증 효능 검증	2022.01.20.- 2022.06.30	16,500
4	신홍수	(재)양영재단	폴리페놀 기반 자가조립형 다기능성 미네랄 나노입자 제조 연구	2021.12.23.- 2022.12.22	20,000
5	박희호	(주)CJ제일제당	혈청대체단백소제의 세포 활성평가 연구	2021.09.1.- 2021.12.31	29,397
6	류성언	(주)지뉴브	구조 모델링 기반으로 목표 단백질이 부착된 Heterodimeric Fc의 개발	2022.01.01.- 2022.12.31	55,000
7	윤채욱	(주) 디앤디파마텍	바이러스 사용 혈액뇌장벽(BBB) 투과 시험	2022.07.01.- 2022.10.31	35,000

## IV

## 산학협력 영역평가 - 황도원 연구소장 [(주)테라베스트]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업체 연구비 수주액 증가 및 지속적 교원창업 등 산학협력 활동이 가시적으로 증가됨.</li> <li>- 대학-산업체 간 공동업무협약 후 단계적인 마일스톤별 성과 계획이 필요함.</li> <li>- 대학원생 산업체 파견통한 현장교육 또는 산업체 연구인력의 대학 기자재 장비활용을 통한 공동성과 창출이 기대됨.</li> <li>- 국내 우수 제약기업 네트워크 확보를 통한 기술이전 가속화 및 이를 통한 다양한 차세대 혁신신약 개발이 잘 이루어지고 있음.</li> <li>- 대학 기술 활용 촉진을 위해 기술사업화 경험이 풍부한 기업 임원의 겸임교수 관련 구체적인 제도마련이 필요함.</li> </ul>									

## IV

## 산학협력 영역평가 - 이민형 교수 [한양대학교]

등급	A	○	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업체 연구비 수주가 증대되었으며, 산업체로의 기술이전 실적도 증대되었음.</li> <li>- 산업체에서의 학생인턴십 및 현장실습이 다수 시행됨으로써, 1차년도에 비하여 실적이 개선되었음.</li> <li>- IAB 위원을 산업체 신규위원을 위촉하였으며, 활동을 강화함.</li> <li>- 다만, 1차년도에 비해 등록특허 수가 감소하였고, 확대가 필요함.</li> </ul>									