

# 『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(신산업 분야)

## 교육연구단 자체평가보고서

접수번호	5199990514440								
신청분야	바이오헬스/혁신신약						단위	전국	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야			관련분야		관련분야		
		중분류	소분류		중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	생물공학	생물고분자공학		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	소속	한양대학교 공과대학(원) 생명공학과							
	직위								
	성명	국문	이근용		전화	02-2220-0482			
		영문	Lee, Kuen Yong		팩스	02-2293-2642			
					이동전화	010-6235-2642			
				E-mail	leeky@hanyang.ac.kr				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-21)	2차년도 (213-22)	3차년도 (223-23)	4차년도 (233-24)	5차년도 (243-25)	6차년도 (253-26)	7차년도 (263-27)	8차년도 (273-28)
	국고지원금	354.837	709.674	709.674	709.674	709.674	709.674	709.674	354.837
총 사업기간	2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간	2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)								
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 9월 9 일</p>									
작성자	교육연구단장					이 근 용 (인)			
확인자	한양대학교 산학협력단장					하 성 규 (인)			

## 〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	바이오의약	문제해결형 인재	글로벌 융합인재
	사회기여형 인재	초연결 교육	초융합 연구
	가치 창출		
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<p>○ 교육연구단 비전</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성</li> </ul> <p>○ 교육 방향 및 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결)</li> <li>- 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)</li> <li>- 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(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</li> </ul> </li> <li>· 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출</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(바이오창업 교육의 강화)</li> </ul> </li> <li>· 교육목표: 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성</li> </ul>		
교육역량 영역 성과	<p>○ 교육과정의 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오헬스/혁신신약분야의 3개의 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 38%로 확대, 2명의 외국인 대학원생 유치, 7건의 국제학술대회 발표, 국제심포지움 개최</li> </ul> <p>○ 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙 정립, 3과목의 신설로 교육 트랙 정립 지속</li> <li>• 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’ 에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시</li> <li>• 산업계 연계 교육 강화: 2과목의 신규 IC-PBL+ 과목 개설, 신규 IAB위원</li> </ul>		

	<p>위촉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우수 대학원생 확보 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학부학생들의 실험실 인턴 실시 (실용공학연구 활동으로 10명의 학부 학생이 참여), 2021년 1학기 대학원 입시전형 설명회(대학원 페어) 참여, BK4 사업단 관련 홈페이지 구축 및 학과 홈페이지의 정보기능 강화.</li> </ul> </li> <li>○ 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국제심포지움을 개최하여, 학생들의 발표 등 참여유도</li> <li>• 7건의 국제학술대회 발표 지원</li> <li>• IC-PBL+ 과목들을 통한 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여</li> <li>• 인센티브제도 도입하여 4명의 연구 우수 학생들에게 인센티브 장학금 지급</li> <li>• 지원성과: 18건의 학술논문 발표 (평균 impact factor: 7.4), 7건의 학술대회 발표, 87.5% 취업률 달성 (14명취업/16명 졸업생)</li> </ul> </li> <li>○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1명의 박사후연구원 지원 (계약기간: 2021.03-2022.02, 연봉 3,600만원)</li> <li>• 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원</li> <li>• 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영</li> </ul> </li> <li>○ 교육 프로그램의 국제화 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국제 심포지움 개최하여 학생들의 참여, 생명공학세미나1을 통하여 2명의 재외과학자의 강연, 7건의 국제학술대회 발표지원,</li> <li>• 2명의 외국학생 유치, 모든 학위논문영어작성.</li> </ul> </li> </ul>
<p>연구역량 영역 성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간동안 39편의 국제저명 학술지 (SCI/E- 등재지 제외)논문을 발표하였음. 연구단 선정당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간동안은 교수 1인당 4편/년으로 소폭 감소하였음. 하지만 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075임. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 다수의 논문을 게재하였으며 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 향상해나가고 있음</li> <li>○ 본 연구단에서는 지난 1년동안 23 건의 특허 (우선권 등록 포함) 를 등록하였음. 이중 12 건은 국내 특허이며 11건의 국제 특허 (미국 개별국) 등록 실적을 보여주었음. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.</li> <li>○ 최근 1년간 (2020.9.1-2021.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원 (년) 에서 459,453 천원 (년) (연구단 참여교수 1인당 연구비) 으로 증가하였음. 또한 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원 (년 - 사업단 참여교수 전체) 이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구활동 강화의</li> </ul>

	결과로 볼 수 있음.
산학협력 영역 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산학협력 영역 실적 우수성 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액이 371,250,000원으로 참여교수 1인당 41,250,000원 연구비를 수주 실적으로, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000,000원 연구비 (연평균 33,000,000원/1인) 대비 초과 수주 실적을 확보하였음</li> <li>• 또한 1건의 교원창업 (일릭사과마텍 주식회사)과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링커, 아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행으로, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음</li> </ul> </li> </ul>
미흡한 부분 / 문제점 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육영역에서의 미흡한 부분 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합과목 개설의 필요: 학과간의 융합과목 개설이 미진하여, 2차년도에는 융합과목을 개설하여 학생의 학제간 융합교육을 강화하여야 함.</li> <li>• Lab rotation 제도의 미정착: 2021년 1학기 신규 박사과정 입학자들의 지원이 없어 Lab rotation 제도가 운영되지 못하였음. 신규 입학생들에게 제도의 홍보 등을 통하여 적극 활용할 수 있도록 유도하는 것이 필요함.</li> <li>• 단기연수 제도 미실시: 해외협력기관의 단기해외연수가 이루어지지 않았음. 1차년도에는 COVID-19의 문제로 활성화되지 않았으나, 앞으로 단기연수를 활성화하는 것이 필요함.</li> </ul> </li> <li>○ 선정평가시 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력과전 및 공동연구를 수행하는데에는 어려움을 겪고 있음.</li> <li>○ 또한 산학협력 영역에서도 산업체 등과의 인력 교류 등의 어려움이 있음</li> </ul>
2차년도 추진계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육영역에서의 추진계획 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과과정 개편의 지속적 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오헬스/혁신신약 관련 신규 교과목 추가 개설: 1과목 이상 추가 개설</li> <li>- 산업계 연계 교과과정 개선: IC-PBL+ 교과목 추가 개설</li> <li>- 융합교육과정의 개선: 타전공 융합 교과목의 개설</li> <li>- 바이오창업 교육 지속: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영</li> <li>- 학생연구주제 선택권 보장: Lab rotation 제도의 홍보 및 실시</li> <li>- 박사과정학생 Teaching assistant 지원</li> </ul> </li> <li>• 교육의 국제화 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영어전용 강의 38% 이상 달성</li> <li>- 외국인 대학원생 추가 유치</li> <li>- 대학원생 국제학술대회 발표 지원</li> <li>- 국제심포지움 개최</li> </ul> </li> <li>• 우수 대학원생의 확보 노력 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실험실 인턴 실시: ‘실용공학연구’, ‘생명공학융합설계’ 과목을 활용한 학부생 실험실 인턴 참여 촉진</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 실시: 대학원페어 참여 및 홍보</li> <li>• 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대학원생 인센티브제도 실시: 학생논문실적에 따른 인센티브 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 연구결과 이해</li> </ul> </li> </ul> <p>○ IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진을 도모할 예정임.</p> <p>○ 인력과건의 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 앞으로 COVID19 상황이 빠르게 호전되지 않을 가능성이 많기에 이러한 온라인 기반의 공동연구 플랫폼들을 통한 국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적을 증진시키고자 함.</p> <p>○ <b>연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체간의 MOU 협정 체결을 진행을 예정이며, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임.</li> <li>• 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</li> </ul>
--	--

## 1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	영문
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, 조직재생

용 지지체, 성형용 필러 및 3-D 프린터용 자가치유 하이드로젤 개발 등이 있음.

○ 현재까지 108편의 SCI(E) 연구논문과 7편의 book chapter를 발표하였고, 총 인용횟수가 16,930여회

(H-index: 50, 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 출원 및 등록(국제 9건, 국내 17건)하였고, (주)휴메딕스에 기술이전을 실시하

였음(전용실시권, 50,000천원, 2015년).

○ 교육부/과학기술정보통신부/한국연구재단 합동의 실험실 특화형 창업선도대학 프로그램에 선정되어

(주)슈퍼노바바이옴을 창업하였고(특허양도 2건, 2018년), 기술실용화 및 일자리 창출에 기여하고 있

음(추가 특허양도 및 기술이전 1건, 2020년).

○ 2005년 신설된 한양대학교 생명공학과 창립 교원으로서 학부 및 대학원 교과과정의 기초

<p>및 융복합 교과목을 개설하고 운영하는데 핵심적인 역할을 수행하였음. 특히, 바이오의약 분야와 관련하여</p> <p>공학/의약학 융복합 교과목(생체융합재료특론, 의료용고분자설계 등)을 강의하였고, 강의우수교수로</p> <p>4회 선정되어 수상하였음(2007년, 2009년, 2014년, 2016년).</p> <p>○ WCU 및 BK21 Plus 사업에 참여하여 한양대학교 생명공학과 대학원 교육의 특성화 및 국제화에</p> <p>기여하였음.</p> <p>○ 2008년-2010년 생명공학과 학부 및 대학원 학과장 업무를 수행하였고, 다양한 교내 위원회 활동을</p> <p>수행하였음(교육과정 개편위원회, 신입학 교원인재선발관, 업적평가개선위원회 등).</p> <p>○ 교육연구단 사업이 시작하는 2020년 9월부터 대학원 학과장 업무를 겸직할 예정임.</p>
--

## 2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

〈표 1-1〉 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

신청학과(부)	기준학기	전체교수 수			참여교수 수		
		전임	겸임	계	전임	겸임	계
생명공학과	20년 2학기	9	/	9	9	/	9
	21년 1학기	9	/	9	9	/	9

〈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	20년 2학기	31	31	100	3	3	100	17	17	100	51	51	100
	21년 1학기	36	36	100	1	1	100	19	19	100	56	56	100
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 첨병역할을 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 가치창출대학으로 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 공간혁신, 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

## ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- 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>).

## ○ 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

## ○ 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)을 차지하여, 약 38%의 비율로 영어 강의를 진행하여, 사업 시행 전 35%에서 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 2명의 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’ 을 지급 (장전옥(중국): 박사과정 2020년 9월 입학, 조약빈(중국): 석사과정, 2020년 9월 입학)
- 국제학술대회 발표: 대학원생의 7건의 국제학술대회 발표
- 국제 심포지움 개최 (1<sup>st</sup> NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3<sup>rd</sup> Korea-Japan Joint symposium on tissue synthesis and manipulation)

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

- 난양공대 화학생명공학프로그램, 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹을 통하여 다음과 같은 개선 계획 수립하였으며, 이에 따른 개선을 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 신규과목 3과목 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 신설, 총 4과목 진행.
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	미진행, 2차년도 신청자부터 진행 예정
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 Teaching assistant 지원
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. 3과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습)
- 산업계와의 연계 교육 강화: 2과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 추가 (항암바이러스 개발연구실습, 응용핵산생화학)

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리에티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	중앙생물학	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	유전자전달체의 임상적 적용	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	조직공학특론	재생의료 관련 기업	신규
석사과정, 박사과정	단백질설계	(주)지뉴브	신규

- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장

- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 신입학생 중, 희망학생에 한하여 Lab rotation 제도 개설,
- 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	중앙생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
생명공학실험학	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적응	2020년 2학기: <input type="text"/>
생명공학세미나 1,2	세포이미징융합기술	단백질설계	2021년 1학기: <input type="text"/>
생체재료특론	구조단백체 이용기술	항암바이러스 개발연구실습	신규교과목: <input type="text"/>
약물전달학특론	생명정보데이터베이스 활용	인턴쉽 및 현장실습	타 기관 연계 교과목: <input type="text"/>
단백질구조분석	생물정보학	인체유전체학	
생화학특론 1	생명과학기술	바이오창업의 이해	
		응용핵산생화학	

#### [바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성 및 2020 2학기~2021년 1학기 운영 교과목]

#### (3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

- 실험실 인턴 실시: ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함.
  - 2020년 2학기: 참여학생 12명, 참여교수 7명
  - 2021년 1학기: 참여학생 5명, 참여교수 3명
- 대학원 입시전형 설명회 참여
  - 2021년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여
- 학과 및 관련 홈페이지 강화
  - BK4 홈페이지 개설 운영, 학과 홈페이지 게시판 기능을 개선하여, 취업정보, 학술정보 등을 제공
- 장학금 지원: BK4 장학금 지원

#### (4) 대학원생 학술활동 지원

- 인센티브 제도 도입: 2020년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금 (50만원/인)을 4명 지원
- 국제학술활동 지원: 대학원생의 7건의 국제학술대회 발표
- 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화
  - 생명공학세미나 1을 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의

- 국제 심포지움 개최 (1<sup>st</sup> NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3<sup>rd</sup> Korea-Japan Joint symposium on tissue synthesis and manipulation)
- 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	18편	Advanced Science (IF: 15.84)등 SCI 논문 16편
학술대회 발표	7편	2021 SFB 등
졸업자 취업현황	14명 취업 (16명 졸업생중)	87.5% 취업률

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 18편을 1차년도 기간 중에 발표하였으며, 편당 평균 impact factor가 7.400으로서, 연구 논문의 우수성을 입증함.

논문제목	발표일	학술지명	index	참여형태	Impact factor	성명
Enhanced oral bioavailability of an etoposide multiple nanoemulsion incorporating a deoxycholic acid derivative-lipid complex	20201012	Drug Delivery	SCI-E	주저자	6.419	
Recent advances in tumor microenvironment-targeted nanomedicine delivery approaches to overcome limitations of immune checkpoint blockade-based immunotherapy	20210410	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
Down-regulation of TNF- $\alpha$ via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis	20210810	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
A novel allosteric inhibitor of protein tyrosine phosphatase sigma	20200930	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Structural mechanism of inhibitor-resistance by ERK2 mutations	20210330	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Size-controlled human adipose-derived stem cell spheroids hybridized with single-segmented nanofibers and their effect on viability and stem cell differentiation	20210426	Biomaterials Research	SCI-E	공동저자	-	
Stem cell spheroid engineering with osteoinductive and ROS scavenging nanofibers for bone regeneration	20210401	Biofabrication	SCI-E	주저자	9.954	
Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering	20210401	ACTA Biomaterialia	SCI-E	주저자	8.947	
One-step harvest and delivery of micropatterned	2021040	ACTA	SCI-E	주저자	8.947	

cell sheets mimicking the multi-cellular microenvironment of vascularized tissue	1	Biomaterialia				
Engineering Multi-Cellular Spheroids for Tissue Engineering and Regenerative Medicine	20210101	Advanced Healthcare Materials	SCI-E	주저자	9.933	
Bioactive Membrane Immobilized with Lactoferrin for Modulation of Bone Regeneration and Inflammation	20201220	Tissue Engineering PART A	SCI-E	공동저자	3.845	
Adipose-derived mesenchymal stem cell spheroid sheet accelerates regeneration of ulcerated oral mucosa by enhancing inherent therapeutic properties	20201105	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	SCI-E	주저자	6.064	
Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering	20201001	Biomaterials	SCI-E	공동저자	12.479	
Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade	20210201	Advanced Science	SCI-E	주저자	16.806	
Optimizing Active Tumor Targeting Biocompatible Polymers for Efficient Systemic Delivery of Adenovirus	20210726	Cells	SCI-E	주저자	6.600	
Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Engineering exosomes for pulmonary delivery of peptides and drugs to inflammatory lung cells by inhalation	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Delivery of miRNA-92a inhibitor using RPI-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model	20210701	Journal of Biomedical Nanotechnology	SCI-E	주저자, (공동저자)	4.099	

- 학생 학술대회 발표

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	2021SFB(0420-0423)_미국시카고	Evaluation of anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	2021SFB(0420-0423)_미국시카고	Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration
	NANO 2021(20210707-0709)	Development of radical scavenging hydrogels incorporating nanofibers coated with epigallocatechin-3-gallate for cell encapsulation
	NANO 2021(20210707-0709)	Self-assembled multi-functional biomineral nanoparticle for tissue engineering applications
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
	KSBMB 2021(20210525-0527)	Brain-specific knockdown of pain signaling by intranasal delivered siRNA attenuate cancer-associated neuropathic pain
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Development of Respiratoid for Cellular Respiration in Tissue-engineered Cells

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원: 000 박사 (계약기간: 2021.03.01.-2022.02.28.)

- 참여 연구: 000 박사는 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술의 개발 연구에 참여하여, 연구를 진행 중. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상의 치료기술을 개발하는 연구를 수행 중. 1편의 논문에 2저자로 참여하였으며, 현재, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.
- 논문실적: 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.
- 지원실적: 계약기간 (1년) 동안, 연봉 3,600만원의 인건비를 지급

## 1. 교육과정 구성 및 운영

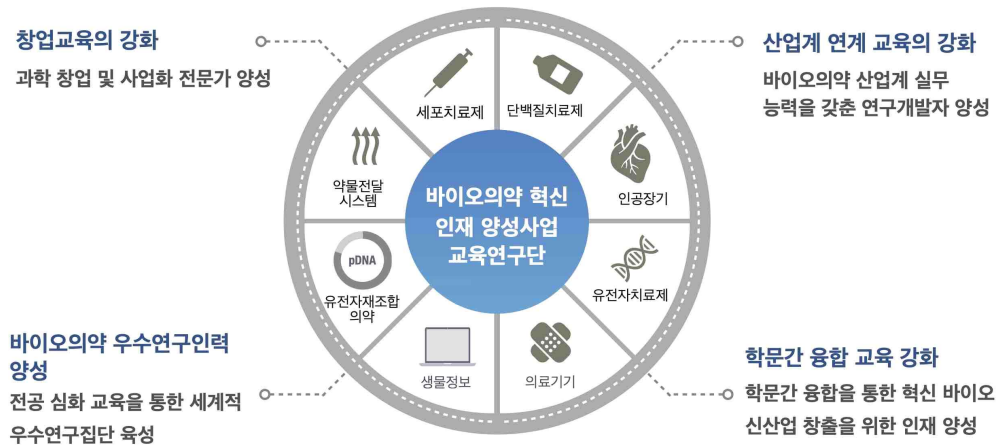
### 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

#### ○ 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(**산업계 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 필요인재 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

- 산업전반에서 요구되는 문제점에 대한 인식과 이에 대한 참여 대학원생들의 자발적이고 창의적인 문제해결능력을 함양하는 목적으로 IC-PBL+ 과목들이 개설되어 있음.
- 바이오창업 교과목을 개설하여, 바이오의약분야의 창업 교육 실시

### ○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- 대학원 연구수행에 필요한 생명공학 연구기술 과목을 필수교과목으로 지정하여 운영
- 석사논문연구 및 박사논문연구 교과목을 통한 심화연구 교육을 실시함.

### ○ 국제화를 위한 교육

- 영어전용 강의 확대: 2018년 1학기부터 2020년 1학기까지 연구 및 세미나과목을 제외한 22과목 중, 8과목의 영어전용 강의를 실시하고 있음(현재 35%). 교육사업을 수행하면서 연구, 세미나, 타학과 공동운영교과목, IC-PBL+교과목 등을 제외한 대부분의 강의를 영어전용으로 진행하여 전체 과목 중 50%에 이르도록 확대할 예정.
- 외국인 학생들에 대한 장학금(등록금 50%) 지급을 통한 외국 유학생 유치.
- 석사과정 학생은 학위과정 중 평균 1회 이상 및 박사과정 학생은 평균 1년에 1회 이상의 국제학술대회 발표 수행.
- 국제학술심포지엄을 격년으로 개최하여 대학원생들의 최신 국제 연구동향 교육



[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 공동운영하고 있고, 생물정보학 과목을 융합영역과목으로 개설 및 운영 중에 있음.
- 소프트웨어중심대학과 바이오 소프트웨어 융합전공학위 과정을 2019년부터 운영하고 있음
- 소프트웨어중심대학과 생물정보학, 인체유전학, 응용핵산생화학을 연계 교과목으로 개발하고, 의생명과학대학원과 생명정보 데이터베이스 활용을 연계 교과목으로 개발함으로써, 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 rotation의 기회를 제공할 필요가 있음.

### (4) 벤치마킹 대학원과의 장단점 비교 평가

- 본 교육연구단의 교육과정 개선을 위하여 세계 저명대학 대학원과의 장단점을 비교하고

벤치마킹하였음.

○ 벤치마킹대학: **싱가포르 난양공대의 화학생명공학프로그램**(Chemical and Biomedical Engineering)은 혁신신약개발을 위한 단백질공학, 생체재료, 조직공학, 의료기기, 진단기기 등에서 선도적인 연구를 수행하고 있음(2019년 기준 QS세계대학평가 세계 12위). **미국 유타대학교의 약학대학**은 약물전달시스템연구소 등의 우수한 신약개발프로그램을 운영하고 있으며, 생체재료, 약물전달시스템, 조직공학 등의 선도적인 연구를 수행하고 있음(2019년 기준 QS세계대학평가 세계 45위). 따라서, 난양공대와 유타대학교는 유사한 연구와 교과과정을 가지고 있는 한양대학교의 생명공학과의 교과과정 개선을 위한 우수한 벤치마킹 대상 대학임.

	난양공대 화학생명공학프로그램	유타대학교 약학대학	한양대학교 생명공학과
이수 필수교과목	Transferable skills programme (creative thinking, research networking 등) (박사과정)	Proposal writing and presentation I, II (박사과정)	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학
실험교육 및 세미나	Graduate Seminar Course	Department Seminar	세미나 1, 2, 생명공학실험학
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	Pharmaceutical sciences, Core Pharmaceutics 등의 필수교과목 지정	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화
산업계 연계과목	없음	없음	IC-PBL+ 진행
논문자격 종합시험	시행함	시행함	시행함
Lab rotation	시행하지 않음 (연구실별 연구주제 정보제공)	시행함	시행하지 않음 (연구실별 연구주제 정보제공)
조교제도	Teaching Assistant 의무 (박사과정)	Teaching Assistant 의무 (박사과정)	의무사항 아님
세미나 발표의무	없음	세미나 3회 이상 의무 (박사과정)	세미나 1회 이상 의무 (박사과정)
기타	주제나 목표에 따른 특화된 전공트랙 제공, 연구우수학생 시상, Graduate English 교과목 운영	Journal club 의무 참여	다른 학과의 연관과목을 전공수강으로 인정, 영어강의 교과목 30% 이상

○ 벤치마킹 결과

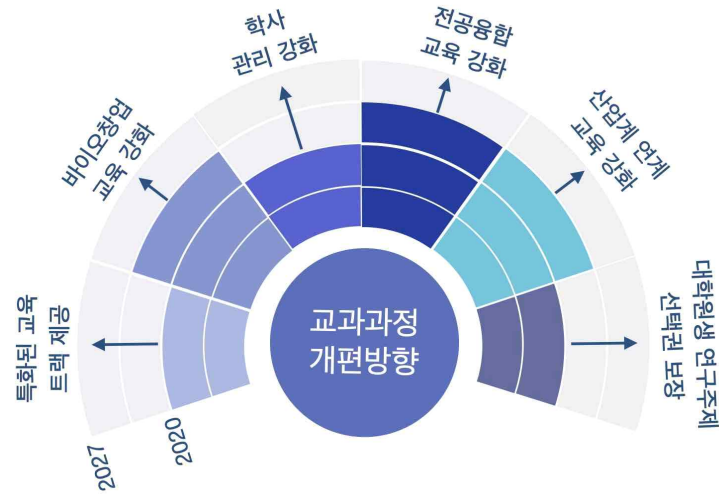
한양대학교 생명공학과의 장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업체와 연계된 산업계 연계 과목 운영 (IC-PBL+ 운영, 산업연계교육자문위원회 운영)</li> <li>생명공학실험학 필수운영으로 실험기술 교육</li> <li>타전공 연관과목의 전공수강 인정</li> </ul>
한양대학교 생명공학과의 개선점	<ul style="list-style-type: none"> <li>특화된 주제나 목표에 따른 교육트랙의 제공 (난양공대)</li> <li>Teaching Assistant 확대 시행 (난양공대, 유타대학교)</li> <li>Lab rotation을 통한 연구주제 선택권 보장 (유타대학교)</li> </ul>

### ○ 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획

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

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

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



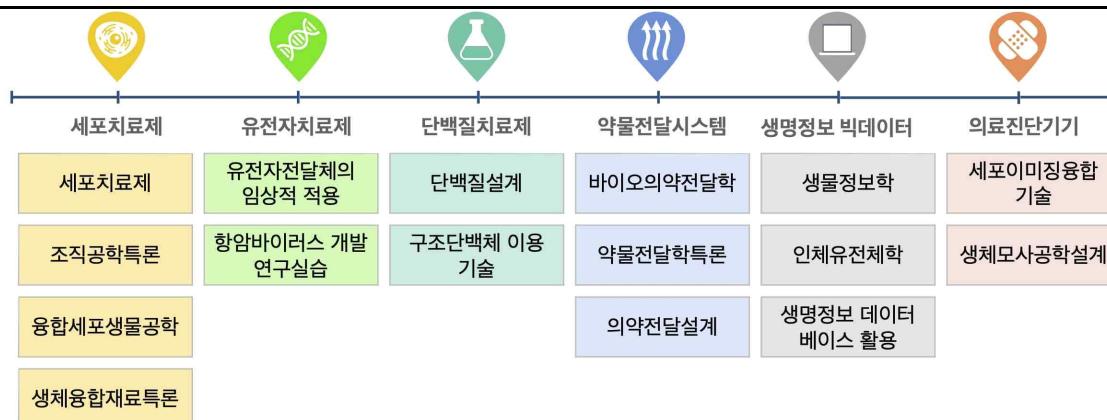
[교과과정 개편방향]

○ 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	종양생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
생명공학실험학	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적적용	
생명공학세미나 1,2	세포이미징융합기술	단백질설계	
생체재료특론	구조단백체 이용기술	항암바이러스 개발연구실습	신규교과목 : <input type="text"/>
약물전달학특론	생명정보데이터베이스 활용	인턴쉽 및 현장실습	타 기관 연계 교과목 : <input type="text"/>
단백질구조분석	생물정보학	인체유전체학	
생화학특론 1	생명과학기술	바이오창업의 이해	
		응용핵산생화학	

[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 수 요기업들로부터 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 융합 전공 학위과정을 운영. 일반생물학, 생화학, 분자생물학, 생리학 과목을 바이오영역으로 운영하고 있음. 이러한 융합교육을 확대하여, 대학원 과정에 공동운영 교과목으로 생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학을 개설하며, 의생명과학대학원과 생명정보 데이터베이스 활용 과목을 개설하여 운영할 예정임.

	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 예정임.

### (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
  - 김영목 (주)휴온스
  - 류현승 (주)씨지바이오
  - 이상연 (주)비비에치씨
  - 인대훈 (주)한국애브비
  - 최기명 (주)옵티팜
  - 최연웅 (주)한국유나이티드제약 서울연구소
  - 황도원 (주)테라베스트
  - 황유경 (주)녹십자 랩셀

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

- 산업체, 지역사회, 학교의 상호연계를 통하여 학습자가 현장에서 발생하는 실제적인 문제를 해결하는 창의융합형 인재교육을 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 2과목을 확대하여, 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.



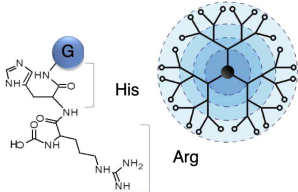
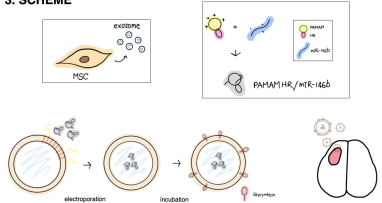
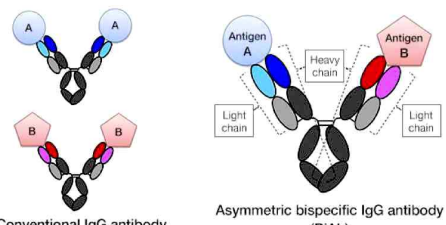
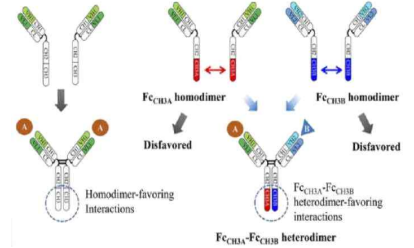
대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리엑티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	중앙생물학	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	유전자전달체의 임상적 적용	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	조직공학특론	재생의료 관련 기업	신규
석사과정, 박사과정	단백질설계	(주)지뉴브	신규

- 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 또는 문제상황	<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 낮음.</li><li>• 뇌로의 바이오의약품 전달 효율을 개선하기 위한 새로운 전달체 및 전달기술을 설계하는 것을 목표로 함.</li></ul>		
주차별 IC-PBL+ 수업활동	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	
IC-PBL+ 개발 및 운영 관련 성과와 노하우			
교수자 성찰	<ul style="list-style-type: none"><li>• 본 수업에서는 뇌로의 바이오의약 약물전달을 위한 신규전달방법을 설계하는 데에 목적이 있으나, 광범위한 생리학적, 생화학적 지식을 기반으로 하여야 하기 때문에, 학생들의 지속적인 정보수집이 기반이</li></ul>		



	<p>되어야 했음.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 hurdle에 해당하는데, 제시된 아이디어 중에서는 참신한 아이디어가 제시되어 유용하였음. 향후에도 지속적 협력 예정</li> </ul>

 <p>덴드리머와 histidine/arginine으로 구성된 새로운 약물전달체</p>	<p>3. SCHEME</p>  <p>엑소좀/덴드리머/리간드를 복합한 신규 약물전달체</p>
 <p>트랜스페린과 약물의 모두 결합할 수 있는 bispecific antibody를 개발하여 뇌로 약물전달</p>	 <p>약물과 뇌에 모두 결합하는 bispecific antibody의 제조법</p>

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 갈 수 있는 능력을 배양하고자 한다.</p>																																
주차별 IC-PBL+ 수업활동	<table border="1"> <tr><td>1주차</td><td>과목 인트로</td></tr> <tr><td>2주차</td><td>창업의 시작</td></tr> <tr><td>3주차</td><td>창업 관련 법령의 이해</td></tr> <tr><td>4주차</td><td>창업 관련 세무 이해</td></tr> <tr><td>5주차</td><td>시장조사</td></tr> <tr><td>6주차</td><td>시장조사 II</td></tr> <tr><td>7주차</td><td>문헌분석</td></tr> <tr><td>8주차</td><td>문헌분석 II</td></tr> <tr><td>9주차</td><td>특허 관리 및 유지</td></tr> <tr><td>10주차</td><td>사업화 단계 일반 1</td></tr> <tr><td>11주차</td><td>사업화 단계 일반 2</td></tr> <tr><td>12주차</td><td>일차 발표</td></tr> <tr><td>13주차</td><td>성공사례 분석</td></tr> <tr><td>14주차</td><td>2차 발표 및 보완 내용 점검</td></tr> <tr><td>15주차</td><td>최종 발표</td></tr> <tr><td>16주차</td><td>총평 및 정리</td></tr> </table>	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
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 될것이라고 생각한다.</p> <p>당초, 기대했던이상으로 학생들은 적극적이었으며, 특히 사업계획서 발표의 부분은 마치 상황극을 하듯 매우 진지하였으며, 듣고있는 학생들 역시 투자자인 입장에서 적극적으로 질문을 하여 기존의 강의보다는 확실히 매력이 있는 과목인 것으로 생각됨.</p>																																
학생들 성찰일지	<p>단순한 강의 중심의 강의를 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>																																

#### (4) 기업체 인턴 교육 및 취업 지원

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

#### (5) 학연 공동연구체계 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.

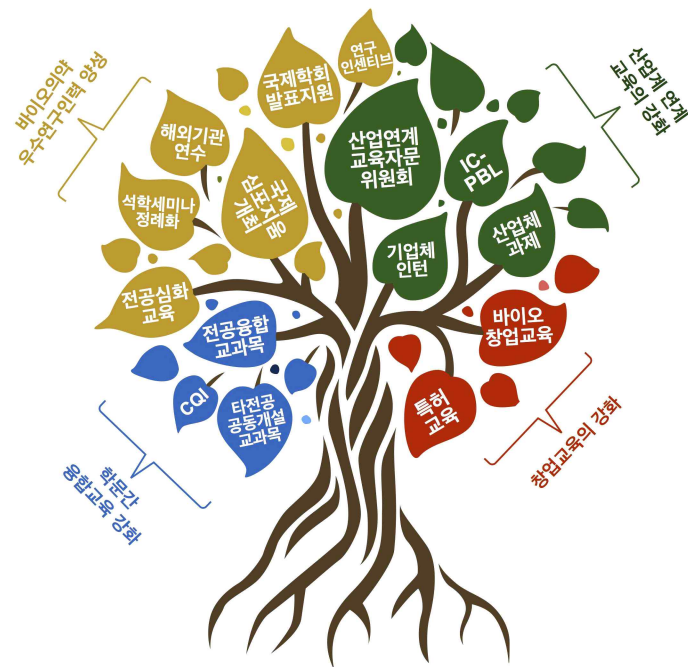
### ○ 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정의 충실성 및 지속성

#### (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, 인

체유전체학, 응용핵산생화학, 생명정보 데이터베이스 활용 등).

- 한양대학교 산학협력단 및 창업지원단의 지원을 받아 창업교육 활성화.



[교육목표 대비 실행 방안]

## (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.

지난학기 입력내용	개선	강의 운영시 문제점	
		강의 개선 방향	
2019 / 2 이민형	반영결과	지난학기 개선사항 반영결과	지난 강의와는 달리 IC-PBL 강의를 진행하였음. 연결 기업의 당면 문제점을 강의진행 중, 학생들의 연구 과정을 통하여 해결하려는 노력을 진행하였음.
	개선	이번학기 강의 운영시 문제점	학생들이 실제 회사의 당면 문제점을 해결하기에는 기본적인 지식이 부족한 점이 있었음. 따라서, 강의 초반에는 기본지식 전달에 좀더 노력을 기울여야 할 필요가 있음.
		다음학기 강의 개선방향	강의 초반 1/3정도는 관련 정보 전달에 충실해야 할 필요가 있음.
		강의 개선 설문	<p>본부에서 효율적인 강의개선 관리를 위한 설문입니다. 구체적인 내용은 이번학기 강의운영 시 문제점에 기술하여 주시기 바랍니다.</p> <p>1. 지난 학기의 강의 개선 계획이 이번 학기 강의에 잘 반영되었다고 생각하십니까?</p> <p><input type="radio"/> 매우아니다(1) <input type="radio"/> 아니다(2) <input type="radio"/> 보통이다(3) <input type="radio"/> 그렇다(4) <input checked="" type="radio"/> 매우그렇다(5)</p> <p>2. 이번 학기 강의를 진행하면서 발생한 문제를 해결하기 위해 본부 또는 단과대학 행정팀의 제도적/행정적 지원이 필요하십니까?</p>

## [대학원 교과목 CQI 입력화면]

## ○ 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, 싸이토카인, 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	<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> </ul>

적용	<ul style="list-style-type: none"> <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 발현 조절 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> <li>강의내용: 유전자재조합 및 핵산 (DNA/RNA) 도입을 통하여 생산될 수 있는 다양한 바이오의약품을 공부함. 이 바이오의약품의 범위에는 펩타이드치료제, 유전자치료제, 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 생체 재료기반 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생체재료의 기본 특성에 대한 이해와 바이오의약전달</li> </ul>

특론	<p>및 생체조직공학관련 최신 연구동향 습득</p> <ul style="list-style-type: none"> <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. 바이오의약품전달 및 생체조직공학에의 최신 연구동향을 중심으로 강의함. 일반 수업 및 발표식 수업 병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행. 외부 전문가 초청강연 포함.</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 바이오의약품전달 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 병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행. 외부 전문가 초청강연 포함.</li> </ul>
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 제공함. 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 탐구를 하고, 질환을 치료하는 방법들 (약물분당학, 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 나노 구조체 제작 기술, 단백질 이용 나노 구조체 제작 기술, 나노분석 시스템에 대하여 설명하고, 바이오융합기술 관련 특정분야에 대하여 현재의 동</li> </ul>



	향 및 cutting edge technology에 대하여 강의함.
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 항원 인식 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 조절 방법에 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)	2020년 2학기	31	3	17	51
	2021년 1학기	36	1	19	56
	계				
배출 (졸업생)	2020년 2학기	12	0		12
	2021년 1학기	4	0		4
	계				

### 2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

(1) 우수 대학원생 확보 계획 및 실적
○ 성과
- 실험실 인턴 실시
<ul style="list-style-type: none"> <li>실용공학연구' 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함. (2020년 2학기: 참여학생 12명, 참여교수 7명, 2021년 1학기: 참여학생 5명, 참여교수 3명)</li> </ul>



- ‘생명공학종합설계’ 학부교과목을 운영하여, 학생들의 연구활동 참여 유도 (2020년 2학기: 참여 학생 41명, 참여교수 9명, 2021년 1학기: 참여학생 38명, 참여교수 9명)
- 대학원 입시전형 설명회 참여: 2021년 1학기 한양대학교 대학원 페어 참여하여 입시설명회 및 오픈랩 실시
- 학과 및 관련 홈페이지 강화: 실적: BK사업단 홈페이지를 개설하여, 학술정보 제공. 학과 홈페이지 게시판 기능을 강화하여, 취업정보 및 학술정보 제공 활성화
- 장학금 지원: BK4 사업단 장학금, 연구비 장학금 등을 지원

### ○ 향후 지원 계획

- 실험실 인턴 실시: 본교 학부생 대상으로 4학기 동안 실용공학연구 및 생명공학종합설계 과목을 통하여 실험실 연구활동에 참여하도록 유도함으로써, 첨단 바이오의약 연구주제에 대한 관심을 유발하고 대학원 진학률을 높임.
- 대학원 입시전형 설명회 (대학원 페어) 참여: 본교에서 매년 2차례 진행하는 대학원 페어를 통하여, 자교 및 타교생에게 모두 제공되는 대학원 입시설명회를 개최함. 단순한 입시 요강에 대한 안내뿐만 아니라 연구실 연구내용에 대한 비전 및 정보를 공유할 수 있는 자료 등을 제공함으로써 외부 우수 대학원생 자원을 확보.
- 학과 및 관련 홈페이지 강화: 본 교육연구단의 비전 및 내용, 성과 등을 홍보할 수 있는 관련 홈페이지를 국문 및 영문으로 제작하여 많은 정보들이 공유될 수 있도록 함.
- 장학금 지원: 본교에서 지원하는 장학금에 추가하여, BK4 장학금, 연구비 장학금 등을 지원하여, 대학원 등록금 및 생활비를 지원함으로써, 안정적으로 연구를 수행할 환경을 조성하여 우수한 대학원생의 지원 촉진.
- 해외 우수 대학원생의 지원 촉진: 해외 대학에 재학 중인 (특히 4학년 대상) 외국 대학생을 대상으로 본교 참여교수 연구실에 방문/교환 인턴제도를 추진하고, 대상 학생의 한국 내 체류비 일부를 지원함으로써 우수한 외국인 유학생 확보.



### (2) 우수 대학원생 지원 계획: 대학원 학생의 성과 평가 및 피드백 방식의 개발

#### ○ 성과

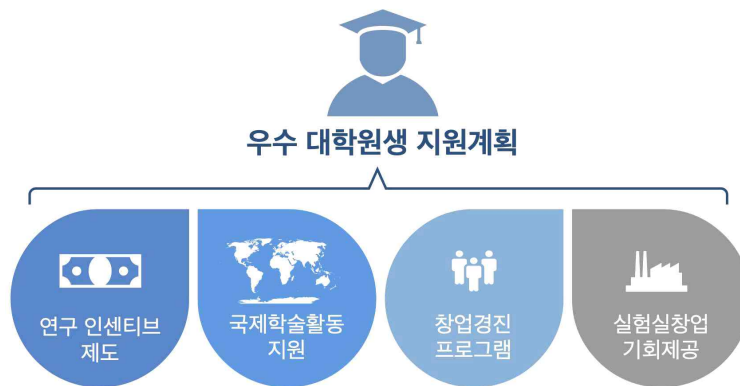
- 인센티브 제도 도입: 2020년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금

(50만원/인)을 4명 지원 (김세정, 변하연, 정보경, 이영기)

- 국제학술활동 지원: 대학원생의 7건의 국제학술대회 발표 지원

#### ○ 향후 개선 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.



[교육연구단의 우수 대학원생 지원계획]

## 2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

### (1) 대학원생 성과 평가 및 피드백 제도 확립

#### ○ 성과

- 인센티브 제도 도입: 2020년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금 (50만원/인)을 4명 지원

#### ○ 향후 추진계획

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

### (2) 우수 연구기관 연수기회 제공

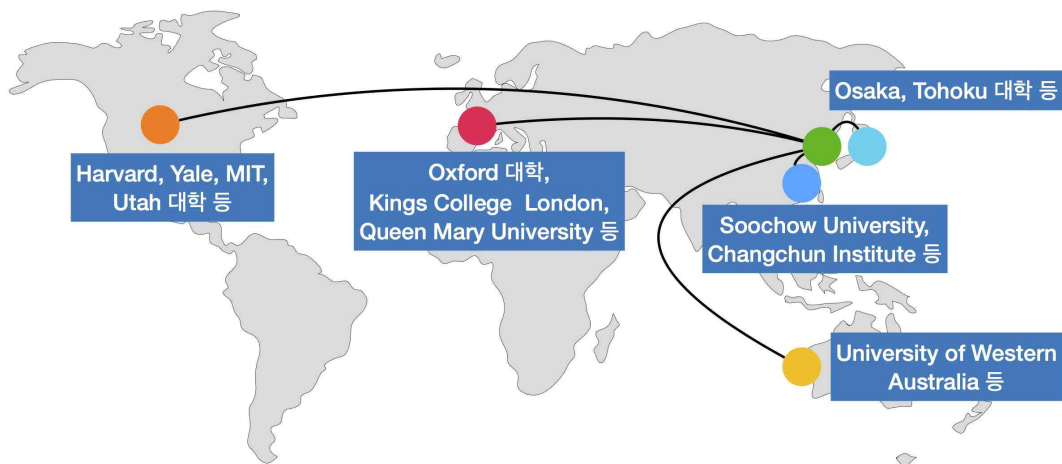
○ 성과

- 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 네트워킹 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, Universtiy of Western Australia

(3) 해외 및 국내 석학 세미나 및 심포지엄 정례화

○ 성과

- 생명공학세미나 1을 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의

일시	연사	소속	발표 제목
03월 25일		파맵신	파맵신의 창업부터 오늘, 그리고 미래
04월 01일		연세대	COVID-19 백신 및 치료제 현황
04월 08일		동국대 의생명공학 과	Polymer-based therapeutic approaches of stem cells
04월 15일		University of Michigan	Nanomaterial-based engineering approaches for cancer nanomedicine and immunotherapy
04월 29일		Mayo Clinic	Modeling microbial metabolism for health and biotechnological applications
05월 06일		목포대 약학대학	경구 메트로노믹 항암제를 이용한 면역억제제의 활성 증진 약물 개발
05월 13일		강원대학교	Engineered Chimeric Macrophage and T cells: Cell Engineering to Expand Their Therapeutic Potentials
05월 20일		스템모어	세포를 이용한 탈모치료제 개발
05월 27일		무진메디	나노-유전자 편집 기술을 이용한 치료제 개발
06월 10일		한국 에브비	Working in pharma industry and Career development

- 국제 심포지움 개최 (1<sup>st</sup> NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3<sup>rd</sup> Korea-Japan Joint symposium on tissue synthesis and manipulation)

-

#### ○ 향후 추진계획

- 해외 및 국내 석학을 중심으로 최신 연구주제에 대한 세미나 및 특강을 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 참가지원

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	2021SFB(0420~0423)_미국시카고	Evaluation of anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	2021SFB(0420~0423)_미국시카고	Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration
	NANO 2021(20210707~0709)	Development of radical scavenging hydrogels incorporating nanofibers coated with epigallocatechin-3-gallate for cell encapsulation
	NANO 2021(20210707~0709)	Self-assembled multi-functional biomineral nanoparticle for tissue engineering applications
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
	KSBMB 2021(20210525~0527)	Brain-specific knockdown of pain signaling by intranasal delivered siRNA attenuate cancer-associated neuropathic pain
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Development of Respiratoid for Cellular Respiration in Tissue-engineered Cells

#### ○ 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 타전공과목 수강 촉진: 타전공과목 수강시 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 학제간, 전공간의 활발한 교류를 통한 통합적 연구역량 강화의 일환으로 다른 학과의 연관 교과목 수강 시 전공인정, 다른 학과와의 공동강의 개설 등의 프로그램 확보 (소프트웨어 중심대학과 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 고취함.

## 2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2021.2월 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)업자 (D)		
			진학자					입대자
			국내	국외				
2021년 2월 졸업자	석사	12				12	10	83
	박사							

### ○ 참여대학원생의 취업성과

- 졸업생 16명 중 14명 취업 (87.5% 취업률)
- 한양대학교 산학협력단 취업은 석사/박사후 연구원으로 계약직 연구원이지만, 외국대학으로 유학과 박사 후 수련과정을 준비하는 졸업생들로서, 적절한 단기취업을 한 것으로 판단.

졸업시기	학생	취득학위	취업구분	취업	회사명
2121.02		석사	취업	2021.01	sk바이오사이언스
2121.02		석사	미취업	-	-
2121.02		석사	미취업	-	-
2121.02		석사	취업	2021.05	지아이셀
2121.02		석사	취업	2021.07	CJ제일제당
2121.02		석사	취업	2021.10	셀트리온
2121.02		석사	취업	2021.01	(주)베르티스
2121.02		석사	취업	2021.09	셀트리온
2121.02		석사	취업	2021.03	한양대학교 산학협력단
2121.02		석사	취업	2021.05	(주)미래생태
2121.02		석사	취업	2021.10	SK바이오사이언스
2121.02		석사	취업	2021.07	파마리서치
2021.08		석사	취업	2021.07	HK콜마

2121.08		석사	취업	2021.07	휴온스랩
2121.08		석사	취업	2021.08	SD바이오센서
2121.08		박사	취업	2021.09	한양대학교 산학협력단

○ 취업률 제고를 위한 계획

- 인턴 프로그램 운영: 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장교육을 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
- 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공함.

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

○ 성과

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 18편을 1차년도 기간 중에 발표하였으며, 편당 평균 impact factor가 7.400으로서, 높은 수준의 연구 논문의 우수성을 입증함.

논문제목	발표일	학술지명	index	참여형태	Impact factor	성명
Enhanced oral bioavailability of an etoposide multiple nanoemulsion incorporating a deoxycholic acid derivative-lipid complex	20201012	Drug Delivery	SCI-E	주저자	6.419	
Recent advances in tumor microenvironment-targeted nanomedicine delivery approaches to overcome limitations of immune checkpoint blockade-based immunotherapy	20210410	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
Down-regulation of TNF- $\alpha$ via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis	20210810	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
A novel allosteric inhibitor of protein tyrosine phosphatase sigma	20200930	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Structural mechanism of inhibitor-resistance by ERK2 mutations	20210330	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Size-controlled human adipose-derived stem cell spheroids hybridized with single-segmented nanofibers and their effect on viability and stem cell differentiation	20210426	Biomaterials Research	SCI-E	공동저자	-	
Stem cell spheroid engineering with osteoinductive and ROS scavenging nanofibers for bone regeneration	20210401	Biofabrication	SCI-E	주저자	9.954	
Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin	20210401	ACTA Biomaterialia	SCI-E	주저자	8.947	

gallate for tissue engineering						
One-step harvest and delivery of micropatterned cell sheets mimicking the multi-cellular microenvironment of vascularized tissue	20210401	ACTA Biomaterialia	SCI-E	주저자	8.947	
Engineering Multi-Cellular Spheroids for Tissue Engineering and Regenerative Medicine	20210101	Advanced Healthcare Materials	SCI-E	주저자	9.933	
Bioactive Membrane Immobilized with Lactoferrin for Modulation of Bone Regeneration and Inflammation	20201220	Tissue Engineering PART A	SCI-E	공동저자	3.845	
Adipose-derived mesenchymal stem cell spheroid sheet accelerates regeneration of ulcerated oral mucosa by enhancing inherent therapeutic properties	20201105	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	SCI-E	주저자	6.064	
Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering	20201001	Biomaterials	SCI-E	공동저자	12.479	
Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade	20210201	Advanced Science	SCI-E	주저자	16.806	
Optimizing Active Tumor Targeting Biocompatible Polymers for Efficient Systemic Delivery of Adenovirus	20210726	Cells	SCI-E	주저자	6.600	
Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Engineering exosomes for pulmonary delivery of peptides and drugs to inflammatory lung cells by inhalation	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Delivery of miRNA-92a inhibitor using RP1-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model	20210701	Journal of Biomedical Nanotechnology	SCI-E	주저자, (공동저자)	4.099	

- 참여대학원생의 참여논문의 우수성

1	참여대학원생명	
	지도교수	
	논문제목	Enhanced oral bioavailability of an etoposide multiple nanoemulsion incorporating a deoxycholic acid derivative-lipid complex
	학술지명	Drug Delivery
	DOI	doi.org/10.1080/10717544.2020.1837293
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	난용성 항암제로 알려진 etoposide를 nano-emulsion형태의 나노입자형태로 만들어 경구투여형태의 항암치료제로서의 생체이용률을 높임
2	참여 대학원생명	
	지도교수	
	논문제목	Recent advances in tumor microenvironment-targeted nanomedicine delivery approaches to overcome limitations of immune checkpoint blockade-based immunotherapy



	학술지명	Journal of Controlled Release
	DOI	doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.02.002
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	최근 각광받고있는 면역항암치료 방법중, 면역관문저해제(immune checkpoint blockade)의 불용성을 극복할 수 있는 다양한 종양면역환경(tumor microenvironment)표적 나노기술들의 개발동향이 정리되어있음.
3	참여 대학원생명 지도교수	
	논문제목	Down-regulation of TNF- $\alpha$ via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis
	학술지명	Journal of Controlled Release
	DOI	doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.022
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	급성 염증성 패혈증의 치료를 위한 염증성 대식세포 표적 유전자 복합체를 개발함. 해당 유전자 복합체는 염증성 대식세포에 선택적으로 전달되어, 효과적인 TNF- $\alpha$ 방출억제 결과를 보여주었음.
4	참여대학원생명 지도교수	
	논문제목	Stem cell spheroid engineering with osteoinductive and ROS scavenging nanofibers for bone regeneration
	학술지명	BIOFABRICATION
	DOI	doi: 10.1088/1758-5090/abd56c
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	줄기세포를 이용한 spheroid는 조직과 유사한 3차원 미세환경과 높은 치료효율을 갖고 있어 골조직재생용 세포치료제로써 각광받고 있음. 하지만 질환부위에서 생성되는 Reactive oxygen species (ROS)는 골분화 억제, 만성염증 유발과 같은 문제들을 야기하여 이러한 줄기세포 기반의 치료의 효과를 제한함. 본 연구에서는 줄기세포의 자발적인 골분화를 유도함과 동시에 ROS를 조절할 수 있는 미네랄나노섬유를 제작하는 방식을 개발하였고, 이를 줄기세포와 융합하여 다기능성 spheroid를 제작함. 이 spheroid가 자발적으로 골분화 및 ROS를 조절하는 것을 확인하였고, 생쥐 두개골 결손모델에서도 향상된 치료효과를 보이는 것을 확인함. 본 연구는 Biofabrication (IF 9.954, 상위 7%)에 게재되었음.
5	참여 대학원생명 지도교수	
	논문제목	Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	학술지명	ACTA BIOMATERIALIA
	DOI	10.1016/j.actbio.2021.02.005.
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	조직공학에서 Reactive oxygen species(ROS)는 생체재료 또는 세포를 이용한 치료 시 그 효과를 절감시키는 주요한 원인중 하나임. 과거 ROS를 제어하기 위해 폴리페놀 또는 항산화 효소를 함께 처리해 주는 등의 연구가 진행되었으며, 본 연구진은 폴리페놀과 메탈의 구조체 형성(Metal-polyphenol network; MPN)에 대한 연구 이력 및 기술력을 바탕으로 ROS 제어를 위한 생체재료 코팅에 접목하였음. 본 연구에서, 고분자 생체재료 (Polycaprolactone; PCL) 표면에 폴리페놀 중 하나인 Epigallocatechin gallate(EGCG)을 코팅하여 2D/3D 환경에서의 화학적인 ROS 제거 (Resonance-stabilization에 의한) 효과를 확인하였음. 또한, EGCG가 코팅된 표면에서 세포사멸 억제 및 세포 내 ROS 감소 효과를

		확인하였으며, 항산화 효소의 발현에 미치는 영향을 밝혀내었음. ROS 조절에 대한 관심도가 높아지는 가운데, 본 연구를 통해 ROS를 효과적으로 제어하여 조직공학적인 치료 효율을 향상시키는 데 기여하였음. 본 연구는 Acta Biomater. (IF: 8.947, 상위 10%)에 게재되었음.
6	참여 대학원생명 지도교수	
	논문제목	One-step harvest and delivery of micropatterned cell sheets mimicking the multi-cellular microenvironment of vascularized tissue
	학술지명	ACTA BIOMATERIALIA
	DOI	10.1016/j.actbio.2021.02.009.
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	조직의 손상을 치료하거나 인공 조직으로 대체하기 위해 생체 내 복잡한 조직의 구조를 모방하는 체외 조직을 제작하고 이를 체내에 이식하기 위한 다양한 연구가 진행 중임. 대표적으로 세포 시트를 이용한 연구는 생체 재료 없이 다양한 형태의 체외 조직을 제작하고 이를 이식할 수 있어 널리 활용되고 있음. 본 연구진은 온도감응성 하이드로젤 표면에 honeycomb-shaped polydopamine pattern을 도입하여 vascularized structure나 hepatic lobule structure를 가지는 세포 시트를 체외에서 배양할 수 있는 방법을 개발함. 이에 따라 체외에서 세포의 복잡한 계층적 구조를 조직화하고 세포 간 상호작용을 조절하는 방법에 대한 이해를 높일 수 있었음. 뿐만 아니라 이를 손쉽게 생체 내로 전달할 수 있는 기반 기술을 확보하여, 체외 조직의 제작과 이식을 동시에 진행할 수 있는 원천 기술을 확보하는데 성공함. 본 연구는 Acta Biomaterialia (IF 8.947, 상위 15%)에 게재되었음.
7	참여 대학원생명 지도교수	
	논문제목	Engineering Multi-Cellular Spheroids for Tissue Engineering and Regenerative Medicine
	학술지명	ADVANCED HEALTHCARE MATERIALS
	DOI	10.1002/adhm.202000608.
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	3차원 배양된 세포는 2차원 배양된 세포보다 형태나 생리 활성의 측면에서 체내의 세포와 유사한 특징을 지니고 있음. 이에 최근 들어 세포를 spheroid라 불리는 구형의 3차원 세포 응집체로 배양하는 연구가 진행되고 있으며, 이를 생체 내로 이식해 치료 효과를 기대하거나 체외에서 약물 평가나 질병 모델로 활용할 수 있는 조직체를 제작하는데 응용되고 있음. 따라서 본 논문을 통해 최근 진행되고 있는 spheroid 연구 동향을 면밀하게 분석하였으며, 뿐만 아니라 다양한 cell-instructive signal을 전달할 수 있는 생체 재료와 융합된 spheroid 배양 및 응용 방법에 대해 고찰했음. 또한 spheroid의 fusion 이나 3D printing 기법과의 기술적 융합을 통해 다양한 3차원 조직을 제작하는 방법까지 기술하여 앞으로 spheroid 연구가 나아가야 할 방향을 학계에 성공적으로 제시했음. 본 연구는 Advanced Healthcare Materials (IF 9.933, 상위 10%)에 게재되었음.
8	참여대학원생명 지도교수	
	논문제목	Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade
	학술지명	ADVANCED SCIENCE

	DOI	https://doi.org/10.1002/advs.202001308
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	본 연구는 성공적 암치료를 위해, 본 연구팀에서 개발한 fluorinated MDHP가 Immunogenic Cell Death를 유도하고 면역 관문차단요법과 상승 작용을 일으킴을 증명한 기초 및 응용의 융합연구로서, 결과의 우수성은 물론 바이러스의 임상적용 가능성을 크게 향상시켰으며, 이는 기존 면역 관문차단요법의 한계를 돌파한 매우 우수한 연구임.
9	참여대학원생명 지도교수	
	논문제목	Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy
	학술지명	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE
	DOI	doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.10.064
	대표연구업적물의 적합성과 우수성	노인인구의 증가와 함께 허혈성뇌졸중의 빈도가 증가하여, 이를 위한 새로운 치료방법의 개발이 이루어짐. 히스티딘과 아르기닌이 결합된 덴드리머 형태의 유전자 전달체는 저독성으로 뇌조직에 치료유전자를 효과적으로 전달하여 뇌졸중 동물모델에서 치료효과를 유도하였음. 히스티딘과 아르기닌 부분은 세포 내로 이입된 후에 엔도솜탈출의 효율을 증가시킴으로써 유전자 전달효율을 개선하였음. 이러한 결과로 보다 안전하고 효율적인 허혈성뇌졸중의 유전자치료기술의 개발함. 이 결과는 <u>Journal of Controlled Release</u> (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.

○ 연구수월성 제고를 위한 향후추진계획

- 연구장학금의 지급 유지: 한양대학교 본교 장학금, BK4 장학금, 연구비 장학금을 일정 금액 이상을 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		
- 1차년도는 COVID-19의 발생으로 국제학술대회의 참여과 발표가 극히 제한된 상태로, 기존의 활동보다 많이 위축된 결과를 얻었음. 이러한 조건에서도 7건의 우수한 연구결과 발표가 있었음.		
1	참여 대학원생 명	
	지도교수	

	발표제목	Evaluation of anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	학술대회명	2021SFB 미국시카고
	학술대회 기간	(20210420~0423)_
	발표실적의  적합성과 우수성	Reactive oxygen species(ROS)는 DNA를 파괴하고 단백질 및 지질을 산화시켜 세포사멸을 유발함. 이러한 ROS는 생체재료 또는 세포의 이식을 통한 조직공학 치료시에도 지속적으로 생성되어 치료효과에 부정적인 영향을 미친다고 알려져 있음. 본 발표에서, 폴리페놀과 메탈의 구조체 형성 (Metal-polyphenol network; MPN) 기술을 활용한 Epigallocatechin gallate(EGCG) 및 Magnesium ion(Mg <sup>2+</sup> )의 생체재료 표면 코팅으로 ROS 제어를 시도하는 연구를 소개하였음. EGCG가 코팅된 polycaprolactone(PCL) 고분자 필름 및 고분자 나노섬유에서 화학적으로 ROS가 제거되는 효과를 확인하였고, 2D/3D 환경으로 배양된 지방 유래 줄기세포에서 항산화효과 및 항산화 효소 발현을 확인하였음. 본 발표를 통해 조직공학 치료법에 접목되어 효율적으로 ROS를 제어할 수 있는 기술을 제시함.
	참여 대학원생명	
2	지도교수	
	발표제목	Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration
	학술대회명	2021SFB 미국시카고
	학술대회 기간	(20210420~0423)
	발표실적의  적합성과 우수성	본 학회는 생체재료 분야에서 명망 있는 학회로써 조직공학에 관한 최신 기술들을 공유하는 학회임. 본 학회에서 골분화 유도 및 국소적 활성산소의 조절을 동시에 수행할 수 있는 다기능성 생체재료의 개발과 3차원 spheroid 모델을 이용한 위 재료의 기능성 검증에 대한 연구를 발표함. 추가로 이 spheroid를 두 개골 결손모델에 이식해 생체 내 조직재생 효과를 확인한 내용을 발표함. 이는 조직재생 분야에서 최근 활발히 연구가 진행되고 있는 내용으로 다양한 연구들에 영향을 미칠 수 있을 것으로 보임.
3	참여 대학원생명	
	지도교수	
	발표제목	Development of radical scavenging hydrogels incorporating nanofibers coated with epigallocatechin-3-gallate for cell encapsulation
	학술대회명	NANO KOREA 2021
	학술대회 기간	(20210707~0709)
	발표실적의  적합성과 우수성	하이드로겔은 세포외기질과 비슷한 성질을 가져 세포와 조직 간의 상호작용과 관련한 연구에서 많이 사용되고 있는 생체재료이다. 광 가교를 기반으로 하여 제작한 하이드로겔은 세포의 캡슐화 기능에 많이 사용되고 있지만 특정 파장대에서 광원과 광원개시제에 따라 세포에 지속적으로 활성 산소종(ROS)을 생성하여 생존율을 떨어뜨린다는 단점이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 ROS를 제거할 수 있는 항산화 기능을 가진 EGCG를 nanofibers에 coating하여 겔 내부에 넣어 세포 생존율을 높이는 시스템을 고안하였다. 이러한 연구를 통해 광가교 기반 하이드로겔 내부에서 떨어지는 세포의 생존율을 높일 수 있었으며 활성산소종을 제거하는 기능적 생체재료 시스템을 개발함으로 추후 composite 하이드로겔 연구발전에 기여함.

4	참여 대학원생 명	
	지도교수	
	발표제목	Self-assembled multi-functional biomineral nanoparticle for tissue engineering applications
	학술대회명	NANO KOREA 2021
	학술대회 기간	(20210707-0709)
	발표실적의 적합성과 우수 성	노화, 감염등에 의한 만성 염증, 활성산소 증가는 효과적인 골재생환경을 조성하는 것을 방해하여 비정상적 구조의 재생, 정상적인 뼈와의 결합 실패 등의 문제가 발생할 수 있으며 성공적인 뼈의 재생을 위해 골재생의 촉진 뿐 만 아니라 골재생 환경을 조절해줄 필요가 있음. 본 연구팀에서는 뼈의 재생을 촉진할 수 있는 토금속이온과 함께 적절한 재생 환경을 만들어주기 위해 항산화, 항염증등의 효과를 가진 탄닌산을 조합하여 나노입자를 제작하였고 대면적 골결손부위의 적용을 위해 젤라틴 하이드로젤과 결합한 나노복합체의 형태로 제작하여 항산화, 항염증, 골재생효과를 확인하였음. 본 연구팀에서 제작한 나노입자 및 나노복합체는 골재생환경을 조절하고 골재생을 촉진시켜줌으로써 비정상적인 골재생을 억제하고 성공적인 뼈의 회복을 야기할 수 있는 치료제의 개발에 활용될 수 있을것으로 기대 됨. 본 발표실적은 한국나노기술협의회에서 주최하는 ‘나노코리아2021’ 에서 베스트포스터 대상으로 선정됨.
5	참여 대학원생 명	
	지도교수	
	발표제목	Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
	학술대회명	IUPAC-MACRO2020
	학술대회 기간	20210516-0520
	발표실적의 적합성과 우수 성	리간드 도입을 통한 세포 내포성 증가 및 가스 발포 가능한 나노입자 제조와 이를 통한 지방 감소에 관한 내용 발표. 고분자 관련 학회인 IUPAC-MACRO2020에서 고분자 활용을 통해 지방 감소가 가능한 새로운 나노입자 기술 소개.
6	참여 대학원생 명	
	지도교수	
	발표제목	Development of Respiratoid for Cellular Respiration in Tissue-engineered Cells
	학술대회명	IUPAC-MACRO2020
	학술대회 기간	20210516-0520
	발표실적의 적합성과 우수 성	적합성 : Respiratoid 소재는 세포/장기들이 세포호흡을 통해 생산되는 이산화탄소를 빠르게 다시 산소로 재생산 할 수 있으며 이의 생산속도는 특정 파장을 노출 시에 더 빠르게 할 수 있게 하고, 또한 일시적 저산소증(hypoxia) 상태의 경우에는 발생하는 활성산소(superoxide anion, hydrogen peroxide 등)을 다시 산소로 재생산 할 수 있는 생체소재임. 우수성 : IUPAC-MACRO2020+ The 48 <sup>th</sup> World Polymer Congress에서 Outstanding Online Short Talk Award, 한국고분자학회와 한국생체재료학회로부터 우수 논문 발표상을 수상받음. 이 Respiratoid 소재는 자가호흡을 위해서 식물잎에 있는 엽록체(chloroplast)를 이용하고, 췌장세포의 캡슐화 및 3D 바이오프린팅을 위해 사용되는 알긴산(alginate) 등도 미역잎 등에서 얻는 것이므로,

		본 소재는 생체적합성이 다른 소재들에 비해 매우 우수함.
7	참여 대학원생명	
	지도교수	
	발표제목	Brain-specific knockdown of pain signaling by intranasal delivered siRNA attenuate cancer-associated neuropathic pain
	학술대회명	KSBMB 2021
	학술대회 기간	20210525-0527
	발표실적의 적합성과 우수성	뇌 질환 치료 및 기전에 대한 여러 가지 발전에도 불구하고, 혈관-뇌 장벽으로 인한 제한된 약물의 뇌 전달이 뇌 질환 연구에서 주요한 한계점 중 하나로 대두되고 있다. 혈관-뇌 장벽으로 인해 약물의 뇌 전달이 제한됨에 따라 다수의 잠재적 뇌 질환 약물의 후보들이 실험되는데 어려움이 있었다. 이를 해결하기 위해 이 연구에서는 기존의 뇌 조직 직접 투여 방법 및 전신 전달 방법에서 발생하는 여러 문제점을 바탕으로 비강-뇌 전달 방법을 개발하였다. 일련의 연구를 통해 이 논문에서는 비강-뇌 전달 방법의 뇌 질환 치료 응용에 대하여 충분한 전임상 결과를 확인할 수 있었다. 비강-뇌 전달 방법을 통해 치료 목적의 작은 간섭 RNA, 약물 봉입 나노입자를 뇌 조직으로 효과적으로 전달하여 이러한 전달 방법이 뇌종양, 뇌졸중 및 중양유래 신경병통증을 효과적으로 치료할 수 있음을 증명하였다. 또한 중양 환경에서의 신경병통증의 신호 체계에 대한 새로운 연구 접근법을 제시하였다. 이러한 실험결과는 추후 알츠하이머 증후군, 파킨슨 증후군 및 헌팅턴 증후군을 포함한 여러 신경 질환의 치료법 및 기전 연구에도 새로운 접근법을 제시할 수 있을 것이다.
<p>○ 추진계획</p> <p>- 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 기회부여(재학기간 중 최소 1회 지원)</p>		

#### 4. 신진연구인력 현황 및 실적

(1) 신진연구인력의 지원 성과	
○ 박사후연구원: 000 박사 (계약기간: 2021.03.01.-2022.02.28.)	
<p>- 참여 연구: 000 박사는 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술의 개발 연구에 참여하여, 연구를 진행 중. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상의 치료기술을 개발하는 연구를 수행 중. 1편의 논문에 2저자로 참여하였으며, 현재, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.</p> <p>- 논문실적: 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.</p> <p>- 지원실적: 계약기간 (1년) 동안, 연봉 3,600만원의 인건비를 지급</p>	

## (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 학술행동 지원.
- 소정의 성과를 이룬 신진연구인력은 교원임용 또는 전문기관으로의 진출에 적극 지원
- 교내외 신진인력 양성 프로그램인 대통령 포스트닥 사업, 학문후속세대양성 사업, 리서치펠로우 제도 등에 적극 참여 유도

#### • 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

과목명	생명공학입문
담당교수	
강의 내용	IC-PBL+ C type의 수업을 진행하면서 학생들이 생명공학이라는 분야가 어떤 기술을 토대로 이루어져 있는지, 그리고 실제로 활용되어지고 있는 기술과 적용분야에는 어떤 것들이 있는

	지를 사례를 통해 가르쳐 줌으로서 학생들의 생명공학분야에 대한 이해도와 실감을 가지도록 하였음. 수업을 진행할 때, 복제양 돌리, 생명공학 기술을 활용한 토양오염회복 등과 같은 학생들이 가볍게 접해보았던 혹은 들어보았던 사례를 시청각 자료로 활용하면서 학생들이 보다 생명공학기술에 대한 구체적인 이미지를 가지도록 하였고, 현재 기술의 한계점을 함께 제시하면서, 미해결로 남아있는 사회문제에 대해 자유롭게 사고할 수 있도록 함.
과목명	항암바이러스 연구개발실습
담당교수	
강의 내용	IC-PBL+ 방식의 수업을 진행하면서 학생들이 현재 이용되고 있는 표준 항암치료제에 대한 여러 한계점에 대해서 스스로 학습하며 정확한 문제 원인 파악하였음. 그리고 기존 한계점들을 개발 연구원으로써 창의적이고 도전적인 연구역량을 이용하여 어떻게 문제해결을 하고 새로운 항암제 개발 전략을 제시하였음. 매주 한 팀이 나와 각 주에 주어진 주제에 관한 연구 사례를 분석하고 새로운 전략을 제시하는데 팀에 있는 팀원들이랑 활발하게 소통을 할 수 있도록 같은 연구실에 있는 대학원생끼리 한 팀으로 구성하여 다른 팀에게 조사 내용 공유하였음.
과목명	생물정보학
담당교수	
강의 내용	인간 지놈 프로젝트 이후 생물학분야의 연구에서 생물정보학은 매우 중요한 역할을 함. 오믹스 기법이 연구에 도입된 이후 데이터의 양이 많아져, 기존의 방법으로 해결이 안되는 경우가 많음. 이렇게 많은 데이터들과, 또 각종 데이터베이스에서 존재하는 정보들 가운데 의미있는 데이터를 고르고 분석하고 적용해 볼 수 있는 가장 기본적인 것들을 이론과 실습을 병행하여 다루었음. 특히 이번학기에는 1) 생활 밀접형 문제들의 개발 (구미 3세 여아 친모 확인 방법, 코로나 바이러스 변이에 따른 전파도 예측 등), 2) 기본적인 데이터 처리 문제 (데이터 노멀라이즈 및 유사도 분석), 3 )NYU 발생학 연구실, 보건복지부 지정 질환유전체 센터, (주)알티앱 등 실제 연구기관에서 연구활동 중 발생한 문제를 학부 수준에서 처리하도록 다듬어 실제 풀어볼 수 있게 함.
과목명	응용핵산생화학
담당교수	
강의 내용	바이러스와 같은 미생물의 감염이나 사고 등에 의해 발생하는 급성폐손상 또는 호흡부전증후군에 적용할 수 있는 약물의 범위가 넓지 않음. 따라서, 최근에 개발되어지고 있는 바이오의약품을 기반으로 하는 신규 치료기술이 연구되어지고 있음. 본 과목에서는 (주)테라베스트에서 제시한 엑소좀 등을 이용한 바이오의약품의 폐로의 전달 기술을 주제로 하여, 새로운 치료기술을 개발하는데 주안점을 두고, 강의를 진행하였음. 폐로의 다양한 경로의 전달기술과 전달체, 그리고, 치료제에 대한 광범위한 조사와 토의를 통하여, 대학원생의 실험기술과 연구설계의 능력을 함양하였음.
○ 향후 추진 계획	
- 1차년도를 통하여 2과목의 IC-PBL+ 과목이 추가되었으며, 향후 지속적 개선을 통하여, 총 8과목 이상의 IC-PBL+ 과목을 운영할 계획임.	



대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리에티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규 개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규 개설 완료
석사과정, 박사과정	조직공학특론	재생의료 관련 기업	신규 개설 예정
석사과정, 박사과정	단백질설계	(주)지뉴브	신규 개설 예정
석사과정, 박사과정	종양생물학	(주)진메디신	신규 개설 예정
석사과정, 박사과정	유전자전달체의 임상적 적용	(주)진메디신	신규 개설 예정

## 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

##### ○ 대학원생 국제학술대회 발표

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	2021SFB(0420~0423)_미국시카고	Evaluation of anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	2021SFB(0420~0423)_미국시카고	Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration
	NANO 2021(20210707-0709)	Development of radical scavenging hydrogels incorporating nanofibers coated with epigallocatechin-3-gallate for cell encapsulation
	NANO 2021(20210707-0709)	Self-assembled multi-functional biomineral nanoparticle for tissue engineering applications
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
	KSBMB 2021(20210525-0527)	Brain-specific knockdown of pain signaling by

		intranasal delivered siRNA attenuate cancer-associated neuropathic pain
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Development of Respiratoid for Cellular Respiration in Tissue-engineered Cells

### ○ 국제 심포지엄의 개최

- 심포지움명: 1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3rd Korea-Japan Joint Symposium on tissue synthesis and manipulation
- 참여기관: 한양대, 도호쿠대 (일본), 중앙대, 인천대, 오사카대(일본), 오카야마대(일본), 포스텍, 성균관대, 아베이루대 (포르투갈)
- 주제
  - spheroid에 대한 최근 연구 동향 및 응용
  - 3D bioprinting에 대한 최근 연구 동향
  - bottom-up tissue engineering에 대한 최근 연구 동향
- 초청연자
  - (Okayama Univ): Biomimetic approaches for rapid bone-like tissue synthesis
  - (POSTECH): Extracellular matrix-derived printable biomaterials for engineering physiomimetic human tissues
  - (Osaka Univ): Engineering of synthetic polymers that recognize and regulate the biological substance
  - (Sungkyunkwan Univ): Plant-inspired phenyl chemistry to engineer injectable and electroconductive hydrogels for biomedical applications
  - (Aveiro Univ): Minimalistic strategies to bioengineering human tissues
- 학생 발표자
  - (Tohoku Univ): Effective permeation of anticancer drug conjugated sulfobetaine polymer to cell spheroids
  - (Hanyang Univ): Surface functionalization of 3D printed scaffold for vascularized bone regeneration
  - (Osaka Univ): Fabrication of highly concentrated collagen gel by nanofiber and its application to cancer mechanobiology
  - (Hanyang Univ): Fabrication of composite spheroids with improved diffusion using porous electrospun PCL fibers
  - (Osaka Univ): Development of temperature dependent oxygen releasable scaffolds for tissue engineering
  - (Hanyang Univ): Magnetic assembly of composite stem cell spheroids containing nanofibers coated with magnetic nanoparticles
  - Osaka Univ): Mechanotransduction in Meckel's cartilage morphogenesis; a new insight into the biomechanical aspects of cartilage development
  - (Hanyang Univ): Stem cell-laden gelatin methacryloyl hydrogels incorporating radical-scavenging nanoparticles for bone tissue regeneration

- 프로그램 내용

- Three-dimensional cell aggregates인 spheroid는 drug screening과 regenerative medicine 분야에서 많이 사용되고 있으며, 이번 ‘1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3rd Korea-Japan Joint Symposium on tissue synthesis and manipulation’를 통해 spheroid에 대한 최근 연구 동향 및 응용 예들을 공유함.
- 생화학적 및 물리화학적 신호를 포함한 microenvironment를 통합하여 조직을 만들 수 있음. 또한 3D bioprinting 기술을 이용하여 복잡한 혈관 네트워크, 조직 등의 구조물을 만들 수 있음. 또한 심혈관, 당뇨병, 암을 포함한 다양한 난치성 질환을 진단 및 치료하기 위해 사용될 수 있으며 이러한 3D bioprinting에 대한 최근 연구 동향을 공유함.
- Tissue engineering은 adherent cell에 대한 structural support 및 cell behavior를 제어하기 위해 사용되고 있음. bottom-up tissue engineering에서 cell과 biomaterial은 더 작은 단위로 형성된 후 더 큰 구조로 통합되어 시간적, 공간적으로 제어할 수 있는 조직을 생성할 수 있음. 또한 hybrid 구조에서 적은 양의 biomaterial을 사용하여 cell mobility와 self-assembly capability를 증가시킬 수 있으며, 이러한 bottom-up tissue engineering 연구들에 대한 최근 연구 동향을 공유함.

○ 해외 우수 유학생 유치

- 외국인 대학원생 유치

- (중국): 박사과정 (2020.09.01. - 현재)
- (중국): 석사과정 (2020.09.01. - 현재)

- 외국인 신진연구인력 유치

- (중국): 박사후연구원 (2021.03.01. - 2022.02.28.)

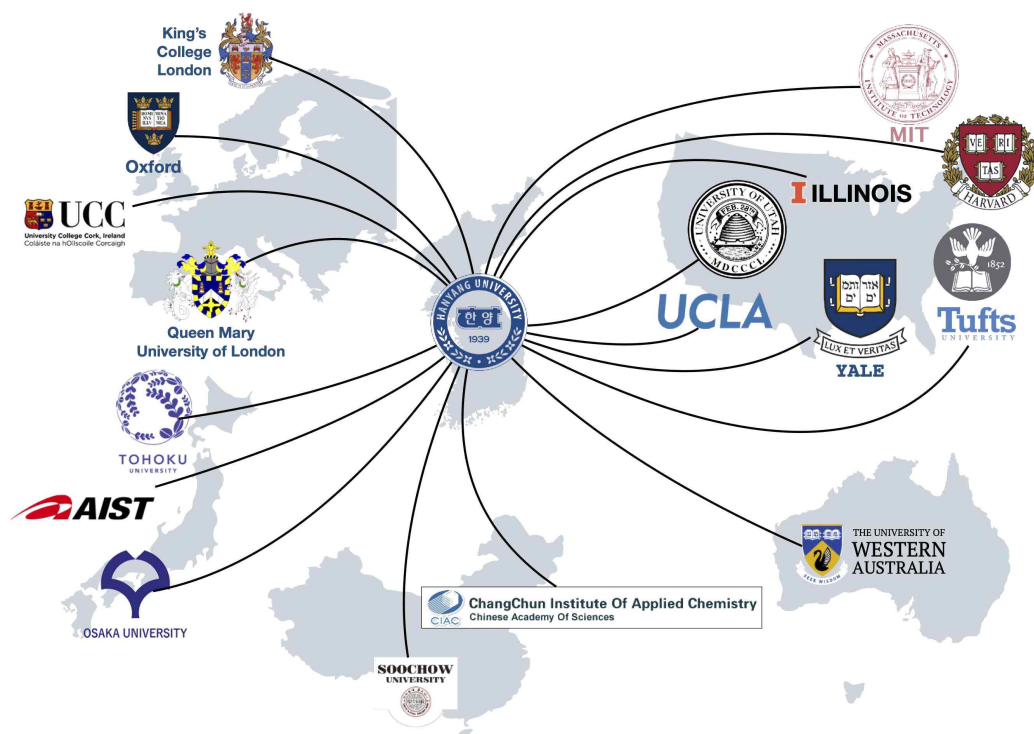
(2) 교육 프로그램의 국제화 추진계획

○ 해외 연구소/산업체 교류를 통한 단기연수 프로그램 추진

- 사업단 차원의 해외연수 프로그램 관리: 교수 개개인이 진행하던 해외 대학들과의 국제공동 연구 및 연수프로그램을 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.
- 2020년 현재, 대학원생 단기연수가 가능한 해외공동연구대학은 다음과 같고, 지속적으로 확충할 예정임.
  - 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 Choi 교수	생체 내 분자영상 probe 개발 공동연구 수행
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 객원

교수로 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: 000 박사와의 주기적인 교류를 통해, 중앙미세환경 내부로의 효과적인 유전자 전달을 위한 전달체를 개발중임. 특히 중앙미세환경 내부의 단핵식세포를 표적하는 나노입자내부의 유전자 및 약물을 봉입하는 연구를 진행중임.
- 미국 UC Irvine: 000 박사와의 정기적 협력을 통해 본 연구실 연구 참여대학원생의 국제 공동연구를 진행중임. 최근에는 항비만 유전자 치료제를 개발하여 Biomaterials 저널에 홍주형 학생과 공동1저자로 논문을 투고하였으며, 앞으로도 비만치료의 효과적인 약물/유전자 전달체 개발을 위해 계속 온라인 discussion을 진행할 예정임.
- 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 연구하였음. 해당 성과는 Advanced Healthcare Materials (2020). Engineering multi-cellular spheroids for tissue engineering and regenerative medicine. Advanced Healthcare Materials, 9(23), 2000608.)에 게재되었음 (IF 9.933, 상위 10%)
- 미국 New York University, Columbia University, Indiana University: 000 대학원생이 간질 치료를 위한 다기능 폴리머와 hnRNPU, DHPS를 발현하는 렌티 바이러스 복합체의 효율적인 뇌 전달: 현재 New York University, Columbia University, Indiana University와 같이 공동연구를 진행하고 있으며 간질 치료를 위한 다기능 폴리머와 렌티 바이러스 복합체를 제작하여 Intranasal delivery를 통해 뇌로 복합체를 효율적으로 전달할 수 있도록 연구를 진행 중임. 또한 다기능 폴리머와 벡시니아 바이러스 복합체를 전신 투여하여 효율적으로 암 치료: 벡시니아 바이러스는 극소 투여하였을 경우 암 치료 효과가 좋지만 전신투여일 경우 빠르게 neutralizing이 일어나 효율적인 암 치료가 이루어지지 않음. 그리하여 전신투여를 위한 다기능 폴리머를 제작하여 벡시니아 바이러스와 복합체를 이루어 전신투여를 통해 원발암 뿐만 아니라 전이암 또한 치료할 수 있도록 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 다음과 같이 협력하고자 계획함. (공동 연구 활동 및 출판, 학자 및 연구 과학자 초청 강연, 강연 및 초청 교환 및 경험 공유, 컨퍼런스, 콜로키아 및 심포지엄 초청장 교환, 상호 관심 분야의 출판물 및 정보 교환, 연구, 교육 및 연구를 위한 교수진, 학생 및 연구원의 교류)
- 미국 MIT: 000 대학원생이 중앙 선택적 살상 아데노바이러스를 탑재한 마이크로니들의 조성을 최적화 하여, 아데노바이러스 탑재 마이크로니들로부터 방출된 아데노바이러스의 생물학적 활성이 유지됨을 유전자발현확인, 복제능 확인, 세포살상능 확인을 통하여 검증하였음. 중앙 선택적 살상 아데노바이러스를 탑재한 마이크로니들 투여에 의한 향상된 항종양 효능을 동물 중앙 모델에서 확인하였고, 아데노바이러스 탑재 마이크로니들 적용에 의

하여 종양 내 바이러스가 장기간 잔존함을 확인하였음. 또한, 아데노바이러스를 탑재한 마이크로니들 투여 시 정상조직으로의 비특이적 바이러스 분산이 방지됨을 확인하였음. 효능을 뒷받침하는 functional study 보강 및 논문게재를 계획 중임.

## (2) 참여대학원생 국제공동연구 계획

### ○ 대학원생 참여의 국제공동연구 추진

- 현재까지 확립된 해외공동연구 네트워크를 활용하여 대학원생 공동연구를 위한 해외장기과건 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 체제비, 교통비를 지원하기 위한 예산기준 마련.

### ○ 현재 진행 중인 대학원생 장기공동연구 프로그램

- 현재 진행 중인 대학원생 공동연구 프로그램은 다음과 같으며, 지원대상을 지속적으로 확대할 예정이다.

대상 기관	공동연구 내용
Yale University, School of Medicine	박사과정을 수료한 학생 중에서 우수한 연구실적을 가지고 있는 학생을 교환학생으로 3~6개월간 파견하여 공동연구 진행
MIT, 화학공학과	매년 1명의 학생을 파견하여, 6~12개월 간 항암바이러스 및 유전자 치료제 전달 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, MTA 체결 후 공동연구 진행 중
  - 일본 University of Osaka, Department of Biotechnology MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
  - 일본 University of Osaka, Department of Applied Chemistry MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
  - 중국 Soochow University, MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램 추진
  - 중국 Changchun Institute of Applied Polymer MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램

추진

- 일본 Tohoku University, Department of Materials Processing MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
- 일본 Tokyo Institute of Technology, School of Life Science and Technology 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 Bioengineering 공동연구 진행
  - 미국 University of California, Los Angeles, Department of Molecular & Medical Pharmacology adenovirus vector에 대한 연구를 진행
  - 호주 University of Western Australia, Department of Anatomy, Physiology and Human Biology 하이드로젤 제조 기술 융합연구 진행
  - 미국 Rice University, Department of Bioengineering의 Excellence in Tissue Engineering Center의 공동연구 진행
  - 일본 National Institute of Advanced Industrial Science & Technology 공동연구 진행
  - 미국 MGH, Harvard Medical School 생체 내 분자영상 관련 최신 probe 개발 공동연구 수행
  - 미국 Tufts University, Medical School 줄기세포 분화제어 관련 공동연구 수행
  - 미국 University of Utah, Department of Mechanical Engineering 조직공학용 자가호흡소재의 효능 연구 수행
  - 미국 University of Illinois, Urbana-Champaign, School of Engineering, Department of Chemical and Biomolecular Engineering 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.



--

<b>II</b>	<b>교육역량 영역 평가 - 000 대표 [(주)000000000]</b>
-----------	---

등급	A	o	B		C		D		E	
의견	1. 산업계와 연관된 신규과목(예, 항암바이러스개발실습 등)의 설치운영으로 실무적 교과목의 확대 강화됨. 2. 영어전용강의와 학생들의 국제학술대회지원 및 발표회 운영으로 학생들의 국제화 역량강화에 기여됨. 3. 우수대학원생 유치활동과 신진연구인력지원을 통한 연구교육역량의 강화.									

<b>II</b>	<b>교육역량 영역 평가 - 000 교수 (경희대학교)</b>
-----------	------------------------------------

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<p>· 산업계 연계 신산업 분야와 연관된 응용학문 과목을 개설하여 학생들에게 다양한 신기술 및 연구동향을 접할 수 있는 기회를 제공하고 있다고 판단됨. 또한, 단순 이론 강의뿐만 아니라 실험 시 유용하게 활용 가능한 실험기술 교육도 진행하고 있으며, IC-PBL+ 과목 확충을 통한 교육도 계획 대비 충실히 운영되고 있음.</p> <p>· Lab rotation에 대한 구체적인 계획이 차년도에 확립되어 시행되어야 하며, 타전공 융합과목의 개설도 체계적인 준비 단계를 거쳐 이루어져야 할 것임.</p> <p>· 산업체 인턴 프로그램에 대한 구체적인 계획이 근시일내에 확립되어야 하며, 학생들의 인턴 과정 경험 후, 인턴 경력의 효과적 활용방안에 대한 논의를 지속적으로 해 나가야 할 것으로 사료됨.</p> <p>· 대학원생 장학금 혜택과 학술대회 참가 지원을 통한 연구 활동 지원을 적극적으로 시행하고 있으며, 국제학술대회 참가 및 국제심포지움 개최를 통한 다양한 국제 연구 성과를 접할 수 있는 기회를 제공하였음.</p> <p>· 국제심포지움의 경우, 일본뿐만 아니라 아시아, 유럽, 미국 소재의 다양한 연구기관 또는 연구팀과의 공동개최를 기획하여 교육의 국제화 활동을 적극적으로 지원하는 것이 필요하다고 판단됨.</p>									

## II

### 교육역량 영역 평가 - 000 교수 [한양대학교 생명공학과]

등급	A		B		C		D		E	
의견	<p>(1) 현행 교과과정의 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대를 위한 신규 교과목 개설</li> <li>○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선을 위하여 IC-PBL+ 신규 과목 개설(응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습)</li> <li>○ 심화된 연구수행을 위하여 ‘생명공학실험학’을 필수교과목으로 지정하여 교육 시행</li> <li>○ 융합 교육과정 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 구성</li> <li>- 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영</li> </ul> </li> <li>○ 국제화를 위한 교육 확대 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업 시행 전보다 영어전용 강의 확대 실시</li> <li>- 외국인 대학원생 유치 및 참여 대학원생의 국제학술대회 발표 지원</li> </ul> </li> </ul>									

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 온라인 국제 심포지움 개최</li> </ul>
	(2) 벤치마킹 대학원과의 비교 평가에 근거한 교과과정 개선
	○ 비교 평가에 근거한 교과과정 개선 진행
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 난양공대 화학생명공학프로그램 및 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹에 기반한 개선 계획에 따라서 교과과정 개선</li> <li>- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비</li> <li>- 특화된 교육 트랙 정립을 위한 신규 교과목 개설</li> <li>- 산업계 연계 신규 교과 과목(IC-PBL+) 개설</li> <li>- 박사과정생 Teaching assistant 지원</li> <li>- 바이오창업교육 및 전공융합교육 강화</li> </ul>
	(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동
	○ 실험실 인턴 실시: 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원 및 대학원 진학 유도
	○ 대학원 입시전형 설명회 참여 및 학과 및 관련 홈페이지 강화
	○ BK21 FOUR 연구장학금 지원
	(4) 대학원생 학술활동 지원
	○ 연구실적 기반의 인센티브 제도 도입(특별 장학금 지급)
	○ 국제학술활동 지원
	○ 국내외 석학 세미나 및 심포지움 정례화
	○ 산업계 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업계 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축
	(5) 신진연구인력 지원
	○ 박사후연구원 채용

## II

### 교육역량 영역 평가 - 000 교수 (한양대학교 생명공학과)

등급	A		B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오의약산업관련으로 교육과정 신규 과목들에 대한 학생들의 참여를 높이고 있으며 특히 산업체 문제 해결형 인재 양성을 위한 IC-PBL+ 과목 확충을 위한 노력을 기울이고 있음.</li> <li>- 코로나로 어려운 시기이지만 국제적으로 연구력이 우수한 대학들과의 공동 심포지움등을 온라인으로 개최하여 학생들의 글로벌 연구경쟁력을 높이는 교육 프로그램들을 추진하고 있음.</li> <li>- 교육의 국제화 활동은 위축된 면이 있지만 지난 1년 동안 대학원생의 해외학술대회 참가를 지원하여 연구단 참여 학생들의 국제적 연구수월성 향상에 기여하는 등 선정당시 계획된 사업들을 적극적으로 추진하고 있음.</li> </ul>									



## □ 연구역량 대표 우수성과

## ○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간동안 39편의 국제저명 학술지 (SCI/E - 등재지 제외) 논문을 발표하였음. 연구단 선정당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간동안은 교수 1인당 4편/년으로 소폭 감소하였음. 하지만 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075임.
- 이는 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되어지는 추세를 반영하고, 본 사업단은 사업기간 동안 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 다수의 논문을 게재하였으며 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 향상해나가고 있음.
- 질적인 향상을 꾸준히 도모하고 있으나, 연구단 초기의 성과이니 만큼 양적인 증가도 이후 유도 및 기대됨.
- 류성언 교수는 미토콘드리아와 ER 의 막은 5-20% 경우 서로 가깝게 상호작용하면서 ER stress, 미토콘드리아 활동성, 염증반응, 세포내자가포식작용 (autophagy), 세포사멸 등을 조절한다. 이러한 미토콘드리아-ER 막 상호작용에서 PTPIP51 단백질이 중요한 역할을 하며 특히 미토콘드리아 기능에 중요한 cardiolipin 의 생합성에 관여한다. 본 연구에서는 미토콘드리아 기능이상 질병의 조절을 위하여 PTPIP51 의 삼차구조를 규명하였으며 이를 통하여 암, 염증질환의 바이오신약 개발에 관련한 구조적 정보를 제공하여 EMBO reports (IF 8.8) 에 게재하였음.
- 신흥수 교수는 3차원 조직 모듈의 경우 2차원적으로 전달된 세포에 비해 높은 조직 재생 능을 나타내는 것으로 연구되어져왔으나, 실제 조직 결손 모델에 전달되었을 때 조직모듈의 이탈 등의 안정적인 포지셔닝 방법의 부재, 장기배양 시 낮은 세포 생존율로 그 효율이 제한되는 문제점이 있음. 본 연구에서는 조직모듈을 안정적으로 포지셔닝 할 수 있는 3차원 (3D printed micro-chamber)를 제작하여 장기 배양에도 조직모듈의 이탈이 없고 구조체가 없을 때에 비해 더 높은 세포증식력을 보이는 것을 확인함. 더불어 조직모듈 내부에 골 조직 재생을 촉진할 수 있는 BMP-2 성장인자를 마이크로 전달체에 고정화하여 전달해 줌으로서 조직모듈의 골 분화효율을 10배 이상 증가시키는 것을 확인함. 본 연구를 통해 안정적 조직모듈의 전달을 통한 효과적인 골 조직 치료를 이루었고 조직모듈을 통한 조직 치료의 새로운 플랫폼 기술을 제시하였음. 본 연구는 Biofabrication (IF 9.954, 상위 10%)에 게재되었음.

- 윤채옥 교수는 암 치료제 개발을 위해, fluorinated MDHP가 면역 관문 차단 요법과 상승작용을 일으켜 확립된 종양을 제거하고 항종양 면역 반응을 유도하는 연구를 수행한 기초 연구와 응용 연구의 중계 연구로서, 결과의 우수성은 물론 바이러스의 임상적용 가능성을 크게 향상시켰으며, 이를 Advanced Science (IF 16.806) 에 게재하였음.
- 이동운 교수는 제1형 당뇨병에 대한 췌장  $\beta$  세포 치료는 신체적 스트레스와 공격적인 숙주 면역 반응으로 인해 낮은 세포 생존율로 제한되는 이 연구에서 우리는 높은 전단 응력으로부터 세포를 보호하고 세포-세포 상호작용을 방해하여 면역 반응을 감소시킬 수 있는 다층 하이드로겔 나노필름 케이지 전략을 보여줌. 하이드로겔 나노필름은 모노페놀로 변형된 글리콜 키토산과 히알루론산이 서로 가교되어 티로시나아제 매개 반응을 통해 세포 표면에 나노 얇은 하이드로겔 필름을 형성하여 제조되었고 하이드로겔 나노필름 형성은 섬 이식 적용을 위해 마우스  $\beta$  세포 스페로이드에서 수행됨. 이를 통하여 마우스  $\beta$  세포 스페로이드를 제1형 당뇨병 마우스 모델에 이식하고 혈당 수준을 성공적으로 조절하는데 성공하여 Science Advances (IF 13.117) 에 게재하였음.
- 이민형 교수는 엑소좀은 약물전달체로 새롭게 연구되어지고 있음. 이 연구에서는 기존의 소수성약물 들의 전달과 함께, 펩타이드를 동시에 전달하는 엑소좀을 개발하여, 급성폐손상의 치료 기술로 응용하였음. RAGE binding peptide (RBP)를 엑소좀에 결합시키고, 여기에 커큐민을 소수성 결합으로 동시에 봉입한 후, 흡입을 통하여, 급성폐손상 동물모델에 투여하였음. 그 결과, 염증성 폐세포에서 RAGE의 발현을 억제하고, 염증반응을 억제하여, 급성폐손상을 감소시키는 결과를 얻었음. 따라서, 이 기술은 급성폐손상을 보다 효과적으로 치료할 수 있는 바이오신약으로 개발되어질 수 있음. 이 결과는 Journal of Controlled Release (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.
- 김용희 교수는 류마티스 관절염은 전신성 염증성 질환으로서, 본 기술은 류마티스 관절염의 치료를 위한 유전자복합체 형태의 치료제로서, 효과적인 류마티스 관절염의 치료 가능성을 보여주었으며 이 결과는 Journal of Controlled Release (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.

#### ○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년동안 23 건의 특허 (우선권 등록 포함) 를 등록하였음. 이중 12 건은 국내 특허이며 11건의 국제 특허 (미국 개별국) 등록 실적을 보여주었음. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.
- 또한 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼수 있음. 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주체의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 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 증진을 도모할 예정이다.
- 김용희 교수는 특허 : 비만유래 2형 당뇨 예방 및 치료를 위한 내장지방 대식세포 표적 비바이러스성 유전자/전달체 복합체 (등록일 : 20210112 , 등록번호 : 10,889,819 )을 통해 비만환자의 내장지방 내부에 분포하고있는 대식세포를 선택적으로 표적하는 유전자 전달체 및 복합체를 포함한다. 이는 비만 및 비만유래 2형당뇨 예방 및 치료가 가능함을 제시하였다. 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임
- 류성언 교수는 특허 : 항 인간 트랜스페린 수용체 항체의 돌연변이체, 및 이를 이용한 이중특이적 항체, 항체-약물 접합체 및 약학 조성물 을 통해 항체-drug 접합체 (ADC)를 이용해서 저분자 화합물 치료제도 BBB를 용이하게 통과하는 단백질 신약 개발에 기여함
- 이근용 교수는 기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법 (등록일 : 20201222 , 등록번호 : US 10,869,941)을 통해 이산화탄소 기체 발생량을 최대화 시킬 수 있는 새로운 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.
- 이동운 교수는 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도 (등록일 : 20201110 , 등록번호 : 10,828,083 )을 통해 우유 단백질인 락토페린의 응용으로 단백질 및 나노입자 기반 치료제로써의 흥미로운 접근법을 제시하였음
- 이민형 교수는 약물/유전자 전달 복합체를 이용한 비강 투여용 염증성 폐질환 예방 또는 치료용 조성물 (등록일 : 20201130 , 등록번호 : 10-2187144 )을 통해 표면에 유전자를 동시에 결합하여, 약물과 유전자를 동시에 전달하는 있는 전달체를 개발하였으며, 이는 급성폐손상 치료제의 새로운 접근법임
- 신흥수 교수는 (등록일 : 20201116 , 등록번호 : 10-2018-0096049) 에피갈로카테킨 갈레이트 (Epigallocatechine gallate; EGCG)를 일가 양이온과 함께 생분해성 및 생체적합성을 가지는 다공성 막에 코팅하여, EGCG의 국소적인 전달을 유도하고 이를 통해 골 유도 재생 효과 및 골다공증 방지 효과를 가진 차폐막을 제작하는 기술임. 기존 EGCG는 난용성 물질로 고분자 재료와 안정적으로 결합하여 복합체를 제조하기 어렵고, 체내 환경에서 스스로 산화하여 독성을 유발하는 단점 때문에 장시간 국소 전달이 어렵다는 한계를 가지고 있었음. 본 발명을 통해 차폐막 표면에 EGCG를 코팅하여 전달함으로써 효율적으로 체내에 국소전달이 가능함을 확인하였고, 차폐막 위에서 배양된 세포의 안정성 및 증식 효과를 확인하였음. 또한, 줄기세포의 골 분화 효과 및 골다공증 관련 염증인자 제어, 골 흡수 세포의 성장 억제 효과를 확인하였음.

○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년)에서 459,453 천원(년)(연구단 참여교수 1인당 연구비)으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜 과제들은 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 사료됨.
- 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원(년 - 사업단 참여교수 전체)이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구활동 강화의 결과로 볼 수 있음.

## 1. 참여교수 연구역량

### 1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

〈표 3-1〉 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 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(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고
중앙 정부 연구비 수주 총 입금액	9,736,456	4,135,082	
해외기관(산업체 제외) 연구비 수주 총 (환산)입금액	0	0	
이공계열 참여교수 수	9	9	
1인당 총 연구비 수주액	1,081,828	459,453	

### 1.2 연구업적물

#### ① 참여교수 연구업적물의 우수성

○ 교육연구단 연구의 질적 우수성 및 자체 평가

- 본 교육 연구단에서는 BK FOUR 사업을 통하여 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌연구역량을 향상하고자 하고 있음.
- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되어지는 추세이며, 본 사업단은 사업기간 동안 양적 증가뿐 아니라 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도할 예정임.



- 선정평가 당시 본 사업단 참여교수들의 지난 5년간 (2015-2020) 국제저명학술지 논문 편수는 2015년 61편, 2016년 43편, 2017년 57편, 2018년 42편, 2019년 45편임(교수 1인당 5.1편/년)이었으며 본 연구단에서는 지난 연구기간동안 39편의 국제저명 학술지 논문을 발표하여 총 논문 수는 소폭 감소하였음.
- 총 IF 에 대한 편수 환산은 연구단 선정 당시 2015년 5.3, 2016년 6.1, 2017년 5.4, 2018년 5.3, 2019년 7.0를 보여주었으며 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075를 보여주었음. 이는 연구단을 통하여 양적인 증가보다는 연구의 질적인 수월성에 대한 실적 및 이를 통한 가중치가 높아졌음을 보여줌. 특히 지난 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 논문을 게재하여 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있음.
- 기타 지표인 참여교수 1인당 환산보정 ES 합은 1.5013을 보여주었음.
- 지난 연구기간동안 연구의 질적향상을 위한 노력이 진행되고 있지만 선정당시의 목표인 5년 사업단 참여교수의 평균 대비 약 30% 이상의 질적인 향상에는 아직 부족한 부분이 있으며, 현재 1에 가까운 값을 보여주고 있는 상대적 피인용 지수 (FWCI) 를 20% 이상 증진시킬 계획을 달성하기 위해서 연구단 참여 교수들이 (1) 산업문제 해결형 연구활동 강화, (2) 대학 및 연구기관 간 공동연구 강화 등이 더욱 활발히 이루어져야하나, 최근 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 지속 가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계 확립.
- 대면 접촉이 위축되어져 있는 연구환경을 고려하여 온라인을 통한 공동연구 활성화를 도모하여 연구의 수월성을 향상하는데 노력을 기울일 예정.

#### ○ 교육연구단 연구실적

Enhanced antitumor efficacy of bile acid-lipid complex-anchored docetaxel nanoemulsion via oral metronomic scheduling	20.09.03.	Journal of Controlled Release	교신저자	
RNA interference-mediated suppression of TNF- $\alpha$ converting enzyme as an alternative anti-TNF- $\alpha$ therapy for rheumatoid arthritis	21.02.10.	Journal of Controlled Release	교신저자	
Enhanced oral bioavailability of an etoposide multiple nanoemulsion incorporating a deoxycholic acid derivative-lipid complex	20.10.12.	Drug Delivery	교신저자	
Recent advances in tumor microenvironment-targeted	21.04.	Journal of	교신	

nanomedicine delivery approaches to overcome limitations of immune checkpoint blockade-based immunotherapy	10.	Controlled Release	저자	
Down-regulation of TNF- $\alpha$ via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis	21.08.10.	Journal of Controlled Release	교신저자	
Phospholipid transfer function of PTPIP51 at mitochondria-associated ER membranes	20210502	EMBO reports	참여자	
Crystal Structure of the Kinase Domain of MerTK in Complex with AZD7762 Provides Clues for Structure-Based Drug Development	20201023	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	참여자	
A novel allosteric inhibitor of protein tyrosine phosphatase sigma	20200930	Biodesign	교신저자	
Synthesis and Structure-Activity Relationships of Aristoyagonine Derivatives as Brd4 Bromodomain Inhibitors with X-ray Co-Crystal Research	20210317	Molecules	참여자	
Structural mechanism of inhibitor-resistance by ERK2 mutations	20210330	Biodesign	교신저자	
3D printed micro-chambers carrying stem cell spheroids and pro-proliferative growth factors for bone tissue regeneration	20210120	BIOFABRICATION	교신저자	
Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering	20201001	BIOMATERIALS	교신저자	
Size-controlled human adipose-derived stem cell spheroids hybridized with single-segmented nanofibers and their effect on viability and stem cell differentiation	20210426	Biomater Res	교신저자	
On/off switchable physical stimuli regulate the future direction of adherent cellular fate	20210704	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY B	참여자	
Stem cell spheroid engineering with osteoinductive and ROS scavenging nanofibers for bone regeneration	20210401	BIOFABRICATION	교신저자	
Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering	20210401	ACTA BIOMATERIALIA	교신저자	
One-step harvest and delivery of micropatterned cell sheets mimicking the multi-cellular microenvironment of vascularized tissue	20210401	ACTA BIOMATERIALIA	교신저자	
Engineering Multi-Cellular Spheroids for Tissue Engineering and Regenerative Medicine	20210101	ADVANCED HEALTHCARE MATERIALS	공동교신저자	
Bioactive Membrane Immobilized with Lactoferrin for Modulation of Bone Regeneration and Inflammation	20201220	TISSUE ENGINEERING PART A	교신저자	
Fabrication of 3D plotted scaffold with microporous strands for bone tissue engineering	20201201	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY B	참여자	
Adipose-derived mesenchymal stem cell spheroid sheet accelerates regeneration of ulcerated oral mucosa by enhancing inherent therapeutic properties	20201105	JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY	공동교신저자	
Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade	20210201	ADVANCED SCIENCE	공동교신저자	
CRISPR-Cas12a with an oAd Induces Precise and Cancer-Specific Genomic Reprogramming of EGFR and Efficient Tumor Regression	20201007	MOLECULAR THERAPY	공동교신저자	
Optimizing Active Tumor Targeting Biocompatible Polymers for Efficient Systemic Delivery of Adenovirus	20210726	CELLS	공동교신저자	

The role of viral infectivity in oncolytic virotherapy outcomes: A mathematical study	20210401	MATHEMATICAL BIOSCIENCES	참여자	
Metformin Inhibits Transforming Growth Factor $\beta$ -Induced Fibrogenic Response of Human Dermal Fibroblasts and Suppresses Fibrosis in Keloid Spheroids	20210401	ANNALS OF PLASTIC SURGERY	참여자	
Overcoming the barriers to optimization of adenovirus delivery using biomaterials: Current status and future perspective	20210221	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	교신저자	
Molecular dynamics simulations and experimental studies reveal differential permeability of withaferin-A and withanone across the model cell membrane	20210127	SCIENTIFIC REPORTS	참여자	
Polymeric delivery systems for nucleic acid therapeutics: Approaching the clinic	20210113	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	참여자	
Oncolytic Viruses and Immune Checkpoint Inhibitors: Preclinical Developments to Clinical Trials	20201116	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES	교신저자	
3D printing of self-healing ferrogel prepared from glycol chitosan, oxidized hyaluronate, and iron oxide nanoparticles	20201001	CARBOHYDRATE POLYMERS	교신저자	
On/off switchable physical stimuli regulate the future direction of adherent cellular fate	20210609	Journal of Materials Chemistry B	공동저자	
Novel Enzymatic Crosslinking-based Hydrogel Nanofilm Caging System on Pancreatic $\beta$ -cell Spheroid for Long-term Blood Glucose Regulation	20210623	SCIENCE ADVANCES	교신저자	
Plasmid DNA Nanoparticles for Nonviral Oral Gene Therapy	20210524	NANO LETTERS	참여자	
Cerium Oxide Nanoparticle-Containing Colorimetric Contact Lenses for Noninvasively Monitoring Human Tear Glucose	20210507	ACS APPLIED NANO MATERIALS	교신저자	
Oral Delivery of Parathyroid Hormone Using a Triple-Padlock Nanocarrier for Osteoporosis via an Enterohepatic Circulation Pathway	20210215	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES	참여자	
Engineering exosomes for pulmonary delivery of peptides and drugs to inflammatory lung cells by inhalation	20210101	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	교신저자	
Pro-Peptide-Reinforced, Mucus-Penetrating Pulmonary siRNA Delivery Mitigates Cytokine Storm in Pneumonia	20210319	ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	참여자	
Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy	20210101	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE	교신저자	
Combination Therapy by Tissue-Specific Suicide Gene and Bevacizumab in Intramedullary Spinal Cord Tumor	20201201	YONSEI MEDICAL JOURNAL	참여자	
Delivery of miRNA-92a inhibitor using RP1-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model	20210701	JOURNAL OF BIOMEDICAL NANOTECHNOLOGY	교신저자	

○ 교육 연구단 대표연구업적물 실적 (9편)

1	참여자명	
	논문제목	Phospholipid transfer function of PTPIP51 at mitochondria-associated ER membranes
	학술지명	EMBO reports
	DOI	10.15252/embr.202051323

	대표연구 구업적 합성 과 우수성	미토콘드리아와 ER 의 막은 5-20% 경우 서로 가깝게 상호작용하면서 ER stress, 미토콘드리아 활동성, 염증반응, 세포내자가포식작용 (autophagy), 세포사멸 등을 조절한다. 이러한 미토콘드리아-ER 막 상호작용에서 PTPIP51 단백질이 중요한 역할을 하며 특히 미토콘드리아 기능에 중요한 cardiolipin 의 생합성에 관여한다. 본 연구에서는 미토콘드리아 기능이상 질병의 조절을 위하여 PTPIP51 의 삼차구조를 규명하였으며 이를 통하여 암, 염증질환의 바이오신약 개발에 관련한 구조적 정보를 제공하였다.
2	참여자 수명	
	논문제 목	3D printed micro-chambers carrying stem cell spheroids and pro-proliferative growth factors for bone tissue regeneration
	학술지 명	BIOFABRICATION
	DOI	10.1088/1758-5090/abc39c
	대표연구 구업적 합성 과 우수성	3차원 조직 모듈의 경우 2차원적으로 전달된 세포에 비해 높은 조직 재생 능을 나타내는 것으로 연구되어져왔으나, 실제 조직 결손 모델에 전달되었을 때 조직모듈의 이탈 등의 안정적인 포지셔닝 방법의 부재, 장기배양 시 낮은 세포 생존율로 그 효율이 제한되는 문제점이 있음. 본 연구에서는 조직모듈을 안정적으로 포지셔닝 할 수 있는 3차원 (3D printed micro-chamber)를 제작하여 장기 배양에도 조직모듈의 이탈이 없고 구조체가 없을 때에 비해 더 높은 세포증식력을 보이는 것을 확인함. 더불어 조직모듈 내부에 골 조직 재생을 촉진할 수 있는 BMP-2 성장인자를 마이크로 전달체에 고정화하여 전달해 줌으로써 조직모듈의 골 분화효율을 10배 이상 증가시키는 것을 확인함. 본 연구를 통해 안정적 조직모듈의 전달을 통한 효과적인 골 조직 치료를 이루었고 조직모듈을 통한 조직 치료의 새로운 플랫폼 기술을 제시하였음. 본 연구는 Biofabrication (IF 9.954, 상위 10%)에 게재되었음.
3	참여자 수명	
	논문제 목	Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering
	학술지 명	BIOMATERIALS
	DOI	10.1016/j.biomaterials.2020.120192
	대표연구 구업적 합성 과 우수성	3차원 조직모듈은 높은 조직 재생능력에도 불구하고 내부의 hypoxia 에 의한 세포 증식률 저하문제 및 조직 재생 시 낮은 혈관 재생 능력의 문제가 있었음. 본 연구에서는 조직모듈 내부에 골 조직 재생을 유도하는 Bio-mineral 및 혈관형성, 세포 증식률을 향상시킬 수 있는 PDGF 성장인자가 코팅된 마이크로 길이의 전달체를 개발하여 포함시키는 연구를 진행함. 그 결과, 일반 조직모듈은 14일의 장기배양 시 세포성장이 감소하는 것을 확인하였으나 기능성 전달체를 포함하는 조직모듈은 14일동안 지속적으로 세포성장이 이루어지는 것을 확인하였고 골 분화 및 혈관분화 역시 5배 이상 증가한 것을 확인함. 본 연구를 통해 기능성 전달체를 포함한 조직 모듈을 골 결손 모델에 전달 하였을 시 골 조직을 효과적으로 재생시킬 뿐만 아니라 다량의 혈관재생역시 확인할 수 있었음. 더불어 기존 골 조직 치료제에 비해 혈관 및 조직 재생을 복합적으로 이룰 수 있는 혁신적인 조직공학 치료제 개발에 활용될 수 있을 것으로 보임. 본 연구는 Biomaterials (IF 12.479, 상위 3%)에 게재되었음.
4	참여자 수명	
	논문제 목	Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade
	학술지 명	ADVANCED SCIENCE
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1002/advs.202001308">https://doi.org/10.1002/advs.202001308</a>
	대표연구	암 치료제 개발을 위해, fluorinated MDHP가 면역 관문 차단 요법과

	구업적 물의 적합성 과 우수성	상승작용을 일으켜 확립된 종양을 제거하고 항종양 면역 반응을 유도하는 연구를 수행한 기초 연구와 응용연구의 중계 연구로서, 결과의 우수성은 물론 바이러스의 임상적용 가능성을 크게 향상시켰으며, 이는 기존 항암바이러스의 기술발전 한계를 돌파하였기에 기존연구 대비 그 차별성과 도전성이 매우 높음.
5	참여교 수명	
	논문제 목	CRISPR-Cas12a with an oAd Induces Precise and Cancer-Specific Genomic Reprogramming of EGFR and Efficient Tumor Regression
	학술지 명	MOLECULAR THERAPY
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2020.07.003">https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2020.07.003</a>
	대표연 구업적 물의 적합성 과 우수성	Ad의 전신 전달은 열악한 종양 친화성과 바이러스의 비특이적 간 친화성으로 인해 암 치료제 개발에 있어 주요 과제로 남아있음. Ad의 이러한 한계를 해결하기 위해 Ad/P5N2LG-FA와 Ad/P5N5LG-FA complex를 이용한 전신 전달 시스템을 개발하여 종양 표적 전신 전달의 우수성을 입증함. 현재 항암바이러스 전신투여의 치료효과 개선을 위하여 다양한 시도가 진행되고 있으나, 항암바이러스의 약물전달학적 접근은 그 시도 자체가 매우 미미한 수준으로, 이러한 연구는 매우 독창적이고도 도전성이 높다고 판단됨.
6	참여교 수명	
	논문제 목	Novel enzymatic cross-linking-based hydrogel nanofilm caging system on pancreatic b cell spheroid forlong-term blood glucose regulation
	학술지 명	Science Advances
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1126/sciadv.abf7832">https://doi.org/10.1126/sciadv.abf7832</a>
	대표연 구업적 물의 적합성 과 우수성	제1형 당뇨병에 대한 췌장 $\beta$ 세포 치료는 신체적 스트레스와 공격적인 숙주 면역 반응으로 인해 낮은 세포 생존율로 제한됩니다. 이 연구에서 우리는 높은 전단 응력으로부터 세포를 보호하고 세포-세포 상호작용을 방해하여 면역 반응을 감소시킬 수 있는 다층 하이드로겔 나노필름 케이지 전략을 보여줍니다. 하이드로겔 나노필름은 모노페놀로 변형된 글리콜 키토산과 히알루론산이 서로 가교되어 티로시나아제 매개 반응을 통해 세포 표면에 나노 얇은 하이드로겔 필름을 형성하여 제조됩니다. 또한, 하이드로겔 나노필름 형성은 섬 이식 적용을 위해 마우스 $\beta$ 세포 스페로이드에서 수행되었습니다. 물리적 스트레스에 대한 세포 보호 효과와 면역 보호 효과를 평가하였습니다. 마지막으로, 마우스 $\beta$ 세포 스페로이드를 제1형 당뇨병 마우스 모델에 이식하고 혈당 수준을 성공적으로 조절하는데 성공했습니다. 전반적으로, 우리의 효소적 가교 기반 하이드로겔 나노필름 케이지 방법은 세포 기반 요법의 임상 적용을 위한 새로운 플랫폼을 제공할 것입니다.
7	참여교 수명	
	논문제 목	Engineering exosomes for pulmonary delivery of peptides and drugs to inflammatory lung cells by inhalation
	학술지 명	JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE
	DOI	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.12.053">10.1016/j.jconrel.2020.12.053</a>
	대표연 구업적 물의 적합성 과 우수성	엑소솜은 약물전달체로 새롭게 연구되어지고 있음. 이 연구에서는 기존의 소수성약물 들의 전달과 함께, 펩타이드를 동시에 전달하는 엑소솜을 개발하여, 급성폐손상의 치료기술로 응용하였음. RAGE binding peptide

	적합성과 우수성	(RBP)를 엑소솜에 결합시키고, 여기에 커큐민을 소수성 결합으로 동시에 봉입한 후, 흡입을 통하여, 급성폐손상 동물모델에 투여하였음. 그 결과, 염증성 폐세포에서 RAGE의 발현을 억제하고, 염증반응을 억제하여, 급성폐손상을 감소시키는 결과를 얻었음. 따라서, 이 기술은 급성폐손상을 보다 효과적으로 치료할 수 있는 바이오신약으로 개발되어질 수 있음. 이 결과는 Journal of Controlled Release (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.
8	참여자 수명	
	논문제목	Enhanced antitumor efficacy of bile acid-lipid complex-anchored docetaxel nanoemulsion via oral metronomic scheduling
	학술지명	Journal of Controlled Release
	DOI	doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.08.067
	대표연구업적 구품의 적합성과 우수성	해당 논문은 난용성 항암제인 docetaxel을 nanoemulsion 형태로 만들어 보다 효과적인 경구형 항암제로서의 가능성을 보여줌
9	참여자 수명	
	논문제목	RNA interference-mediated suppression of TNF- $\alpha$ converting enzyme as an alternative anti-TNF- $\alpha$ therapy for rheumatoid arthritis
	학술지명	Journal of Controlled Release
	DOI	doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.11.041
	대표연구업적 구품의 적합성과 우수성	류마티스 관절염은 전신성 염증성 질환으로서, 본 기술은 류마티스 관절염의 치료를 위한 유전자복합체 형태의 치료제로서, 효과적인 류마티스 관절염의 치료 가능성을 보여주었음

## ② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2020.9.1.-2021.8.31.))

연번	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 적용 하였을 때 치료 반응률은 10~40%에 불과하여 치료 효능을 높일 수 있는 방안을 개발하는 것에 관한 필요성이 대두되고 있음.</p> <p><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 마이토콘드리아의 외막을 붕괴함으로써 세포 내</p>

	<p>의 활성산소를 과잉 생산하고, 이 과정에서 발생한 산화에 따른 스트레스가 세포체를 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)와 같은 면역억제기능을 하는 세포의 군집을 감소시킴을 검증하였음. 또한, 원발암에서의 치료 효능이 증가함과 더불어 병용 요법을 통한 암전이 감소를 확인하였음. 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 병용 요법을 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>제1형 당뇨병에 대한 췌장 <math>\beta</math> 세포 치료는 신체적 스트레스와 공격적인 숙주 면역 반응으로 인해 낮은 세포 생존율을 보임. 이 연구는 높은 전단 응력으로부터 세포를 보호하고 세포-세포 상호작용을 방해하여 면역 반응을 감소시킬 수 있는 다층 하이드로겔 나노필름 케이지 전략을 제시하였음. 하이드로겔 나노필름은 모노페놀로 변형된 글리콜 키토산과 히알루론산이 서로 가교되어 티로시나아제 매개 반응을 통해 세포 표면에 나노 얇은 하이드로겔 필름을 형성하여 제조함. 이 연구에서 보여준 효소적 가교 기반 하이드로겔 나노필름 케이지 방법은 수요가 점점 증가하는 당뇨병 시장에서 혁신신약 개발의 새로운 방향성을 제시함. 또한, 세포 기반 요법의 임상 적용을 위한 새로운 플랫폼을 제공할 것임. 이 연구의 저자 중 한명인 서울대학교 화학생명공학부 Nathaniel S. Hwang 교수는 이 연구 결과를 토대로 EGC Therapeutics 스타트업 회사를 창업한 후, 글로벌 창업 지원 과제를 수주 받음. [논문 제목 &amp; 저널명? 특허?]</p>
3	<p>2021년 정부는 제약바이오산업을 3대 미래 혁신성장동력으로 선정하고, R&amp;D 지원, 임상지원 및 국가신약개발사업 등을 통하여 백신, 항암신약, 세포유전자 치료제 등 첨단바이오의약품 연구개발을 지원하고, 전문인력양성과 제도개선에 혁신적인 지원정책을 발표하였다. Journal of Controlled Release (2021, IF 9.776)에 게재된 “Down-regulation of TNF-<math>\alpha</math> via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis”는 다양한 염증성질환 치료에 범용으로 사용될 수 있는 질환세포 표적 유전자 치료법의 혁신적인 방법을 제시하였음. 본 연구에서는 기존의 항체를 이용한 염증억제 방법을 개선한 RNA 간섭을 이용해서 질환세포에서만 염증유발 사이토카인을 억제하여 부작용 없이 치료효과를 극대화하여 기존 블록버스터 시장을 대체할 수 있는 새로운 기술을 개발하였음. 패혈증은 세균 감염에 의해 유발되는 전신성 염증질환임. 기존의 치료법은 여러 항생제를 투약해서 유발세균에 작용하는 항생제를 찾고 반복투여로 세균을 줄이는 방법인데 이는 원인이 되고 장기 손상을 초래하는 초기 염증을 제어할 수 없고 심각한 경우 치료 중 사망하게 되는 결과를 초래함. 본 연구의 핵심기술은 초기 염증 유발 사이토카인을 분비하는 대식세포를 표적하여 염증 상황에서 과다발현하고 염증 사이토카인 분비를 하는 가위 역할을 하는 TACE 효소를 대식세포내에서 RNA 간섭에 의해 제어함으로써 초기 염증을 제어함으로써 항생제 투여 전후 생명을 위협하는</p>

	<p>심각한 상황을 방지할 수 있음. 본 연구는 국내 특허출원 준비 중이고 류마티스 관절염, 비만 등 다른 염증성 질환에서도 효과검증을 완료하였음. 본 연구는 생명공학 기초기술을 습득하고, 융복합기술이 적용된 바 제약바이오 분야를 이끌 글로벌 인재양성의 좋은 모델을 제시하고 있음.</p>
4	<p>2018년 정부 발표 기술로드맵에서 바이오의약산업은 5대 신산업중의 하나로 분류되었으며 2021~2023년 중소기업 기술로드맵에서 바이오 분야는 3대 신산업분야(BIG3) 중 하나로 분류되어 재생의료 바이오소재, 세포 및 조직 치료제 기술을 통한 기존 바이오의약 개량 및 문제해결, 해당 기술에 대한 창의적인 인재 양성으로 신산업 발전을 도모하고 있음. Biomaterials (2020, IF 12.479)에 게재된 “Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering” 는 바이오의약 산업에서 세포 및 조직 치료제 개발 관련분야의 대표 연구업적임. 본 연구에서는 바이오의약으로 관심을 받고 있는 줄기세포구상체 (stem cell spheroid)에 골 및 혈관분화유도인자를 성공적으로 탑재하여 Vascularized bone formation에 사용될 수 있음을 밝혔음. 기존 연구를 통해 3차원 줄기세포구상체가 단순히 줄기세포를 체내에 전달하는 것보다 더 높은 조직재생능이 있는 것으로 알려져 있지만 구상체 내부의 세포성장 저하로 인한 세포생존율 문제, 분화유도 인자와의 밀접한 상호작용 및 전달 기술의 부재로 인한 고밀도의 미세랄로 구성된 라멜라 구조의 골 형성제한, 재생된 조직 내의 신생 혈관 부재로 인한 재생조직괴사 문제가 대두되었기 때문에 사실상 골 조직 치료에 3차원 줄기세포구상체를 실용화하지 못하는 실정임. 현재 병원에서는 고강도의 생체재료를 이용해 손상된 뼈를 대체하거나 보조하는 방식의 치료가 주로 이루어지고 있으나, 직접적으로 생체조직으로 분화할 수 있는 세포치료제 없이는 경 조직 재생에 몇 달 길게는 수년까지 이어질 수 있고 2차적인 수술과정에서 발생하는 염증반응으로 만성질환으로 이어질 가능성이 있어 새로운 세포 및 조직 치료제의 개발이 시급한 현실임. 본 연구자는 기존에 약 100 마이크로미터 길이의 섬유상입자(fragmented fiber)와 줄기세포의 융합을 통해 줄기세포구상체 내부의 저산소증 문제를 해결, 세포성장 문제 없이 높은 효율로 빠르게 조직 분화하는 3차원 줄기세포구상체를 개발했으나 (Acta biomaterialia, 2017), 실제 골 조직 치료를 위해서는 복합적인 기능을 수행할 수 있는 생체재료와의 융합이 필요함을 확인하였음. 본 연구에서는 에 칼슘, 인산과 같은 바이오 미네랄 및 혈관유도인자인 platelet-derived growth factor (PDGF)가 코팅된 기능성 생체재료를 개발하고 줄기세포와 융합, 외부인자의 도움 없이도 자발적으로 골 분화가 가능한 기능성 줄기세포구상체를 개발하였고 in vivo 동물모델에 기능성 줄기세포구상체를 이식한 결과 라멜라 구조의 골 형성 및 재생조직 내 다수의 혈관이 형성되는 것을 증명함. 또한, 본 연구에 사용된 섬유상 입자 제조 및 3차원 세포구상체의 제조법은 대한민국 특허(10-2016-0140291)로 출원하여 다양한 세포 및 조직치료제 혁신신약 개발의 원천기술을 제공하였고 관련 후속연구를 진행하고 있으며, 박사 졸업생 1명이 한양대학교에서 포스닥으로 해당 조직치료모델의 다양화, 기능성 강화에 초점을 맞춘 후속연구를 진행하는 등 바이오의약 분야의 다양한 융복합연구, 상용화 및 글로벌 인재양성의 좋은 모델을 제시하고 있음.</p>



## 2. 연구의 국제화 현황

### ① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

#### ○ 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적

##### ● 국제학술 위원회활동

- Academic Editor & Editorial board, PLOS ONE (2018-현재)
- Co-Editors-in-Chief, Tissue Engineering Part B: Reviews (2018-현재)
- Editorial Board: Biomaterials Research, PLOS ONE, Journal of Biomedical Materials Research. A (2014-현재)
- 2021 TERMIS World Congress, Scientific Advisory committee member (Maastricht, Netherlands) (2020-현재)
- Biomed research international, 편집위원 (2013~ 현재)

##### ● 국제학술대회 강연

- 초청강연, Biopharmaceutics-based cell implantation for diabetes therapy, 2020 한국약제학회 총회 및 국제학술대회 (2020 International Conference of the Korean Society of Pharmaceutical Sciences and Technology), Online live lecture , (September 10, 2020 )

#### ○ 참여교수의 국제적 학술활동 향후 추진 계획

- 선정평가시 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 참여등을 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 계획하고 있었으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 국제 학술 대회의 개최가 축소되고 참여가 어렵게 비정상적으로 운영되는 점들로 인하여 다양한 국제적 학술 확동에 어려움이 있음.
- 온라인 플랫폼을 적극 활용하여 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
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			

1			Japan / Tohoku University	Engineering multi-cellular spheroids for tissue engineering and regenerative medicine. Advanced Healthcare Materials, 9(23), 2000608.)	DOI: 10.1002/adhm.2020 00608
2			Australia	The role of viral infectivity in oncolytic virotherapy outcomes: A mathematical study	<a href="https://doi.org/10.1016/j.mbs.2020.108520">https://doi.org/10.1016/j.mbs.2020.108520</a>
3			Japan, India	Molecular dynamics simulations and experimental studies reveal differential permeability of withaferin-A and withanone across the model cell membrane	doi: 10.1097/SAP.0000 000000002574
4			Netherlan ds	Polymeric delivery systems for nucleic acid therapeutics: Approaching the clinic	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.01.014">https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.01.014</a>
5			미국/보스 톤대학교	Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy	DOI: 10.1016/j.jconrel.2 020.12.053
6			중국/소주 대학교	Pro-peptide-reinforced, mucus-penetrating pulmonary siRNA delivery mitigates cytokine storm in pneumonia	DOI: 10.1002/adfm.2020 08960

### ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

## ○ 국제 공동연구 및 연구자 교류 실적 개요

- 선정평가시 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술 교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력파견 및 공동연구를 수행하는데에는 어려움을 겪고 있음.
- 인력파견의 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 앞으로 COVID19 상황이 빠르게 호전되지 않을 가능성이 많기에 이러한 온라인 기반의 공동연구 플랫폼들을 통한 국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적을 증진시키고자 함.

## ○ 국제 공동연구 추진 현황 및 계획

- 미국 University of Utah (Department of Mechanical Engineering) Jay Kim 교수 연구실과 MOU를 체결하여 상호 연구실 간의 학생, 출판물과 관심 분야의 연구, 강연, 학회와 심포지엄 초대의 교환 등에 대해서 합의하였음. 또한 각 연구실은 이 MOU에서 공통으로 관심을 갖는 연구주제인 바이오소재 기반 바이오 칩 시스템(예: 기체 발생 소재, 줄기 세포 평가, 생체 내 이식 연구) 등에서 협조할 것을 합의하였음
- 약물전달 시스템 연구의 세계 최고 권위자인 MIT의 Robert Langer교수 연구팀과 공동연구를 수행하고 있으며. (COVID19 상황으로 인해) 주기적으로 비대면 온라인 회의를 통해 연구결과를 공유하고 분석하며 공동연구를 수행하고 있음. 또한 연구 결과를 관련분야 권위지에 게재할 목적으로 준비중에 있음.
- 암 유전자치료 분야의 최고 권위자들이 함께하는 international oncolytic virus conference의 committee 멤버로 참여하여 11월에 미국 Arizona에서 열리는 심포지움을 준비하고 있으며, 참석하여 학문적 교류를 나눌 예정임.

### Ⅲ

### 연구역량 영역 평가 - 000 대표 [(주)000000000]

등급	A	o	B		C		D		E	
의견	<p>총 연구비가 증가하였을 뿐만아니라, 연구결과의 발표한 논문편수가 1년동안에 39편에 IF평수 환산이 7.0이상으로 연구의 질적 수준도 향상된 것으로 판단됨.</p>									

### Ⅲ

### 연구역량 영역 평가 - 000 교수 [경희대학교]

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<p>· 본 연구팀의 학술 논문 실적은 IF 및 JCR 상위% 기준으로 판단할 때, 참여연구진 모두 질적 우수성이 높은 연구실적을 발표하였음. 최근 연구 추세에 따라 연구논문의 양적 성장보다는 질적 우수성이 개선된 방향으로 연구를 진행하고 있으며, 사업이 진행됨에 따라, 의과학 및 바이오의약 분야에 높은 파급효과를 가져올 수 있는 impact 있는 학술 논문을 다수 발표할 수 있는 역량을 갖고 있는 연구팀으로 판단됨.</p> <p>· 학술 논문뿐만 아니라 특허 등록 실적도 매우 우수하며, 국내 및 국외 지적재산권 확보를 위해 다양한 기술개발을 진행하였음. 산업계 연구 연계를 위해 IC-PBL+ 과정을 통한 산업계-대학 융합 연구 모델 개발을 진행하고 있으며, 구체화를 위한 체계적인 계획 수립이 필요할 것으로 판단됨.</p> <p>· 참여교수의 총 연구비 수주액이 증가되었으며 산업체 지원 연구비도 높은 수준으로 판단됨. 이는 본 연구팀의 세부목표 중 하나인 산업문제 해결형 연구활동에 의한 것으로 판단됨.</p> <p>· COVID19로 인한 위축된 상황에서도 국제공동연구로 인한 실적도 꾸준히 쌓고 있음. 차후, 온라인상에서 가능한 다양한 국제협력 루트를 개발해 나가는 것이 필요함.</p>									

### III

### 연구역량 영역 평가 - 000 교수 [한양대학교생명공학과]

등급	A		B		C		D		E	
의견	<p>○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지난 1년의 연구기간 동안 39편의 국제저명 학술지(SCI/E - 등재지 제외)에 논문을 발표하였음. 교수 1인당 평균 4편/년으로 소폭 감소하였으나, 총 IF에 대한 편수 환산은 7.075로 사업 선정 당시와 비교하여 향상되었음(2019년 편수 환산 IF 7.0).</li> <li>• 특히, IF 10 이상의 상위 저널(Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters)에 다수의 논문을 게재하였음.</li> <li>• 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 연구실적의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지를 잘 반영하고 있음.</li> <li>• 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상시켜 나가고 있음.</li> </ul> <p>○ 연구단의 특허 실적 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지난 1년 동안 23 건의 특허(우선권 등록 포함)를 등록하였고(국내특허 12건, 미국특허 11건), 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음.</li> <li>• 또한, 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주체의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.</li> <li>• IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진을 도모할 예정임.</li> </ul> <p>○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609,000원에서 459,453,000원으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.</li> <li>• 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 수행함으로써 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.</li> <li>• 산업문제 해결형 연구활동 강화의 노력으로 지난 연구기간 동안 산업체 지원 연구비 총합은 371,250,000원으로 증가하였음.</li> </ul>									

### III

### 연구역량 영역 평가 - 000 교수 [한양대학교생명공학과]

등급	A		B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>본 교육 연구단에서는 BK FOUR 사업을 통하여 <u>(1) 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 (2) 융복합적 글로벌연구역량을 향상</u>하는 것을 목적으로 하고 있음. 선정평가 당시 본 사업단 참여교수들의 지난 5년간 (2015-2020) 총 IF 에 대한 편수 환산은 2015년 5.3, 2016년 6.1, 2017년 5.4, 2018년 5.3, 2019년 7.0 였으나, 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075를 보여주었음. 특히 지난 연구기간 동안 IF 10 이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 논문을 게재하여 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있음. 또한 최근 1년간 (2020.9.1.-2021.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원 (년) 에서 459,453 천원 (년) (연구단 참여교수 1인당 연구비) 으로 증가하였으며 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제 수주의 성과를 보였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.</li> <li>본 교육 연구단에서는 <u>바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구활동을 강화</u>하는 것으로 목표로 하였으며 지난 1년동안 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립하였음. 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원 (년 - 사업단 참여교수 전체) 이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구활동 강화의 결과로 볼 수 있음</li> <li>본 교육 연구단의 <u>글로벌 프로그램 개선 및 강화</u> 측면에서는 선정평가지 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력 장기 파견, 참여 연구원의 국제 학술 대회 참여, 국제 및 공동연구를 수행하는 데에는 어려움을 겪고 있음. 이러한 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 또한 지난 6월에 온라인 상으로 한양대, 도호쿠대 (일본), 중앙대, 인천대, 오사카대(일본), 오카야마대(일본), 포스텍, 성균관대, 아베이루대 (포르투갈) 의 연구진들이 참여하는 1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering을 성공적으로 개최하였음. 앞으로 COVID19 상황이 빠르게 호전되지 않을 가능성이 많기에 온라인 기반의 공동연구 플랫폼들을 통한 국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적을 증진시키고자 함. 온라인 플랫폼을 적극 활용하여 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 시스템</li> </ul>									

	을 체계화하여 이러한 위험 요소들을 극복할 예정임.
--	------------------------------

## □ 산학협력 대표 우수성과

## ○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액이 371,250,000원으로 참여교수 1인당 41,250,000원 연구비를 수주 실적으로, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000,000원 연구비 (연평균 33,000,000원/1인) 대비 초과 수주 실적을 확보하였음
- 또한 1건의 교원창업 (일릭사과마텍(주) 이동윤 교수)과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링커, 아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행으로, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음

## ○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 000 교수는 특허(비만유래 2형 당뇨 예방 및 치료를 위한 내장지방 대식세포 표적 비바이러스성 유전자/전달체 복합체. 등록일 : 20210112 , 등록번호 : 10,889,819)을 통해 비만환자의 내장지방 내부에 분포하고있는 대식세포를 선택적으로 표적하는 유전자 전달체 및 복합체를 개발함. 이는 비만 및 비만유래 2형당뇨 예방 및 치료가 가능함을 제시하여, 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임
- 000 교수는 특허 : 항 인간 트랜스페린 수용체 항체의 돌연변이체, 및 이를 이용한 이중특이적 항체, 항체-약물 접합체 및 약학 조성물 을 통해 항체-drug 접합체 (ADC)를 이용해서 저분자 화합물 치료제도 BBB를 용이하게 통과하는 단백질 신약 개발에 기여함
- 000 교수는 특허 : 기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법 (등록일 : 20201222 , 등록번호 : 10,869,941 )을 통해 기체발포를 통한 지방세포사멸유도가 가능한 새로운기술을 제시하였음
- 000 교수는 특허 : 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도 (등록일 : 20201110 , 등록번호 : 10,828,083 )을 통해 우유 단백질인 락토페린의 응용으로 단백질 및 나노입자 기반 치료제로써의 흥미로운 접근법을 제시하였음
- 000 교수는 특허 : 약물/유전자 전달 복합체를 이용한 비강 투여용 염증성 폐질환 예방 또는 치료용 조성물 (등록일 : 20201130 , 등록번호 : 10-2187144 )을 통해 표면에 유전자를 동시에 결합하여, 약물과 유전자를 동시에 전달하는 있는 전달체를 개발하였으며, 이는 급성폐손상 치료제의 새로운 접근법임
- 000 교수는 기술이전 : '히알루론산 기반 보습 소재' 특허를 주식회사 디알페이스에 특허 양수도 계약을 체결하여 기술료 5,500천원(부가세 포함)을 입금 받음

## ○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

- 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결을 진행을 예정이며, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임.
- 또한 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직 교수직위를 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(2020.9.1.-2021.8.31.) 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(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고
국내외 산업체 연구비 수주 총 입금액	1,803,187	371,250	
지자체 연구비 수주 총 입금액	33,500	0	
이공계열 참여교수 수	9	9	
1인당 총 연구비 수주액	204,076	41,250	

### 1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

1	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	16/370,259
	명칭	비만유래 2형 당뇨병 예방 및 치료를 위한 내장지방 대식세포 표적 비바이러스성 유전자/전달체 복합체
	우수성	해당 특허는 비만환자의 내장지방 내부에 분포하고있는 대식세포를 선택적으로 표적하는 유전자 전달체 및 복합체를 포함한다. 이는 비만 및 비만유래 2형당뇨 예방 및 치료가 가능함을 시사한다.
2	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	16/315,346
	명칭	ADIPOCYTE-TARGETING NON-VIRAL GENE DELIVERY COMPLEX COMPRISING DUAL PLASMID VECTOR
	우수성	서로 다른 두 가지의 유전자군의 발현을 억제시킴으로서, 한 가지 plasmid vector를 전달할 때 보다 효과적인 유전자 치료가 가능하게함.
3	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2018-0133580
	명칭	염증성 질환 예방 또는 치료용 유전자/전달체 복합체
	우수성	다양한 염증성 질환의 염증성 사이토카인을 억제하기 위한 표적나노기술입자는 류마티스 관절염, 패혈증 및 다양한 염증성 질환등을 예방할 수 있는 가능성을 보여주었음.
4	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2021-0092822

	명칭	항 인간 트랜스페린 수용체 항체의 돌연변이체, 및 이를 이용한 이중특이적 항체, 항체-약물 접합체 및 약학 조성물
	우수성	뇌신경 질환치료제는 뇌혈관장벽 (Blood-brain-barrier, BBB)를 통과해야 하는데 대부분의 화합물 혹은 단백질치료제는 BBB를 통과하기 어렵다. 본 특허에서는 BBB 에 존재하는 트랜스페린 수용체와 결합하는 항체를 한쪽 팔에 갖고 있고 다른 한쪽에는 단백질치료제를 갖도록 설계하고 트랜스페린 수용체의 친화도를 엔지니어링해서 BBB 통과를 용이하게 한 이중특이성 항체를 제공한다. 본 특허의 항체는 항체-drug 접합체 (ADC)를 이용해서 저분자 화합물 치료제도 BBB를 용이하게 통과하게 할 수 있다. 바이오신약 개발에 유용하게 사용될 수 있으며 국내의 혁신 바이오신약 산업에 공헌할 수 있다.
5	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2021-0090947
	명칭	Ace2 와 CD16/CD3 항체를 양쪽 팔에 갖고 있는 이중특이성 항체와 이의 용도
	우수성	Covid-19 유래질환을 치료하기 위하여 코로나바이러스의 수용체인 Ace2를 한쪽팔에 갖고 있고 다른 한쪽팔에는 면역세포를 유도할 수 있는 항체를 갖는 이중특이성 항체를 설계하여 코로나바이러스에 의해 감염된 세포를 효과적으로 제거할 수 있음을 확인하였다. 본 특허의 이중특이성 항체는 모든 변종의 코로나바이러스에 효과적으로 작용하므로 변종바이러스를 퇴치하는데 특히 유효하다. 변종에 관계없는 Covid-19 질환치료제로 사용될 수 있으며 국내의 혁신 바이오신약 산업에 공헌할 수 있다.
6	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2020-0128402
	명칭	이황화 결합을 통해 안정화된 Ace2 단백질 및 이를 포함하는 약학적 조성물
	우수성	코로나바이러스의 수용체인 Ace2에 이황화 결합을 도입하여 안정화 시킴으로써 Ace2를 활용한 Covid-19 유래질환 치료제의 안정성 및 효능을 증가시킬 수 있도록 Ace2 의 삼차구조를 바탕으로 이황화 결합을 도입한 안정화-Ace2를 제공한다. 바이오신약 개발에 유용하게 사용될 수 있으며 국내의 혁신 바이오신약 산업에 공헌할 수 있다. 변종에 관계없는Covid-19 질환치료제로 사용될 수 있으며 국내의 혁신 바이오신약 산업에 공헌할 수 있다.
7	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2018-0096049
	명칭	에피갈로카테킨 갈레이트가 코팅된 고분자 복합체의 제조방법 및 상기 방법에 따라 제조된 고분자 복합체
	우수성	본 발명은 에피갈로카테킨 갈레이트 (Epigallocatechine gallate; EGCG)를 일가 양이온과 함께 생분해성 및 생체적합성을 가지는 다공성 막에 코팅하여, EGCG의 국소적인 전달을 유도하고 이를 통해 골 유도 재생 효과 및 골다공증 방지 효과를 가진 차폐막을 제작하는 기술임. 기존 EGCG는 난용성 물질로 고분자 재료와 안정적으로 결합하여 복합체를 제조하기 어렵고, 체내 환경에서 스스로 산화하여 독성을 유발하는 단점 때문에 장시간 국소 전달이 어렵다는 한계를 가지고 있었음. 본 발명을 통해 차폐막 표면에 EGCG를 코팅하여 전달함으로써 효율적으로 체내에 국소전달이 가능함을 확인하였고, 차폐막 위에서 배양된 세포의 안정성 및 증식효과를 확인하였음. 또한, 줄기세포의 골 분화 효과 및 골다공증 관련 염증인자 제어, 골흡수 세포의 성장 억제 효과를 확인하였음.
8	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	15/933,143
	명칭	기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법
	우수성	◆지방감소를위한바이오의약으로서사용가능한기체발포형마이셀제조법. ◆기체발포를통한지방세포사멸유도가가능한새로운기술.
9	참 여 교 수 명	

	실적구분	특허
	등록번호	17/219,719
	명칭	이중 가교된 자가치유 하이드로젤
	우수성	◆ 3차원 바이오프린팅 이후 세포 내포된 하이드로젤의 이중가교를 통해 조직재생에 안정성을 갖는 하이드로젤 제조. ◆ 연골세포내포후연골조직재생가능성확인.
10	참여 교수명	
	실적구분	기술이전
	등록번호	
	명칭	히알루론산 기반 보습 소재 ‘ 특허 양수도 계약
	우수성	탁월한 보습효과를 가지는 히알루론산 기반 보습소재의 기술이전을 통해 새로운 화장품 소재로서의 이용 가능성 계약금액:5,500,000
11	참여 교수명	
	실적구분	기술이전
	등록번호	
	명칭	지방산 도입 고분자 나노입자 및 이의 용도 ‘ 특허양수도 계약
	우수성	표면에 지방산 도입을 통한 세포 내포성 증가 및 가스 발포를 통한 지방세포 사멸 유도가 가능한 나노입자 기술 이전 계약금액:11,000,000
12	참여 교수명	
	실적구분	기술이전
	등록번호	
	명칭	국소 지방 감소형 기체 발포형 마이셀
	우수성	기체 발포를 통한 지방세포 사멸 유도가 가능한 나노입자 기술 이전 계약금액:11,000,000
13	참여 교수명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2018-0123068
	명칭	약물/ 유전자 전달 복합체를 이용한 비강 투여용 염증성 폐질환 예방 또는 치료용 조성물
	우수성	○ 소수성 항염증 약물을 봉입할 수 있는 고분자마이셀 (cholesterol-conjugated pamam)을 이용하여, 표면에 유전자를 동시에 결합하여, 약물과 유전자를 동시에 전달하는 있는 전달체를 개발함. 급성폐손상 동물모델에 흡입을 통하여 투여할 경우, 항염증 효과를 통하여 급성폐손상을 완화하는 효과를 보여줌. 따라서, 급성폐손상의 새로운 치료제로 이용할 수 있음.
14	참여 교수명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2021-0035982
	명칭	체내 산소 및 이산화탄소 등을 지속적으로 제어하는 의료용 레스피라토이드(Respiratoid) 소재 개발
	우수성	세포 기반 장치의 이식은 일반적으로 이식 후 혈관 신생의 필히 수반되는 지연으로, 부적절한 산소전달로 인해 방해를 받음. 이식된 세포에 산소 공급이 불충분하면 이식편의 일부에서 세포 괴사와 세포 사멸을 초래할 뿐만 아니라 혐기성 대사 및 에너지 보존으로의 전환을 초래함. 따라서 초기 생착 기간 동안 조직공학 이식체 내에서 산소 가용성을 증가시키는 방법의 개발은 저산소증에 의해 유발되는 세포 사멸을 완화할 것으로 예상됨. 이에 따라, 기존 장기나 조직 이식에서 겪고 있는 산소 공급 문제를 해결할 수 있을 것으로 예상이 됨. 본 연구는 모듈식 빌딩 블록 조립을 통해서 거대 인공장기 및 조직을 제작할 수 있는 새로운 기반 기술을 제시하여 세포치료제의 방법론의 전환이 가능함. 또한 생체 내

		에서 세포-세포 상호 작용을 생체 모사 환경에서 연구가 가능하며, 생리학적 측면에서 세포의 새로운 기능 규명이 가능 할 것임. 또한 줄기세포 치료제 연구분야에 새로운 기술로써 적용이 가능함
15	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2019-0034205
	명칭	글리시리진-글리콜 키토산 코팅된 산화철 나노입자 및 이의 용도
	우수성	제1형 당뇨병은 발병하면 췌장에서 정상 기능을 발휘하는 베타세포의 수가 감소하고 이로 인해 인슐린 분비가 불충분하게 됨. 이에 따라 혈당조절이 정상적으로 이루어지지 않아 고혈당증이 발생하며 이로 인하여 여러 가지 합병증이 유발됨. 이러한 제1형 당뇨병의 치료제로 환자 자체적인 인슐린 주사를 통한 혈당조절이 제시되고 있으나, 이 방법은 연속적인 혈당조절이 가능하지 않으므로 이러한 문제를 해결하기 위해 이중 췌도세포 이식방법이 떠오르고 있음. 허나 이 방법엔 이중 췌도세포 이식 이후 일어나는 자가면역 반응을 필수적으로 해결해야 한다. 본 연구에서는 췌도세포 이식의 가장 큰 문제점인 혈류에 의한 이중 췌도세포 손실과 이식 후 일어나는 자가면역반응을 극복하기 위하여, 생체적합성 고분자-글리시리진 컨쥬게이트로 코팅된 초상자성 나노입자(superparamagnetic nanoparticle)를 포함하는 췌도세포 이식용 조성물과 상기 조성물로 처리된 이식용 췌도세포를 제공하였음. 이는 앞으로 점점 수요가 늘어날 당뇨병 마켓에서 더 근원적이고 원초적인 해결방법으로 제시될 것으로 예상됨.
16	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2018-0086946
	명칭	비강을 통한 뇌 약물 전달 장치 및 비강을 통한 뇌 약물 전달 방법
	우수성	본 발명의 실시 예에 따른 비강을 통한 뇌 약물 전달 장치는, 실험동물의 비강을 통하여 뇌로 전달되는 약물이 유동하는 약물 중공을 가지고, 약물을 분사하는 분사구가 마련된 약물 전달 튜브, 및 상기 약물 전달 튜브가 인입되며 상기 약물 전달 튜브가 실험동물의 비강 내로 삽입되도록 경로를 제공하는 어댑터(adaptor)를 포함할 수 있다. 이에 따라, 실험동물의 고 신뢰성 및 고 반복 재현성이 획득될 수 있다. 또한, 실험동물의 비강 내로 삽입되는 상기 약물 전달 튜브의 일 단은 둥근(round) 형상을 가질 수 있다. 이에 따라, 실험동물 비강 내의 혈관 등의 손상이 최소화될 수 있다. 또한, 상기 약물 전달 튜브의 일 단 및 타 단 사이에는 스톱퍼가 배치될 수 있다. 상기 스톱퍼는 상기 약물 전달 튜브가 실험동물의 최대 비강 길이를 초과하여, 실험동물의 비강 내로 삽입되는 것을 차단할 수 있다. 이에 따라, 실험동물 비강 내의 혈관 등의 손상이 최소화될 수 있다.
17	참 여 교 수 명	
	실적구분	특허
	등록번호	10-2021-0096528
	명칭	온천수 및 과일 추출물을 포함하는 미생물 사멸을 위한 조성물
	우수성	본 발명은 온천수 및 과일추출물(레몬추출물)의 혼합액의 상승된 항균 및 항곰팡이 효과를 제공한다. 본 발명의 실시 예에서 세균 배양액의 흡광도 실험 결과, 온천수 및 레몬추출물의 혼합액에서 항균 및 항곰팡이 효과를 확인 할 수 있었으며, 이러한 효과는 각 성분 자체에 의한 pH변화 때문이 아니었음을 입증하였다. 또한, 온천수 및 레몬추출물의 혼합액의 항곰팡이 효과는 고체배양액에서의 곰팡이 성장억제 측 정실험을 통해 균주성장 감소를 확인하였다. 또한, 상기 혼합액의 동물성 세포에서 의 세포독성 실험 결과, 0.02%의 벤조산이 함유된 세포배양액과 비교할 때, 혼합액 의 배양액에서 미미한 세포독성이 관찰되었다. 따라서, 본 발명에 따른 온천수와 과일추출물을 이용한 조성물은 항 미생물 효과 및 항곰팡이 효과를 보이면서 인체에 무해한 천연 방부제로서의 기능을 보인다고 볼 수 있다.
18	참 여 교 수 명	

	실적구분	특허
	등록번호	15/775,813
	명칭	비강을 통한 세포사멸 억제용 펩티드/단백질 약물전달과 이를 이용한 뇌졸중 치료
	우수성	본 발명은 허혈성 뇌혈관질환 예방 또는 치료를 위한 비강 투여용 약제학적 조성물을 제공한다. 본 발명은 허혈성 뇌혈관질환 예방 또는 치료를 위한 키트를 제공한다. 본 발명의 약제학적 조성물 또는 키트를 이용하면 약물의 효과적인 뇌조직 전달이 가능하다. 본 발명의 약제학적 조성물 또는 키트를 이용하면 대상체의 허혈성 뇌혈관질환을 효과적으로 예방 또는 치료할 수 있다.
19	참여교수명	
	실적구분	특허
	등록번호	16/061,298
	명칭	Test device and test method using the same
15	우수성	A test device is disclosed . The test device includes a supporter providing a seating surface for an experimental animal , and a chair formed on the supporter and configured to induce a drug inhalation posture in which a head of the experimental animal is directed downward . Thus , a mecca position may be induced by a simple operation of seating an unconscious experimental animal on the chair . As a result , nose - to - brain drug delivery may be performed
	참여교수명	
	실적구분	특허
	등록번호	10828083
15	명칭	락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도
	우수성	우리나라는 전 세계에서 고령화 속도가 가장 빠르게 진행되고 있으며, 이와 관련된 퇴행성 뇌질환 및 노인성 질환 치료제의 수요가 급증하고 있음. 특히, 두 개골 내에 생기는 모든 종양을 일컫는 뇌종양은, 2013년에 발표된 중앙 암 등록본부 자료에 따르면, 남녀를 합쳐서 연 1,679건으로 상당한 숫자의 환자들이 고통 받고 있음. 또, 고연령의 환자를 대상으로 반감기가 낮은 정맥주사를 자주 투여해주는 것은 환자에게 스트레스를 유발할 우려가 있을 뿐만 아니라, 유효한 치료 효과를 기대할 수 없게 될 우려가 있음. 이를 위해, 약물 투여에 의한 스트레스 유발을 막을 수 있는, 경구 흡수용 뇌종양 치료제에 대한 혁신 신약 약물 시장의 수요가 예상됨. 이 연구에서 선보인 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 있었는바, 뇌종양의 치료에 있어서, 보다 근본적으로 접근하여 타겟 치료할 수 있을 것으로 기대됨.
	참여교수명	
	실적구분	특허
14	등록번호	10-2249213
	명칭	염증성 장질환 예방 또는 치료용 생체적합성 고분자-글리시리진 키투게이트
	우수성	염증성 장질환(inflammatory bowel disease; IBD)은 환경적 요인과 유전적 요인이 상호작용하여 장에서 면역반응 및 염증을 일으키는 만성 질환이다. 정확한 질병 원인은 아직까지 밝혀진 바가 없지만, 면역반응 조절 이상을 중요한 병인으로 보고 있다. 하지만 특히 서구화된 식습관과 관련이 큰 것으로 관찰되어지는데, 이에 따라 우리나라와 일본, 중국 등의 아시아 국가에서도 발병률이 증가하고

	<p>있는 상황이다. 염증성 장질환은 면역 체계 이상으로 장내 미생물의 불균형이 초래되면서 장점막과 장벽이 손상된다. 이 과정에서 발생한 면역 반응에 의해 주요 염증 인자인TNF-<math>\alpha</math>가 과도하게 생성되고, 무너진 세포 장벽을 통해 염증 인자가 혈액 내로 들어가 순환하게 되며 질병을 악화시킨다. 최근에는 염증성 장질환 치료에 대한 활발한 연구를 통해 장내 염증과 관련된TNF-<math>\alpha</math>를 공격하는 다양한 생물학적 제제가 개발되었다. 하지만 이러한 항TNF-<math>\alpha</math> 제제도 환자의 1/3에서는 반응이 없고, 항체 형성으로 인한 치료 효과 감소 및 감염이나 악성 림프종과 같은 심각한 부작용이 우려되고 있다. 따라서 본 연구는 기존의 염증성 장질환 치료제와는 차별성을 두어, 독성 및 면역원성이 적어 장기투여가 가능하며, 천연물 유래 물질을 통하여 생체적합성 고분자-글리시리진 컨쥬게이트는 생체적합성 고분자의 하나인 키토산과 글리시리진을 접합시킴으로써 낮은 체내 흡수율을 개선하고, 우수한 염증 억제 효과를 확인할 수 있음.</p>
--	---

### 1.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

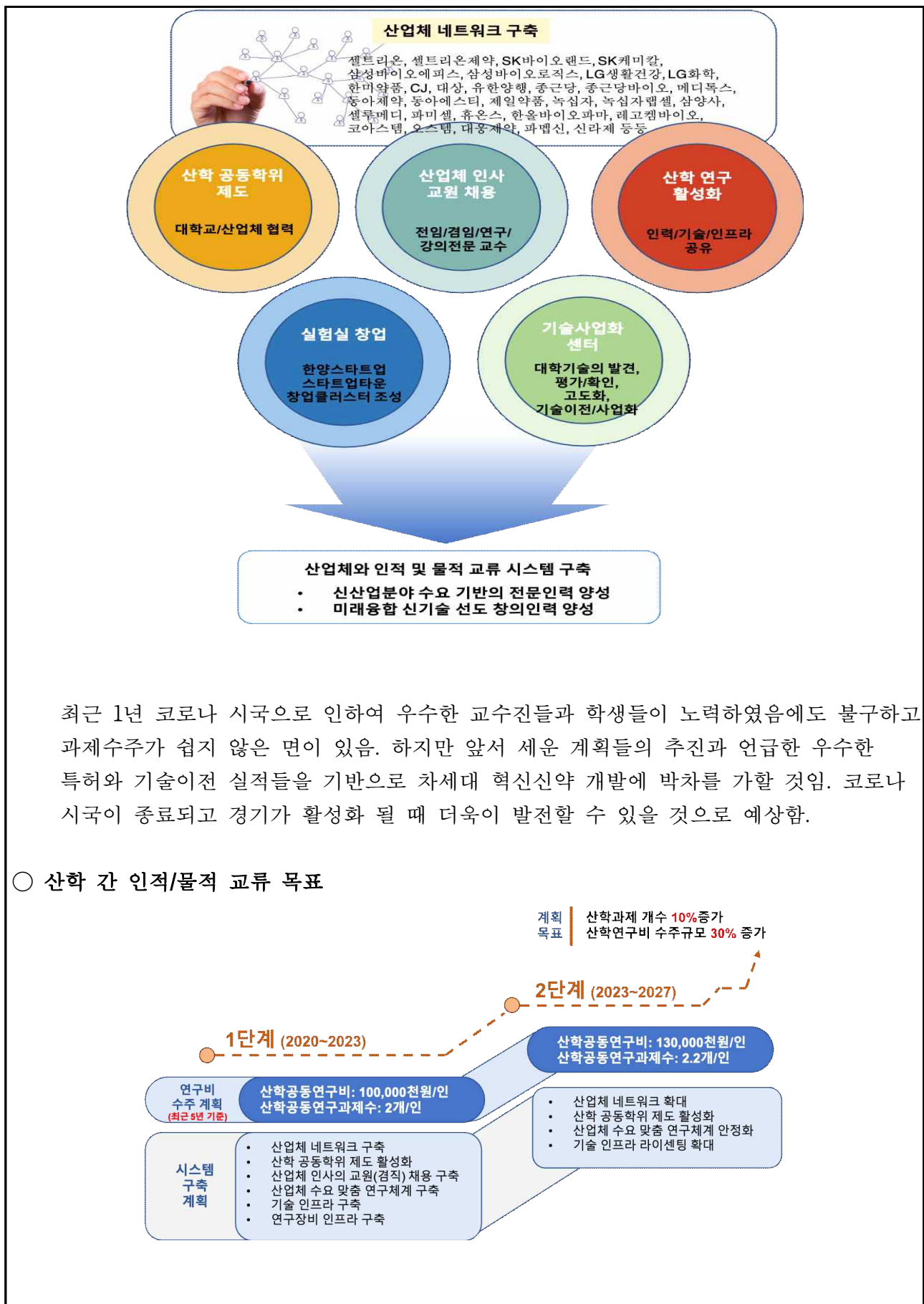
연번	참여교수명	연구자등록번호	세부전공분야	(지역)산업문제
	실적의 적합성과 우수성			
1			생화학	단백질/항체 기반 질환 치료제개발
	<p>바이오벤처기업인 (주)지뉴브는 단백질/항체 기반 치료제를 개발하고자 하나 단백질 구조를 바탕으로 하는 치료제 설계의 전문성이 부족하여 본 교수에게 협력을 제안하였고 본 교수의 연구팀에서는 단백질의 삼차구조를 분석하여 새로운 개념의 이중특이성 항체제작 플랫폼을 설계하고 제작하여 기업에 제공하였다. 또한 사이토카인을 면역치료를 사용할 때 부작용을 줄이기 위한 구조설계를 수행하여 제공하였다.</p>			
2			생체 재료	산업문제
	<p>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.</p>			

			핵산생화학	세포치료제의 전임상효능평가
3	(주)테라베스트의 의뢰를 받아, 회사에서 개발된 세포치료제의 치료효과를 폐섬유화 동물 모델에서 검증함. 한달 간에 걸쳐, 회사에서 제공된 세포치료제를 매주 반복 투여한 후, 4주째에 동물모델에서 폐섬유화 억제효과를 면역염색, ELISA 등을 통하여 검증하여, 회사와의 협력연구를 수행함으로써, 세포치료제의 효능여부를 판별하였음.			
			생명공학	바이오산업 개발
4	참여교수(윤채옥)는 「바이오기술·투자전문인력양성센터」가 주관하는 교육과정의 강의를 진행하여 바이오기업의 투자유치 및 창업지원, 바이오 선순환 생태계 조성 및 바이오산업의 활성화를 지원하였으며, 이를 통해 바이오산업에 대한 학문적, 산업적 인식의 수준을 한 단계 상승 시켰음.			
			생명공학	산업문제
4	장기나 세포이식시 발생하는 일시적 저산소증(hypoxia) 상태는 활성산소(superoxide anion, hydrogen peroxide 등)를 유도하여 이식자의 생체조직에 손상을 가함. 이러한 문제를 해결하기 위해 참여교수(이동운)는 Respiratoid라는 자가호흡형 소재를 개발하는데 초점을 맞추었고, 이는 식물잎에서 추출한 엽록체(choloroplast)를 생물-화학적으로 응용하여 공학적으로 활용하여 장기이식 시 발생하는 저산소증이라는 문제해결에 기여하였으며, 이를 통해 바이오산업에 대한 학문적, 산업적 인식의 수준을 한 단계 상승 시켰음.			

## 2. 산학 간 인적/물적 교류

### 2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

○ 산학 간 인적/물적 교류 계획





○ 산업체 연구비 수주 실적

과제명	책임자	협약기관	은행입금일	(부가세포함) 입금처리금액
구조 모델링 기반으로 목표 단백질이 부착된 Heterodimeric Fc의 개발		(주)지뉴브	2020.11.30	22,000,000
폐섬유화 질환 대상 엑소좀 치료기술 개발		(주) 테라베스트	2020.12.28	8,250,000
고분자결합 아데노바이러스 면역 유전자치료제 개발		진메디신 (주)	2021.05.21	66,000,000
구조 모델링 기반으로 목표 단백질이 부착된 Heterodimeric Fc의 개발		(주)지뉴브	2020.11.30	33,000,000
아데노바이러스 기반 차세대 항암바이러스 개발		진메디신 (주)	2021.01.15	165,000,000
지방간염 치료목적 염증억제 펩티드 최적화 및 약물 후보물질 개발을 위한 효력시험		(주)시그넷바이오텍	2021.02.24	33,000,000
약물 효능 및 안전성 평가		(주)슈퍼노바바이오	2021.04.27	44,000,000
			총합	371,250,000

○ 산업체 자문 실적

- **(주) 미링커 산업체 필러 성분 평가 위탁 연구 수행:** 와 하이드로젤 형태를 가지는 필러의 성분 평가를 진행하고 있음. 필러의 안정화와 관련된 실험과 최적의 공정 조건을 확립을 위한 실험을 하고 있음. 필러에 대한 세포 독성 평가, 필러 합성 후 필러 내에 잔류하는 n-acetyl acrymide의 양을 HPLC로 측정하는 등의 실험을 진행하고 있음. 이러한 실험들을 통해 인체에 이식 시 부작용 발생이 덜한 필러를 제조하고자 함
- **일릭사파마텍(주) 창업을 통한 상용화 연구 수행:** 2021년 1월 11일 일릭사파마텍(주)를 실험실 창업 후 면역염증치료제 개발 등에 협력을 진행하고 있음. 특히 “염증성 장 질환 예방 또는 치료용 생체적합성 고분자-글리시리진 컨쥬게이트” (등록일:20201230)를 진행한 경험을 바탕으로 약물전달체 개발에서의 다년간의 노하우와 데이터 분석 능력을 통하여 자문을 진행 중임
- **아토플렉스(주) 기술 자문위원 수행:** 2021년부터 바이오분자의 신속진단 기술을 개발하는 회사에 대한 바이오마커들의 물성 및 특성에 대한 자문과, 개발 진단 시스템의 평가 결과에 대한 기술 검토 자문 수해를 하는 중임.
- **(주)테라베스트의 약물 효능 평가 위탁 연구 수행:** (주)테라베스트가 보유한 세포치료제 및 엑소좀의 효능을 폐섬유화 동물모델에서 평가하였음 (2020.1.1.-2020.12.31.). 이 경험을 바탕으로 테라베스트가 보유한 약물봉입전달체의 평가를 본 연구단이 보유한 폐섬유화 동물모델에서 실시할 예정
- **(주)슈퍼노바바이오의 미용성형 제품 자문 수행:** 슈퍼노바바이오는 국소적 피하지방 분해 기술로 미용성형 등을 위한 제품을 개발하고 있음. 회사의 비상임이사로서 비정기적으로 실험 결과 분석 및 제품화 관련한 자문을 하고 있음. 특히, 동물 실험 관련 데이터 분석과 이에 대한 평가 등에 대한 자문을 수행함.
- **비상장사의 상장실질심사 평가자문 (2021년 8월 - 9월):** 에이프릴바이오는 혈청알부민에 특

이적으로 결합하는 인간 Fab항체 간편을 이용한 지속형 단백질 의약품 기반기술과 항체 라이브러리 기술을 통하여 지속형 바이오베터 항체신약을 개발하는 회사로, 하반기 상장을 준비 중. 이 회사에 대한 동사의 기술(제품)이 기존 기술 및 제품 대비 차별성, 경쟁력 분석 및 데이터들에 대한 과학적 분석 등을 평가 자문함.

○ 산학협력 영역 자체평가

- 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액이 371,250,000원으로 참여교수 1인당 41,250,000원 연구비를 수주 실적으로, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000,000원 연구비 (연평균 33,000,000원/1인) 대비 초과 수주 실적을 확보하였음
- 또한 1건의 교원창업 (일릭사과마텍(주))과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링크, 아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행으로, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음
- 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결을 진행을 예정이며, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 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 추진할 수 있는 기회를 마련토록 할 예정임

## IV

## 산학협력 영역평가 -000 대표 ((주)00000000

등급	A	o	B		C		D		E	
의견	<p>연구비의 평균 인당 수주액이 약 4억1천만원으로 기 연평균 수주액을 상회하였고 각 교수님들의 산업계와의 긴밀한 연계로 대학원생들의 현장실습 나아가서는 취업기회 부여와 공동연구의 성과를 달성함.</p>									

## IV

## 산학협력 영역평가 - 000 교수 (경희대학교)

등급	A	✓	B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사업 초기단계인 현 시점에서 판단할 때, 본 사업단의 산학협력 실적은 연구비 수주 및 지적재산권 확보 측면에서 계획 대비 매우 우수하다고 판단됨.</li> <li>· 산학협력 실적 우수성 향상을 위한 구체적인 계획도 실현 가능할 것으로 판단되며, 합리적으로 제시되었음.</li> <li>· 향후 계획에 있어서, 산업체-대학 공동연구 수주를 위한 준비 단계에서부터 산학간의 밀접한 교류를 기대할 수 있으므로, 공동연구 기획 단계부터 본 연구단이 목표로 하고 있는 산학협력의 구체적인 세부협력 내용을 중심으로 계획을 세워나갈 필요성이 있음.</li> <li>· 본 사업단 참여교수들은 우수한 특허 실적을 보유하고 있으며, 향후 상용화를 목적으로 다양한 기술 기반 국내외 지적재산권 확보가 가능할 것으로 기대됨.</li> <li>· 향후 높은 상용화 가능성을 갖는 특허를 기반으로 하여, 관련 기업으로의 기술이전도 활발히 이루어질 것으로 기대됨.</li> </ul>									

## IV

## 산학협력 영역평가 - 000 교수 [한양대학교생명공학과]

등급	A		B		C		D		E	
의견	<p>○ 연구단의 산학협력 실적 우수성</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액은 371,250,000원으로서 참여교수 1인당 41,250,000원을 수주하는 등 당초 계획 대비 초과 달성하였음(연평균 33,000,000원/인).</li> <li>교원창업 1건(일릭사파마텍(주), 이동운 교수)과 산업체 관련 기술자문 4건((주)미링커, (주)아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행하여 당초 계획대비 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음</li> </ul> <p>○ 산학협력 실적 우수성 향상 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결, 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 진행할 계획임.</li> <li>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 계획임</li> </ul>									

## IV

## 산학협력 영역평가 - 000 교수 [한양대학교생명공학과]

등급	A		B		C		D		E	
의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>산학영역의 경우, 23건의 특허 등록 및 산학과제비 41,250천원/명으로 역시 평균 목표치 이상을 달성하였음.</li> <li>최종적으로, 코로나-19 상황에서도 대학원생의 연구활동 지원, 참여교수의 대내외 활동도 상당히 우수하며, 국제공동연구 활동도 꾸준히 수행한 결과 등을 검토한 결과, 본 교육 연구단의 성과 및 계획에 대한 실적을 최우수로 평가함</li> </ul>									