

# 『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(신산업 분야)

## 교육연구단 자체평가보고서

|  |   |                            |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
|--|---|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|----|------|-----|--|
| 접수번호   | 5199990514440   |                            |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
| 신청분야   | 바이오헬스/혁신신약  |                            |                   |                   |                   |      | 단위 | 전국   |     |  |
| 학술연구분야<br>분류코드   | 구분  | 관련분야                       |                   |                   | 관련분야              |      |    | 관련분야 |     |  |
|  |   | 중분류                        | 소분류               |                   | 중분류               | 소분류  |    | 중분류  | 소분류 |  |
|  | 분류명   | 생물공학                       | 생물고분자공학           |                   | 약학                | 약품제제 |    | 화학   | 생화학 |  |
|  | 비중(%)   | 40                         |                   |                   | 30                |      |    | 30   |     |  |
| 교육연구<br>단명   | 국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단<br>영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader |                            |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
| 교육연구<br>단장   | 소 속   | 한양대학교 공과대학(원) 생명공학과        |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
|  | 직 위   |                            |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
|  | 성명  | 국문                         | 이근용               |                   | 전화                |      |    |      |     |  |
|  |   |                            |                   |                   | 팩스                |      |    |      |     |  |
|  |   | 영문                         | Lee, Kuen Yong    |                   | 이동전화              |      |    |      |     |  |
|  |   |                            |                   | E-mail            |                   |      |    |      |     |  |
| 연차별<br>총 사업비<br>(백만원)  | 구분  | 1차년도<br>(2019~212)         | 2차년도<br>(213~222) | 3차년도<br>(223~232) | 4차년도<br>(233~242) |      |    |      |     |  |
|  | 국고지원금   | 312,900                    | 697,320           | 625,194           | 771,503           |      |    |      |     |  |
| 총 사업기간   |   | 2020.9.1.-2027.8.31.(84개월) |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
| 자체평가 대상기간  |   | 2022.9.1.-2023.8.31.(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;">2023년 12 월 26 일</p> |   |                            |                   |                   |                   |      |    |      |     |  |
| 작성자  | 교육연구단장  |                            |                   |                   | 이 근 용 (인)         |      |    |      |     |  |
| 확인자  | 한양대학교 산학협력단장  |                            |                   |                   | 변 중 무 (인)         |      |    |      |     |  |

## 〈자체평가 보고서 요약문〉

| 중심어                      | 바이오의약  | 문제해결형 인재 | 글로벌 융합인재 |
|--------------------------|--|----------|----------|
|                          | 사회기여형 인재   | 초연결 교육   | 초융합 연구   |
|                          | 가치 창출  |          |          |
| 교육연구단의<br>비전과 목표<br>달성정도 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성을 위한 교육사업 수행</li> <li>○ 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성을 위한 교육사업 수행</li> <li>○ 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결 실시(연구-교육 연결)</li> <li>• 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)</li> <li>• 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축 진행(세계-교육 연결)</li> </ul> </li> <li>○ 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도</li> <li>• 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화</li> <li>• 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축 진행</li> </ul> </li> <li>○ 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 혁신인재 양성을 통한 가치 창출 구현</li> <li>• 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화</li> <li>• 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치</li> <li>• 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성 실행(바이오창업 교육의 강화)</li> </ul> </li> </ul>                                     |          |          |
| 교육역량 영역<br>성과            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육과정의 개선               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오헬스/혁신신약분야의 신규과목 개설</li> <li>• 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선: IC-PBL+ 4개 과목 신규 개설 및 기존 2개 과목 개편. 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 50%로 확대, 외국인 대학원생 유치, 17건의 국제학술대회 발표 및 국제심포지엄 개최</li> <li>• 11편의 신진연구인력 논문 발표</li> </ul> </li> <li>○ 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 특화된 교육 트랙 정립 및 교과목 신설로 교육 트랙 개선</li> <li>• 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시</li> <li>• 산업계 연계 교육 강화: 신규 IC-PBL+ 4과목 개설 및 기존 2과목 개편, 신규 IAB 위원 위촉</li> </ul> </li> <li>○ 우수 대학원생 확보               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학부학생들의 실험실 인턴 실시(실용공학연구 활동으로 2022년 2학기 4명, 2023년 1학기 12명 참여)</li> <li>• 2022년 2학기, 2023년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시</li> <li>• BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 사업 관련 정보 제공</li> </ul> </li> </ul> |          |          |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학술논문 발표 23건(평균 impact factor: 9.93), 11건의 국제학술대회 발표, 취업률 86% 달성</li> <li>• IC-PBL+ 과목을 통하여 산업체 현장문제 해결 동기 부여</li> <li>• 6명의 연구 우수 대학원생들에게 인센티브 장학금 지급</li> </ul> </li> <li>○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박사후연구원 2명 지원, 논문 11편 발표</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>• 국제심포지엄 개최 및 정례 생명공학세미나에 의한 해외학자 강연</li> <li>• 국제학술대회 발표지원, 외국학생 유치, 모든 학위 논문 영어작성</li> </ul> </li> </ul>                   |
| 연구역량 영역<br>성과      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ IF 20 이상의 상위 논문(Advanced Materials) 및 IF 10 이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering &amp; Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence 등) 다수 발표. 총 IF 에 대한 편수 환산은 11.5438로 연구의 질적 향상 도모</li> <li>○ 지난 1년 동안 특허 등록 14건 및 특허 출원 10건(국내특허 8건, 국제특허 16건)</li> <li>○ 지난 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년) 에서 642,298 천원(년)으로 증가</li> <li>○ 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학, 기업 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축 활성화 기대</li> </ul> |
| 산학협력 영역<br>결과      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 산학협력 영역 실적 우수성 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지난 1년 동안 참여교수 1인당 76,900 천원의 산학연구비를 수주하여, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000 천원 연구비(33,000 천원/인/년) 대비 초과 수주 실적을 확보</li> <li>• 7건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 꾸준히 산학협력 수행</li> </ul> </li> </ul>  |
| 미흡한 부분 /<br>문제점 제시 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 학제 간 융합교육 강화 및 융합과정 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 학부 중심의 융복합교육을 대학원 과정으로 확대 운영 필요</li> <li>• 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영 계획</li> </ul> </li> <li>○ COVID-19 상황으로 인하여 대학원생 장단기 연수, 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진, 국제학술대회 개최, 산학 간 인적/물적 교류 등이 매우 제한적이었음. 차년도 상황 변화에 따라 우수한 연구성과와 기술력을 기반으로 차세대 혁신신약 개발 적극 추진</li> </ul>   |
| 차년도<br>추진계획        | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교육영역에서의 추진계획 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과과정의 지속적 개편 추진 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오헬스/혁신신약 관련 신규 교과목 추가 개설</li> <li>- 산업계 연계 교과과정 개선: IC-PBL+ 교과목 추가 개설</li> <li>- 융합교육과정 개선: 타전공 융합 교과목 개설</li> <li>- 바이오창업 교육 지속: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영</li> <li>- 학생연구주제 선택권 보장: Lab rotation 제도 계속 실시</li> <li>- 박사과정학생 Teaching assistant 지원 지속</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>   |

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

## 1. 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

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

- 생체고분자 기반의 바이오의약 및 재생의료기기 관련 연구개발을 지속적으로 수행하여 왔음. 주요 연구분야로는 유전자/단백질 전달용 표적지향 나노입자, 암 진단/치료용 기능성 나노입자, 조직재생용 지지체, 성형용 필러, 3-D 프린터용 자가치유 하이드로젤 개발 등이 있음.
- 현재까지 122편의 SCI(E) 연구논문과 7편의 book chapter를 발표하였고, 총 인용횟수가 26,659회(H-index: 59, 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(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(Carbohydrate Polymers, 2020): 자가치유형 소재를 이용한 3차원 바이오프린팅
  - 논문(ACS Nano, 2023): 기체발생형 나노입자를 이용한 지방조직 제거
  - 논문(Advanced Materials, 2023): 포도당 감응형 나노입자를 이용한 암 진단 및 치료
  - 특허(US 9,557,332, 2017): 포도당 대사 제어형 암 진단 및 치료 기술
  - 특허(US 10,869,941, 2020): 기체발생형 마이셀을 이용한 암 진단 및 치료 기술
- 다수의 국내외 특허를 등록(국제 4건, 국내 16건)하였고, (주)휴메딕스에 기술이전을 실시하였음(전용실시권, 50,000천원, 2015년).
- 교육부/과학기술정보통신부/한국연구재단 합동의 실험실 특화형 창업선도대학 프로그램에 선정되어 (주)슈퍼노바바이오를 창업하였고(특허양도 2건, 2018년), 기술실용화 및 일자리 창출에 기여하고 있음(추가 특허양도 및 기술이전 2건, 2020년 & 2021년).
- 2005년 신설된 한양대학교 생명공학과 창립 교원으로서 학부 및 대학원 교과과정의 기초 및 융복합 교과목을 개설하고 운영하는 데 핵심적인 역할을 수행하였음. 특히, 바이오의약 분야와 관련하여 공학/의약학 융복합 교과목(생체융합재료특론, 의료용고분자설계 등)을 강의하였고, 강의우수교수로 4회 선정되어 수상하였음(2007년, 2009년, 2014년, 2016년).
- WCU 및 BK21 Plus 사업에 참여하여 한양대학교 생명공학과 대학원 교육의 특성화 및 국제화에 기여하였음.
- 2008년-2010년 생명공학과 학부 및 대학원 학과장 업무를 수행하였고, 다양한 교내 위원회 활동을 수행하였음(교육과정 개편위원회, 신입학 교원인재선발관, 업적평가개선위원회 등).

## 2. 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구단 대학원 학과(부) 전임 교수 현황

(단위: 명, %)

| 신청학과(부) | 기준 학기     | 전체교수 수 |    |    | 참여교수 수 |    |    |
|---------|-----------|--------|----|----|--------|----|----|
|         |           | 전임     | 겸임 | 계  | 전임     | 겸임 | 계  |
| 생명공학과   | 2022년 2학기 | 10     |    | 10 | 10     |    | 10 |
|         | 2023년 1학기 | 10     |    | 10 | 10     |    | 10 |

<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 |
| 생명공학과          | 2022년 2학기 | 52     | 52 | 100       | 2  | 2  | 100       | 24      | 24 | 100       | 78 | 78 |
|                | 2023년 1학기 | 47     | 47 | 100       | 3  | 3  | 100       | 24      | 24 | 100       | 72 | 72 |
| 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 8명은 바이오의약 스타트업 기업을 창업한 경험이 있고, 융합연구 산업화의 첨병 역할을 충실히 해내고 있음.
- 기초과학, 의약학, 공학분야 연구의 융합을 통하여 바이오의약 분야의 혁신인재를 양성할 수 있는 능력과 기반을 가지고 있음.

## 2. 교육연구단의 비전 및 목표 달성정도

### ○ 교육연구단 비전

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

### ○ 교육 방향 및 목표

- 4차 산업혁명 시대의 주요 핵심어인 연결(connectivity), 융합(convergence), 창출(creation)을 기반으로 교육연구단의 방향 설정
- 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성
  - 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결)
  - 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결)
  - 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(세계-교육 연결)
- 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성
  - 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도
  - 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화
  - 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축
- 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출
  - 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출

- 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화
- 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치
- 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성(바이오창업 교육의 강화)
- 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업 분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재를 양성하는 것을 교육연구단의 최종 목표로 함.

#### ○ 대학원생 지원

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

#### ○ 본부 대학원 혁신방향과의 정합성 기술

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

생·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: 3차년도까지 신규개설된 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 생명과학기술, 세포이미징기술, 면역세포치료제특론, 분석생화학에 추가하여, 4차년도에는 단백질설계, 생체모사공학설계, 응용생화학설계를 추가로 개설하였음.

## ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 3차년도까지 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학이 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음. 4차년도에는 단백질설계가 IC-PBL+ 교과목으로 추가로 개설되었으며, 생체재료특론이 일반과목에서 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음.

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

- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영

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

## ○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목 운영: 생명공학연구에 필요한 실험기술을 제공하는 생명공학실험학을 IC-PBL+ 과목으로 운영하여 학생들의 주도적 참여로 진행되는 과목으로 개편하였음. 필수교과목으로 지정하여

운영함.

- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

○ 융합 교육과정 개선

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

○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3), 2022년 2학기 66% (2/3), 2023년 1학기 66% (2/3)을 차지하여, 전체 약 50%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 2023년 1학기 프리실라 리아 박사과정 신입생
- 국제학술대회 발표: 18건의 대학원생 국제학술대회 발표

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

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

|                          | 현행   | 개선 계획                                       | 개선 진행 결과                     |
|--------------------------|--|---|------------------------------|
| 이수학점                     | 석사: 26학점 이상<br>박사: 37학점 이상<br>석박사통합: 58학점 이상 | 현행유지  | 현행유지                         |
| 이수필수과목                   | 석사논문연구, 박사논문연구<br>1, 2, 생명공학실험학              | 현행유지  | 현행유지                         |
| 선택과목                     | 제공된 교과목 중<br>연구그룹별 특성화                       | 특화된 교육 트랙 제공<br>(난양공대의 장점 반영)               | 트랙 구성을 위한<br>9과목 신규 개설       |
| 실험 및 기타교육                | 세미나 1/2, 생명공학 실험학                            | 현행유지  | 현행유지                         |
| 산업계 연계<br>교과과목           | 바이오창업의 이해,<br>생화학특론2 등 2과목<br>IC-PBL+ 운영     | IC-PBL+ 운영 확대<br>(6과목 신설)<br>(한양대학교의 장점 확대) | IC-PBL+ 6과목 추가<br>(총 8과목 개설) |
| Lab rotation             | 시행하지 않음                                      | 박사과정학생 신청자 위주<br>운영<br>(유타대학교의 장점 반영)       | 박사과정 신청자<br>12명 실시           |
| Teaching<br>Assistant 제도 | 의무사항 아님                                      | 박사과정생 1회 이상 시행<br>(난양공대와 유타대학교의<br>장점 반영)   | 박사과정생 1회 이상<br>시행            |
| 세미나 발표의무                 | 세미나 1회 이상 의무                                 | 현행유지  | 현행유지                         |
| 타 전공 과목<br>수강            | 타 전공과목 인정                                    | 전공 간 연계강좌 개설 및 타<br>전공과목 수강 권장              | 타 전공과목 수강<br>권장              |

○ 특화된 교육 트랙 정립

- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비. 9 과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습, 세포이미징기술, 면역세포 치료제특론, 분석생화학, 단백질설계, 생체모사공학설계, 응용생화학설계)

- 산업계와의 연계 교육 강화: 6과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 및 개편
- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장
- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 신입학생 중, 12명의 학생 lab rotation 실시 (2022년 1학기 2명, 2022년 2학기 2명, 2023년 1학기 8명, 평균 2개월에 걸쳐 2개의 연구실에서 연구활동 실시)
- 특허교육 및 기술사업화 교육: ‘바이오 창업의 이해’ 교과목에서 특허교육 및 기술사업화 교육 실시

### 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성

| 전공심화교육      | 전공융합교육        | 산업계연계 교육 (IC-PBL+) | 학생주도 창의연구     |
|-------------|---------------|--------------------|---------------|
| 세포치료제       | 생체융합재료특론      | 생화학특론 2            | 생체모사공학설계      |
| 면역학적분석학     | 나노바이오공학융합특론   | 바이오창업의 이해          | 시스템생물학설계      |
| 면역학 특론      | 당뇨학특론         | 생명공학실험학            | 응용생화학설계       |
| 석사논문연구      | 바이오의약전달학      | 응용핵산생화학            | 의약전달설계        |
| 박사논문연구 1,2  | 세포생물공학        | 항암바이러스 개발연구실습      | 신규개설완료 교과목 :  |
| 생명공학세미나 1,2 | 면역세포치료제특론     | 분석생화학              | 타 기관 연계 교과목 : |
| 약물전달학특론     | 세포이미징기술       | 단백질설계              | 개설예정교과목       |
| 생화학특론 1     | 생명과학기술        | 생체재료특론             |               |
| 의료용 고분자     | 구조단백체 이용기술    | 인간유전체학             |               |
| 종양생물학       | 생명정보데이터베이스 활용 |                    |               |
| 조직공학특론      | 생물정보학         |                    |               |

[바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성(신규개설 및 개설예정 교과목 포함)]

#### (3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

○ **실험실 인턴 실시:** ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함. ‘실용공학연구’에서는 각 연구실별로 주어진 연구주제를 제시하고, 학부학생이 참여할 연구실을 선정한 후, 실습활동을 통하여 연구를 수행하는 과목임. 2022년 2학기에 규모가 임시 축소되었으나, 2023년 1학기에 다시 활성화됨.

- 2020년 2학기: 참여학생 12명, 참여교수 7명
- 2021년 1학기: 참여학생 5명, 참여교수 3명
- 2021년 2학기: 참여학생 16명, 참여교수 5명
- 2022년 1학기: 참여학생 18명, 참여교수 5명
- 2022년 2학기: 참여학생 4명, 참여교수 1명
- 2023년 1학기: 참여학생 12명, 참여교수 4명

○ 대학원 입시전형 설명회 실시

- 2021년 1학기, 2021년 2학기, 2022년 1학기, 2022년 2학기, 2023년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여

○ 학과 및 관련 홈페이지 강화

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

(4) 대학원생 학술활동 지원

- 인센티브 제도 도입: 2022년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금을 6명에게 차등 지급(2023년도 인센티브도 지급 예정)
- 국제학술활동 지원: 11건의 국제학술대회 발표
- 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화
- 생명공학세미나를 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의

- 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  | 23편                        | ADVANCED MATERIALS (IF: 30.84)등 SCI 논문 |
| 학술대회 발표  | 11편                        | ESB 2022 외                             |
| 졸업자 취업현황 | 취업 12명, 진학 2명<br>(졸업생 16명) | 86% 취업률                                |

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 23편을 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 impact factor가 9.93로서 연구의 우수성을 입증

| 논문제목  | 발표일      | 학술지명                             | index | if    | 성명  | 참여대학원생명            |
|---|----------|----------------------------------|-------|-------|-----|--------------------|
| Fatty Liver/Adipose Tissue Dual-Targeting Nanoparticles with Heme Oxygenase-1 Inducer for Amelioration of Obesity, Obesity-Induced Type 2 Diabetes, and Steatohepatitis | 20221003 | ADVANCED SCIENCE                 | SCI-E | 15.1  | 김용희 | 홍주형                |
| Dissolvable Self-locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy  | 20221217 | ADVANCED MATERIALS               | SCI-E | 29.4  | 김용희 | 주승환, 김재현, 홍주형      |
| A photodynamic color sensor using diacetylene vesicles for the rapid visualization of singlet oxygen  | 20230401 | SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL | SCI-E | 8.4   | 김용희 | 이지은                |
| Assembly and functional role of mitochondrial respiratory supercomplex  | 20230330 | BIODESIGN                        | 등재학술지 |       | 류성언 | 유석현                |
| Overexpression, crystallization, and preliminary X-ray diffraction studies of NDUF A2   | 20230630 | BIODESIGN                        | 등재학술지 |       | 류성언 | 유석현                |
| Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation   | 20220901 | ACTA BIOMATERIALIA               | SCI-E | 9.7   | 신홍수 | 김세정, 김은형, 이상민, 이은진 |
| Composite multi-cellular spheroids containing fibers  | 20220919 | MACROMOL                         | SCI-E | 5.859 | 신홍수 | 이상민,               |

|   |          |   |       |       |     |                    |
|---|----------|---|-------|-------|-----|--------------------|
| with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells  |          | ECULAR BIOSCIENCE                       |       |       |     | 최수미, 변하연, 이진규, 권현석 |
| Three-dimensional printing of hyaluronate-based self-healing ferrogel with enhanced stretchability  | 20230101 | COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES   | SCI-E | 5.999 | 이근용 | 문창욱, 김현승, 공민형      |
| Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction  | 20230101 | ACS NANO                                | SCI-E | 17.1  | 이근용 | 이인영, 최수임, 이혜원, 김충구 |
| Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring   | 20220907 | THERANOSTICS                            | SCI-E | 12.4  | 이동윤 | 김형식                |
| Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma   | 20221025 | BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT      | 등재학술지 |       | 이동윤 | 김형식                |
| Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor  | 20230301 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE           | SCI-E | 10.8  | 이동윤 | 황혜현, 김형식           |
| A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma  | 20230513 | NATURE COMMUNICATIONS                   | SCI-E | 16.6  | 이동윤 | 김형식                |
| Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy  | 20230520 | BIOMATERIALS RESEARCH                   | SCI-E | 11.3  | 이동윤 | 김형식, 박석찬, 김혜진      |
| Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity  | 20230528 | SMALL                                   | SCI-E | 13.3  | 이동윤 | 김형식, 이시은           |
| Photosensitizing deep-seated cancer cells with photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles   | 20230730 | ADVANCED SCIENCE                        | SCI-E | 15.1  | 이동윤 | 김형식                |
| Nanoarchitected Conjugates Targeting Angiogenesis: Investigating Heparin-Taurocholate Acid Conjugates (LHT7) as an Advanced Anti-Angiogenic Therapy for Brain Tumor Treatment | 20230918 | BIOMATERIALS RESEARCH                   | SCI-E | 11.3  | 이동윤 | 김형식                |
| Delivery of self-replicating messenger RNA into the brain for the treatment of ischemic stroke  | 20221030 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE           | SCI-E | 10.8  | 이민형 | 김민경, 이영기           |
| Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy   | 20221115 | BIOMATERIALS SCIENCE                    | SCI-E | 6.6   | 이민형 | 박춘선, 장전옥           |
| Brain-targeted exosome-mimetic cell membrane nanovesicles with therapeutic oligonucleotides elicit anti-tumor effects in glioblastoma animal models                           | 20221118 | BIOENGINEERING & TRANSLATIONAL MEDICINE | SCI-E | 7.4   | 이민형 | 이영기, 김민경, 하준규      |
| Primary astrocytic mitochondrial transplantation ameliorates ischemic stroke  | 20230228 | BMB REPORTS                             | SCI-E | 3.8   | 이민형 | 김민경                |
| Delivery systems of therapeutic nucleic acids for the treatment of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome  | 20230801 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE           | SCI-E | 10.8  | 이민형 | 장전옥, 강민지           |
| Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury                                | 20230502 | BIOMATERIALS SCIENCE                    | SCI-E | 6.6   | 이민형 | 장전옥, 박춘선, 강민지, 오지훈 |

- 학생 학술대회 발표

| 참여학생                | 학술대회명  | 발표제목  |
|---------------------|--|---|
| 김민주                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)  | Carbon dioxide gas-generating PEG-based micelles for adipocytolysis   |
| 배유림                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)  | Cell-penetrating peptide-modified nanoparticles for enhanced adipocyte uptake   |
| 한유림                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)   | Fine-tuning of the pH-responsiveness of cationic copolymer via amino acid and piperazine substitutions for adenovirus delivery                                  |
| 김영범                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)   | Investigation of mortalin's role in aberrant scar formation using human dermal fibroblasts and rat incisional scar model  |
| 김주희                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)   | Oncolytic Adenovirus in Combination with PD-L1-targeted Radiotherapy Exert Synergistic Antitumor Effect Against Pancreatic Cancer                               |
| 이인영                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)  | Surface-functionalized polymer nanoparticles for localized fat reduction  |
| 이정복,<br>최수미,<br>이상민 | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료<br>및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                       | Fabrication of 3D adipose tissue using engineered composite spheroids   |
| 황태연,<br>변하연         | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료<br>및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                       | Multi-functional hydrogels incorporating mineral-coated composite nano-fibers with magnetic nanoparticles for photothermal therapy and bone tissue regeneration |
| 한유진,<br>변하연,<br>김은형 | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료<br>및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                       | Nanocomposite hydrogels containing immunomodulatory strontium-tannic acid nanoparticles for vascularized skin tissue regeneration                               |
| 이은진,<br>이진규         | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료<br>및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                       | Spheroids-laden hydrogel with spatially confined delivery of signaling molecules for engineering 3D complex tissue  |
| 김민정,<br>김지수,<br>서유하 | 2023 Controlled Release Society Annual Meeting & Exposition 학회 포스터 발표<br>(2023.07.24. ~ 2023.07.28.) | Prohibitin-targeting nanomedicine for obesity-induced metabolic syndromes via hemeoxygenase-1 overexpression in liver and adipose tissue simultaneously         |

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원: 박춘선 박사

- 논문 실적: (2022년 11월 15일) Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy, BIOMATERIALS SCIENCE
- 논문 실적 : (2023년 5월 2일) Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury, BIOMATERIALS SCIENCE

○ 박사후연구원: 김충구 박사

- 논문 실적: (2023년 1월 1일) Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction, ACS NANO

○ 박사후연구원: 김형식 박사

- 논문 실적: (2022년 9월 7일) Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring, THERANOSTICS
- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma, BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT
- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor, JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE
- 논문 실적: (2023년 5월 13일) A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma, NATURE COMMUNICATIONS
- 논문 실적: (2023년 5월 20일) Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy, BIOMATERIALS RESEARCH
- 논문 실적: (2023년 5월 28일) Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity, SMALL
- 논문 실적: (2023년 8월 19일) Photosensitizing deep-seated cancer cells with photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles, ADVANCED SCIENCE

○ 박사후연구원: 이진규 박사

- 논문 실적 : (2022년 9월 16일) Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells, MACROMOLECULAR BIOSCIENCE

## 1. 교육과정 구성 및 운영

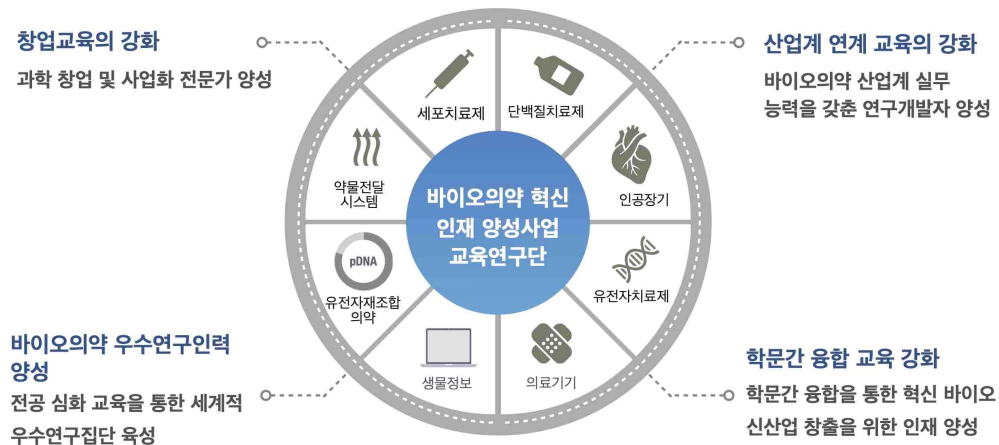
### 1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

#### 가. 교육 비전

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

#### 나. 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]

#### 다. 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정

##### (1) 교과과정 현황

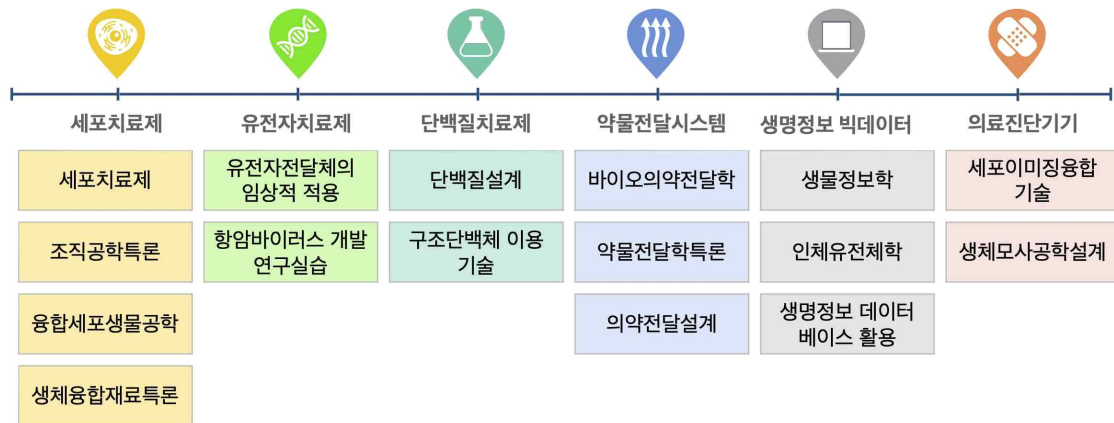
|              | 석사   | 박사   |
|--------------|--|--|
| 이수학점         | 26학점 이상 이수(전공학점 1/2 이상)                            | 37학점 이상 이수(전공학점 1/2이상)<br>석 · 박사학위 통합과정 : 58학점 이상 이수(전공학점 1/2이상) |
| 교과과정         | 생명공학 산업계에서 필요로 하는 인재양성을 위한 교과목 포함 (IC-PBL+ 및 창업교과) | 산업계 인재 및 생명공학관련 연구기관 필요 인재 교육을 위한 교과과정 운영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



## (2) 교육과정의 구성

### ○ 바이오의약 분야의 폭넓은 교과과정 확보

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



[바이오의약 신산업 대응 교과목 구성]

### ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 포함

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학, 단백질설계가 개설되었으며, 기존의 일반과목이었던 생명공학실험학, 생체재료특론도 신규 IC-PBL+ 과목으로 개편되었음. 8과목의 IC-PBL+과목이 운영되고 있음.
- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영
- 산업연계교육자문위원회를 운영: 산업계 다양한 전문가 8명을 교육자문위원회 위원으로 위촉하여, 정기적으로 회의와 자문을 수행함. 산업계의 요구사항 파악 및 학생진로역량 강화를 위해 노력함.
- 기업체 인턴 교육을 통한 취업지원 강화: 4차년도에 14명의 대학원생이 기업체 현장인턴 교육에 참여하여, 취업 지원을 강화함.

### ○ 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
- 학생주도 창의연구 과목운영: 학생 주도의 연구주제 설정 및 연구계획 수립, 수행 등, 학생 주도적 연구 능력 배양. 4차년도에는 생체모사공학설계, 응용생화학설계를 개설하여 운영하였음.)
- Lab rotation 제도 활성화: 박사신입생 들이 다양한 연구주제에 접할 수 있는 기회를 제공. 12명의 박사과정 학생이 lab rotation에 참여하여, 평균 2개월, 2개 연구실에서 연구를 수행함.

### ○ 국제화를 위한 교육과정 강화

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3), 2021년 2학기 66% (2/3), 2022년 1학기 33% (1/3), 2022년 2학기 66% (2/3), 2023년 1학기 66% (2/3)을 차지하여, 전체 약 50%의 비율을 차지함. 사업 시행 전 35%에서 지속적으로 확대되고 있음.

- 외국인 대학원생 유치: 4차년도에 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’을 지급 (프리실라 리아 (인도네시아) 박사과정 2023년 3월 입학)
- 국제학술대회 발표: 18건의 대학원생 국제학술대회 발표
- 국제심포지엄 개최 (Purdue-Hanyang Joint Symposium on Innovative Research for Future Biotechnology and Biopharmaceutics/2022년 7월, 한양대학교 ITBT관)



[현 한양대학교 생명공학과 교육과정의 내용]

## 라. 교육과정의 개선 현황

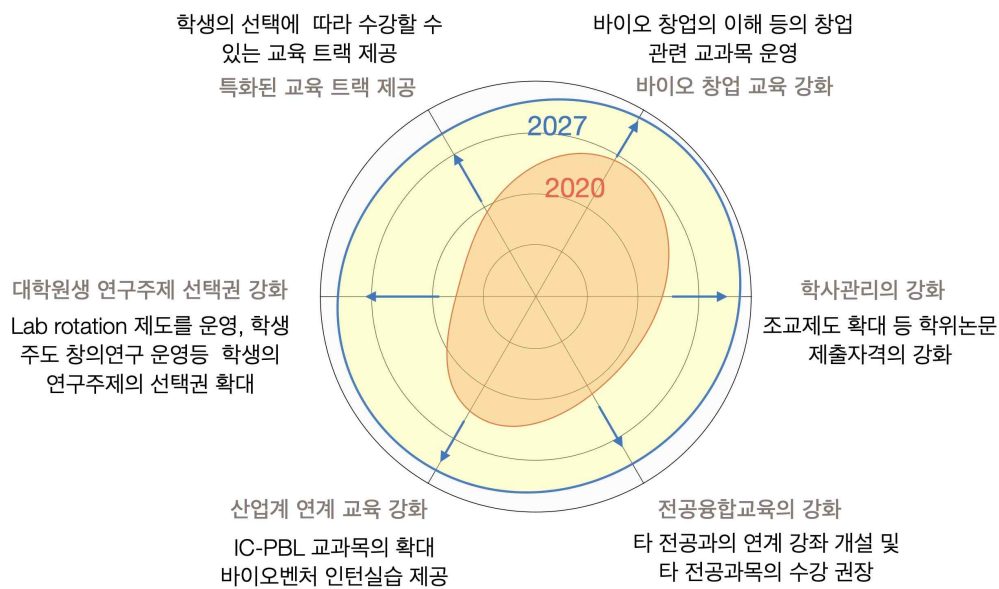
### (1) 세계 우수대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 방향 설정

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

|                          | 현행   | 개선 계획                                       | 개선 진행 결과                     |
|--------------------------|--|---|------------------------------|
| 이수학점                     | 석사: 26학점 이상<br>박사: 37학점 이상<br>석박사통합: 58학점 이상 | 현행유지  | 현행유지                         |
| 이수필수과목                   | 석사논문연구, 박사논문연구<br>1, 2, 생명공학실험학              | 현행유지  | 현행유지                         |
| 선택과목                     | 제공된 교과목 중<br>연구그룹별 특성화                       | 특화된 교육 트랙 제공<br>(난양공대의 장점 반영)               | 트랙 구성을 위한<br>9과목 신규 개설       |
| 실험 및 기타교육                | 세미나 1/2, 생명공학 실험학                            | 현행유지  | 현행유지                         |
| 산업체 연계<br>교과과목           | 바이오창업의 이해,<br>생화학특론2 등 2과목<br>IC-PBL+ 운영     | IC-PBL+ 운영 확대<br>(6과목 신설)<br>(한양대학교의 장점 확대) | IC-PBL+ 6과목 추가<br>(총 8과목 개설) |
| Lab rotation             | 시행하지 않음                                      | 박사과정학생 신청자 위주<br>운영<br>(유타대학교의 장점 반영)       | 박사과정 신청자<br>12명 실시           |
| Teaching<br>Assistant 제도 | 의무사항 아님                                      | 박사과정생 1회 이상 시행<br>(난양공대와 유타대학교의<br>장점 반영)   | 박사과정생 1회 이상<br>시행            |
| 세미나 발표의무                 | 세미나 1회 이상 의무                                 | 현행유지  | 현행유지                         |
| 타 전공 과목<br>수강            | 타 전공과목 인정                                    | 전공 간 연계강좌 개설 및 타<br>전공과목 수강 권장              | 타 전공과목 수강<br>권장              |

○ 벤치마킹을 통하여 설정된 교육과정 개선 방향

- **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]

(2) 교육과정 개선 현황 및 성과

○ 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
- IC-PBL+ 교과목: 생명공학실험학, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발연구실습, 분석생화학, 단백질 설계, 생체재료특론 등의 과목이 신규로 IC-PBL+과목으로 개설되었으며, 신약개발을 위한 R&D에 대한 산업계 연계교육이 이루어지고 있음.
- 학생주도 창의연구 교과목: 생체모사공학설계, 응용생화학설계가 개설되어 학생들의 주도적 연구지원이 이루어짐.
- 전공융합교육 교과목: 면역세포치료제특론, 세포이미징기술, 생명과학기술이 전공융합교육트랙으로 개설되어 특화된 교육트랙을 확립하였음.
- 향후 지속적으로 IC-PBL+ 교과목의 확대 및 산업연계교육자문위원회의 운영을 통한 교과목의 지속적 확대개선이 필요함.

## 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성

| 전공심화교육      | 전공융합교육        | 산업계연계 교육 (IC-PBL+) | 학생주도 창의연구                          |
|-------------|---------------|--------------------|------------------------------------|
| 세포치료제       | 생체융합재료특론      | 생화학특론 2            | 생체모사공학설계                           |
| 면역학적분석학     | 나노바이오공학융합특론   | 바이오창업의 이해          | 시스템생물학설계                           |
| 면역학 특론      | 당뇨학특론         | 생명공학실험학            | 응용생화학설계                            |
| 석사논문연구      | 바이오의약전달학      | 응용핵산생화학            | 의약전달설계                             |
| 박사논문연구 1,2  | 세포생물공학        | 항암바이러스 개발연구실습      | 신규개설완료 교과목 : <input type="text"/>  |
| 생명공학세미나 1,2 | 면역세포치료제특론     | 분석생화학              | 타 기관 연계 교과목 : <input type="text"/> |
| 약물전달학특론     | 세포이미징기술       | 단백질설계              | 개설예정교과목 <input type="text"/>       |
| 생화학특론 1     | 생명과학기술        | 생체재료특론             |                                    |
| 의료용 고분자     | 구조단백체 이용기술    | 인간유전체학             |                                    |
| 종양생물학       | 생명정보데이터베이스 활용 |                    |                                    |
| 조직공학특론      | 생물정보학         |                    |                                    |

### [한양대학교 생명공학과 교과목 구성]

#### ○ 산업계와의 연계 교육 강화

##### □ 산업계 연계교육(IC-PBL+) 교과목 확대

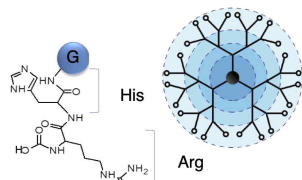
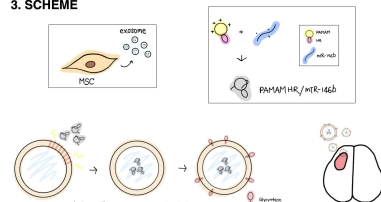
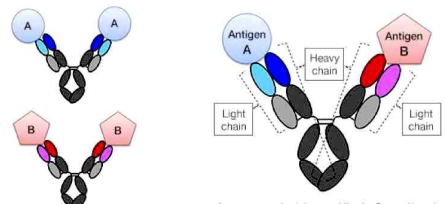
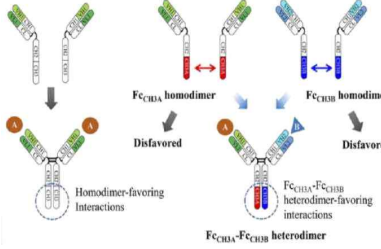
- 신산업에 필요한 인재들을 양성하기 위하여 관련 수요기업들로부터 실제 현장의 문제를 받아 이를 해결하는 수업을 진행하고 이에 대한 피드백을 받을 수 있는 IC-PBL+의 강의 플랫폼에 기반한 교육 과정 개편 수행
- 산업체, 지역사회, 학교의 상호연계를 통하여 학습자가 현장에서 발생하는 실제적인 문제를 해결하는 창의융합형 인재교육 실시
- 연계산업체의 현장에서의 문제를 해결하는 연구를 수행함.
- 한양대학교는 학부과정의 IC-PBL과 대학원과정의 IC-PBL+를 운영하고 있음. IC-PBL+의 세부 수업 유형은 현장통합형, 현장평가형, 문제해결형, 현장문제형으로 세분화하고 진행하고 있음.
- IC-PBL+ 운영 교과목 현황 및 계획: 현재 2과목의 IC-PBL+ 과목이 추가되어, 총 8과목을 IC-PBL+로 운영중임. 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)크리에티브헬스             | 기존 유지              |
| 석사과정, 박사과정 | 생화학특론2          | (주)시그넷바이오텍             | 기존 유지              |
| 석사과정, 박사과정 | 항암 바이러스 개발연구 실습 | (주)진메디신                | 신규개설 완료            |
| 석사과정, 박사과정 | 응용핵산생화학         | (주)테라베스트               | 신규개설 완료            |
| 석사과정, 박사과정 | 분석생화학           | (주)시그널바이오              | 신규개설 완료            |
| 석사과정, 박사과정 | 생명공학실험학         | (주)알티엠펜,<br>(주)슈퍼노바바이오 | IC-PBL+ 과목으로<br>개편 |
| 석사과정, 박사과정 | 생체재료특론          | (주)슈퍼노바바이오             | IC-PBL+ 과목으로<br>개편 |
| 석사과정, 박사과정 | 단백질설계           | (주)시그널바이오,<br>(주)지뉴브   | 신규개설 완료            |

• IC-PBL+ 교과목의 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 생리화적인 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,</li></ul>   |  |     |



|   |   |
|---|---|
|   | <p>학생들의 지속적인 정보수집이 기반이 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 증시하는 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 지속적인 협력 예정</li> </ul>  |
|  <p>덴드리머와 histidine/arginine으로 구성된 새로운 약물전달체</p>                  | <p>3. SCHEME</p>  <p>엑소좀/덴드리머/리포좀을 복합한 신규 약물전달체</p>  |
|  <p>트렌스페린과 약물의 모두 결합할 수 있는 bispecific antibody를 개발하여 뇌로 약물전달</p> |  <p>약물과 뇌에 모두 결합하는 bispecific antibody의 제조법</p>   |

#### □ 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 이슈에 대한 전략적 우선순위 자문
  - 학생현장실습 관련 자문
  - 산업연계 개발 교과목 담당 교강사 추천 및 참여

- 학생진로교육 및 취/창업 자문

• 구성원

| 재위촉 여부 | 소속        | 성명  | 학과(부) IAB 구분 | 위촉 기간                   |
|--------|-----------|-----|--------------|-------------------------|
| 신규위촉   | 한양대학교     | 이상경 | 학과(부)장(당연직)  | 2023.04.01 ~ 2024.02.29 |
| 재위촉    | 시지바이오     | 유현승 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 재위촉    | 한국애브비     | 인대훈 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 재위촉    | 휴온스       | 김영목 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 재위촉    | 비비에치씨     | 이상연 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 재위촉    | 한국유나이티드제약 | 최연웅 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 재위촉    | 옵티팜       | 최기명 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |
| 신규     | 테라베스트     | 황도원 | 외부위원         | 2023.04.01 ~ 2025.03.31 |

□ 기업체 인턴 실습 실시

- 인턴 프로그램 운영: 현장교육을 강화하기 위하여 기업체에 인턴프로그램을 운영하고 학업과 현장 교육을 동시에 진행할 수 있는 기회 제공.
- 인턴프로그램 참여 기업체: (주)일릭사파마텍, (주)심플플래닛, (주)시그널바이오, (주)랩투랩, (주)슈퍼노바바이오, (주)진메디신에서 대학원생 인턴프로그램을 제공
- 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공함.

| 순번 | 지도  | 소속<br>구분                      | 성명     | 기간                    | 산업체명          | 담당자 | 실습 계획   | 실습 내용   |
|----|-----|-------------------------------|--------|-----------------------|---------------|-----|---|---|
| 1  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실                  | 프리실라리아 | 23.03.13~<br>23.03.17 | 일릭사파<br>마텍(주) | 박시진 | 유전자발현 분석 평가   | • qRT-PCR 사용기법에 대해서 배우고, 활용시의 문제점과 해결 방안에 대한 지식 습득  |
| 2  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실                  | 박세원    | 23.03.13~<br>23.03.17 | 일릭사파<br>마텍(주) | 박시진 | 유전자발현 분석 평가   | • qRT-PCR 사용기법에 대해서 배우고, 활용시의 문제점과 해결 방안에 대한 지식 습득  |
| 3  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실                  | 김지현    | 23.08.20~<br>23.08.25 | 심플플래<br>닛(주)  | 유기현 | 세포 수준의 약물 효능<br>평가 보조   | • 조직세포 배양하는 방법 및<br>유의 사항 등에 대한 지식 습<br>득   |
| 4  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실                  | 박영재    | 23.08.20~<br>23.08.25 | 심플플래<br>닛(주)  | 유기현 | 세포 수준의 약물 효능<br>평가 보조   | • 조직세포 배양하는 방법 및<br>유의 사항 등에 대한 지식 습<br>득   |
| 5  | 류성언 | 생명공학과<br>단백질<br>구조 및<br>설계연구실 | 권민경    | 23.1.4-<br>23.2.28    | (주)시그널<br>바이오 | 김명빈 | 1-2주차: 트랜스페린<br>수용체 이중항체 발현<br>3-4주차:트랜스페린수용<br>체이중항체정제및뇌혈관<br>장벽투과실험<br>5-6주차:이중항체생산세<br>포주선택및단일클론성확<br>보조건확립  | • 트랜스페린이중항체정제, 뇌<br>혈관세포 투과능 평가, 이중<br>항체생산세포주 선별   |
| 6  | 류성언 | 생명공학과<br>단백질<br>구조 및<br>설계연구실 | 이혜림    | 23.1.4-<br>23.2.28    | (주)시그널<br>바이오 | 김명빈 | 1-2주차: anti-hTFR<br>항체의 암세포 전달<br>최적화를 위한<br>아미노산들을 선정하여<br>변형<br>3-4주차:anti-hTFR항체<br>들의세포내전달및세포질<br>로의방출을정량적으로측<br>정<br>5-6주차:암세포내전달능<br>력이향상된돌연변이체항<br>체들을선별 | • anti-hTFR항체의 암세포 전<br>달 향상 기술 연구<br>• anti-hTFR의 아미노산 변형<br>• 항체의 결합력 평가<br>• 항체의 세포내 전달 능력 측<br>정<br>• 암세포내 전달 기능이 향상된<br>돌연변이 항체 선별기술 |
| 7  | 신홍수 | 기능성                           | 이정복    | 23.01.02.             | 랩투랩           | 박경환 | 1주차: 줄기세포를  | • Labsphero를 이용 스페로이  |

|    |     |                                   |     |                             |             |     |  |  |
|----|-----|-----------------------------------|-----|-----------------------------|-------------|-----|--|--|
|    |     | 생체재료<br>조직공학<br>연구실               |     | 23.01.20.                   |             |     | 이용한 6,000개의 작은<br>스페로이드 제작<br>2주차:나노섬유를담지한<br>줄기세포기반스페로이드<br>제작<br>3주차:줄기세포와혈관세<br>포의공배양스페로이드제<br>작  | 드의 세포 담지량 최적화<br>• 나노섬유를 포함한 줄기세포<br>기반 스페로이드 제작 최적화<br>• 제작한 스페로이드의 하이<br>드로젤의 담지량 최적화<br>• 줄기세포와 혈관세포의 공배<br>양스페로이드가 들어간 하이<br>드로젤 제작 최적화  |
| 8  | 신흥수 | 기능성<br>생체재료<br>조직공학<br>연구실        | 박은지 | 23.01.02.<br>~<br>23.01.20. | 랩투랩         | 허강무 | 1주차: spheroid 제작을<br>위한 세포 배양<br>2주차:spheroid제작을위<br>한micro-wellplate의재<br>료코팅<br>3주차:재료로코팅된micr<br>o-wellplate를이용해제작<br>한spheroid의분석<br>4주차:다양한생체재료를<br>포함하는spheroid제작및<br>분석 | • 골연골 인공 조직 재생을 위<br>한 cell delivery method로<br>이용<br>• ROS scavenging 효과를 위<br>한EGCG fiber를 포함하는<br>spheroid 제작<br>• 줄기세포의 골연골 분화를 위<br>한 재료를 포함하는 spheroid<br>제작<br>• hydrogel을 이용한 spheroid<br>의 전달   |
| 9  | 이근용 | 나노생<br>체재료<br>연구실                 | 이인영 | 23.08.14.<br>~<br>23.08.25. | 슈퍼노바<br>바이오 | 정은주 | 1주차: Lipid-polymer<br>nanoparticle 제조 조건<br>및 protocol 확립<br>2주차:Lipid-polymernan<br>oparticle제조및qualityte<br>st   | • Lipid-polymer nanoparticle<br>제작을 위한 double<br>emulsion method 조건 확립<br>• 제작된 nanoparticle의<br>quality test<br>• 지방세포로의 약물전달효율<br>측정<br>• 지방세포에 적용할 약물농도<br>최적화 및 효능검증<br>• 다른 세포주와 의약품 전달효<br>율 비교 평가 |
| 10 | 이근용 | 나노생<br>체재료<br>연구실                 | 배유림 | 23.01.02.<br>~<br>23.01.13. | 슈퍼노바<br>바이오 | 정은주 | 1주차: Liposarcoma<br>치료용 nanoparticle<br>제조 조건 및 protocol<br>확립<br>2주차:Nanoparticle제조<br>및qualitytest   | • Nanoparticle 제조를 위한<br>double emulsion method<br>조건 확립<br>• Liposarcoma의 membrane<br>에 prohibitin 단백질 발현 확<br>인<br>• Liposarcoma로 의약품 전달<br>효율 측정<br>• 약물농도 최적화 및 효능 검<br>증                            |
| 11 | 윤채옥 | 유전자<br>치료<br>연구실                  | 김영범 | 23.01.02<br>~<br>23.01.20.  | 진메디신        | 안효민 | 1주차: 항암 바이러스<br>벡터 제작 이론 공부,<br>실습 및 응용<br>2주차:바이러스정제및분<br>석<br>3주차:Invitro에서치료유<br>전자발현및항암효과평가  | • 치료유전자를 탑재한 항암 아<br>데노바이러스 개발<br>• 벡터제작 및 클로닝 최적화<br>• 아데노바이러스의 Infection<br>및 Harvest 조건 최적화<br>• Virus 정제 과정 최적화<br>• 바이러스의 titer 측정<br>• 바이러스의 치료유전자 발현<br>효율 및 항암 효과 평가                             |
| 12 | 윤채옥 | 유전자<br>치료<br>연구실                  | 이창범 | 23.01.30<br>~<br>23.02.17.  | 진메디신        | 안효민 | 1주차: 항암 바이러스<br>벡터 제작 이론 공부,<br>실습 및 응용<br>2주차:바이러스정제및분<br>석<br>3주차:Invitro에서치료유<br>전자발현및항암효과평가  | • 치료유전자를 탑재한 항암 아<br>데노바이러스 개발<br>• 벡터제작 및 클로닝 최적화<br>• 아데노바이러스의 Infection<br>및 Harvest 조건 최적화<br>• Virus 정제 과정 최적화<br>• 바이러스의 titer 측정<br>• 바이러스의 치료유전자 발현<br>효율 및 항암 효과 평가                             |
| 13 | 박희호 | 세포<br>및<br>나노치<br>료제<br>공학<br>연구실 | 조현진 | 23.01.02.<br>~<br>23.01.13. | 심플플래<br>닛   | 유기현 | 1주차: 지식습득<br>2주차:세포내유전자전달<br>관련실습  | • 세포 내 유전자 전달 및 리프<br>로그래밍에 대한 기본 지식<br>습득   |
| 14 | 박희호 | 세포<br>및<br>나노치<br>료제<br>공학<br>연구실 | 이지현 | 23.07.03.<br>~<br>23.07.14. | 심플플래<br>닛   | 유기현 | 1주차: 지식습득<br>2주차:세포주제작관련실<br>습   | • 세포주 제작 및 분리정제에<br>대한 기본 지식 습득  |



## ○ 전공융합교육 강화

- 신산업 분야에 대한 폭넓은 이해를 함양할 수 있는 교육을 위하여 융합교과목의 개설, 타학과 교과과정 이수, 타 학과와의 공동강의 개설 등의 융합 교과과목 확충을 통한 교육과정 개선.
- 현재 소프트웨어중심대학 학부과정으로 2019년부터 바이오 소프트웨어 융합전공 학위과정을 운영. 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                        |
|---------------|----------------|-----------------------------|
| 신규전공융합 교과목    | 융합세포생물공학       | 세포생물학과 조직공학을 위한 재료공학의 융합과목  |
|               | 세포이미징융합기술      | 세포생물학과 영상기술을 위한 재료공학의 융합과목  |
|               | 구조단백체 이용기술     | 단백질구조분석생화학과의 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            |

## ○ 대학원생 연구주제 선택권 강화

☐ Lab rotation 제도 운영

- 박사, 석박사 연계과정 입학 신입생들의 경우, Lab rotation 제도를 운영하여, 다양한 연구주제에 접하게 함으로써, 연구주제 선택권을 강화하였음.
- 2022년 1학기 2명으로 시작하여 4차년도에는 10 명의 박사과정 진학자들이 lab rotation에 참여하여 활동하였음. 1~8주의 기간 별로 다양한 연구실에서 활동하였음.

| 순번 | 연구실명                | 지도교수 | 성명     | 로테이션 연구실                              | 기간   | 이행사항(간략히 작성)                                    |
|----|---------------------|------|--------|---------------------------------------|--|---|
| 1  | 응용유전생화학연구실          | 이민형  | 오지훈    | • 시스템생물학연구실<br>• 면역치료연구실              | 23.03.06-23.03.31<br>23.04.03-23.04.28   | • 마이셀 펩타이드 백신<br>• 세포분석기술                       |
| 2  | 나노바이오 공학융합연구실       | 이동윤  | 프리실라리아 | • 바이오의약연구실<br>• 나노생체재료연구실<br>• 단백질연구실 | 23.03.06-23.03.10<br>23.03.13-23.03.17<br>23.03.20-23.03.24  | • 비만 동물 모델 구축<br>• 나노입자 합성의 기초<br>• 펩타이드 구조 분석법 |
| 3  | 나노바이오 공학융합연구실       | 이동윤  | 박세원    | • 바이오의약연구실<br>• 나노생체재료연구실<br>• 단백질연구실 | 23.03.06-23.03.10<br>23.03.13-23.03.17<br>23.03.20-23.03.24  | • 비만 동물 모델 구축<br>• 나노입자 합성의 기초<br>• 펩타이드구조분석법   |
| 4  | 나노바이오 공학융합연구실       | 이동윤  | 김지현    | • 바이오의약연구실<br>• 나노생체재료연구실<br>• 단백질연구실 | 23.08.01~23.08.04<br>23.08.07-23.08.11   | • 비만 동물 모델 구축<br>• 나노입자 합성의 기초<br>• 펩타이드 구조 분석법 |
| 5  | 나노바이오 공학융합연구실       | 이동윤  | 박영재    | • 바이오의약연구실<br>• 나노생체재료연구실<br>• 단백질연구실 | 23.08.01~23.08.04<br>23.08.07-23.08.11   | • 비만 동물 모델 구축<br>• 나노입자 합성의 기초<br>• 펩타이드 구조 분석법 |
| 6  | 기능성 생체재료 및 조직공학 연구실 | 신홍수  | 이정복    | • 면역치료연구실<br>• 나노생체재료연구실              | 23.03.06-23.03.10<br>23.03.13-23.03.17<br>23.03.20-23.03.24<br>23.03.27-23.03.31<br>23.04.03-23.04.07<br>23.04.10-23.04.14<br>23.04.17-23.04.21<br>23.04.24-23.04.28 | • 지방줄기세포 배양조건 확립<br>• 스페로이드 제작                  |

|    |                     |     |     |  |  |  |
|----|---------------------|-----|-----|--|--|--|
| 7  | 기능성 생체재료 및 조직공학 연구실 | 신홍수 | 박은지 | <ul style="list-style-type: none"> <li>단백체연구실</li> <li>나노생체재료연구실</li> </ul>                                    | 23.03.06-23.03.10<br>23.03.13-23.03.17<br>23.03.20-23.03.24<br>23.03.27-23.03.31 | <ul style="list-style-type: none"> <li>펩타이드 구조 분석법</li> <li>연골 분화를 위한 생체재료</li> </ul>                      |
| 8  | 유전자치료 연구실           | 윤채옥 | 김영범 | <ul style="list-style-type: none"> <li>바이오의약연구실</li> <li>단백체연구실</li> <li>세포 및 나노치료제 공학연구실</li> </ul>           | 23.09.05-23.09.09<br>23.09.12-23.09.16<br>23.09.19-23.09.23                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>약물 및 치료제의 효능평가</li> <li>펩타이드 구조 분석</li> <li>유전자발현 검증</li> </ul>     |
| 9  | 유전자치료 연구실           | 윤채옥 | 홍다영 | <ul style="list-style-type: none"> <li>기능성 생체재료 및 조직공학연구실</li> <li>나노생체재료연구실</li> <li>바이오나노공학융합 연구실</li> </ul> | 23.03.06-23.03.10<br>23.03.13-23.03.17<br>23.03.20-23.03.24                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>세포배양기술</li> <li>cDNA 합성 기술</li> <li>비강투여를 통한 뇌로의 약물 전달기술</li> </ul> |
| 10 | 응용유전생 화학연구실         | 이민형 | 박재영 | <ul style="list-style-type: none"> <li>면역치료연구실</li> <li>시스템생물학연구실</li> </ul>                                   | 22.03.02-22.03.31<br>22.04.01-22.04.29   | <ul style="list-style-type: none"> <li>펩타이드 치료제 개발</li> <li>폐암 바이오마커의 분석</li> </ul>                        |
| 11 | 세포 및 나노치료제 공학 연구실   | 박희호 | 조현진 | <ul style="list-style-type: none"> <li>면역치료연구실</li> <li>유전자치료연구실</li> </ul>                                    | 22.09.01-22.09.30<br>22.10.01-22.10.31   | <ul style="list-style-type: none"> <li>유전자 및 세포치료제 개발</li> <li>고형암 특이적 면역세포치료제 개발</li> </ul>               |
| 12 | 세포 및 나노치료제 공학 연구실   | 박희호 | 이지현 | <ul style="list-style-type: none"> <li>면역치료연구실</li> <li>기능성 생체재료 및 조직공학연구실</li> </ul>                          | 23.03.02-23.04.30  | <ul style="list-style-type: none"> <li>항암제 개발</li> <li>고형암 특이적 세포유래 나노 소포체 개발</li> </ul>                   |

☐ 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.
- 생체모사공학설계, 응용생화학설계가 2022년 2학기과 2023년 1학기에 각각 개설되어 운영되었음.
- 시스템생물학설계, 의약전달 설계를 추후에 개설하여 4개 과목을 운영함.

○ 바이오 창업 교육 강화

- 바이오창업의 이해 교과목 운영: 기술사업화 교육과 더불어 지적재산권 교육 실시. “지적재산권”의 중요성과 추후 연구의 “기술이전”, “특허방어” 등 산업체에서 사업화 진행에 필요한 내용의 교육 실시.
- 생명의학 관련 데이터 분석을 위한 교육, 특허 출원과 방어를 위한 교육 및 신약에 대한 개발에 있어서 관련된 경영 교육을 수행

○ 학사관리의 강화

☐ Teaching assistant 제도 운영

- 박사과정생은 각 지도교수가 운영하는 강의에 대한 teaching assistant로서 활동. 박사과정 중 1회 이상 의무적으로 실시함.

☐ 학연 공동연구체계를 통한 연수프로그램 운영

- KIST와 KIST-HYU Program을 설립하여 대학원생 또는 박사후연구과정생들에게 1년간 국비장학금을 지급하는 미국 연수프로그램을 운영

☐ 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 교육과정의 충실성 및 지속성

(1) 충실성

- 제시한 교육목표 대비 실행방안을 정비하여 각 교육목표가 충실히 달성되도록 제도적 정비 완료. 특히, 한양대학교의 다양한 교육센터 및 프로그램의 지원을 받아서 교육목표 달성 촉진.
- 산업계 연계교육을 위한 IC-PBL+, 산업연계교육자문위원회 등을 한양대학교 교수학습센터 및 본부 지원으로 활성화함.

- 한양대학교의 국제학술대회 개최 지원프로그램의 지원으로 국제심포지엄을 정기적으로 개최하며, 해외연수 및 석학세미나를 확대함.
- 타 학과와 공동으로 운영하는 교과목을 확대 개설하여 융합교육 활성화(생물정보학, 인체유전체학, 응용핵산생화학, 생명정보 데이터베이스 활용 등).
- 한양대학교 산학협력단 및 창업지원단의 지원을 받아 창업교육 활성화.

## (2) 지속성

- CQI를 기반으로 한 선순환적 교과과정 개선 프로그램을 운영 중임.
  - 대학원 교과목의 CQI (continuous quality improvement)를 운영, 학생들의 강의평가를 기반으로 교과목 개선방안 도출하여 CQI 보고서 작성.
  - 담당 교수가 수업을 분석, 평가하여 수업의 질을 지속적으로 개선.
  - 교과목 CQI 보고서 입력사항: 지난학기 개선사항 반영결과, 이번 학기 강의 운영 시 문제점, 다음 학기 강의개선 방향, 강의 개선 설문.
- 산업연계교육자문위원회 및 학과운영위원회를 운영하여, 교과과정을 정기적으로 평가하고 지속적으로 개선이 가능하게 함.

## ○ 대학원 교과 강의계획

|                  |   |
|------------------|---|
| 약물전달학특론          | <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>  |
| 바이오의약품전달학        | <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. 바이오의약품, 특히 단백질 약물은 효소, 호르몬, 사이토카인, 백신, 단일클론 항체로 분류됨. 이들은 화학적, 물리적 특성상 세포흡수가 낮고 불안정하여 생체이용률이 낮아 효율적인 바이오의약품전달시스템이 요구됨. 효율적인 바이오의약품전달시스템의 설계 및 응용에 대한 이해를 목표로 함.</li> <li>• 강의내용: 바이오의약품의 분해 및 안정화, 세포수준의 작용 기작, 효율적인 바이오의약품전달시스템의 설계 및 고분자의 응용에 관한 포괄적인 주제를 다룸. 과목 이수를 통하여 생명공학 유래의 바이오의약품의 안정화 기술, 제제설계 그리고 향후 연구개발 전망을 습득할 수 있을 것임.</li> </ul> |
| 유전자 전달체의 임상적 적용  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과목의 배경 및 목표: 현재 유전자치료를 위해 개발되고 있는 다양한 바이러스성/비 바이러스성 유전자 전달체에 대해 다루는 교과목으로써, 바이러스 또는 비 바이러스성 전달체를 이용한 다양한 유전자 도입 기술과 치료전략에 대해 총체적으로 학습함.</li> <li>• 강의내용: 유전자 치료를 위한 바이러스성 또는 비 바이러스성 전달체의 종류, 특징, 개발전략 등에 대한 연구들을 알아보고, 최근 유전자 전달체의 임상적응에서 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> </ul>  |

|         |   |
|---------|---|
|         | <ul style="list-style-type: none"> <li>강의내용: 유전자 클로닝, 생체 내/외 효율성 검증, 면역 유전자 치료제 개발, 전신투여형 바이러스 개발 전략을 학습함.</li> </ul>   |
| 생화학특론2  | <ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 기업체에서 질병치료제의 개발에 당면한 문제점을 인식하고, 생화학적 지식과 연구를 통하여 해결방법을 유도해내는 방법을 익힘. 바이오의약 분야에서 만날 수 있는 문제를 생화학적인 분석을 통하여 해석하고, 문제점의 해결책을 연구하는 과목임.</li> <li>강의내용: ‘뇌로의 표적형 약물전달 기술’, ‘허혈성 조직에서의 유전자 발현조절 기술’ 등 해결되지 않은 문제를 제시하고, 각 장기와 질병의 생화학적 분석을 실시하며, 광범위한 문헌조사로 현재의 해결방안을 고찰하고, 이에 상응하는 개선된 기술을 연구하고 개발하는 과목임.</li> </ul>  |
| 응용핵산생화학 | <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 개발 기술을 통하여, 문제해결 능력을 배양</li> </ul>  |
| 조직공학특론  | <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 첨단 바이오의약품의 안전성·유효성 확보 및 제품화 지원에 필요함 사항을 토론.</li> </ul> |
| 세포생명공학  | <ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생명공학 연구 및 산업 전반에 필요한 세포 배양 및 생체재료기반 의료기기등과의 상호작용을 이해</li> <li>강의내용: 세포생명공학 전문분야의 이론에 대한 깊이 있는 지식을 전달. 최근 관련분야의 연구논문에 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>   |
| 생체재료특론  | <ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생체재료의 기본 특성에 대한 이해와 바이오의약전달 및 생체조직공학관련 최신 연구동향 습득</li> <li>강의 내용: 생명공학분야에서 중요한 역할을 차지하는 생체재료의 특성과 응용에 관하여 강의함. 생체재료가 갖추어야할 기본 성질인 생체적합성, 생분해성 등에 대한 이해. 다양한 생체재료 중 유기고분자인 천연고분자와 합성고분자의 구조 및 특성 이해. 바이오의약전달 및 생체조직공학에의 최신 연구동향을 중심으로 강의함. 일반 수업 및 발표식 수업 병행. 최신 발표 논문을 위주로 강의 진행.</li> </ul>   |
| 생체융합    | <ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 생리활성물질을 결합시키는 방법에 대한 기본 지식 및 생체재료에</li> </ul>  |

|              |  |
|--------------|--|
| 재료특론         | <p>의 결합을 통하여 생명공학분야에 유용한 혁신소재 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>강의 내용: 단백질, 다당류, 유전자 등에 생리활성물질을 화학적으로 결합시킬 수 있는 위치와 방법에 대한 기본 지식과 이들의 바이오의약품 전달 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 조건과 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>   |
| 세포치료제        | <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>  |
| 세포이미징융합기술    | <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 (약물승달학, 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>  |
| 나노바이오공학융합 특론 | <ul style="list-style-type: none"> <li>교과목의 배경 및 목표: 나노기술과 바이오기술의 융합을 통하여 신규 치료제 등의 개발에 대한 이해를 목표로 함.</li> <li>강의내용: 나노기술과 바이오기술의 결합 기술에 관하여 논하고, 계면시스템, DNA 이용 나노구조체 제작 기술, 단백질 이용 나노구조체 제작 기술, 나노분석 시스템에 대하여 설명하고, 바이오융합기술 관련 특정분야에 대하여 현재의 동향 및 cutting edge technology에 대하여 강의함.</li> </ul>  |
| 면역학특론        | <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 면역반응에 대한 검사 방법, 항체의 종류, 구조, 기능 및 유전자 발현, T세포의 항원인식 기전 및 관여 분자들의 종류, 구조 및 기능, B 및 T 세포의 발생 및 분화 과정, 각종 감염성 질환에서의 방어기전, 각종 면역결핍 질환의 발병 원인과 경과, allergy, 자가면역질환, 장기이식 거부반응에서 면역반응, 암환자에서의 면역적인 현상과 치료에서의 면역학적 진행, 상기의 각종 질환</li> </ul> |

|          |  |
|----------|--|
|          | 환에서 면역반응의 조절방법에 대해서 강의함.   |
| 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 면역 반응의 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> |

#### 마. 향후 교육과정의 개선 계획

- 4차년도까지의 교육과정 개선을 바탕으로 꾸준히 필요한 과정을 개선하여, 사업단 목표를 달성하고자 함.

##### ○ 바이오의약 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식 제공을 위하여, 신규과목을 추가적으로 개설
- 시스템생물학설계, 의약전달설계, 생물정보학 등 추가적인 신규과목 개설

##### ○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 일반 과목의 IC-PBL+ 과목으로의 전환 및 신규 과목 개설을 추진하여 IC-PBL+ 교과목 8개 이상 유지
- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목을 지속적으로 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB와의 유기적 연결을 통하여, 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
- 시스템생물학설계, 의약전달설계를 개설하여, 학생주도 창의연구활동을 강화함.

##### ○ 전공 융합 교육과정 개선

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

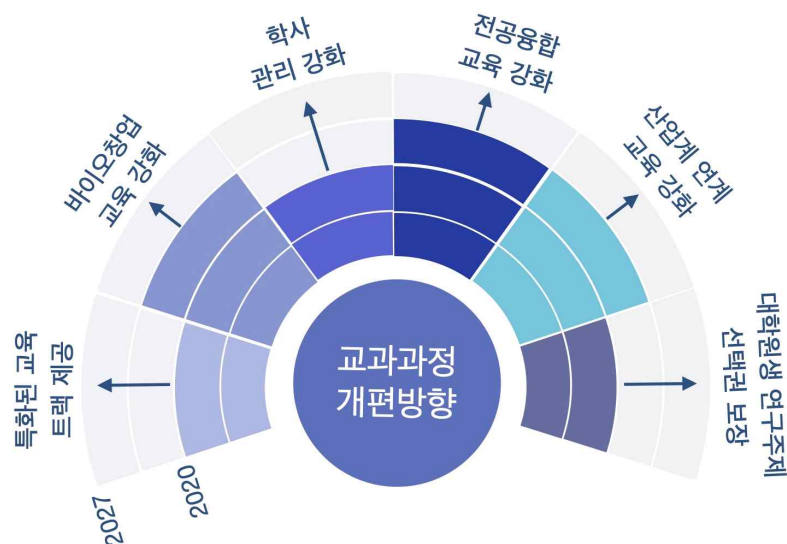
예정.

○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 유지: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목의 비율은 현재 50%임. 당초 사업단의 목표인 50%를 달성하였으며, 이 비율을 유지시켜나갈 예정.
- 외국인 대학원생 유치: 외국공동연구의 활성화 및 외국학생들의 인턴 대학원생을 유치. 외국인 지원 프로그램으로 외국인 대학원생 정원 조정, 비자협조 등 행정적 지원을 추진하고 한양대학교 내의 국제협력처와의 협력을 통하여 외국인 대학원생에게 기숙사 제공, 등록금 수여기회 확대, 한국어 교육기회를 제공.
- 국제학술대회 발표: 석사과정 학생은 학위과정 중 평균 1회 이상 및 박사과정 학생은 평균 1년에 1회 이상의 국제학술대회 발표 수행.
- 국제 심포지움 개최: 국제 심포지움 개최를하여 대학원생들의 최신 국제 연구동향 교육을 실시.

○ 대학원생의 연구 선택권 확대

- 학생들의 연구주제 선택에 대한 다양한 정보 제공 및 박사과정생 중심으로 lab rotation의 기회를 제공
- 박사과정 신입생 중 신청자를 중심으로 lab rotation제도를 운영 중이며, 학생들의 참여 기회를 확대 강화할 예정임.



[교육과정개선 계획]

## 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<br>(재학생)     | 2022년 2학기 | 52 | 2  | 24      | 78  |
|                 | 2023년 1학기 | 47 | 3  | 24      | 72  |
|                 | 계         | 99 | 5  | 48      | 150 |
| 배출<br>(졸업생)     | 2022년 2학기 | 14 | 2  |         | 16  |
|                 | 2023년 1학기 | 2  | 0  |         | 2   |
|                 | 계         | 16 | 2  |         | 18  |

### 2.2 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

#### (1) 우수 대학원생 확보 계획 및 실적

##### ○ 성과

##### - 실험실 인턴 실시

- 실험공학연구' 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도 (2021년 2학기, 참여학생 16명, 참여교수 5명; 2022년 1학기, 참여학생 18명, 참여교수 5명)
- '생명공학융합설계' 학부교과목을 운영하여, 학생들의 연구활동 참여 유도
- 2021년 2학기: 참여학생 43명, 참여교수 9명
- 2022년 1학기: 참여학생 27명, 참여교수 9명
- 2022년 2학기: 참여학생 26명, 참여교수 8명
- 2023년 1학기: 참여학생 31명, 참여교수 10명

##### - 2021년 1학기부터 2023년 2학기까지 매학기, 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여 및 오픈랩 실시. 단순한 입시 요강에 대한 안내뿐만 아니라 연구실 연구내용에 대한 비전 및 정보를 공유할 수 있는 자료 등을 제공함으로써 외부 우수 대학원생 유치 노력.

##### - 학과 및 관련 홈페이지 강화: 학과 홈페이지를 업데이트 하여 학과 관련 다양한 정보를 제공함. 특히, 입학정보, 취업정보, 학술정보를 게시판에 이용하여 제공함.

##### - BK21 FOUR 교육연구단 홈페이지를 개설 및 운영하여 BK21 사업 관련 정보를 제공함.

##### - 장학금 지원: BK21 교육연구단 장학금, BK21 RA/TA 장학금, 교비/연구비 장학금 등을 지원함으로써 안정적으로 연구를 수행할 환경을 조성하여 우수한 대학원생의 지원 촉진.

##### ○ 향후 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

##### - 신산업분야 창업 등의 기회 부여 및 예비창업자의 창업역량강화 기회 제공. 교내 창업경진 프로그램 참여 독려 및 수상자에 대한 인센티브 제공 예정.

##### - 우수한 연구 성과를 배출한 학생은 교수진과 공동창업의 기회를 부여하고 연구개발의 연속성을 확보할 수 있도록 지원 예정.

##### - 해외 대학에 재학 중인 외국 대학생을 대상으로 본교 참여교수 연구실에 방문/교환 인턴제도를 추진하고, 대상 학생의 한국 내 체류비 일부를 지원함으로써 우수한 외국인 유학생 확보 예정.



## (2) 우수 대학원생 지원 실적

### ○ 성과

- 장학금 지원: BK21 교육연구단 장학금, BK21 RA/TA 장학금, 교비 장학금 등을 지원함(장학금 수혜율 : 2022년 87%, 2023년 88%).
- 인센티브 제도 도입: 해당 연도 학생 논문 발표실적을 평가하여 인센티브로 특별 장학금을 실적에 따라 차등지급함 (2022년 12월, 6명: 주승환, 홍주형, 장전옥, 이영기, 김현승, 허승재).
- 국제학술활동 지원: 대학원생의 우수 연구성과를 국제학술회의에서 발표할 수 있도록 경비 지원.

### ○ 향후 지원 계획

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



[교육연구단의 우수 대학원생 지원계획]

## 2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

### (1) 대학원생 성과 평가 및 피드백 제도 확립

#### ○ 성과

- 인센티브 제도 도입: 2022년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금 (실적에 따른 차등 지급)을 6명에게 지원.

#### ○ 향후 추진계획

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

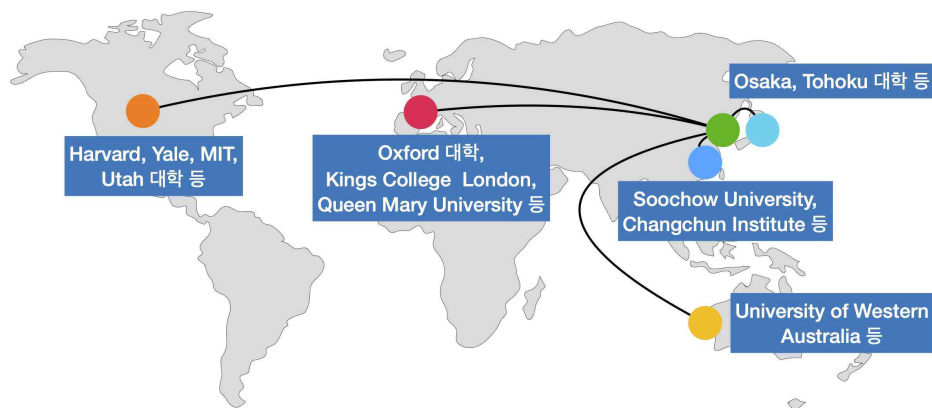
### (2) 우수 연구기관 연수기회 제공

#### ○ 성과

- COVID-19 감염증으로 인하여 해외 우수 연구기관 연수를 보류함. 24년 1월 장기 연수 예정임.

#### ○ 향후 추진계획

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



[대표적인 국제교류 연구기관]

- 국제공동연구를 기반으로 현재 학생 연구교류가 가능한 학교는 다음과 같음.

- 미국: Harvard University, Yale University, Massachusetts Institute of Technology, University of California Los Angeles, University of Utah, Tufts University, University of Illinois, Urbana-Champaign, University of Pittsburgh, Rice University
- 일본: Tokyo Institute of Technology, Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tohoku University, University of Osaka, University of Nagoya, University of Okayama

- 유럽: University of Oxford, King's College London, University of Helmholtz, University of Cork, Cancer Research Centre, Queen Mary University of London
- 기타: Soochow University, Changchun Institute of Applied Chemistry, University of Western Australia

### (3) 해외 및 국내 석학 세미나 및 심포지엄 정례화

#### ○ 성과

- 생명공학세미나를 개설하여 국내외 연자를 초빙하고 최신 연구지견 강의 청취
- 2022년 2학기

| 일시         | 연사  | 소속              | 발표 제목  |
|------------|-----|-----------------|--|
| 2022-09-14 | 양보기 | (주)지아이바이옴       | Combined IgE neutralization and Bifidobacterium longum supplementation reduces the allergic responses in food allergy models |
| 2022-09-21 | 구태영 | 경희대 약학대학 약과학과   | CRISPR mediated gene editing as a Therapeutic Tool   |
| 2022-10-05 | 김석인 | (주)비드테크         | 고체상 펩타이드 합성과 응용  |
| 2022-10-12 | 이원종 | 인천대 생명공학부       | Harnessing extracellular vesicles for biomedical applications  |
| 2022-10-19 | 조승우 | (주)세라트젠         | 첨단재생의료 플랫폼 개발 및 실용화  |
| 2022-10-26 | 정준호 | 서울대학교 의과대학      | Deciphering B cell receptor repertoires :What can we see?  |
| 2022-11-02 | 박숙경 | SK바이오팜 항암연구소    | SK바이오팜 항암 치료제 개발 현황  |
| 2022-11-09 | 최일규 | DGIST 뉴바이올로지 학과 | T cell immunity to Epstein-Barr virus: from new paradigm to immunotherapeutic application                                    |
| 2022-11-16 | 황연하 | (주)동화약품         | 동화약품 연구 개발과 현황   |
| 2022-11-23 | 정지현 | 성균관대학교 의과대학     | Application of Drug Delivery System to Cytotherapy   |
| 2022-11-30 | 민보경 | (주)GC셀          | 난치성 암을 치료하기 위한 항암 면역세포×유전자치료제 개발   |

#### - 2023년 1학기

| 일시         | 연사  | 소속                   | 발표 제목  |
|------------|-----|----------------------|--|
| 2023-03-15 | 진윤희 | 연세대학교 의과대학           | Reconstitution of stem cell niche by manipulating biochemical and biophysical signals                  |
| 2023-03-22 | 조우경 | 충남대학교 화학과            | Nature-Inspired Functional Biomaterials for Antifouling Applications                                   |
| 2023-03-29 | 박윤석 | 경희대학교 정보전자신소재        | Three dimensional bioelectronic interfaces to small-scale biological systems                           |
| 2023-04-12 | 서수원 | 대구경북첨단의료산업진흥재단       | Importance and future trends of clinical trials in medical industry                                    |
| 2023-04-19 | 조윤정 | 울산과학기술원              | Lab-on-a-disc for precision medicine   |
| 2023-04-26 | 안정호 | 한국과학기술연구원            | Systems metabolic engineering for the development of microbial cell factories for chemicals production |
| 2023-05-03 | 박우람 | 성균관대학교               | Modulation of macrophages through RNA-encapsulated lipid nanoparticles for effective disease treatment |
| 2023-05-10 | 김광명 | 이화여자대학교              | Peptide-drug conjugate (PDC) nanoparticles for cancer treatment  |
| 2023-05-17 | 박주원 | University of Hawaii | Immunopathologic role of neutrophils in COVID-19   |
| 2023-05-24 | 홍승희 | 연세대학교 생화학과           | Steps towards uncovering therapeutic targets for autoimmunity at the single cell level                 |
| 2023-05-31 | 장미희 | KIST                 | CAR-NK-based immunotherapy for overcoming the solid tumor microenvironment                             |

○ 향후 추진계획

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

(4) 국제학회 참가지원 및 구두발표 독려

○ 성과

- 대학원생의 국제학회 11건 참가

| 참여학생                | 학술대회명   | 발표제목  |
|---------------------|---|---|
| 김민주                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)   | Carbon dioxide gas-generating PEG-based micelles for adipocytolysis   |
| 배유림                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)   | Cell-penetrating peptide-modified nanoparticles for enhanced adipocyte uptake   |
| 한유림                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)  | Fine-tuning of the pH-responsiveness of cationic copolymer via amino acid and piperazine substitutions for adenovirus delivery                                  |
| 김영범                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)  | Investigation of mortalin's role in aberrant scar formation using human dermal fibroblasts and rat incisional scar model  |
| 김주희                 | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회) 포스터 발표<br>(2023.05.15.~2023.05.21.)  | Oncolytic Adenovirus in Combination with PD-L1-targeted Radiotherapy Exert Synergistic Antitumor Effect Against Pancreatic Cancer                               |
| 이인영                 | ESB 2022 국제학술대회 포스터 발표<br>(2022.09.04~2022.09.08)   | Surface-functionalized polymer nanoparticles for localized fat reduction  |
| 이정복,<br>최수미,<br>이상민 | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                         | Fabrication of 3D adipose tissue using engineered composite spheroids   |
| 황태연,<br>변하연         | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                         | Multi-functional hydrogels incorporating mineral-coated composite nano-fibers with magnetic nanoparticles for photothermal therapy and bone tissue regeneration |
| 한유진,<br>변하연,<br>김은형 | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                         | Nanocomposite hydrogels containing immunomodulatory strontium-tannic acid nanoparticles for vascularized skin tissue regeneration                               |
| 이은진,<br>이진규         | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의 구두 발표<br>(2023.08.31 ~ 2023.09.03.)                         | Spheroids-laden hydrogel with spatially confined delivery of signaling molecules for engineering 3D complex tissue  |
| 김민정,<br>김지수,<br>서유하 | 2023 Controlled Release Society Annual Meeting & Exposition학회 포스터 발표<br>(2023.07.24. ~ 2023.07.28.) | Prohibitin-targeting nanomedicine for obesity-induced metabolic syndromes via hemeoxygenase-1 overexpression in liver and adipose tissue simultaneously         |

○ 향후 추진계획

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

(5) 전공간 융합교육의 강화

○ 성과

- 융합교과목의 운영: ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 운영
- 대학원생의 타 전공과목 수강 촉진: 타 전공과목 수강 시 전공과목 수강으로 인정.

○ 향후 추진계획

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

(6) 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여

○ 성과

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 분석생화학, 생명공학실험학, 생체재료특론, 단백질설계를 신규 개설
- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목을 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB의 단계적 구성. IAB의 권고사항을 학과와 본부의 통합적인 행정 및 지원 환경 완성 (<https://iab-hyu.hanyang.ac.kr>).

○ 향후 추진계획

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

## 2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

〈표 2-2〉 2023.2월 졸업한 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적 (단위: 명,%)

| 구 분             |    | 졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %) |         |    |     |                     |               | 취(창)업률%<br>(D/C)×100 |
|-----------------|----|-------------------------|---------|----|-----|---------------------|---------------|----------------------|
|                 |    | 졸업자<br>(G)              | 비취업자(B) |    |     | 취(창)업대상자<br>(C=G-B) | 취(창)업자<br>(D) |                      |
|                 |    |                         | 진학자     |    | 입대자 |                     |               |                      |
|                 |    |                         | 국내      | 국외 |     |                     |               |                      |
| 2023년 2월<br>졸업자 | 석사 | 14                      | 1       | 1  |     | 12                  | 10            | 86                   |
|                 | 박사 | 2                       |         |    |     | 2                   | 2             |                      |

### ○ 참여대학원생의 취업성과

- 23년 2월 졸업생 16명 중 12명이 전공관련 분야 취업 및 2명 진학(86% 취업률)
- 한양대학교 산학협력단 취업은 석사/박사후 연구원으로 계약직 연구원이지만, 해외 유학 및 박사후연수과정을 준비하는 졸업생들로서 적절한 단기취업을 한 것으로 판단.

| 졸업년도    | 학생                    | 취득학위 | 취업구분 | 취업     | 회사명                       |
|---------|-----------------------|------|------|--------|---------------------------|
| 2023.02 | 교육연구단 소속 학과(부) 참여대학원생 | 석사   | 국내진학 | 202303 | 한양대학교                     |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202305 | (주) 셀트리온                  |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202302 | 한국화학융합시험연구원               |
| 2023.02 |                       | 석사   | 국외진학 | 202308 | University College London |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202305 | 일화                        |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202306 | 한미정밀화학(주)                 |
| 2023.02 |                       | 박사   | 취업   | 202303 | KIST                      |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202304 | 한미정밀화학(주)                 |
| 2023.02 |                       | 박사   | 취업   | 202211 | SK 바이오사이언스                |
| 2023.02 |                       | 석사   | 미취업  |        |                           |
| 2023.02 |                       | 석사   | 미취업  |        |                           |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202303 | 동국제약(주)                   |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202307 | (주)셀트리온                   |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202301 | (주)엘지화학                   |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202305 | (주)한미약품                   |
| 2023.02 |                       | 석사   | 취업   | 202305 | (주)셀트리온                   |

### ○ 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)시그넷바이오, (주)진메디신, (주)알티엠피, (주)슈퍼노바바이오, (주)KB바이오메드에서 대학원생 인턴프로그램을 제공 가능
- 한양취업박람회 참여: 대학 주최 취업박람회에서 기업체 인사담당자들과 직접 만날 수 있는 기회를 제공

### 3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

#### ① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

| ○ 성과  |          |                                       |       |       |     |                         |
|---|----------|---------------------------------------|-------|-------|-----|-------------------------|
| - 참여 대학원생의 발표논문: 총 23편을 해당 기간 중에 발표하였고, 편당 평균 IF가 9.93으로 연구논문의 우수성을 입증함.  |          |                                       |       |       |     |                         |
| 논문제목  | 발표일      | 학술지명                                  | index | if    | 성명  | 참여대학원생명                 |
| Fatty Liver/Adipose Tissue Dual-Targeting Nanoparticles with Heme Oxygenase-1 Inducer for Amelioration of Obesity, Obesity-Induced Type 2 Diabetes, and Steatohepatitis | 20221003 | ADVANCED SCIENCE                      | SCI-E | 15.1  | 김용희 | 홍주형                     |
| Dissolvable Self-locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy  | 20221217 | ADVANCED MATERIALS                    | SCI-E | 29.4  | 김용희 | 주승환, 김재현, 홍주형           |
| A photodynamic color sensor using diacetylene vesicles for the rapid visualization of singlet oxygen  | 20230401 | SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL      | SCI-E | 8.4   | 김용희 | 이지은                     |
| Assembly and functional role of mitochondrial respiratory supercomplex  | 20230330 | BIODESIGN                             | 등재학술지 | 0     | 류성언 | 유석현                     |
| Overexpression, crystallization, and preliminary X-ray diffraction studies of NDUFA2  | 20230630 | BIODESIGN                             | 등재학술지 | 0     | 류성언 | 유석현                     |
| Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation   | 20220901 | ACTA BIOMATERIALIA                    | SCI-E | 9.7   | 신홍수 | 김세정, 김은형, 이상민, 이은진      |
| Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells     | 20220919 | MACROMOLECULAR BIOSCIENCE             | SCI-E | 5.859 | 신홍수 | 이상민, 최수미, 변하연, 이진규, 권현석 |
| Three-dimensional printing of hyaluronate-based self-healing ferrogel with enhanced stretchability  | 20230101 | COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES | SCI-E | 5.999 | 이근용 | 문창욱, 김현승, 공민형           |
| Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction  | 20230101 | ACS NANO                              | SCI-E | 17.1  | 이근용 | 이인영, 최수임, 이해원, 김충구      |
| Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring   | 20220907 | THERANOSTICS                          | SCI-E | 12.4  | 이동윤 | 김형식                     |
| Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma   | 20221025 | BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT    | 등재학술지 | 0     | 이동윤 | 김형식                     |
| Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor  | 20230301 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE         | SCI-E | 10.8  | 이동윤 | 황혜현, 김형식                |
| A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma  | 20230513 | NATURE COMMUNICATIONS                 | SCI-E | 16.6  | 이동윤 | 김형식                     |
| Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy  | 20230520 | BIOMATERIALS RESEARCH                 | SCI-E | 11.3  | 이동윤 | 김형식, 박석찬, 김혜진           |

|   |          |   |       |      |     |                    |
|---|----------|---|-------|------|-----|--------------------|
| Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity  | 20230528 | SMALL                                   | SCI-E | 13.3 | 이동윤 | 김형식, 이시은           |
| Photosensitizing deep-seated cancer cells with photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles   | 20230730 | ADVANCED SCIENCE                        | SCI-E | 15.1 | 이동윤 | 김형식                |
| Nanoarchitected Conjugates Targeting Angiogenesis: Investigating Heparin-Taurocholate Acid Conjugates (LHT7) as an Advanced Anti-Angiogenic Therapy for Brain Tumor Treatment | 20230918 | BIOMATERIALS RESEARCH                   | SCI-E | 11.3 | 이동윤 | 김형식                |
| Delivery of self-replicating messenger RNA into the brain for the treatment of ischemic stroke  | 20221030 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE           | SCI-E | 10.8 | 이민형 | 김민경, 이영기           |
| Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy   | 20221115 | BIOMATERIALS SCIENCE                    | SCI-E | 6.6  | 이민형 | 박춘선, 장전옥           |
| Brain-targeted exosome-mimetic cell membrane nanovesicles with therapeutic oligonucleotides elicit anti-tumor effects in glioblastoma animal models                           | 20221118 | BIOENGINEERING & TRANSLATIONAL MEDICINE | SCI-E | 7.4  | 이민형 | 이영기, 김민경, 하준규      |
| Primary astrocytic mitochondrial transplantation ameliorates ischemic stroke  | 20230228 | BMB REPORTS                             | SCI-E | 3.8  | 이민형 | 김민경                |
| Delivery systems of therapeutic nucleic acids for the treatment of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome  | 20230801 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE           | SCI-E | 10.8 | 이민형 | 장전옥, 강민지           |
| Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury                                | 20230502 | BIOMATERIALS SCIENCE                    | SCI-E | 6.6  | 이민형 | 장전옥, 박춘선, 강민지, 오지훈 |

- 참여대학원생 논문의 우수성

|   |              |  |
|---|--------------|--|
| 1 | 참여대학원생명      | 주승환, 김재현, 홍주형  |
|   | 지도교수         | 김용희  |
|   | 논문제목         | Dissolvable Self-locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy |
|   | 학술지명         | Advanced Materials   |
|   | DOI          | 10.1002/adma.202209966   |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 피부암에 적용될 수 있는 마이크로니들을 활용한 면역항암치료의 새로운 패러다임을 제시함. 면역관문저해제 및 면역활성제의 동시 투여로 효과적인 항종양 효과를 얻어냄.             |
| 2 | 참여대학원생명      | 유석현  |
|   | 지도교수         | 류성인  |
|   | 논문제목         | Assembly and functional role of mitochondrial respiratory supercomplex                                 |
|   | 학술지명         | Biodesign  |
|   | DOI          | 10.34184/kssb.2023.11.1.1  |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 미토콘드리아의 호흡수퍼컴플렉스의 초저온현미경 구조를 통하여 화학에너지가 생체 에너지로 변환될 때 수퍼컴플렉스의 구조 변화와 에너지 커플링이 일어나는 과정을 분석하여 질환 관련성 이해  |
| 3 | 참여대학원생명      | 김은형, 이은진   |
|   | 지도교수         | 박희호, 신흥수   |
|   | 논문제목         | Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation                |
|   | 학술지명         | Acta Biomaterialia   |
|   | DOI          | 10.1016/j.actbio.2022.06.043   |
|   | 대표연구업적물의     | 젤라틴 메타크릴로일(GelMA) 하이드로겔은 세포 접착성과 생체 적합성으로 인해 조직  |



|   |              |  |
|---|--------------|--|
|   | 우수성          | 공학에서 세포 캡슐화에 널리 사용되어 왔지만, 젤화 중에 생성된 자유 라디칼은 세포 내 산화 스트레스를 증가시켜 캡슐화된 세포의 생존력을 감소시킴. 따라서, 자유 라디칼을 제거하기 위한 전략으로 에피갈로카테킨 갈레이트(EGCG)로 코팅된 나노섬유 입자(EF)가 포함된 복합 GelMA 하이드로젤을 개발함. GelMA 복합 하이드로젤은 성공적으로 제조되었으며 약 5 kPa의 저장 탄성률을 가졌으며 이는 원래의 GelMA 하이드로젤과 유사하며 EGCG의 급격한 자유 라디칼 소거 활성은 젤화 후에도 높게 보존되었음. 또한 복합 하이드로젤 내에 캡슐화된 인간 지방 유래 줄기 세포는 원래의 GelMA 하이드로젤 내의 세포에 비해 생존력이 더 좋고(약 1.5배) 세포 내 산화 스트레스가 감소함(약 0.3배). 인간 진피 섬유아세포와 인간 제대 정맥 내피 세포에서 유사한 결과를 얻었으며, 이는 우리의 복합 하이드로젤이 다양한 세포 유형에 적합하다는 것을 나타냄. 또한, 우리는 복합 하이드로젤 내에서 캡슐화된 세포의 확산 및 이동 능력이 5배 증가한다는 것을 발견함. EF를 GelMA 하이드로젤에 통합하는 것이 생체 외에서 3D 조직을 제작할 때 자유 라디칼 유래 세포 손상을 줄임으로써 세포 생존력을 향상시키는 유망한 방법임을 확인함.  |
|   |              |  |
| 4 | 참여대학원생명      | 이상민, 최수미, 변하연, 이진규, 권현석  |
|   | 지도교수         | 신홍수  |
|   | 논문제목         | Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells  |
|   | 학술지명         | MACROMOLECULAR BIOSCIENCE  |
|   | DOI          | 10.1002/mabi.202200195   |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 3차원으로 배양된 세포구상체 (Spheroid)는 세포-세포 및 세포-세포외기질 (Extracellular matrix; ECM) 상호작용이 극대화되는 장점으로 인해 조직공학적으로 3차원 모델 또는 치료용으로 널리 활용되고 있음. 그러나, 배양이 지속됨에 따라 세포구상체를 이루는 세포들은 점점 수축하여 밀도가 높아져 산소 및 영양분의 공급이 제한되며, 사멸성 중심부 (Necrotic core)를 형성하고 세포 생존율이 떨어지게 된다는 제한사항이 있음. 본 연구에서는 고분자의 전기방사 (electrospinning) 시 표면을 제어할 수 있는 기술을 개발하여 거칠고 다공성의 표면 가지는 고분자 섬유를 제작하고, 줄기세포와 융합된 복합 세포구상체를 형성하여 기존의 확산 저해를 극복하고자 하였음. 서로 다른 굵은점을 가지는 두 용매의 상 분리와 높은 상대습도 환경에서의 수분이 만나 다공성을 부여하는 이론을 적용하여 다공성 나노섬유를 제작할 수 있었고, 이렇게 제작된 나노섬유와 줄기세포의 복합 세포구상체는 7일간의 배양에도 그 크기와 생존율이 지속적으로 유지될 수 있었음. 또한, 구조적 분석을 통해 다공성 나노섬유가 세포구상체 내부에서 구조적인 지지를 이루며 외부로부터 확산이 가능하도록 하는 통로를 형성한다는 것을 확인하였음. 또한, 세포구상체 내부로의 확산에 의해 세포 증식이 더불어 향상되는 것을 확인하여 줄기세포의 3차원 배양 시스템에 효과적으로 활용될 수 있는 생체재료의 제작 기술을 개발하였음. |
| 5 | 참여대학원생명      | 정보경  |
|   | 지도교수         | 윤채욱  |
|   | 논문제목         | Enhanced Immunogenic Cell Death by Apoptosis/Ferroptosis Hybrid Pathway Potentiates PD-L1 Blockade Cancer Immunotherapy  |
|   | 학술지명         | ACS BIOMATERIALS SCIENCE & ENGINEERING   |
|   | DOI          | 10.1021/acsbmaterials.2c00950.   |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 본 연구에서는 기존의 화학 항암제의 제한적인 치료 효과를 극복하는 방안으로, 화학 항암제인 Doxorubicin이 탑재된 마이셀 표면에 면역원성 세포 사멸을 유도하는 TA-Fe3+를 코팅한 새로운 치료제 (TFDD)를 개발하고, 이에대한 화학적, 생물학적, 면역학적 검증을 수행하였음. 이는 본 연구에서 개발한 TFDD가 ER stress-mediated apoptosis/ferroptosis를 유도하여 강력한 항암면역반응을 유도함을 최초로 검증한 연구 결과이며, 기존 화학항암제의 제한적인 치료효과를 개선하는 새로운 치료방을 제시하였다는 점에서 그 의미가 매우 큰 연구임.   |
| 6 | 참여대학원생명      | 이인영  |
|   | 지도교수         | 이근용  |
|   | 논문제목         | Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction   |
|   | 학술지명         | ACS NANO   |
|   | DOI          | 10.1021/acsnano.2c04108  |
|   | 대표연구업적물의     | 이산화탄소를 생성하는 지방세포 표적형 나노입자를 이용하여 국소 지방조직을 감소  |

|   |              |   |
|---|--------------|---|
|   | 우수성          | 시키는 효과를 확인하였음. 이는 안전하고 효과적인 지방 용해제로서 치료 및 미용 목적으로 사용될 가능성을 제시함. 기술이전 기업과 공동 연구를 수행한 사회문제 해결형 실적임(IF 18.027).  |
| 7 | 참여대학원생명      | 김형식   |
|   | 지도교수         | 이동운   |
|   | 논문제목         | A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma  |
|   | 학술지명         | NATURE COMMUNICATIONS   |
|   | DOI          | 10.1038/s41467-023-38451-3  |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 1.0 $\mu$ m 발광 나노입자로서 네오디뮴(Nd)-이터븀(Yb), 즉, Nd-Yb가 코팅된 나노물질(물가열 나노입자(NP))를 사용하여 다형성 교모세포종을 중앙 표적하는 새로운 방법을 개발해냄. 다기능 나노물질 기반 치료법 중 실시간 영상 유도 PTT는 최소한의 침습성과 현장 조작의 편의성으로 인해 유망한 전략으로 간주되고 있음. 근적외선 프로브를 시간 분해능 발광 이미징 기술에 적용하여 자가 형광, 배경 간섭등의 교란 발광 신호 없이 실용화에 할 수 있는 방법을 개발하였음. 이러한 나노물질이 뇌종양 치료의 전반적인 효과를 향상시킬 수 있는 나노소재가 될 것으로 기대됨. |
| 8 | 참여대학원생명      | 김민경, 이영기  |
|   | 지도교수         | 이민형   |
|   | 논문제목         | Delivery of self-replicating messenger RNA into the brain for the treatment of ischemic stroke  |
|   | 학술지명         | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE   |
|   | DOI          | 10.1016/j.jconrel.2022.08.049   |
|   | 대표연구업적물의 우수성 | 최근 RNA를 유전물질로 이용하여, 백신이나 유전자의약품 개발에 많은 연구가 이루어져 왔음. RNA는 DNA와는 달리 안정성이 높지 않고, 발현기간이 길지 않아서, 비교적 장기적인 유전자발현이 필요한 치료제로서는 적합하지 않음. 이 연구에서는 RNA가 스스로 복제할 수 있는 요소를 도입함으로써, 세포안으로 이입된 RNA가 스스로 복제되어 장시간 발현을 할 수 있는 시스템을 구축하였음. 이를 통하여, 유전자의약품의 발현/치료 효율을 높일 수 있는 기반기술을 확보하였음.   |

○ 연구수월성 제고를 위한 향후 추진계획

- 연구장학금 지급 유지: 한양대학교 교비 장학금, BK21 장학금, 연구비 장학금 등을 제공함으로써, 등록금과 생활비를 지원하여 연구에 집중할 수 있는 여건 마련.
- 인센티브제도 유지: 대학원생 및 신진연구인력이 제1저자로 SCI급 국제학술지에 논문을 게재하는 경우, 평가를 통하여 BKFOUR 우수논문상 및 소정의 인센티브(장학금 성격) 수여.
- 연구활동 평가 및 피드백 제공: 대학원생들의 연구를 사업단 워크샵 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 |                |  |
|------|----------------|--|
| 1    | 참여 대학원생명       | 김민정, 김지수, 서유하  |
|      | 지도교수           | 김용희  |
|      | 발표제목           | 본 발표는 지방조직 내부의 HO-1 유전자를 조절하여 비만치료를 효과적으로 유도할 수 있음을 밝혔는데, 이러한 사실을 바탕으로 비만치료 전략에 대한 폭넓은 관심을 이끌어낼 수 있음.  |
|      | 학술대회명          | CRS2023 annual meeting & exposition  |
|      | 학술대회 기간        | 2023.07.24.~2023.07.28   |
|      | 발표실적의 적합성과 우수성 | 본 발표는 지방조직 내부의 HO-1 유전자를 조절하여 비만치료를 효과적으로 유도할 수 있음을 밝혔는데, 이러한 사실을 바탕으로 비만치료 전략에 대한 폭넓은 관심을 이끌어낼 수 있음.  |
| 2    | 참여 대학원생명       | 이은진  |
|      | 지도교수           | 신흥수  |
|      | 발표제목           | Spheroids-laden hydrogel with spatially confined delivery of signaling molecules for engineering 3D complex tissue   |
|      | 학술대회명          | 2023년 재생의학 재료 국제심포지엄 생체재료 및 제어방출학회 연례회의  |
|      | 학술대회 기간        | 2023.08.31~2023.09.03  |
|      | 발표실적의 적합성과 우수성 | 스페로이드와 하이드로젤은 3D 골연골 조직을 모사하기 위해서 연구된 바가 있음. 하지만 하이드로젤 내 스페로이드의 불균일한 분포, 제한된 cell-sprouting, 분화 유도 인자들의 비효율적인 전달, 탈분화, 계면의 박리는 효과적인 3D 복합 조직의 재생을 방해함. 본 발표에서, 인간 지방 유래 줄기세포의 분화를 공간적으로 제어하여 골연골 조직을 모방할 수 있는 복합 스페로이드 함유 이중층 하이드로젤을 개발한 연구를 소개하였음. Gelatin methacryloyl 하이드로젤의 스페로이드 크기와 기계적 강도를 최적화하여 세포가 하이드로젤 내에서 균일하게 발아함을 확인하였고, transforming growth factor $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$ ) 또는 bone morphogenetic protein 2(BMP-2)를 고정하는 섬유를 스페로이드 내에 함유하여 세포의 연골 또는 골 분화를 각각 유도함을 확인함. 이중층 하이드로젤을 제작 후 세포 발아로 인해 두 하이드로젤 층 사이의 접착력이 향상되었고, 스페로이드 내에 BMP-2를 공간적으로 제어하여 전달하면 골 형성 유전자 발현이 확인되었고 반면 TGF- $\beta 1$ 신호에 의한 분화 유도로 인해 연골 층에서 연골 세포로 분화됨을 확인함. 본 발표를 통해 복합 스페로이드 함유 하이드로젤이 골연골 조직의 생체 제작에 사용될 수 있음과 적절한 생체 분자를 전달하여 다른 복잡한 조직을 엔지니어링하는 기술을 제시함. |
| 3    | 참여 대학원생명       | 김주희  |
|      | 지도교수           | 윤채옥  |
|      | 발표제목           | Oncolytic Adenovirus in Combination with PD-L1-targeted Radiotherapy Exert Synergistic Antitumor Effect Against Pancreatic Cancer  |
|      | 학술대회명          | 2023 ASGCT (미국유전자치료세포학회)   |
|      | 학술대회 기간        | 2023.05.15.~2023.05.21   |
|      | 발표실적의 적합성과 우수성 | 본 연구는 기존 PD-L1 표적 RIT(radioimmune therapy)의 한계를 항암바이러스와의 병용전략을 통해 극복하고자 항암면역 유전자와 세포외기질 분해 유전자를 동시에 발현하는 항암바이러스 HY-oAd를 적용하였음. 결과적으로 HY-oAd는 췌장암에서 PD-L1의 발현을 증가시키고 이에따른 PD-L1 항체의 표적효율을 크게 증가시켰으며, PD-L1 targeting RIT와 병용요법을 통해 췌장암 종양모델에서 강력한 항암효과를 관찰 할 수 있었음. 이러한 결과는 HY-oAd를 통해 췌장암 치료한계를 극복하고 임상에 적용가능한 항암면역치료제의 치료효과를 극대화 하는 방안으로 췌장암치료의 새로운 대안이 될수 있을 것이라 사료됨   |

|   |                |  |
|---|----------------|--|
| 4 | 참여 대학원생명       | 이인영  |
|   | 지도교수           | 이근용  |
|   | 발표제목           | Surface-functionalized polymer nanoparticles for localized fat reduction   |
|   | 학술대회명          | ESB 2022   |
|   | 학술대회 기간        | 2022.09.04~2022.09.08  |
|   | 발표실적의 적합성과 우수성 | 지방세포를 표적하는 이산화탄소 가스 생성 나노입자를 이용하여 지방조직의 효과적인 감소를 확인한 내용을 바탕으로 해당 학술대회를 통해 발표하였고, 이 연구결과는 2023년도 1월 ACS NANO에 발표되었음(IF 18.027). |

#### ○ 추진계획

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

## 4. 신진연구인력 현황 및 실적

### 1) 신진연구인력의 지원 성과

#### ○ 박사후연구원: 박춘선 박사

- 논문 실적: (2022년 11월 15일) Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy, BIOMATERIALS SCIENCE
- 논문 실적 : (2023년 5월 2일) Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury, BIOMATERIALS SCIENCE

#### ○ 박사후연구원: 김충구 박사

- 논문 실적: (2023년 1월 1일) Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction, ACS NANO

#### ○ 박사후연구원: 김형식 박사

- 논문 실적: (2022년 9월 7일) Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring, THERANOSTICS
- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma, BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT
- 논문 실적: (2023년 2월 22일) Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor, JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE
- 논문 실적: (2023년 5월 13일) A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma, NATURE COMMUNICATIONS
- 논문 실적: (2023년 5월 20일) Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy, BIOMATERIALS RESEARCH
- 논문 실적: (2023년 5월 28일) Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity, SMALL
- 논문 실적: (2023년 8월 19일) Photosensitizing deep-seated cancer cells with

photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles, ADVANCED SCIENCE

○ 박사후연구원: 이진규 박사

- 논문 실적 : (2022년 9월 16일) Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells, MACROMOLECULAR BIOSCIENCE

(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 참여유도

• 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영

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

## 5. 참여교수의 교육역량 대표실적

### ○ IC-PBL+ 교과목 개발

| 순번 | 교과명           | 참여기업                   | 강의 개요서   |
|----|---------------|------------------------|--|
| 1  | 응용핵산생화학       | (주)테라베스트               | <ul style="list-style-type: none"> <li>급성폐손상은 바이러스, 박테리아 등의 감염 및 허혈/재관류에 의한 손상 등 다양한 원인으로 발생하는데, 싸이토카인 폭풍과 같은 심각한 염증반응을 일으켜, 환자의 생명을 위협하는 심각한 질환임.</li> <li>내용: 엑소좀을 이용하여 치료 약물을 흡입을 통하여 염증성 폐 질환 환자에게 주입하여, 치료효과를 유도하는 새로운 치료기술 개발을 시도함.</li> </ul>   |
| 2  | 항암바이러스 연구개발실습 | (주)진메디신                | <ul style="list-style-type: none"> <li>생명공학과 유전자치료연구실과 (주)진메디신이 상호 연계한 수업 운영을 통해, 항암바이러스의 기초연구 및 응용개발에 대한 이해를 바탕으로 창의적인 신약개발 연구전략을 수립, 수행할 수 있는 과학인재를 양성하고자 함.</li> <li>항암바이러스 연구개발에 적용되는 실제적 연구기술 (유전자 클로닝, 생체 내/외 효율성 검증, 면역 유전자 치료제 개발, 전신투여형 바이러스 개발)을 직접 경험하고 그 결과를 분석하는 활동 등을 통해 항암바이러스 연구에 관한 기초지식을 전수함.</li> </ul>   |
| 3  | 생명공학실험학       | (주)알티엠,<br>(주)슈퍼노바 바이오 | <ul style="list-style-type: none"> <li>현재 바이오업계에서 요구되는 몇몇가지의 문제를 제시하고 이를 해결하는 방법을 대학원생들이 직접 해결해 봄으로써 생명공학실험학 전반에 대한 이해를 증진함.</li> <li>내용: 패치를 이용한 백신 개발, 세포면역을 이용한 바이러스 예방방법의 개발, 엑소좀을 이용한 치료유전자 전달 방법, 세포치료를 응용한 기능성 화장품의 개발 등 기업에서 제기된 바 있는 실제 문제들을 학생들이 풀어봄으로써 관련 지식의 실용화와 심화를 유도함.</li> </ul>  |
| 4  | 바이오창업의 이해     | (주)크리액티브 헬스            | <ul style="list-style-type: none"> <li>대학원생들이 진행 중인 연구 혹은 관련 내용을 중심으로 창업을 한다는 전제 하에 자신의 연구 주제를 실제 사업 모델로 만들어 기획하고 사업계획서를 작성해 보는 것까지 해보고자 함.</li> <li>내용: 국내 최초 바이오 전문 컴파니 빌더인 (주)크리액티브헬스의 다양한 경험에서 얻어진 실질적인 문제들을 학생들에게 알려주고, 특허 확보 및 관리 그리고 문제 해결형 제품도출과정들을 실제 바이오컴파니의 사례를 통하여 공부하고 이를 통하여 얻어진 지식을 기반으로 학기초 부여한 문제를 스스로 해결해보는 방식으로 진행함. (주)크리액티브헬스와 같이 모의 IR을 학생들이 진행하는 방식으로 진행함.</li> </ul> |
| 5  | 생화학특론2        | (주)시그넷 바이오텍            | <ul style="list-style-type: none"> <li>펩티드/핵산 약물의 생화화학적 특성과 뇌조직의 생리학적인 특성으로 인하여, 뇌로의 바이오의약품의 전달은 효율이 매우 낮아서, 효과적인 치료제 개발에 어려움을 겪고 있다. (주)시그넷바이오는 뇌로의 약물전달기술을 개발하는 함으로써, 효과적인 뇌질환 바이오의약품 개발에 노력하고 있다.</li> <li>내용: 뇌로의 바이오의약품 전달 효율을 개선하기 위한 새로운 전달체 및 전달기술의 개발</li> </ul>  |
| 6  | 분석생화학         | (주)시그널바이오              | <ul style="list-style-type: none"> <li>생명현상 및 질환기작 연구를 위하여 필요한 생화학적 분석기법 및 단백질의 구조기능을 연구하기 위한 기기분석에 중점을 두며 X-선 결정학, Cryo EM, Mass spectrometry, NMR 등의 원리와 적용방법을 습득하고 특히 생명공학기업의 프로젝트에서 자주 만나게 되는 분석생화학적인 질문들을 해결할 수 있는 역량을 개발하도록 함</li> </ul>   |

|   |        |                      |   |
|---|--------|----------------------|---|
|   |        |                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>내용: 기업의 바이오신약 개발에 사용되는 단백질구조정보 분석 전략, 단백질제품의 생산 및 품질관리를 위한 단백질 분석전략, 질환치료에 사용될 수 있는 유용단백질 설계 전략을 기업의 니즈와 연결하여 학습함</li> </ul>   |
| 7 | 생체재료특론 | (주)슈퍼노바 바이오          | <ul style="list-style-type: none"> <li>약물전달, 유전자치료, 생체조직공학, 줄기세포이식 등 최신 생명공학분야에 사용되는 생체재료의 기본적인 요건과 물성에 관하여 이해하고, 바이오의약 산업현장에서 필요한 환자 맞춤형 생체재료의 설계가 가능한 능력을 갖추는 것을 수업 목표로 함.</li> <li>내용: 바이오의약 분야에서 사용되는 생체재료의 안전성 및 효용성을 향상시킬 수 있는 기술 개발. 특히, 약물전달 및 재생의약 분야의 환자 맞춤형 생체재료 제조기술 개발 등을 현재 기업이 가지고 있는 문제를 해결하는 방식으로 진행함.</li> </ul>  |
| 8 | 단백질설계  | (주)시그널바이오,<br>(주)지뉴브 | <ul style="list-style-type: none"> <li>단백질의 응용분야는 바이오신약, 신기능물질, 인공전사인자, 합성생물학 등 다양한 분야에 적용될 수 있으며 그간의 축적된 단백질 구조기능 연구의 지식을 통하여 다양한 단백질을 설계하는 것이 가능해 지고 있다. 유용 단백질을 설계하는 데 있어서 단백질의 표면잔기를 치환하거나 새로운 단백질 골격을 설계하는 전략이 사용된다. 이때 단백질의 구조정보를 활용하는 것이 성공적인 단백질설계에 필수적임</li> <li>내용: 학생들은 본 강의를 통하여 삼차구조기반 단백질설계의 원리와 적용방법을 습득하고 생명공학기업의 프로젝트에서 자주 만나게 되는 바이오신약 및 유용단백질 개발을 위한 다음과 같은 단백질 설계 관련 질문들을 해결할 수 있는 역량을 기르게 된다. (i) 단백질의 원자수준 구조정보를 알아내는 전략, (ii) 단백질 제품의 생산 및 품질관리를 위한 단백질 설계 전략, (iii) 질환 치료 및 산업적으로 사용될 수 있는 단백질 설계 전략을 학습함.</li> </ul> |

○ 향후 추진 계획

- 4차년도 IC-PBL+ 2 과목이 추가되어 8과목의 IC-PBL+ 교과목이 운영 주임.
- 향후 지속적 유지 및 추가개설을 통하여, 8과목 이상의 IC-PBL+ 과목을 운영할 계획임.

## 6. 교육의 국제화 전략

### ① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

|  |
|--|
| <p>(1) 교육 프로그램 국제화 성과</p> <p>○ 해외 연구소/산업체 교류를 통한 단기연수 프로그램</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 COVID-19 감염증으로 인하여 해외 단기연수 프로그램은 보류된 상태임.</li> <li>- 단기 연수를 협력 프로그램의 위하여, 신규 양해각서 체결 <ul style="list-style-type: none"> <li>미국 유타대학교 바이오메디컬 마이크로노시스시스템연구소 (BMNS Lab)과 2021년 7월 21일에 신규 양해각서 (MOU) 체결</li> </ul> </li> </ul> |
|--|

○ 해외학자 활용

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

○ 국제 심포지엄의 개최

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

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

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

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

**Online Seminar (2022년 3월 24일)**

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

○ 해외 우수 유학생 유지

- 외국인 대학원생 현황
  - 장전옥 (중국): 박사과정 (2020.09.01. - 현재)
  - 조악빈 (중국): 석사과정 (2020.09.01. - 현재)
  - 최영금 (중국) : 석사과정 (2021.09.01. - 현재)
  - 호브영티탄수안 (베트남) : 박사과정 (2021.09.01. - 현재)
  - 초오 (중국) : 석사과정 (2021.09.01. - 현재)
  - 프리실라리아 (인도네시아) : 박사과정 (2023.03.01. - 현재)

**(2) 교육 프로그램의 국제화 추진계획**

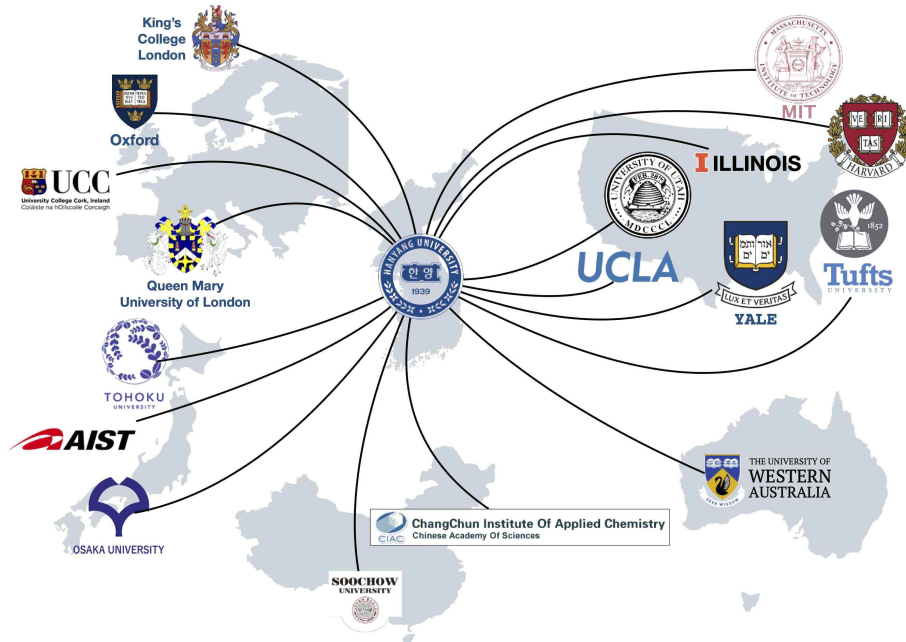
○ 해외 연구소/산업체 교류를 통한 단기연수 프로그램 추진

- 사업단 차원의 해외연수 프로그램 관리: 교수 개개인이 진행하던 해외 대학들과의 국제공동 연구 및 연수 프로그램을 사업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화
- 국제 연구인턴십 프로그램 활성화: 해외 연구기관과 MOU를 체결하고, 해외기관 파견의 질적 향상과 성과 증가를 유도함. 단기연수(15일 이내)를 지속적으로 계속 진행.
- 2022년 현재, 대학원생 단기연수가 가능한 해외공동연구대학은 다음과 같고, 지속적으로 확충할 예정이다.
  - 일본 Osaka University, Tohoku University, Tokyo Institute of Technology, University of Nagoya, University of Okayama
  - 중국 Soochow University, Changchun Institute of Applied Chemistry
  - 미국 MIT, UCLA, Yale University, University of Utah, University of Illinois, Urbana-Champaign,



University of Pittsburgh, Harvard University, Rice University, Tufts University

- 유럽 University of Oxford, King's College London, Cork Cancer Research Centre, Queen Mary University of London
- 호주 University of Western Australia (Department of Anatomy, Physiology and Human Biology)



#### [대학원생 단기연수 대상 대학]

#### - 현재 진행 예정인 대학원생 단기연수 프로그램

| 단기연수 해외기관  | 단기연수 내용   |
|--|---|
| 미국 University of Utah, Department of Mechanical Engineering, Jay Kim 교수      | Microfluidic chip을 활용하여 ‘조직공학용 자가호흡 소재’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 Yamamoto 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 생명공학과 객원교수로 발령하여 한양대학교에서 교육 활동을 가능하게 함으로써, 대학원 교육의 국제화를 추진함.

- 한양대학교에서는 해외 저명대학의 교수를 객원교수로 임명하는 제도적 지원을 시행하고 있음.
  - 해외 저명과학자 초청세미나를 통하여 대학원생들에게 국제적으로 경쟁력 있는 교육 및 최신 국제학술동향 파악의 기회 제공.
- 대학원생 국제학술회의 발표 지원 계획
- 박사과정학생은 재학 시 매년 1회 해외 학술대회 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, 비자협조 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: 중앙미세환경 내부로의 효과적인 유전자 전달을 위한 전달체를 개발 중임. 특히 중앙미세환경 내부의 단핵식세포를 표적하는 나노입자내부의 유전자 및 약물을 봉입하는 연구를 진행 중임.
- 일본 Tohoku University: Masaya Yamamoto 팀과 공동 연구를 통해, 세포와 세포, 세포와 세포 외 기질 간의 상호작용이 극대화된 3차원 배양법에 대해 폭넓게 고찰하였음. 특히 biomaterial과 세포와의 융합을 이용

한 multi-functional spheroid를 제작하는 방법과 그 응용에 대해 연구 수행 중임.

- 미국 New York University, Columbia University, Indiana University: 간질 치료를 위한 다기능 폴리머와 hnRNPU, DHPS를 발현하는 렌티 바이러스 복합체의 효율적인 뇌 전달 연구를 진행 중임.
- 미국 유타대학교 바이오메디컬 마이크로나노 시스템연구소 (BMNS Lab): 가스 발생 물질, 체세포 반응 평가, 줄기세포 평가, 생체내 이식 연구 등 생체재료기반 바이오칩 시스템 연구개발 분야에서 협력하고 있음.
- 미국 MIT: 중앙 선택적 살상 아데노바이러스를 탑재한 마이크로니들의 조성을 최적화 하여, 아데노바이러스 탑재 마이크로니들로부터 방출된 아데노바이러스의 생물학적 활성이 유지됨을 유전자발현 확인, 복제능 확인, 세포살상능 확인을 통하여 검증하는 연구를 수행하고 있음.

## (2) 참여대학원생 국제공동연구 계획

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

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

- 공동연구 MOU 체결 기관 중심의 장기 파견 확대
  - 기존 공동연구 MOU 체결 기관으로 대학원생을 장기 파견하여 대학원생 국제공동연구를 강화함.
  - 공동연구 MOU 체결 기관
    - 미국 University of California, Irvine, Department of Pharmaceutical Sciences, Young Jik Kwon 교

수와 MTA 체결 후 공동연구 진행 중

- 일본 University of Osaka, Department of Biotechnology의 Masahiro Kino-Oka 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
- 일본 University of Osaka, Department of Applied Chemistry의 Michiya Matsusaki 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
- 중국 Soochow University, 생명공학연구소의 Zhiyuan Zhong 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램 추진
- 중국 Changchun Institute of Applied Polymer의 Xweshi Chen 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 프로그램 추진
- 일본 Tohoku University, Department of Materials Processing의 Masaya Yamamoto 교수와 MOU를 체결하고 대학원생 교류 진행 중
- 일본 Tokyo Institute of Technology, School of Life Science and Technology의 Toshinori Fujie 교수와 MOU를 체결하고 공동연구 진행 중

○ 대학원생 장기 파견이 가능한 국제공동연구 기관의 확대

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

○ 한양대학교 교내 대학원생 국제공동연구 사업 지원 프로그램의 활용

- 교내 ‘해외 공동연구 지원사업’을 활용하여 대학원생 공동연구사업의 확대
  - 해외 공동연구 지원사업의 내용은 다음과 같음.
  - 교육연구단 또는 교수 개인적으로 기관 대 기관 또는 Lab to Lab으로 공동연구, 인력교류협정을 맺는 경우 관련 비용을 매칭 지원하는 사업
  - 지원사항: Lab별 연간 1,000만원 지원

- 조건: 해외 대학, 기관에 장/단기로 인력이 실제로 파견되어야 함
- 결과물 제출조건: 파견인력은 복귀 후 결과보고서 제출
- KIST-HYU 프로그램을 이용한 미국 장기 파견 프로그램의 활용
  - 한양대학교는 KIST와 KIST-HYU program을 설립하여 대학원생과 박사후연구과정생에게 1년간 국비장학금을 지원하여 미국 장기파견 공동연구를 지원하고 있음. KIST-HYU 프로그램을 이용하여 대학원생 공동연구사업을 확대·수행할 예정임.

## □ 연구역량 대표 우수성과

## ○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 20 이상의 상위 논문(Advanced Materials), IF 10 이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering & Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence)을 다수 게재함으로써 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해나가고 있음.
- Dissolvable Self-Locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy: 피부암에 적용될 수 있는 마이크로니들을 활용한 면역항암치료의 새로운 패러다임을 제시함. 면역관문저해제 및 면역활성제의 동시 투여로 효과적인 항종양 효과를 얻어냄. 해당 연구는 Advanced Materials (IF 29.4, WILEY-V C H VERLAG GMB 분야 상위 3%)에 게재하였음 (김용희 교수).
- Intracellular Glucose-Depriving Polymer Micelles for Antiglycolytic Cancer Treatment: 암세포 내 포도당 대사를 제어함으로써 항암치료제로 사용가능한 다 기능성 나노입자와 관련한 연구로서, 암 치료의 새로운 접근법을 제시하였음. 해당 연구는 Advanced Materials (IF 29.4), WILEY-V C H VERLAG GMB 분야 상위 3%)에 게재됨 (이근용 교수).

## ○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년 동안 14건의 특허 등록, 10건의 특허를 출원하였음. 그 중 8건은 국내 특허이며 16건의 국제특허 (미국 및 개별국) 등록 실적을 보유함. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.
- 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음. 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주체의 도출을 유도하고, 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 향상을 추진하고 있음.
- 김용희 교수는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자를 전달하여 지방산의 축적을 효과적으로 줄이는 획기적인 치료전달체를 개발함. 이는 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임 (이중 플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체, 등록일: 20220302, 등록번호: 3483275).

- 류성언 교수는 기존의 치매 치료제들은 뇌혈관장벽 투과의 어려움 때문에 효능이 제한적이었는데 본 특허에서는 뇌혈관장벽을 원활히 투과할 수 있는 항체 및 항체돌연변이의 이용기술을 제공함. 향후 효과적인 치매치료제 및 다른뇌질환 치료제의 뇌전달을 통한 효과적인 치료제 개발에 사용가능함 (PTPSIGMA-FC FUSION PROTEIN AND PHARMACEUTICAL COMPOSITION COMPRISING SAME, 국가: 유럽, 출원일: 20230310, 출원번호 18/044,962).
- 신흥수 교수는 폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체 골조직 재생을 위해 기존에 칼슘, 인산과 같은 골재생 효과를 갖는 미네랄 전달을 위한 바이오미네랄 제작 기술이 있었지만 입자 형성 시간 및 에너지가 많이 소요되어 경제적, 시간적 소모가 심함. 본 연구에서는 이러한 점을 극복하기 위해 모의체액 기반 버퍼에 금속 이온과 빠르게 결합이 가능한 폴리페놀의 조합을 통해 다양한 금속이온과 폴리페놀의 조합으로 코팅, 나노입자 제작이 가능한 방식을 개발하였음. 이를 통해 PCL 나노섬유시트를 미네랄화한 복합체를 제작 후 3차원 줄기세포 구조체와 함께 배양하여 항산화 및 골분화 효능을 확인함. 마우스 두개골 결손 모델을 통해서도 향상된 치료 효과 및 혈관화된 골 조직 재생 효과를 확인함 (폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체, 등록일: 20200615, 등록번호: 10-2020-0072515).
- 윤채옥 교수는 릴랙신 유전자를 포함하는 유전자 전달 시스템 및 릴랙신을 이용한 약제학적 조성물-본 발명에서는 릴랙신 유전자(세포외 기질을 분해하는 유전자)를 발현하는 유전자 전달체를 개발하여 미국특허를 등록하였음. 릴랙신을 발현하는 유전자치료제는 투여된 조직내의 세포외 기질을 분해하고 유전자 치료제의 조직내 분포를 증가시킬 뿐 아니라 약물과 병용투여한 경우 약물의 분포도 증진시키는 강점이 있음. 이는 종양치료 뿐 아니라, 과도한 세포외기질의 발현에 의해 발병되는 다양한 질환(심혈관, 호흡기, 피부질환) 등에 폭넓게 활용될 가능성이 매우 높음 (Gene Delivery System Containing Relaxin Gene and Pharmaceutical Composition Using Relaxin, 국가: 미국, 출원일: 20221028, 출원번호: 17/976,062).
- 이동윤 교수는 제2형 당뇨병 치료하기 위해 락토페린 기반의 유전자 전달체를 개발하여 국내 특허 뿐만 아니라 미국 특허도 등록되었음. 이 락토페린 기반의 유전자 전달체는 경구로 투여 시 소장 상피에 있는 LRP 수용체(락토페린 수용체)를 통하여 체내로 흡수될 수 있으며 표적 유전자를 생체 내로 전달하여 발현시킬 수 있음. 또한 생체적합성 고분자 백분으로 만들어지기 때문에 시간이 지나 스스로 분해되어 부작용이 낮음 (LACTOFERRIN-BASED GENE CARRIER FOR TYPE 2 DIABETES TREATMENT, 국가: 미국, 등록일: 20200326, 등록번호: 16/651,195).

#### ○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원(년)에서 2022.9.1.-2023.9.1.에는 642,298 천원(년)으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년 간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜는 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.

## 1. 참여교수 연구역량

### 1.1 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

<표 3-1> 최근 1년간(2022.9.1~2023.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적

| 항 목                              | 수주액(천원)  |                                    |    |
|----------------------------------|--|------------------------------------|----|
|                                  | 3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적<br>(선정평가 보고서 작성내용) | 최근 1년간(2022.9.1.~2023.8.31.)<br>실적 | 비고 |
| 중앙 정부 연구비 수주 총<br>입금액            | 9,736,456  | 6,422,981                          |    |
| 해외기관(산업체 제외)<br>연구비 수주 총 (환산)입금액 |  |                                    |    |
| 이공계열 참여교수 수                      | 9  | 10                                 |    |
| 1인당 총 연구비 수주액                    | 1,081,828  | 642,298                            |    |

### 1.2 연구업적물

#### ① 참여교수 연구업적물의 우수성

##### ○ 교육연구단 연구의 질적 우수성 및 자체 평가

- 본 교육 연구단에서는 BK21 FOUR 사업을 통하여 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌연구역량을 향상하고자 노력하고 있음.
- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되어지는 추세이며, 본 사업단은 양적 증가뿐 아니라 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하고 있음.
- 사업 선정당시 국제저명학술지 논문 편수는 교수 1인당 5.1편/년이었고, 지난 사업기간 동안 교수 1인당 5.8편/년의 국제저명학술지 (SCI/E - 등재지 제외) 논문을 발표하였음.
- 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0이었고, 2020.09~2021.08 기간 7.075 및 2021.09~2022.08 기간 7.498로 향상하였고, 2022.09~2023.08 기간에는 11.543으로 향상하였음.
- 이는 연구의 양적인 증가와 더불어 질적인 수월성에 대한 가중치가 높아졌음을 보여줌. 특히 지난 연구기간 동안 IF 20이상의 상위 논문 (Advanced Materials) 등에 논문을 게재하여 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있음.
- 선정당시의 목표를 달성하기 위하여 노력이 더욱 필요함. 특히, 상대적 피인용 지수 (FWCI)를 증진시키기 위하여 (1) 산업문제 해결형 연구활동 강화, (2) 대학 및 연구기관 간 공동연구 강화 등이 더욱 활발히 이루어져야하나, 코로나 감염 확산 등으로 인하여 산업체 네트워킹의 어려움, 국제공동연구 및 타 기관과의 공동연구 진행이 위축되는 등의 문제를 안고 있음.

##### ○ 교육연구단 연구의 질적 우수성 향상 계획

- 연구방향 선정, 연구제안서 작성 및 과제 수주에서 바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을



IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계 확립 계획.

○ 교육연구단 연구실적

| 논문제목  | 발표일      | 학술지명  | 참여형태   | 성명       |
|---|----------|---|--------|----------|
| A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma  | 20230513 | NATURE COMMUNICATIONS                           | 공동교신저자 | 이동윤      |
| Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction  | 20230116 | ACS NANO  | 교신저자   | 이근용      |
| Adipocytolytic Polymer Nanoparticles for Localized Fat Reduction  | 20230101 | ACS NANO  | 참여자    | 임태연      |
| Aurozyme: A Revolutionary Nanozyme in Colitis, Switching Peroxidase-like to Catalase-like Activity  | 20230525 | SMALL   | 교신저자   | 이동윤      |
| Biomimetic anti-inflammatory and osteogenic nanoparticles self-assembled with mineral ions and tannic acid for tissue engineering                                       | 20221009 | NANO CONVERGENCE                                | 교신저자   | 신흥수      |
| Biom mineralization of bone tissue: calcium phosphate-based inorganics in collagen fibrillar organic matrices   | 20221015 | BIOMATERIALS RESEARCH                           | 참여자    | 신흥수      |
| Brain-targeted exosome-mimetic cell membrane nanovesicles with therapeutic oligonucleotides elicit anti-tumor effects in glioblastoma animal models                     | 20221118 | BIOENGINEERING & TRANSLATIONAL MEDICINE         | 교신저자   | 이민형      |
| Challenges and progress toward tumor-targeted therapy by systemic delivery of polymer-complexed oncolytic adenoviruses  | 20221010 | CANCER GENE THERAPY                             | 교신저자   | 윤채욱      |
| Chemical Knockdown of Phosphorylated p38 Mitogen-Activated Protein Kinase (MAPK) as a Novel Approach for the Treatment of Alzheimer's Disease                           | 20230301 | ACS CENTRAL SCIENCE                             | 참여자    | 이상경      |
| Cleavage-Responsive Biofactory T Cells Suppress Infectious Diseases-Associated Hypercytokinemia   | 20220901 | ADVANCED SCIENCE                                | 참여자    | 신흥수, 박희호 |
| Composite multi-cellular spheroids containing fibers with pores and epigallocatechin gallate (EGCG) coating on the surface for enhanced proliferation of stem cells     | 20220919 | MACROMOLECULAR BIOSCIENCE                       | 교신저자   | 신흥수      |
| Delivery systems of therapeutic nucleic acids for the treatment of acute lung injury/acute respiratory distress syndrome  | 20230801 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE                   | 교신저자   | 이민형      |
| Dissolvable Self-locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy  | 20221217 | ADVANCED MATERIALS                              | 공동교신저자 | 김용희      |
| Engineered Aurotherapy for the Multimodal Treatment of Glioblastoma   | 20221027 | BRAIN TUMOR RESEARCH AND TREATMENT              | 교신저자   | 이동윤      |
| Enhanced anti-cancer effect using MMP-responsive L-asparaginase fused with cell-penetrating 30Kc19 protein  | 20221003 | ARTIFICIAL CELLS NANOMEDICINE AND BIOTECHNOLOGY | 공동교신저자 | 박희호      |
| Enhanced Immunogenic Cell Death by Apoptosis/Ferroptosis Hybrid Pathway Potentiates PD-L1 Blockade Cancer Immunotherapy   | 20221212 | ACS BIOMATERIALS SCIENCE & ENGINEERING          | 공동교신저자 | 윤채욱      |
| Enhancement of anti-tumor activity in melanoma using arginine deiminase fused with 30Kc19 alpha protein   | 20221013 | APPLIED MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY          | 공동교신저자 | 박희호      |
| Fatty Liver/Adipose Tissue Dual-Targeting Nanoparticles with Heme Oxygenase-1 Inducer for Amelioration of Obesity, Obesity-Induced Type 2 Diabetes, and Steatohepatitis | 20221003 | ADVANCED SCIENCE                                | 교신저자   | 김용희      |

|   |          |                                       |            |             |
|---|----------|---------------------------------------|------------|-------------|
| Free radical-scavenging composite gelatin methacryloyl hydrogels for cell encapsulation   | 20220901 | ACTA BIOMATERIALIA                    | 공동교신<br>저자 | 박희호         |
| Gastrointestinally absorbable lactoferrin-heparin conjugate with anti-angiogenic activity for treatment of brain tumor  | 20230301 | JOURNAL OF CONTROLLED RELEASE         | 교신저자       | 이동윤         |
| Hybrid nanoparticles with cell membrane and dexamethasone-conjugated polymer for gene delivery into the lungs as therapy for acute lung injury                                | 20230502 | BIOMATERIALS SCIENCE                  | 교신저자       | 이민형         |
| Inhibition of DAMP actions in the tumoral microenvironment using lactoferrin-glycyrrhizin conjugate for glioblastoma therapy  | 20230520 | BIOMATERIALS RESEARCH                 | 교신저자       | 이동윤         |
| Intracellular Glucose-Depriving Polymer Micelles for Antiglycolytic Cancer Treatment  | 20230301 | ADVANCED MATERIALS                    | 교신저자       | 이근용         |
| Nanoarchitected Conjugates Targeting Angiogenesis: Investigating Heparin-Taurocholate Acid Conjugates (LHT7) as an Advanced Anti-Angiogenic Therapy for Brain Tumor Treatment | 20230814 | BIOMATERIALS RESEARCH                 | 교신저자       | 이동윤         |
| Nanozyme-based colorimetric biosensor with a systemic quantification algorithm for noninvasive glucose monitoring   | 20220907 | THERANOSTICS                          | 공동교신<br>저자 | 이동윤         |
| Next-Generation 3D Scaffolds for Nano-Based Chemotherapeutics Delivery and Cancer Treatment   | 20221203 | PHARMACEUTICS                         | 참여자        | 이동윤         |
| Photosensitizing deep-seated cancer cells with photoprotein-conjugated upconversion nanoparticles   | 20230814 | JOURNAL OF NANOBIOTECHNOLOGY          | 공동교신<br>저자 | 이동윤         |
| Pulmonary delivery of curcumin-loaded glycyrrhizic acid nanoparticles for anti-inflammatory therapy   | 20221115 | BIOMATERIALS SCIENCE                  | 교신저자       | 이민형         |
| Tailored polyethylene glycol grafting on porous nanoparticles for enhanced targeting and intracellular siRNA delivery   | 20220923 | NANOSCALE                             | 공동교신<br>저자 | 신흥수,<br>박희호 |
| Three-dimensional printing of hyaluronate-based self-healing ferrogel with enhanced stretchability  | 20230101 | COLLOIDS AND SURFACES B-BIOINTERFACES | 교신저자       | 이근용         |

○ 교육 연구단 대표연구업적물 실적 (8편)

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
| 1 | 참여교수명               | 김용희  |
|   | 논문제목                | Dissolvable Self-Locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy |
|   | 학술지명                | ADVANCED MATERIALS   |
|   | DOI                 | 10.1002/adma.202209966   |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 피부암에 적용될 수 있는 마이크로니들을 활용한 면역항암치료의 새로운 패러다임을 제시함. 면역관문억제제 및 면역활성제의 동시 투여로 효과적인 항종양 효과를 얻어냄.             |
| 2 | 참여교수명               | 류성언  |
|   | 논문제목                | Assembly and functional role of mitochondrial respiratory supercomplex                                 |
|   | 학술지명                | BIODESIGN  |
|   | DOI                 | 10.34184/kssb.2023.11.1.1  |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 미토콘드리아의 호흡수퍼컴플렉스의 초저온현미경 구조를 통하여 화학에너지가 생체에너지로 변환될 때 수퍼컴플렉스의 구조 변화와 에너지 커플링이 일어나는 과정을 분석하여 질환 관련성 이해   |
| 3 | 참여교수명               | 박희호  |
|   | 논문제목                | Cleavage-Responsive Biofactory T Cells Suppress Infectious Diseases-Associated                         |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
|   |                     | Hypercytokinemia   |
|   | 학술지명                | ADVANCED SCIENCE   |
|   | DOI                 | 10.1002/adv.202201883  |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 코로나바이러스감염증 2019(COVID-19)과 같은 심각한 전염병은 고세포질혈증과 다발성 장기 부전을 유발할 수 있음. 감염성 질환에 대한 펩타이드 치료제에 대한 수요 증가에도 불구하고, 현재의 소분자 기반 전략은 제한된 반감기와 혈액 내 효소 소화로 인해 여전히 빈번한 투여가 필요함. 이러한 문제를 극복하기 위해 다단계 치료 펩타이드 약물을 면역세포 표면에 지속적으로 발현시키는 전략이 중요해졌으며, 치료 펩타이드를 안정적으로 발현하는 키메라 T 세포를 이용하여 심각한 감염성 질환의 치료를 위해 제시됨. 렌티바이러스 시스템을 사용하여 T 세포는 표면에 매트릭스 메탈로펩티다제-(MMP-) 및 종양 괴사 인자 알파 변환 효소-(TACE-) 반응 절단 부위가 있는 다단계 치료 펩타이드를 발현하도록 조작됨. 효소적 절단은 내피 단백질 C 수용체(EPCR)와 프로테아제 활성화 수용체-1(PAR-1)을 각각 활성화하는 단백질 C(PC-Gla) 도메인의 $\gamma$ -카르복시글루탐산과 트롬빈 수용체 작용제 펩타이드(TRAP)를 방출함. 이러한 키메라 T 세포는 조직 조작된 혈관의 혈관 손상을 예방하고 생체 내에서 고사이토 킨혈증 및 폐 조직 손상을 억제하여 패혈증 및 기타 감염 관련 질병에 대한 조작된 T 세포의 사용에 대한 가능성을 보여줌. Advanced Science(IF 17.521, 분야 상위 5%)에 게재됨. |
|   | 참여교수명               | 신홍수  |
| 4 | 논문제목                | Biomimetic anti-inflammatory and osteogenic nanoparticles self-assembled with mineral ions and tannic acid for tissue engineering  |
|   | 학술지명                | NANO CONVERGENCE   |
|   | DOI                 | 10.1186/s40580-022-00338-2   |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 골조직의 재생은 염증기, 복원기, 재형성기가 복합적으로 일어나는 과정임. 최근 학계에서는 정상적인 골재생을 유도하기 위해서 염증반응을 제어하는 데에 관한 연구가 증가하고 있음. 이에 해당 연구에서는 활성산소를 제거하여 염증을 억제하고, 동시에 골유도 효과를 갖는 나노입자를 개발하고자 함. 타닌산은 양이온과 자발적인 반응을 통해 폴리페놀과 메탈의 구조체 (Metal-polyphenol network)를 형성할 수 있으며, 또한 산화환원 작용을 통해 강력한 항산화 효과를 나타내기에 이를 바탕으로 골재생에 효과적인 나노입자를 개발함. 본 연구에서는 합성한 타닌산-양이온 나노입자를 활용하여 염증 억제 및 골재생 효과를 확인하였음. 그 결과 나노입자의 항산화 효과를 확인하였으며, 이를 통해 복막염 모델에서도 염증을 억제하는 효과를 관찰할 수 있었음. 뿐만 아니라 인간지방유래줄기세포를 활용한 실험에서는 칼슘의 분비량이 증가하고 골분화와 관련된 유전자의 발현량이 증가하는 등, 골분화 효과 또한 갖는 것을 확인함. 골재생 연구에서 염증 반응에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데, 해당 연구에서는 염증성 환경에서 염증을 억제하고 동시에 골재생을 유도할 수 있는 나노입자를 개발함으로써 그 중요성을 입증함. 본 연구는 Nano Convergence (IF: 11.7, 상위 10%)에 게재되었음.                       |
|   | 참여교수명               | 윤채옥  |
| 5 | 논문제목                | Enhanced Immunogenic Cell Death by Apoptosis/Ferroptosis Hybrid Pathway Potentiates PD-L1 Blockade Cancer Immunotherapy  |
|   | 학술지명                | ACS BIOMATERIALS SCIENCE & ENGINEERING   |
|   | DOI                 | 10.1021/acsbmaterials.2c00950.   |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 본 연구에서는 기존의 화학 항암제의 제한적인 치료 효과를 극복하는 방안으로, 화학 항암제인 Doxorubicin이 탑재된 마이셀 표면에 면역원성 세포 사멸을 유도하는 TA-Fe3+를 코팅한 새로운 치료제 (TFDD)를 개발하고, 이에대한 화학적, 생물학적, 면역학적 검증을 수행하였음. 이는 본 연구에서 개발한 TFDD가 ER stress-mediated apoptosis/ferroptosis를 유도하여 강력한 항암면역반응을 유도함을 최초로 검증한 연구결과이며, 기존 화학항암제의 제한적인 치료효과를 개선하는 새로운 치료방을 제시하였다는 점에서 그 의미가 매우 큰 연구임.  |
|   | 참여교수명               | 이근용  |
| 6 | 논문제목                | Intracellular Glucose-Depriving Polymer Micelles for Antiglycolytic Cancer Treatment   |
|   | 학술지명                | ADVANCED MATERIALS   |
|   | DOI                 | 10.1002/adma.202207342   |
|   | 대표연구업<br>적물의<br>우수성 | 암세포 내 포도당 대사를 제어함으로써 항암치료제로 사용가능한 다 기능성 나노입자와 관련한 연구로서, 암 치료의 새로운 접근법을 제시하였음(IF 32.086).   |
|   | 참여교수명               | 이근용  |

|   |             |  |
|---|-------------|--|
| 7 | 참여교수명       | 이동윤  |
|   | 논문제목        | A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma   |
|   | 학술지명        | NATURE COMMUNICATIONS  |
|   | DOI         | 10.1038/s41467-023-38451-3   |
|   | 대표연구업적물의우수성 | 1.0 $\mu$ m 발광 나노입자로서 네오디뮴(Nd)-이터븀(Yb), 즉, Nd-Yb가 코팅된 나노물질(물 가열 나노입자(NP))를 사용하여 다형성 교모세포종을 종양 표적하는 새로운 방법을 개발해냄. 다기능 나노물질 기반 치료법 중 실시간 영상 유도 PTT는 최소한의 침습성과 현장 조작의 편의성으로 인해 유망한 전략으로 간주되고 있음. 근적외선 프로브를 시간 분해능 발광 이미징 기술에 적용하여 자가 형광, 배경 간섭등의 교란 발광 신호 없이 실용화에 할 수 있는 방법을 개발하였음. 이러한 나노물질이 뇌종양 치료의 전반적인 효과를 향상시킬 수 있는 나노소재가 될 것으로 기대됨. |
| 8 | 참여교수명       | 이민형  |
|   | 논문제목        | Brain-targeted exosome-mimetic cell membrane nanovesicles with therapeutic oligonucleotides elicit anti-tumor effects in glioblastoma animal models  |
|   | 학술지명        | BIOENGINEERING & TRANSLATIONAL MEDICINE  |
|   | DOI         | 10.1002/btm2.10426   |
|   | 대표연구업적물의우수성 | 세포막을 이용하여 엑소좀과 유사한 나노소낭을 제조하고, 뇌표적 리간드를 부착하여 정맥투여를 통하여 뇌종양으로 치료핵산을 전달하는 기술을 개발함. 이 개발을 통하여, 1) 엑소좀과 같은 나노소낭을 쉽게 대량 생산할 수 있으며, 2) 뇌조직으로 약물을 표적하여 전달할 수 있고, 3) 나노소낭의 내용물을 조절함으로써, 엑소좀 내용물에 의한 부작용 가능성을 줄였음. 따라서, 뇌종양 표적형 핵산치료제 개발에 기반기술로 이용될 수 있음.   |

② 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2022.9.1.~2023.8.31.))

| 연번 | 대표연구업적물 설명  |
|----|---|
| 1  | 논문 제목 : Dissolvable Self-Locking Microneedle Patches Integrated with Immunomodulators for Cancer Immunotherapy<br>학술지명: ADVANCED MATERIALS<br>면역관문저해제 및 면역조절제를 동시에 탑재한 마이크로니들을 개발하여 기술이전 및 상용화에 활용하고자 함.  |
| 2  | 논문 제목 : Assembly and functional role of mitochondrial respiratory supercomplex<br>학술지명: BIODSIGN<br>미토콘드리아의 호흡수퍼컴플렉스의 초저온현미경 구조를 통하여 화학에너지가 생체에너지로 변환될 때 수퍼컴플렉스의 구조 변환과 에너지 커플링이 일어나는 과정을 분석하여 질환 관련성 이해  |
| 3  | 논문 제목 : Cleavage-Responsive Biofactory T Cells Suppress Infectious Diseases-Associated Hypercytokinemia<br>학술지명: ADVANCED SCIENCE<br>코로나바이러스감염증 2019(COVID-19)과 같은 심각한 전염병은 고세포질혈증과 다발성 장기 부전을 유발할 수 있음. 감염성 질환에 대한 펩타이드 치료제에 대한 수요 증가에도 불구하고, 현재의 소분자 기반 전략은 제한된 반감기와 혈액 내 효소 소화로 인해 여전히 빈번한 투여가 필요함. 이러한 문제를 극복하기 위해 다단계 치료 펩타이드 약물을 면역세포 표면에 지속적으로 발현시키는 전략이 중요해졌으며, 치료 펩티드를 안정적으로 발현하는 키메라 T 세포를 이용하여 심각한 감염성 질환의 치료를 위해 제시됨. 렌티바이러스 시스템을 사용하여 T 세포는 표면에 매트릭스 메탈로펩티다제-(MMP-) 및 중앙 고사 인자 알파 변환 효소-(TACE-) 반응 절단 부위가 있는 다단계 치료 펩타이드를 발현하도록 조작됨. 효소적 절단은 내피 단백질 C 수용체(EPCR)와 프로테아제 활성화 수용체-1(PAR-1)을 각각 활성화하는 단백질 C(PC-Gla) 도메인의 γ-카르복시글루탐산과 트롬빈 수용체 작용제 펩타이드(TRAP)를 방출함. 이러한 키메라 T 세포는 조직 조작된 혈관의 혈관 손상을 예방하고 생체 내에서 고사이토킨혈증 및 폐 조직 손상을 억제하여 패혈증 및 기타 감염 관련 질병에 대한 조작된 T 세포의 사용에 대한 가능성을 보여줌. |
| 4  | 논문 제목 : Biomimetic anti-inflammatory and osteogenic nanoparticles self-assembled with mineral ions and tannic acid for tissue engineering<br>학술지명: NANO CONVERGENCE<br>폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체 골조직 재생을 위해 기존에 칼슘, 인산과 같은 골재생 효과를 갖는 미네랄 전달을 위한 바이오미네랄 제작 기술이 있었지만 입자형성 시간 및 에너지가 많이 소요되어 경제적, 시간적 소모가 심함. 본 연구에서는 이러한 점을 극복하기 위해 모의 체액 기반 버퍼에 금속이온과 빠르게 결합이 가능한 폴리페놀의 조합을 통해 다양한 금속이온과 폴리페놀의 조합으로 코팅, 나노입자 제작이 가능한 방식을 개발하였음. 이를 통해 PCL 나노섬유시트를 미네랄화한 복합체를 제작 후 3차원 줄기세포 구조체와 함께 배양하여 항상화 및 골분화 효능을 확인함. 마우스 두개골 결손모델을 통해서도 향상된 치료효과 및 혈관화된 골조직 재생효과를 확인함.   |
| 5  | 논문 제목: Enhanced Immunogenic Cell Death by Apoptosis/Ferroptosis Hybrid Pathway Potentiates PD-L1 Blockade Cancer Immunotherapy<br>학술지명: ACS BIOMATERIALS SCIENCE & ENGINEERING<br>본 연구에서는 기존의 화학항암제의 제한적인 치료효과를 극복하는 방안으로, 화학항암제인 Doxorubicin이 탑재된 마이셀 표면에 면역원성 세포사멸을 유도하는 TA-Fe3+를 코팅한 새로운 치료제(TFDD)를 개발하고, 이에 대한 화학적, 생물학적, 면역학적 검증을 수행하였음. 이는 본 연구에서 개발한 TFDD가 ER stress-mediated apoptosis/ferroptosis를 유도하여 강력한 항암면역반응을 유도함을 최초로 검증한 연구결과이며, 기존 화학항암제의 제한적인 치료효과를 개선하는 새로운 치료방법을 제시하였다는 점에서 그 의미가 매우 큰 연구임.  |
| 6  | 논문 제목: Intracellular Glucose-Depriving Polymer Micelles for Antiglycolytic Cancer Treatment<br>학술지명: ADVANCED MATERIALS<br>암세포 내 포도당 대사를 제어할 수 있는 다 기능성 나노입자를 개발하여, 기존 바이오의약의 문제점을 해결할 수 있는 효율성과 안전성이 향상된 암 치료의 새로운 접근법을 제시함.   |
| 7  | 논문 제목: A local water molecular-heating strategy for near-infrared long-lifetime imaging-guided photothermal therapy of glioblastoma<br>학술지명: NATURE COMMUNICATIONS<br>1.0μm 발광 나노입자로서 네오디뮴(Nd)-이터븀(Yb), 즉, Nd-Yb가 코팅된 나노물질(물 가열 나노입자(NP))를 사용하여 다형성 교모세포종을 중앙 표적하는 새로운 방법을 개발해냄.<br>이는 다기능 나노물질 기반 치료법 중 실시간 영상유도 PTT는 최소한의 침습성과 현장조작의 편의성으로 인해 유망한 전략으로 간주되고 있음.<br>또한 근적외선 프로브를 시간분해능 발광이미징기술에 적용하여 자가형광, 배경간섭 등의 교란 발광신호 없이 실용화에 할 수 있는 방법을 개발하였음.<br>따라서 이러한 나노물질이 뇌종양치료의 전반적인 효과를 향상시킬 수 있는 나노소재가 될 것으로 기대됨.   |

|   |   |
|---|---|
| 8 | <p>논문제목: Brain-targeted exosome-mimetic cell membrane nanovesicles with therapeutic oligonucleotides elicit anti-tumor effects in glioblastoma animal models</p> <p>학술지명: BIOENGINEERING &amp; TRANSLATIONAL MEDICINE 세포막 기반 나노소낭의 개발과 이를 이용한 핵산약물전달기술의 개발. 엑소좀과 유사한 구조의 세포막 나노소낭을 제조하는 기술을 확립하고, 이를 이용하여 antisense oligonucleotide와 같은 소핵산치료제를 뇌조직에 전달하는 기술을 확립하였음. 이를 통하여, 정맥주사로 약물투여를 통한 뇌종양 핵산치료제의 기반기술을 개발하였음.</p> |
|---|---|

## 2. 연구의 국제화 현황

### ① 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

|   |     |   |
|---|-----|---|
| 1 | 김용희 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 공동조직위원장, 2024년 World Biomaterials Congress (WBC)</li> <li>2. Editorial Member, Biomaterials</li> <li>3. Adjunct professor, College of Chemistry and Chemical Engineering, Soochow University, China</li> </ul>   |
| 2 | 박희호 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. 이사: 2022 Tissue Engineering and Regenerative Medicine – Asia Pacific, 회원관리위원회(2023~)</li> <li>2. 위원: Korea Tissue Engineering and Regenerative Medicine, 한국생체재료학회, 학술위원회(2022~)</li> <li>3. 평의원: The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering(2022~)</li> <li>● 국제학술대회강연</li> <li>1. Cleavage-Responsive Biofactory T Cells Suppress Infectious Diseases-Associated Hypercytokinemia, Biomaterials International 2023, Symposium, Offline(2022.08.01)</li> <li>2. Gamechanger in immune cell therapy: solid tumor treatment technology using CAR-M and application of macrophages, 2023년 한국생물공학회 춘계학술대회(2023 The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering), Offline(2023.04.12)</li> </ul>   |
| 3 | 신흥수 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. Scientific Program Chair: World Biomaterials Congress 2024(2021~)</li> <li>2. International Scientific Advisory Committee, the 32<sup>nd</sup> Annual European Society for Biomaterials Conference, 9월, 2022</li> <li>● 국제학술대회강연</li> <li>1. "Surface Modification of Biomaterials for Tissue Engineering", Advances in Tissue Engineering Short Course, on-line, Rice University, USA, August 9-12, 2023</li> <li>2. Keynote, "Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cells for tissue engineering and regenerative medicine", ISOMRM &amp; BCRS, Tamsui, Taipei, Taiwan (R.O.C), August 31~September 3, 2023</li> <li>3. Keynote, "Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cells for tissue engineering", IPC 2023, Sapporo, Hokkaido, Japan, 2023</li> <li>4. Keynote, "Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cells for tissue engineering and regenerative medicine", GCIM 2023, Jeju, Korea, June 6~9, 2023</li> <li>5. Plenary, "Biomaterials-based delivery of signaling molecules and cells for tissue regeneration", ASBTE 2023, Christ Church, New Zealand, April 12~14, 2023</li> <li>6. Keynote, "Engineering multi-cellular spheroids using bioinspired materials for biofabrication of 3D tissue", Biofabrication meets infection, Wurzburg, Germany, November 23~25, 2022</li> <li>7. Invited, "Engineering multi-cellular spheroid using bioinspired materials for tissue regeneration", 1<sup>st</sup> Asian Conference of Cartilage and Osteoarthritis, Seoul, October 27~28, 2022</li> <li>8. "Engineering multi-cellular spheroid using bioinspired materials for tissue regeneration", TERMIS-AP, Jeju ICC, Korea, October 5~8, 2022</li> </ul> |
| 4 | 윤채옥 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 국제학술 위원회 활동</li> <li>1. Editor: Molecular Therapy, Deputy Editor(2010~), BMC cancer(2010~), Cancer Gene Therapy, Associate Editor(2013~), Oncolytic Virotherapy, Associate Editor in Chief(2017~), BMC Biomedical Engineering, Editorial Virotherapy(2018~)</li> <li>2. Editorial Board Member: Gene Therapy and Regulation, Distinguished member International Advisory Board &amp; Editorial Board member(2010~), Journal of Controlled Release, Board member(2010~), Oxford Centre for Drug Delivery Devices, International Advisory Board Member(2013~), Int J of Cancer Research &amp; Diagnosis, Editorial Board Member(2013~), Advanced Drug Delivery Review, Editorial Board Member(2016~), Regenerative Therapy, Editorial Board Member(2016~), Cells, Editorial Board Member(2020~)</li> <li>3. 겸임교수: The University of Utah, Department of Pharmaceuticals and Pharmaceutical Chemistry, Adjunct Professor(2010~), University of Washington, Medical School, Affiliate Professor (2012~), Sichuan University, Guest Professor (2013~), 연변대부속병원, Guest Professor (2023~)</li> <li>● 국제학술대회강연</li> <li>1. Advancing Oncolytic Adenovirus for Center Gene Therapy, 동국대학교 화학과 / 생체분자화학연구소 세미나(2023.04.10)</li> <li>2. Cancer-targeted gene therapy using oncolytic adenovirus, 서울대병원 세미나(2023.03.29)</li> <li>3. Cancer immunotherapy using nanomaterial-based delivery systems of oncolytic adenovirus(2023.02.02)</li> </ul>  |

|   |     |  |
|---|-----|--|
|   |     | 4. Maximizing Therapeutic Potential of Oncolytic Adenovirus as cancer Immunotherapeutic, 제42차 바이오테크놀로지(대한나노의학회)(2023.01.26)<br>5. Maximizing Therapeutic Potential of Oncolytic Adenovirus as cancer Immunotherapeutic, Cell and Gene Therapy Seminar(2022.11.23)<br>6. Harness Adenovirus for Tumor Targeting by Nanocomplex, IOVC 2022(2022.10.25) |
| 5 | 이동윤 | ● 국제학술 위원회 활동<br>1. Associated editor: Journal of Pharmaceutical Investigation, 한국약제학회(2022~)<br>2. Editor: Biomaterial research (Journal)(2022~)  |

## ② 국제 공동연구 실적

### 1) <표 3-6> 최근 1년간 국제 공동연구 실적

| 연번 | 공동연구 참여자      |   | 상대국<br>/소속기관  | 국제 공동연구 실적   | DOI 번호/ISBN 등<br>관련 인터넷 link<br>주소  |
|----|---------------|---|---|--|-------------------------------------|
|    | 교육연구단<br>참여교수 | 국외<br>공동연구자                             |   |  |                                     |
| 1  | 신흥수           | 전인동,<br>Manz A                          | 독일/KIST-EU  | Integration of bioinspired fibrous strands with 3D spheroids for environmental hazard monitoring                                 | 10.1002/smll.202200757              |
| 2  | 신흥수           | Masaya Yamamoto                         | 일본/Tohoku University  | Sulfobetaine polymers for effective permeability into multicellular tumor spheroids (MCTs)                                       | 10.1039/d1tb02337c                  |
| 3  | 신흥수           | 공현준                                     | 미국/University of Illinois at Urbana-Champaign                                 | Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering | 10.1016/j.jbiomaterials.2021.11.145 |
| 4  | 윤채옥           | Cosette Rivera-Cruz, Marxa L Figueiredo | USA/Purdue University   | Immunotherapy by mesenchymal stromal cell delivery of oncolytic viruses for treating metastatic tumors                           | 10.1016/j.omto.2022.03.008          |
| 5  | 윤채옥           | Renu Wadhwa, Sunil C Kaul               | JAPAN/National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) | Why is mortalin a potential therapeutic target for cancer?   | 10.3389/fcell.2022.914540           |
| 6  | 윤채옥           | Robert E Sobol                          | USA/MultiVir Inc  | Tumor suppressor immune gene therapy to reverse immunotherapy resistance   | 10.1038/s41417-021-00369-7          |
| 7  | 박희호           | Hyunjoon Kong                           | USA/UIUC  | Effects of mechanical properties of gelatin methacryloyl hydrogels on encapsulated stem cell spheroids for 3D tissue engineering | 10.1016/j.jbiomaterials.2021.11.145 |

## ③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

|   |     |  |
|---|-----|--|
| 1 | 류성언 | 미국 University of Texas (Arlington) Department of Bioengineering 학과장인 Michael Cho 교수의 한양대 생명공학과 및 BK사업단 방문, 세미나, 교류협력 논의 (일시: 2023년 6월 13일) (세미나제목: Non-biological approaches for tissue repair: application of computer vision learning pipeline)  |
| 2 | 신흥수 | 2024년에는 Ghent University의 Sandra Van Vlierberghe 교수 연구실과 함께 3차원 스페로이드 탑재 Bio-ink 기반 하이드로겔 제작 및 세포활성 평가 연구 계획함. 주요 내용으로는 하이드로겔 내 3차원 스페로이드 세포 생존율 및 성장 평가, 하이드로겔 내 저산소 조건에서 세포 생존율 높일 수 있는 스페로이드 크기 및 성장인자 도입 연구, Bio-ink 하이드로겔 물리적 강도 조절 방법 및 세포활성 평가, 하이드로겔 내 3차원 스페로이드의 골 분화 능력, 골 단백질/유전자 발현 평가, 3차원 인공 골 조직 형성기술 확립 (3D modeling 평가) 할 것임. |
| 3 | 박희호 | 미국 Harvard Medical School의 Prof. Christian Brendel 교수와 대식세포 기반의 중앙미세환경 조절 및 적응면역세포 자극 개발에 대한 공동연구를 진행할 예정이고 현재 관련 연구 결과에 대한 연구 논문을 작성하고 있음   |

## □ 산학협력 대표 우수성과

## ○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 참여교수 1인당 76,900 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.
- 10건의 산업체 관련 기술자문(콜마홀딩스, 아토플렉스, 지뉴브, 시그널바이오, KCI, L&C BIO, 심플플래닛)등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음.

## ○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 김용희 교수는 (주)커서스바이오를 설립하여 생분해 마이크로니들을 활용하여 화장품과 의약품 분야에서 혁신적인 제품 개발을 진행 중임. 커서스바이오는 2022년 기준으로 약 160억 원의 기술적 가치를 평가받았으며, 2024년부터는 화장품용 마이크로니들 제품을 대량 생산할 계획임.
- 류성언 교수는 뇌혈관장벽 통과효율이 향상된 항 인간 트랜스페린 수용체 항체, 및 이를 이용한 다중특이적 항체 및 약학 조성물: 기존의 치매 치료제들은 뇌혈관장벽 투과의 어려움 때문에 효능이 제한적이었는데 본 특허에서는 뇌혈관장벽을 원활히 투과할 수 있는 항체 및 항체돌연변이의 이용기술을 제공함. 향후 효과적인 치매치료제 및 다른뇌질환 치료제의 뇌전달을 통한 효과적인 치료제 개발에 사용가능한 특허를 등록함.
- 류성언 교수는 (주)시그널바이오 회사를 설립하고 신규개발한 뇌혈관장벽투과기술을 이용하여 기존보다 월등히 효과가 개선된 치매치료제를 개발하고 있음. 치매 이외에 파킨슨병, 헌팅턴병의 치료제 개발에도 적용하고 있음. 본 기술은 트랜스페린 수용체 항체의 구조기반 설계에 따른 것으로 구조기반 단백질 설계 기법을 성공적으로 질환치료제 개발하였음.
- 신흥수 교수는 폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체 골조직 재생을 위해 기존에 갈슘, 인산과 같은 골재생 효과를 갖는 미네랄 전달을 위한 바이오미네랄 제작 기술이 있었지만 입자 형성 시간 및 에너지가 많이 소요되어 경제적, 시간적 소모가 심함. 본 연구에서는 이러한 점을 극복하기 위해 모의체액 기반 버퍼에 금속이온과 빠르게 결합이 가능한 폴리페놀의 조합을 통해 다양한 금속이온과 폴리페놀의 조합으로 코팅, 나노입자 제작이 가능한 방식을 개발하였음. 이를 통해 PCL 나노섬유시트를 미네랄화한 복합체를 제작 후 3차원 줄기세포 구조체와 함께 배양하여 항산화 및 골분화 효능을 확인함. 마우스 두개골 결손 모델을 통해서도 향상된 치료 효과 및 혈관화된 골 조직 재생 효과를 확인함.
- 윤재욱 교수는 틸렉신 유전자를 포함하는 유전자 전달 시스템 및 틸렉신을 이용한 약제학적 조성물-본 발명에서는 틸렉신 유전자(세포외 기질을 분해하는 유전자)를 발현하는 유전자 전달체를 개발하여 미국특허를 등록하였음. 틸렉신을 발현하는 유전자치료제는 투여된 조직내의 세포외 기질을 분해하고 유전자 치료제의 조직내 분포를 증가시킬 뿐 아니라 약물과 병용투여한 경우 약물의 분포도 증진시키는 강점이 있음. 이는 종양치료 뿐 아니라, 과도한 세포외기질의 발현에 의해 발병되는 다양한 질환(심혈관, 호흡기, 피부질환) 등에 폭넓게 활용될 가능성이 매우 높음.
- 이동윤 교수는 제2형 당뇨병 치료하기 위해 락토페린 기반의 유전자 전달체를 개발하여 국내 특허뿐만 아니라 미국 특허도 등록되었음. 이 락토페린 기반의 유전자 전달체는 경구로 투여 시 소장 상피에 있는 LRP 수용체(락토페린 수용체)를 통하여 체내로 흡수될 수 있으며 표적 유전자를 생체 내로 전달하여 발현시킬 수 있음. 또한 생체적합성 고분자 백본으로 만들어지기 때문에 시간이 지나 스스로 분해되어 부작용이 낮음.
- 이동윤 교수는 2021년 1월에 (주)일릭사 파마텍을 설립하였고, 2022년 10월에 벤처기업 인증을 받음.



2022년 11월에 교육부 한국연구재단에서 한국기술지주회사협회장상을 받았음. 2023년 5월 서울시 주관 캠퍼스타운 입주기업으로 선정되었고, VC 투자사로부터 투자금 유치 및 2023년 7월에 중소벤처기업부의 딥테크 팀스과제에 선정되어 신약개발을 충실히 수행 중임.

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

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

## 1. 참여교수 산학협력 역량

### 1.1 연구비 수주 실적

〈표 4-1〉 최근 1년간(2022.9.1.~2023.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 국내외 산업체 및 지자체 연구비 수주 실적

| 항 목                     | 수주액(천원)  |                                    |    |
|-------------------------|--|------------------------------------|----|
|                         | 3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적<br>(선정평가 보고서 작성내용) | 최근 1년간(2022.9.1.~2023.8.31.)<br>실적 | 비고 |
| 국내외 산업체<br>연구비 수주 총 입금액 | 1,803,187  | 769,000                            |    |
| 지자체 연구비 수주 총<br>입금액     | 33,500   | 0                                  |    |
| 이공계열 참여교수 수             | 9  | 10                                 |    |
| 1인당 총 연구비<br>수주액        | 204,076  | 76,900                             |    |

### 1.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

|   |     |  |
|---|-----|--|
| 1 | 류성연 | <p><b>대표 특허 우수성 :</b> 뇌혈관장벽 통과효율이 향상된 항 인간 트랜스페린 수용체 항체, 및 이를 이용한 다중특이적 항체 및 약학 조성물: 기존의 치매 치료제들은 뇌혈관장벽 투과의 어려움 때문에 효능이 제한적이었는데 본 특허에서는 뇌혈관장벽을 원활히 통과할 수 있는 항체 및 항체돌연변이의 이용기술을 제공함. 향후 효과적인 치매치료제 및 다른뇌질환 치료제의 뇌전달을 통한 효과적인 치료제 개발에 사용될 수 있음.</p> <p><b>창업 실적의 우수성:</b>(주)시그널바이오에서는 사업단 연구팀에서 신규개발한 뇌혈관장벽투과기술을 이용하여 기존보다 월등히 효과가 개선된 치매치료제를 개발하고 있음. 치매 이외에 파킨슨병, 헌팅턴병의 치료제 개발에도 적용하고 있음. 본 기술은 트랜스페린 수용체 항체의 구조기반 설계에 따른 것으로 구조기반 단백질 설계 기법을 성공적으로 질환치료제 개발에 응용한 사례임.</p> |
| 2 | 김용희 | <p><b>대표 특허 우수성:</b>이중 플라스미드 벡터를 포함하는 지방세포 표적 비바이러스성 유전자 전달 복합체는 체내의 백색지방세포에 발현하는 프로히비틴을 선택적으로 표적하여 효과적인 항비만 치료를 가능하게 함. 이는 향후 효과적인 항비만 치료제 개발에 활용될 수 있음.</p> <p><b>창업 실적의 우수성:</b>커서스바이오는 생분해 마이크로니들을 활용하여 화장품과 의약품 분야에서 혁신적인 제품 개발을 진행 중이다. 또는, 커서스바이오는 2022년 기준으로 약 160억 원의 기술적 가치를 평가받았으며, 2024년부터는 화장품용 마이크로니들 제품을 대량 생산할 계획임.</p>  |
| 3 | 신흥수 | <p><b>대표 특허 우수성:</b> 폴리페놀 기반의 미네랄 입자가 코팅된 유-무기 복합체의 제조방법 및 이에 따라 제조된 유-무기 복합체. 골조직재생을위해기존에칼슘,인산과같은골재생효과를갖는미네랄전달을위한바이오미네랄제작기술이있었지만입자형성시간및에너지가많이소요되어경제적, 시간적소모가심함.본연구에서는이러한점을극복하기위해모의체액기반버퍼에금속이온과빠르게 결합이가능한폴리페놀의조합을통해다양한금속이온과폴리페놀의조합으로코팅,나노입자제작이 가능한방식을개발하였음.이를통해PCL나노섬유시트를미네랄화한복합체를제작후3차원줄기세포 구조체와함께배양하여항산화및골분화효능을확인함.마우스두개골결손모델을통해서도향상된치료효과및혈관화된골조직재생효과를확인함.</p>   |
| 4 | 윤채욱 | <p><b>대표 특허 우수성 :</b>릴렉신유전자를포함하는유전자전달시스템및릴렉신을이용한약제학적조성물-본발명에서는릴렉신유전자(세포외기질을분해하는유전자)를발현하는유전자전달체를개발하여미국특허를등록하였음.릴렉신을발현하는유전자치료제는투여된조직내의세포외기질을분해하고유전자치료제의조직내분포를증가시킬뿐만아니라약물과병용투여한경우약물의 분포도 증진시키는 강점이 있음. 이는 중앙치료 뿐 아니라, 과도한 세포외기질의 발현에 의해 발병되는 다양한 질환(심혈관, 호흡기, 피부질환) 등에 폭넓게 활용될 가능성이 매우 높음.</p>  |
| 5 | 이동윤 | <p><b>대표 특허 우수성:</b> 제2형 당뇨병 치료하기 위해 락토페린 기반의 유전자 전달체를 개발하여 국내 특허뿐만 아니라 미국 특허도 등록되었음. 이 락토페린 기반의 유전자 전달체는 경구로 투여 시 소장 상피에 있는 LRP 수용체(락토페린 수용체)를 통하여 체내로 흡수될 수 있으며 표적 유전자를 생체 내로 전달하여 발현시킬 수 있음. 또한 생체적합성 고분자 백본으로 만들어지기 때문에 시간이 지나 스스로 분해되어 부작용이 낮음.</p>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <b>창업 실적의 우수성:</b> 일릭사 파마텍(주)은 2021년 1월에 설립되었고, 2022년 10월에 벤처기업 인증 받음. 2022년 11월에 교육부 한국연구재단에서 한국기술지주화사회회장상을 받았음. 2023년 05월 서울시 주관 캠퍼스타운 입주기업으로 선정되었고, VC투자사로부터 투자금 유치 및 2023년 7월에 중소벤처기업부의 딥테크 팀스과제에 선정되어 신약개발을 충실히 수행 중. |
|--|--|--|

### 1.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 최근 1년간(2022.9.1.~2023.8.31.) 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

| 연번 | 참여교수명   | 연구자등록번호 | 세부전공분야 | (지역)산업문제              |
|----|---|---------|--------|-----------------------|
|    | 실적의 적합성과 우수성  |         |        |                       |
| 1  | 윤채옥   |         | 생명공학   | 암유전자 치료제의 개발          |
|    | 본 교수는 25년 이상의 연구노하우를 집결한 암유전자 치료제 개발 전문회사 (주)진메디신을 설립하였으며, 기존기술의 한계를 극복하고 산업적 bottle neck을 해결한 항암 혁신플랫폼에 대한 비임상 및 임상 연구를 수행중임. 이 개발이 성공적으로 이루어지면 First-in-class 상품으로 시장을 점유 할수 있을것이며, 빠른속도로 확장되고 있는 첨단바이오 의약품 시장에서 국가 경쟁력을 높이는 계기가 될것임.                           |         |        |                       |
| 2  | 류성언   |         | 구조생물학  | 인터류킨-2 의 항암제사용 부작용 제거 |
|    | (주)지뉴브 에서는 인터류킨-2를 항암제로 개발하고자 하는데 수용체 알파, 베타, 감마 에 함께 결합하는 경우 면역계를 혼란시켜 부작용을 가져오므로 특정한 수용체에만 결합하도록 인터류킨-2 돌연변이 와 Fc 융합단백질을 구조기반 설계하고 부작용 없는 항암제 선도물질을 제작하였음. 본 연구의 결과를 (주)지뉴브에 기술이전하기로 확정되었고 (계약액 1억원, 선금금 5천만원) 23년말-24년초에 계약예정임                                 |         |        |                       |
| 3  | 박희호   |         | 화학생물공학 | 유도만능줄기세포 기반 배양육 개발    |
|    | 바이오펜테크기업인 (주)심플플래닛은 가축 체세포 유래 기반 배양육을 개발하고자 하나 전사인자/리프로그래밍인자를 바탕으로 하는 역분화줄기세포 제작 및 고도화 설계의 전문성이 부족하여 본 교수에게 협력을 제안하였고 본 교수의 연구팀에서는 동물 특이적 전사인자/리프로그래밍인자를 분석하여 새로운 개념의 가축 유도만능줄기세포제작 플랫폼을 설계 노하우를 기업에 제공하였다. 또한 가축 유도만능줄기세포 기반 배양육의 고도화 및 대량생산을 위한 구조설계를 수행하여 제공함. |         |        |                       |

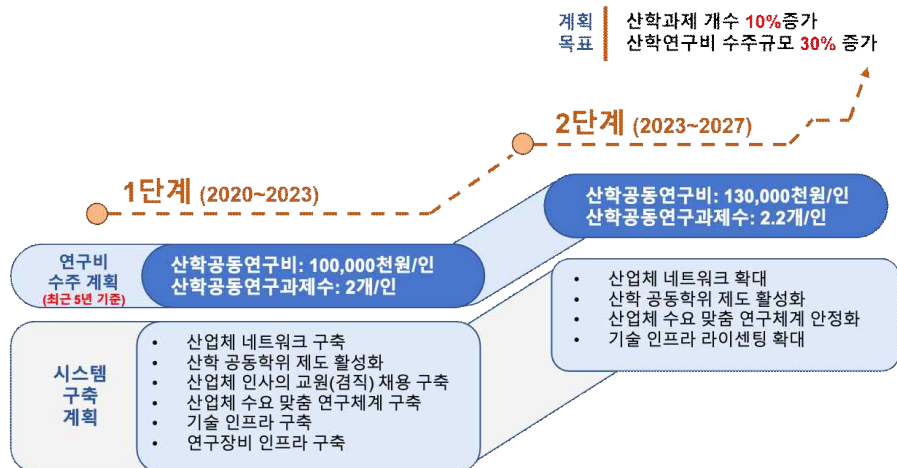
## 2. 산학 간 인적/물적 교류

### 2.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

|                    |
|--------------------|
| ○ 산학 간 인적/물적 교류 계획 |
|--------------------|



### ○ 산학 간 인적/물적 교류 목표



### ○ 산학 간 물적 교류 실적

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

### ○ 산학 간 인적 교류 실적

- 산업체 네트워크 구성: 셀트리온, 셀트리온제약, SK바이오랜드, SK케미칼, 삼성바이오에피스, 삼성바이오로직스, LG생활건강, LG화학, 한미약품, CJ, 대상, 유한양행, 종근당, 종근당바이오, 메디톡스, 동아제약, 동아에스티, 제일약품, 녹십자, 녹십자랩셀, 삼양사, 셀루메디, 파미셀, 휴온스, 한

올바이오파마, 레고캠바이오, 코아스템, 오스템, 대웅제약, 파맵신 등 30 여개 회사와 네트워크를 구축 중임.

- 산학 인적교류는 산학 협정, 자매결연 등과 같은 공식적인 협력관계를 중심으로 산학연 공동연구, 산학연 협동강좌 및 교육프로그램, 학술행사, 산업체 기술지도(자문), 기업 인턴십, 학연산 협동과정, 산학연 위원회 활동, 겸임교수 활용 등 다양한 형태로 계획을 추진하고 있음
- **MOU 신규 체결 기업체 목록:**

| 연번 | 기업명  | 기업 소개  | MOU체결일        |
|----|--|--|---------------|
| 1  | (주)코오롱인더스트리                                | 2010년 설립한 코오롱의 제조사업부문이 분할설립한 회사로써, 합성섬유, 재생섬유, 합성수지, 필름 등의 제조 사업 영위  | 2022년 12월 27일 |
| 2  | (주)시그널바이오                                  | 2019년 설립한 연구개발 중심의 스타트업 회사로써, 뇌혈관장벽 투과기술, 세포신호전달조절기술을 통하여 치매, 암의 치료제 개발  | 2022년 10월 12일 |
| 3  | Department of Mechanical Engineering (MIT) | 화학 및 생물 의공학 분야로 전향하여 약물 전달 및 위장관을 통한 생리학적 감지를 위한 다양한 기술을 개발 영위   | 2023년 01월 08일 |
| 4  | (주)슈퍼노바바이오                                 | 2019년 설립한 연구개발 중심의 스타트업 회사로써, 뇌혈관장벽 투과기술, 세포신호전달조절기술을 통하여 치매, 암의 치료제 개발  | 2023년 07월 21일 |
| 5  | (주)커서스바이오                                  | 정량의 약물전달이 가능한 화장품 마이크로어레이 패치 (여드름 치료, 미백, 주름 개선) 개발 제조 및 연구개발  | 2023년 07월 31일 |
| 6  | (주)진메디신                                    | 2014년 설립한 항암바이러스 유전자 치료제 개발 기업으로, 생명공학 기술을 이용한 바이오 의약품 개발, 항암 바이러스를 이용한 항암 유전자 치료, 암 특이적 항암 바이러스 전신 투약 유전자 치료제 개발 등의 사업 영위 | 2022년 08월 10일 |
| 7  | (주)알티엠                                     | 항체기반의 치료, 진단 및 예방 기술을 개발하는 회사로서, 현재는 폐암 치료용 항체치료제 및 자기조립형 펩타이드를 이용한 펩타이드 백신 개발   | 2023년 08월 02일 |

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

| 순번 | 지도  | 소속구분              | 성명     | 기간                | 산업체명      | 담당자 | 실습 계획  | 실습 내용  |
|----|-----|-------------------|--------|-------------------|-----------|-----|--|--|
| 1  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실      | 프리실라리아 | 23.03.13~23.03.17 | 일렉사파마텍(주) | 박시진 | 유전자발현 분석 평가  | • qRT-PCR 사용기법에 대해서 배우고, 활용시의 문제점과 해결 방안에 대한 지식 습득 |
| 2  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실      | 박세원    | 23.03.13~23.03.17 | 일렉사파마텍(주) | 박시진 | 유전자발현 분석 평가  | • qRT-PCR 사용기법에 대해서 배우고, 활용시의 문제점과 해결 방안에 대한 지식 습득 |
| 3  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실      | 김지현    | 23.08.20~23.08.25 | 심플플래닛(주)  | 유기현 | 세포 수준의 약물 효능 평가 보조   | • 조직세포 배양하는 방법 및 유의 사항 등에 대한 지식 습득                 |
| 4  | 이동윤 | 나노바이오공학융합연구실      | 박영재    | 23.08.20~23.08.25 | 심플플래닛(주)  | 유기현 | 세포 수준의 약물 효능 평가 보조   | • 조직세포 배양하는 방법 및 유의 사항 등에 대한 지식 습득                 |
| 5  | 류성언 | 생명공학단백질구조 및 설계연구실 | 권민경    | 23.1.4~23.2.28    | (주)시그널바이오 | 김명빈 | 1-2주차: 트랜스페린 수용체 이중항체 발현<br>3-4주차: 트랜스페린수용체 이중항체정제 및 뇌혈관장벽 투과 실험 | • 트랜스페린이 이중항체정제, 뇌혈관세포 투과능 평가, 이중항체 생산세포주 선별       |

|    |     |                   |     |                       |            |     |   |   |
|----|-----|-------------------|-----|-----------------------|------------|-----|---|---|
|    |     | 구실                |     |                       |            |     | 5-6주차: 이중항체 생산세포주선별및단일클론성확보조건확립   |   |
| 6  | 류성언 | 생명공학과 단백질 구조설계연구실 | 이혜림 | 23.1.4-23.2.28        | (주)시그널 바이오 | 김명빈 | 1-2주차: anti-hTFR 항체의 암세포 전달 최적화를 위한 아미노산들을 선정하여 변형<br>3-4주차: anti-hTFR 항체들의 세포내 전달 및 세포질로의 방출을 정량적으로 측정<br>5-6주차: 암세포내 전달 능력이 향상된 돌연변이 체를 선별                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• anti-hTFR 항체의 암세포 전달 향상 기술 연구</li> <li>• anti-hTFR의 아미노산 변형</li> <li>• 항체의 결합력 평가</li> <li>• 항체의 세포내 전달 능력 측정</li> <li>• 암세포내 전달 기능이 향상된 돌연변이 항체 선별 기술</li> </ul>  |
| 7  | 신홍수 | 기능성 생체재료 조직공학연구실  | 이정복 | 23.01.02. ~ 23.01.20. | 랩투랩        | 박경환 | 1주차: 줄기세포를 이용한 6,000개의 작은 스페로이드 제작<br>2주차: 나노섬유를 담지한 줄기세포 기반 스페로이드 제작<br>3주차: 줄기세포와 혈관세포의 공배양 스페로이드 제작  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Labsphero를 이용 스페로이드의 세포 담지량 최적화</li> <li>• 나노섬유를 포함한 줄기세포 기반 스페로이드 제작 최적화</li> <li>• 제작한 스페로이드의 하이드로젤의 담지량 최적화</li> <li>• 줄기세포와 혈관세포의 공배양 스페로이드가 들어간 하이드로젤 제작 최적화</li> </ul>   |
| 8  | 신홍수 | 기능성 생체재료 조직공학연구실  | 박은지 | 23.01.02. ~ 23.01.20. | 랩투랩        | 허강무 | 1주차: spheroid 제작을 위한 세포 배양<br>2주차: spheroid 제작을 위한 micro-wellplate의 재료 코팅<br>3주차: 재료로 코팅된 micro-wellplate를 이용해 제작한 spheroid의 분석<br>4주차: 다양한 생체재료를 포함하는 spheroid 제작 및 분석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 골연골 인공 조직 재생을 위한 cell delivery method로 이용</li> <li>• ROS scavenging 효과를 위한 EGCG fiber를 포함하는 spheroid 제작</li> <li>• 줄기세포의 골연골 분화를 위한 재료를 포함하는 spheroid 제작</li> <li>• hydrogel을 이용한 spheroid의 전달</li> </ul>                      |
| 9  | 이근용 | 나노생체재료연구실         | 이인영 | 23.08.14. ~ 23.08.25. | 슈퍼노바 바이오   | 정은주 | 1주차: Lipid-polymer nanoparticle 제조 조건 및 protocol 확립<br>2주차: Lipid-polymer nanoparticle 제조 및 quality test  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lipid-polymer nanoparticle 제작을 위한 double emulsion method 조건 확립</li> <li>• 제작된 nanoparticle의 quality test</li> <li>• 지방세포로의 약물 전달 효율 측정</li> <li>• 지방세포에 적용할 약물 농도 최적화 및 효능 검증</li> <li>• 다른 세포주와 의약품 전달 효율 비교 평가</li> </ul>    |
| 10 | 이근용 | 나노생체재료연구실         | 배유림 | 23.01.02. ~ 23.01.13. | 슈퍼노바 바이오   | 정은주 | 1주차: Liposarcoma 치료용 nanoparticle 제조 조건 및 protocol 확립<br>2주차: Nanoparticle 제조 및 quality test  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanoparticle 제조를 위한 double emulsion method 조건 확립</li> <li>• Liposarcoma의 membrane에 prohibitin 단백질 발현 확인</li> <li>• 제작된 nanoparticle의 quality test</li> <li>• Liposarcoma로 의약품 전달 효율 측정</li> <li>• 약물 농도 최적화 및 효능 검증</li> </ul> |
| 11 | 윤채욱 | 유전자 치료연구실         | 김영범 | 23.01.02 ~ 23.01.20.  | 진메디신       | 안효민 | 1주차: 항암 바이러스 벡터 제작 이론 공부, 실습 및 응용<br>2주차: 바이러스 정제 및 분석<br>3주차: Invitro에서 치료유전자 발현 및 항암 효과 평가  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 치료유전자를 탑재한 항암 아데노바이러스 개발</li> <li>• 벡터 제작 및 클로닝 최적화</li> <li>• 아데노바이러스의 Infection 및 Harvest 조건 최적화</li> <li>• Virus 정제 과정 최적화</li> <li>• 바이러스의 titer 측정</li> <li>• 바이러스의 치료유전자 발현 효율 및 항암 효과 평가</li> </ul>                     |
| 12 | 윤채욱 | 유전자 치료연구실         | 이창범 | 23.01.30 ~ 23.02.17.  | 진메디신       | 안효민 | 1주차: 항암 바이러스 벡터 제작 이론 공부, 실습 및 응용<br>2주차: 바이러스 정제 및 분석  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 치료유전자를 탑재한 항암 아데노바이러스 개발</li> <li>• 벡터 제작 및 클로닝 최적화</li> <li>• 아데노바이러스의 Infection</li> </ul>   |

|    |     |                   |     |                       |       |     |                                      |   |
|----|-----|-------------------|-----|-----------------------|-------|-----|--------------------------------------|---|
|    |     |                   |     |                       |       |     | 석<br>3주차:Invitro에서치료유<br>전자발현및항암효과평가 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 및 Harvest 조건 최적화</li> <li>• Virus 정제 과정 최적화</li> <li>• 바이러스의 titer 측정</li> <li>• 바이러스의 치료유전자 발현 효율 및 항암 효과 평가</li> </ul> |
| 13 | 박희호 | 세포 및 나노치료제 공학 연구실 | 조현진 | 23.01.02. ~ 23.01.13. | 심플플래닛 | 유기현 | 1주차: 지식습득<br>2주차:세포내유전자전달 관련실습       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포 내 유전자 전달 및 리프로그래밍에 대한 기본 지식 습득</li> </ul>   |
| 14 | 박희호 | 세포 및 나노치료제 공학 연구실 | 이지현 | 23.07.03. ~ 23.07.14. | 심플플래닛 | 유기현 | 1주차: 지식습득<br>2주차:세포주제작관련실습           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세포주 제작 및 분리정제에 대한 기본 지식 습득</li> </ul>  |

• 기업 연구원의 대학 겸임-초빙교수 임용 추진

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

• 교원의 기업체 기술 개발 참여 성과

| 순번 | 교수  | 산업체명      | 기간              | 자문 내용   |
|----|-----|-----------|-----------------|---|
| 1  | 이민형 | (주)콜마홀딩스  | 2023.05         | 박테리아 EV의 바이오의약품개발에 대한 자문                                      |
| 2  | 이동윤 | (주)아토플렉스  | 2023.02         | 신속진단키트의 센싱 개선에 대한 자문  |
| 3  | 류성언 | (주)지뉴브    | 2021.01-2022.12 | 구조기반설계를 통하여 인터루킨-2를 이용한 부작용 최소화하는 항암제 선도물질 개발                 |
| 4  | 류성언 | (주)시그널바이오 | 2022.01-2023.09 | 항체의 구조기반설계를 통하여 치매치료제가 뇌혈관장벽을 효과적으로 투과하여 효능을 최적화할 수 있는 기술을 개발 |
| 5  | 신흥수 | KCI       | 2023.01~2022.06 | KCI 가 현재 선도하는 화장품 원료 시장에 대한 현황 보고 및 의료/바이오 메디칼 영역 확대기회 자문     |
| 6  | 윤채옥 | L&C BIO   | 2022.11         | 콜라겐사용조직보충제 메가카티(MegaCarti®)에 대한 CRO 의뢰에 대한 자문                 |
| 7  | 박희호 | (주)심플플래닛  | 2023.03~2023.06 | 배양육 대량생산에 대한 근육세포 부유배양 의뢰에 대한 자문                              |

• 산업체 기술이전 실적

| 계약명                                 | 기술<br>형태 | 발명자 | 계약<br>시작일 | 이전 기업명 | 거래<br>유형 | 기술료<br>수취방식    | 정액기술료<br>(계약) | 경상<br>기술료 |
|-------------------------------------|----------|-----|-----------|--------|----------|----------------|---------------|-----------|
| 양친성 펩타이드를<br>이용한 수용성 항원의<br>미립자화 방법 | 특허       | 임태연 | 2023.08   | 알티엠플   | 양도       | 정액기술료<br>(일시불) | 20,900,000    | -         |

• 산업체 공동연구 실적

| 연<br>번 | 참여교수 | 참여기업       | 공동연구 내용   | 연구시<br>작일자     | 연구종<br>료일자     | 연구비 (천원,<br>VAT포함) |
|--------|------|------------|---|----------------|----------------|--------------------|
| 1      | 윤채욱  | (주)진메디신    | 고분자결합 아데노바이러스 면역<br>유전자치료제 개발                                     | 2020.0<br>4.01 | 2025.0<br>3.31 | 330,000            |
| 2      | 윤채욱  | (주)진메디신    | 아데노바이러스 Surrogate를 이용한<br>마우스 종양모델에서의 안전성/유효성<br>검증               | 2022.0<br>1.01 | 2022.0<br>6.30 | 250,000            |
| 3      | 윤채욱  | (주)디앤디파마   | 바이러스 사용 혈액뇌장벽(BBB) 투과<br>시험                                       | 2022.0<br>7.01 | 2022.1<br>0.31 | 35,000             |
| 4      | 박희호  | (주)엠디문     | CAR-T 세포유래 나노베시클<br>엔지니어링을 통한 종양 미세환경<br>침투 및 면역 항암 광역학 치료제<br>개발 | 2022.1<br>2.21 | 2023.1<br>2.21 | 55,000             |
| 5      | 이근용  | (주)슈퍼노바바이오 | 제조 약물의 항암효과 분석  | 2023.0<br>8.01 | 2023.1<br>1.30 | 44,000             |



## 교육역량 영역 평가 - 이민형 교수 [한양대학교]

| 등급 | A   | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|---|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <p>- 본 사업단은 6가지 분야에 중점을 두고 교육과정 개선사업을 진행하였음. 그 결과로 4차년도에는 다음과 같은 명확한 성과를 보여주었음.</p> <p>1) IC-PBL+ 과목 확충하여 당초 목표로 한 8개 과목의 IC-PBL+ 교과목 개설을 달성함. 이를 통한 산업계 연계교육이 활성화됨.</p> <p>2) 박사과정 신입생들의 Lab rotation 제도가 정착되어, 지난 년도보다 많은 학생들이 Lab rotation에 참여하고 다양한 연구주제를 경험할 수 있었음.</p> <p>3) 추가 개설된 교과목을 통하여 학생들이 진로에 맞게 특화된 교육트랙을 수강할 수 있게 되었으며, 특히 학생주도 연구활동 관련과목이 활성화 되었음.</p> <p>4) 기업체 인턴 실습이 강화되어, 보다 많은 학생들이 산업계의 요구사항 및 활동을 경험할 수 있게 되었음.</p> <p>5) 전공융합교육, 학사관리강화 및 창업관련 교육이 유지되었음.</p> <p>종합적으로 4차년도에는 기존보다 교육과정 관련 질적, 제도적 개선이 이루어졌으며, 당초 목표 달성에 많이 접근하였음.</p> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |

## 교육역량 영역 평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

| 등급 | A   | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|---|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <p>- 본 사업단은 빠르게 변화하는 바이오의약 시장에 맞춰 혁신인재 양성을 목표로 교육과정 개선을 진행하였음. 그 결과로 4차년도에 다양한 성과를 보여주었음.</p> <p>(1) 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선 및 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화로 산학 연계교육이 활성화됨.</p> <p>(2) 학부생들의 실험실 인턴 실시를 통한 우수 대학원생 확보 및 박사과정 신입생들의 Lab rotation 제도 정착으로 다양한 연구주제 경험을 통한 진로 선택으로 학생 교육/연구몰입도 증진에 도움을 주었음.</p> <p>(3) 우수 신진연구인력 확보 및 지원으로 학문후속세대 가치 창출 고도화가 되었음.</p> <p>(4) 글로벌 인재 양성을 위한 교육 프로그램의 국제화를 통해 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업을 위한 교육체계가 구축되었음.</p> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |

## 연구역량 영역 평가 - 박희호 교수 [한양대학교]

| 등급 | A   | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|---|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <ul style="list-style-type: none"> <li>본 사업단은 논문의 양적 증가뿐만 아니라 질적 증가를 적극적으로 유도하였으며, 그 결과로 4차년도에는 다음과 같은 명확한 성과를 보여주었음.</li> <li>지난 1년 동안 참여교수 1인당 5.8편/년의 국제저명학술지(SCI/E 등재지 제외) 논문을 발표하였고, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 5.1편/년 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.</li> <li>총 IF에 대한 편수 환산은 2021.09~2022.08 기간 7.498에서 2022.09~2023.08 기간 11.543으로 향상하였음.</li> <li>따라서, 연구의 양적인 증가와 더불어 질적인 수월성에 대한 가중치가 높아진 것을 확인함.</li> <li>특히, IF 20이상의 상위 논문(Advanced Materials), IF 10이상의 상위 논문(Nature Communications, ACS Nano, Advanced Science, Small, Journal of Controlled Release, Journal of Nanobiotechnology, Bioengineering &amp; Translational Medicine, Theranostics, Biomaterials Research, Nano Convergence)을 게재함으로써 연구의 질적 향상을 확인함.</li> <li>코로나 감염 확산 등으로 인하여 산업체 네트워킹의 어려움, 국제공동연구 및 타 기관과의 공동연구가 서서히 풀리면서, 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적, 국제공동연구 실적, 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 등 융복합적 글로벌연구역량도 꾸준히 증가하고 있음.</li> </ul> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |

## 연구역량 영역 평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

| 등급 | A  | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|--|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <p>- 본 사업단은 연구의 질적 향상을 적극적으로 유도하여 4차년도에 다음과 같은 성과를 도출하였음.</p> <p>(1) 논문의 양적 증가뿐만 아니라 질적 향상으로 총 IF에 대한 편수 환산은 3차년도 대비 154% 향상 (7.498 → 11.543) 하였음.</p> <p>(2) IF 20 이상의 상위 논문 (Advanced Materials), IF 10 이상의 상위 논문 (Nature Communications, ACS Nano) 등에 논문 게재를 통해 질적 향상을 보여주었음.</p> <p>(3) 산학연 협력 연구과제 수주 및 참여교수의 다양한 국내외 교류 실적 등이 증가하였음.</p> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |

## 산학협력 영역평가 - 이동운 교수 [한양대학교]

| 등급 | A  | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|--|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <ul style="list-style-type: none"> <li>지난 1년 동안 참여교수 1인당 71,4000 천원의 산학연구비를 수주하여, 1단계 당초 계획인 참여교수 1인당 평균 33,000 천원 대비 초과 수주 실적을 확보하였음.</li> <li>참여 대학원생의 산업체 인턴십/현장실습 프로그램을 성실히 수행 함.</li> <li>학위논문에 대한 산업체 공동지도 실적 달성.</li> <li>10건의 산업체 관련 기술자문(콜마홀딩스, 아토플렉스, 지뉴브, 시그널바이오, KCI, L&amp;C BIO, 심플플래닛) 등을 수행하여, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음.</li> <li>참여교수들의 창업 실적이 우수하고, 산업체 자문 활동을 성실히 수행 중임.</li> <li>참여교수들의 연구비 수주뿐만 아니라 기술이전을 통한 사업화 실적 달성.</li> <li>추후 지속적인 성과가 창출될 것으로 기대됨.</li> </ul> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |

## 산학협력 영역평가 - 유기현 연구소장 [심플플래닛]

| 등급 | A  | ○ | B |  | C |  | D |  | E |  |
|----|--|---|---|--|---|--|---|--|---|--|
| 의견 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업단은 4차년도에 참여교수 1인당 평균 연구비 수주에서 당초 계획 대비 233% 증가(33,000천원 → 76,900 천원)하였음.</li> <li>- 산학협력 프로그램의 지속적인 관리를 통해 학위논문에 대한 산업체 공동지도 실적 달성 및 7건의 산업체 관련 기술자문 등 계획대로 성실히 수행하였음.</li> </ul> |   |   |  |   |  |   |  |   |  |