【신청서요약문】

<신청서 요약문>

<table>
<tr><td rowspan="3">중심어</td><td>바이오 소재</td><td>IoH 진단 소재</td><td>IoH 치료 소재</td></tr>
<tr><td>다중 생체신호 수집 소재</td><td>초고속 신호처리 소재</td><td>생물전자공학기술</td></tr>
<tr><td>자극 감응형 분자 소재</td><td>글로벌 리더 양성</td><td>글로벌 산학연 네트워킹</td></tr>
<tr><td>교육연구단의
비전과 목표</td><td colspan="3">■ 바이오혁신 첨단소재 교육연구단의 비전과 목표
- 비전: “IoH 진단 및 치료 소재 기술의 혁신을 통해 교육과 연구를 선도하고, 산업적 가치를 창출하는 교육연구단”구현
- 목표: IoH 진단 및 치료 소재 기초/응용 분야 세계 20위권 대학원으로 도약
- 각 분야별 전략:
> 교육: 미래 IoH 진단 및 치료 소재 산업을 선도할 연구 인재 육성
> 연구: IoH 진단 및 치료 소재 융합 연구 활성화 및 핵심 연구역량 확보
> 산학협력: 산학 밀착형, 기술 난제 돌파형 연구에 집중, 실용적 가치 창출형 산학 연구
> 국제화: 글로벌 선도 교육연구기관과의 네트워크 구축을 통한 교육연구수준의 도약
- 6대 핵심성과지표: 우수인력양성지수, 교과과정 혁신지수, 연구력 향상지수, 연구 혁신지수, 산학협력 지수, 국제화 지수</td></tr>
<tr><td>교육역량 영역</td><td colspan="3">■ 교육과정 구성 및 운영
- IoH 진단 및 치료 소재의 기존 전공분야와 의료 빅데이터 활용등 첨단분야의 균형있는 교육과정을 신설 및 체계화하고, 환류시스템에 기반한 지속적 강의 수준의 개선 및 산학 신규교과목 개설/편성으로 비전과 목표에 적합한 교육 체계 구축
- 4대 혁신프로그램 (전공교육 혁신 프로그램, 융합교육 혁신 프로그램, 산학공동 교육 프로그램, 글로벌 Initiative 프로그램)을 통하여 교육의 혁신을 실질적으로 추진
- 실습위주의 수업, 문제해결형 수업, 산학 공동운영 교과를 통해 산업적 가치를 스스로 창출할 수 있는 인재를 육성하는데 중점
- 실습, 문제해결형 수업은 정규 교과목 중심으로, 산학 및 융합적 소양 교육은 정규교과와 비교과 과정의 통합적 유연 운영
■ 인력양성 계획 및 지원 방안
- 엄격한 입학전형 및 홍보활동 등을 통하여 박사과정 및 석박사통합과정 진학을 활성화 하고, 연구활동 및 진로개발을 원활히 하기 위한 각종 연구능력향상 프로그램, 자기 계발 프로그램 및 행정지원/편의시설의 강화
- 2019년 졸업생의 취업률은 90%를 상회하는 높은 수치이며, 석사 졸업자의 경우에는 약 70%가 전공관련 기업으로, 박사 졸업자의 경우에는 기업, 국책연구소, 박사후과정, 기술창업 등으로 높은 전공적합성을 갖는 진로 진출
■ 대학원생 연구역량
- 2013년 이후 소속 대학원생의 총수상 실적 약 140건중 삼성휴먼논문대상등 기업체 수상이 7건, 창업관련 수상 18건, 글로벌박사펠로우십 14건, 학술상 100여건 등으로 탁월한 교육 성과로 고려대학교 내에서 최고 수준의 교육 성과
- 대학원생의 연구수월성 증진을 위한 중점 개선 전략을 연구역량 강화교육, 제도적-재정적 지원, 연구 인프라 지원으로 세분화하고 분야별 계획을 구체적으로 제시함
■ 신진연구인력 운용
- 최근 5년간 약 25명의 신진연구인력은 우수한 논문, 특허 성과를 나타낸 바 있으며, Stanford, NIH, UC Berkerly등 글로벌 선도 대학 및 연구기관으로 진출
- 학문후속세대의 성장을 위하여 대학 본부 차원의 지원과 교육연구단 차원의 지원을 통해 우수신진인력 양성의 선순환 체계를 구축할 계획임</td></tr>
</table>

	■ 참여교수의 교육역량 - 본 교육연구단의 참여교수는 전공분야 book chapter 집필, 교내외 교육활동, 대학원 교육과정 개설등 전공 교육의 내실을 높이고, 융합전공에 적합한 교과과정 구성으로 교과과정을 체계화하였으며, 이를 토대로 융합과학 공학기술 분야 교육 수준을 한 단계 발전시킬 계획 ■ 교육의 국제화 - 본 교육연구단은 글로벌 Top 2 대학을 포함한 26개의 해외 대학 및 연구소와 참여교수들의 자발적인 네트워크를 통하여 Nature 1편, Nature 자매지 5편을 포함한 SCI 논문 28편을 발표하였으며, 국제 공동연구과제 6건, 해외학자 대학원 초청 강연 20여회등 활발한 국제 교류를 통한 교육과의 연계활동을 하고 있음. - 형성된 글로벌 네트워크를 활용 및 확대(저명한 해외 학자의 외국인 초빙, 객원 교수로 활용)하여 교육연구단 대학원생들에게 세계적인 교육 환경의 지속적 제공
연구역량 영역	■ 참여교수 연구역량 - 본 교육연구단 참여교수 10인은 최근 5년간 총 284편의 논문을 출판하였으며, **출판 논문 중 55% 이상을 분야별 상위 10% 이내 학술지에 게재**하였고, **3대 과학저널 (CNS, 자매지 포함)에 15편의 논문을 발표**하여 매우 우수한 질적 수준 보유 - 국제공동 연구를 통하여 도출된 **논문은 28편이며, 82% 이상을 분야별 상위 10% 이내 학술지(Nature 및 자매지 포함 6편)에 발표한 매우 우수한 수준이며**, 본 교육연구단의 참여교수의 우수한 국제화 교류 활동을 의미 - 교내 직접적 연구 지원 제도 (KU-FRG, 학술활동지원사업, 연구교원지원사업) 활용 및 교원창업지원, 행정지원확대 등 간접적인 연구지원제도와 국내외 기관간 공동연구지원을 확대, 적용하여 참여교수의 연구 질적 우수성을 향상시킬 계획임 ■ 연구의 국제화 - **최근 5년간 11건의 국제수상, 85건의 국제 학회 초청강연, 편집위원 6건 및 도서발행 7건을 하는 등 활발한 국제 학술활동을 수행**하였으며, 특히 글로벌 바이오혁신소재 Initiative 프로그램을 통해 더욱 확대 운영할 계획임 (36개 글로벌 대학, 9개 연구소, 9개의 글로벌 기업과의 공동연구 계획 수립)
산학협력 영역	■ 산업 및 사회 기여도 - 본 교육연구단 참여교수는 최근 5년간 산학 과제 21건 (연구비 29억원 수주)로 지역사회 산업발전과 기술의 사업화를 위한 활동으로 특허 7건, 논문 17건, 기술이전 5건 (18억원)의 우수한 산학 활동 성과로 도약을 위한 기반 확보 - 4차 산업혁명 이후 개인 의료정보 초연결 시대의 새로운 의료 패러다임에 대응하기 위한 IoH 진단 및 치료 소재 분야 기술 혁신과 기술의 사업화를 촉진하는 생태계 구축 (교내 사업 (고려대 병원, 융합연구원 및 KU-MAGIC), 교외 (안암-홍릉밸리)사업을 통한 지역산업과의 네트워크 확대로 실용적 가치 창출형 산학 연구로 발전) - 산학 네트워크를 활용한 산학 공동 교육프로그램의 운영 및 선순환 체계 구축
기대 효과	■ IoH 진단 및 치료 소재의 전공 분야와 의료 빅데이터 활용등 첨단 분야의 교육과정 도입과 융합형 교육과정 운영을 통해 글로벌 선도 대학수준의 교육과정을 구축하고, 이를 통해 4차 산업 이후의 변화된 의료 패러다임에 적합한 바이오소재 분야 혁신인재 양성 기대 ■ 다양한 국가의 유수 연구기관, 대학, 기업과의 적극적인 산학연 협력, 국제교육프로그램 및 국제공동연구 활성화를 통하여 대학의 국제적 위상 제고 및 외국인 우수학생 유치 효과 ■ 새로운 의료 패러다임에 대응가능한 첨단소재 기술의 고도화로 미래산업 분야 국가적 기술 경쟁력의 확보 및 신산업의 창출에 기여 ■ 고령화 사회 삶의 질 향상과 유해 인자로 부터의 위협 (안전, 감염병등)에 대응 가능한 기술기반 제공으로 과학기술의 사회적 기여도를 제고

I. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.1 교육연구단의 필요성

가. 바이오 의료 분야 산업의 메가트랜드와 발전 방향

4차 산업혁명에 따른 의료분야의 패러다임이 전환되고 있는 시점

- **(전망)** 4차 산업 이후 미래사회는 개인의 의료정보를 기반으로 하는 예방적 의료체계의 정착과 맞춤형 치료가 가능한 초연결 사회로 의료 환경의 패러다임이 변하는 시대가 될 것으로 예측되며, 변화의 주축은 Internet of Things (IoT)를 기반으로 인간의 생체신호 정보가 수집되어 의료데이터로 연결하는 Internet of Human (IoH) 기술일 것으로 예상되고 있음.
  - 초규모 다중 생체정보 (IoH)를 기반으로 하는 의료 환경에서는 개개인의 시공간적으로 변하는 엄청난 양의 생체신호를 수집하고, 유의미한 정보 추출을 위한 의료 빅데이터 분석을 통해 정확한 질병 예측과 추적이 가능하며, 이를 기반으로 하는 on demand 치료 기술의 적용이 가능한 환경으로 의료 패러다임의 근본적인 전환이 일어날 것으로 예상됨 [그림 1-1-1].

초규모 다중 생체정보 (IoH) 기반 진단 및 치료 기술의 필요성

현재 기술의 한계	IoH 기반 진단 기술	IoH 기반 치료 기술
• 환자 개개인의 유전정보, 건강상태, 신체조건이 크게 다름 • 또한 동일인의 생체정보가 시간적, 공간적으로 변하는 특징	• 개인의 시공간적으로 변하는 엄청난 양의 생체 정보를 바탕으로 질병 예측과 경과 모니터링이 가능 • 보다 정확한 질병의 예측과 진단이 가능하며, 이를 통한 효과적인 치료방법의 선택이 가능	• IoH 진단으로 확보된 정확한 정보를 바탕으로 적용하는 치료 기술이 가능
• 따라서 양적, 질적으로 제한된 의료 데이터를 기반으로 질병 상태 파악 →부정확한 진단 결과		• 기존의 약물에 의한 치료 개념을 넘어서는 새로운 on demand 치료 방법의 제공이 가능

[그림 1-1-1] IoH 기반 진단 및 치료 기술의 필요성

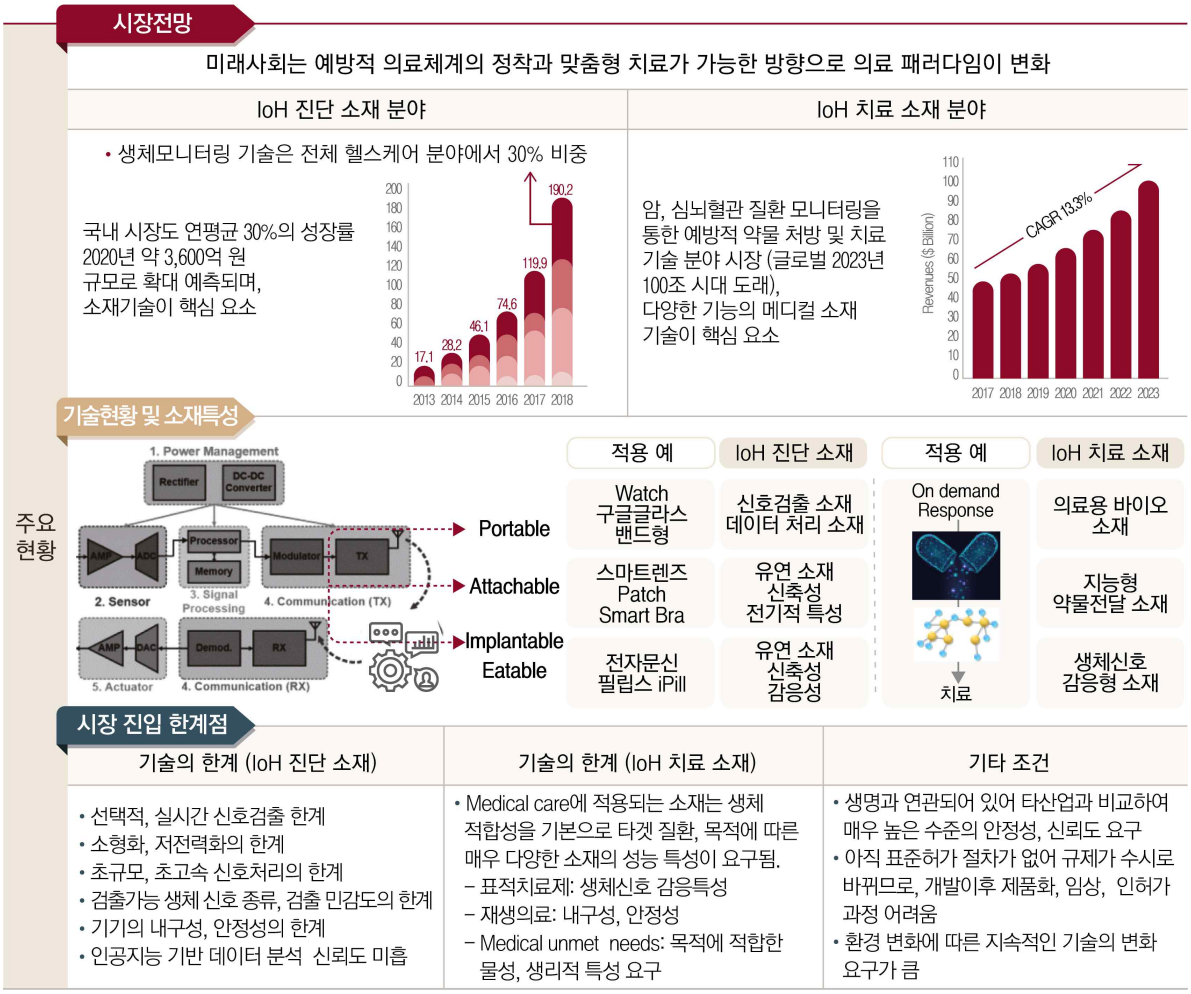
- **(IoH 진단 및 치료 적용 소재)** 본 교육연구단이 추구하는 첨단소재는 [산업부, 과기정통부]에서 정의하는 첨단소재 분야 중에서 미래 바이오, 의료 산업을 뒷받침하고 미래환경 변화에 대응이 필요한 첨단소재로서 IoT, IoH 헬스케어 원천소재, 생체의료용 소재를 대상으로 함.
  - **IoH 진단소재는** 시계열 다중 생체정보를 초규모 초고속 수집이 가능한 진단 소자의 핵심 소재를 의미하며 고민감성 신호수집 특성, 초고속 대용량 신호처리, 초고속 통신등의 특성이 요구됨.
  - **IoH 치료소재는** IoT 진단에 의해 확인된 정보에 대응하는 능동형 치료 적용 소재를 의미하며, 높은 생체적합도와 질병 특이적 감응성, 치료적용이 가능한 기능성을 가지며 능동적인 조절이 가능한 특성이 요구됨.

	IoH 기반 진단 소재	IoH 기반 치료 소재
정의	• 시계열 다중 생체정보의 초규모 초고속 수집을 위한 진단 소자의 핵심 소재	• 의료 빅데이터 정보에 기초한 on-demand 능동형 치료에 적용 가능한 소재
소재요구조건	• 시계열 다중 생체신호(초규모)의 초고속 신호처리가 가능한 소재와 소자 구현 기술 (대규모/병렬 컴퓨팅 뉴로몰픽 소재) • 높은 생체 적합도 및 bio-interface 특성 (화학적, 기계적, 생리학적 측면) • 나노-마이크로 스케일에서의 재료 고유의 전기적, 기계적 성능과 물성을 유지 또는 증폭되는 소재	• 다양한 종류의 생체신호(바이오마커, pH, EEG, 맥박, 혈압)에 감응하는 소재 • 광감응 분자로봇 치료소재 • 광 신호증폭 능동형 나노 치료소재 • 전/자기장 감응 또는 방출형 나노 치료 소재 • On demand 염증 질환 치료소재
적용예	• 생체내삽입형 진단 디바이스 – 방광센서, 심전도센서 • 호모시스테인 전기화학 센서 (심혈관 질환 적용) • 혈류량 모니터링 (뇌경색 조기경보) • 생체신호검출 모니터링 콘텍트렌즈 소재	• IoH 진단 기반 on-demand 치료 (광열, 빛, 전기/자기장, 기계, 조직재생) • 생체내삽입형 광유전치료 소재/소자 • 생체신호 감응형 약물 치료 (초소형 능동 인슐린 펌프) • 약물 전달용 콘텍트렌즈 소재

[그림 1-1-2] IoH 기반 진단 및 치료 소재의 정의, 소재의 기술적 특성, 적용 예시들

나. IoH 진단 및 치료 소재 분야의 주요 현황 분석

- **(시장 전망)** 고령화와 기대수명증가로 예방적 의료, 맞춤형 의료 체계로 패러다임이 전환되는 시점에서 빅데이터, 인공지능 등의 첨단기술의 발전과 함께 ICT 기반 의료기기, 메디컬케어 분야는 성장 잠재력이 매우 큼. 생체신호 모니터링 기술은 전체 헬스케어 분야에서 약 30%의 비중이며, 전체 시장 규모는 2021년 시장은 4,330억 달러로 성장할 것으로 전망됨. IoH 치료소재가 적용되는 암, 심뇌혈관 등 메디컬케어 분야는 2025년 글로벌 100조 시대로 예상됨. 이 분야는 타 산업에 비해 부가가치가 높으며 고용 창출효과가 큰 특성을 가지고 있음 [그림 1-1-3].



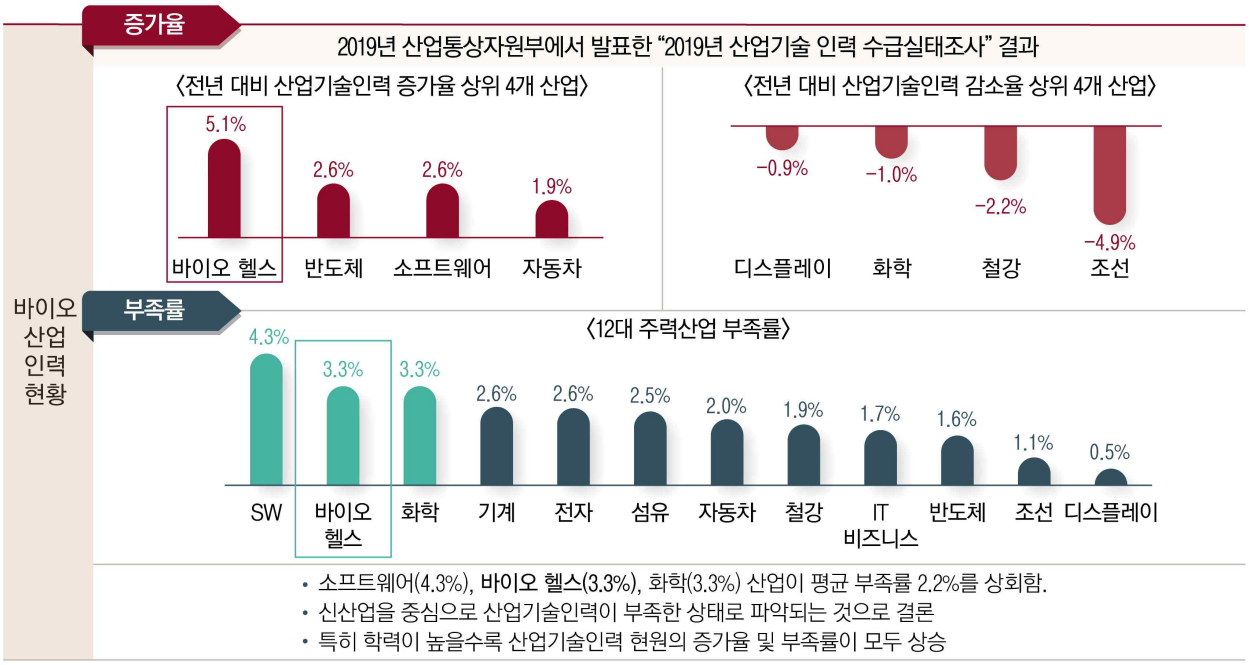
[그림 1-1-3] IoH 진단 및 치료 소재 분야의 시장 및 기술 현황 분석

- **(기술현황)** 기술적 수요와 기능에 따라서 다양한 형태(모바일, 웨어러블, 인체부착형, 인체이식형)로 생체신호 모니터링 기술들이 개발되고 있으며, 생체적합성 바이오소재, 기능성 나노소재, 소프트 전자재료와 나노스케일의 가공기술을 기반으로 신호 수집, 정보처리, 통신기술의 통합적적용을 통해 구현됨. 일부 기술을 제외하고는 선진국에서도 기술의 태동기이므로, 특허 진입장벽이 낮고, 기존기술의 모방과정을 거치지 않고 새로운 원천기술을 개발하는 'first-mover' 전략이 가능함. IoH 치료소재 또한 다양한 medical unmet 니즈에 적용 가능한 소재로의 개발이 요구되고 있음.

- **(한계점)** 대부분의 기술이 태동기 수준이기 때문에 상용화 단계에 진입하기 위해서는 다양한 기술적 한계들이 존재하고 있는 상황임. IoH 치료소재는 적용 질환에 따른 기능적 요구 조건이 매우 다르기 때문에 목적에 적합한 바이오소재의 연구가 요구되고 있음. 또한 본 산업 분야는 타 산업과는 다르게 생명과 연관된 분야이므로 높은 신뢰도의 성능 수준과 허가 규제가 시장진입의 장벽임.

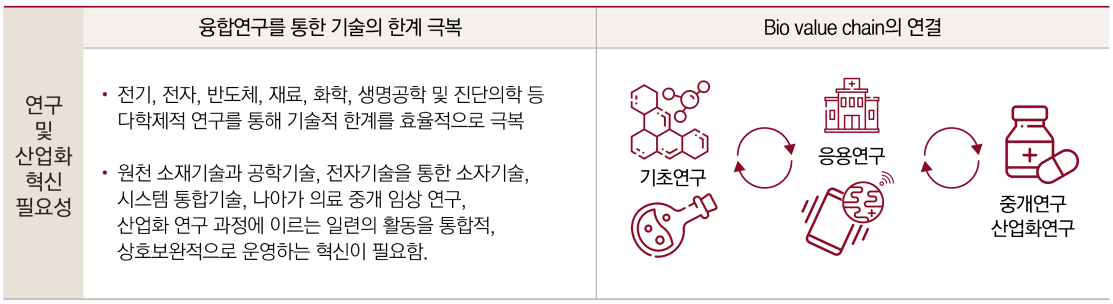
다. 인력 양성의 필요성과 연구 혁신의 필요성

- **(바이오산업 인력 양성 필요성)** 2020년 1월에 산업통상자원부에서 발표한 **"2019년 산업기술인력 수급실태조사"** 에 따르면 바이오-헬스 산업분야는 5.1% 인력이 증가(증가율 1위)하였으며, 바이오산업 전체 인력은 약 47,000명에 이르며, 이들 중 25%가 석박사 학력으로 조사됨. 향후 인력 수급 전망에서는 전체산업 평균 부족률 2.2%보다 높은 3.3%에 해당됨. 이를 대비하기 위하여 산업부는 2020년 산업혁신인재양성지원사업의 예산 (1,015억)원을 계획하고 있으나 분야가 특화된 전문적 교육이 아닌 한계가 존재함. 특화된 분야의 우수한 석박사급 연구인력의 양성이 필요함 [그림 1-1-4].



[그림 1-1-4] 국내 산업별 인력 증가율, 부족률 현황 (2019년 기준)

- **(연구 및 산업화 과정 혁신의 필요성)** IoH 진단 및 치료 소재 분야는 해당분야에 적합한 소재에 대한 이해와 함께 다학제간의 융합을 통한 연구활동으로 목표를 효율적으로 달성할 수 있는 분야이므로 연구 방법론의 패러다임 전환이 필요함. 또한 소재의 근본적 이해와 함께 응용을 위한 변형 연구와 함께 임상중개 연구자, 산업화 과정을 이해하는 연구원이 동시에 참여하여, 소재의 설계, 응용단계, 산업화를 고려한 연구의 설계, 임상 중개 연구가 가능한 환경 등의 연구 환경의 혁신 (모든 Bio Value Chain의 연결을 통한 통합적 연구 환경 구축)이 필요한 시점임 [그림 1-1-5].



[그림 1-1-5] 연구 및 산업화 과정의 혁신 필요성

- **(시사점)** 따라서 4차산업혁명 이후 바이오의료산업 분야의 글로벌 국가 경쟁력을 확보하기 위해서 IoH 진단 및 치료 소재 분야의 집중적인 R&D가 필요하며, 바이오 재료, 의학, 데이터과학을 통합적으로 이해하고 활용할 줄 아는 우수한 연구인력의 양성이 반드시 필요한 시점임.

1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.2 교육연구단의 비전 및 목표

가. 교육연구단의 비전과 목표 설정

비전, 목표, 전략 및 성과지표의 설정

- 본 교육연구단의 비전은 “미래 의료 분야 초연결 시대의 핵심인 IoH 진단 및 치료 기술의 근간인 소재 기술의 혁신을 통해 교육과 연구를 선도하고, 산업적 가치를 창출하는 교육연구단”이 되는 것이며, 이를 위해 글로벌 20위의 교육연구기관이 되고자 하는 목표를 설정하였음. 이를 실현하기 위해 교육, 연구, 산학 및 국제화 4개 분야의 전략을 수립하였으며, 전략의 실행에 따른 성과를 정량적으로 평가하기 위하여 6대 지표를 설정함. 이를 각 분야별 전략의 성과 점검과 목표달성을 위한 지표로 활용하고자 함 [그림 1-2-1].

바이오혁신 첨단소재 교육연구단 비전 체계도

Vision Statement	미래 의료 초연결 시대의 핵심인 IoH 진단 및 치료 소재 기술의 혁신을 통해 교육과 연구를 선도하고, 산업적 가치를 창출하는 교육연구 사업단
목표	IoH 진단 및 치료 소재 기초/응용 분야 세계 20위 교육연구기관

	교육	연구	산학협력	국제화
분야별 전략	IoH 진단 및 치료 소재분야의 기초, 응용, 산업화 전 과정을 통합적으로 이해, 활용하는 융합적 사고와 역량을 가진 인재 양성	IoH 진단 및 치료 소재 융합연구 활성화 및 핵심 연구 역량 확보	산학 밀착형, 기술적 난제 돌파형 연구에 집중, 실용적 가치 창출형 산학 연구	글로벌 선도 교육연구기관과의 네트워 구축을 통한 교육연구수준의 도약
핵심 성과 지표	우수 인력 양성 지수 / 교과 과정 혁신 지수	연구력 향상 지수 / 연구 혁신 지수	산학협력 지수	국제화 지수

[그림 1-2-1] 본 교육연구단의 비전과 목표, 분야별 전략과 핵심 성과지표

- **(전략 설정 근거)** 현재 교육과 연구 수준에 대한 글로벌 수준과의 정량적, 정성적 비교와 글로벌 선도대학의 벤치마킹, 관련된 산업분야의 현황을 통해 본 교육연구단의 수준을 파악하고, 교육 현황과 제도를 점검하여 각 분야별 전략을 설정하였음.

- **(정량지표의 설정)** 교육분야의 성과 지표로 우수 인력양성 지수, 교과과정 혁신지수를 설정하였음. 연구성과 지표로 연구력향상지수, 연구 혁신지수를 설정하였으며, 산학협력 지표로 산업협력 지수, 국제화 지표로 국제화지수를 각각 설정하였음. 모든 지수는 양적, 질적 요소가 모두 포함되도록 정의하였으며, 해당 분야에 기술하였음.

나. 교육연구단의 현재 수준 및 세계 저명대학 벤치마킹 분석

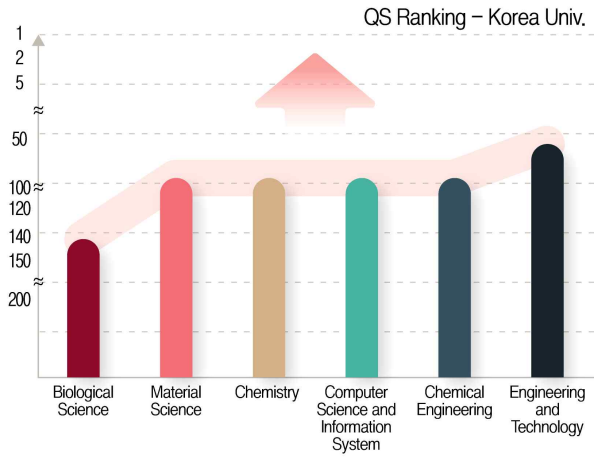
정량적 비교 분석 결과

- 본 교육연구단은 2020년 QS랭킹 비교를 통해 본 사업단이 추구하는 IoH 진단 및 치료 소재와 관련성 높은 전공분야(재료, 공학, 바이오, 화공, 화공, 컴퓨터 정보시스템)의 현재 고려대학교의 순위를 세계수준과 비교함. 융합기술 분야는 QS 랭킹이 조사된 바 없기 때문에 본 교육연구단의 연구분야와 교수 구성이 가장 유사한 국내외 최상위권 대학과 연구성과(발표 논문)의 질적 수준을 비교 분석하였음 [그림 1-2-2].

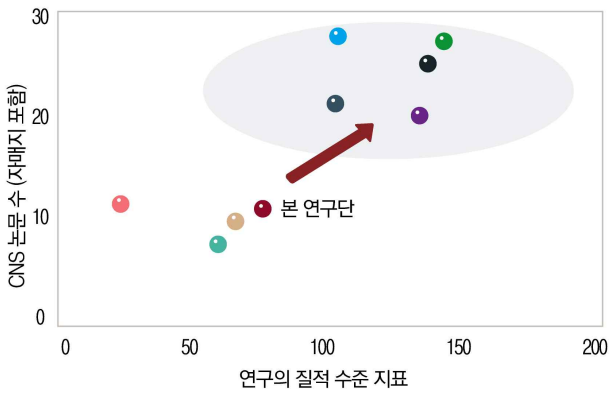
고려대학교 2020년 QS ranking

본 사업단 관련 전공분야의 고려대학교 QS 순위

Material Science	51 ~ 100
Engineering and Technology	1 ~ 50
Biological Science	101~150
Chemical Engineering	51 ~ 100
Chemistry	51 ~ 100
Computer Science and Information System	51 ~ 100



바이오 첨단소재 및 융복합 연구 분야 국내외 선도 대학과의 비교



벤치마킹 대상 국외 대학 및 국내 상위대학과
본 교육연구단의 학술논문 질적 수준 비교
(질적수준 지표: 인용지수, 인용수, 저널랭킹을 고려한 비교지수 설정)

학교	CNS 저널 수	인용 지수(IF)	평균 인용수	평균 저널 랭킹
바이오혁신 첨단소재 교육 연구단	9	16.06	38.16	92.23
서울대학교 융합과학기술대학원	10	14.87	20.13	92.24
성균관대학교 (SAINT)	6	17.48	47.93	92.09
포항공과대학교 (CITE)	8	16.57	47.25	95.97
Harvard – MIT	27	28.22	101.5	97.59
Johns Hopkins	21	19.07	46.1	93.77
Georgia Tech-Emory	22	21.85	62.5	95.73
MIT Media Lab	30	34.74	52.5	97.83
Stanford Bio -X	20	23.80	30.8	94.624

[그림 1-2-2] 관련 전공 QS ranking 비교, 세계 저명대학 벤치마킹 분석

- **(시사점)** 본 교육연구단의 연구분야의 기반이 되는 전공분야의 고려대학교 순위는 대부분 50-100위권에 속해 있음. 공학기술분야의 경우 50위권 이내에 있으나, 세계적인 선도그룹과의 격차 극복을 위해 대학의 인프라와 교육 및 연구수준의 지속적인 혁신이 요구됨.
  - 본 교육연구단의 참여교수의 연구성과는 국내 연구중심 대학들과는 연구의 양적, 질적 수준이 동등 이상으로 국내 최상위권임을 확인할 수 있음.
  - 그러나 글로벌 선도 대학과는 연구의 양적, 질적수준의 비교에서 상당한 격차를 나타내고 있음. CNS 저널수는 글로벌 선도대학의 50% 미만이며, 평균 인용지수, 평균 인용수 등의 수준이 글로벌 선도 대학과는 차이가 크게 나는 것으로 분석됨.

글로벌 Top 2 대학과의 정성적 비교 분석

Top 2 대학 벤치마킹

Stanford University | 실리콘 밸리와 교육과 연구, 창업의 선순환 구조 형성

구분	현황
교육	• 개방형 순환 대학(Open Loop University) 시스템 운영 (학석사 통합 6년제) • 학점이 아닌 학생 개개인이 습득한 기술(skill) 및 능력(competency)의 조합을 평가하는 제도 도입
	• 대학원생 역량 강화 비교과 프로그램 운영을 교육 • 프로젝트 기반 학습 (실습위주, 문제해결형), 20세기형 주입식 교육에서 탈피
연구	• 인간중심의 인공지능기술등 미래 기술분야의 통찰적 연구 접근 • 현실의 문제를 극복하고 해결하는 주제를 높은 수준의 연구역량으로 접근 (공학과 과학의 균형)
산학협력	• 실리콘밸리에 두뇌와 기술을 공급, 실리콘 밸리는 자금과 네트웍 지원 • 창업 기술 지원 프로그램 (STVP) : 교수가 벤처기업 운영
	• D-school : 실제상황에서 문제해결 능력 • 바이오 X 프로그램 : 바이오 · 의학 · 공학 · 정보통신 간 질병 치료를 공동 연구 • Media X : 인간과학기술첨단연구소의 프로그램 중 하나이며, 세계 최대의 벤처 보육 기관 • MobiSocial : 혁신적인 모바일 기기 및 컴퓨터 기술 개발을 목적으로 하고 있으며, IoT나 데이터 해석, 디바이스 개발 등을 주제로 한 다양한 연구 프로그램이 존재함. • 바이오 디자인 프로그램: 실무를 통해 바이오메디컬 기술혁신의 리더를 양성
국제화	• 교환학생 프로그램, 실리콘 밸리와 연계한 해외대학과의 공동연구등 활발한 국제화 수행 주체

MIT | 신개념 선행기술을 산업화 단계로 구현하는데 독보적인 역량

구분	현황
교육	• 응용할 수 있는 지식을 지향, 실용교육강조
	• MIT는 전공과 무관한 자유로운 교육기회 보장, 국제 공동연구 확대, 평생교육 강화, 미래 디지털기술 습득 등 방안을 담보하기 위해 온라인 코스 확대 개편과 접근성 증대
연구	• 신개념 선행기술을 상업화 단계로 구현하는데 독보적인 역량
	• MIT 미디어랩, David Koch Institutes, MIT Nano, MIT AI 칼리지등의 특화된 연구분야를 집중하는 연구 기관을 설립하여 집중 연구하는 형식으로 운영 (BT, IT, AI, NT 분야 연구에 집중)
산학협력	• 켄달스퀘어에 기업 200여 곳과 협업 MIT 산학협력 프로그램 (ILP) 운영 (원천기술 개발)
	• MIT 미디어랩 (과학과 인문학의 융합) • 공과대 산하 300여 개 연구랩, 3천 여 명의 전문 연구인력과 기술교류 확대 • 헬스케어, 정보통신, 신소재 등 미래차 융합 기술 개발 탄력 기대
국제화	• 글로벌 기업과 산학 프로그램 운영, 글로벌 유망 스타트업 발굴과 글로벌 ICT 기업 등과 협력 • MIT ILP(Industrial Liaison Program)을 통해 전 세계 약 260개 기업이 회원으로 가입한 산 · 학 협력프로그램. 인공지능(AI) 기반 신약 개발 스타트업등과 활발한 교류

시사점	• 4차 산업혁명 대비 '기업가 정신 고양'이 대학의 최대과제이며, 이를 위해 학부 또는 연구기관과 기업 · 정부기관과의 지속적인 연결고리를 만들어 산학협력활동의 상시적인 운영이 필요함. • 다중대학 네트워크(Multi-university Network)'을 통한 협업 활성화 • 대학의 교수법(티칭이 아닌 코칭), 실습위주의 교육, 학점위주의 평가 체계의 변화등의 혁신적인변화가 매우 필요한 시점

[그림 1-2-3] 글로벌 Top 2 대학의 교육, 연구, 산학협력 및 국제화 현황

- **(분석 결과)** Top 2 대학은 4차 산업시대의 미래 수요 변화를 대비하여 지속적으로 **교육의 목표, 내용, 형식에 대한 혁신을 시도**하며, 실리콘 밸리(스탠포드), 켄달스퀘어(MIT)와 같은 기업화 허브를 기반으로 하는 **활발한 산학협력 활동이 가능한 생태계가 조성되어 있으며 이를 통한 선행 원천기술의 상용화, 국제화**에 독보적인 역량을 구축해 나가고 있음.
- 특히, 연구부분은 개별 연구실에서의 소규모 연구뿐만 아니라 분야별로 특화된 연구주제로 공동의 목표를 가지고 코어 연구그룹 단위로 집중적으로 진행함. MIT의 미디어랩(융합연구 집중), David Koch Cancer Institute(암 연구 집중), MIT Broad Institute (유전체 연구 집중), MIT Nano (나노기술 집중)등이 대표적인 예들임. 우수한 연구수준과 인프라를 바탕으로 전 세계 대학과 네트워크을 구축하여 우수한 연구인력 확보와 선도적 연구 성과를 창출하는 선순환 구조를 형성함.

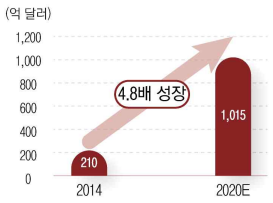
다. 관련 산업 동향 분석

글로벌 시장 규모 및 각국 정책 현황

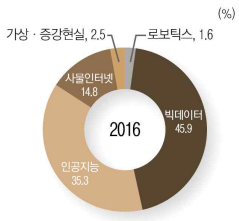
IoH 진단 소재 : ICT 기술을 근간으로 급격한 성장과 발전이 진행되고 있는 분야

글로벌 시장규모 및 정책동향

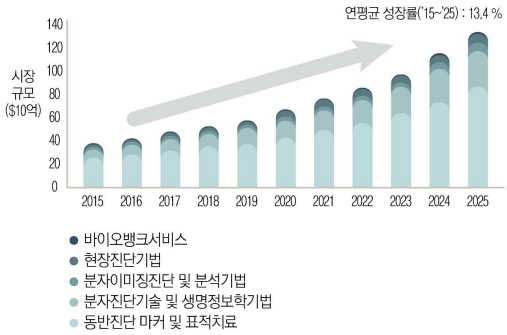
글로벌 스마트 헬스케어 시장규모 전망



스마트 헬스케어의 주요 기술 분야



IoH 치료 소재 기술 분야



	미국	EU	일본	한국
주요 정책 투자액	• Brain initiative 10년간 10억 달러 • 정밀의료 추진 계획: 2016년 2.2억 달러 • 4차산업대비 제조기술중점 연구분야 선정	• Human Brain project 10년간 12억 유로	• 최첨단 의료신현을 위한 IT창조선언 • 4차산업대비 10조원 예산(2020)	• 엑소브레인: 10년간 1070억원 • 바이오-AI-로봇 융합기술 375억
중점 분야	• 인간두뇌의 뉴련활동에 대한 뇌 활용지도 • 제조기술(센서, 재생의료용 바이오 제조, 첨단바이오 제품제조)	• 인간의 뇌와 핵심 메커니즘 • 유전체 분석	• 인공지능의 • 로봇 적용 · ICT 기반 의료기술	• 자연어, 시각 인공지능 SW • 의료 빅데이터와 인공지능 결합
활용	• 뇌관련 연구의 기초자료 • 활용 개인형 맞춤 의료 • 5개 유망제조기술중 3개가 바이오 관련 기술 • 10개 유망투자분야중 2개가 바이오 관련 기술	• 미래의학 및 컴퓨팅 분야 • 개인 맞춤형 진단의료	• 개인 맞춤형 진단의료 • ICT기반 의료기술 (제조기반)	• 인공지능 SW 산업 육성 • 개인 맞춤형 진단의료

[그림 1-2-4] 글로벌 시장규모와 각국의 정책동향

- **(글로벌 시장 전망)** (1) 스마트 헬스케어 시장은 일상적인 건강관리, 인포테인먼트, 생체신호 모니터링을 통한 헬스케어등 3가지 영역으로 분류 가능하며, 생체신호 모니터링은 전체 스마트 헬스케어분야에서 30%의 비중을 차지함. (2) 4차산업 혁명 시대에 수요와 파급력 모두 큰 분야로 글로벌 시장규모 연평균 성장률이 5% 이상으로 신산업 창출과 성장을 주도할 것으로 예측되고 있음. (3) 생체신호 모니터링 기술은 현재의 유전체 분석에 기반한 정밀의료 기술의 적용 가능한 질환의 한계(암환자)를 넘어 전염병, 심뇌혈관 질환등 질병 예방, 치료 영역에 광범위하게 적용되는 맞춤형 메디컬케어로 확장 가능하므로 미래 성장 잠재력(연 13%)이 매우 높음 [그림 1-2-4].

- **(각국의 정책(미국, 유럽))** (1) 미국은 4차 산업혁명과 관련된 기술 중심의 9대 분야를 선정하고 정부중심으로 향후 민간이 주도할 혁신환경을 조성하는 것을 목표로 함. 첨단제조, 정밀의료, 두뇌, 첨단자동차, 스마트시티, 청정에너지, 교육기술, 우주, 고성능컴퓨팅을 포함하고 있으며, 민간이 활동할 수 있는 영역의 인프라를 구축하는 형태로 진행. (2) EU는 Horizon 2020, eHealth 액션플랜 2012-2020등을 통해서 혁신적인 디지털 헬스케어의 활성화를 목표로 추진중임. 특히 IoT를 이용하는 헬스케어 시스템의 표준화에 대한 중요성을 인식하고 있으며 이를 촉진하는 규정의 지원을 하고 있는 현황.

- **(각국의 정책 (일본, 한국))** (1) 일본은 4차 산업혁명을 AI, IoT, 로봇을 기반으로 제조업의 생산시스템 고도화에 국한하지 않고 사회 전반 및 국가경제를 변화시키는 광범위한 국가혁신 프로젝트로 전략을 수립하고 있음. (2) 한국은 정보통신 분야 ICT기술이 우수하며, 이를 바탕으로 SW와 HW의 기술 혁신을 위한 다양한 정책이 추진되고 있음. (3) 바이오헬스 분야 국가 간 기술 격차는 독일 > 미국 > 일본 > 한국 > 중국 순으로 인식되고 있음.

라. 벤치마킹, 산업 동향 분석결과를 바탕으로 목표설정

- **(시사점)** 글로벌 Top 20 수준의 대학원으로 발전하기 위해서는 교육, 연구, 산학협력, 국제화 부분의 현재 역량을 혁신적으로 발전시키는 것이 필요하며, 특화된 연구분야에 집중적인 교육·연구가 가능한 환경 구축과 다학제적 전공분야의 공동연구를 통한 연구수월성 확보 및 기술수준의 향상이 필요함. 특히 실험실 수준의 기초 및 응용 연구 수준을 넘어서 산업화 가치사슬(value-chain)을 이해하고 활용하여 선행기술의 실용화 역량을 지속적으로 높여 나가는 과정을 거쳐야 글로벌 선도 대학과 경쟁이 가능한 수준에 도달할 것으로 사료됨 [그림 1-2-5].

시사점 : 세계 저명 대학 벤치마킹, 산업동향 분석 결과

구분	시사점
교육	• 지식의 전달보다는 문제해결 능력의 배양, 실무능력을 키울 수 있는 교육이 필요
	• 실습위주, 기업 밀착형 교육이 가능한 형태로 대학원 교육의 혁신이 필요함
연구	• 높은 연구수준확보, 특화 분야에 집중하여 규모가 있는 상호 시너지 있는 연구
	• 신개념 선행기술을 상업화 단계로 구현하는 역량 확보 필요 (우수한 공학기술 및 창업정신)
산학협력	• 산업화 허브와 연계한 지속적 인적, 기술 교류, 창업의 활성화가 필요
	• 교수 및 졸업생의 창업의 활성화를 통한 기술의 산업화 촉진 유도 필요
국제화	• 글로벌 기업과 대학과의 활발한 학술적 교류 및 공동연구 수행을 통한 네트워 강화가 필수적임

[그림 1-2-5] 벤치마킹 및 산업동향 분석 결과

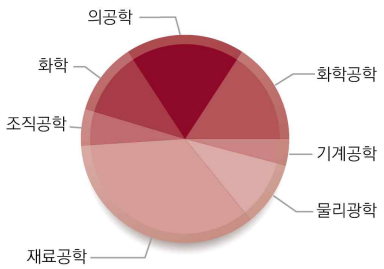
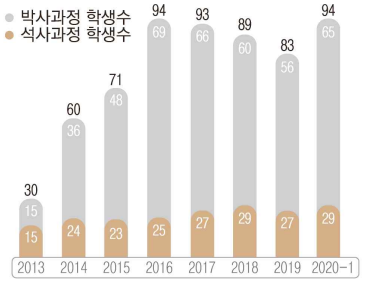
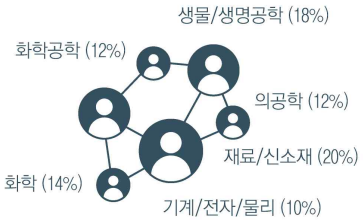
- **(분야별 추진과제 설정)** 상기와 같은 분석을 토대로 본 교육연구단의 목표인 글로벌 Top 20 수준의 대학원으로 발전하기 위한 4대 분야 (교육, 연구, 산학협력, 국제화)의 추진과제를 [그림 1-2-6]과 같이 설정하였음. 교육의 혁신을 위한 4개 항목의 프로그램, 연구 수준의 향상을 위한 4개 항목의 추진과제, 산학협력의 실질적인 개선을 위한 3개 항목의 추진과제, 국제화 개선을 위한 2개 항목 추진과제를 각각 설정하였으며, BK 사업기간 동안 구체적으로 추진될 계획임 [그림 1-2-6].

	벤치마킹 시사점	13대 추진과제	핵심 지표
교육	• 우수 연구 인력 양성 • 교육의 목표 변화 • 교육의 형식 변화 • 교육의 내용 변화	• 전공교육 혁신 프로그램 • 융합교육 혁신 프로그램 • 산학공동 교육 프로그램 • 글로벌 바이오혁신 소재 initiative 프로그램	우수 인력 양성지수 교과 과정 혁신지수
연구	• 학문적 인지도 재고 • 분야 특화에 집중 • 선행기술의 상업화 촉진 구조 • 다학제적 융복합 연구 촉진	• 글로벌 평판도 향상을 위한 연구결과 DB화 및 활용 • 창의적 융합을 통한 새로운 원천기술의 개발 • 산학협력 및 학연협력을 통한 산업 밀착형 연구 (홍릉밸리 참여) • 중개임상 연구기관 및 연구자의 교육연구단 참여 (고려대 융합연구원, 고려대 병원)	연구력 향상지수 연구 혁신지수
산학 협력	• 기업과 기술교류 확대 필요 • 기업에 두뇌와 기술 공급 • 교수 창업 및 운영 확대	• 바이오 소재 관련 기업과의 네트워 강화 (기업 연구자의 교육, 연구에 직접 참여) • 대학원생에 기업과의 장기 공동연구 기회 제공, 기업 니즈 반영 연구주제 설정 • 창업 기술 지원 프로그램 운영	산학 협력지수
국제화	• 글로벌 Top 대학과의 네트워 • 글로벌 기업과의 네트워 형성	• 글로벌 선도 대학과 국제 공동 교육 프로그램, 교환학생 활성화 • 글로벌기업 연구자와 네트워 형성 및 강화	국제화 지수

바이오혁신 첨단소재 기초/응용 기술 분야 글로벌 Top 20 교육연구기관

[그림 1-2-6] 4대 분야 (교육, 연구, 산학협력, 국제화)의 추진과제

마. 교육연구단의 학사단위로서의 안정화 및 지속가능성

<table>
<tr><td rowspan="2">현황</td><td colspan="3">고려대학교 KU-KIST융합대학원 학사 현황 (NBIT융합 단일전공으로 운영)</td></tr>
<tr><td>교수현황 – 전임교수 10명
 
</td><td>재학생 현황
 
</td><td>재학생 학부 전공 분포
 
</td></tr>
<tr><td colspan="4">• 다양한 전공분야의 전임교수 10명과 BT, NT 분야에 전문가가 겸임교수로 참여하고 있는 전문대학원임.
• 약 90명 이상의 석박사 과정 학생이 재학하고 있으며, 입학 학생의 전공은 생물, 화학, 화공, 기계, 물리, 재료, 의공학등으로 매우 다양한 학부 전공 학생들이 입학하고 있음.
• 나노과학, 바이오, 의과학에 기반한 창의적인 융합 교육을 목표로 하고 있으며, 기초학문 뿐만 아니라 NT, BT, IT등 미래산업과 미래의학에서 요구되는 융합과학기술을 연구하고 교육하고 있음.
• 등록금 지원, 장학금의 지원등을 통해 최고 수준의 경제적인 지원을 하고 있으며, NT, BT. IT 연구에 필요한 기기를 통합적으로 운영하는 공동기기센터를 갖추고 있어 효율적인 융합 교육과 연구가 가능한 환경을 구축함.
• 산업변화에 따른 전공분야 변화에 따라, KIST의 우수한 연구원이 겸임교수로 본 대학원 교육과 연구에 참여하여 교육과 연구의 수월성과 유연성을 갖추고 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">지속 가능 방안</td><td>❶ 학부 융합전공 운영 (메디컬 융합공학)</td><td colspan="2">• 제1전공을 이수한 학생등을 대상으로 2개 이상의 학문분야를 전공하는 융합전공인 메디컬 융합공학 전공을 운영중에 있음 (현재 누적 재학생수 약 110명)
• 생명공학, 화학공학, 신소재 공학, 기계공학, 바이오의공학부등 다양한 전공의 학부생이 참여하고 있으며, 본교 대학원 진학률이 높으며, 우수한 대학원생 확보의 기반으로 활용 가능함.</td></tr>
<tr><td>❷ KU-KIST 융합대학원 학사조직의 활용</td><td colspan="2">본 사업단은 KU-KIST융합대학원의 NBIT융합 단일전공을 기반으로 본 교육연구단을 운영할 계획임.
• KU-KIST융합대학원은 맞춤형 의료 원천기술 (NBT 융합), U-healthcare (NIT 융합)등 미래의학 기술과 차세대 반도체 소자등의 미래소재기술에 연구역량을 집중하고 있음. 이는 본 사업단이 추구하는 연구교육 목표와 발전 방향이 일치함.
• 학생선발과정, 융복합 연구를 위한 교과과정, 졸업요건등의 학사 운영체제가 확립되어 있으며, 본 사업단의 목표달성에 적합하도록 학사 운영 제도를 개선할 계획임</td></tr>
<tr><td>❸ K2 공동기기 센터의 활용</td><td colspan="2">• 현재 KU-KIST융합대학원에는 약 50점의 기초 분석 기기(NMR, HPLC), 바이오 소재 분석, 나노공정 장비등을 기반으로 하는 K2 공동기기센터가 설치되어 운영중에 있음. 교내외에 open되어 주변 대학 및 기업의 분석 인프라 제공에 기여를 하고 있음.
• 특히 모든 대학원 학생들이 기기를 직접 사용하는 방식으로 운영되어 연구 인프라를 활용하여 내실있는 교육에 활용되고 있음. 이는 학생 교육과 홍릉밸리의 연구 거점의 기반으로 활용 가능함.</td></tr>
</table>

[그림 1-2-7] 교육연구단 학사단위 현황과 지속가능 방안

- **(학사제도의 운영 현황)** 본 대학원은 2013년 설립 이후 매년 40명의 입학정원 이내에서 연구 수월성을 고려하여 높은 기준과 엄격한 선발 과정을 유지하고 있음. 7년 이상의 운영과정을 통해 연구수월성의 확보와 우수한 인력 양성을 위한 엄격하면서도 유연한 학사제도를 시행하고 있으며, 지속적인 개선을 통해 환경의 변화에 따른 학사제도의 변화를 추구하고 있음,

- **(지속가능성)** 본 대학원은 고려대학교 학부 융합전공 (메디컬융합전공)을 운영하고 있으며, 교내의 다양한 전공 학생의 바이오 소재, 메디컬 응용 분야 교육을 담당하고 있음. 이는 우수 대학원생 확보를 위한 기반이 될 것임. 또한 현재 대학원에 확보된 학사조직과 첨단 연구 인프라는 연구수월성의 확보와 우수 석박사 인력의 양성에 확고한 기반이 될 것임.

바. 대표적 미래목표에 대한 달성방안

- **(추진 과제의 설정)** 본 교육연구단의 비전과 목표를 달성하기 위해 4개 분야 (교육, 연구, 산학협력, 국제화)에서의 구체적인 추진과제를 수립하였음. 추진과제의 실행으로 나타나는 성과는 핵심성과지표를 통해 평가될 것이며 이를 토대로 지속적으로 개선될 계획임 [그림 1-2-8].

- **(추진과제의 실행 방안)** 각 분야의 추진 과제는 구체적인 프로그램 형식으로 구성되어 본 교육연구단 참여교수들이 전담하여 실질적이면서 지속적으로 운영될 계획임.
  - 교육 분야는 전공지식의 확장과 교육 형식의 혁신적인 변화(문제해결형 수업, 실습위주 학습과정, 실무역량 강화, 국제화 역량 강화)를 주된 목표로 구성될 것임.
  - 연구분야는 창의적 융합 연구 및 연구 교류 활동을 통해 연구성과(논문)의 질적 수준을 높이는 것을 주된 목표로 추진될 계획임.
  - 산학협력 및 국제화는 국내외 기업, 대학과의 연구 교류를 실질적으로 확대하여 교육 프로그램으로의 편입과 연구 수월성의 확보를 주된 목표로 프로그램을 체계적으로 구축하고자 함.

바이오혁신 첨단소재 기초/응용 기술 분야 글로벌 Top 20 교육연구기관

6대 핵심성과지표	달성 방안 (13대 추진과제와 연계)	전담교수
교육		
우수 인력 양성 지수 (졸업생 중 박사 학위 졸업생의 비율 + 취업 및 진학 비율)로 지수 설정	전공교육 혁신 프로그램 (4차산업 대비 전공과목, 문제해결형, 실무능력을 키우는 교육)	김동휘, 윤영수
	융합교육 혁신 프로그램 (기술간 융합 교과 확대, 융합소양 교육)	김명기, 이승우
교과과정 혁신지수 (교과/비교과 개설 건수 + 졸업생의 해당과목 수강 비율)로 지수 설정	산학공동 교육 프로그램	임동권, 조대호
	글로벌 바이오혁신 소재 initiative 프로그램	이철호, 황석원
연구		
연구력 향상지수 (참여교수 1인당 발표 sci 논문수 + JCR 상위 5%, 1% 논문 비율)로 지수 설정	글로벌 평판도 향상을 위한 연구결과 DB화 및 활용 촉진	왕건욱, 윤영수
	창의적 융합을 통한 새로운 원천기술의 개발 (기초, 응용, 신연구방법론) 통합 집중 연구	
연구 혁신지수 (연구 성과의 상업화 건수 + 참여교수간 융합연구 성과)로 지수 설정	산학협력 및 학연협력을 통한 산업 밀착형 연구 (홍릉밸리 참여)	황석원, 김용주
	중개임상 연구기관 및 연구자의 교육연구단 참여 (고려대 융합연구원, 고려대 안암, 구로병원)	
산학협력		
산학협력지수 국내외 기업 연구소와의 공동연구 진행 및 성과 건수 (교수1인당 산학건수)	바이오 소재 관련 기업과의 네트워 강화 (기업 연구자의 교육, 연구에 직접 참여)	이승우
	대학원생에 기업과의 장기 공동연구 기회 제공, 기업 니즈 반영 연구주제 설정	
	창업 기술 지원 프로그램 운영	
국제화		
국제화지수 외국인 대학원생, 국제 공동연구, 연구 협력 네트워킹 건수	글로벌 선도 대학과 국제 공동 교육 프로그램, 교환학생 활성화	이철호
	글로벌기업 연구자와 네트워 형성 및 강화	

[그림 1-2-8] 교육, 연구, 산학협력, 국제화 대표적 미래목표 달성 방안

사. 본부 대학원 혁신 방향과의 정합성

미래 의료 초연결 시대의 핵심인 IoH 진단 및 치료 소재 기술의 혁신을 통해 교육과 연구를 선도하고, 산업적 가치를 창출하는 교육연구 사업단

IoH 진단 및 치료 소재 기초/응용 분야 세계 20위 교육연구기관

본 대학원 혁신 방향

"세계적인 연구 경쟁력을 기반으로 미래를 선도하는 대학"

교육

Biovalue 전과정을 통합적으로 이해하고 활용하는 융합적 사고와 역량을 가진 인재 양성

- 박사급 인력 양성 강화 프로그램 구축
- 지식 전달이 아닌 문제해결능력 배양, 실무능력을 키우는 교육
- 온라인 교육 활성화, 실습 및 문제해결형 수업 비중 확대
- 기술간 융합 교과 확대, 융합소양 교육, 산학 창업 교육

- 유연한 학사관리
- 사회문제해결 및 미래산업 선도형 교육과정 확대
- 우수 연구인력 양성을 위한 교육 프로그램 확대

연구

Biovalue 전과정의 통합적 접근을 통한 바이오 소재 혁신에 집중, 융합 연구

- 글로벌 평판도 향상을 위한 연구결과 DB화 및 활용
- 창의적 융합을 통한 새로운 원천기술의 개발
- 산학협력 및 학연협력을 통한 산업 밀착형 연구
- 중개임상 연구기관 및 연구자의 교육연구단 참여

- 우수연구교원확보를 위한 연구전담 교수트랙 도입
- 융합연구원 중심의 학제간 융복합 연구플랫폼 구축
- 연구성과 제고를 위한 차별적 인센티브 제공

산학협력

산학 밀착형, 기술적 난제 돌파형 연구에 집중, 실용적 가치 창출형 산학 연구

- 바이오 소재 관련 기업과의 네트웍 강화
- 대학원생에 기업과의 장기 공동연구 기회 제공

- 플랫폼형 산학 거버넌스 모델 구축
- 지역사회 협력 기반 확대
- 대학원생 대상 창업 기회 확대
- 기술이전 및 사업화 수익모델 창출을 통한 지식가치 극대화

국제화

글로벌 선도 연구기관과의 교육, 연구 네트웍 구축을 통한 교육 연구수준의 도약

- 글로벌 선도 대학과 국제 공동 교육 프로그램, 교환학생 활성화
- 글로벌기업 연구자와 네트웍 형성 및 강화

- 글로벌 공동연구 네트워크 확대
- 외국인 연구 인력(교원 및 학생)의 전략적 소싱
- 외국인 교환 유학생 Care Package 제공

지표

우수인력 양성지수	연구력 향상지수	산업 협력지수
교과과정 혁신 지수	연구 혁신지수	국제화 지수

[그림 1-2-9] 본부 대학원 혁신방향과 본 교육연구단의 추진 방향과의 비교

- **(고려대학교 대학원 혁신 방향)** 고려대학교는 중장기 발전계획인 [Human KU]에 따라 연구중심대학을 위한 대학원 혁신을 위한 23대 전략과제를 수립하고 다양한 분야에서의 혁신을 위한 노력을 하고 있음. 특히 "창의적 인재양성 및 글로벌 연구선도"를 핵심가치로 설정하고 교육, 연구, 산학 및 인프라 구축을 통해 글로벌 연구중심 대학으로 발전하고자 함 [그림 1-2-9].

- 이는 본 교육연구단의 목표인 글로벌 Top 20 교육연구기관이 되고자 하는 목표와 같은 방향으로 연구중심 대학원으로 발전하기 위하여 대학본부는 특히 산학협력과 국제화 인프라 구축과 확대에 중점을 두고 있음. 이는 본 교육연구단이 추진하고자 하는 산학, 국제화 프로그램과 함께 시너지 높은 활동 계획이며, 미래 인재양성 및 연구의 질적 개선을 위한 탄탄한 토대가 될 것으로 예상됨.

Ⅰ. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구단 구성

1.1 교육연구단장의 교육연구행정 역량

성 명	한글	임동권	영문	Lim Dong-Kwon
소 속 기 관	고려대학교	단과대구분없음		NBIT융합전공

<표 1-1> 교육연구단장 최근 5년간 연구실적

연번	저자/수상자/발명자/창업자	논문제목/저서제목/book chapter 제목	저널명/ 출판사명	권(호), 페이지 /ISSN/ISBN	게재/출판	DOI 번호 (해당 시)
1	임동권	Amplified photoacoustic performance and enhanced photothermal stability of reduced graphene oxide coated gold nanorods for sensitive photoacoustic imaging	ACS NANO	9(3), 2711-2719	출판	10.1021/nn506516p
2	임동권	Selective binding of C-6 OH sulfated hyaluronic acid to the angiogenic isoform of VEGF(165)	BIOMATERIALS	77, 130-138	출판	10.1016/j.biomaterials.2015.10.074
3	임동권	Ultrafast and Efficient Transport of Hot Plasmonic Electrons by Graphene for Pt Free, Highly Efficient Visible-Light Responsive Photocatalyst	Nano Letters	16, 1760-1767	출판	10.1021/acs.nanolett.5b04764
4	임동권	Radionuclide-embedded gold nanoparticles for enhanced dendritic cell-based cancer immunotherapy, sensitive and quantitative tracking of dendritic cells with PET and Cerenkov luminescence	NPG ASIA MATERIALS	8,e281	출판	10.1038/am.2016.80
5	임동권	Graphene-Coated Glass Substrate for Continuous Wave Laser Desorption and Atmospheric Pressure Mass Spectrometric Imaging of a Live Hippocampal Tissue	ACS APPLIED MATERIALS AND INTERFACES	11, 27153-27161	출판	10.1021/acsami.9b02620

1.3 교육연구단의 구성

① 교육연구단장의 교육·연구·행정 역량

교육연구단장의 교육, 연구, 행정 역량

- 본 교육연구단의 단장은 기업 연구소에서 탁월한 기술 산업화 성과를 가지고 있으며, 대학에서의 우수한 기초연구 성과와 함께 다양한 산학협력 연구 및 자문활동을 수행한 바 있어 본 교육연구단의 기초 및 응용 연구역량 강화, 기술의 산업화 선순환 체계의 구축등에 적임자로 평가됨.
- 본 교육연구단의 단장은 자연과학 분야 화학 전공을 기반으로 진단 및 치료에 적용되는 나노바이오 기초 소재, 공학기술 분야에서 선도적인 연구성과를 도출한 경험과 융복합 전공분야에서 다년간의 교육 경험을 갖추고 있기 때문에 본 사업단의 교육 역량을 선도하기에 적합함. 특히 MIT, Harvard Medical School 등 선도대학에서의 연구 활동 경험을 통해 형성된 연구 수월성과 글로벌 인적 Network을 활용한 교육의 국제화를 위한 기반을 갖추고 있음.
- 본 교육연구단 단장은 KU-KIST융합연구소 소장, 학부융합전공 주임교수 (메디컬융합공학)와 고려대학교 융합연구의 미래를 설계하는 융합교육활성화 위원회 위원으로 활동하는 등 다양한 역할과 활동을 통한 우수한 행정역량으로 본 교육연구단을 이끌 적임자로 판단됨.

교육연구단장 임동권 교수

- Feb. 1994 학사, 경북대학교
- Feb. 1996 석사, 경북대학교
- Feb. 2011 박사, 서울대학교
- 1997 ~ 2007 대상주식회사, CJ 제일제당 (수석연구원)
- 2011 ~ 2013 (MIT David Koch Institute, Harvard Medical School (USA))
- Mar. 2013 ~ 2015 전북대학교 BIN 융합공학과
- Mar. 2015 ~ 고려대학교 KU-KIST융합대학원

연구분야

- 나노바이오 플라즈모닉스 연구실
- Engineering of Plamnonic Nanostructures for Breakthorugh NanoBio Technology
- Photo-Responseive Therapy (Drug Delivery System)
- Highly Sensitive Molecular Detection for Nucleic acid, Protein, and Biomarkers

연구 역량	
대학	• 지난 5년간 37편의 SCI 논문 게재 (상위 10% 이내 논문 48%), 7건의 특허 등록 • 2015년 이후 총인용횟수 2400회 이상, H-index 20 (google scholar 기준) • Single molecule detection 나노입자에 관한 연구로 Nature Materials (2010) (인용수 〉 800), Nature Nanotechnology(2011) (인용수 〉700)에 주저자로 발표하여 라만 분광학의 학술발전에 큰 기여 • 국제학회 초정강연 (최근 5년 11건), SCI 학술지 편집위원등 활동 • 다수의 국책연구 과제 수행 - 다부처공동기획사업 기획책임자 (저부작용, 고효율 나노머신 개발, 2015) - 중견연구자지원사업 연구책임자 (2016 ~ 2018) : 심혈관 조기 진단 나노 조영제 - 중견연구자지원사업 연구책임자 (2019 ~ 2021) : 시공간 고분해능 나노분광 분석
기업	• 대상주식회사 중앙연구소 선임연구원 근무 (1996 ~ 2000) : 항생제 의약품 사업화 연구 • CJ 제일제당 제약연구소 수석연구원 근무 (2000 ~ 2007) : 국내 1호 개량신약으로 광안정성 우수한 고혈압치료제 개발을 주도 (암로스타, 엑스원에 적용, 년 100억 매출 이상(현재))
산학	• 대기업 (LG전자, LG 화학)과의 활발한 산학 협력 연구 수행 (최근 3년간 3건 수행) • 중소 기업 (신풍제약): 생리활성 바이오 신소재 관절염 치료제 개발 공동 연구 수행 • 벤처기업 (모던밸류): 라만 분광학에 기반한 질병 진단법 기술이전 및 공동 연구 수행
교육 역량	
교육성과	• 7년 이상의 융합전공, 교과 교육 경험 (나노화학, 제약, 공학, 분광학에 이르는 다학제적 연구경험을 토대로 기초나노화학, 미래의학, 융합과학개론등의 실습형, 문제해결형 수업을 주도) • 학부 융합전공인 메디컬융합공학 주임교수로 활동 (2018.09.01 ~ 현재) • 고려대학교 융합교육활성화 위원 : 고려대학교 융합교육의 방향 설정 (2020) • 인도 정부 초청 Global Initiative Academic Network Program에 참여, 국외 초청 전문가로 (40시간 강의) 강연, 교육의 국제화 활동 • 석박사 학위과정 학생 연구 및 논문지도를 통해 우수한 인력 양성에 기여 (삼성전자, 한국산업기술평가원, 한국화학연구원, 보스턴 대학 진학등 우수한 석박사 학위 인력 양성)
행정 역량	
주요활동	• KU-KIST융합대학원이 설립한 KU-KIST 융합연구소 소장 (2019 ~ 현재) • 미래소재디스커버리 사업단 부단장 (2017 ~ 현재) • KU-KIST융합대학원 대학원 위원 (2018 ~ 현재) • 대한나노의학회 학술기회이사 (2018 ~ 현재)

[그림 1-3-1] 교육연구단장의 연구, 교육 및 행정 역량

② 대학원 신청학과 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-2> 교육연구단 신청학과 소속 참여교수 현황

기준일	신청학과	전체 교수 수			참여교수 수						
					기존교수 수			신임교수 수			총계
		전임	겸임	계	전임	겸임	계	전임	겸임	계	
2020. 05.14	NBIT융합 전공	9	2	11	8	1	9	1	0	1	10

③ 교육연구단 구성의 적절성

<표 1-3> 참여교수진의 해당 신산업분야 교육 실적 및 연구 분야

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청 학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
1	김동휘	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	메카노바이올로지	기계생물학 (2015년 2학기)
	생명과학을 물리학 및 공학 응용에 활용하는 원리에 관한 강의로 조직 재생등 재생의학 소재의 설계에 필수적인 교과목임					
2	김동휘	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	메카노바이올로지	나노바이오기술개론 (2016년 1학기)
	세포를 포함한 생물 및 생체 소기관등 나노 스케일의 생명현상을 물리, 화학적으로 분석하고 응용하는 기법을 강의					
3	김명기	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노광학	나노광제어 (2015년 2학기)
	생명과학과 나노광학을 접목해 새로운 바이오 분자를 탐색. 물질의 특성을 제어/분석하는 원리 및 응용 방법 강의					
4	김명기	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노광학	현대광학 (2016년 2학기)
	바이오 연구에 활용되는 광학 소자들(레이저, LED, 광검출기 등)의 원리 교과로 IoH 진단 소자 구성에 필수 과목					
5	김용주	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	초분자화학	초분자소재(2019년 2학기)
	분자간 상호작용을 활용하여 초분자소재의 합성과 생체신호 물질를 기반으로 한 자극 감응형 소재의 응용에 관한 교과목					
6	김용주	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	유기화학	분자디자인및합성(2020년 1학기)
	바이오시스템을 조절하는 목표 분자의 디자인, 합성법 및 구조 분석법에 대한 강의로 맞춤형 치료 기술과 관련된 교과목					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청 학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
7	왕건욱	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	분자전자학	융합과학기술개론 (2016년 1학기)
	단분자/DNA/바이오 소재에 대한 기본 이해와 다양한 소자 시스템 응용을 위한 소자 구조/동작, 원리/이론 강의					
8	윤영수	조교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	고분자소재	폴리머 (2018년 1학기)
	생체적합성이 우수한 고분자소재는 미래형 바이오-유연전자소자의 응용분야에서 핵심소재					
9	윤영수	조교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	에너지저장시스템	에너지저장장치 (2019년 1학기)
	생체내 삽입형 바이오메디컬기기의 전력원으로써 생체적합성이 우수한 에너지 저장치의 핵심소재에 원리와 활용 강의					
10	이승우	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노재료	자기조립과 나노구조체 (2018년 2학기)
	생체재료 나노구조화에 활용되는 자기조립방법의 기본 이론으로 IoH 진단 소재 적용 분야					
11	이승우	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노재료	나노기술 (2019년 2학기)
	나노스케일 소재/소자 제작에 쓰이는 탑-다운 리소그래피 및 바텀-업 자기조립의 방법론 및 응용에 관한 교과목					
12	이철호	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노소재 및 소자	나노재료과학 (매 2학기)
	생체신호 측정/진단 및 치료 목적의 메디컬 소재로 사용되는 나노소재들의 합성/물리적 성질/응용 분야 기초지식 강의					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청 학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
13	이철호	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노소재 및 소자	나노반도체 물성 및 소자 (매 1학기)
	나노스케일 반도체 신소재의 물리적 성질, 소자의 기본 원리로 IoH 진단 소재 분야의 필수적인 기초 교과목					
14	임동권	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노바이오화학	기초나노화학 (2019년 1학기)
	유기물, 무기물 나노입자의 합성 원리와 화학적 표면 기능화 수업으로 IoH 진단 및 치료 소재의 응용에 필수 과목					
15	임동권	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	나노바이오화학	미래의학 (2019년 2학기)
	바이오메디컬 분야의 체내외 진단 기술, 신약개발, 조직공학, 약물전달기술, 심혈관, 뇌과학 등 응용 확대에 필수					
16	조대호	교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	세포면역	면역학 특론 II (2015년 1학기)
	환자 맞춤형 면역질환 치료 적용 바이오 소재의 적용원리와 응용에 대한 강의로 IoH 치료 소재 분야에 적용					
17	조대호	교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	세포면역	현대 향장학 (2017년 2학기)
	환자 맞춤형 피부 질환치료를 위한 바이오 신소재의 적용 원리와 현황에 대한 강의로 IoH 치료 소재 분야 적용 소재					
18	황석원	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	유연전자소자, 생체삽입소자	바이오 전자소재 및 시스템 (2015년 1학기)
	인체와 생체 결합에 필요한 생체 전자소재, 소자의 기본 물성 및 전기적 특성 강의 (웨어러블/임플랜터블 분야와 밀접)					

연번	성명 (한글/영문)	직급	연구자등록번호	소속 대학 및 신청 학과	세부전공분야	신산업 관련 대학원 개설 실적
	신산업 관련 연구분야와의 연계성					
19	황석원	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	유연전자소자, 생체삽입소자	연성전자공학 (2015년 2학기)
	유연성/신축성 소재 기반 소프트 로봇, 바이오 센서 적용분야에 관한 강의로 IoH 진단 소재, 소자 구성에 핵심 강의					
20	왕건욱	부교수	[redacted]	KU-KIST융합대학원	뉴로모픽소자	차세대 메모리 소자 시스템 (2015년 2학기)
	뉴로모픽 컴퓨팅에 필요한 차세대 메모리 소재/소자의 기본 물성 및 동작원리 교육 (바이오, 소자 및 컴퓨팅 분야 지식)					

1.3 교육연구단의 구성

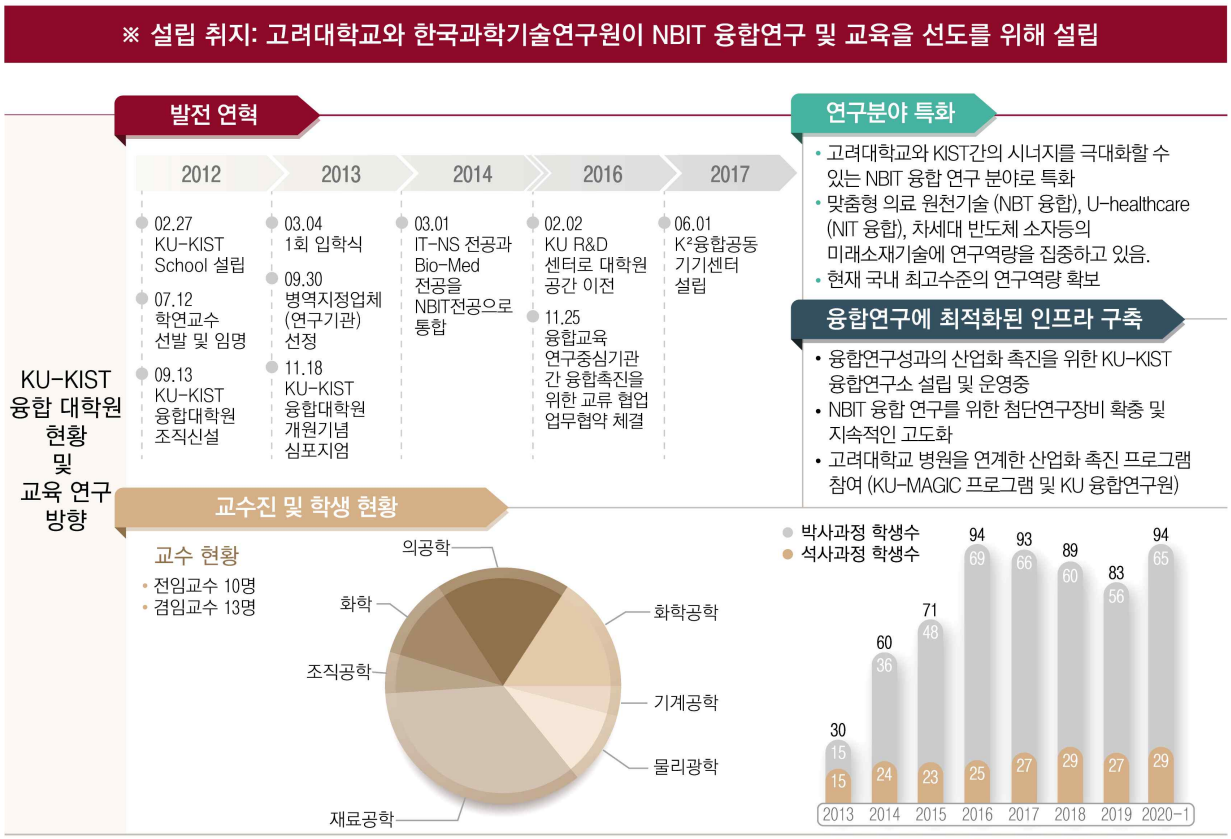
③ 교육연구단 구성의 적절성

가. KU-KIST융합대학원(단일학부)로 구성된 배경 및 운영의 타당성

- **(대학원 설립 연혁)** KU-KIST융합대학원은 고려대학교(KU)와 한국과학기술연구원(KIST) 양 기관의 협력을 바탕으로 연구인력을 공동 활용하고 융합 연구 시너지 효과를 창출하여 국가 융합과학기술 발전에 기여하기 위해 설립된 기관으로, NBIT (Nano-Bio-Information-Technology) 분야에서 세계 최고 융합인재를 양성하는 것을 목표로 함 [그림 1-4-1].

- **(최적의 연구 인프라 구축)** 고려대학교 KU R&D센터 4층 765m^2 공간에 50점(25억 상당) 이상의 연구장비가 배치된 K^2 융합공동기기센터를 운영하고 있으며, 다양한 정부지원과제 참여를 통해 더욱 고도화 할 계획임. IoH 진단 및 치료 소재 및 소자를 연구하기 위해 필요한 나노팹 공정이 가능한 클린룸, 장비, 전자현미경, 세포실험실등 연구에 필요한 기본 분석기기를 보유하고 있으며, 연구와 교육에 활용하고 있음. 인접한 위치에 있는 고려대학교 병원의 산업화 촉진 프로그램 ((KU-MAGIC/KU 융합연구원)에 활발히 참여중에 있음.

- **(교수진 및 학생 현황)** 다양한 전공분야의 전임교수 10명을 주축으로 하여, 겸임교수 13명 이상의 참여로 다양한 전공 교육과 연구를 위한 기반으로 융복합 연구와 교육에 활용하고 있음. 연구중심의 안정적/장기적 인력 양성 및 교육환경 구축을 위해 전체 대학원생 중 박사과정 학생의 비율을 꾸준히 높게 유지하고 있음. (입학생 정원 비율: 박사 62.5%, 석사 37.5%)



[그림 1-4-1] KU-KIST융합대학원의 현황

- **(타당성)** 따라서 KU-KIST융합대학원은 NBIT 단일전공으로 운영되고 있으며, 융복합 학문분야에 교육 및 연구활동을 하기 때문에 바이오혁신 첨단소재 교육연구단의 비전과 목표에 적합함.
  - KU-KIST 융합대학원은 교육과 연구 인프라가 체계적으로 구축되어 있고, 이는 글로벌 Top 20 교육연구기관으로 성장하기 위한 기반이 될 것임.
  - 융합 교육과정이 체계적으로 구축되어 있으며, 대학원 입학생들의 수준이 높기 때문에, 제도의 개선과 목표 지향적인 연구를 통해 우수한 미래 연구인력의 양성이 가능한 환경임.

- 고려대학교 병원, 한국과학기술연구원(KIST)등 주변 연구 인프라의 활용이 용이하여 연구 및 교육의 확장을 위한 지리적 환경이 우수함. 겸임교원 제도등을 활용하여 유연한 교육체계의 구성과 운영이 가능한 구조로의 발전이 가능함.
- 현재 100명 이상의 석박사대학원생과 50명이상의 메디컬융합공학(학부 융합전공) 학부생이 재학하고 있어 우수한 학생의 지속적인 확보가 가능함.

나. 바이오혁신 첨단소재 분야 비전 및 목표 달성을 위해 필요한 연구 및 교육 역량

IoH 진단 및 치료 소재 기술 분야 글로벌 Top 20 교육연구기관			
비전 목표 달성에 필요한 연구 역량	IoH 진단 소재/소자	IoH 치료 소재	공학 기술 분야
	• 초소형, 초저전력 전자 소재/소자 • 인공시냅스 소재/소자 • 피부밀착형 센서 플랫폼 • 유연패치형 소재/소자 • 다채널 회로 설계기술 • 무선통신 데이터 전송 신호조절 설계 시스템 • 복합생체신호 측정 기술 및 분석 알고리즘 설계	• 생분해성 생체적합성 소재 지능형 약물전달기술 • 초고감도 바이오이미징 소재 • 재생의학 소재 • DNA, 펩타이드, 단백질 공학 • 자기조립 나노구조체 • Medical Unmet 니즈 적용 바이오 신소재 설계	• 기능성 생체재료 기술 • 펩타이드 공학기술 • 거대분자공학기술 • 나노바이오기술 • 생물전자공학기술 • 시스템 통합기술 • 생체신호 분석 기술 • 나노Fab 공정 공학 기술 • MEMS 기술 • 초분자 화학공학
비전 목표 달성에 필요한 교육 역량	IoH 진단 소재/소자	IoH 치료 소재	융합적 사고 역량
	• 반도체 기초 및 공정 • 의료기기학 • 생체신호의 이해 • 바이오 전자소재/시스템 • 나노의학 재료학 • 연성 나노복합재료 • 유연전자소재 • 마이크로 시스템 설계 • 나노전자소자 • 차세대메모리소자시스템	• 나노바이오기술개론 • 기초나노화학 • 의료용고분자 • 분자영상과 나노의약 • 줄기세포와 재생의학 • 생체신호의 이해 • 초분자 소재 • 나노테라그노시스 • 세포공학입문 • 최신 종양학	• 창의적 문제해결 능력 • 소통 능력 **산업화 창업 교육 역량** • IoH 진단 ,치료 소재/소자 산업화 과정 실무 역량 • 메디컬 소재 산업화 실무 역량

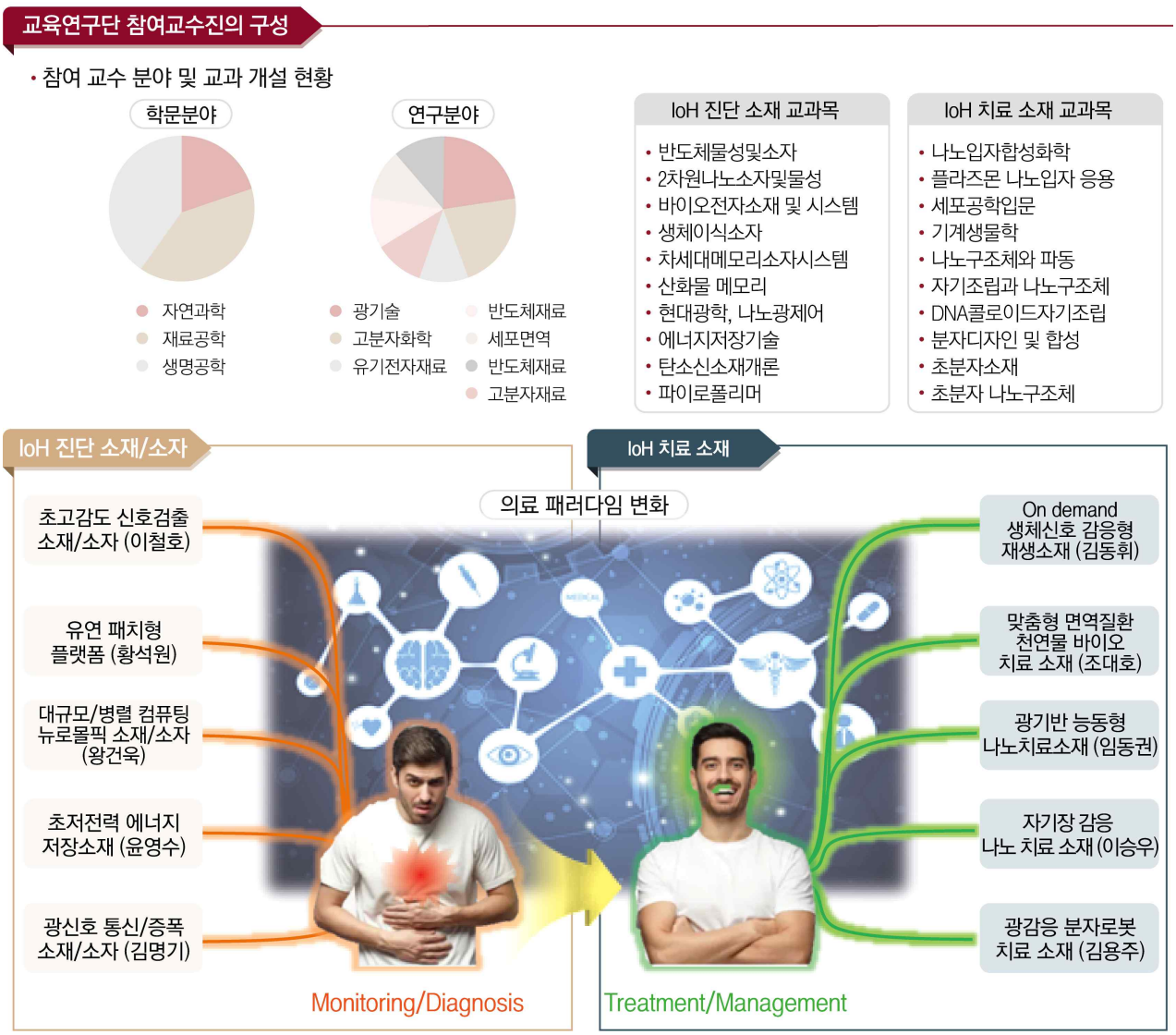
[그림 1-4-2] 비전/목표 달성에 필요한 연구 역량 및 교육 역량

- **(필요 연구 역량)** 바이오혁신 첨단소재 교육연구단의 비전 및 목표 달성을 위해 필요한 연구 분야는 크게 세가지 (1) IoH 진단 소재/소자 (생체신호모니터링, 대규모 신호처리, 해석), (2) IoH 치료 소재 (맞춤형 메디컬 케어), (3) 소재의 제조, 가공, 응용을 위한 공학 분야로 나눌 수 있음. [그림 1-4-2]에 기재한 바와 같이 매우 광범위한 소재기술과 소자기술이 요구되는 분야임. 기초과학 (물리, 화학, 생물학)과 재료공학, 생명공학 및 반도체 공학, 특히 의공학, 의학 분야 전공과 함께 각 전공 영역들의 한계를 넘어서는 지식의 확장과 원할한 소통을 통한 융복합 연구가 필수적임.

- **(필요 교육 역량)** 본 교육연구단의 교육 목표는 IoH 진단 및 치료 소재 분야의 기초, 융용, 산업화 전 과정을 통합적으로 이해하고 활용할 줄 아는 융합적 사고와 역량을 가진 인재를 양성하는 것이므로 상기 열거한 연구 분야에서의 폭넓은 전공지식이 교육을 위한 근간이 될 것임. 이를 바탕으로 하여 융합적 사고역량과 산업화 역량을 갖추는 교육을 통해 교육연구단의 교육 목표 달성이 가능할 것으로 사료됨. 참여교수들의 상기 3가지 연구 역량 분야에서의 우수한 전공지식과 경험은 수준 높은 전공 교육에 적합하며, 본 대학원에서의 개발을 위한 교육 (나노바이오, 나노화학, 의료용 고분자, 세포학 등), 그리고 각 분야들을 모두 아우를 수 있는 융합적 사고 역량과 산업화 창업 교육 역량이 본 교육연구단의 필요 교육 역량이라 할 수 있음.

다. 교육연구단 참여교수진 구성

- **(참여교수진 구성)** 본 교육연구단의 참여교수진은 자연과학 분야 (물리, 화학, 생물학 등)와 재료공학, 생명공학(의공학), 화학공학 분야의 전공자로 구성되어 있음. 연구 분야는 세포면역, 고분자재료, 유기전자재료, 고분자화학, 반도체재료, 광기술로 다양하게 구성되어 있음. 교과목 개설은 전공선택으로 IoH 진단 소재와 치료소재와 관련된 20여 과목을 현재 개설하여 운영하고 있음. 기존에 메디컬 융합공학을 포함한 바이오 분야 과목과 첨단 나노재료 및 소재를 기반으로 소자구성에 관한 분야도 교과과정으로 구성되어 있음 [그림 1-4-3].
  - IoT, IoH 헬스케어에 적용 가능한 소재 분야에 관한한 국내 최고 수준의 참여교수진으로 구성되어 있어, 연구 수월성 확보와 최고 수준의 전공 교육이 가능한 구성임.
  - **(IoH 진단 소재)** 본 교육연구단의 IoH 진단 소재 분야에는 IoH 진단 소자의 핵심요소인 에너지소재(윤영수), 센서소재(이철호), 신호처리소재(왕건욱), 통신소재(김명기), Bioelectronic 통합소재(황석원) 분야 교수들로 구성되어 있음.
  - **(IoH 치료 소재)** 본 교육연구단의 IoH 치료 소재 분야에는 IoH 치료소재의 핵심 소재분야인 세포 및 조직 재생치료소재(김동휘), 면역질환치료소재(조대호), 광치료소재(임동권), 초분자 나노치료소재(김용주), 전기/자기 감응치료소재(이승우) 분야의 교수로 구성되어 있음.



[그림 1-4-3] 바이오혁신 첨단소재 교육연구단 참여교수진 구성

라. 교육연구단 참여 교수진의 적절성

- **구성의 적절성**: 본 교육연구단의 참여 교수진은 학문분야, 연구분야 및 교과목 분야에서 IoH 진단과 치료 소재 분야의 혁신을 이끌 우수한 전공역량을 확보한 참여교수로 구성되어 있으며, 이는 본 교육연구단이 추구하는 목표 (바이오혁신 첨단소재 기초/응용 기술분야 글로벌 Top20 교육연구기관)을 달성하기에 매우 적합한 인적구성으로 판단됨. 첨단소재에 관한 연구 수월성을 바탕으로 4차산업혁명 시대에 적합한 의료 빅데이터 전문분야 역량과 융복합 연구를 통해 높은 시너지가 예상되는 구성이며, 중개임상 연구자와의 협력을 통해 기술의 산업화를 촉진할 수 있는 확고한 기반이 됨.
  - **학문분야의 적절성**: IoH 진단 기술 분야는 피부부착형 또는 생체삽입형 초소형 디바이스의 구현이 필수적이며, 초, 분, 시간 단위로 확보되는 엄청난 양의 생체신호를 초규모, 초고속 프로세싱을 통해 유효한 의료정보를 추출해야 하는 최첨단 기술의 집약체 임. 이를 위해서는 에너지공급 장치, 센서, 신호처리, 무선 통신 기능등 다양한 기능을 가진 고효율 첨단 소재의 물리적 원리에 관한 기초적 이해, 초미세 가공기술등이 공학 기술, 응용에 관한 풍부한 지식이 요구됨. 또한 IoH 치료 기술 분야는 Data를 기반으로 학보된 정확한 진단을 바탕으로 치료적인 solution을 제공하는 소재로서 기존의 약물에 의한 치료 방법을 넘어서는 새로운 형태의 on demand 치료기술로 적용이 가능함. 이를 위해서는 생체신호에 대한 깊은 이해와 이에 감응하여 치료적인 효과를 나타낼수 있는 감응형 소재에 대한 이해와 초미세가공기술이 필요함. (따라서 기초과학, 공학적 지식과 기술이 필수적이며, 나아가 의료 중개 임상, 의료 빅데이터의 활용 분야의 융복합 연구가 필요함).
  - **연구 분야의 다양성**: 상기 설명에서 열거한 바와 같이 IoH 진단과 치료 소재 분야는 요구되는 다양한 기능적 특성 때문에 광범위한 유무기 소재 (나노 재료, 반도체 재료, 고분자 재료, 유기전자재료)와 고분자화학, 광기술, biology에 대한 이해등 이공계 전분야의 융합을 통한 연구가 필수적인 분야임. 따라서 본 참여교수의 전공 분야의 다양성은 교육연구단의 비전과 목표에 매우 잘 부합되는 구성으로 판단됨.
  - **교과목 구성의 적절성**: 참여 교수진의 교과목 구성 비율을 보면 바이오 기초, 나노소재, 나노소자의 교과목 비율이 비슷한 비율로 구성되어 있어서, 한 분야에 편향되지 않고 NT/IT/BT 분야 모두 고른 교과 구성으로 최적의 융합연구의 시너지를 발휘할 수 있도록 교과목을 구성하였음. 본 대학원이 현재 운영하고 있는 융합교육 교과목 중 매우 만족도가 높은 융합소양과목을 개선하여 기초공통필수 교과목으로 편성하였으며, 토론 및 실습 위주의 기초교육을 통해 기초소양을 능동적으로 학습할 수 있을 것으로 기대됨.
    - 본 교육연구단이 목표로 하는 IoH 진단/치료 혁신소재 분야의 핵심인재양성을 위해서는 다양한 전공분야의 기초교과목을 체계적으로 학습함으로써 깊이 있는 이해를 바탕으로 창의적 융합이 가능해야 함. 이를 위해 IoH 첨단소재분야의 필수 기초과목으로 생각되는 나노/나노바이오/나노화학, 반도체, 에너지, 의과학, 광학, 분석기기, 인지과학 등의 교과목을 기초공통선택 교과목으로 편성함
    - 참여교수진의 전공분야를 바탕으로 나노소재, 광소재, 생체소재, 전자소재, 에너지소재 등 IoH진단에 필요한 소재기술을 학습하기 위한 11가지 교과목을 전공선택으로 편성했으며, 분자디자인, 기계생물학, 플라즈몬나노입자, 세포공학 등 IoH 치료용 소재설계를 위해 필요한 기술을 학습하기 위한 10가지 교과목을 전공선택으로 편성함 [그림 1-4-3].

마. 교육연구단 참여 교수진의 연구 수월성

- **(연구 수월성)** 본 교육연구단의 참여 교수진은 상기 열거한 바와 같이 IoH 진단 및 치료 소재 관련 기술 분야에서 최고 수준의 연구역량을 나타내고 있는 우수한 연구자로 구성되어 있음. 참여교수 10명중 8명 이상이 Nature, Science 본지를 비롯한 Nature 자매지에 주저자로 논문을 출판한 경험이 있으며, 기술의 산업화를 주도할 산학 역량을 갖춘 참여교수가 3명 (황석원, 조대호, 임동권)이 참여하는 연구와 산학, 융합교육에 매우 적합한 인적 구성을 갖추고 있음 [그림 1-4-4].

교육연구단 참여교수진 연구, 교육 및 연구 수월성

	연구분야 및 교육	연구 수월성
	**김동휘 교수** • 연구분야: Chemical and Biomolecular Engineering (메카노바이올로지) • 교육: 기계생물학, 나노바이오기술, 세포공학	• 세포기반 기계생물학 전문가 (인체의 반응에 대응하는 세포 골격 리모델링, 세포핵의 변형과 세포핵의 반응성에 관한 연구를 주도함) • 최근 3년 논문 18편, 학회발표 69회 • 한국공업화학회 신진과학자상 수상
	**김명기 교수** • 연구분야: 물리 (나노광학, 생체광학) • 교육: 나노광제어, 바이오광학, 기초광학, 현대광학	• 나노광학분야 전문가 (IoT 기술에 적용되는 광통신, 광제어 기술 연구 주도) • Nature 자매지 3편을 비롯한 광학분야 상위 10% 논문 22편 발표. • 유럽광통신학회 프로그램 위원, 한국광학회 이사
	**김용주 교수** • 연구분야: 화학 (초분자화학, 유기화학) • 교육: 초분자소재, 분자디자인 및 합성, 초분자나노 구조체	• 응답형 유기나노소재 전문가 (분자의 자가조립 나노구조체를 활용한 생물학적 기능 조절 연구). • Nature 자매지 3편을 비롯한 기능성 유기소재 분야 상위 10% 논문 23편 발표. • 중국 길림대 재직(5년) 기반 국제 네트워크 확보
	**왕건욱 교수** • 연구분야: 신소재공학 (뉴로모픽소자, 분자전자학) • 교육: 차세대 메모리 소자, 융합 과학기술, 산화물메모리, 분석기기원리와기술	• 나노전자소자 및 뉴로모픽 관련 신소재 분야 전문가 (차세대 메모리 소자, 알고리즘 연구 주도) • Nature 자매지 2편, 상위 5% 이내 30편 논문 발표 등 우수한 논문 성과 • 물리/재료/전기전자학회 위원 및 이사 활동
	**윤영수 교수** • 연구분야: 고분자공학 (고분자소재, 에너지저장시스템) • 교육: 파이로폴리머, 에너지저장기술	• 에너지저장분야 전문가 (단백질기반 전극소재, 생체삽입형 에너지저장기기 연구 주도) • 최근 5년 논문 50편 게재(상위 10% 〉 28편) • pyroprotein 및 pyropolymer 원천특허 〉 10건 등록 • 한국고분자학회 신진학술상 수상
	**이승우 교수** • 연구분야: 생명화학공학 (나노재료) • 교육: 자기조립과 나노구조체, 나노기술, DNA 콜로이드자기조립	• 바이오나노 소프트 나노물질 전문가 (생체모사 나노구조 및 이의 바이오 연구 주도) • Nature Materials 등 상위 5% 이내 논문 (28편) 게재 • 2019년 과기부 나노소재기술개발사업 대표성과, 2020년 한국광학회 30주년 기념 Rising Stars 30에 선정
	**이철호 교수** • 연구분야: 재료공학 (나노소재 및 소자) • 교육: 나노재료과학, 나노반도체 물성 및 소자, 2차원 나노소자 및 물성	• 나노소재 및 반도체소자 전문가 (IoH 생체신호 측청 소재/소자 연구 주도) • 최근 5년간 Nature 자매지, Advanced Materials 포함한 SCI 논문 33편, h-index 34 • 청암 Science 펠로, 한국 그래핀학회 신진학술상
	**임동권 교수** • 연구분야: 바이오센서, 표면 화학 및 무기물 나노입자 설계, 생체신호 응답성 바이오 소재 연구 • 교육: 바이오센서, 나노입자 합성, 표면화학, 바이오이미징 기술 분야	• 유기물, 무기물 나노입자 합성 및 표면 개질 화학 전문가 (바이오센서, 바이오이미징, 분광학 주도) • Nature 자매지 3편 및 최근 5년간 논문 58편 등 우수한 연구 성과 • 기업 연구소 (대상, CJ) 경력 10년 • 대한나노의학회 운영이사로 활동
	**조대호 교수** • 연구분야: 면역질환 (자가면역 질환, 염증성 질환, 암 질환) • 교육: 면역학, 분자세포생물학, 펩타이드 융합소재, 진단 시스템, 신약개발 프로세스	• 혁신형 펩타이드 소재를 이용한 자가면역질환 치료제 연구 전문가 (줄기세포 및 면역세포를 이용한 세포(항암) 치료제 개발) • 바이오 벤처 회사 창업 • (카인사이언스) (바이오펩) 펩타이드 바이오소재 활용방안 연구
	**황석원 교수** • 연구분야: 재료공학 (유연전자소자, 생체삽입소자) • 교육: 바이오 전자소재 및 시스템, 연성전자공학, 반도체기초및공정, 생체이식소자	• 바이오전자시스템 연구 분야의 국내 전문가 (휴대용 심전도 설계 알고리즘. EEG 센서 개발, 데이터, 제어가 가능한 능동형 상처치료 전송시스템 연구등) • Science 표지 논문, Nature 및 자매지 4편 발표성과 • 2016년 10대 나노기술생분해성 브레인센서 기술

[그림 1-4-4] 교육연구단 참여 교수진 현황

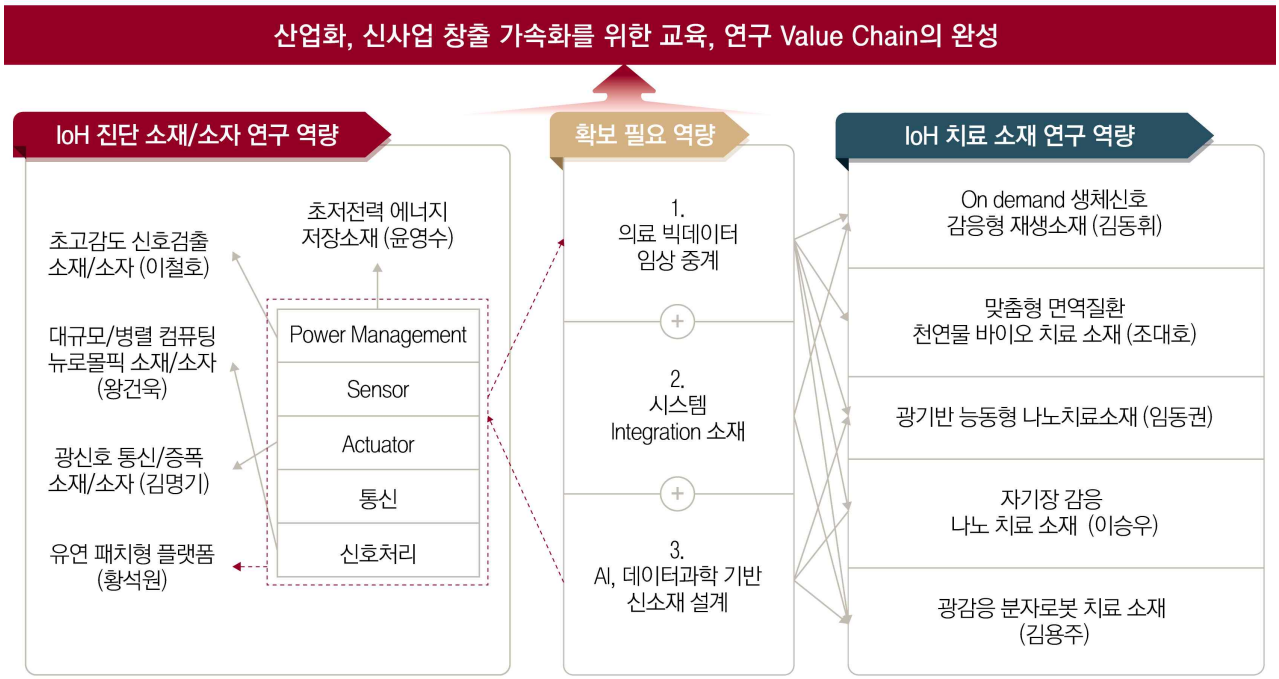
1.3 교육연구단의 구성

④ 전임교수(신임교수) 충원계획의 적절성

가. 전임교수 충원 계획

교육연구단의 전임교수 충원 방향 설정

- 본 교육연구단이 추구하는 핵심 기술 분야는 IoH 진단 및 치료 소재와 관련된 IoT 헬스케어 의료기기 소재/소자, 환자 맞춤형 메디컬케어소재 분야로 다학제적 전공분야 (화학, 생명, 물리, 재료, 전자공학, 의학)의 융합적 연구활동이 필수적이기 때문에 유기소재, 나노소재, 바이오 소재, 반도체 소재, 나노바이오 센서, 유연 전자시스템, 뉴로모픽, 광학, 세포 생물학, 바이오칩등의 핵심 요소기술 분야의 전문가로 구성되어 있음.
  - 그러나, 현재 교육연구단의 연구역량을 고도화하고, 산업화가 가능한 기술로의 발전을 촉진하기 위해서 현재는 공백상태지만 반드시 확보가 필요한 핵심 역량 분야를 도출하였음 [그림 1-5-1].



[그림 1-5-1] 교육연구단 핵심 연구분야 현황과 공백기술 도출

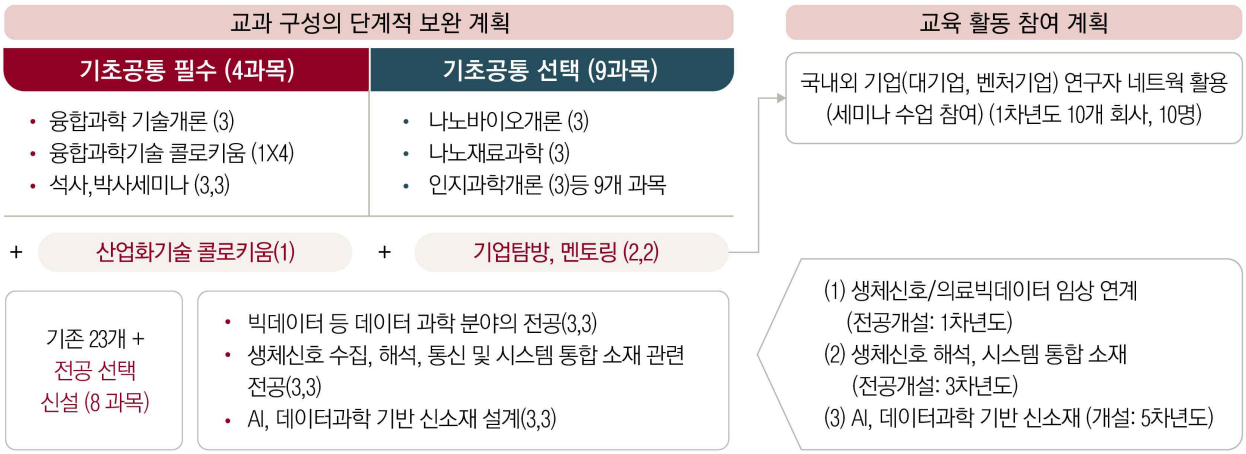
- **(신임교수의 역량 기준 설정)** 본 교육연구단의 비전과 목표 (교육, 연구, 산학, 국제화 역량 개선)을 실현하기 위한 공백 핵심 역량을 가진 전문가를 확보할 계획이며, 이를 통해 IoH 진단 및 치료 소재 기술의 역량을 고도화 하고, 공백 기술분야의 완성을 통해 소재 기술의 산업화의 촉진에 기여가 가능한 경험, 역량, 의지를 가지고 있는 연구 수월성이 확보된 전문가 (산학중점교수(전임교수))를 단계적으로 충원하고자 함.

  - 단기적으로는 산학공동 프로그램을 통한 외부연구자, 겸임교원이 참여하는 교육과정 운영으로 공백기술(확보필요) 영역의 교육을 운영하고, 장기적으로 충원된 전임교원과 산학중점 교원들이 공백기술 분야의 교육을 맡는 단계적 순차적으로 해당 분야 교육역량을 확보해 나갈 계획임.

- **(충원계획 연구분야의 적합성)** 교육연구단의 궁극적인 목표인 기술의 산업화 촉진과 신사업 창출에의 기여를 촉진하기 위한 교육과 연구의 value chain을 완성하기 위하여 3가지 기술 분야의 연구 역량이 필요함. (1) IoH 진단 및 치료 소재의 완성품인 소자의 성능검증 및 의료 빅데이터 임상연계 분야, (2) 수집된 다양한 종류, 대용량, 복잡한 시계열 생체신호를 정확하게 해석하는 인공지능 알고리즘과 시스템을 통합소재 분야, (3) 인공지능, 빅데이터를 기반으로 새로운 물리적, 화학적, 생리학적 특성을 가진 소재를 설계하는 연구 분야가 교육연구단의 목표를 위해 반드시 확보 필요한 역량이기 때문에 [그림 1-5-1]에 제시된 충원분야의 방향성은 교육연구단의 비전과 목표달성에 적합하다고 판단됨.

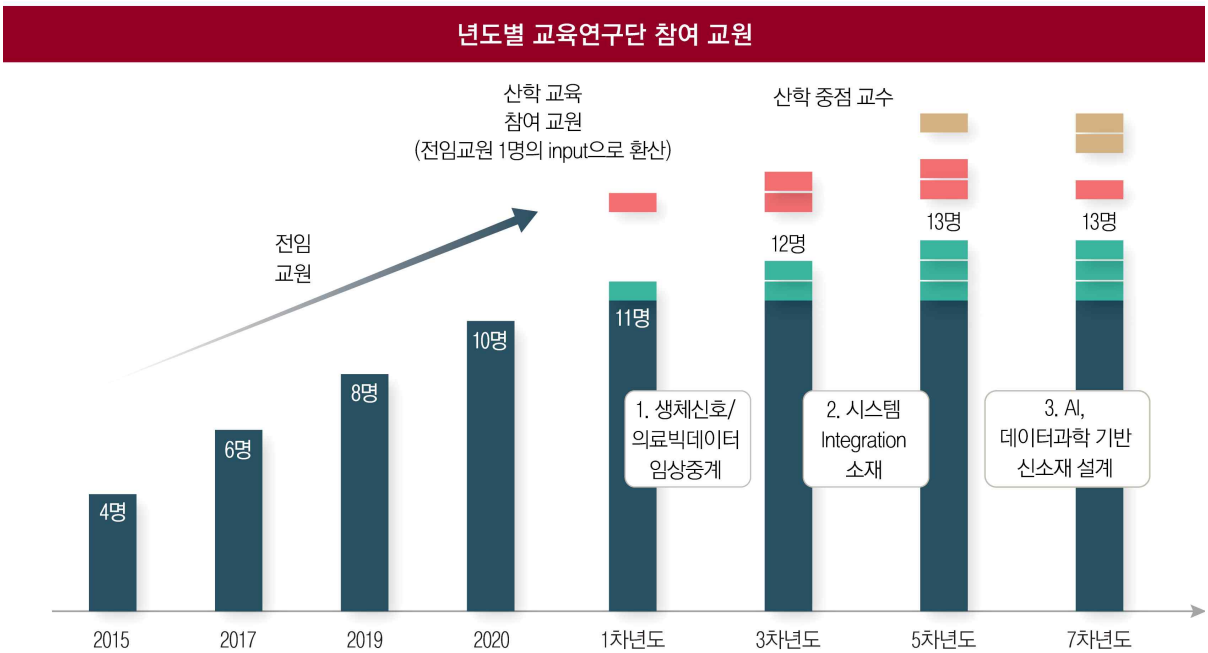
교육연구단의 교육 참여 계획과 년차별 충원 계획

- **(충원계획 전임교수의 교육분야의 적합성)** 교육연구단은 교육과정의 단계적 보완을 통한 개선을 계획하고 있으며, 주된 방향은 산업화 역량 강화와 핵심 전공역량의 확보를 목표로 하고 있음. 산업역량 강화는 국내외 기업체 연구자를 초청하여 공동산학 교육 프로그램을 구축하여 실행할 계획이며, 충원계획에 따라 확보된 핵심 전공역량은 전공교과목 수업을 단계적으로 개설하여 실행할 계획임. 제시된 3가지 기술영역은 IoT 헬스케어 소재/소자 기술과 메디컬케어 소재 기술의 완성과 산업화 촉진을 위한 핵심 기술영역이므로, 교육의 비전과 목표를 달성하기 위하여 적합한 충원 계획임 [그림 1-5-2].



[그림 1-5-2] 충원계획 전임교수의 교육분야의 적합성 (*괄호안의 숫자는 학점)

- **(년차별 충원 계획)** 전임교원의 충원은 3개 전공분야에 대하여 1차년도, 3차년도, 5차년도에 1명씩 충원하여 총 13명의 전임교원을 확보할 계획임. 산학교육의 확대를 위하여 국내외 기업체 연구자를 초청하여 효과적인 산학교육(전임교원 1학기 90시간 강의분량)을 구성할 계획임. 3차년도 이후에는 전임, 비정년트랙의 산학중점교수 (5차년도 1명, 7차년도 1명)의 충원을 통하여 산학 협력 네트워크를 확대하고 창업 교육 역량을 더욱 강화하는 방향으로 추진할 계획임 [그림 1-5-3].



[그림 1-5-3] 년차별 누적 전임교원, 산학 중점교수 충원 계획

⑤ 대학원생 현황

<표 1-4> 교육연구단 참여교수 지도학생 현황

(단위 : 명, %)

기준일	신청 학과	참여 인력 구성	대학원생 수											
			석사			박사			석·박사 통합			계		
			전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
접수 마감일	23	전체	22	95.65	12	10	83.33	66	63	95.45	101	95	94.06	9
		자교 학사	9	100.00	3	2	66.67	23	21	91.30	35	32	91.43	0
		외국인	0	-	1	1	100.00	0	0	-	1	1	100.00	
참여교수 대 참여학생 비율														

<표 1-5> 교육연구단 참여교수 지도 외국인 학생 현황

연번	성명	국적	학사출신대학	공인어학성적		비고
				국어	영어	
1	ABDI NANSA, SAMA (압디난사 사마)	이란	Islamic Azad University of Karaj	[redacted]		

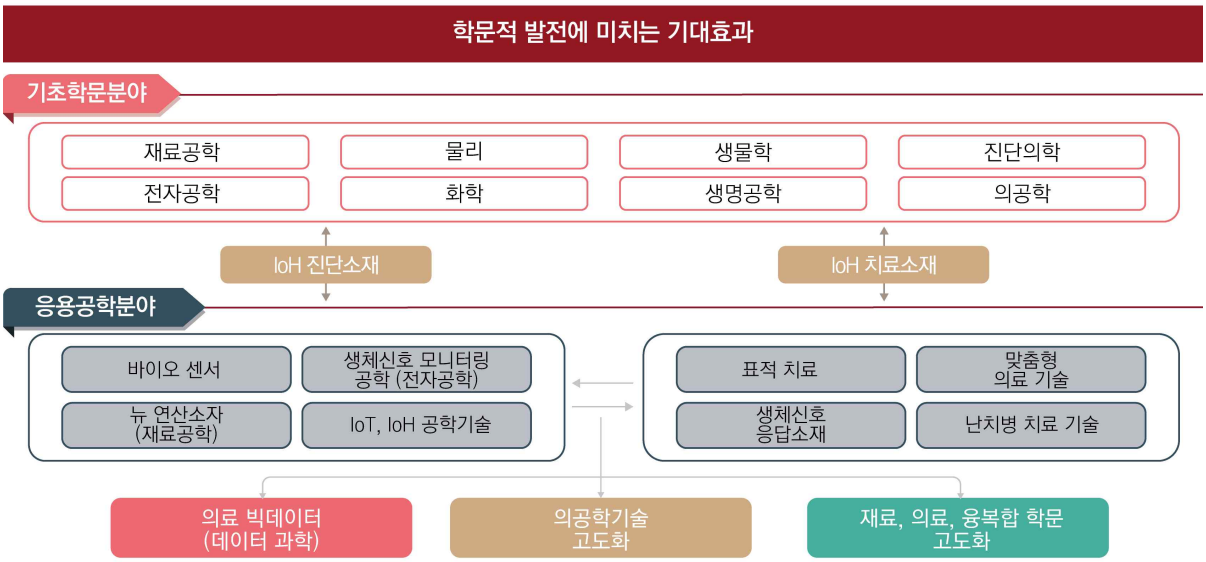
1. 교육연구단 구성, 비전 및 목표

1.4 기대효과

가. 학문적 발전에 미치는 기대효과

소재 및 응용연구를 통해 기초학문 및 응용기술, 융합학문 분야등 광범위한 파급 효과 예상

- IoH 진단 및 치료 소재 분야 연구는 다양한 물성(물리적, 화학적, 생리학적)을 가진 소재와 이를 이용한 진단과 치료에의 응용을 다루기 때문에, 기초학문 및 융합학문에 큰 파급효과가 예상됨.
  - **(기초학문에 대한 기여)** 생체적합성 유연 소재, 전자소재, 산화물 뉴로몰픽, 생체적합성 바이오 소재, 기능성 부여를 위한 화학적 변형등 소재에 관한 연구는 재료에 대한 원자, 분자단위의 조절과 이해를 바탕으로 하고 있으므로, 재료공학, 전자공학 및 기초과학(화학, 물리학)등 과학의 전반에 걸쳐서 분야 학문을 발전을 촉진시키는 계기가 될 것임 [그림 1-4-1].
  - **(융합학문 분야에 대한 기여)** 생체 신호 모니터링(수집 및 해석), 나노구조 제어 공학 기술, 신호제어 공학, 데이터 활용 및 공학기술등은 다양한 전공분야를 활용하는 기술집약적인 분야이며, 제약, 의료 분야외의 타 분야로 확대 가능함. 새로운 학문분야의 탄생을 촉발시키는 계기가 될 수 있음.



[그림 1-4-1] 학문적 발전에 미치는 기대 효과

나. 사회적 발전에 미치는 기대효과

- **(의료 분야 새로운 패러다임으로 변화를 촉진)** 4차산업 혁명이후 2030년 시대는 의료산업의 패러다임이 크게 변화되는 시점이며, 이러한 변화는 IoT 헬스케어 의료기기를 기반으로 하는 개인 의료정보의 초연결 시대가 될 것임 [그림 1-4-2].

사회 발전에 미치는 기대 효과

	신산업 창출	건강한 삶	난치병, 만성질병 극복의 기반 마련	국가 의료서비스의 공공성 확산
사회적 파급분야	• 의사. 병원 중심에서 예방 관리로 시장구조 변화 • 새로운 시장의 개척 가능성 높음	• 고령화 시대 만성 질환 관리를 통한 삶의 질 개선 • 의료 비용의 저감	• 고령화 시대 만성 질환 관리를 통한 삶의 질 개선 • 궁극적의 국가 의료 비용의 절감	• 환경으로 부터의 다양한 위협 (바이러스, 미세먼지등)을 극복하는 기반으로 활용 • 저소득, 취약계층의 의료접근성 개선을 통한 전반적 복지 향상

[그림 1-4-2] 사회적 발전에 미치는 기대 효과

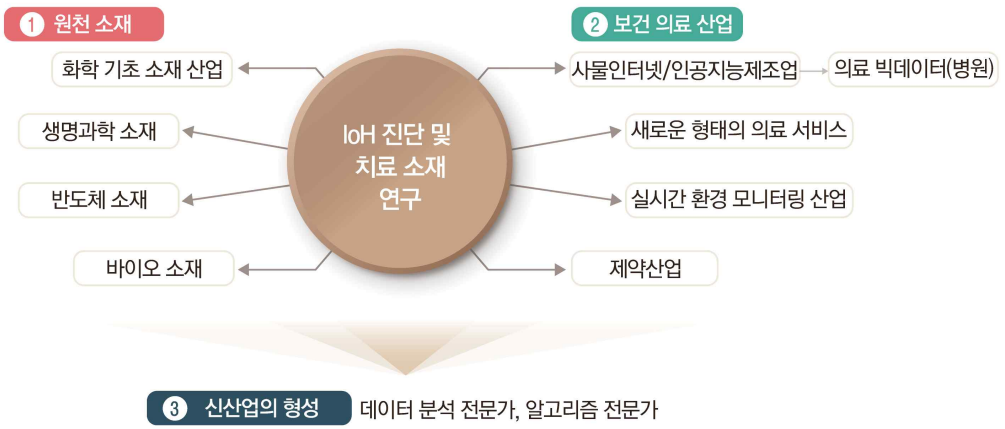
- 신산업의 창출이 촉진되어 새로운 시장의 형성이 예상되며, 고령화시대 만성질환을 효과적으로 관리하여 삶의 질 개선, 국가의료 비용의 절감, 국가 의료서비스의 공공성을 확산을 촉진하는 계기가 될 것임.

다. 경제적 발전에 미치는 기대효과

4차 산업혁명 시대의 핵심 산업 분야로 소재, 의료, 신산업의 형성에 큰 파급효과

- 다양한 첨단소재, 소자기술이 집약되며, 우리나라의 강점인 IT와 함께 BT, 의료분야에서 빠르게 경쟁력을 갖출 수 있는 분야로 의료, 제약, 식품, 군사 및 연구용으로 광범위하게 적용될 수 있음.
  - 전기, 전자, 반도체, 재료, 화학, 생명공학 및 진단의학 등 다학제적 연구로써 타 기술 분야로의 적용이 활발한 미래융합형 분야이기 때문에 원천소재, 의료기기 산업 분야 및 신사업의 형성을 유도하는등 국가 경제 발전에 매우 큰 파급효과가 있을 것으로 예상됨.

경제적 발전에 미치는 영향

산업적 파급분야	
1 원천 소재	• 정밀소재 산업의 고도화를 촉진하는 계기가 될수 있음. 다양한 첨단소재의 집약된 기술이 필요하기 때문에 기술장벽을 넘어서는 경우, 일본에 비해서 낮은 수준의 소재 산업 고도화를 이룰 계기로 작용 • 정밀화학 소재 뿐만이 아니라, 바이오 제약분야의 소재 산업 고도화를 통한 국가 경쟁력 제고
2 보건 의료 산업	• 환경으로 부터의 다양한 위협 (바이러스, 미세먼지등)을 극복하는 새로운 산업 형성 • IoT, IoH 헬스케어 분야는 산업의 부가가치률이 58%로 반도체 52% 보다 높으며, 고용유발계수가 7.36명으로 제조업 평균 6.14 보다 높기 때문에 국가 경제 발전에 기여 예상됨
3 신산업의 형성	• 새로운 산업의 형성을 촉진할것으로 기대됨. (데이터 분석 전문가, 알고리즘 전문가, 새로운 의료서비스 산업의 출현등)

[그림 1-4-3] 경제적 발전에 미치는 기대 효과

- **(원천 소재 분야)** IoH 진단 및 치료 기술 분야는 다양한 기능성 소재 (유연소재, 센서 소재, 신호처리 소재, 에너지 저장소재, 고분자 소재, 생체적합성 바이오 소재)의 사용과 초미세 가공기술, 표면화학등의 기술이 집약되는 분야임. 교육과 연구 혁신을 통해 도출된 성과는 원천소재 기술의 고도화를 촉진시키는 계기가 될 것이며, 소재 기술의 국제 경쟁력을 높이는 데에 기여 가능함.

- **(보건 의료산업 및 신산업의 형성)** IoH 진단 및 치료 소재는 생체신호 모니터링에 적용되므로, 환경으로부터의 다양한 위협요인을 예측하거나, 모니터링하는 기술로 활용 가능함 (예를 들면 건축물의 안전 문제 조기 경보, 감염병의 관리 체계, 군사적 목적등). 따라서 보건의료 산업 및 타분야 산업에 매우 큰 파급효과가 있는 분야임.
  - 특히 IoH 헬스케어 산업 분야는 부가가치률이 반도체 산업보다 높으며, 고용 창출효과가 높은 분야로 고령화 시대의 국가 경제 발전에 큰 기여가 예상되는 분야임.
  - 기존에 존재하지 않았던 새로운 시장과 부가가치를 창출하여 세계 및 각국 경제의 신성장동력이 될 것으로 기대됨. 생체정보의 단순 수집 및 취합에 그치는 것이 아니라, 수집한 정보를 활용하여 보다 가치있는 정보와 서비스를 제공하는 사업 모델(예: 의료부문의 전자의료기록과 통합, 만성질환 관리서비스 등에 활용)등으로 광범위한 파급효과가 있을 것으로 예상됨.

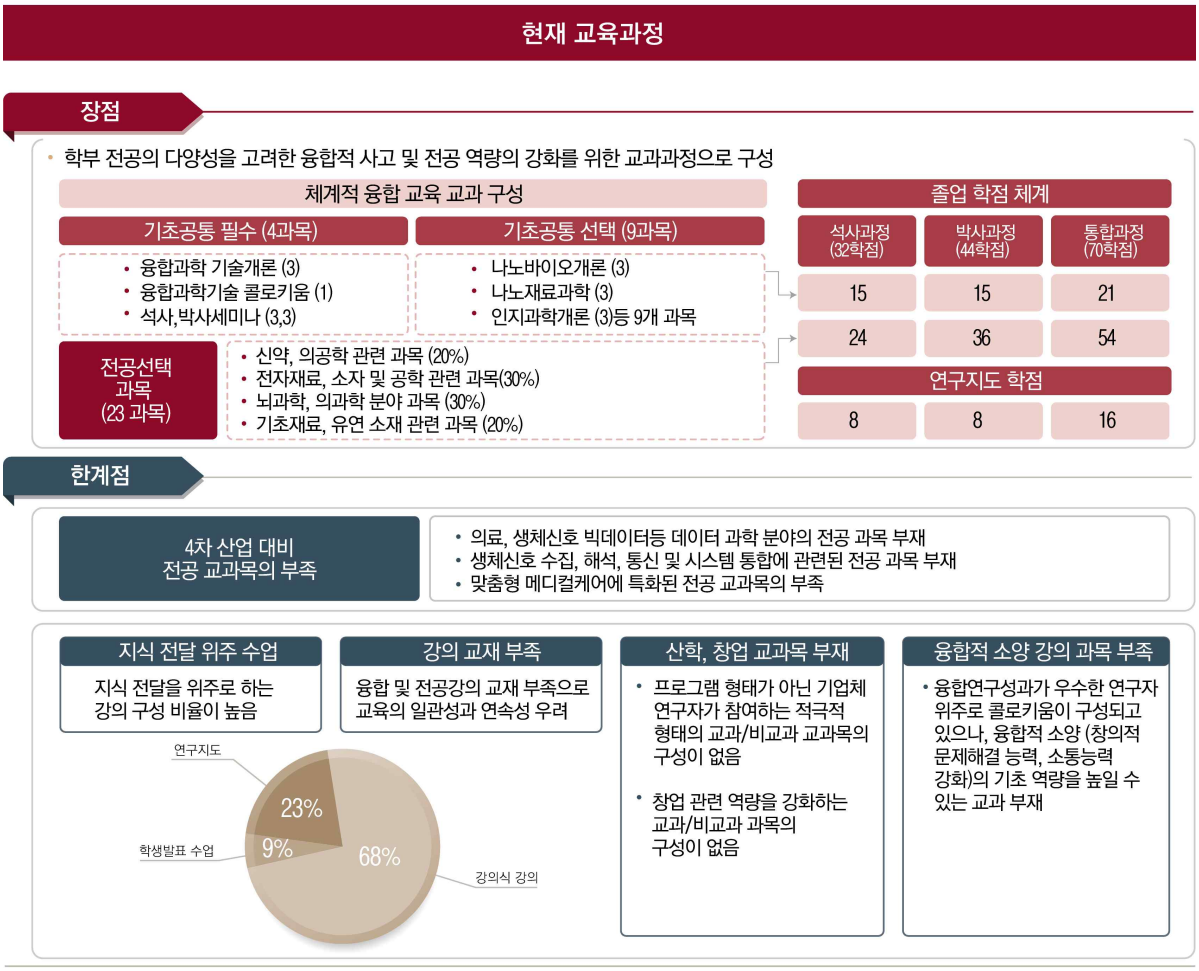
Ⅱ. 교육역량 영역

1. 교육과정 구성 및 운영 계획

가. 교육과정 구성과 계획

현재 KU-KIST융합대학원의 교육과정의 현황

- **(교육과정 현황)** 본 대학원은 융복합 과학기술 분야에서 최고의 역량을 갖춘 인재를 양성하고자 융합교육을 촉진 시킬 수 있는 교과를 구성하여 운영중에 있음. 모든 신입생은 토론과 실습 위주의 능동형 교과목으로 구성된 융합과학 기술개론, 융합과학기술 콜로키움, 석박사 세미나 수업으로 이루어진 기초 공통과목을 필수로 이수하고, 연구 분야의 기초를 다질 수 있는 기초 공통 선택 과목을 이수하도록 하여 체계적인 융합 교육이 가능하도록 설계됨 [그림 2-1-1].



[그림 2-1-1] 현 교육연구단 소속 KU-KIST융합대학원의 교과과정 장단점 분석

- **(장점)** 2013년 이후 7년동안 다양한 분야의 전임교원이 담당하는 기초공통 필수와 선택과목을 개설하여 운영하면서 효율적인 융합교육을 위하여 수업방법의 개선, 팀 티칭 참여교수의 순환등을 통하여 개선되어 왔음. 본 대학원에 신규 임용된 교원의 전공선택 수업 확대로 현재 다양한 바이오 소재 설계와 응용분야의 전공선택 과목 (23 과목)이 개설되어 학생들의 수업선택권을 보장함.

- **(한계점)** 본 교육연구단이 추구하고자 하는 4차산업혁명을 대비한 IoH 진단 및 소재 기술분야에 보다 특화된 전공 교육은 미진한 수준이므로, 적합한 신규 전공 교과목을 개설할 필요가 있음.
  - 세대의 변화와 교육 방법의 혁신을 위하여 기존의 지식 전달 위주의 수업을 탈피하여 교수자와 학습자가 상호 작용하여 문제를 발굴하고 해결하는 형식의 수업 방식으로 전환이 필요.
  - 일관성과 지속성 있는 융합교육을 위한 강의교재가 부족한 상황
  - 기술의 사업화를 촉진하기 위한 창업 및 산업화 프로세서에 관한 교과/비교과 수업이 없기 때문에 산업화/창업 역량을 함양할 수 있는 교육 시스템 구축이 필요함.
  - 융복합 기술분야 우수한 인재로 성장하기 위한 융합적 기초소양을 넓힐 수 있는 교육과정이 없음.

교육과정 운영 계획

- **(벤치마킹, 산업동향, 교과 과정 분석을 통한 교육의 혁신 방향성 설정)** 본 교육연구단이 목표로 하는 신산업분야를 고려하고 글로벌 Top 2 대학의 교육 혁신 방향을 벤치마킹한 결과와 현재 본 대학원의 교과과정에 대한 장단점 분석을 통하여 핵심 교육역량, 교과과정의 개선을 하고자 함.
  - **(추진일정) 1차년도: 교과과정 개편 계획 수립/확정** (온라인 강의, 문제해결형 수업, 산학교육 수업, 융합 소양 비교과 수업), 2차년도: 강의 개설, 3차년도; 양적 확대 및 모니터링을 통한 평가, 4차년도: 평가를 반영한 개선의 과정으로 추진될 계획임.
  - **(정량적 지표 설정)** 우수인력 양성지수, 교과과정혁신지수를 통해 교과과정의 개선 정도를 평가하고 지속적인 관리를 위한 지표로 활용할 계획임 [그림 2-1-2].

바이오혁신 첨단소재 기초/응용 기술 분야 글로벌 Top 20 교육연구기관		
4차산업 대비 전공 과목 신설	핵심 지표	4개 교육 프로그램
의료, 생체신호 빅데이터등 데이터 과학 분야 전공 교과목	우수인력 양성지수	전공교육 혁신 프로그램
생체신호 수집, 해석, 통신 및 시스템 통합에 관련된 전공 교과목		융합교육 혁신 프로그램
AI, 데이터과학 기반 신소재 탐색을 위한 신연구 방법론 전공	교과 과정 혁신 지수	산학공동 교육 프로그램
IoH 진단 및 치료 소재 임상 중개 교과목		글로벌 바이오혁신 소재 initiative 프로그램

[그림 2-1-2] 교육연구단의 교육 혁신 방향성 설정

- **(교육과정 개선 계획) 전공과목의 보완**과 함께 **산학협력 역량 강화, 융합적 소양을 강화**하기 위한 방향으로 교육과정이 개편될 계획임. 기존에 설정된 핵심교육역량(3가지)에 글로벌 기업가 정신을 추가하여 창업 및 산업화 역량이 우수한 인재 양성을 위한 목표로 삼고자 함 [그림 2-1-3].
  - **(산학 공동 교육 프로그램)** 국내외 기업연구소에서 활동하는 연구자로만 구성된 콜로키움 수업과목의 개설(필수), 기업탐방(파견)프로젝트 수업을 통한 적극적인 관련기업의 탐색활동을 통한 경험을 축적하는 수업(Co-operative education program) (교과 3학점) 개설 예정
  - **(전공과목 신설)** 전공 교육의 범위를 확대하기 위하여 4개 분야에 8개 전공선택 과목 신설 예정

<table>
<tr><td rowspan="8">핵심
교육역량
재설정</td><td>1. 창의적 융합과학기술</td><td colspan="2" rowspan="2">교과 구성의 단계적 보완</td></tr>
<tr><td>융합분야에 창의적으로 도전할 수 있는 역량을 배양하는 교육</td></tr>
<tr><td>2. 핵심적 기초과학</td><td>기초공통 필수 (4과목)</td><td>기초공통 선택 (9과목)</td></tr>
<tr><td>물리, 화학, 생물학등 핵심 기초과학지식을 교육</td><td rowspan="2">• 융합과학 기술개론 (3)
• 융합과학기술 콜로키움 (1X4)
• 석사,박사세미나 (3,3)
+ 산업화기술 콜로키움 (1)</td><td rowspan="2">• 나노바이오개론 (3)
• 나노재료과학 (3)
• 인지과학개론 (3)등 9개 과목
+ 기업탐방, 멘토링 (2,2)</td></tr>
<tr><td>3. 융복합적 응용과학기술</td></tr>
<tr><td>나노과학, 바이오의과학 분야 융복합 응용과학기술을 교육</td><td rowspan="2">기존 23개
+ 전공 선택
신설 (8과목)</td><td rowspan="2">• 빅데이터등 데이터 과학 분야의 전공(3,3)
• 생체신호 수집, 해석, 통신 및 시스템 통합에 관련된 전공(3,3)
• 맞춤형 메디컬케어에 특화된 전공(3,3)
• AI, 데이터과학 기반 신소재 탐색(3,3)</td></tr>
<tr><td>4. 글로벌 기업가 정신</td></tr>
<tr><td>산업화, 창업 역량 강화가 가능한 교육</td></tr>
</table>

[그림 2-1-3] 교육과정 운영 계획 (*괄호 내 숫자는 학점)

나. 학사 관리 현황과 계획

현재 KU-KIST융합대학원의 학사 관리 현황

- **(학사관리 현황)** 본 대학원은 현재 고려대학교 대학원의 학사제도를 기반으로 유연한 학사 관리를 위한 특화 규정에 따라 운영되며 이를 통해 입학에서 졸업에 이르는 과정이 선진 연구중심대학 수준으로 체계적으로 관리됨.
  - 본 대학원은 대학원생의 입시-학적-수업-졸업 과정 상의 학사관리 시스템의 특성을 '입시관리-학적변동 관리-수업관리-학위청구 논문-졸업연한' 5단계로 정의하여 각 단계마다 특화된 형태로 운영하고 있음 [그림 2-1-4].

학사관리 시스템 주요 내용

입시	학적	수업	졸업	
1.학위과정	2.학적변동	3.수업관리	4.학위청구논문	5.졸업연한
· 학부-대학원 수업연계 · 석사/박사/석 · 박사통합 과정 운영	· 엄격한 학적 관리 · 학위과정 변동 유연화	· 수업연한 단축제도 · 신규개설 절차	· 엄격한 학위 청구 요건 유지	· 학위취득 기간 장기화 방지

1. 입시 관리 — 학부-대학원 수업 연계(선수강)

- 다양한 학위과정 운영을 통한 학생의 교육 선택권 확대 및 우수 대학원생 확보 가능성 제고
  "우수 학부생 조기 선발 통한 연구 인력 양성"
  - 메디컬융합 전공 학부생 2017(27명), 2018년 (28명), 2019년 (19명)들이 대학원 과목 수강
  - 전기, 후기 입학전형 실시
  - 3월,9월 교내 입학설명회 개최

2. 학적 변동 관리 — 학위과정 · 전공분야 변경 유연화

- 학생의 의사에 따라 지도교수 변경 가능
- 학위과정의 변경도 가능
  - 석사과정 -> 석 · 박사 통합과정으로 변경 (박사진입 자격 시험 통과 필요)
  - 석 · 박사 통합과정 --> 석사 과정 변경
  - 학위과정과 전공 분야의 자유로운 변동으로 유연성 확보 및 자격시험 제도로 수월성 확보

3. 수업 관리 — 수업연한 단축 (석사, 박사, 석박통합)

- 수업연한 단축등 유연한 학사제도 운영
  - 석사 1학기, 통합 2학기, 박사2학기 조기 수료가 가능
- 신규 교과목 개설 절차
  - 대학원 위원회 검토 및 의결을 통한 과목 개설

4. 학위 청구 요건 — 엄격한 학위 청구 요건

- 연구 수월성 확보를 위한 엄격한 학위청구 요건 유지

[학위 청구 요건]
- 수료요건 충족 + 영어(토익 800점이상), 종합시험(석사, 박사), 구술시험(박사) 통과

+

졸업 논문 조건 (석사)
- 주저자로 SCI 논문 투고 필수 또는 공저자로 논문 발표한 경우 (학술대회 구두발표)

졸업 논문 조건 (박사)
- 최소 1편이상의 주저자 SCI논문 발표와 발표 논문의 IF 총합이 졸업년도의 JCR 상위 1%의 IF 이상 (2019년의 경우 14.4 이상)

5. 졸업 연한 — 학위취득 기간 장기화 방지

- 과정별 재학 연한

과정	재학연한		수업연한 단축제도
	일반 대학원	KU-KIST융합대학원	
석사	6년	4년	6개월
박사	10년	7년	6개월
석·박사 통합	12년	8년	1년

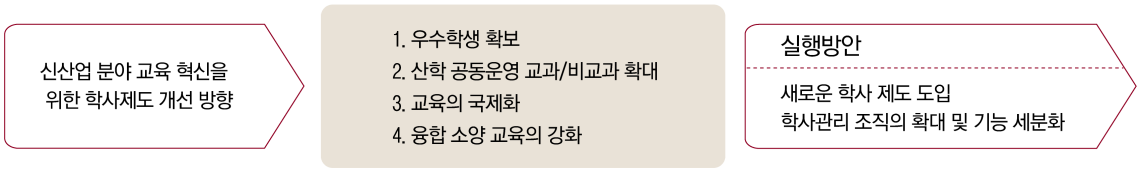
[그림 2-1-4] 교육연구단의 학사 관리 현황

- **(학위과정 운영 현황)** 본 대학원은 연 40명 정원으로 석사 과정 (15명), 석박사통합 및 박사과정 (25명) 으로 운영하고 있으며, 전기, 후기 연 2회 입학 전형을 실시함. 우수한 학생 선발을 위해 매년 3월, 9월에 입학설명회를 개최하고 있음.
  - 본 대학원은 학부 융합전공 (메디컬 융합공학)을 운영하고 있으며, 전형을 통과하여 본 프로그램에 진입한 학생들은 학부-대학원 수업 연계 제도를 통해 본 대학원에서 개설한 기초공통 필수과목을 선수강할 수 있고 이는 장기적으로 교육과 연구의 유기적 선순환 구조를 구축함.

- **(학적변동 제도 현황)** 유연한 학사 관리 시스템을 마련하고 급격한 연구 환경 변화에 적극적으로 대처하기 위해 지도 교수 변경 및 학위과정 변경이 용이함. 특히 석사 과정으로 입학하더라도 박사 진입 자격 시험에 응시하여 심사를 통과하면 석박사 통합과정으로 진입 가능하여 학위 연한을 단축하며 박사 학위 취득이 가능한 시스템을 마련함.
- **(수업관리 제도 현황)** 석사 과정 최대 1학기, 석박사통합 및 박사 과정 최대 2학기 수업 연한 단축이 가능하여 제도적으로 조기 수료가 가능하며 이는 졸업 후 진로 개척에 매우 유리함. 본 연구단의 도전적 발전을 위해 필요한 경우 대학원 위원회의 신속한 검토와 의결을 통해 신규 교과목 개설이 가능함.
- **(학위청구 요건)** 본 교육연구단의 수월성 확보를 위해 엄격한 학위 청구 필수 요건을 유지함. 기본 자격 요건 (수료학점, 영어성적, 종합, 구술시험)외에 SCI 논문 투고 및 발표 조건을 충족하여야 함.
  - 석사학위: 주저자로 SCI급 논문 투고 또는 학술대회 구두 발표
  - 박사학위: 논문 IF 합이 해당 졸업년도 JCR 기준 상위 1% 이상이어야 하고, 최소 1편 이상의 단독 주저자 SCI급 논문 발표가 선행되어야 박사 학위 청구가 가능함.
- **(졸업연한 관리)** 과정별 재학 연한을 일반 대학원 보다 단축시켜 재학생의 학위 취득 기간 장기화를 방지하고 연구 몰입 환경을 구축함.

교육연구단의 학사 관리 계획

- **(개선방향)** 신산업 분야에 필요한 우수한 학생의 확보가 가능한 방향, 산학 공동운영 교육 프로그램 구축, 교육의 국제화, 융합소양교육의 강화와 같은 방향의 변화가 요구되며 이러한 변화에 대처가능한 방향으로 학사 조직을 혁신적으로 개선하고자 함.



[그림 2-1-5] 교육연구단의 학사 관리 개선 방향

- **(실행 방안)** 이를 위해서 새로운 학사제도의 도입과 학사 관리 조직의 확대 및 기능의 세분화를 통해 보다 전문적인 학사 시스템으로 발전 하고자 함.
  - 우수 학생의 확보를 위해 학부-대학원, 석사-박사, MD-PhD 등 새로운 학위 과정의 신설을 검토하고, 산학 공동 교육 운영 프로그램 전담하는 행정 조직 신설, 국제화 전담 학사 조직을 구성하여 교육의 국제화를 촉진하고, 융합 소양 교육을 강화를 위한 학사행정의 개선을 계획함 [그림 2-1-6].

개선 계획 및 실행 방안	1. 학위과정운영	• 기존 학부-대학원 수업연계 --> 학 · 석사 연계과정 • 석사 지원시, 석 · 박사 통합과정을 기본 과정으로 제시 • MD-Ph. D 위탁 교육 프로그램 구축 계획
	2. 산학 공동운영 교과/비교과 확대	• 산학 교육 프로그램 전담 학사 행정 조직을 신설하여 효율적인 학사관리, 산학공동 운영 교육 프로그램의 내실화 (주문형 강좌, 산업화 콜로키움)
	3. 교육의 국제화	• 국제화 전담 학사 조직 신설 (국외 연구자 초청 프로세스, 지원 프로그램 구축, 행정적 지원 프로그램 운영)
	4. 융합 소양 교육의 강화	• 융합 소양 교과 학점 (전공 필수로 편입), 대학본부 개설된 융합 소양 교육을 위한 교과 과정 (졸업 학점인정) • 과학기술 분야 특화된 융합 소양 교육 교과과정 자체 개발

[그림 2-1-6] 교육연구단의 학사 관리 개선 방향

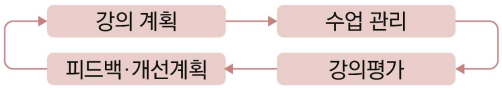
다. 교육과정의 충실성과 지속성

- **(교육 과정의 질적 수준 관리 방안)** 세계적 수준의 대학원 학사 관리 및 학생 만족도 향상을 위한 강의 평가 시스템 구축, 교육과정 및 수업 운영 규정과 제도를 강화하고자 함 [그림 2-1-7]
  - **(교수 강의 평가 시행)** 본 대학원은 1차년도부터 모든 개설과목에 대하여 강의평가를 실시할 계획이며, 강의평가 내용을 교수자에게 피드백하여 해당 교과목의 수업내용과 강의방법 개선에 적극 활용. 강의 평가가 교수 평가에 반영되게 하여 교육의 질적 향상과 학생들의 수업권 보장에 기여.
  - **(교육과정 리뷰 제도)** 세계적 경쟁력이 있는 강의 수준을 유지하기 위해 교수 1인당 1전공 과목 개설을 원칙으로 하여 강의의 내용과 형식이 진화되도록 하고, 다변화되는 교육 환경에 능동적으로 대처하기 위해 매2년 단위로 교육 과정 전체의 주기적 점검 및 재편을 검토하여 지속적인 개선을 통해 환경 변화에 따른 교육과정의 변화를 추구함.

대학원 강의의 질적 수준에 대한 관리 방안, 교육의 질적 우수성 담보를 위한 지원 방안

질적 수준 관리 방안

• 환류 체계 구축을 통한 질적 수준 관리
- 강의평가 시행지침 : **강의평가 결과 공개** 통한 지속적 개선
- 학부에서 시행 중인 전교과목 강의 평가 대학원 수업에 적용



• 교육과정 및 수업운영 규정·제도 강화
- 강의의 질 제고를 위해 **교수 1인당 1 전공 과목 개설** 원칙
- 교육 환경 변화를 반영하기 위해 **교육과정을 2년 마다 주기적 재편 검토** 원칙
- 강의의 질 관리를 위해 교원업적평가에 **강의평가 결과 및 수상 실적** 포함

질적 우수성 담보를 위한 지원 방안

교수지원 프로그램 확대	• 강의 체계화 지원 - 융합교육 강의 교재 발간 : 교육의 일관성과 지속성을 위하여 융합과목, 전공과목 강의 교재 발간 - 산학 공동 강의 프로그램 정형화 : 다수의 산학 연구자의 수업참여로 인한 산만함을 해소하기 위한 정형화 방안	• 강의 컨설팅 - 마이크로 티칭 : 강의 영상을 관찰 / 분석하여 강의를 개선해 나가는 그룹 컨설팅 프로그램 - 1:1 교수법 코칭 : 개별 수업과 관련하여 교수 전반에 대해 상담하는 1:1 맞춤 컨설팅 프로그램	• 혁신적 교수법 - 교수학습공동체 (FLCs) : 교수법 연구 모임 - Flipped Class : 온·오프라인 융합강의 - 학습관리시스템(LMS) 교육 : 편의성을 고려한 교내 시스템과의 연계 기능 및 추가 기능 개발

[그림 2-1-7] 본 교육연구단의 특화 교육 프로그램

- **(교육 과정의 질적 향상을 위한 방안)** 교육연구단 자체의 질적 우수성 유지를 위한 방안과 학교 본부 차원의 강의 개선을 위한 지원 시스템을 적극 활용하여 강의의 질적 수준을 향상시킬 계획임.
  - **(교육연구단 차원의 추진 방안)** 다년간의 융합교육을 진행해 본 결과 교육연구단이 추구하는 융합연구에 효율적인 교육 활동을 위해 융합 교육에 특화된 강의 교재 마련이 필수임. 융합 교육의 일관성과 지속성을 위해 융합교과목 전용 교재를 개발하고, 산업체 소속 연구자의 수업의 산만한 방지를 위해 산학 공동강의의 형식과 구성을 정형화 및 체계화할 계획임.
  - **(대학차원의 교육 인프라 활용)** 고려대학교는 모든 학부 개설과목에 대하여 강의평가를 실시하고 있으며, 강의평가 내용을 바탕으로 강의 개선 프로그램을 지원함. 이를 대학원 수업으로 확대할 계획임. 모든 신임 교수는 의무적으로 1:1 교수법 코칭을 실시하여 강의력 향상을 돕고, 마이크로 티칭을 프로그램을 통해 교수법 전문가 및 동료 교수들과 함께 자신의 강의를 분석하여 문제점을 이해하고 개선 방향을 고찰하도록 함. 교수학습공동체 모임을 통한 강의 개선, Flipped Class, 학습관리시스템과 같은 교육 인프라를 활용할 계획임.

라. 신산업분야를 위한 교육연구단 교육 프로그램

- **(교육 프로그램의 방향)** 본 교육연구단은 "IoH 진단 및 치료 소재분야의 기초, 응용, 산업화 전 과정을 통합적으로 이해하고, 활용하는 융합적 사고와 역량을 가진 인재 양성"의 목표를 설정함.

- **(프로그램 구성)** 목표를 실질적으로 달성하기 위해 교육연구단은 4가지 교육 프로그램(전공교육 혁신 프로그램, 융합교육 혁신 프로그램, 산학촉진 교육 프로그램, 글로벌 바이오 혁신 소재 initiative 프로그램)을 구축하여 운영할 계획임 [그림 2-1-8].

IoH 진단 및 치료 소재분야의 기초, 응용, 산업화 전 과정을 통합적으로 이해하고,
활용하는 융합적 사고와 역량을 가진 인재 양성

교육 프로그램 구축 방향	
전공교육 체계화 및 4차산업 대비 교과 보완 필요	• "전공교육 혁신 프로그램" : IoH 진단 및 치료 소재 교과 과정 체계화 • 4차산업이후 시대를 대비한 전공 교과 (4개 전공분야, 8개 교과목) 구성 • 온라인 수업, 문제해결형 수업,실습수업등 계획 구축, 학사 개편등
융합적 소양 교육 및 전공간 융합 확대	• "융합교육 혁신 프로그램" : 융합교육과정 체계화 • 학부-대학원간 교과 융합 촉진 체계 구축 (학부 교양 강좌 연계) • 소재기술, 응용기술간 융합 촉진 체계 구축 (과학기술 융합 촉진)
산학교육 강화 (병원, 기업체)	• "산학공동 교육 프로그램" : 임상중개 연구활동의 교육과정 편입, 산학공동 교과 계획, 운영을 위한 프로그램 (주문형 강좌, 산업화 콜로키움)
교육의 국제화	• "글로벌 바이오 혁신 소재 initiative 프로그램" : 연구자 초청 계획 및 과정을 체계화, 교육 프로그램 내실을 높이는 활동
실행방안	각 프로그램별로 전임교원 1인이 전담하여 추진 일정에 따라 실행 및 성과 측정, 지속적 개선을 통한 프로그램의 완성

[그림 2-1-8] 본 교육연구단의 특화 교육 프로그램

- **(전공교육 혁신 프로그램의 필요성)** IoH 진단과 치료 혁신 소재에 대한 이해와 분석 능력뿐만 아니라 의생명 공학의 기초와 응용 능력의 배양을 통한 전문성 교육이 필수적임.
  - 이와 함께 4차산업 대비 의료 빅데이터 활용, 알고리즘의 구성 분야 전공지식의 보강이 필요함. 특히 온라인 수업, 문제 해결형 수업의 도입과 실습수업의 개설등 전반적인 전공 교육의 체계적인 접근과 혁신이 필요하기 때문에 프로그램 형식으로 추진될 필요성이 높음.

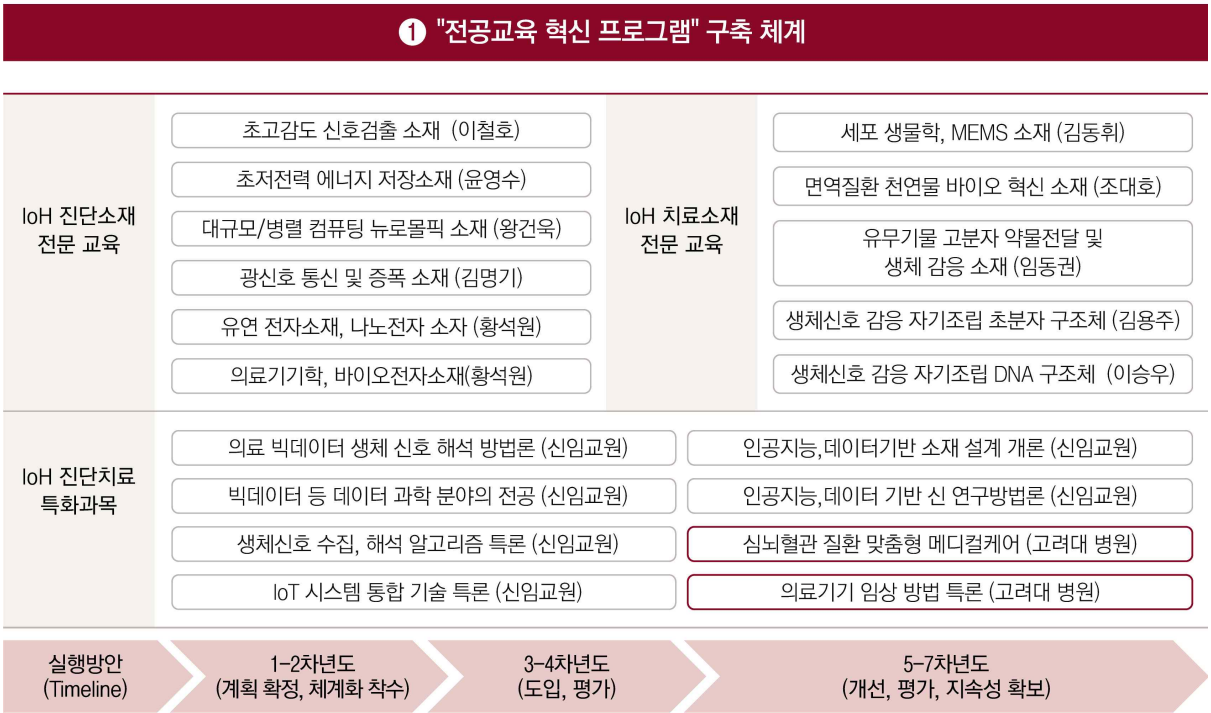
- **(융합교육 혁신 프로그램의 필요성)** 융합 혁신 인재 양성을 위해서는 융합적 기초소양 교육과 과학기술 분야의 전공융합 역량을 갖추는 것이 필요함. 전반적인 융합교육 방안의 수립과 체계를 확립하기 위한 프로그램 형식으로 구성하여 추진하는 것이 효과적으로 판단함.
  - 학부교양과 대학원간의 교과 융합이 필요한 부분 있으며, 행정적인 제도 개선등 다양한 활동이 필요함.

- **(산학공동 교육 프로그램의 필요성)** IoH 진단 및 치료 소재 연구가 실험실 연구에 한정되지 않고 실질적인 활용 능력과 사회적 가치를 인정받기 위해서 학제 구성 및 대학원생 교육 단계에서부터 산업체의 니즈와 사회적 요구에 부응하는 생산적인 연구 방향 설정 능력의 교육이 필요함.
  - 병원은 개발된 소재와 소자의 중개임상을 담당하거나, 교육연구단 임상중개 분야 교육에도 중요한 역할이 있음. 기업과 공동으로 구성하는 교육 프로그램도 학제 편입등 행정적 제도 개선과 전체적인 계획의 체계화 과정이 필요함.

- **(글로벌 바이오혁신 initiative 프로그램의 필요성)** 융합 교육을 통한 연구 능력 배가를 위해 교육연구단 소속 교수뿐만 아니라 국내외 선도 연구 그룹의 교육 프로그램을 적극적으로 수용함.
  - 국제적 네트워킹을 통한 혁신 교육 프로그램 구축을 위하여 해외 석학의 교육 참여 기회를 확대하고 교육연구단 소속 대학원생의 해외 연구프로그램 참여를 권장하여 교육 국제화의 내실을 기함.

전공교육 혁신 프로그램

- **(내용)** IoH 첨단 소재에 대한 전문적 이해와 분석 능력을 강화하기 위해 IoH 진단 및 치료 소재로 나누어 각 소재에 대한 전문 교육의 구성을 체계화 하고, IoH 진단 및 치료 소재 기술의 완성과 4차 산업시대 의료 빅데이터 활용에 관한 기술과 지식의 확대를 위하여 특화 과목에 대한 교과 구축을 체계화할 계획임. 이를 통해 소재에 관한 전문 지식 습득과 함께, 정량적, 시스템적, 융합적 사고와 능력을 배양하여 세계 최고 수준의 IoH 첨단소재 교육 프로그램으로 발전하고자 함 [그림 2-1-9].



[그림 2-1-9] 전공교육 혁신 프로그램

- **(IoH 진단 및 치료 소재 전문 교육)** 산발적으로 개설된 교과목을 체계적으로 재편하고 학생의 연구 진척 상황에 따른 최적의 교육 인프라를 제공하기 위해 전임 교수의 연구 분야에 따라 IoH 진단 소재 전문 교육 프로그램과 IoH 치료 소재 전문 교육 프로그램으로 분류하여 교과목을 개설함으로써 학생의 연구 분야내에서의 전문성을 배양시킴.
  - 학위 과정에 따라 편성 교과목 중 수료에 필요한 이수학점을 선택하여 수강할 수 있도록 하되 학생이 새롭게 관심이 있거나 수행하고 있는 연구 외연에 확장을 원할 때 학생-지도교수-각 분야별 담당교수 간 의견 조율을 통해 교과목 선택을 코칭함.

- **(IoH 진단 및 치료 소재 신규 특화 교육)** 4차 산업 시대의 신규 연구 분야 대두에 따른 교육 수요에 적극적으로 대응하기 위해 지속적인 신규 교육 과정의 개발이 필수적임.
  - 기존에 개설된 교과목 외에 신임 교원 선발을 통해 IoH 기반 진단 및 치료 소재 연구에 적용 가능한 인공지능 활용 및 의료 빅데이터 분석 기술을 교육하고, 본교 의과대학 소속 교수와의 협력을 통해 중개 의료에 특화된 신규 교과목을 개설함으로써 혁신적 전공 교육 프로그램을 구축하고자 함.

- **(기대효과)** 본 교육연구단의 전공 교육을 위한 교과목들은 개별 학제에 한정되지 타 분야로의 확장을 용이하게 하기 위해 연구 분야별로 유연하게 분류, 재편됨. 특히 신규 산업에 대응하기 위한 전임 교원 충원 및 중개 임상 연구를 위한 임상 전문의, 산업체에 활용할 수 있는 교육을 위한 산업체 전문가를 교육에 활용함으로써 IoH 기반 진단 및 치료 소재의 실질적 전문가 양성을 위한 전공 교육 혁신이 가능할 것으로 기대됨.

융합교육 혁신 프로그램

- **(내용)** IoH 첨단 소재에 대한 기초 소재 연구, 응용 소재 연구, 산업화 적용 연구 분야를 다학제적으로 융합한 교육 프로그램을 개발. 세계 최고 수준의 융합형 인재를 양성하고, 국제적 수준의 융합 연구 성과를 주도하는 바이오혁신 첨단소재 교육연구단으로 발전. [그림 2-1-10]

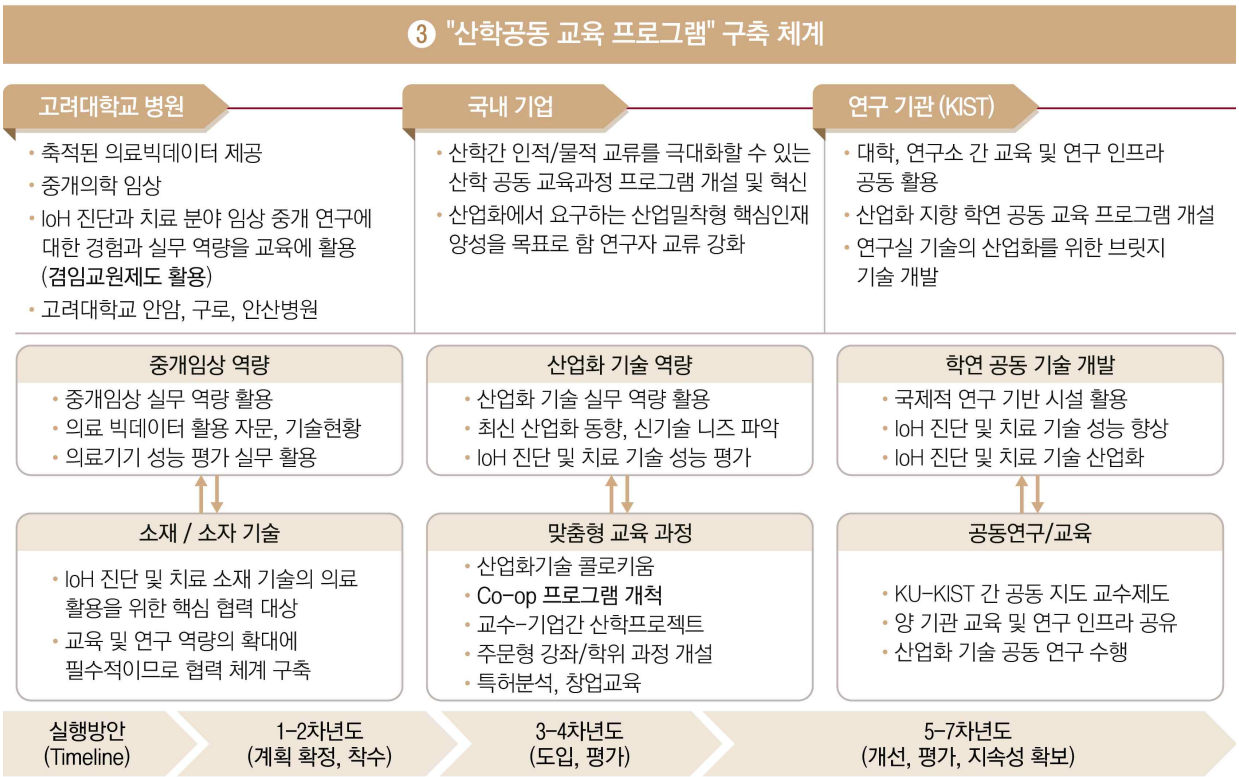
[그림 2-1-10] 융합교육 혁신 프로그램

- **(학부-대학원간 교과 융합 촉진 체계 구축)** 본 대학원은 학부생을 대상으로한 바이오메디컬융합의 기초를 교육하는 메디컬융합공학 프로그램을 운영하며 학부-대학원 간 교과 연계 체계를 구축함.
  - 본 학부 융합 소양 기초 교육 과정을 활용하여 빠른 시일 내에 대학원 신입생의 융합 연구 기초를 강화함으로써 전문적 융합 기술 중심의 대학원 교육의 효율성과 수월성을 극대화함.
  - 개별 전공 지식 및 기술 분야 간의 교과목 융합에서 나아가 융합과학 기술개론, 융합과학기술 콜로키움 등 전공 분야에 관한 융합적 사고를 강화하는 교과목을 통해 향후 창업 및 산업화 응용 등 습득한 전공 지식의 사회 환원과 활용 역량을 촉진하는 대학원 교과 과정을 구성.

- **(기초-응용-산업화 연구간 융합 촉진 체계 구축)** 본 교육연구단은 기초 연구, 응용 연구, 산업화 연구에 최적화된 교육 프로그램이 상호 유기적으로 연결된 교육 과정 융합을 통해 연구 분야간 융합을 촉진함으로써 교육과 연구의 선순환을 통한 시너지를 확보하고자 함.
  - 기초 소재 융합 교육: 다학제적 방법론을 통한 기초 소재의 이해에 대한 교육과 연구 융합
  - 응용 소재 융합 교육: 기초 소재의 원리에 공학적 방법론을 접목하기 위해 전문가들의 팀 티칭을 도입하여 첨단소재의 활용과 응용을 위한 해석 기법과 응용 능력을 배가시키는 교육과 연구의 융합
  - 산업화 적용 융합 교육: 산업에 기여할 수 있는 기술을 선별할 수 있는 전문가급 인재 양성 교육.

산학공동 교육 프로그램

- **(내용)** 산업 밀착형 융합 인재 양성을 위한 맞춤형 교육 체계를 구축하기 위해 병원, 기업체, 국립 연구기관 간의 공동 교육 프로그램을 개발하고 학제에 편입시켜 교육과 연구의 유기적 상호작용이 산업에 기여하고 신규 산업을 견인할 수 있는 산업화 브릿지 교육 실현. [그림 2-1-11]



[그림 2-1-11] 산학 공동 교육 프로그램

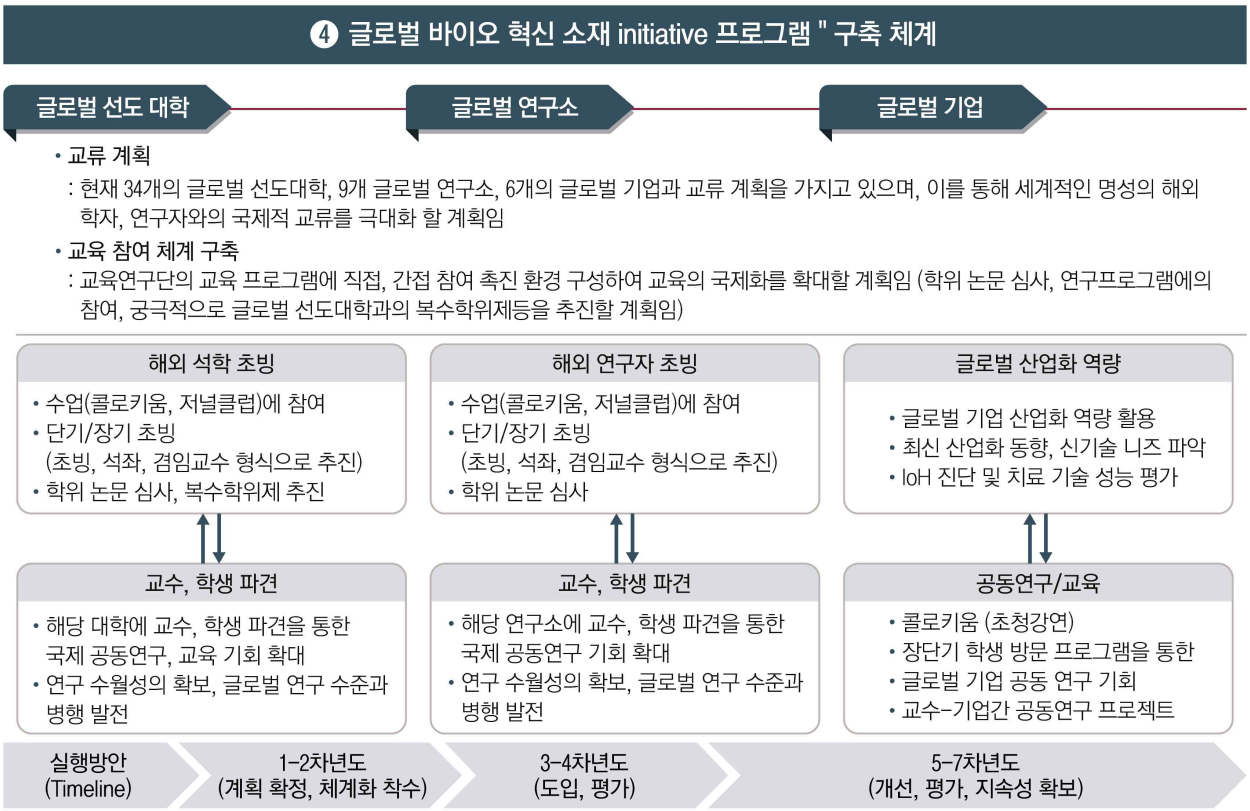
- **(병원과의 공동 교육 프로그램)** IoH 기반 진단 및 치료를 위한 첨단소재의 개발과 교육에서 신뢰할 수 있는 의료 빅데이터의 활용 능력과 이에 기반한 중개 임상 연구 역량 향상은 필수적임.
  - 본 교육연구단은 본교 의과대학과 3개 종합병원을 IoH 진단 및 치료 소재 기술의 적용을 위한 핵심 협력 대상으로 삼아 축적된 의료 빅데이터 활용 능력을 배가하고 개발된 소재의 성능 평가에 적극 활용함으로써 중개 임상 연구 역량을 극대화함.

- **(국내기업과의 공동 교육 프로그램)** 본 교육연구단의 연구 수월성을 검증하고 산업에 필요한 신기술 개발을 통한 국내 산업 경쟁력 확보를 위해 대학원-기업 간 산학 공동 교육 프로그램을 추진함.
  - 관련 연구 분야 선도 기업의 전문가를 초빙, 산업화 기술 콜로퀴움 교과목에 참여시키고 교수-기업간 산학프로젝트에 본 교육연구단 대학원생의 참여 기회를 확대하여 학생들이 최신 산업계 동향과 신기술 니즈를 파악하는 능력을 배양함.
  - IoH 기반 진단과 치료 연구의 세부 기술에 특화된 현장 실습 프로그램 지원 및 개별 연구 주제에 특화된 단기 주문형 강좌를 개설하여 산학교육을 통한 연구의 bottle neck을 해소함.
  - 지적 재산권 및 창업 교육 지원을 통해 연구실 성과로부터 신산업을 견인할 수 전문가를 양성함.

- **(KIST 연구 인프라 활용 프로그램)** KIST는 국내 산업에 적용 가능한 기술 개발을 지향하는 국책연구소로서 기초 원천 소재 연구의 성과를 산업화시킬 수 있는 인큐베이션 역할에 특화되어 있음.
  - 본 교육연구단은 소속 교수와 KIST 연구원 간 공동지도교수제, 팀티칭 과목 개설을 확대하여 개별 연구실의 경계를 넘어 양 기관 간의 교육 및 연구 인프라를 공유하는 공동 교육 프로그램을 개발함.
  - 이를 통해 교육과 연구의 시너지를 증대하고 KIST를 실질적인 산업화 브릿지로 활용하고자 함.

글로벌 바이오혁신 소재 Initiative 프로그램

- **(내용)** IoH 기반 진단 치료 첨단 소재 연구의 국제 경쟁력을 갖춘 융합형 전문가 양성을 위해 교육연구단의 국제적 네트워킹을 활용하고 교육 프로그램을 open system으로 운영함으로써 연구의 세계화를 추구하는 글로벌 교육 프로그램 구축. [그림 2-1-12]



[그림 2-1-12] 글로벌 바이오혁신 소재 교육 프로그램

- **(글로벌 선도대학)** 본 대학원은 학과 세미나, 콜로퀴움, 저널클럽을 통해 연구 분야를 선도하는 세계적 석학들을 초청하여 학생들의 연구 역량을 향상해온바 이를 교육 프로그램에 활용하고자함.
  - Harvard U., MIT, Stanford U.를 비롯한 글로벌 선도대학의 열린 강의 환경을 벤치 마킹하여 해외 석학의 강의 및 연구 지도를 온라인으로 접근할 수 있도록 지원함.
  - 일회성 강연에서 벗어나 해외 석학의 중단기 방문을 지원하여 본 교육연구단 강의에 참여시키고, 학위 공동 지도 및 복수학위제를 통해 학생들이 글로벌 스탠다드에 근접하는 교육 환경을 구축함.

- **(글로벌 연구소)** KIST와의 협력 관계를 교육과 연구에 적극 활용한 경험을 바탕으로 국제적으로 우수성을 인정받는 연구기관과의 인적 교류를 확대하여 글로벌 바이오 혁신 소재 전문가 양성에 활용.
  - 바이오메디컬 기술과 첨단소재 개발의 국제적 선도 연구기관인 미국립보건원(NIH), Wyss Institute, Los Alamost 국립 연구소 소속 연구원들과 본 대학원 소속 교수들 간의 연구 네트워크를 활용.
  - 향후 해당 해외 연구원들의 본 교육연구단 소속 교수와의 공동 연구에 대학원생을 참여시키고 연구원간 상호 방문 기회를 제공하며 학위 논문 공동 지도, 공동 심사 제도를 확대하고자 함.

- **(글로벌 기업)** IoH기반 기술의 국제적 최신 트렌드를 연구에 반영하기 위해 해당 분야 해외 산업체의 기술 개발과 산업화 융합 역량을 본 교육연구단의 글로벌 교육 프로그램에 활용하고자함.
  - 웨어러블 디바이스 소재 (Nike), 광통신 IoT 소재 (Merck) 등 IoT 기반 진단 치료 소재 개발 및 산업화를 통한 세계 시장 선점을 위해 글로벌 기업의 연구 역량을 산업화 역량 교육에 활용함.
  - 해당 글로벌 기업의 연구원, 상업화 전문가의 초청강연 및 멘토링을 도입하고 교수-기업간 공동연구를 촉진함으로써 학위과정 후 학생들의 해외 진출을 교육과정에서부터 지원함.

마. 교육 연구단의 대표적 교육 목표에 대한 달성 방안

- **(교육목표 달성방안)** 바이오혁신 첨단소재 기초/응용 기술분야 글로벌 Top 20 교육연구단 달성을 목표를 위해 본 교육연구단은 4가지 교육 프로그램 - (1) 전공교육 혁신 프로그램, (2) 융합교육 혁신 프로그램, (3) 산학촉진 교육 프로그램, (4) 글로벌 바이오 혁신 소재 initiative 프로그램 - 을 구축하여 운영할 계획이며 효율적인 목표 달성을 위해 각 프로그램 별 전담 교수를 지정하여 해당 목표 달성 방안의 이행 상황을 점검함 [그림 2-1-13].

IoH 진단 및 치료 소재분야의 기초, 응용, 산업화 전 과정을 통합적으로 이해하고,
활용하는 융합적 사고와 역량을 가진 인재 양성

	전공교육 혁신 프로그램	융합교육 혁신 프로그램	산학공동 교육 프로그램	글로벌 바이오 혁신 소재 initiative 프로그램
전담교수	김동휘 윤영수	김명기 이승우	임동권 조대호	이철호 황석원
역할	• IoH 진단 및 치료 소재 교과 과정 체계화 전담 • 전공 교육 전체 계획 수립 • 문제해결능력 배양, 실무능력을 키우는 교육	• 첨단기초소재와 공학기술의 융합 교육 체계 구축 전담 • 융합적 소양 강화 교육 체계 마련 (창의적 문제 해결 능력, 분석적 사고, 소통력 강화)	• 산학공동 교육 프로그램 구축 전담 • 특허분석과 발명출원 교육 개설 운영 • 창업화 및 산업체연계 – 현장중심 교과 과정 개설	• 글로벌 프로그램 계획 및 운영 전담 • 교육 계획 수립 반영 방안 수립 • 년차별 세부 계획 수립 • 실행 계획 수립과 성과

[그림 2-1-13] 교육연구단의 대표적 교육 목표 달성 방안

- **(전공 교육 혁신 프로그램)** 단순한 지식 습득이 아닌 전문적 능력을 기반으로 스스로 문제해결 능력을 갖추고, 연구 현장에서 직무를 능동적으로 수행하기 위한 실무 능력을 갖출 수 있도록 교육.
  - IoH 기반 진단 및 치료 소재 교과 과정을 체계화하고 전공 교육 전체 계획을 수립하며 문제 해결 능력 및 실무 적용을 위한 전문성 교육

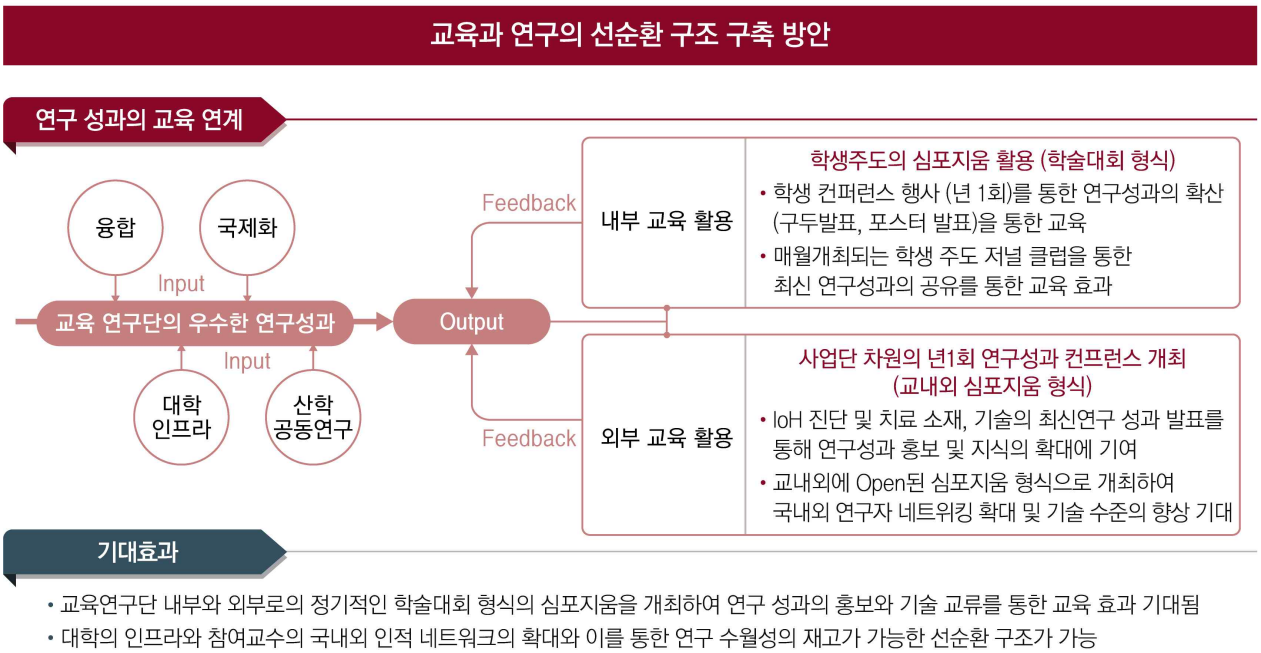
- **(융합 교육 혁신 프로그램)** 첨단 기초 소재와 응용 기술 분야의 융합적 소통이 가능하도록 교육 체계를 구축. 창의적 문제해결능력과 분석적 사고, 소통력을 강화하는 융합적 소양 강화를 교육하여 습득된 기초적/전문적 능력들이 서로 시너지를 발휘할 수 있도록 교육함.
  - 창의적 문제 해결 능력의 기초를 공고히 하고 소통력을 강화하는 등 융합적 소양 강화를 위한 교육 체계를 마련하여 첨단 기초 소재와 공학 기술의 융합 교육 체계를 확립함.

- **(산학 공동 교육 프로그램)** 특허정보 조사, 분석, 활용에 관한 이론과 실습 기회를 제공.
  - 산업화 연구를 위한 기획, 연구계획 수립단계에서 필요한 특허정보의 조사 및 분석에 관한 도구와 방법을 교육하며, 발명 출원과 유지, 지식재산권 확보와 활용에 필요한 기본지식과 전략을 지도함.

- **(글로벌 바이오 혁신 소재 initiative 프로그램)** 네트워킹을 통한 글로벌 융합인재양성을 목표로 함.
  - 대학원 교육 프로그램을 open system으로 운영하여 타 학과, 연구소, 산업체 뿐만 아니라 해외 대학, 연구소, 글로벌 기업의 연구자들도 겸임 교수로 적극 영입하여 본 프로그램 소속 대학원생의 국제 공동 연구 역량을 강화함.

바. 교육과 연구의 선순환 구조 구축 방안

교육 연구단의 교육-연구의 선순환 생태계 구축 목표



[그림 2-1-14] 교육-연구의 선순환 생태계 구축

- **(우수 연구 성과 확보)** 본 연구단은 학제간, 학부-대학원, 대학-연구소, 대학원-산업체 간의 협력을 통해 IoH 기반 첨단 소재 연구의 전문성 강화를 목표로 우수한 연구 성과를 확보함.
  - 대학 인프라를 적극 활용하고 국제적 연구 네트워킹을 확대하며 궁극적으로 산학 공동 연구를 교육 프로그램에 접목함으로써 우수한 연구 성과가 교육에 활용되는 선순환 구조를 구축하고자 함.
  - 교육연구단의 우수한 연구 성과를 교육연구단의 내부 교육에 활용하고 교육연구단의 성과를 외부에 확산하는 교육 지원 활동을 통해 교육연구단의 연구 수월성을 확보하는 교육-연구의 선순환 구조를 구축 하고자 함.

- **(내부 연구성과 확산 방안 및 기대효과)** 연 1회 본 연구단 소속 연구원이 모두 참석하여 최신 연구 결과를 발표하는 학생 컨퍼런스를 개최하여 연구 성과의 직접적인 확산을 촉진하고, 매월 각 연구실이 주최하는 학생 저널 클럽을 정례화하여 개별 연구실에서 진행되는 연구의 한계를 극복하고 상호 교육의 장이 마련 되도록 함.
  - 이를 통해 우수한 연구 성과가 연구단의 새로운 후속 연구를 촉발하고 이질적인 연구 내용의 접목으로 전혀 새로운 연구 영역을 개척하게 함으로써 상호 연구 성과의 수준을 향상시키는 시너지 효과를 기대할 수 있음.

- **(외부 연구성과 확산 방안 및 기대효과)** 연구 성과의 외연을 확대하기 위해 유관 학회에서 연구 성과 발표 및 국내외 연구 네트워킹을 장려함과 동시에 연1회 교내외 관련 연구자들이 참석 가능한 심포지움을 개최하여 관련 학과 및 연구소들과의 상호 보완적 교육 시스템으로 발전시키고자함.
  - 교육을 통한 연구, 연구가 견인하는 교육의 선순환 구조를 확립하여 본 연구단이 추구하는 IoH기반 첨단 소재의 연구가 향후 생체융합 기술, 바이오 신물질 발굴 기술, 생체 방어 연구, 생체분자신호 분야 등 학제간 경계를 넘어서는 신 연구분야의 개척에 선도적인 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대됨. 나아가 창조적 융합인재 양성과 실용적인 맞춤 교육을 수행함으로써 국내 바이오신산업을 창출하는데 결정적 기여를 할 수 있음.

교육 연구단의 교육-연구의 선순환 구조 구축 방안

연구 인프라의 교육 활용을 통한 선순환 체계 구축

대학원에 설립된 공동기기센터 인프라 (765m², 50점)

IoH 진단분야

IoH 치료분야

국가 나노팹 수준에 근접하는 실험 장비 및 기기들의 사용자 교육

- IoH 진단 소재, 소자의 제작에 필요한 반도체 공정 장비 확보 및 효율적 관리, 사용자 교육 체계 구축
- 참여교수들의 직접 기기관리를 통한 최적 기기 운영 상태 확보

글로벌 선도대학의 운영 시스템 (전문가 수준의 기기 사용능력 확보)

- 모든 기기는 사용자 교육을 거쳐 학생들이 직접 사용을 하는 방식의 운영을 통해 전문가 수준의 기기활용 역량을 확보하여 학위 취득
- 우수한 실험 스킬과 실무 역량 확보 가능

학부생 실습 교육에 활용

- 학부생 교육에 있어서 기기의 견학이 아닌 고가 장비를 활용한 실험의 경험을 통한 실습 경험 가능
- 과학적 호기심과 탐구의욕 고취로 대학원 진학률 제고 기대

기대효과

- 글로벌 선도대학 수준으로 구축된 연구 인프라를 활용한 교육에 적극 활용 가능 (직접사용을 통해 전문가 수준의 기기활용 능력을 갖출 수 있도록 교육 가능)
- 우수한 기기활용 능력을 통한 연구력 향상 기대
- 학부생에게도 보유 장비, 기기를 활용한 세계적 수준의 실습 교육이 가능

[그림 2-1-15] 교육-연구의 선순환 구조 구축 방안

- **(공동기기센터 기자재 구축 현황)** 본 연구단은 NT-IT, Bio-Med 융복합 연구를 통한 바이오메디컬 신기술 개발을 선도하고 있으며, 더욱 효율적인 연구 환경 구축을 위해 2018년부터 K^2 융합공동기기센터를 설립하여 전담인력, 기자재 확충 및 집중화, 지속적인 연구 장비 관리 및 성능향상을 진행하는 등 국가 나노팹 수준에 근접한 연구장비를 운영 시스템을 구축함.
  - 이는 미래의료신기술의 핵심 분야인 치료 및 진단 효율을 높이는 신물질 개발 분야 (약물전달기술, 항암면역 치료제, 바이오 이미징), IoH 기반 헬스케어 기술 분야 (질환 모니터링 디바이스, 바이오센서, 환경모니터링 센서 등), 세포 및 조직 분석 연구 수행을 지원하기 특화된 공동 기기 센터임.
- **(공동기기센터 기자재 활용 교육 방안)** 대부분의 연구 관련 시설들이 국내 곳곳에 산재되어 연구 효율성이 떨어지는 반면 본 연구단이 이미 설치 운영 중인 K^2 융합공동기기 센터는 신소재 및 소자의 제조와 동시에 성능 분석 및 검증과 평가까지 가능한 핵심연구시설과 기기의 집적화를 완성하였고 안정적인 운영이 검증된 바 이를 연구단의 교육에 적극 활용하고자함.
  - 모든 기기는 사용자 교육을 거쳐 학생들이 직접 사용하도록 하여 우수한 실험 스킬과 실무 역량을 배양하며 이를 학부 과정 교육에도 확대 적용하여 기기 원리를 실질적으로 이해하고 활용해봄으로써 과학적 탐구심과 성취감을 고취, 향후 대학원 과정으로 진입을 장려함.
- **(선순환 기대효과)** 교육연구단 소속 대학원들이 글로벌 선도 연구 중심 대학 수준의 연구 인프라를 직접 운영할 수 있도록 교육하여 연구 기자재 활용률을 높이고 대학원생의 연구 기자재 활용 능력을 전문가 수준으로 향상시킴.
  - 연구기자재 접근성을 향상하고 탁월한 기기 활용 능력으로부터 연구력 향상과 융합 연구를 촉진을 유도하는 교육-연구 선순환 구조를 구축할 수 있음.

사. 전임 교수 대학원 강의 계획

전임 교수의 현재 개설 교과목 및 향후 강의 계획

개선방향

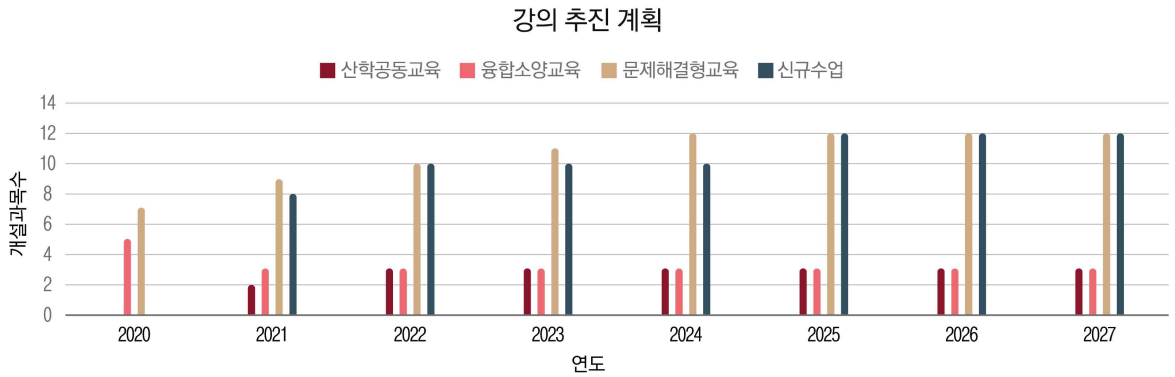
- 데이터 과학, 알고리즘등 4차산업 대비 신산업분야 전공 교육 강화
- 문제해결형, 실무 능력 강화, 산업화 역량 및 융합 연구 수행 능력을 향상시킬 수 있는 교과목으로 개선
- 대학의 인프라와 참여교수의 국내외 인적 네트워크 활용 공동 교육 프로그램 활성화

강의계획	융합교육 강화	• 융합 연구의 수월성을 확보하기 위해 기초 소양 교과목 신설 확대 • 각 트랙 별 기초 소재 연구 역량 강화 – 소재 응용 역량 강화 – 산업화 역량 강화 교과의 유기적 연결을 통해 첨단 소재 응용 능력을 배가
	문제 해결형 수업	• MIT, Stanford 대학에서 시행하는 문제 해결형 수업 구성 • 개인 학습을 위한 학습 자료는 온라인으로 제공하고 정규 수업 시간에는 교수, 동료 대학원생과의 토론 및 실습 수업으로 진행
	산학협력 강화	• 고려대학교 – KIST 간 공동지도교수제를 통해 연구실의 경계를 넘어서, 양 기관 간의 연구 인프라를 자유롭고 폭넓게 활용함으로써 산업화 브릿지 단계를 교육에 활용 • IoH 진단 및 치료 소재 기업과의 긴밀한 교류 체제를 구축하여 교육 프로그램화

[그림 2-1-16] 개설교과목 및 전임 교수 강의 계획

- **(전임 교수 강의 개선 방향)** 본 교육 연구단이 추구하는 교육 목표를 달성하기 전공교육 혁신 프로그램, 융합교육 혁신 프로그램, 산학공동 교육 프로그램을 진행할 계획임. 교육 혁신의 방향은 4차 산업 대비한 전공교과목의 강화와 융합 소양 교육, 문제해결형 수업, 산학교육의 확대를 하고자 함.
  - 현재 기초 소재 연구 역량 및 소재 응용 연구 역량 강화 교육을 위한 다양한 교과목 이 개설되어 있으나 상대적으로 산업화 역량 강화 교육이 미흡한 바 교육연구단의 운영을 통해 향후 이 분야의 연구 활용 능력을 향상 시킬 수 있는 교과목 개설 및 전담 강의 인력을 배치하고자 함.
  - 이를 통해 미래 바이오 첨단소재 분야에서 혁신적 소재를 개발하고 응용하여 새로운 가치를 스스로 창출하는 융합형 고급 인재를 육성하고자 함. 특히 융합 연구를 위한 기초 소양 교육 강화를 목적으로 전공 선택 교과목 외 기초 공통, 기초 공통(선택)은 전임 교수가 전담 강의함.

- **(강의 개선 목표 수준 설정)** 본 교육 연구단이 추구하는 교육 목표를 달성하기 전공교육 혁신 프로그램, 융합교육 혁신 프로그램, 산학공동 교육 프로그램, 국제화 프로그램을 진행할 계획임. 이를 통해 교육혁신의 방향 (4차 산업 대비한 전공교과목의 강화와 융합 소양 교육, 문제해결형 수업, 산학교육의 확대)에 부합하도록 강의의 정성적인 구성을 단계적으로 수준을 높여갈 계획임.
  - 문제해결형 수업의 구성 (약 20%), 산학공동 및 융합교육의 비중(10-15%)를 최종적 목표 수준으로 정하고 운영 상황에 따라 목표수준을 재설정 할 계획임.



[그림 2-1-17] 강의 개선 목표 수준

전임 교수의 향후 강의 계획

기초공통필수

교과분류	교과명	학점	개설학기	2020 (담당)	2021 (담당)	2022 (담당)	2023 (담당)	2024 (담당)	2025 (담당)	2026 (담당)	2027 (담당)
융합소양 (4)	융합과학 기술개론	3	1,2	황석원, 왕건욱	임동권, 김명기	김동휘, 이승우	김용주, 윤영수	이철호,황석원	임동권, 왕건욱	김명기, 김동휘	이승우, 김용주
	융합과학기술 콜로키움	1	1,2	왕건욱, 윤영수	임동권, 김명기	김동휘, 이철호	황석원, 이승우	김용주, 윤영수	이철호, 황석원	왕건욱, 임동권	김명기, 김동휘
	석사세미나	3	1,2	황석원, 임동권	이철호, 김용주	왕건욱, 이승우	김명기, 김용주	황석원, 이승우	윤영수, 김동휘	이철호, 임동권	왕건욱, 김동휘
	박사세미나	3	1,2	김명기, 김동휘	황석원, 김동휘	윤영수, 임동권	이철호, 임동권	왕건욱, 김용주	김명기, 이승우	황석원, 김용주	윤영수, 이승우

기초공통선택

교과분류	교과명	학점	개설학기	2020 (담당)	2021 (담당)
IoH 첨단소재 공통 (9)	나노바이오기술개론	3	1	김동휘	김동휘
	나노재료과학	3	2	이철호	이철호
	반도체 기초및 공정	3	1	황석원	황석원
	에너지 변환재료	3	2	윤영수	윤영수
	기초나노화학	3	1	임동권	임동권
	의과학 임상의학 개론	3	2	조대호	조대호
	기초 광학	3	1	김명기	김명기
	분석기기 원리와 기술	3	2	왕건욱	왕건욱
	인지과학개론	3	1	-	신규

	교과명	학점	개설학기	담당
융합소양	창의적 기획과 문제해결	3	1	-
	사회혁신과 창의성	3	1	-
	소통과 언어	3	1	-

	교과명	학점	개설학기	담당
산학교과	산업화 기술 콜로키움	1	1	-
	기업탐방프로젝트	2	2	-
	산업전문가 멘토링	2	2	-

전공선택

교과분류	교과명	학점	개설학기	담당
IoH 진단소재 (11)	반도체물성및소자	3	2	이철호
	2차원나노소자및물성	3	1,2	이철호
	바이오전자소재및시스템	3	2	황석원
	생체이식소자	3	1,2	황석원
	차세대메모리소자시스템	3	1	왕건욱
	산화물 메모리	3	1,2	왕건욱
	현대광학	3	2	김명기
	나노광제어	3	1,2	김명기
	에너지저장기술	3	1	윤영수
	탄소신소재개론	3	2	윤영수
	파이로폴리머	3	1,2	윤영수

교과분류	교과명	학점	개설학기	담당
IoH 치료소재 (10)	나노입자합성화학	3	2	임동권
	플라즈몬나노입자응용	3	1	임동권
	세포공학입문	3	2	김동휘
	기계생물학	3	1,2	김동휘
	나노구조체와 파동	3	1	이승우
	자기조립과 나노구조체	3	2	이승우
	DNA콜로이드자기조립	3	1	이승우
	분자디자인및합성	3	1	김용주
	초분자소재	3	2	김용주
	초분자 나노구조체	3	1	김용주

전공선택 신규개설

교과분류	교과명	학점	개설학기	2020 (담당)	2021 (담당)	2022 (담당)	2023 (담당)	2024 (담당)	2025 (담당)	2026 (담당)	2027 (담당)
IoH 중계 (3) · AI 기반 (5)	의료기기 중개 임상 개론	3	1	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	맞춤형 의료 기술 심화	3	2	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	생체신호 임상 응용	3	1	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	의료 빅데이터 개론	3	2	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	생체신호 분석 알고리즘	3	1	-	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	시스템 통합기술	3	2	-	-	신규	신규	신규	신규	신규	신규
	인공지능 기반 신소재 설계 기술	3	1	-	-	-	-	-	신규	신규	신규
	인공지능 기반 신약 설계 기술	3	2	-	-	-	-	-	신규	신규	신규

[그림 2-1-18] 전임 교수 강의 계획

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 교육연구단의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

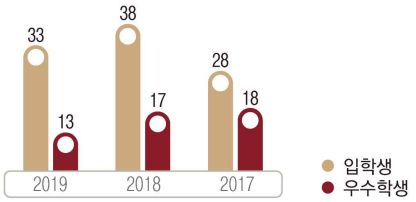
가. 우수 대학원생 입학 현황 및 지속적 확보 방안

- **(현황)** 본 대학원은 융복합 학문분야 단일전공으로 운영되고 있기 때문에 물리, 화학, 생물학등의 자연과학 분야와 재료공학, 생명공학 및 의공학 분야의 학부전공자로서 융복합 연구와 학습에 관한 관심과 의지가 매우 높은 학생을 우선적으로 선발하고자 하였음.
- 본 교육연구단의 우수 대학원생은 고려대학교에서 학사학위를 취득한 학생과 수도권 최상위 대학을 졸업한 학생, 해외 우수대학을 졸업한 학생을 우수 대학원생으로 규정하여 최근 3년간 본 대학원 입학생의 현황을 조사하였음 [그림 2-2-1].
- **(시사점)** 그 결과 본 대학원의 최근 3년간 입학생의 우수대학원생의 비율은 2017년 64%, 2018년 44%, 2019년 40%로 약간 감소하는 추세이나, 40% 이상의 높은 비율을 꾸준히 유지하고 있음. 특히 외국대학 학부졸업생의 입학은 꾸준하기 때문에 본교 학부생 뿐만 아니라, 외국대학 학부 졸업생의 국내 유입, 본 대학원 입학생으로 유치하는 노력이 필요한 것으로 사료됨.

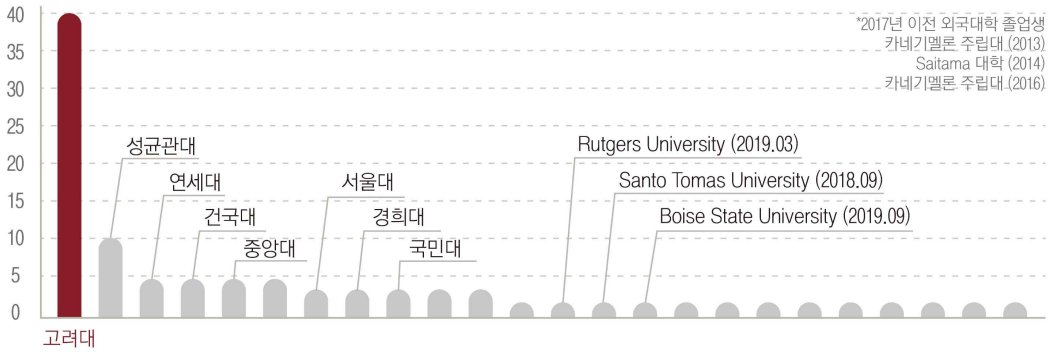
최근 3년간 우수 대학원생 확보 현황

- 우수 대학원생의 기준은 "고려대, 서울대, 연세대, KAIST, POSTECH, 해외우수대학 학부 졸업생"으로 정의하며, 전공분야는 자연과학, 재료공학, 생명공학, 의공학 학부 전공자를 의미함.

구분	입학생수	우수학생수	비율
2019	33	13	40%
2018	38	17	44%
2017	28	18	64%



출신 대학별 입학생 수(명) (2017~2019 누적)



[그림 2-2-1] 최근 3년간 KU-KIST융합대학원 입학생중 우수 대학원생 현황 및 구성

- **(지속적 확보 방안-국내)** 본교 이공계 및 운영중인 학부 융합전공(메디컬융합공학)에 재학중인 학부 3, 4 학년생을 대상으로 하는 open랩 제도 실행, 교내 정기적인 입학설명회 (3월, 9월) 개최, 첨단소재 분야 학회 (화학회, 광학회, 재료공학회, 의공학회, 고분자학회, 생체재료학회)에서의 교육연구단의 비전, 목표, 역량 홍보 활동 강화.
- **(지속적 확보 방안-국외)** 대학본부의 국제 교류 프로그램을 활용한 본 대학원 및 교육연구단의 홍보활동(학생모집 공고, 뉴스레터 발송) 및 교육연구단의 행정인력을 활용한 자체 홍보 활동 시스템 구축 (1-2차년도: 글로벌 선도대학과 인적 네트워크 구축, 본대학원 홈페이지 노출 방안 수립)
- **(목표수준)** 현재의 40%의 우수대학원생 비율을 점진적으로 60% (5-7차년도)까지 확대하고, 특히 우수대학원생의 박사과정 비율과 외국대학 학부 졸업생의 비중을 높여갈 계획임.

나. 우수 대학원생 지원 현황 및 개선된 지원 계획

- **(현황)** 본 대학원은 현재 입학한 모든 학생들에게 국내 최고 수준의 재정적 지원과 교육 및 연구 환경을 제공하고 있음. 입학한 학생들에게는 등록금 전액과 참여교수의 연구비로 구성된 장학금을 일정수준 이상 의무적으로 지급하고 있으며, 이는 매우 우수한 대학원 교육성과 (2013년 이후 140건의 수상 실적)로 도출됨. 또한 90% 이상의 졸업생이 전공 관련 직무 분야로 진출하고 있음.

  - **(학생주도의 대학원 전체 랩미팅 월 1회 시행, 년 1회 학생심포지움 행사)** 학문 분야간 교류를 촉진하고 지식을 확대하는 기회 제공을 위해 대학원 전체 랩미팅을 정기적으로 실시하고 있으며, 상위 5% 이내의 논문 주저자로 발표한 학생을 대상으로 년 1회 학생심포지움 행사에서 우수논문 시상을 진행하고 있으며, 이를 연구수월성 확보 및 교육적 효과 극대화를 위한 프로그램으로 활용중임.

우수 대학원생 지원 현황

우수 대학원생을 위한 재정적 지원 및 진로 현황

등록금, 장학금 지원 현황

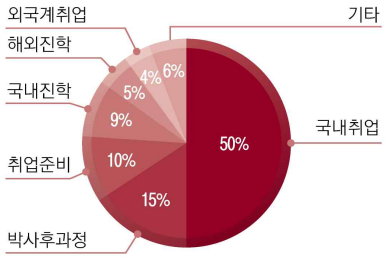
구분	수혜 학생수	총 금액
2019	165	14억
2018	173	15억
2017	186	16억

우수 논문 시상 현황

구분	시상 학생수
2019	32
2018	48
2017	37

대표 수상내역	• 글로벌박사펠로십 (GPF)(14건) • 삼성휴먼테크논문대상 (5건) • 창업관련수상 (18건) 등

졸업 후 진로 현황



우수 대학원생을 위한 인프라 및 역량 강화 프로그램

대학원생 전용 기숙사

- 대학원생 전용 기숙사인 "안암 글로벌하우스" 운영
- 지상 7층규모, 매학기 406명 수용

- 융합 라운지 운영, 전용세미나실 운영
- 학생 공동연구실 운영 (다양한 전공 분야 학생의 교류가 활발한 환경 조성)

공동 지도교수제

- 분야가 다른 2명의 교수가 지도교수의 역할로 타학문 분야에 대해 이해 증진

공동기기센터 활용

- 모든 분석기기는 학생이 직접 조작하여 연구에 활용하도록 운영 (실무능력 배양)
- 총 765m², 50개 이상 장비구축

해외 연수 프로그램 지원

- SPARK 프로그램 (스탠포드와 학생 교류 프로그램 운영)
- 2명의 학생이 연수

GPF등 국가지원 프로그램 코칭

- 최근 5년동안 10명의 박사과정 학생이 글로벌박사 펠로우쉽에 선정됨

개선 계획

연구 몰입도 향상	• 행정 전담인력의 고용을 통해 대학원생의 행정업무 부담 제로화 • 장비전담인력 고용을 통한 대학원생의 연구효율 향상
연구 성과에 따른 차등 성과 장학금 지급	• Dean Scholarship: 상위 10% 학생에게 성과장학금 지원 (월 장학금 100% 금액) • Excellence Scholarship: 상위 30% 학생에게 성과장학금 지원 (월 장학금 50% 금액)
장기 국외 공동연구 기회	• 6개월 이상의 장기 국외기관 공동연구 기회 부여 (박사과정 재학중 1회 이상) • 해외 우수 연구 기관과의 연수/교육 프로그램 확대 지원
Offer Package 제공	• 입학 희망자에게 비용(등록금, 생활비) vs. 혜택(장학금, 보수) 제시 통해 대학원 생활에 대한 예측 가능성 제고, 장비 교육 연수 기회 제공 및 체재비 지원

<그림 2-2-2> 우수 대학원생 지원 현황 및 개선 계획

- **(개선 계획)** 국내 최고 수준의 대학원생 지원 프로그램과 인프라 (기숙사, 융합라운지, 학생공동연구실) 및 역량강화 (공동지도교수제, 공동기기센터, GFP 코칭) 프로그램을 시행중에 있으나, 이를 더욱 체계적으로 개선하여 글로벌 Top 20 수준의 대학원생 지원 프로그램으로 도약할 계획임. [그림 2-2-2]에 표시된 바와 같이 (1) 행정 전담인력을 별도로 고용하여 연구 몰입도 향상, (2) 연구성과에 따른 차등적 성과장학금 지급, (3) 6개월 이상 국외기관 파견 공동연구, (4) 입학예정자에 대한 offer package 제공등으로 개선할 계획임.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.2 대학원생 학술활동 지원 계획

가. 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원 현황

- **(지원 현황)** 본 대학원은 융합교육을 통한 우수한 인력 양성을 목표로 아래 3가지 형태의 대학원생 지원 프로그램을 운영하고 있음 [그림 2-2-3].
  - **(교육프로그램)** 전공 분야 간 교류가 가능한 구조로 수업 설계와 학생주도의 컨퍼런스 개최
  - **(재정지원)** 대학원생 전체 랩미팅 및 저널클럽 운영비 지원, 국내외 학회 참석 경비 지원
  - **(인프라지원)** 전공 분야 간 교류가 촉진되는 형태로 교육 및 연구 공간을 구성함. 지도교수 구분이 없는 학생 연구실, 융합라운지의 운영, 특히 기초소재, 응용 연구가 모두 가능한 연구 장비들로 구성된 공동기기센터의 운영을 통한 교육 및 연구 환경을 제공하고 있음.

- **(개선을 위한 시사점)** 미래 의료 초연결 시대에 IoH 진단 및 치료 소재 기술분야는 국가 바이오산업의 경쟁력을 좌우할 핵심이 될 것임. 그러나 기초소재, 응용, 산업화 과정에 필요한 모든 기술분야를 통합적으로 다루는 교육연구기관은 국내에 아직 없는 실정이며, 기술 수준이 세계 수준과는 격차가 나는 이유이기도 함. 격차를 줄이기 위해서는 지속적, 집중적 연구 활동과 교육을 통한 장인정신의 함양과 선도 기술의 산업화 역량을 높이는 등의 혁신이 필요한 시점 임.

- **(학술 및 연구활동 지원 방향)** 본 교육연구단은 기초소재, 응용, 실용화 과정에 필요한 모든 기술분야를 통합적으로 교육하고 연구하기 위한 우수한 교육 및 연구 인프라를 구축하고 창업 및 산업화에 핵심 인력으로 성장할 수 있는 선순환 생태계를 구축하여 한계점을 극복하고자 함.

학술 활동 지원 현황

교육 프로그램

- 유연한 학사과정 운영, 융합연구 의욕 고취, 연구 수준 향상을 위한 교육프로그램 시행중

학문분야간 교류 촉진 수업 구성	논문 작성법 교육
• 대학원생 전체 랩미팅 (월 1회) • 석박사 세미나 수업 (분야가 상이한 2명의 교수가 수업에 참여하여 수업 지도) • 콜로키움 수업 (융복합 연구를 선도하는 국내외 연구자 초청 세미나 (매학기 15회))	• 온오프라인을 강좌를 통한 논문작성법 교육 프로그램 상시 운영
	학생 컨퍼런스 행사 (년1회)
	• 년1회 학생 주도 컨퍼런스를 개최하여 연구 공유 및 교류의 장 마련

재정 지원

- 우수 학술활동 대학원생에게 재정적 인센티브 제공으로 의욕 고취, 연구 몰입도 개선 효과

저널 클럽 경비 지원	국내외 학회 참석 경비 지원
• 매월 1회 대학원생들이 주도하여 초청세미나 및 대학원생 연구 결과 발표회 주도	• 일부 성과 공유 및 최신 연구 동향을 파악 기회 부여할 수 있도록 국내외 학회참석 경비 지원
연구 인센티브 제공	**영어 논문 교정비 지원**
• 연구실 자체적으로 성과에 따라 자체 장학금 추가 제공	• 연구 논문의 질을 높일 수 있도록 영어 논문 교정비를 지원

인프라 지원

- 분야간 융합을 촉진하기 위한 공간 구성 (학생연구실, 라운지, 공동기기센터)

학생연구실	융합라운지
• 실험실과 학생연구실을 구분하여 운영 • 지도교수 구분 없는 학생공동연구실을 별도 배치하여 학생들간 융합적 연구 환경 제공	• 대학원생들간 토의 및 세미나 공간 제공 • 학생 우수연구포스터를 상시 전시, 대형 스크린을 통해 최근 연구 동향들을 모니터링 할 수 있도록 정보 제공
K2 공동기기센터 (필요한 모든 기기 장비를 한 건물내에서 활용가능한 환경) 운영	

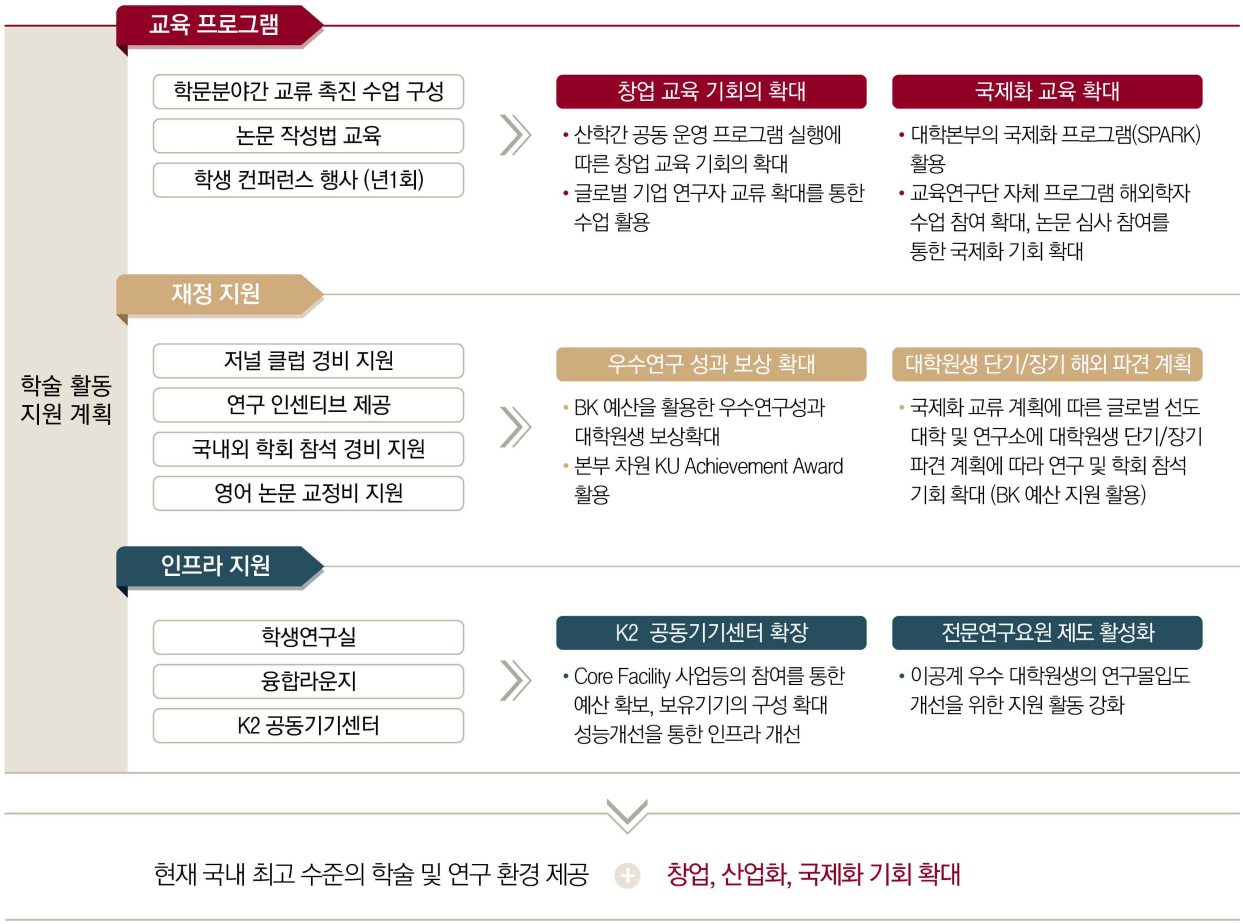
- 모든 대학원생이 다양한 연구기기에 접근 가능
- 약 765m2 공간에 50점(40억 상당) 이상의 나노공정, 나노분석, 바이오 분야 연구장비 보유
- 학생들이 전문가 수준으로 기기 사용이 가능하도록 교육하고 이를 통해 융합연구를 활성화

현재 국내 최고 수준의 학술 및 연구 환경 제공

[그림 2-2-3] 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원 현황

나. 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원 계획

- **(시사점 및 개선 방향)** 현재 국내 최고수준의 학술 및 연구환경에도 불구하고, 연구 성과의 창업 및 산업화에 이르는 과정의 교육 체계는 아직 미흡한 실정임. 또한 본 교육연구단이 추구하는 목표인 글로벌 Top 20 교육연구기관이 되기 위한 국제화 교육에 관한 체계 또한 부족한 실정임.
  - **(교육 프로그램 개선 방향)** 4대 교육 혁신 프로그램 운영을 통한 전공, 융합, 산학, 국제화 역량의 혁신을 통한 글로벌 수준의 연구 수월성 확보
  - **(재정지원 개선 방향)** 핵심 인력으로 성장할 수 있는 선순환 생태계를 구축
  - **(인프라 개선 방향)** 본 교육연구단은 세계 최고 수준의 대학원생 학술 및 연구 지원을 위해 아래와 같은 대학원생 학술 활동을 체계적으로 실행할 계획임.



[그림 2-2-4] 대학원생의 학술 및 연구 활동 지원 계획

- **(교육프로그램 개선 방안)** 기존 교육 프로그램과 함께 창업교육 기회의 확대, 국제화 교육을 확대하는 방향으로 개선될 계획임. 산학 공동운영 프로그램 활용, 글로벌 기업 연구자 초청 기회를 활용한 교육 참여, 대학 본부 차원의 SPARK Program 등 교환학생 프로그램 적극 활용 [그림 2-2-4].

- **(재정지원 개선 방안)** 기존의 재정지원을 더욱 확대하여 우수연구 성과 보상 확대, 대학원생 장단기 해외 파견 계획에 따른 재정 지원 (BK 예산 활용, 대학 본부 지원 프로그램 활용을 통한 예산 확보 계획 수립 및 진행).

- **(인프라 개선 방안)** 기존의 인프라 수준을 개선할 계획임. 현재 운영중인 공동기기센터의 규모를 확장하여 세계적 수준의 기초소재 분석, Nano Fab 공정, 성능검증이 가능한 장비를 보유한 core facility 구축, 전문연구요원제도 활성화를 통해 우수한 학생들이 연구에만 전념할 수 있는 제도 구축을 위한 지원등을 실행할 계획임.

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

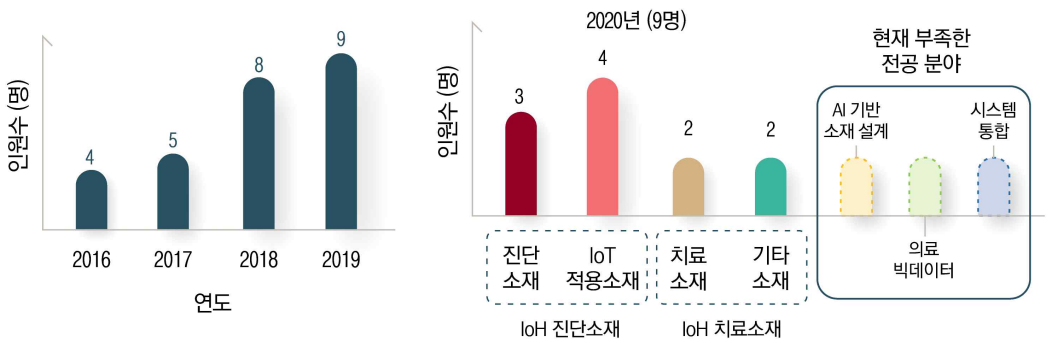
가. 우수 신진연구인력 확보 및 지원 현황

- **(우수 신진연구인력 현황)** 본 대학원은 NT, BT, IT 분야 기술의 융합을 통한 맞춤형 의료 원천기술과 U-healthcare를 위한 차세대 반도체 소자등의 미래소재기술에 이미 연구역량을 집중하고 있기 때문에 현재 IoH 진단 소재분야 5명 및 IoH 치료 소재 분야에 4명 등 총 9명의 박사 후 연구원, 연구교수가 연구 활동에 참여하고 있음.
  - 최근 5년간 약 25명의 신진연구인력이 본 대학원에서의 연구활동으로 19편의 SCI 논문을 발표한 바 있음.
  - 글로벌 선도대학으로도 진출하고 있음 (Stanford University (김유신 박사, 2019년), UC Berkeley (김휘민 박사, 2019년), University of Torronto (박명진 박사, 2018년), US National Institutes of Health (이건희 박사, 2018년), University of Maryland (이창민 박사, 2017년) 등).
  - 본 교육연구단이 추구하는 비전과 목표를 달성하기 위해서는 3가지 기술분야 영역(생체신호/의료빅데이터 임상 연계, 시스템 통합 영역, 인공지능, 데이터과학 기반의 신소재 설계)에서는 신진연구인력이 확보되지 않은 현황으로 분석됨 [그림 2-3-1].

- **(지원 현황)** 현재 본 대학원은 신진연구인력에게 안정적인 연구환경을 제공하기 위하여 독립적인 연구 환경의 제공과 공동기기센터을 활용한 연구 수월성 확보 기회를 제공하고 있음. 교내 연구교원 지원 사업을 통하여 안정적인 인건비 제공에 적극 활용하고 있으며, 연구 성과에 따른 보상체계도 마련되어 있음. 우수한 학문 후속세대로 성장을 하기 위하여 책임교수와의 적극적인 연구활동으로 논문 수월성의 확보를 위한 노력을 하고 있으며, 책임교수의 글로벌 네트워크를 활용한 해외 연구처의 발굴도 적극적으로 지원하고 있음.

우수 신진연구인력 확보 현황

신진 인력 확보 현황	KU-KIST융합대학원은 2020년 현재 9명의 교육연구단 핵심 신진인력을 확보하고 있고, IoH 진단 소재 분야에 5명, IoH 치료 소재 분야에 4명으로 구성되어 있음



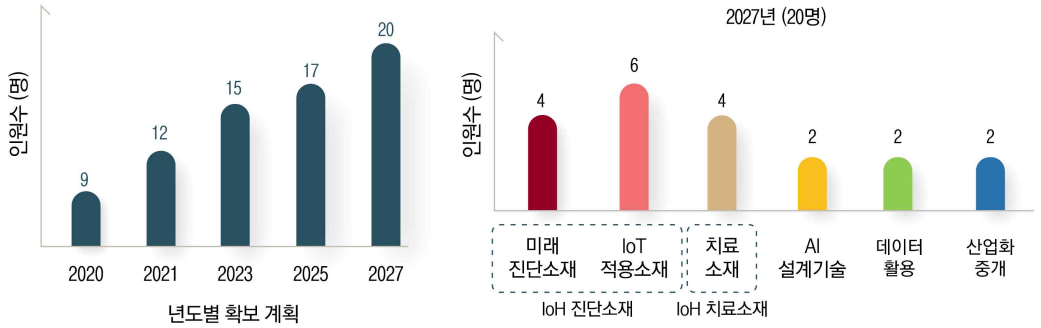
	융복합 연구 환경 제공	재정 지원 현황	학문후속세대 성장 지원
인프라 지원 현황	• 독립적인 연구실 환경 제공 (대학원생 연구실과 분리된 독립 연구실) • 공동기기센터의 연구장비 전담관리 인력으로 활동 (연구 수월성 향상) • 외국인 신진연구인력을 위한 nternational House 운영	• 교내 연구지원 사업 프로그램참여 (고용안정성 향상) • 비전임 인사규정에 기반한 고용 안정 및 4대보험 지원 • JCR 상위 10% 이상 논문성과의 경우 연구수당 지급 • 학문후속세대 과제 수주를 통한 연구비 확보(코칭)	• 책임교수의 국외 네트워크를 활용한 해외 박사후 연구원 연수 기회 확대를 위한 코칭 • 연구 집중환경을 구축하여 연구 논문 수월성 확보에 주력 • (대학본부) Research Coordinator (R&D 전담 연구교수) 직군 신설 운영중

[그림 2-3-1] 우수 신진연구인력 확보 및 현황

나. 우수 신진연구인력 확보 및 지원 계획

- **(우수신진인력 확보계획)** 3가지 공백기술분야에 우수한 연구성과를 가진 신진연구인력을 우선적으로 확보할 계획임. 현재 9명 수준의 신진연구인력을 점진적으로 확대하여 3가지 공백기술분야에서의 6명을 포함하여 2027년에는 20명의 신진연구인력을 확보하고자 함 [그림 2-3-2].
  - (확보 방안) 확보를 위해 국내외 공동연구 네트워크 활용, 적극적인 교육연구단 홍보, 우수 박사수여 예정자의 박사후 연구원으로의 진입, 정기적 해외 설명회 개최 행사를 통한 대학원생 및 국외학위자의 신진연구인력으로 참여 확대등을 통하여 확보할 계획임.

(신진연구인력 확보 계획) 2027년까지 핵심 신진연구인력을 IoH 진단소재 분야 (10명), IoH 치료소재 분야 (4명), 공백 기술 분야 (6명) 구성으로 총 20명 확보를 목표로 함



[그림 2-3-2] 우수 신진연구인력 확보 계획

- **(제도적 지원계획)** 본 교육연구단은 대학본부의 지원 체계외에도 교육연구단 자체적인 지원계획을 수립하였으며, 안정적인 학술 및 연구활동을 위해 고용조건을 통일하여 고용의 안정성을 높이고, 선행기술의 산업화 촉진과 연구성과의 효율적 배분을 위하여 기술료등의 합리적 배분 규정을 수립하여 1차년도부터 규정을 제정하여 시행할 계획임. 교수자로서 성장을 지원하기 위한 강의 기회의 제공과 함께 산학협력을 통한 취업 연계가 가능한 구조로 산학프로그램을 운영할 계획임.

학술 연구 활동 지원 계획	❶ 대학본부 차원 지원계획	강의기회 확대	• 학문후속세대인 연구 교수에게 강의 우선 배정, Graduate Teaching Affiliate (GTA) 제도 신설, 예비 교수자 프로그램 시행
		연구교수 제도 안정화	• 학생-박사후연수과정-연구교수로 연결되는 안정적 연구 경로 체계로 정착하기 위한 제도 수립
		새로운 직군 양성	• 새로운 직군 양성, R&D 기획 전담 연구교수, University Coordinator등으로 확대하여 새로운 직군의 정착
	❷ 교육연구단 차원 지원계획	고용조건 통일	• 교수 개인별로 상이한 고용조건을 통일하여 동일한 년차별 인건비, 고용기간을 정함.
		연구성과 합리적 배분	• 지적재산권의 사업화 지원 및 기술료의 합리적 분배지원
		강의 기회 제공	• 연구에 지장이 없는 범위내에서 신진연구인력이 원하는 경우 대학원 수업에 참여를 유도하여 교수자로 성장을 지원
		산학 협력 취업 연계	• 산학 협력을 통한 연구활동에 참여를 통한 네트워크 확장 및 취업과의 연계를 통한 선순환 체계 구축
	❸ 대학원 혁신 지표	연구교원 지원 사업	• 대학 본부는 년 평균 약 10억의 예산을 연구교원지원사업에 투입 예정임. (연구교원의 인건비를 지원, 책임교원과 분담)
		특성화 연구원 채용	• 연간 약 30명의 연구원을 선발하여 분야별 특성화연구원에서 근무하도록 하는 제도 운영할 계획임
		분야별 전문가 양성	• 학문후속세대를 전문분야별로 세분화 하여 양성하여 트랙별로 전문화된 연구교원을 양성하고자 함.

[그림 2-3-3] 우수 신진연구인력 지원 계획

3. 참여교수의 교육역량 대표실적

<표 2-1> 해당 신산업분야 문제해결을 위한 참여교수의 교육역량 대표실적

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>대학원 교육관련 대표실적물</td><td>DOI번호/SBN/인터넷 주소 등</td></tr>
<tr><td colspan="5">참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>김동휘</td><td>[redacted]</td><td>생물화학공학</td><td>Biomechanics in Oncology</td><td>ISBN 978-3-319-95293-2 (pg. 41~55)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Springer Nature 사가 1967년 부터 발간중인 peer-reviewed 북 시리즈인 Advances in Experimental Medicine and Biology 의 제 1092권 Mechanics of the Cell Nucleus (ISBN 978-3-319-95293-2)의 챕터 3. Mechanics of the Cell Nucleus를 저술하여 KU-KIST융합대학원 대학원 전공 과목 (세포공학입문 (Introduction to Cellular Biotechnology))의 강의교재로 활용함.
본 과목은 다학제적 융합 연구를 위한 세포 생물학 및 분자 생물학의 연구 기법, 이를 응용한 세포 공학의 기본 지식의 이해를 목표로 하므로 기존 순수 생물학 관련 학과의 전통적 강의 교재를 활용하는데 한계가 있음.
최신 Biotechnology의 원리와 응용 사례를 체계적으로 정리한 본 도서는 국제적으로 인정받는 Springer Nature사에 의해 단행본으로 발간되었고 가장 최신의 연구 결과를 반영하였기 때문에 융합분야 전공학생들이 최신 연구 동향과 함께 지식을 습득할 수 있는 강의 교재로 평가 받고 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>왕건욱</td><td>[redacted]</td><td>유기전자재료</td><td>Memristors - Circuits and Applications of Memristor Devices -차세대메모리소자시스템 -특수연구방법론 (산화물메모리)</td><td>DOI: 10.5772/intechopen.85301.</td></tr>
<tr><td colspan="5">멤리스터는 (memristor) 비교적 간단한 구조, 비 휘발성, 아날로그 스위칭 가능한 전자소자로써, 메모리 반도체로의 적용뿐만 아니라 뉴로모픽 컴퓨팅 및 논리 연산 등의 다양한 응용을 가능케하는 기존에 개발된 바 없는 차세대 전자소자로서 기존에 이 분야를 체계적으로 정리한 강의 교재는 존재하지 않음.
이와 함께, 소재, 소자, 전기전자, 생물 등의 다학제간 전공지식의 총괄적인 이해가 필요하기 때문에, 기존에 발간된 강의 교재를 활용하는데는 한계가 있었음.
Book chapter “Memristor synapse for neuromorphic computing”을 편저하여, 멤리스터 소재의 물리적, 전자기적 기본원리, 제조방법등의 기본과 뉴로모픽 컴퓨팅 및 논리 연산 등의 새로운 응용을 고루 다루는 강의교재로서 차세대메모리소자시스템 이론 강의에 활용함. 새로운 연구 분야에 관한 전공지식의 확장과 최신의 연구 내용을 반영하는 교재로서 본 강의를 수강한 학생들의 호응이 매우 높은 강의교재로 평가됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>이철호</td><td>[redacted]</td><td>반도체재료</td><td>나노기술연구협의회 e-Tutorial (온라인 강좌)</td><td>https://www.youtube.com/embed/u9xhc8CgnlY?autoplay=1&modestbranding=1&rel=0</td></tr>
<tr><td colspan="5">나노기술연구협의회는 나노기술의 파급효과를 높이고 연구수준 향상을 위해 e-Academy를 활발히 운영하며, 정기적인 온라인 튜토리얼 강의를 개설하고 있으며, 국내에서의 교육 활용도가 높은 프로그램으로 평가 받고 있음.
이철호 교수는 차세대 반도체로 주목받고 있는 2차원 반도체 소재의 기초지식 및 이종접합 기반 소자의 기본원리에 대한 튜토리얼 강의 (제목: 2차원 물질 기반의 반데르발스 이종접합구조)를 2015년 1월에 진행하였고, 현재까지 공개되어 있어 2차원 소재에 관심있는 연구자와 학생은 언제든지 강의 수강이 가능하기 때문에, 다학제간 융합교육 및 연구에 교육적 활용도가 높음.
해당 주제의 튜토리얼 강의를 발전시켜, 2차원 반도체 소재/소자에 관련 심도있는 리뷰 논문을 나노소재 전문 국제학술지인 해당 논문들은 분야의 전반적인 소개, 기초지식 및 향후 전망 등을 포함하고 있어 본 대학원에 개설된 전공교과목인 ‘나노반도체 물성 및 소자’ 및 2차원 반도체 물성 및 소자’에 강의자료로 활용하고 있음. 원자층 두께의 2차원 물질은 생체신호 측정, 진단, 치료 등의 메디컬기반 융합연구의 기초소재로도 활용되고 있음.
온라인 강의 및 본 대학원의 다양한 전공 대학원생들의 교육 성취도가 높으며, 이는 2차원 소재에 기반한 연구성과로 연결되고 있음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>대학원 교육관련 대표실적물</td><td>DOI번호/SBN/인터넷 주소 등</td></tr>
<tr><td colspan="5">참여교수의 교육관련 대표실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>황석원</td><td>[redacted]</td><td>반도체소자/회로</td><td>FLEXIBLE AND STRETCHABLE MEDICAL DEVICES</td><td>ISBN: 978-3-527-34183-2</td></tr>
<tr><td colspan="5">200년이 넘은 역사를 가지고 있으며, 화학, 물리, 생명 과학, 의학 및 공학과 같은 광범위한 과학영역의 도서를 출판하는 Wiley-VCH의 출판 프로그램을 통해, 책제목 유연신축 메디컬 소자(Flexible and Stretchable Medical Devices) 내에 단일 챕터 (Flexible/Stretchable Devices for Medical Applications, pp. 351-380)를 저술하여 KU-KIST융합대학원 전공과목인 바이오 전자소재 및 시스템 강의에 활용하였음.
기존의 단단한 형태의 전자시스템에서 벗어나 기계적으로 유연하고 신축성을 함유한 전자시스템을 통해 인체와의 효과적인 연결을 위한 기본적인 배경, 원리, 소재, 응용 분야에 관한 적절한 강의 교재가 없고, 다양한 전공을 지닌 융합학문 분야 대학원 학생에게 적절하고, 새로운 관점으로 접근할 수 있는 공학적, 기술적 정보를 체계적으로 제공하는 강의 교재로 평가됨.
집필된 도서를 사용하여, 기존의 생체 적용 소재로서의 단순한 폴리머 및 나노물질, 침습적 삽입전자 시스템과의 비교를 통해 차이점 및 우수성을 소개함으로써 최신 기술 개발의 방향성을 제안하고, 높은 교육 성취도를 융합연구의 성과로 활용될 수 있었음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td>황석원</td><td>[redacted]</td><td>반도체소자/회로</td><td>Green Materials for Electronics</td><td>ISBN: 978-3-527-33865-8</td></tr>
<tr><td colspan="5">200년이 넘은 역사를 가지고 있으며, 화학, 물리, 생명 과학, 의학 및 공학과 같은 광범위한 과학영역의 도서를 출판하는 Wiley-VCH의 출판 프로그램을 통해, Green Materials for Electronics 내에 단일 챕터 (Biocompatible Materials for Transient Electronics, pp. 145-162)를 저술하여 KU-KIST융합대학원 전공과목인 연성전자공학 (Soft Electronics) /바이오 전자소재 및 시스템 강의에 활용함.
기존의 toxic 한 전자소재가 아닌 체내 및 자연에 존재하는 다양한 전도체, 반도체, 절연체 등을 이용, 기계적으로 유연하고 신축성을 함유한 디자인과 결합하여 인체와의 효과적인 결합을 유도할 수 있는 정보를 포함하고 있는 저서이기 때문에 다양한 전공을 지닌 융합대학원 학생에게 새로운 관점으로 접근할 수 있는 정보를 제공할 수 있음.
집필된 도서를 강의 교재로 사용하여, 생체적합하고 생분해가 가능한 전자소재/소자를 소개함으로써 향후 medical implants/soft robotics 분야와의 융합기술 개발의 방향성을 제안하고 융합연구를 활성화 시킬 수 있었음.</td></tr>
</table>

4. 교육의 국제화 전략

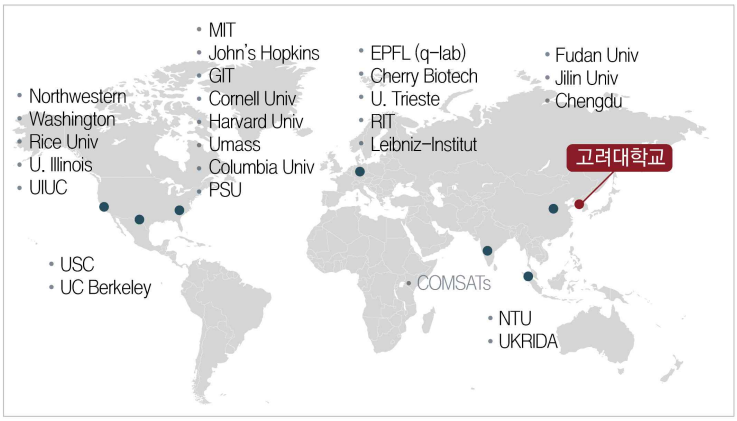
4.1 교육 프로그램의 국제화 계획

가. 국제화 현황 및 국제 교육 프로그램 운영 계획

- **(국제화 현황)** 바이오 첨단소재 분야의 융복합형 인재 양성을 위한 다학제적 융합 교육 추구를 위하여 총 26개의 해외 우수 기관들과 자연과학에서부터 공학 및 의학에 이르기까지 다양한 분야에서 활발한 교류 활동을 하고 있음 [그림 2-4-1].

국제화 활동 현황

본 대학원은 글로벌 Top 2 대학을 포함한 5개 미국 대학과의 연구를 통한 국제화 교육 환경을 구축하였으며 유럽(EPFL), 홍콩, 싱가폴(NTU), 중국(Jilin, Fudan, Chengdu 대학)과의 네트웍을 구축함



- MIT (spectroscopy 랩)과 공동연구 및 학생 교환 교육과 연구 수행에 관한 MOU 체결
- Stanford SPARK program을 통해 학생 파견 연수 (기술사업화, 창업연계, 국제적 감각 고취 목적)
- NTU (싱가포르) 조남준 교수 본 대학원 겸임교수로 활동 (수업참여)
- I^3 프로그램 (NTU, KU, Hevrew 대학 참여)

국제 교육 프로그램 운영 계획

본교 차원에서의 추진 계획	본 교육연구단에서의 추진 계획
국제 여름/겨울 학교 확대	글로벌 대학 및 기업 연구자 초청
• '20.2월 기준 100개국 1,086개 대학/기관과 학술교류 협정 체결	• 해외 학자, 기업체 근무 연구자의 대학원 수업(콜로키움, 저널클럽포함)에 참여 (년 3회) • 교육연구의 글로벌화 및 수준 향상 (1-2차 년도)
교내 사업	초빙교수, 석좌교수, 겸임교수의 확대
• 글로벌 연구교류지원사업 (국제 공동 연구 계획에 교내 연구비 지원)	• 해외학자의 단기/장기 초빙 형태로 본 대학원에 체류 가능 환경 구축 (초빙, 석좌, 겸임교수의 형태로 추진) (1-2차 년도)
국제연구 협력 지원	학위논문 심사 참여 (2-3차 년도)
• 국제기구 회원교 가입을 통한 국제 연구협력 지원	복수 학위제 (5-6차 년도)

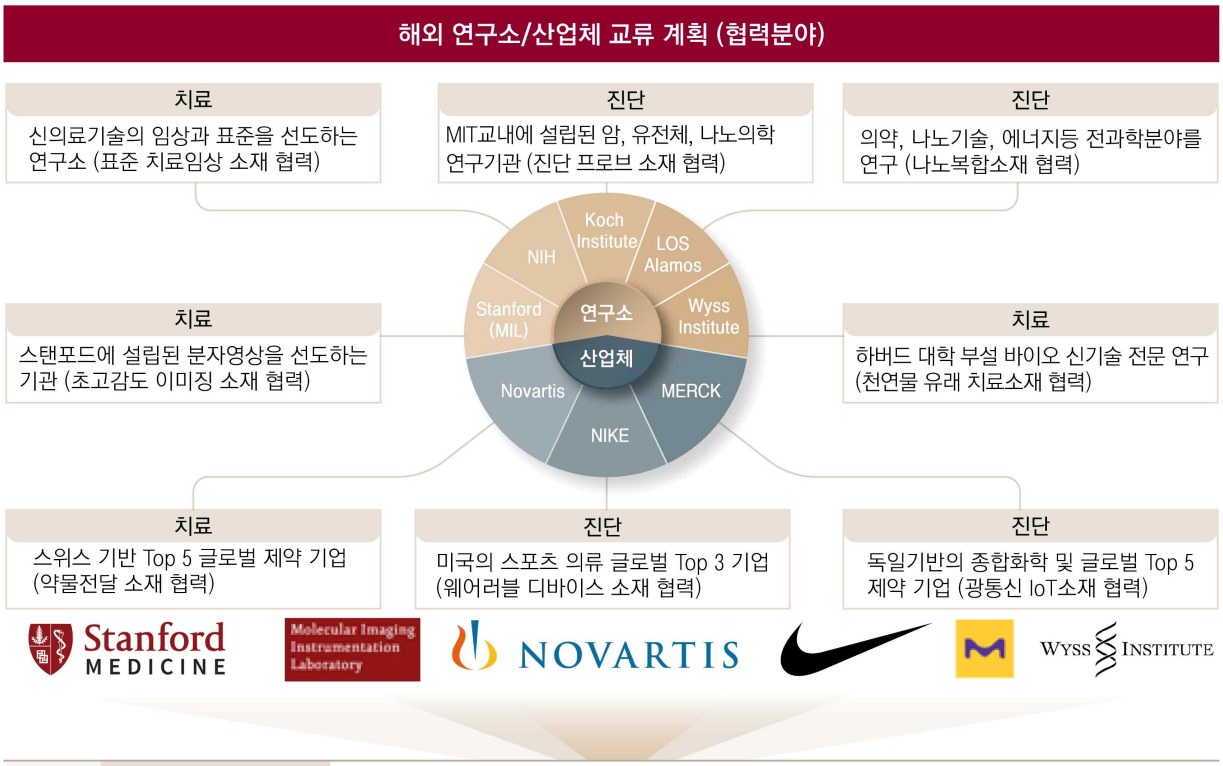
[그림 2-4-1] 국제 네트워크 구축 현황과 국제화 교육 프로그램 운영 계획

- **(본교 추진 계획)** 대학 본부 차원에서는 국제 여름/겨울 학교 프로그램 운영을 더 많은 기관과 확대 운영할 예정이고, 교내 FRG 사업을 통해 국제 공동 연구 계획에 교내 연구비를 지원할 예정임. 현재 본교는 지속적인 국제기구 회원교 가입을 통해 국제연구 협력을 지원하고 있으며 확대 추진 중.

- **(교육연구단 추진 계획)** 본 교육 연구단 해외 연구자 초빙, 학위 논문 심사 참여, 복수 학위제로의 발전과 같은 3단계 추진 전략을 계획하고 있음.
  - **(1-2차 년도: 초빙)** 본 교육연구단 차원에서 관련 연구 분야에서 Top 20 대학 및 연구소를 선정하여 전문가들을 본 교육연구단 정규 수업 코스(콜로키움 및 저널클럽)에 적극적으로 참여시키며 초빙, 석좌, 겸임 교수 형태로 해외학자를 초빙하고 함.
  - **(2-3차 년도: 논문 심사)** 초빙된 해외학자에 의한 학위논문 공동심사를 통해 논문의 질 향상 추구.
  - **(5-6차 년도: 복수학위제)** 학생들이 해외학자를 공동지도교수로 선택하고 양쪽 기관에서 복수의 학위를 수여할 수 있게 함으로써 졸업생 개개인의 국제적인 경쟁력을 높이는 것을 목표로 함.

나. 해외 연구소/산업체와의 교육프로그램 운영 계획

- **(해외 연구소/산업체와 교류 계획)** 본 교육 연구단은 첨단나노의학, 의료기술 임상 및 표준, 분자영상, 글로벌 제약, 에너지 나노의약, 바이오 신기술, 종합화학 및 글로벌 의류 분야에서 선도하고 있는 국제 연구소 및 산업체와 진단 및 치료 소재 측면에서 교류를 계획하고 있으며 이를 통해 국제화된 교육 프로그램을 운영하고자 함 [그림 2-4-2].

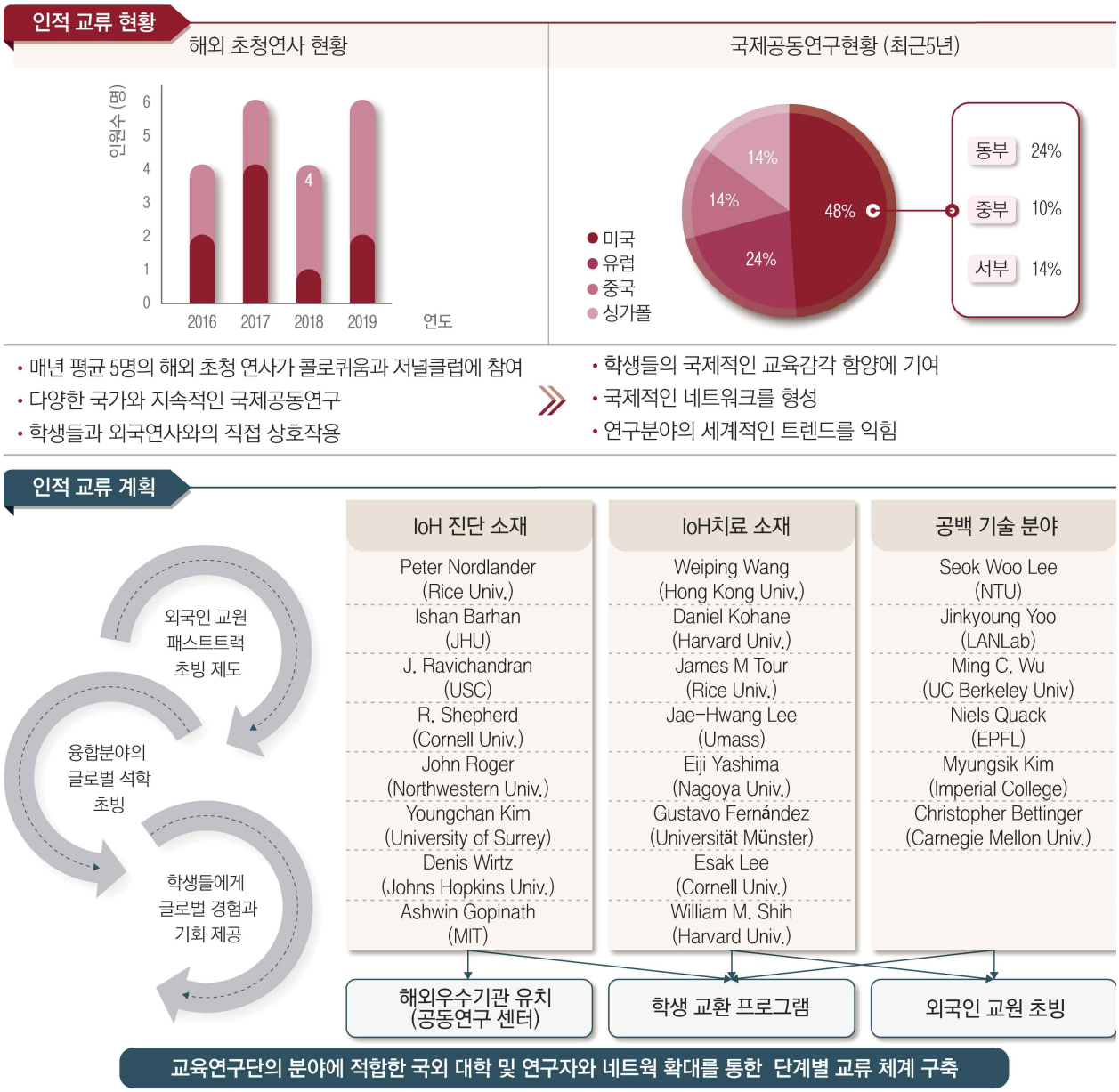


교육 프로그램 계획	교환 학생	• 해외 연구소, 기업체에 학생 파견 (단기/장기) 최신 기술 교육 기회 제공
	콜로키움 초청	• 연구자의 단기/장기 초청을 통한 수업 참여 (콜로키움 등) (1-2차 년도 중점 추진)
	수업 (온라인 교육)	• 온라인 수업 플랫폼 구축 (1-2차년도) • 해외 연구자 수업 참여를 통한 글로벌 연구 동향, 글로벌 산업 교육 확대
	학위 논문 심사 참여	• 해외연구소, 산업체 연구원의 석박사 학위 논문 심사에 참여 (2-3차 년도) • 논문의 질 향상 및 국제적인 네트웍 확대, 국제화 기반 제공

[그림 2-4-2] 외국 연구소/산업체와의 교류를 통한 교육프로그램 구축 및 운영 계획

- **(교환 학생)** 해외 연구소 및 기업체 시설과 학생 교환 프로그램을 수립하여 학생들이 국제적인 최신 학문 및 기술 동향을 파악 기회 제공. 학생들의 단순 방문이 아닌 해당 연구소 및 산업체에서 실질적인 연구 수행 및 논문 출판을 유도하여 국제화된 연구 역량 능력을 함양시키는 교육 추구함.
- **(콜로키움 초청)** 1-2차년도에 중점적으로 해외 연구자의 초청 및 수업 참여를 통하여 국내에서 연구하고 있는 학생들에게도 다양한 국제적 시각과 경험을 교육. 일회성 방문이 아닌 지속적인 방문을 유도하여 다른 국제화 교육 프로그램과 종합적으로 연계시키고자 함.
- **(온라인 강의 확대)** 본교에서 구축해 놓은 온라인 수업 플랫폼을 활용하여 1-2차년도에 중점적으로 해외 연구소 및 산업체의 연구원의 온라인 강좌를 개설. 학교 밖 현장에서의 연구 동향과 미래의 연구 방향에 관한 강의를 통하여 학생들에게 최신 연구 내용과 국제적 감각을 함양시켜 줌.
- **(학위 논문 심사 참여)** 2-3차년도부터 해외 연구소 연구원들을 학위 논문 심사 위원으로 위촉하여 직접적인 학위 논문 평가를 통해 논문의 질 향상 및 국제화에 기여. 이는 추후 학생들이 해당 연구소 및 산업체로 진출하고자 할 때 하나의 발판을 마련해 줄 수 있을 것으로 예상 됨.

다. 외국 연구소 및 대학과의 인적 교류 계획



[그림 2-4-3] 최근 4년간 인적 교류 현황과 분야별 인적 교류 계획 명단

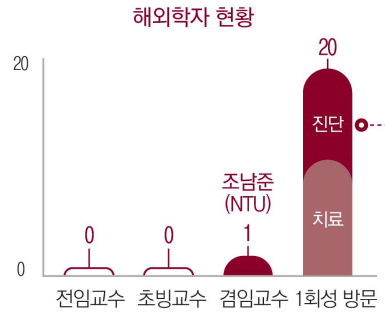
- **(교류 현황)** 본 대학원은 지난 4년간 콜로퀴움, 저널클럽과 같은 정규 수업과정을 통해 진단소재에서 11명, 치료 소재에서 9명의 외국인 학자를 매년 평균 5명 초청하며 다양한 국제기관과 인적 교류를 수행한 바 있음 [그림 2-4-3].

- **(교류 계획)** 본 교육연구단은 자체적으로 외국인 교원을 빠르고 수월하게 초빙할 수 있는 패스트트랙 외국인 교원 초빙 프로그램을 설립하여 바이오 첨단소재 분야의 글로벌 석학 교원 확보에 수월성을 높일 계획임.
  - 패스트트랙 초빙제도에서는 초청장발송, 임용절차, 연구 공간 확보 및 숙소 제공과 같은 전 분야에 걸쳐 사업단장의 진두지휘 하에 전과정을 논스탑으로 빠르게 진행.
  - 진단 소재와 치료 소재 분야를 한층 더 발전시켜줄 해외석학 명단과 본 교육 연구단의 공백 기술 분야를 보강시킬 수 있는 석학 명단도 구축함.
  - 해외 석학과의 교류를 발판삼아 해외우수기관 유치 및 학생 교환 프로그램을 활성화시키는 단계적 교류 체계를 구축 하고자 함.

라. 해외학자 활용 계획 및 역할

- **(활용현황)** 지난 4년 동안 총 20명의 해외학자가 본 대학원을 방문하여 콜로키움 및 저널클럽과 같은 정규/비정규 수업 과정에 참여하였으며, 진단 및 치료 소재와 관련한 최신 과학 기술 동향에 관한 강의를 통하여 학생들에게 국제적 수준의 연구를 접할 수 있는 기회를 제공함.

해외학자 활용현황



대표 연사명	분야	소속
James G. Grote	바이오소재	US Air Force Research Lab
Steve Granik	소프트소재	UNIST
Tony F. Heinz	반도체	Stanford University
Tony Low	광학	University of Minesota
Andrey Chaves	이차원 반도체	University of Federal Ceara
Philip Kim	원자수준 신소재	Harvard University
여운홍	바이오헬스	Georgia Institute of Tech.

국제공동연구 프로그램	한-EU (2명) | 한-미 (Danis wirtz) | 해외학자와 학생과의 지속적인 교류 유지 | 다양한 분야의 해외학자들과 교류 경험

시사점

전임/초빙교수 유치	지속성 및 성과지표	공백 기술 분야
• 전임교수와 초빙교수가 전무한 상황 • 장기간 강의 및 교육이 가능한 해외학자 유치	• 1회성이 아닌 주기적인 방문 프로그램 필요 • 국제화지수 기반으로 성과 관리	• 진단, 소재 분야 위주의 초빙이 이뤄짐 • 공백 기술 분야 위주의 교수 초빙 필요

해외학자 활용방안

석좌교수 초빙

- 1-2주 체류하며 강의 및 세미나 의무를 지닌 해외 유명 석좌교수 초빙
- 체류 기간동안 공동 논문 심사제도 운영을 통해 논문의 질 향상
- 초빙후보리스트는 다음과 같음
  -Rober Langer (MIT) / Wiliam Shih (Harvard) / Myongsoo Lee (Fudan) / Ming Wu (UC Berkeley)
  -John Rogers (Northwestern) / Takao Someya (Tokyo) / Seung-Wuk Lee(UC Berkeley)
- 석좌교수의 네트워크를 기반으로 해외기관과 교류 활성화 (Novartis, Sanofi, NEBS, NIH)
- 공동연구 센터 설립 및 양국 협력과제 지원

[그림 2-4-4] 해외학자 활용 현황 및 추후 활용 방안

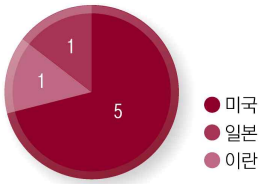
- **(시사점)** 기존에 다양한 분야에서 많은 해외 석학들을 초빙한 경험이 있으나 많은 경우가 일회성 방문임. 전임교수와 초빙교수가 현재 전무한 상황이기 때문에 장기간동안 지속적인 교육이 가능하며 공백 기술 분야를 채워줄 해외 석학의 초빙 및 활용 필요함. 또한 국제화지수 지표를 기반을 해외학자와의 교류를 연구 성과와의 연결 정도를 평가하고 개선에 활용이 필요함.

- **(활용방안)** 본 교육연구단은 해외 석좌교수 초빙 프로그램 운영을 통해 해외석학들의 장단기 체류를 유도하고 강좌를 오픈하여 국제적 연구의 수월성을 지속적으로 향상시킬 계획임.
  - 해외 석좌교수와의 공동 논문 심사제도를 수행함으로써 학생들의 졸업논문의 질 향상의 및 새로운 아이디어 확보 및 공동연구의 단초를 마련할 수 있음.
  - 초빙하고자 하는 해외 석좌교수들은 각 분야에서 자타가 공인하는 세계 최정상급 학자들로서 미국, 중국, 일본의 명문대에 재직 중이며 그 명단은 [그림 2-4-4]에 있음.
  - 초빙된 해외 석좌교수의 학문적 네트워크를 활용하여 다양한 해외 유수 연구기관과 새로운 교류를 위한 발판으로 활용할 수 있음.

마. 외국인 학생 유치를 통한 교육의 국제화

- **(외국인 학생 현황)** 본 대학원에는 현재 1명의 외국인 학생이 재학중 (이란 국적 1명)이나, 미국대학 학부졸업생(5명) 및 일본 Saitama 대학(1명)등 외국대학 학부 졸업생의 입학이 높은 편임. 진단소재와 치료 소재 분야에서 교육 및 연구를 수행하였으며, 높은 수준의 교육 성취도를 나타내었음. 대학원 설립 초기에 연구수월성의 확보를 위하여 상대적으로 우수한 역량의 국내 학생 위주의 선발 과정으로 인한 것이며, 추후 순수 외국인의 입학을 확대할 계획임.

외국 대학 졸업 학생 현황



출신학교

- Carnegie Mellon Univ. (미국)
- Univ. of Santo Tomas (미국)
- Rutgers Univ. (미국)
- Boise State Univ. (미국)
- Saitama Univ. (일본)
- Islamic Azad Univ. (이란)

연구 수행 분야

진단소재		
• 전기전자시스템	• 전기공학	• 화학공학

치료소재			
• 약물공학	• 생명과학	• 의공학	• 분자생물학

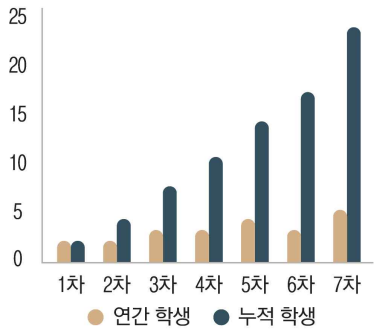
시사점

• 본 대학원의 빠른 정착을 위해 국내학생 위주로 지금까지 선발해 왔음 • 외국 학생 숫자와 비율 저조	• 미국 출신 위주의 학생 분포 • 국적의 다양화 필요 • 공백기술 분야 출신 학생 모집	• 해외 학생들에게 적극적인 해외 홍보활동이 필요 • 해외공동연구 수행과 동시에 본 대학원 홍보전략 수립

학생지원내용 및 유치방안

내국인 학생들에 의한 외국인 학생 멘토링 시스템	• 내국인 학생과 외국인 학생을 일대일 멘토링 시스템 운영 • 멘토링 장학금을 수여 및 해외 파견 기회 부여
우수 외국인 학생 한국어 교육 무상 지원	• 한국어학당 교육비 100% 지원 • 10주 한 학기 정상 수료 시 3학점 부여
자막 함유 온라인 강의 통한 강의 접근성 및 이해력 제고	• 현재 모든 강의를 영어로 진행 중 • 비영어권 학생들의 강의 이해력 제고를 위하여 다양한 나라의 자막을 포함시킨 강의 녹화 영상물을 제작 예정
외국인 전용 기숙사 제공	• 유학생 2가족 단위 대학원생 지원, 가족 현지 체험 프로그램 제공 • 특정 국가 음식과 종교활동 공간 제공

유치계획



- 연평균 3.3명의 학생 유치
- 최대 입학정원 10% (4명)
- 해외 기관 홍보 강화

[그림 2-4-5] 외국인 학생 유치 지원 계획

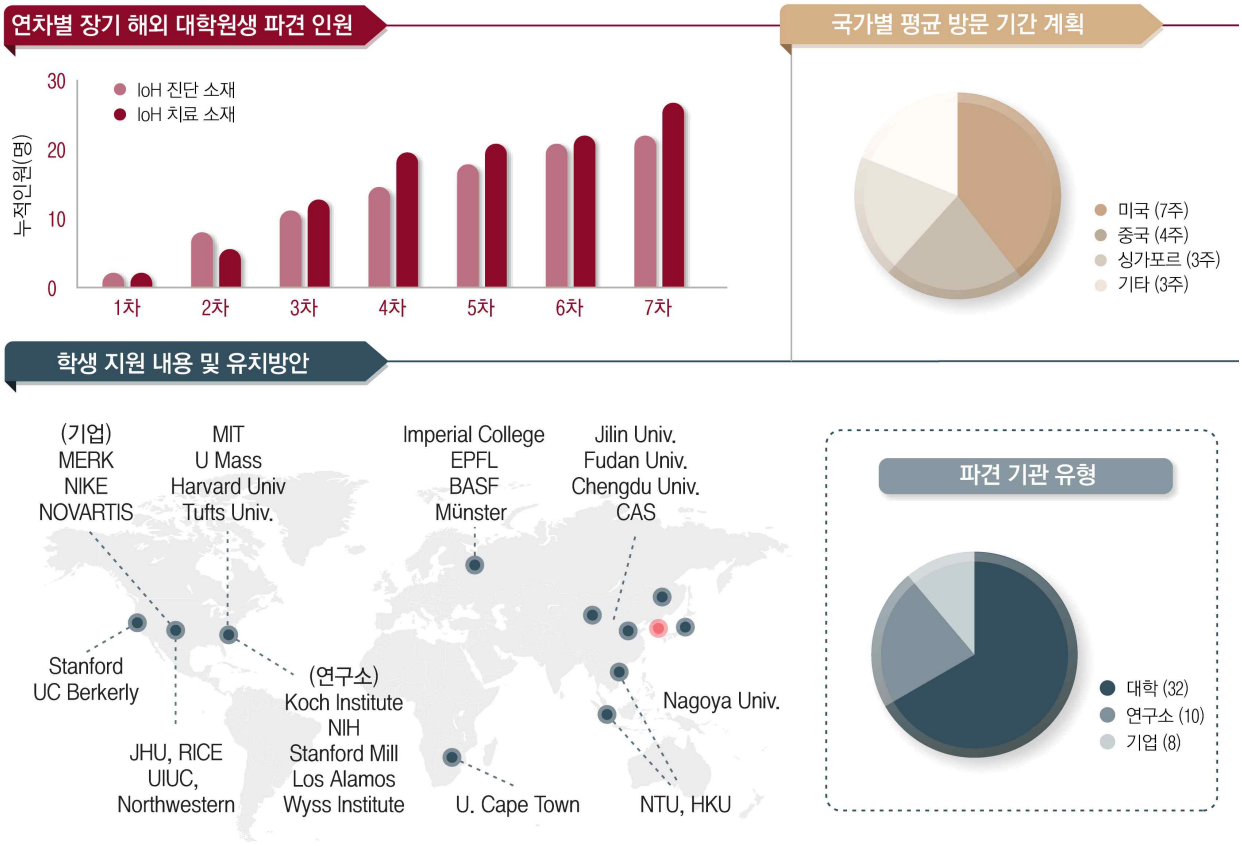
- **(시사점)** 외국인 학생들의 절대적인 수가 많지 않고 출신 학교 또한 미국에 국한되는 등 학생 숫자와 국적의 다양성 측면에서 한계를 보이고 있음. 해외 학생들에게 적극적인 홍보 활동 부족이 하나의 원인으로 파악됨. 특히 공백 기술 분야의 연구를 수행할 학생의 활발한 유치도 필요 함.

- **(유치 방안)** 연평균 3.3명의 외국인 학생 유치 계획 목표를 가지고 해외 기관 홍보를 강화하고, 외국인 학생들의 국내 체류에 도움이 되는 대학의 인프라를 활용한 프로그램을 체계화 할 계획임.
  - 모든 외국인 학생들에게 한국 생활 적응을 코칭해주는 국내 학생들의 1:1 멘토링 제도를 운영할 계획이고 국내 학생들에게는 장학금 수여 및 해외 파견에 가산점을 부여함으로써 멘토링 활성화.
  - 현재 본 사업단의 모든 수업은 영어강의로 진행되고 있으나 비영어권 학생들의 수업 이해도 향상과 수업 참여의 적극성을 유도하기 위하여 모든 강의는 녹화하고 다국적 언어로 자막이 포함된 영상을 제공할 예정임.
  - 외국인 전용 기숙사를 제공하여 한국생활 정착 돕고 연구에 매진할 수 있는 환경 제공 계획임.

4. 교육의 국제화 전략

4.2 대학원생 국제공동연구 계획

가. 대학원생의 해외 연구실 공동연구 계획



[그림 2-4-6] 대학원생의 해외 연구실 공동연구 계획

- **(대학원생 해외 장기파견 계획)** 다양한 해외 연구 기관과 공동연구 수행을 통하여 IoH 진단소재 분야 23명, IoH 치료 소재 분야 25명의 대학원생을 파견 예정. 6개월 이상의 장기 파견을 우선적으로 추진하여 실질적인 연구 수행 및 성과 창출을 유도하여 대학원생 연구 성과의 세계적 수준을 추구함 [그림 2-4-6].
  -IoH 진단 소재와 치료 소재 분야의 기관에 골고루 파견하여 가급적 많은 학생들에게 기회를 부여.
  -학생들의 해외 파견 기간동안 수업은 온라인 강의로 대체하고 생활비와 항공료를 지원함으로써 학생들이 해외 체류 기간동안 연구에 매진할 수 있는 환경을 조성하고자 함.

- **(재원 계획)** 본교에 운영하고 있는 연구소 산업체 교류 프로그램 (SPARK KU-MAGIC)과 본 대학원 연수 프로그램과 개별 교수의 연구비 예산을 활용하여 학생 해외 장기간 파견 시 필요한 재원을 충당 예정이며, 글로벌 기업과의 인턴 프로그램, 공동기기센터의 기기 교육 연수 프로그램등을 국외 공동연구를 위한 재원으로 활용할 계획임.

- **(공동연구 성과 관리)** 해외 공동연구를 통해 얻은 연구 성과는 논문 출판 및 특허 출원을 권장하고, 프로그램을 마치고 돌아온 학생들의 연구 결과는 다른 학생들과 연구 세미나를 통해 공유시킴.
  -우수 결과를 보여준 학생들에게는 성과장학금을 수여 및 콜로퀴움에 초청하여 연구 결과 발표하는 프로그램 운영을 통해 기타 학생들에게 연구에 관한 동기 부여를 유도함.
  -대학, 연구소, 산업체 등과 같은 다른 유형의 기관을 다녀온 학생들에게 연구 현장 비교 분석 보고서 작성을 요청하고 이를 추후 학생들의 해외 파견 시 학생 맞춤형 자료로 활용하여 학생들의 해외 장기 공동연구의 효율성 및 만족도 극대화가 가능할 것임.
  -현지에서 배운 기기작동법과 노하우를 동료들과 효과적으로 공유하는 프로그램을 구축할 계획임.
  -구체적인 해외 기관과 상대 교수 및 연구 분야 계획은 [그림 2-4-7]에 기재하였음.

년도	분야	참여교수	방문기관 (상대 교수)		내용
1차 년도	진단 소재	김명기	대학	UC Berkeley (M. C. Wu)	바이오 센싱을 위한 광소자와 전자소자가 결합된 광전자 집적소자 연구
		이철호	대학	NTU (S. W. Lee)	나노 촉매 활성 및 에너지 변환 분석 기술 개발
	치료 소재	이승우	대학	Harvard Univ (W. M. Shih)	DNA origami를 이용한 플라즈몬 알고리즘 자기조립
		김용주	대학	Fudan Univ (M. Lee)	자가조립나노구조체에서의 분자간 상호작용 및 쌓임 방식 연구
2차 년도	진단 소재	김명기	연구소	Drexel Institute (Y. Gogotsi)	진단용 2차원 나노소재 개발
		이철호	대학	USC (J. Ravichandran)	2D 전이금속 칼코겐/페로브스카이트 이종접합 소재, 응용소자
		왕건욱	대학	Rice Univ (J. Tour)	멤리스티브 소자 기반의 저전력 바이오 신호 진단용 뉴로모픽 시스템
		김명기	연구소	EPFL (N. Quack)	바이오 양자 이미징 및 센싱 소재 원천 기술 개발
		윤영수	대학	Tufts Univ. (D. Kaplan)	생체 내 분해 메커니즘 분석 및 생분해도 조절을 위한 소재 특성 제어 기술
		황석원	대학	Cornell U. (R. F. Shepherd)	shape-recoverable soft robotics 개발과 implantable shuttle 로서의 응용
	치료 소재	김동휘	대학	Cornell U. (E. Lee)	암전이시 혈관 생성 억제 기전 연구
		김동휘	대학	Johns Hopkins U. (D. Wirtz)	미세유변학적 분석을 통한 전이성 암 조기 진단 연구
		임동권	대학	JHU (I. Balhan)	나노입자 기반 생체 이미징기술의 접목과 체내외 질병 진단 치료 기술 개발
		이승우	대학	MIT (A. Gopinath)	DNA 기반 초민감도 센싱 분광 플랫폼 개발
3차 년도	진단 소재	김명기	대학	Imperial College (M. Kim)	바이오 양자 컴퓨팅 기술 개발
		왕건욱	대학	Umass (J.-H. Lee)	생체 신호 감응성 나노산화물 소재 구조화 기술 개발
		황석원	대학	Chicago Univ (B. Tian)	물리적/화학적 신호 검출이 가능한 electronic brain hacking system
	치료 소재	임동권	대학	HKU (W. Wang)	생체 신호 감응성 나노입자 플랫폼 기술 개발
		임동권	연구소	David Koch Institute	생체 신호 감응성 나노입자 플랫폼 기술 개발
		조대호	대학	NTU (N.-J. Cho)	피부재생 소재에 대한 적응증 확대
		김동휘	대학	U. Pennsylvania (D. Discher)	노화 특이 단백질의 전사 조절 연구
		김동휘	대학	NUS (C. T. Lim)	다차원 인체 조직 모사 시스템 공동 개발
		김용주	대학	Jilin Univ (W. Li)	생체 친화적 수용액상 초분자 접착소재 개발 및 응용
		이승우	대학	Caltech (E. Winfree)	DNA neural network computation을 통한 세포 치료 증폭 기술 개발
		이승우	대학	Emory & Georgia Tech (Y. Ke)	Dynamic DNA-Au colloidal hybrids
4차 년도	진단 소재	김명기	기업	Merck (D. Song)	진단용 액정기반 능동위상제어 나노레이저 개발
		왕건욱	대학	MIT (J. Kim)	바이오 신호 분석 및 뉴로모픽 소자 기술
		이철호	연구소	Los Alamos	하이브리드 나노소재 및 소자응용기술 개발 (미세구조 및 광학 분석)
		윤영수	대학	Northwestern (M. Hersam)	나노카본의 레독스 특성 및 전하수송체와의 상호관계 규명
	치료 소재	김동휘	연구소	National Institute of Health	세포 사멸 기전 연구
		김동휘	대학	U. Cape Town (T. Franz)	항암제 내성의 생물물리적 기전 연구
		김동휘	연구소	Harvard Wyss Institute	Organ chip 집적화 연구
		김용주	기업	BASF, Frankfurt	초분자 단량체 라이브러리 구축 교류
		이승우	기업	NuProbe Global	Neural-network-computation이 접목된 DNA-colloids 분자 키랄성 센서
		조대호	대학	NTU (N.-J. Cho)	혁신형 펩타이드에 대한 유효성을 확인, 독성 연구 및 약물학 연구
5차 년도	진단 소재	황석원	기업	Novartis	퇴행성 뇌질환의 조기 발견을 위한 공동연구
		김명기	대학	Imperial College (M. Kim)	바이오 양자컴퓨팅 기술 개발
		왕건욱	대학	MIT (J. Kim)	바이오 신호 분석 및 뉴로모픽 소자 기술
		왕건욱	연구소	Sandia National Lab (D. Talin)	유기 뉴로모픽 시냅스 연구
	치료소재	김용주	대학	Münster U. (G. Fernández)	다양한 자극에 감응하는 외부 환경 감응형 스마트 초분자 소재 개발
6차 년도	진단 소재	윤영수	대학	UIUC (P. Braun)	Mesostructure nanomaterials에 대한 연구 수행
		윤영수	연구소	Argonne National Lab	생체삽입형 에너지저장기기 풀셀 개발 및 원천특허 확보
	치료 소재	김용주	연구소	CAS, Changchun	약물전달 기능성 소재 교류
		김용주	대학	Northwestern U. (S. Stupp)	바이오 응용 초분자 시스템과 바이오시스템과의 상호작용 및 응용연구
7차 년도	진단 소재	황석원	기업	NIKE, MERCK	다양한 신호검출이 가능한 electronic brain hacking system 개발
		이철호	연구소	Los Alamos (J. Yoo)	2D 반도체의 미세 구조 및 광학 분석
	치료 소재	김용주	대학	Nagoya Univ (E. Yashima)	바이오시스템을 모방한 키랄성 나노구조 개발 및 응용에 관한 연구
		임동권	기업	Novartis, Sanofi-Aventis	셍체신호 감응 약물전달 혁신 소재

[그림 2-4-7] 대학원생 장기 국제공동연구 수행에 관한 계획

Ⅲ. 연구역량 영역

1.2연구업적물

① 참여교수 대표연구업적물의 적합성과 우수성

<표 3-2> 최근 5년간 참여교수 대표연구업적물 실적

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">1</td><td rowspan="7">김동휘</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">화학공학</td><td rowspan="7">저널 논문</td><td>① 김동휘, Denis Wirtz</td></tr>
<tr><td>② Cytoskeletal tension induces the polarized architecture of the nucleus</td></tr>
<tr><td>③ Biomaterials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">생물화학 공학</td><td>④ 48, 161-172</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1016/j.biomaterials.2015.01.023</td></tr>
<tr><td colspan="6">세포핵막 구성 단백질의 3차원 공간 분포 원리 규명
1. 연구의 창의성·혁신성
- 세포핵은 DNA복제, 세포 분열과 분화를 조절하는 핵심 소기관으로 핵막을 구성하는 라민 단백질의 변이는 노화 연구의 핵심 타겟임. 본 연구에서는 세계 최초로 특정 라민 단백질만이 세포핵의 물리적 변형에 반응함을 증명함.
- 고해상도 이미징과 3차원 이미징 기술을 적용하여 세포내 소기관의 핵내 분포 원리를 규명함으로써 세포생물학의 연구 방법론에 새로운 돌파구를 제시함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 세포생물학에 물리학 및 공학적 분석 방법을 적용함으로써 세포핵-세포골격 간 상호작용의 원리를 규명하는 단초를 제공하여 현재까지 68회 인용됨.
- 기존 생물학 연구에 생물물리 및 광학, Bio-MEMS 기술을 접목하여 세포의 구조와 물성 간의 상관 관계를 규명함으로써 체내 생체 신호 전달, 병리 현상의 분석의 새로운 패러다임을 제안 가능함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 세포단위에서의 질환과의 상관관계를 이해하고 궁극적으로 환자 맞춤형 치료를 위한 환자 data확보에 적용가능한 성과로, 질병 진단 알고리즘 분석에 필요한 새로운 데이터를 제공함으로써 초고감도 센서 소자와 결합하여 환자의 생체신호 모니터링에 적용 가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2</td><td rowspan="7">김동휘</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">화학공학</td><td rowspan="7">저널 논문</td><td>① Jeong-Ki Kim, Arghavan Louhghalam, Geonhui Lee, Benjamin W Schafer, Denis Wirtz, 김동휘</td></tr>
<tr><td>② Nuclear lamin A/C harnesses the perinuclear apical actin cables to protect nuclear morphology</td></tr>
<tr><td>③ Nature Communications</td></tr>
<tr><td rowspan="4">생물화학공학</td><td>④ 2123</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1038/s41467-017-02217-5</td></tr>
<tr><td colspan="7">세포의 물리적 자극 감지 및 전달 체계 원리 규명
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 심장 박동, 체액의 흐름, 피부의 인장과 같이 체내에 자연적으로 발생하는 물리적 자극을 모사하는 마이크로 시스템을 구현하여 세포핵 특이 단백질의 구조적 재구성 원리를 세계 최초로 규명하였음.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 노화 과정에서 세포핵의 구조적 변형은 그 근본 원리에 대한 이해는 부족함.
- 본 연구는 세포핵에 직접적인 자극을 가하는 혁신적인 실험 기법을 적용하여 노화 원리를 새롭게 규정하였고 이에 기반한 anti-aging 치료 기법 수립 및 암전이와 같은 복잡한 병리 현상의 원리를 규명하는 새로운 연구를 촉발하여 현재까지 40회 이상 인용됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구는 세포 수준에서의 생체신호 변화를 모니터링하는 근본적인 연구 방법론을 제시한 결과로서, 향후 생체이식 소자 기술에 접목하여 노화 억제를 위한 IoH 치료 기술 개발의 핵심 원천기술로 활용 가능함.</td></tr>
</table>

연번	참여교수명	연구자 등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
3	김동휘	[redacted]	이공계열	화학공학	저널 논문	① Geon Hui Lee, Jae Seo Lee, Gi-Hun Lee, WooYoul Joung, Soo Hyun Kim, Sang Hoon Lee, Joong Yull Park, 김동휘
						② Networked concave microwell arrays for constructing 3-D cell spheroids
						③ Biofabrication
						④ 10, 015001
				생물화학공학		⑤ 0
						⑥ 2018
						⑦ 10.1088/1758-5090/aa9876
	조직 공학용 대용량 균질 세포 생산 기술 개발 1. 연구의 창의성·혁신성 - 본 연구에서는 조직 세포를 3차원으로 배양하는 기존의 기술들의 한계를 극복하고 일정한 크기의 세포 집합체 (스페로이드)를 제작하기에 용이한 방법으로서 PDMS 마이크로 칩을 개발함. - 간, 췌장, 뇌 세포를 접종하여 자발적으로 일정한 크기의 구형으로 세포가 집합하여 성장하되 그 성장 패턴과 단위 조직구조체의 구조와 기능이 일정한 신기술로 학계에 보고함. 2. 해당 세부전공분야의 기여도 - 개별 세포의 상호 작용과 세포-세포외부 환경 간의 상호 작용을 조절하는 원리에 기반한 세포 생산 기술을 개발함으로써 경험적 기술 개발에서 원리 기반 바이오메디컬 기술 개발로의 연구 방법론의 전환을 제안함. - 세포의 생리적 특성을 조절함으로써 조직 재생을 위한 체외 조직 배양이 용이함을 실험적으로 증명하고 향후 독자적인 바이오메디컬 기술로 상용화될 수 있음을 증명함. 3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 - 본 연구성과는 교육연구단이 추구하는 환자 data에 기반한 치료 방법을 제공하는 소재의 개발에 활용 가능하며, 나아가 바이오소재와 접목하여 인공근육, 생체삽입형 유연전자소자, 바이오센서 등 실질적인 산업화 가능 기술로 확대 발전이 기대됨					

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="9">4</td><td rowspan="7">김명기</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">물리학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① 김명기, Hongchul Sim, Seung Ju Yoon, Su-Hyun Gong, Chi Won Ahn, Yong-Hoon Cho, and Yong-Hee Lee</td></tr>
<tr><td>② Squeezing Photons into a Point-Like Space</td></tr>
<tr><td>③ Nano Letters</td></tr>
<tr><td rowspan="4">광기술</td><td>④ 15, 6, 4102-4107</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b01204</td></tr>
<tr><td colspan="6">단일 바이오 입자 광포획 및 센싱 소자 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 매우 작은 공간 안에 빛을 집속시킬 수 있는 소자 개발은 궁극의 단일 바이오 분자와 빛 간의 상호작용을 일으킬 수 있으므로, 나노 바이오 광학에 있어 매우 중요한 연구임.
- 본 연구에서는 4 x 10 x 10 nm3의 모드 부피안으로 광자 압착이 가능한 3차원 갭-플라스몬 안테나를 구현함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나노미터 공간으로 광자 압착이 가능한 플라즈몬 안테나 개발은 단일 분자 검출 개발로 후속 연구가 진행되고 있으며, 초미세 바이오 물질 검출 및 제어의 가능성이 크기 때문에 바이오 첨단신소재 연구에 활용에 기여할 것으로 판단됨.
- Nano Letters는 현재 IF 12.279이고 인용횟수 58회로 관련분야에 파급효과가 높은 논문으로 판단됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 IoH 진단 소자의 생체신호 초고감도 수집을 위한 원천기술로 활용 가능하여 본 교육연구단의 비전에 부합하며, 바이오 물질의 기본 단위인 분자 수준에서 센싱 및 검출하는 원천기술로 활용 가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">5</td><td rowspan="7">김명기</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">물리학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Jungmin Lee, Indra Karnadi, Jin Tae Kim, Yong-Hee Lee, and 김명기</td></tr>
<tr><td>② Printed Nanolaser on Silicon</td></tr>
<tr><td>③ ACS Photonics</td></tr>
<tr><td rowspan="4">광기술</td><td>④ 77, 130 - 138</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ https://doi.org/10.1021/acsphotonics.7b00488</td></tr>
<tr><td colspan="6">빅데이터기반 바이오 칩 센서로 활용가능한 하이브리드 광집적소자 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 실리콘 광도파로에 매우 작은 파장 정도 크기의 III-V 나노레이저를 프리팅하여 결합시킨 하이브리드 광집적 소자를 개발함.
- 광결정 나노 공진기를 설계하고, 정밀한 미세 전사-프린팅 기술을 이용하여 InGaAsP 나노 빔 레이저를 SOI 도파로 위에 프린팅 시킴으로써, 약 83 %의 결합 효율을 실험적으로 달성 가능함을 확인함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 본 연구는 현재 칩 기반의 고속 바이오 물질 검지 및 제어에 활용하는 후속 연구로 확장 연구되고 있으며, 다채널 초고속 바이오 칩 센서 개발에 있어 활용 가능성이 큰 소자로 판단됨.
- ACS Photonics는 현재 IF 6.880이고 인용횟수 11회로 관련분야에 파급효과가 높은 논문으로 판단됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 IoH의 진단 분야에서의 초규모 신호 처리, 소형화를 위한 미래기술로 활용가능하여 본 교육연구단의 비전에 부합하며, 차세대 광 기반 초고속 다채널 바이오 칩 센서로 활용이 기대됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">6</td><td rowspan="7">김명기</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">물리학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Seung Ju Yoon, Jungmin Lee, Sangyoon Han, Chang-Kyu Kim, Chi Won Ahn, 김명기, and Yong-Hee Lee</td></tr>
<tr><td>② Non-fluorescent nanoscopic monitoring of a single trapped nanoparticle via nonlinear point sources</td></tr>
<tr><td>③ Nature Communications</td></tr>
<tr><td rowspan="4">광기술</td><td>④ 9, 2218</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2018</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1038/s41467-018-04689-5</td></tr>
<tr><td colspan="6">분자 크기의 단일 나노입자 광포획 및 나노스코픽 모니터링에 성공
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 지름이 5nm 이하인 단일 나노 입자를 광 포획하고 포획된 단일 입자의 움직임을 나노미터 스케일로 모니터링 할 수 있는 비형광 나노 입자 포획 및 모니터링 플랫폼을 구현함.
- 플라즈몬 나노 안테나를 이용하여 빛을 5×5×7 nm3 부피에 집속시키고, 지름이 4 nm인 CdSe/ZnS 단일 양자점을 포획.
- 나노 부피 공간에서 발생하는 이차 고조파 점광원을 이용하여 포획된 입자의 움직임을 매우 정교히 모니터링.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나노미터 공간으로 광자 압착이 가능한 플라즈몬 안테나를 이용한 단일 나노입자 포획 및 검출 기술은 현재 단일 분자 검출 개발로 후속 연구가 진행되고 있으며, 초미세 바이오 분자 검출 및 제어를 통한 바이오 첨단소재 연구에 중요함기 때문에 Nature Communications (IF 11.880)에 발표됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구결과물은 IoH 진단 소재 및 소자 기술분야에서의 핵심인 초고감도 생체신호 수집에 활용되는 원천 기술로 활용이 가능함.</td></tr>
</table>

연번	참여교수명	연구자 등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
7	김용주	[redacted]	이공계열	화학	저널논문	① S. Bo, 김용주,* Y. Wang, H. Wang, J. Kim, X. Liu, and M. Lee*
						② Homochiral porous nanosheets for enantiomer sieving
						③ Nature Materials
				고분자화학		④ 17, 599
						⑤ 0
						⑥ 2018
						⑦ 10.1021/nn506516p
	키랄성 다공을 지니는 초박막 소재 개발을 통한 거울상이성질체의 분리 1. 연구의 창의성·혁신성 - 자연계에 존재하는 단백질들 안에 내재하고 있는 특이적인 포어 특징에 착안하여 키랄성 물질과 높은 입체선택성으로 상호작용하는 키랄성 다공 함유 초분자 초박막을 세계 최초로 개발 - 방향족 거대고리 화합물의 비틀림 상호작용과 이차원 자가조립 기법을 활용하여 균일한 키랄성을 지닌 다공성 초박막 소재는 특정 게스트를 빠른 속도로 다공성 소재 안으로 포집하는 특징을 보여줌. 이때 라세믹 혼합물로부터 하나의 거울상 이성질체만을 완벽하게 분리하였음 2. 해당 세부전공분야의 기여도 - 세계 최초로 개발된 키랄성 다공 초박막과 그 기능성은 영국왕립화학회에서 발간하는 Chemistry World에 하일라이트되면서 연구 결과를 주목받았음. 현재까지 22회 인용되었음 -키랄성 다공 초박막의 빠른 물질 흡착 및 분리 능력은 분자 검출 분야에 있어서 하나의 새로운 접근접을 보여줌. 3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 - 모든 동공이 외부로 오픈되어 있어 빠른 물질 흡착능력을 보여줄 수 있는 자가조립 초박막은 진단 및 치료 소재 개발에 있어 빠르게 분자를 검출하여 신호를 전달해줄 수 있는 원천소재로 활용이 가능함.					

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">8</td><td rowspan="7">김용주</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">화학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>①김용주, H. Li, Yi. He, X. Chen, X. Ma, and M. Lee</td></tr>
<tr><td>② Collective helicity switching of a DNA-coat assembly</td></tr>
<tr><td>③ Nature Nanotechnology</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자화학</td><td>④ 12, 551</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1038/nnano.2017.42</td></tr>
<tr><td colspan="6">DNA코팅 기법을 통한 인공바이러스 개발과 세포 내 Z-DNA 유도
1. 연구의 창의성·혁신성
- 천연 핵산과 합성 코트 분자의 자가조립을 통해 바이러스를 닮은 계층적인 구조체를 형성하였음. 핵산과 코트 분자 자가조립체는 역동적인 나선형 방향 전환을 보여주었으며, 세포 외부에서 내부로 이동할 때도 똑같이 구현됨.
- 이를 통해 지금까지 미지의 세계로 남아 있었던 Z-DNA의 형성과 기능을 파악하는데 하나의 돌파구를 마련하였음.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- DNA를 기반으로 한 초분자 나노구조체를 합리적으로 개발하는 방법론과 기능성을 제시하면서 현재까지 41회(Web of Science 기준)의 관련 연구에서 인용되었음
- 세포 내에서 인공적으로 Z-DNA를 만드는 세계 최초 사례로 물질의 합성부터 DNA 코팅 방법과 세포 안으로 이동까지 새로운 방법론을 제안하며 많은 분야에 기여하였음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 생체 분자를 인식하고 그것을 기반으로 나노구조체를 자발적으로 형성하여 기존의 시스템으로는 불가능했던 새로운 기능성을 발굴하는 본 연구의 접근법은 특정 유전자와 관련된 질병의 진단와 치료를 위한 소재로써 가능성 높음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">9</td><td rowspan="7">김용주</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">화학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① 김용주, J. Kang, B. Shen, Y. Wang, Y. He, and M. Lee</td></tr>
<tr><td>② Open-closed switching of synthetic tubular pores</td></tr>
<tr><td>③ Nature Communications</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자화학</td><td>④ 6, 8650</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1038/ncomms9650</td></tr>
<tr><td colspan="6">반투과성 초분자 나노튜브를 기반으로 한 인공효소의 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 자가조립 기법을 활용하여 1 nm의 사이즈의 공동을 지니고 이 공동이 열리고 닫히는 다이나믹 초분자 튜브를 개발하였음.
- 초분자 튜브 공동에 일련의 다른 사이즈를 가진 여러 게스트 분자를 포집하는 실험을 통하여 초분자 튜브 벽이 반투과성 성질을 지님을 확인하고, 수용액 상에서 cAMP와 이민 합성과 같은 탈수 반응을 위한 나노 반응 용기로써 활용하며 새로운 개념의 인공 효소 개발의 가능성을 제시함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 열리고 닫히는 다이나믹 유기소재를 활용한 나노사이즈 반응용기를 개발하여 다이나믹 나노촉매 분야에 크게 기여하며 현재까지 36회(Web of Science 기준)의 관련 연구에서 인용되었음
- 수용액 조건에서 물분자가 빠져나가는 반응을 보이는 인공효소개념은 물을 용매로 활용하는 친환경 화학반응 개발에도 기여를 하였음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 생체 친화적인 초분자기반 인공효소를 개발하는 본 연구 결과는 생체 내에서 만들어진 독소를 인공효소에 의해 제거함으로써 질병의 치료소재로 활용될 수 있는 만큼 진단 및 치료를 위한 첨단소재 개발을 목표로 하고 있는 본 교육 연구단의 목표와 잘 부합함.</td></tr>
</table>

연번	참여교수명	연구자 등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
10	왕건욱	[redacted]	이공계열	재료공학	저널논문	①왕건욱, J.-H. Lee, Y. Yang, G. Ruan, N. D. Kim, Y. Ji, and J. M. Tour
						② Three-Dimensional Networked Nanoporous Ta2Ox-5 Memory System for Ultrahigh Density Storage
						③ Nano Letters
				유기전자재료		④15, 6009-6014
						⑤ 0
						⑥ 2015
						⑦ https://doi.org/10.1021/nn506516p
	3차원 나노포러스 구조체를 이용한 메모리 소자 개발 1. 연구의 창의성ㆍ혁신성 - 양극 산화공법을 이용하여 금속산화물의 3차원 나노포러스 구조로 엔지니어링하여 비휘발성 메모리 소자로써 적용 가능한 기술을 세계 최초로 개발하였음. - 차세대 유기 전극인 그래핀과 접합하여 보다 낮은 구동 전압에서 높은 non-linearity를 구현한 것이 특징이며, 이를 이용하여 162 Gbit에 이르는 고집적 어레이를 이론적으로 규명함. 2. 해당 세부전공분야의 기여도 - 초고집적 크로스바 어레이가 가능한 차세대 비휘발성 메모리반도체로써 활용되어 현재까지 29 회(Web of Science 기준)의 관련연구에서 인용되었음 - 3차원 나노포러스 구조의 금속산화물을 토대로 메모리 소자뿐 아니라 인공시냅스 소자로써 활용되어 패턴인식과 같은 뉴로모픽 컴퓨팅의 building block으로써 활발히 응용되고 있음. 3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 - 본 연구는 나노포러스 구조를 구현하는 방법을 제시하고 이를 통해 고효율 집적 어레이 공정을 용이하게 함으로써, 바이오 센서 소자와 결합하여 다량의 비정형 데이터에 해당하는 신체 신호를 병목 현상 없이 실시간으로 학습/판단/진단할 수 있는 플랫폼 역할을 할 것으로 기대됨					

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">11</td><td rowspan="7">왕건욱</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① W. Huh, S. Jang, J. Y. Lee, D. Lee, D. Lee, J. M. Lee, H.-G. Park, J. C. Kim, H. Y. Jeong, 왕건욱, and C.-H. Lee</td></tr>
<tr><td>② Synaptic Barristor Based on Phase-Engineered 2D Heterostructures</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="3">④ 30, 1801447</td></tr>
<tr><td rowspan="3">유기전자 재료</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2018</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1002/adma.201801447</td></tr>
<tr><td colspan="6">2차원 물질 기반 저전력 뇌기능 모방 전자소자 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 이차원 물질인 그래핀/텅스텐 셀레나이드를 반데르 발스 이종 접합을 하여 이차원 계면을 형성하고, 별도의 전사 기법 없이 외부 전기자극을 통해 텅스텐 산화물의 구동 전압을 조절하는 소자를 개발하고 연구함.
- 뇌를 모방한 비정형 데이터를 학습하고 판단하는 것을 목표로 하는 뉴로모픽 소자에서 가장 중요한 STP, PPF, LTP, LTD 등과 같은 기본적인 시냅틱 특성을 구현하였을 뿐 아니라 배리스터를 통해 더 적은 전압범위에서 더 빠르고 효율적으로 학습 가능함을 보여줌.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 차세대 저전력 구동 가능한 인공시냅스 소자로써 활용되어 현재까지 28 회(Web of Science 기준)의 관련연구에서 인용되었음
- '배리스터 시냅틱 소자'라는 새로운 삼단자 기반의 소자 플랫폼을 제안할뿐만 아니라, 차세대 메모리 반도체와 뇌 모방소자로 응용되고 있음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구는 그래핀과 이차원 반도체의 이종접합의 계면 특성과 삼단자 구조를 응용했다는 점에 의의가 있음. 이로 인해, 비정형 데이터로 이루어진 생체신호 데이터를 저전력, 고효율 학습 및 처리 하는데 큰 기여할 것으로 생각됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">12</td><td rowspan="7">왕건욱</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">재료공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① S. Ham, S. Choi, H. Cho, S.-I. Na, and 왕건욱</td></tr>
<tr><td>② Photonic Organolead Halide Perovskite Artificial Synapse Capable of Accelerated Learning at Low Power Inspired by Dopamine-Facilitated Synaptic Activity</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Functional Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">유기전자 재료</td><td>④ 29, 1806646</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2019</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1002/adfm.201806646</td></tr>
<tr><td colspan="6">도파민 기작 시냅틱 활동을 모사한 뇌-모방 전자소자 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구는 유무기 복합체인 페로브스카이트라는 물질을 이용하여 수용액상태에서 공정 가능한 이단자형태의 멤리스터를 제작함.
-생물학적 뇌에서 뇌의 활성을 강화하여 학습과 인식률을 증진시키는 도파민이라는 물질에 영감을 받아, 빛을 조사함으로서 구동에 필요한 이온의 움직임을 촉진하고 소자의 문턱전압을 낮춰 더 빠르게 학습 가능한 시냅틱 소자를 만듬.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 차세대 뉴로모픽 컴퓨팅 기술의 인공시냅스 소자로써 활용되어 현재까지 14 회의 인용됨.
- 빛을 조사했을 때의 약 2000회의 학습에도 82.7%에 해당하는 높은 인식 정확도를 보였으며 이는 빛 없이 전기적 자극만으로 같은 효과를 내고자 하였을 때보다 약 2600 배에 해당하는 전력을 절약가능한 인공시냅스 소자를 제안/설계/제작하였음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구를 통해 빛에 의해 구동하는 뉴로모픽 컴퓨팅 소자의 개발 연구의 태동에 이바지 함. 또, 생체 신호 체계를 모사함으로써 더 효율적인 성능을 구현하여 저 전력, 고효율, 수용액 공정 기반 뉴로모픽 소자의 개발에 새로운 방향성을 제시함.</td></tr>
</table>

연번	참여교수명	연구자 등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
13	윤영수	[redacted]	이공계열	고분자공학	저널논문	① S. Y. Cho, 윤영수, S. Lee, D. Jang, K.-Y. Park, J. K. Kim, B. H. Kim, K. Kang, D. L. Kaplan amd H.-J. Jin
						② Carbonization of a stable beta-sheet-rich silk protein into a pseudographitic pyroprotein
						③ Nature Communications
				고분자재료		④ 6, 7145
						⑤ 0
						⑥ 2015
						⑦ 10.1038/ncomms8145
	단백질 분자의 탄소 고리구조화 메커니즘 규명 및 파이로프로테인 소재 개발 1. 연구의 창의성·혁신성 - 단백질의 2차구조인 베타쉬트를 구성하는 분자들이 열변형을 통해 sp2 결합으로 이루어진 탄소 고리구조를 형성하는 메커니즘을 세계 최초로 규명하였음 - 단백질 유래 탄소 고리화합물을 지칭하는 용어로써 ‘파이로프로테인’을 최초로 소개하였으며, 생체적합성이 매우 우수하고 생분해도의 제어가 용이한 파이로프로체인 신소재의 잠재성을 규명함 2. 해당 세부전공분야의 기여도 - 다양한 분자구조를 가지는 단백질 소재의 탄소화 기술 개발에 활용되어 현재까지 85 회(Web of Science 기준)의 관련연구에서 인용되었음 - 나노구조화 된 단백질 유래 탄소소재의 개발을 통해 인공뇌막, 바이오센서, 생체삽입형 전극소재, 유연전자소자 등에 활발히 응용되고 있음 3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성 - 새롭게 정의된 파이로프로테인 신소재는 본 교육연구단이 바이오혁신 소재로써 IoH 진단 소재 및 소자 기술 분야에서 핵심 요소분야인 전극 소재로 활용가능성 높음.					

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="9">14</td><td rowspan="8">윤영수</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">고분자공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 윤영수, K.-Y. Park, B. Lee, S. Y. Cho, Y.-U. Park, S. J. Hong, B. H. Kim, H. Gwon, H. Kim, S. Lee, Y. W. Park, H.-J. Jin,* and K. Kang</td></tr>
<tr><td>② Sodium-Ion Storage in Pyroprotein-Based Carbon Nanoplates</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자재료</td><td>④ 27, 6914-6921</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/adma.201502303</td></tr>
<tr><td colspan="6">단백질 유래 나노구조화 된 파이로프로테인의 나트륨 이온 저장특성 규명
1. 연구의 창의성·혁신성
- 생체내에서 사용가능한 생체적합성이 우수하고 생분해도 조절이 가능한 전극소재의 개발을 위해 단백질을 이용하여 파이로프로테인 신소재를 개발했으며 나노구조를 제어하여 최적화 된 전기화학적 성능을 나타내는 전극소재를 개발함
- 미세구조를 제어하여, 비표면적을 100배 이상 증가시켜 전극소재로 응용시 물리화학적 흡착, 화학적 흡착, 결정상 형성 반응 등 다양한 메커니즘의 에너지 저장특성 발현을 가능하게 함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나트륨 이온전지의 음극소재와 슈퍼커패시터의 전극소재 및 생체 삽입형 전극소재로 응용 되며, 리튬이온전지를 대체할 수 있는 차세대 전지시스템인 나트륨 이온 전지의 전극 소재로써 잠재성을 나타내며, 특히 생체내에서 적용 가능한 저독성의 전극소재가 매우 제한적인 상황에서 새로운 파이로프로테인 전극의 개발로 인해 관련분야의 연구흐름이 획기적으로 개선됨
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 교육연구단에서 지향하고 있는 생체 삽입형 IoH 진단 디바이스의 핵심부분인 에너지 저장 및 전달 소재로서 원천 기술로 활용 가능성이 높음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">15</td><td rowspan="8">윤영수</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">고분자공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 윤영수, K.-Y. Park, B. Lee, S. Y. Cho, Y.-U. Park, S. J. Hong, B. H. Kim, H. Gwon, H. Kim, S. Lee, Y. W. Park, H.-J. Jin, and K. Kang</td></tr>
<tr><td>② Ultra strong pyroprotein fibres with long-range ordering</td></tr>
<tr><td>③ Nature Communications</td></tr>
<tr><td>④ 8, 74</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자재료</td><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1038/s41467-017-00132-3</td></tr>
<tr><td colspan="6">고탄성 고강성 천연단백질 섬유의 물성을 10배 이상 비약적으로 향상
1. 연구의 창의성·혁신성
- 고탄성 고강성 천연단백질 섬유의 기계적 물성은 섬유가 가지는 독특한 미세구조에서 기인하며, 부드러운 선형고분자 체인과 매우 강인한 조인트 블록의 조합으로부터 매우 강인한 sp2고리형 분자와 그래파이트 결정 블록의 조합으로 대체하여 10 배 이상의 초고탄성과 고강성을 가지는 섬유로 전환시킬 수 있는 혁신적인 연구임
- 결정방향의 제어를 통해 미세구조를 다양화 할 수 있는 공정기술을 개발했으며, 이를 통해 기계적 물성을 다양하게 제어할 수 있는 기술을 확립함
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 초고탄성 고강성 섬유소재의 마일스톤과 같은 소재로 자리매김하여 연구가 진행되고 있으며 보다 우수한 물성 구현을 통해 우주/첨단산업용 탄소섬유로의 응용도 가능할 것으로 예상됨
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 교육연구단이 지향하는 바이오메디컬 분야의 첨단소재로써, 단백질에서 유래한 초고탄성 파이로프로테인 섬유의 활용분야가 매우 넓을 것으로 예상되며 특히, 인공근육, 에너지하베스팅, 생체삽입형 유연전자소자의 전극소재, 생체보호용 방화복, 바이오센서 등에서 활용될 수 있음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">16</td><td rowspan="7">이승우</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">물리학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① J. Lee, J.-H. Huh, K. Kim, 이승우</td></tr>
<tr><td>② DNA Origami-Guided Assembly of the Roundest 60-100 nm Gold Nanospheres into Plasmonic Metamolecules</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Functional Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">광기술</td><td>④ 28, 1707309</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2018</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/adfm.201707309</td></tr>
<tr><td colspan="6">DNA를 이용한 초민감 키랄성 센싱을 위한 플라즈몬 구조체 확립
1. 연구의 창의성·혁신성
- 생체친화형 DNA 분자와 금 나노입자간 자기조립을 통해 빛의 전기적 성질과 자기적 성질을 비자연적으로 유도할 수 있는 새로운 물질을 개발 하였음.
- 매우 작은 공간 내에서 빛의 전자기 성질이 극한 영역으로 유도될 수 있으며, 이는 빛의 키랄성 증폭의 중요한 토대가 될 것임.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- Advanced Functional Materials는 2018년 IF가 15.621이며, 재료 분야에서 지난 2년간 인용횟수 22회를 기록 중에 있음.
- IoH 진단에 필수적인 생체분자 분광 검출의 중요한 기술적 토대는 생체 분자의 키랄성 센싱이고, 이를 위해 빛의 키랄성을 증폭해야함. 이를 위해 비자연적 자기장 증폭이 필수적임이 밝혀졌으나 빛의 자기장 성분 증폭은 자연적으로 이루어지지 않음. 본 연구는 이를 극복할 수 있는 신개념 바이오-나노 공진 구조체를 확립한 것에 의미가 있음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 생체 내 신호 분광의 혁신을 위한 새로운 바이오포토닉스 소재 가능성을 보여준 연구이며, 다양한 메디컬 소재/소자와의 융합을 통해 새로운 분광 기반의 생체 삽입형 기술 개발의 토대가 될 것임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">17</td><td rowspan="7">이승우</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">물리학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① P. Wang, J.-H. Huh, J. Lee, K. Kim, K. J. Park, 이승우, Y. Ke</td></tr>
<tr><td>② Magnetic Plasmon Networks Programmed by Molecular Self-Assembly</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">광기술</td><td>④ 31, 1901364</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2019</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/adma.201901364</td></tr>
<tr><td colspan="6">생체 분자의 키랄성 분광을 위한 자기장 플라즈몬 공진 구조체 구현
1. 연구의 창의성·혁신성
- 생체 분자의 키랄성을 분광학적으로 센싱하기 위해서는 입사되는 빛의 키랄성을 증폭해야만 하는데, 이때 자연계에서 일어나지 않는 자기장 공진이 필수적임. 새로운 플라즈몬 공진 구조체를 DNA 분자의 프로그래밍 가능한 자기조립을 통해 구현함.
- 자기적 공진을 제어 및 빛의 키랄성을 자유자재로 제어하기 위한 새로운 Circuit 구조를 생명체의 진화 구조 발현에서 영감을 얻은 DNA algorithmic 자기조립을 통해 창의적으로 구현함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- Advanced Materials는 2018년 IF가 25.809에 달할 정도로 파급력이 크며, 다학제 분야 상위 5%안에 드는 저널임.
- 비자연적으로 증폭된 자기장의 세기가 지금까지 보고된 값들 중 가장 높으며, antiferromagnetism과 같은 자기장 조절이 가시광에서 처음 관찰함. 이는 빛의 키랄성이 비자연적으로 증폭되고 조절될 수 있음을 의미함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 단백질, 당, DNA, RNA와 같이 중요한 생체 분자들은 모두 키랄성을 갖고 있고, 이러한 키랄성의 분광 분석은 IoH 진단 소재로 활용 가능한 분야임.</td></tr>
</table>

연번	참여교수명	연구자 등록번호	이공계열/인문사회계열	전공분야 / 세부전공분야	실적구분	대표연구업적물 상세내용
	대표연구업적물의 적합성과 우수성					
18	이승우	[redacted]	이공계열	물리학	저널논문	① J. Lee, S. Y. Lee, D.-K. Lim, D. J. Ahn, 이승우
						② Antifreezing Gold Colloids
						③ Journal of the American Chemical Society
						④ 141, 18682
				광기술		⑤ 0
						⑥ 2019
						⑦ 10.1021/jacs.9b05526

세포 & 생체 재료/조직의 새로운 동결 보존제 구현
1. 연구의 창의성·혁신성
- 세포 & 생체 조직/재료의 영하에서 보존 시 성장하는 얼음 결정으로 인한 손상은 동결 보존기술에서 난제로 알려짐. 생체친화형 금나노입자를 이용하여 극복 가능함을 확인함.
- 자연유래 결빙방지단백질에서 영감을 얻어 면을 갖는 큐브형 금나노입자 표면에 Threonine 펩티드를 다량 결합시켜, 성장하는 얼음을 억제시키면서도 동시에 생체친화성을 확보함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- JACS지는 2018년 IF가 14.695이며, 화학분야에서 가장 권위를 인정받는 저널중 하나임. 이 성과는 2019년 과학기술부 나노소재기술개발사업의 대표 성과로 선정되었음. 현재 미국/일본/중국/유럽에 특허가 출원된 상태임.
- 펩티드가 분산되어 총괄성으로 결빙 제어를 할 때보다 1000배 낮은 농도에서 결빙 제어 효과를 나타냄.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- IoH 치료 분야의 한 분야인 조직공학에서는 세포동결 보존기술이 필수적임. 이를 위한 혁신적 소재 및 원천 기술로 활용 가능함. 따라서 교육연구단의 주요 비전인 IoH 진단 치료소재 분야에 부합되며, 원천 기술을 바탕으로 세포/조직/재생 분야를 선도할 수 있을것으로 전망됨.

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="9">19</td><td rowspan="7">이철호</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="5">전자/정보 통신공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Jae Yoon Lee, Sungwoo Kang, Donghun Lee, Seokhoon Choi, Seunghoon Yang, Kangwon Kim, Yoon Seok Kim, Ki Chang Kwon. Sooho Choi, Soo Min Kim, Jihoon Kim, Jungwon Park, Haeli Park, Woong Huh, Hee Seong Kang, Seong Won Lee, Hong-Gyu Park, Min Jae Ko, Hyeonsik Cheng. Seungwu Han, Ho Won Jang. 이철호</td></tr>
<tr><td>② Boosting the photocatalytic hydrogen evolution performance via an atomically thin 2D heterojunction visualized by scanning photoelectrochemical microscopy</td></tr>
<tr><td>③ Nano Energy</td></tr>
<tr><td rowspan="4">반도체재료</td><td>④ 65, 104053</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2019</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1016/j.nanoen.2019.104053</td></tr>
<tr><td colspan="6">단원자층 PN접합 기반 자가활성 촉매 및 공간분해 광전기화학 분석법 개발!
1. 연구의 창의성·혁신성
- 최근 차세대 반도체 및 촉매 신소재로 각광받고 있는 2차원 물질을 수직 적층한 이종접합 구조를 이용하여 광전기화학 반응에 필요한 과전압을 효율적으로 낮출 수 있는 수 원자층 두께의 촉매를 세계 최초로 제안하고 자체 개발한 서브 마이크로 미터 수준의 공간분해능을 가진 광전기화학 현미경 분석기술로 제안된 독창적 개념을 증명함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나노소재 및 에너지 분야 세계 유수 학술지 중에 하나인 Nano Energy (I.F. 15.548)에 게재됨. 또한, 학문·기술적 관점에서도 기존 2차원 물질 기반의 전기화학 촉매 연구에서 보고되었던 활성도가 낮은 기저면의 활용 한계를 극복하고 촉매와 전해질 계면에서의 전하 이동 역학 관점에서 새로운 방향을 제시함.
- 나노촉매의 활성도를 미세단위에서 비교하여 광전기화학반응 메커니즘을 규명하고 고효율 촉매 및 고감도 전기화학 바이오센서를 설계하는데 크게 기여할 수 있음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 나노촉매 신소재 및 정밀 분석법은 본 연구단이 지향하는 목표 중에 하나인 다양한 바이오·메디컬 검출 및 진단 소자 개발에 있어 원천기술로 광범위하게 활용될 수 있음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">20</td><td rowspan="7">이철호</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">전자/정보 통신공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Donghun Lee, Haeli Park, Soo Deok Han, Su Han Kim, Woong Huh, Jae Yoon Lee, Yoon Seok Kim, Myung Jin Park, Won Il Park, ChongYun Kang, 이철호</td></tr>
<tr><td>② SelfPowered Chemical Sensing Driven by GrapheneBased Photovoltaic Heterojunctions with Chemically Tunable BuiltIn Potentials</td></tr>
<tr><td>③ Small</td></tr>
<tr><td rowspan="4">반도체재료</td><td>④ 15, 1804303</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2019</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/smll.201804303</td></tr>
<tr><td colspan="7">무전력으로 자가 구동할 수 있는 신개념 화학센서 구조 제안 및 검증!
1. 연구의 창의성·혁신성
- 일함수 조절 가능한 반금속인 그래핀과 반도체의 광전 이종접합을 이용하여 무전력으로 구동할 수 있는 독창적인 센서소자 구조를 세계 최초로 제안하고 실험적으로 동작원리를 규명
- 원자층 두께와 (전기)화학적 조절 가능한 에너지 준위 특성을 가진 이종접합에서 자발적 생성된 광전류 변화를 감지함으로써 외부전압 인가 없이 화학가스, 바이오 분자 등을 감지할 수 있는 기술을 개발
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나노바이오소재 및 다학제간 응용기술 분야 세계 유수 학술지 중에 하나인 Small (I.F. 10.586)에 게재됨
- 기존의 3차원 벌크 소재 및 소자구조에서는 구현될 수 없는 신개념 소자원리를 제안했다는 학문적 의미에 더해, 초저전력 센서 구현은 다양한 모바일, 웨어러블 기기로의 응용뿐만 아니라 미래 사물인터넷, 인공지능 분야의 원천기술을 제공한다는 측면에서 산업적 파급효과도 클 것으로 기대됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 고감도 센서 원천소재와 저전력 소자 기술은 다양한 바이오·메디컬 검출/진단 센서 및 생체신호 측정 웨어러블 기기 개발에 광범위하게 활용될 수 있어 본 연구단이 지향하는 ‘바이오 첨단 신소재의 교육 및 연구’목표 에 잘 부합</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">21</td><td rowspan="8">이철호</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">전자/정보 통신공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① Yun Hee Park, Inyoung Jeong, Seunghwan Bae, Hae Jung Son, Phillip Lee, Jinwoo Lee, 이철호, Min Jae Ko</td></tr>
<tr><td>② Inorganic Rubidium Cation as an Enhancer for Photovoltaic Performance and Moisture Stability of HC(NH2)2PbI3 Perovskite Solar Cells</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Functional Materials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">반도체재료</td><td>④ 27, 1605988</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1002/adfm.201605988</td></tr>
<tr><td colspan="7">차세대 페로브스카이트 광소재의 고안정성 달성을 위한 신방법론 제시
1. 연구의 창의성·혁신성
- 최근 차세대 광소재로 각광받고 있는 유무기 하이브리드 페로브스카이트 기반의 태양전지의 안정성을 획기적으로 개선할 수 있는 독창적인 방법론을 제안
- 기존의 유기물 기반의 양이온을 무기물 Rb로 치환함으로써 소자의 효율을 유지하면서 1000시간 이상의 장기 안정성을 확보할 수 있는 혁신적인 기술을 선도적으로 개발
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 나노소재 및 기능성 소자 분야 세계 유수 학술지 중에 하나인 Advanced Functional Materials (I.F. 15.621)에 게재되었고 현재까지 총 87회 인용됨
- 페로브스카이트 소재의 상업적 활용에 가장 큰 걸림돌로 여겨지는 장기 안정성 문제를 극복하는 기술을 제공한다는 점에서, 향후 기술·산업적 파급효과 매우 클 것으로 기대됨
- 페로브스카이트 소재는 태양전지뿐만 아니라 촉매, 센서, 메모리, 뉴로모픽 등 다양한 분야에 광범위하게 활용될 수 있음
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 고안정성 페로브스카이트 소재는 본 교육연구단이 지향하는 ‘바이오 첨단 신소재의 교육 및 연구’에 부합되는 미래형 신소재로써 위에서 언급된 다양한 메디컬 디바이스의 핵심소재로써의 역할이 기대됨</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">22</td><td rowspan="8">임동권</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">화학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① Hyungwon Moon, Dinesh Kumar, Haemin Kim, Changbeom Sim, Jin-Ho Chang, Jung-Mu Kim, Hyuncheol Kim, 임동권</td></tr>
<tr><td>② Amplified Photoacoustic Performance and Enhanced Photothermal Stability of Reduced Graphene Oxide Coated Gold Nanorods for Sensitive Photoacoustic Imaging</td></tr>
<tr><td>③ ACS Nano</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자화학</td><td>④ 9, 3, 2711-2719</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ https://doi.org/10.1021/nn506516p</td></tr>
<tr><td colspan="6">광음향 신호가 증폭된 나노입자 소재
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 논문은 기존 초음파 신호에 기반한 이미징 기술의 단점을 극복하기 위한 광음향 기반 이미징 기술에 사용되는 새로운 조영제 물질에 관한 연구 결과임.
- 금나노입자와 그래핀물질의 코어쉘 구조로 형성하여 광흡수 특성의 개선과 함께, 그래핀의 뛰어난 열전달 특성을 적절하게 활용하여 광음향 신호의 세기가 5배 이상 증가시킬수 있음을 실험적으로 증명함.
- 합성과 분석, 생체내 광음향 신호의 분석, 전산모사를 통한 나노 물질의 물리화학적 특성 규명을 통해 광음향 신호의 증폭 메카니즘을 정확하게 규명하였음.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 그래핀이 코팅된 금 나노입자는 높은 광음향 조영 신호와 함께 높은 광열 특성을 활용하여 암세포의 비침습적 제거 목적으로도 활용가능성이 높은 물질로 판단됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구결과물은 본 교육연구단의 IoH 진단 및 치료 소재에 적용 가능하며, 광음향 신호를 통한 폐암의 진단과 동시에 광열효과를 이용한 치료 목적으로 적용이 가능한 나노소재로 활용이 기대됨. ACS Nano는 현재 IF 13.0, 인용횟수 146회로 관련분야에 파급효과가 높은 논문으로 판단됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">23</td><td rowspan="7">임동권</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">화학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① 임동권, Ryan G. Wylie, Robert Langer, Daniel S. Kohane</td></tr>
<tr><td>② Selective binding of C-6 OH sulfated hyaluronic acid to the angiogenic isoform of VEGF165</td></tr>
<tr><td>③ Biomaterials</td></tr>
<tr><td rowspan="4">고분자화학</td><td>④ 77, 130 - 138</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2016</td></tr>
<tr><td>⑦ http://dx.doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.10.074</td></tr>
<tr><td colspan="7">혈관신생인자에 선택성 높은 고분자 소재 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 논문은 생체친화도가 높으며, 이미 임상적으로 사용되고 있는 히알루론산의 화학적 구조를 변형하여 약리적인 활성을 가지도록 만든 황산화 히알루론산의 합성과 혈관신생인자와의 선택적인 결합 특성, 세포 사멸 및 성장에의 영향등에 관하여 연구한 논문임.
- 황산화 반응의 정도를 조절하여 혈관신생에 주된 역할을 하는 VEGF165a만의 선택적인 결합이 가능함을 밝힘.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 본 논문에서 제안하는 황산화 히알루론산은 혈관신생인자등과 강한 상호작용을 통해 염증 완화, 통증경감등의 치료효과 기능성을 부여할 수가 있음.
- 바이오 소재의 최신 연구결과를 발표하는 저명한 논문인 Biomaterials 지에 2016년에 발표된 바 있음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구결과는 IoH 진단을 통해 확보한 환자 정보에 적합한 선택성이 뛰어난 치료소재로 활용가능하여, 고령화 사회에서 증가하는 퇴행성관절염 환자들의 삶의 질 개선에 유용한 물질로 활용이 기대됨. 후속 연구를 통해 2건의 특허가 출원됨. Biomaterials 는 현재 IF 10.27. citation 19회로 관련분야에 파급효과가 높은 논문으로 판단됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">24</td><td rowspan="7">임동권</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">화학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① Dinesh Kumar, Ahreum Lee, Taegon Lee, Manho Lim, and 임동권</td></tr>
<tr><td>② Ultrafast and Efficient Transport of Hot Plasmonic Electrons by Graphene for Pt Free, Highly Efficient Visible-Light Responsive Photocatalyst</td></tr>
<tr><td>③ Nano Letters</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고분자화학</td><td>④ 16, 1760-1767</td></tr>
<tr><td>⑤ o</td></tr>
<tr><td>⑥ 2016</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1021/acs.nanolett.5b04764</td></tr>
<tr><td colspan="6">광감응성이 우수한 나노입자 소재
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 논문은 금 나노입자와 그래핀물질의 코어쉘 구조를 형성하여 기존에 활용되지 않은 새로운 광학적 특성을 밝힌 논문임.
- 금 나노입자는 가시광선 영역의 빛을 효율적으로 흡수하며 표면에 형성된 hot-electron을 그래핀의 뛰어난 전자 전달 특성을 활용하여 태양광 촉매로 활용 가능성을 보여준 논문임.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 본 논문에서는 이산화탄소를 저장 가능한 형태의 안정한 물질인 포믹산으로의 전환이 가능함을 증명함과 동시에 최고 수준의 양자수득률을 나타내는 광촉매로의 활용 가능성을 높였으며, 그래핀의 화학적인 상태에 따른 전자 전달 능력을 펨토초 시분해능 분광법으로 메카니즘을 정확하게 규명함.
- 그래핀이 코팅된 금 나노입자는 광촉매 뿐만이 아니라 바이오 이미징 및 증가된 광흡수 특성을 활용하여 광열효과를 이용한 암세포의 비침습적 치료에 활용 가능함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구결과는 IoH 진단을 통해 확보된 환자정보에 따른 맞춤형 치료 소재로 활용 가능하며, 생체내 삽입 디바이스와 결합하여 온디맨드, 국소 부분 광열치료등의 기존 치료 기술의 한계를 극복하는 분야로 활용이 기대됨. (현재 68회 인용되고 있는 파급효과가 높은 성과임).</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">25</td><td rowspan="7">조대호</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">생물학</td><td rowspan="7">논문</td><td>① Sora Lee, Myun Soo Kim, Su-Jin Jung, Daejin Kim, Hyun Jeong Park & 조대호</td></tr>
<tr><td>② ERK activating peptide, AES16-2M promotes wound healing through accelerating migration of keratinocytes</td></tr>
<tr><td>③ SCIENTIFIC REPORTS</td></tr>
<tr><td rowspan="4">세포면역</td><td>④ 8:14398</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2018</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1038/s41598-018-32851-y</td></tr>
<tr><td colspan="6">상처 재생 효능의 새로운 나노 바이오 소재 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- ERDR1은 염증성 사이토카인 중 하나인 IL-18과 음의 상관관계인 것으로 밝혀진 사이토카인임.
- 본 논문은 ERDR1 유래 펩타이드인 AES16-2M의 효능에 관한 것으로, 상처 치유에 있어 중요하게 관여하는 대표적인 신호전달체계인 ERK 활성화 펩타이드인 AES16-2M을 새롭게 개발하였음.
- AES16-2M은 단지 5개의 아미노산 서열을 가지는 저분자 펩타이드로 피부 조직을 구성하는 세포인 keratinocyte와 fibroblast 세포의 이동능을 증가시킴을 통하여 상처 재생 효능을 가질 수 있음을 밝힘.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 상처 재생/치료는 만성 염증성 피부 질환과 함께 지속적인 성장 추세에 있는 의약품 분야로, 의약품 분야에서 글로벌 제약업계가 최근 주시하고 있는 소재는 바로 나노 바이오 소재임.
- 특히 본 논문을 통해 개발한 저분자 펩타이드는 생체내 빠른 배출로 장기 축적으로 인한 부작용을 최소로 줄일 수 있을 것으로 예상되며, 이를 통한 새로운 안전한 바이오 소재에 대한 욕구를 충족시킬 수 있을 것으로 기대함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 결과는 환자 맞춤형 염증 치료제로서 IoH 치료 소재 분야에 응용 가능한 내용임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">26</td><td rowspan="8">조대호</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">생물학</td><td rowspan="8">논문</td><td>① Kyung Eun Kim, Myung Jin Jung, Younkyung Houh, Tae Sung Kim, Wang Jae Lee, Yoolhee Yang, Sa Ik Bang, Chang Han Kim, Heejong Kim, Hyun Jeong Park, and 조대호</td></tr>
<tr><td>② Erdr1 Attenuates Dermatophagoides farina Body Extract-Induced Atopic Dermatitis in NC/Nga Mice</td></tr>
<tr><td>③ Journal of Investigative Dermatology</td></tr>
<tr><td rowspan="4">세포면역</td><td>④ 137, 1798-1802</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2017</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.1016/j.jid.2017.04.018</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표적 만성 염증성 피부질환인 아토피성 피부염의 새로운 치료제 제시
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 논문은 ERDR1의 항염증 효과에 대한 후속 연구로, 건선과 함께 지속적인 증가 추세에 있는 만성 염증성 피부질환인 아토피 치료 효능에 관한 것임. 아토피를 악화시키는 만성 염증 반응에 관여하는 Th2 세포의 이동을 유도하는 chemokine인 CCL17과 CCL22의 발현 억제를 통하여 전반적인 Th2 반응을 감소시킴. 또한 염증반응을 악화시키는 것으로 알려진 angiogenesis 역시 억제하는 것을 확인하였음. 이러한 결과를 통하여 처음으로 ERDR1을 아토피성 피부염 치료제로써 제시하는 바임.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 본 연구개발에서 밝힌 작용 기전은 ERDR1의 새로운 아토피성 피부염 치료제로서의 개발 가능성을 시사하는 바이며, 특히, 스테로이드 제품을 도포하는 처방이 대부분인 소아 아토피 치료에도 ERDR1 유래 펩타이드를 활용할 수 있을 것으로 기대함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 논문은 처음으로 ERDR1의 새로운 아토피성 피부염 치료제로서 가능성을 제시하였음. 특히 최근 저분자 펩타이드 소재는 부작용 감소와 치료 효능을 나타내는 새로운 환자 맞춤형 치료 소재로 활용이 가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/ 인문사회 계열</td><td>전공 분야
세부 전공 분야</td><td>실적 구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">27</td><td rowspan="7">조대호</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="3">생물학</td><td rowspan="7">논문</td><td>① Kyung Eun Kim, Younkyung Houh, Hyun Jeong Park and 조대호</td></tr>
<tr><td>② Therapeutic Effects of Erythroid Differentiation Regulator 1 on Imiquimod-Induced Psoriasis-Like Skin Inflammation</td></tr>
<tr><td>③ International Journal o f Molecular Sciences</td></tr>
<tr><td rowspan="4">세포면역</td><td>④ 17, 244</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2016</td></tr>
<tr><td>⑦ 10.3390/ijms17020244</td></tr>
<tr><td colspan="7">새로운 염증성 피부질환인 건선 치료제 소재 플렛폼
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 논문은 대표적인 염증성 사이토카인 중 하나인 IL-18과 음의 상관관계인 ERDR1의 새로운 기능에 관한 것임. 건선과 유사한 피부 염증반응을 유도한 마우스에 ERDR1을 처리하면 건선 관련 유전자의 발현 감소 뿐 만 아니라, 건선 병변 진행에 중요하게 관여하는 Th17 세포반응과 관련된 IL-17과 IL-22 발현 역시 감소하였음.
- 또한 Th17 세포의 염증부위로 이동을 유도하는 chemokine인 CCL20의 발현이 감소함. 이러한 결과는 건선이 유발된 피부에서 흔히 볼 수 있는 CCL20 ligand인 CCR6를 발현하는 Th17 세포의 활성 억제 가능하기 때문에, 건선의 치료제로는 최초의 연구결과임.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 건선 치료제로써 제시하는 사이토카인 ERDR1의 새로운 효능을 규명함으로서, 의약품 개발 분야에 있어서 사이토카인의 새로운 기능 규명을 통한 First-in-class 치료제로의 가능성이 높음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 교육연구단의 목표인 data 기반의 환자 맞춤형 치료 소재를 개발하고자 하는 목표에 부합하는 연구 결과로서 염증성 질환을 치료하는 바이오혁신 소재 플랫폼이 될것임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/인문사회계열</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">28</td><td rowspan="8">황석원</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="5">전자/정보통신공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① Seung-Kyun Kang*, Rory K. J. Murphy*, 황석원*, Seung Min Lee*, Daniel V. Harburg, Neil A. Krueger, Jiho Shin, Paul Gamble, Huanyu Cheng, Sooyoun Yu, Zhuangjian Liu, Jordan G. McCall, Manu Stephen, Hanze Ying, Jeonghyun Kim, Gayoung Park, R. Chad Webb, Chi Hwan Lee, Sangjin Chung, Dae Seung Wie, Amit D. Gujar, Bharat Vemulapalli, Albert H. Kim, Kyung-Mi Lee, Jianjun Cheng, Younggang Huang, Sang Hoon Lee, Paul V. Braun, Wilson Z. Ray, John A. Rogers</td></tr>
<tr><td>② Bioresorbable silicon electronic sensors for the brain</td></tr>
<tr><td>③ Nature</td></tr>
<tr><td>④ 530, 71-79</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">반도체소자/회로</td><td>⑥ 2016</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1038/nature16492</td></tr>
<tr><td colspan="6">실리콘 기반의 체내삽입형, 생세내 분해성 브레인 센서 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 생체내에서 가수분해 혹은 신진대사를 통해 자연적으로 흡수되는, 일정기간동안 생체내에서 작동하다가 더이상 필요없는 경우에 제거를 위한 2차 수술이 필요 없는 큰 장점을 가지고 있는 생분해성 두뇌센서 시스템을 개발함.
- 외상성 뇌손상 (traumatic brain injury) 을 치료하기 위해 필수적인 두뇌 안에 압력 및 온도를 지속적으로 모니터링 할 수 있는 다양한 방법을 제공 하였으며, 소형의 무선 측정/송신 장치를 연결하여 실시간으로 측정된 정보를 전달할 수 있는 플랫폼을 제공함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 생분해성, 생체적합성을 지니는 무기물 기반의 전자소자를 응용하여 제작된 본 시스템은 웨어러블, 삽입형 시스템에 활용되어 현재까지 295 회 (Web of Science 기준)의 관련연구에서 인용되었음
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 다양한 의료 분야에 생분해성 전자 시스템이 적용될 수 있는 학문적 근거를 마련하였을 뿐만 아니라 의료기기 개발의 패러다임에 새로운 방향을 제시할 수 있을 것으로 기대하고 있어, 본 교육연구단이 지향하는 IoH 진단 분야의 핵심소재로 활용 가능성 높음.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/인문사회계열</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">29</td><td rowspan="8">황석원</td><td rowspan="8">[redacted]</td><td rowspan="8">이공계열</td><td rowspan="4">전자/정보통신공학</td><td rowspan="8">저널논문</td><td>① 황석원, Seung-Kyun Kang, Xian Huang, Mark A. Brenckle, Fiorenzo G. Omenetto, John A. Rogers</td></tr>
<tr><td>② Materials for Programmed, Functional Transformations in Transient Electronic System</td></tr>
<tr><td>③ Advanced Materiasl</td></tr>
<tr><td rowspan="4">반도체소자/회로</td><td>④ 27, 47-52</td></tr>
<tr><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1002/adma.201403051</td></tr>
<tr><td colspan="6">프로그래밍 및 기능적 변형이 가능한 바이오 전자 시스템 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 전자 요소/부분이 생분해 되는 특징을 이용하여 전자 시스템의 기능/성능이 변화하는 것을 구현함.
- 생분해 가능한 전도체인 마그네슘 (Mg) 과 철 (Fe)의 용액 내에서 분해되는 속도 차를 이용하여, 전자 시스템 내에 마그네슘으로 연결되어 있는 부분이 물에서 먼저 분해되는 경우, CMOS를 기반으로 하는 논리 회로가 트랜지스터 혹은 인버터로 기능변형이 가능함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 전자 회로의 기능 변형은 생분해성 물질로 이루어진 안테나 및 유도 코일 을 이용한 무선 전력 및 통신 시스템에도 적용 가능함 .
- 전자 회로 내에 이러한 기능적 변형은 전도성 물질의 용해 속도에 의해서도 구현 가능할 뿐만 아니라, 같은 전도성 물질을 이용하더라도 보호막의 두께 및 종류에 따라 조절 가능하기 때문에, 본 연구를 기반으로 하는 다양한 소재, 소자 연구를 이용한 응용시스템이 가능할 것으로 예상됨.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 기존의 복잡하고 세밀한 생체 이식 전자 회로를 수정하고 설계하는 데에 있어 큰 역할을 할 수 있을 것으로 예상되어, 본 교육연구단이 추구하는 IoH 진단 분야에 혁신 기술로 응용 가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자 등록번호</td><td>이공계열/인문사회계열</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>대표연구업적물 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="6">대표연구업적물의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="8">30</td><td rowspan="7">황석원</td><td rowspan="7">[redacted]</td><td rowspan="7">이공계열</td><td rowspan="4">전자/정보통신공학</td><td rowspan="7">저널논문</td><td>① 황석원, Chi Hwan Lee, Huanyu Cheng, Jae-Woong Jeong, Seung-Kyun Kang, Jae-Hwan Kim, Jiho Shin, Jian Yang, Zhuangjian Liu, Guillermo A. Ameer, Yonggang Huang, John A. Rogers</td></tr>
<tr><td>② Biodegradable Elastomers and Silicon Nanomembranes/Nanoribbons for Stretchable, Transient Electronics, and Biosensors</td></tr>
<tr><td>③ Nano Letters</td></tr>
<tr><td>④ 15, 2801-2808</td></tr>
<tr><td rowspan="3">반도체소자/회로</td><td>⑤ 0</td></tr>
<tr><td>⑥ 2015</td></tr>
<tr><td>⑦ DOI: 10.1021/nl503997m</td></tr>
<tr><td colspan="6">유연, 신축성을 지닌 생분해성 탄성체 개발
1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 전자 시스템의 기판이나 보호막을 생체 내에서 분해 가능한 소재로 제작하여 다양한 생체 능동 소자 및 수동 소자들을 집적할 수 있는 생분해성 탄성체를 최초 개발함.
- 기존에 잘 알려진 일반적인 고무소재와는 달리 체내에서 분해 가능한 형태의 탄성체를 개발함으로써 효과적으로 신체 내 기관과 접합될 수 있는 큰 계기를 마련함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 개발된 소재들은 바이오 의료 분야에서 조직 지지체(tissue scaffold) 또는 뼈 고정체 (bone fixture)로도 활용 가능성이 있음.
- 관련분야의 연구가 활발히 진행 중이며 현재까지 130 회 (Web of Science 기준) 인용되었음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 연구성과는 일반적인 폴리머가 아닌 체내에 무해한 생분해성 탄성체를 개발함으로써 관련 분야로 확장성이 높으며, 본 연구단이 추구하는 생체부착형, 삽입형 진단 소재 및 조직공학에 활용가능성이 높음.</td></tr>
</table>

1.2 연구업적물

③ 연구의 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 10년)

<표 3-5> 최근 10년간 참여교수의 해당 신산업분야 대표연구업적물

대표업적 1: Bioresorbable Silicon Electronic Sensors for the Brain (Nature, 2016)

연구내용 개요

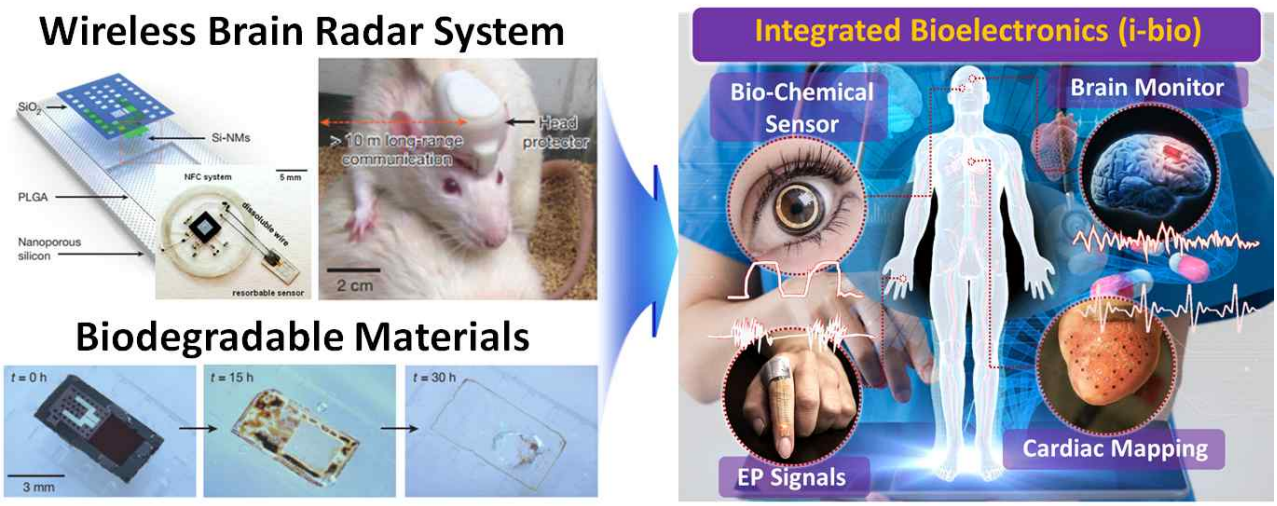
- 생체 내에서 용해/재흡수 가능하며 인체에 무해한 나노박막 형태의 실리콘과 다양한 생분해성 전자 소재를 이용하여, 뇌속에 삽입되어 일정기간 동안 뇌압(brain pressure) 및 뇌 온도(brain temperature)를 무선(wireless) 형태로 측정하여 결과를 송신하고, 전체 전자 시스템이 종국에는 체내에서 용해/분해 가능한 생체 삽입형 전자 시스템 개발에 과한 연구 내용임.
- 개발된 생분해성 뇌압 센서는 사용 후 체내에서 자연스럽게 용해되는 큰 장점으로 인해 제거를 위한 2차적 수술 과정이 필요 없을 뿐만 아니라, 중단기적으로 뇌압을 관찰해야하는 외상성 손상(traumatic injury)과 수두증 같은 증상을 조기에 발견하고 진단하는데 직접적인 활용이 가능한 논문으로 기존의 소재기술로는 실현이 불가능한 영역이었음.

교육연구단과의 연관성

- 본 연구는 체내에 존재하는 생체적합성/생분해성 물질로 이루어진 전자 소자의 한 응용 분야로서, 인체의 두뇌 안에서 측정할 수 있는 압력 및 온도 외에도 혈류속도, 가속계 및 열전도도 센서등 다양한 생분해성 바이오 센서 기술로 발전되어 다양한 생체신호 검출이 필요한 IoH 진단소재 및 소자에 적용 가능함. 또한 기존에 사용되어 오던 전자재료 소재가 나노스케일에서 새로운 성질 (생분해성)을 가지는 발견으로 전자 소자가 인체에 적용될 수 있는 학문적 근거를 마련하였음.
- 향후 손상/절단된 신경 회복을 돕는 무선 자극기술, 유아 및 회복기 환자의 심박기능을 돕는 심박조율기 및 약물전달 전자 장치를 생체흡수가 가능하도록 구현하는 연구에 많은 도움을 줄 것으로 보이며, 본 교육연구단이 추구하는 IoH 진단 및 치료 소재/소자 기술 구현에 있어서 핵심적 요소기술로서, 의료기기 개발의 패러다임에 새로운 방향을 제시할 수 있을 것으로 보임.

연구실적의 우수성

- 본 연구는 기존 소재의 한계를 극복하는 새로운 방법과 응용을 제시하는 결과로서 생분해성 실리콘 소재를 사용하여 뇌에 삽입되어 생체신호 측정과 무선 통신이 가능함을 증명한 논문으로, 최근 4년 동안 300회 이상 인용되어 파급효과가 매우 큰 연구 성과이자 다양한 후속연구를 촉발시킨 연구 성과로 평가되고 있음.
- Nature는 세계에서 권위를 인정받는 최고 과학 저널 중 하나이며, 2018년 세계에서 가장 많이 인용된 과학 저널로 선정된 바 있음 (IF: 43.070).



[그림 1] 생분해성 소재 및 시스템을 이용한 메디컬 진단/치료의 적용 및 응용 분야

대표업적 2 : Atomically thin p-n junctions with van der Waals heterointerfaces (Nature Nanotechnology, 2014)

연구내용 개요

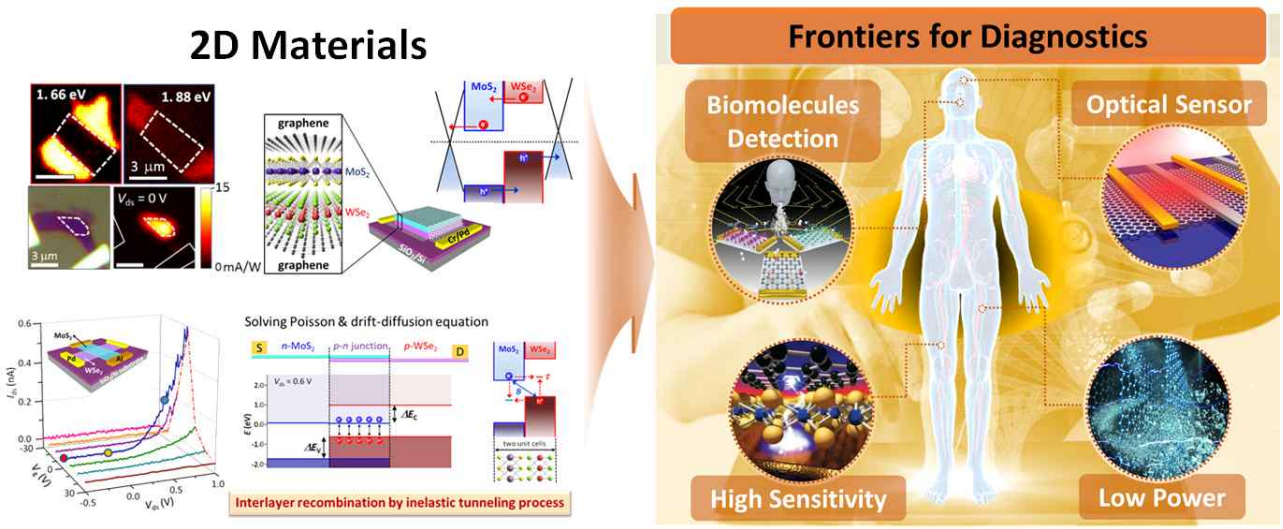
- 차세대 나노소재로 각광받고 있는 수 원자층 두께의 2차원 반도체를 수직으로 적층하여 세상에서 가장 얇은 p-n 접합을 구현하고, 극한 두께에서의 소자의 전기적/광학적 특성 및 광전지 동작원리를 세계 최초로 규명함.
- 원자 두께 수준의 반도체 p-n 접합은 빛에 의해 형성된 전자-정공 쌍의 분리가 피코초 이하로 매우 빠르게 일어나며, 기존의 전자, 정공의 이동-확산이 아닌 양자 터널링에 의한 전자-정공간의 재결합 과정에 의한 소자 동작이라는 점을 새롭게 밝혔음. 이와 함께 얇고 투명한 그래핀을 상하부 전극으로 이용하여 전자-정공 분리 후 전하 추출 효율을 획기적으로 증가시킬 수 방법론을 제시한 점에서 기존의 소재가 가지고 있는 한계점의 극복 가능성을 제시하는 연구 결과임.

교육연구단과의 연관성

- 원자층 두께를 가지는 2차원 반도체 이종 접합에서의 새로운 소자원리 규명은 기존의 소자의 성능을 뛰어 넘는 초고속, 고효율 광전자소자, 고감도 화학·바이오 센서 등의 신소자 개발의 초석이 될 수 있음.
- 대면적 성장 기술을 기반으로 웨어러블 소자/기기에 사용 가능한 투명, 유연한 소자 개발에 매우 유용한 신소재 기술을 제공할 것으로 기대됨.
- 규명된 새로운 원리는 초소형, 초고감도, 초저전력 동작이 가능한 IoH 진단 소자에 적용 가능하므로, 초규모 초고속 생체신호 측정에 핵심 기술로 활용 가능하며, 소자의 핵심인 초소형 트랜지스터로의 활용도 가능함.

연구실적의 우수성

- 본 연구는 단순히 세상에서 가장 얇은 반도체 p-n접합을 최초로 시연한 것을 넘어, 기존의 벌크 반도체와는 전혀 다른 극한 두께에서의 전기적/광학적 특성 및 소자 구동원리를 세계 최초로 제안함.
- 나노과학 분야의 세계적 권위의 국제학술지인 “Nature Nanotechnology (IF 33.407)” 지에 2014년 8월 게재됨. 논문 발표 후 불과 5년여 기간 동안 1129회 이상 인용(Web of Science 기준) 되어 연구 결과의 엄청난 영향력과 파급력을 증명함. 분야와 출판 연도에 대해 인용 빈도가 높은 임계값을 기반으로 Materials Science 관련 학술 분야에서 상위 1%에 해당됨.



[그림 2] 원자층 반도체 소재 및 IoH 진단 시스템 응용

대표업적 3 : Nuclear lamin A/C harnesses the perinuclear apical actin cables to protect nuclear morphology (Nature Communications, 2017)

연구내용의 개요

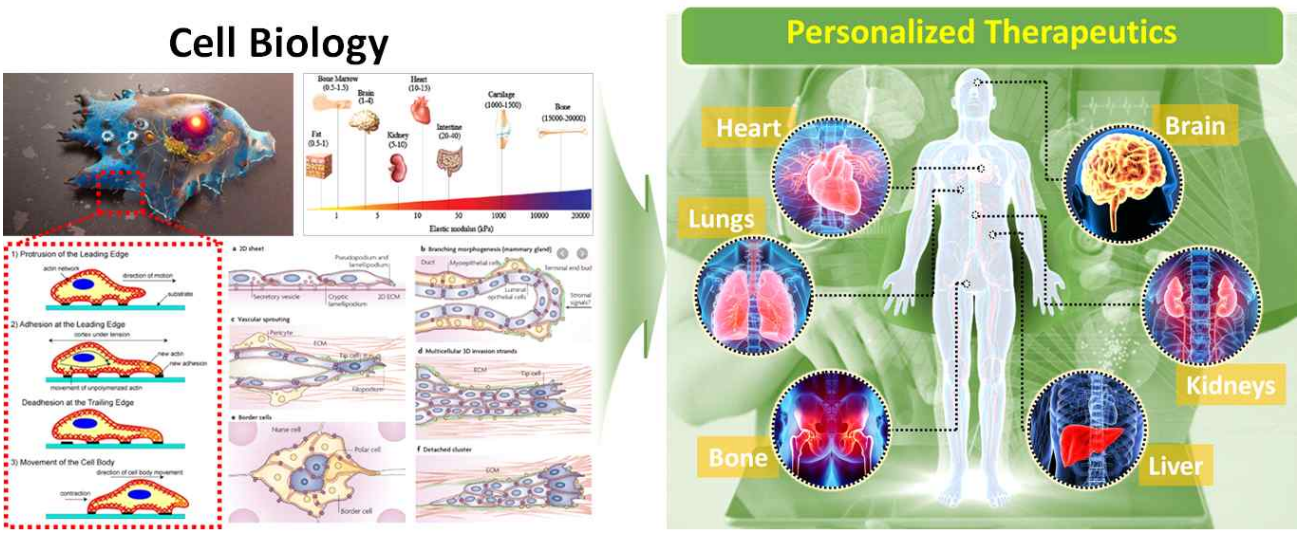
- 심장 박동, 체액의 흐름, 피부의 인장과 같이 체내에 자연적으로 발생하는 물리적인 자극을 모사하기 위해 살아있는 세포의 핵막에 직접적인 자극을 가하는 장치를 개발하여 자극에 반응하는 세포핵의 거동을 실시간 모니터링함.
- 이를 통해 세포 내부의 세포골격과 세포핵의 3차원 구조가 물리적 자극에 의해 변형 되어가는 원리를 규명했고, 특히 세계 최초로 인간 세포의 핵막에 존재하는 라민 단백질 (lamin A/C)의 결손이 세포핵에 더 큰 손상을 가함을 실험적으로 증명함.

교육연구단과의 연관성

- 인체 내에서 세포가 받는 미세한 자극에 대한 개별 세포의 자극 수용 및 대응 메커니즘을 규명한 본 연구는 향후 세포 및 조직의 생성을 유도하는 세포 기반 재생 치료 전략 수립에서 핵심적인 역할을 담당함.
- 특히 세포에 미치는 기계적 힘의 역할과 이를 적절히 조절함으로써 세포의 거동을 제어할 수 있는 이론적 원리를 제공함으로써 기존의 경험적 조직 재생 전략 대신 빅데이터를 활용한 개인 맞춤형 치료 전략 수립이 가능함.
- 생체 조직은 기본 단위인 세포의 구조와 기능과 서로 밀접하게 연관되어 암, 노화와 같은 인체의 병리학적 거동을 결정하기 때문에 IoH 진단을 통해 확인된 정보를 바탕으로 시기적절한 재생적 치료기술 (결손된 조직의 보강등)을 적용하는 원리적 기반이 됨.

연구실적의 우수성

- 메카노바이올로지는 생명과학, 물리, 공학이 융복합한 신생 학문분야로 국내 연구 수준은 태동기이며, 본 연구자가 국내 연구를 선도하는 연구 분야임.
- Nature Communications (IF: 13.811)는 다학제적 연구분야 (multidisciplinary science)의 국제학술지중 eigenfactor score 기준 TOP3에 해당하는 우수 저널임.
- 본 논문은 약 2년여의 짧은 기간동안 Nano Letters, PNAS, Science Advances, Biomaterials, Annual Review of BME, Embo Reports, Biomaterials등 우수 저널에 총 41회 인용되며 다양한 분야에서 후속 연구를 촉진함.



[그림 3] 세포 거동 조절 기전 규명을 통한 개인맞춤형 조직 재생 적용

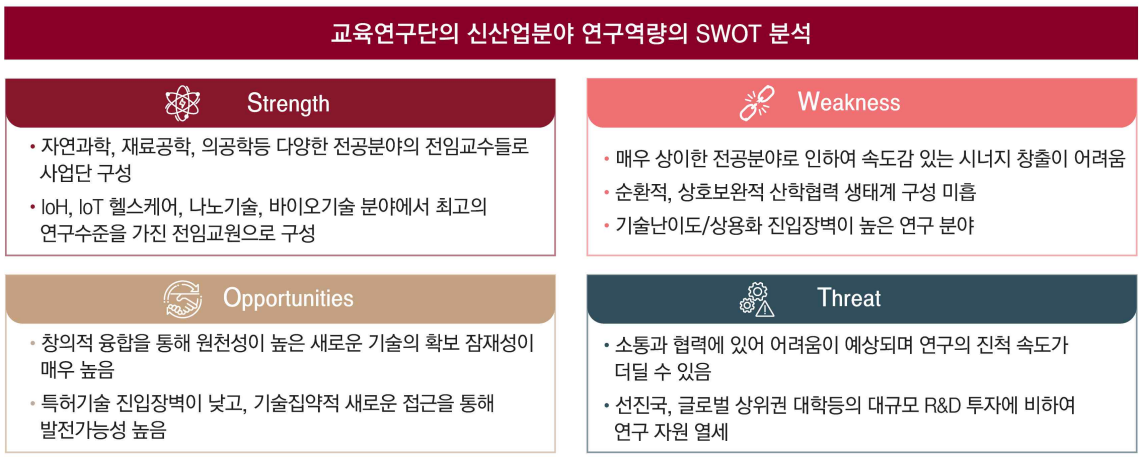
1. 참여교수 연구역량

1.3 교육연구단의 연구역량 향상 계획

가. 교육연구단의 연구역량 현황 분석

- 본 교육연구단은 **초분자화학, 세포면역학, 생명화학공학, 바이오일렉트로닉스, 나노광학, 차세대메모리/뉴로모픽, 파이로폴리머 및 나노소재 등 다양한 전문분야에서 최고의 연구수준을 가지는 핵심 연구진**으로 구성되어 있음. 따라서 이들 **학문 간의 유기적인 협력과 창의적 융합연구를 통해** 국내 최고수준이 아닌 세계적인 선도 그룹으로 나아갈 수 있으며, 첨단 의료소재의 기술고도화와 함께 미래 초연결 시대의 의료 패러다임을 바꿀 IoH 진단 및 치료 혁신 소재와 기존에 없는 새로운 기술들(예: 디지털 바이올로지, 생체 모니터링 알고리즘, AI 기반 항바이러스 신약 및 인공신경망 기술 기반 초고속 컴퓨팅 기술 등)의 혁신을 선도하는 역할을 할 것으로 기대됨 [그림 3-1-1].

- 교육연구단 전임교원들의 매우 상이한 전공분야 간 융합연구는 소통과 협력의 방해요소가 될수 있으며, 선진국의 대규모 R&D 투자가 위협요소이지만, 본 교육연구단의 코어기술의 집중 연구와 그동안 축적된 융합적 협력연구 노력으로 극복 가능할 것으로 예상됨.

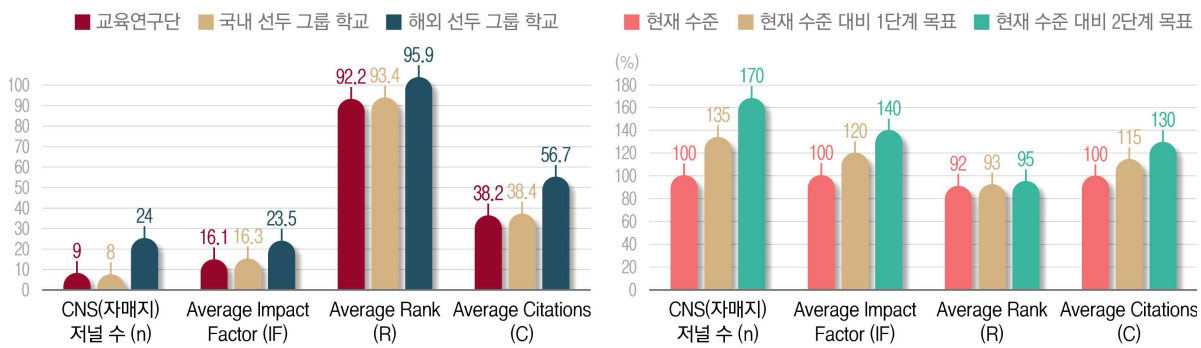


[그림 3-1-1] 교육연구단의 신산업분야 연구역량의 SWOT 분석

- 바이오혁신 첨단소재 교육연구단의 대표적 연구업적물의 현재수준 및 목표치

- 교육연구단이 제시한 대표 업적 논문 30편(2015.01.01. ~ 2019.12.31.)의 정성적 연구수준은 CNS 저널수(자매지포함), 게재된 저널의 Average IF (평균 인용지수), average citations (평균 인용수) 및 average ranks in categories (학문분야별 백분위)에 대해서 조사되었으며, 각각 9, 16.06, 38.16 및 92.23에 해당하는 값을 가지는 것으로 평가됨. 이는 **본 교육연구단이 국내 최상위 연구그룹의 수준**임을 나타내며 **해외 선두 그룹 대학과는 격차가 상당히 있는 것으로 평가됨** [그림 3-1-2].

- BK사업을 성공적으로 수행하여 사업종료 시점에는 아래 그림에 나타낸바와 같이 **질적 연구역량의 비약적인 향상(CNS 논문: 170% 향상, 평균IF: 140% 향상, 평균 Rank: 95% 및 평균인용수: 130% 향상)을 통해 국내 최고 및 해외 Top 20위 수준으로 도약하고자 함** [그림 3-1-2].



[그림 3-1-2] 교육연구단의 연구역량 현황 및 목표

나. 교육연구단의 대표연구업적물의 질적 우수성 향상 방안

- 연구의 질적 우수성향상을 위해 (1)재정지원을 포함한 인프라 지원, (2)우수인력(대학원생, Postdoc.) 확보 및 역량 강화, (3)전임교원 역량 강화의 세 가지 측면으로 방안을 마련하고 지원 할 계획임

[그림 3-1-3] 교육연구단의 연구의 질적 수준 향상 방안

- (**재정지원을 포함한 인프라 지원**)은 대학본부의 지원과 연구단 지원을 통해 충분한 연구비 자원과 인프라 강화를 이루고자함 [그림 3-1-4].

- (**대학본부의 지원 내용**)으로는 학제간 연구지원, 특별과제 연구비지원을 통한 융합연구의 활성화와 특허 및 학술지 게재 지원, 연구교원 지원을 통한 학술 활동 장려, 외국석학 초청강연을 통한 동기부여 및 역량 강화를 목표로함

- (**연구단의 지원 방안**)은 BK전담행정직원을 배치하여 전임교원의 업무 부담을 완화하고, 공동기기센터의 분석지원을 통해 연구역량을 증진시키고자 함. 또한 산학연 연계 멘토링을 지원하여 신산업분야에서 요구되는 연구역량을 파악하고 중점 지원하고자 함

❶ 재정지원을 포함한 인프라 지원

대학본부지원	학제간 연구 지원	• 이공학, 인문학, 사회과학 등 다양한 학문분야의 초연결 융합연구 지원
	외국석학 초청 강연 지원	• 노벨상 수상자에 준하는 국제적 저명 학술인사의 초청 강연회 지원
	특별과제 연구비 지원	• 질적 연구역량 향상을 위해 필요하다고 판단되는 과제의 연구비 지원
	연구단 연구교원 지원	• 연구단 전임교원의 연구인력을 위한 인프라 제공 및 인건비 지원
	국내 및 국외 특허 지원	• 우수성검증을 통해 선정된 특허발명의 국내/국외 출원/등록 비용 전액지원
	전문학술지 게재 지원	• 원문 교정비용 전액지원 및 우수논문 게재장려를 위한 연구마일리지 지급

연구단지원	BK 전담 행정직원 배치	• 전담 행정직원 배치를 통해 연구행정 효율성 증대 및 전임교원 부담 완화
	신임교원 연구 지원	• 신임교원 특별 연구비 지급 및 연구실 정착 지원 대폭 확대
	K2 공동기기센터 분석지원	• 분석 전담인력 배치 및 연구장비 증설을 통한 연구단의 분석 지원
	산학연 연계 멘토링 지원	• 산학연 기술전문가로 구성된 자문단의 멘토링을 통한 현장중심 연구 지원

[그림 3-1-4] 연구의 질적수준 향상을 위한 재정지원을 포함한 인프라 지원 방안

- (**대학원생의 역량강화**)를 위해 직접지원과 간접지원을 통해 지원 할 예정이며 직접지원 측면에서 기초소양과목과 융합연구 교육을 강화하고 학생의 주도하에 연구를 수행할 수 있는 맞춤형 프로그램과 국제화 프로그램을 운영할 예정임. 또한 우수연구성과 포상과 등록금/장학금 지급확대를 통해 질적 연구역량 향상을 위한 동기부여와 함께 소통과 협력 체계를 구축하는 간접지원 방안을 통해 능동적인 연구분위기 조성을 하고자 함 [그림 3-1-5].

❷ 대학원생, Postdoc 역량 강화를 위한 제도 개선		
직접지원	기초소양과목 교육 강화	· 팀티칭 집중교육 실시, 기초공통과목 확대, 학부-대학원 연계교육 강화
	다학제간 융합연구 강화	· 공동지도교수제도 운영, 융합연구 기초소양 과목 교육 강화
	학생주도 융합연구 지원	· 대학원생이 주도하는 융합컨퍼런스 개최를 통한 연구 공유 시스템 구축
	분석기기 활용 지원	· 대학원생이 직접 사용가능한 오픈 연구센터 운영을 통한 연구역량 향상
	산학연 맞춤형 연구 지원	· 산학연 기술전문과들의 멘토링을 통한 현장 맞춤형 연구역량 강화
	국제화 특화 프로그램	· 해외우수대학과의 MOU체결 및 연구원 교류를 통한 연구역량 강화
	국제공동워크샵 프로그램	· 국제공동워크샵 개최를 통한 연구교류 및 해외 우수대학원생 유치 확대
간접지원	우수 연구 성과 포상 지원	· 질적 우수연구 평가를 통한 포상 확대 및 연구 내용 홍보 지원
	등록금/장학금 지급확대	· 등록금 전액지원 및 학술활동비 지원을 통한 연구 몰입도 강화
	전문연구요원 제도	· 우수한 인재들이 연구에 집중할 수 있도록 전문연구요원 제도 활성화
	소통과 협력 체계 구축	· 연구주제에 대한 자유로운 토론과 공유가 가능한 소통-협력 시스템 구축
	대학원생 후생지원	· 휴게/편의시설 증설, 고민 상담지원 확대, 각종커뮤니티 활동 장려

[그림 3-1-5] 대학원생, Postdoc. 질적 연구 역량강화를 위한 직·간접적 연구지원 방안

- (**전임교원 연구역량강화**)를 위해 다양한 전문분야의 전임교원들이 현존하는 다양한 응용기술을 이해하고 고도화를 진행하는 한편 빅터이터, 인공지능, 사물인터넷 등 미래기술과 현존 기술들을 융합하는 창의적 융합연구에 주력하고 소통과 협력체계를 강화하고자 함. 또한 저명한 해외 연구기관/해외 학자들과의 공동연구를 적극적으로 추진하고 국제 학술활동 분야를 신산업분야로 확장하여 국제적 네트워크 형성과 이를 활용한 정보 교류 시스템을 구축할 예정임 [그림 3-1-6].

❸ 전임교원의 신산업분야 연구역량 강화를 위한 방안	
현존하는 응용기술의 고도화	· 기능성생체재료, 펩타이드 공학, 거대분자공학, 나노바이오, 생물전자공학, 시스템통합, 생체신호 분석 등 미래 신산업분야의 연구역량 강화를 위해 필요로 되는 응용기술을 이해하고 고도화
미래기술과 현존기술의 융합	· 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 4차 산업시대의 핵심 기술에 대한 이해도 향상과 현존 응용기술들과의 접목을 통해 신뢰도 높은 IoT 헬스케어 적용을 위한 바이오 혁신 소재디자인 기술 개발에 주력
소통/협력 중심 창의적 융합	· 다양한 전문분야에 기초한 전임교원 간의 지속적인 대화와 소통을 통해 새로운 소재디자인 개념 도출 및 구체화 기술 논의 · 요소기술의 융합을 위한 대내적 협력 및 대외적 네트워크 통합 체계 구축
국제적 네트워크 확장	· 저명한 국제 연구기관/해외 연구자와의 공동연구를 적극적으로 추진 및 연구원 교류 확대 · 국제 학술활동 분야를 확장하여 신산업분야의 국제적 네트워크 형성 및 이를 활용한 정보 교류

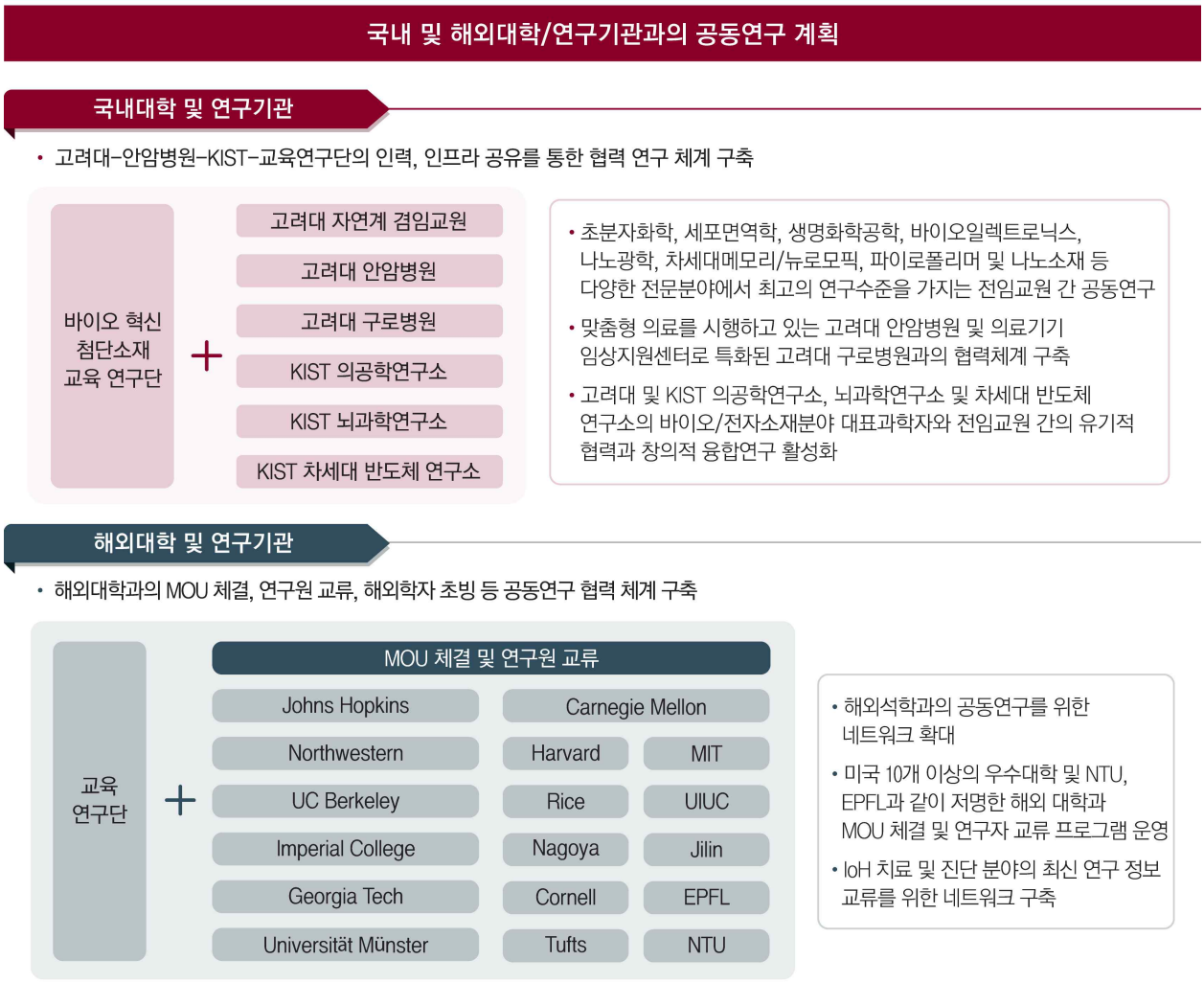
[그림 3-1-6] 신산업분야 연구역량 강화를 위한 전임교원의 연구 추진 방안

다. 교육연구단의 대표연구목표 달성을 위한 국내 및 해외 최고수준 대학/연구기관과의 협력체계 구축

- **(국내대학/연구기관과의 협력체계 구축)** 바이오혁신 첨단소재 교육연구단이 설치될 예정인 고려대학교 녹지캠퍼스 R&D센터는 고려대학교 **안암병원과 불과 200 m 거리에 자리 잡고 있어 의대 연구진과의 유기적 협력과 융합연구가 가능** 할 것으로 기대되며, 국내 바이오분야의 R&D를 선도하는 **한국과학기술연구원 의공학 연구소/뇌과학 연구소/차세대반도체 연구소와**도 **도보로 이동이 가능한 거리**에 인접해 있기 때문에 **교육연구단 내 다양한 전문분야의 교수진과 시너지 작용**을 극대화 할 수 있을 것으로 기대됨 [그림 3-1-7].

- **(바이오 허브 구성)** 국내 최고 수준의 연구소, 대학, 병원으로 구성된 최적화 된 입지와 함께, **향후 국내 최대의 '바이오의료 클러스터' 로 조성될 홍릉지구와도 인접**해 있어 **산학협력 강화를 통해 현장중심 연구역량 향상**에서도 매우 큰 강점을 가질 수 있을 것으로 전망되며, 이는 글로벌 제약사 20여 곳을 중심으로 1000개 바이오 기업이 입주해 있고 하버드 MIT 등 최고의 연구기관이 자리 잡고 있는 세계적인 바이오-의료 클러스터인 미국 보스톤에 대응되는 국내 유일한 **'바이오허브'** 가 될 예정임

- **(해외대학/연구기관과의 협력체계 구축)** 다양한 국내 및 해외 최고수준의 대학/연구기관과의 MOU 체결과 연구원 교류, 해외학자 초빙 등을 통해 공동연구를 확대하고 글로벌 네트워크 강화함으로써 교육연구단의 대학원생, 연구원 및 전임교원의 질적 연구역량 향상 및 지속적인 성장 발판 마련



[그림 3-1-7] 신산업분야 연구역량 강화를 위한 전임교원의 연구 추진 방안

라. 교육연구단의 신산업분야 연구역량 향상을 위한 학술 및 연구 활동 계획

- **(연구 활동 계획)** 그림 3-1-8에 나타낸 바와 같이 전임교원들의 연구 활동 분야의 확장을 통해 IoH 진단 및 치료 기술에 적용되는 핵심소재/소자 연구의 수준을 개선 할 계획이며, 단계적으로 인공지능, 사물인터넷 및 빅데이터 기술과의 결합을 통해 기술의 고도화 및 실용화가 가능성 수준에의 도달을 목표로 함 [그림 3-1-8].

- **(학술 활동 계획)** 연구성과의 확산과 최신 기술 발전 동향의 지속적인 모니터링을 위하여 전임교원들의 학술활동 저변을 확대하여 신산업분야에서 국내/국제적 학계/산업계 협력/소통체계를 구축하고 지속적인 정보교류를 통해 학술역량을 강화함으로써 세계 Top 20위권의 연구기관으로 성장할 수 있을 것으로 기대됨. 또한, 미래 관련 산업계에서 요구하는 맞춤형 인재를 양성/배출하고 기업 수요가 높은 원천기술을 확보하기 위해 학술활동의 범위를 산업화 기술분야 방면으로도 확대하고자 함.

연구활동 계획		학술활동 계획
• 노화, 암전이, 심장 질환의 마커로서 세포 몰폴로지와 질환의 진행 양상의 상관관계 연구	김동휘 교수	• BPS(Bio-Physical Society) 참석 및 연구내용 발표 • 국제학술대회 좌장, 오거나이저 등 학술위 활동
• 맞춤형 분자단위 광치료 소재/소자 개발 및 응용 • 양자 이미징 센서, 분자 단위 빅데이터 기술 개발	김명기 교수	• 광학생체재료, 사물인터넷, 빅데이터 학회 활동 • UC Berkeley, EPFL 및 기업과의 공동연구 추진
• 저독성 천연분자 기반 친환경 자기조립소재 개발 • 외부 환경 변화 감응형 스마트 나노소재 개발	김용주 교수	• 국제자기조립 소재 학회 발표 및 심포지엄 개최 • 전자소재 학회, 소프트 나노머신 학회 활동
• 인공지능 하드웨어 구현을 위한 뉴로모픽 칩 개발 • 분자 이종접합을 이용한 논리소자 개발	왕건욱 교수	• 반도체, 유기분자전자소자, 뉴로모픽 학회 활동 • IEEE 학회를 통한 네트워크 형성 및 연구내용 발표
• 파이로프로테인의 생체적합성/생분해 특성 연구 • 생체이식형 에너지저장기기 개발 및 응용 연구	윤영수 교수	• 생체재료, 사물인터넷, 빅데이터 관련 학술 발표 • IMLB, IBA 국제학회에서 생체삽입소자 연구 발표
• DNA/단백질에 기초한 극초민감 센싱 기술 개발 • 생체모사 광-메디컬 및 바이오 나노로봇 기술 개발	이승우 교수	• 바이오칩/마이크로 TAS 학회참가 및 연구내용 발표 • MIT, Harvard 및 Emory 대학과 학술 교류
• 사물인터넷/인공지능을 위한 저전력 소자 개발 • 유연성/신축성/체내 흡수성 나노 반도체 소재 개발	이철호 교수	• 나노소재, 사물인터넷 및 인공지능 관련 학회 활동 • 국제광공학회 및 바이오포토닉스 학회 참석
• 바이오센서, 바이오이미징 등 연구 영역 확장 • 수요에 기반한 새로운 기능의 바이오 소재 개발 • 인공지능 기반 기능성 나노구조체 개발	임동권 교수	• IoH, IoT 적용 센서분야로 학술활동 확대 • 전자재료, 생체재료, 빅데이터 학회 활동 • 기술의 사업화 관련 학술 활동 (Tech connect 학회)
• 환자맞춤형 펩타이드 기반 면역 치료제 개발 • 펩타이드 자기조립 나노구조 및 혁신 신소재 개발	조대호 교수	• 환자 맞춤형 치료제 개발을 위한 의료 빅데이터 • 분야로 학술활동 확대 (Tech connect 학회)
• 체내 흡수성 소프트 전자 소재/소자 시스템 개발 • 최소침습형/비수술 형태의 임플란트 플랫폼 개발	황석원 교수	• 소프트로봇/마이크로 전자시스템 관련 학술 발표 • 기업과의 연구 성과 확산 (Tech connect 학회)

[그림 3-1-8] 교육연구단 전임연구원의 신산업분야 연구 활동 계획 및 학술 활동 계획

- **(기대효과)** 다양한 전문분야에서 기술을 선도하고 있는 전임교원들의 연구역량을 창의적 융합과 체계적으로 시너지효과를 극대화하는 경우, 초연결 사회에서의 완전히 새로운 연구분야(디지털 바이올로지, 생체 모니터링 알고리즘, 인공지능 기술로 개발한 항바이러스 신약, 인공신경망 기술 기반 초고속 컴퓨팅 기술 등)의 탄생등도 기대해 볼 수 있음 [그림 3-1-9].

[그림 3-1-9] 교육연구단 전임연구원 전문연구분야의 창의적융합을 통한 새로운 연구분야 도출

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.1 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

가. 참여교수의 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

최근 5년간 (2015.1.1. ~ 2019. 12.31)의 학술활동 실적 분석

- 본 교육연구단 참여 교수의 5년간 국제학술 활동은 초청강연, 학회 운영 위주의 활동이 매우 활발하며, IoH 진단과 치료 소재 분야 연구에 탁월한 연구 성과로 인해 총 11건의 수상 실적과 저널의 편집위원 활동등 활발한 국제 학술활동을 하고 있음.

[그림 3-2-1] 국제적 학술활동 분석 결과

학술활동 참석 실적 및 학술활동의 우수성

- **(김동휘 교수)** 다양한 형태의 학술활동을 하고 있으며, 특히 Biomedical Engineering Society 학회는 바이오 메디컬 분야에서 전 세계에서 가장 규모가 큰 학회로서 초청 연사는 peer review 과정을 통해 결정됨. 생물학적 기전에 기반한 소재 설계 및 바이오 응용 기술에 관한 최신 연구 성과를 주기적으로 발표함으로써 국제적 연구 네트워크를 확보하고 연구 역량의 위상을 공고히 함.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.10	Biomedical Engineering Society 2015 Annual meeting (Cytoskeletal tension induces spatial reorganization of the nuclear architecture)
	2016.07	The 14th INS & NC Expo (Cytoskeleton Mediated Subcellular Nanomechanics: Mechanobiological approach into the Nuclear Mechanics)
	2017.06	18th International Meeting of Korean Tissue Engineering and Regenerative Medicine Society (The role of nuclear lamina in nuclear mechanotransduction)
	2017.08	US-Korea Conference (Nuclear lamin A/C harnesses the perinuclear apical actin cables to protect nuclear morphology)
	2017.10	The 5th US-KOREA Joint Workshop on Biomedical Engineering (Cellular Mechanobiology for Medical Biotechnology: Cytoskeletal Forces in the Subcellular Machinery)
	2017.10	Biomedical Engineering Society 2017 Annual meeting (Networked Concave Microwell Arrays For Constructing 3D Cell Spheroids)
	2018.10	Biomedical Engineering Society 2018 Annual meeting (Reconstitution of in vitro tissue models via 3D multicellular spheroids in the engineered concave microwells)
	2018.10	Biomedical Engineering Society 2018 Annual meeting (Reconstitution of in vitro tissue models via 3D multicellular spheroids in the engineered concave microwells)
	2018.12	The 12th IEEE International Conference on Nano/Molecular Medicine and Engineering (Mechanobiological approach into the subcellular nuclear mechanics)
	2019.06	International symposium on Mechanobiology and Mechanomedicine (Nuclear Mechanobiology: Biological Interpretation of subcellular Nuclear mechanics)
	2019.09	International conference: Korean Society for Molecular and Cellular Biology (Nuclear Mechanobiology: Biological Interpretation of subcellular Nuclear mechanics)
수상	• 2016, 2018 International Relations Committee Travel Award (Biophysical Society) • KSMCB Excellent Poster Award (International Conference: KSMCB 2018)	
좌장, 위원회	• ASCB Ambassador (The American Society for Cell Biology, USA, 2017.07) • Session Chair (The 12th IEEE International Conference on NanoMed)	
편집 위원	Guest editor (Micromachines (ISSN: 2072-666X), 2019~)	
학술 도서	Mechanics of the Cell Nucleus (ISBN: 978-3-319-95293-2), Biomechanics in oncology (SPRINGER) (2018)	

[그림 3-2-2] 김동휘 교수 국제 학술활동

- **(김명기 교수)** European Conference on Optical Communication (ECOC) 학회는 46년의 역사를 갖고 있는 광통신 분야 세계 최고권위의 국제학회 (투고 논문의 선정률이 약 30% 이내). 본 참여교수는 2014년부터 현재까지 ECOC 광소자부분 프로그램 위원 (총 8개 분과 120명 프로그램 위원 중 한국인 위원은 3명) 으로 매년 초청받아 활동하고 있으며, 매년 세계 우수 광통신 전문가들로 구성된 ECOC 사전 정기미팅에 참석하여 투고 논문 선정 및 학회 운영, 그리고 세계 광통신 분야 연구 정보들을 교환하고 있음.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.01	Photonic West, (Realizing a point cavity with near-field engineering of sub-wavelength plasmonic cavity)
	2015.05	The CLEO Conference & Exhibition, (Very Small Lasers and Resonators)
	2015.07	17th International Conference on Transparent Optical Networks ICTON (Realizing a point-like cavity and its efficient coupling)
	2015.08	iNOW (International Nano-Optoelectronics Workshop), (Squeezing Photon into a Point-like Space)
	2015.11	Dasan Conference, (Squeezing Photon into a Point-like Space)
	2016.05	The 9th International Conference on Quantum Dots, (Photon Squeezing into a Point-like Space)
	2016.07	iNOW (International Nano-Optoelectronics Workshop), (Optical nonlinearity of a single quantum dot trapped in 5-nm metallic gap)
	2017.07	The 8th ICMPCP, (Nanolasers on Silicon)
	2018.03	4th Annual World Congress of Smart Materials, (Nanolasers on Silicon)
	2018.07	International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics, (Nanolasers on Silicon)
	2018.10	The 8th Korean-German-French Workshops on Nanophotonics, (Trapping of Single Quantum Dot via Photon Squeezing)
	2018.12	5th ICEMN for Green Environment, (Realizing a Point-like Plasmonic Cavitythrough Three-dimensional Nanofabication
수상	2016 International Nano-Optoelectronic Workshop, Best Paper Award (iNOW)	
좌장, 위원회	Technical Program Committee, 41st-45th European Conference on Optical Communication (2014-2019)	

[그림 3-2-3] 김명기 교수 국제 학술활동

- **(김용주 교수)** 항저우 초분자 과학 학회는 노벨화학상 (1987) 수상자인 Jean-Marie Lehn에 의해 조직된 젊은 학자 학회로서, 김용주 교수는 Jean-Marie Lehn으로부터 최우수 평가를 받으며 초분자 소재 분야에서 연구의 우수성을 입증받은 바 있음. 중국 질린성 최대학술상 중에 하나인 Tangaouqing Award와 Excellent Foreign Expert Award를 수상하며 초분자 화학소재 합성 및 새로운 기능의 발굴 분야에서 두각을 나타냄. 독일 베를린에서 게최된 ENM 학회에서 발표한 인공초분자 바이러스는 학회 초록집에 발표되어 연구의 우수성과 많은 과학자들로부터 주목받는 성과로 평가됨. 30년 역사를 지닌 국제초분자학회 위원으로 활동하면서 형성한 많은 국제적 네트워크는 향후 교육 연구의 국제화에 활용이 가능함.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.11	Hangzhou Youth Scholar's Workshop in Supramolecular Science, (Open-Closed Switching of Synthetic Tubular Pores)
	2016.08	6th Jilin-Korea-Waseda Alliance Annual Symposium, (Switchable Functional Supramolecular Nanomaterials)
	2016.08	EMN Meeting on Smart and Multifunctional Material, (Responsive Synthetic Tubules from Self-Assembly of Aromatic Amphiphiles)
	2017.03	3rd Annual World Congress of Smart Materials-2017, (pH-dependent helicity switching of DNA-based supramolecular assembly)
	2017.04	International Biotechnology Congress, (Reversible Short α-Helical Peptide Assembly)
	2017.07	China-Korea Young Professor Joint Symposium in Chemistry, (Functional 1D and 2D Supramolecular Systems)
	2017.09	International Symposium on Supramolecular Chemistry, (Adaptive Supramolecular Porous Materials)
	2017.12	Pacific Polymer Conference, (Switchable nanoporous membranes by self-assembly of aromatic macrobicycles)
	2019.11	The Fourth A3 Roundtable Meeting on Asia Chemical Probe, (Functional supramolecular materials toward biology system)
수상	• 2017 Tangaouqing Young Distinguished Professor Award (Jilin University) • 2017 Excellent Foreign Expert Award (Jilin Province)	
좌장, 위원회	International Supramolecular System Symposium	

[그림 3-2-4] 김용주 교수 국제 학술활동

- **(왕건욱 교수)** 분자전자소자 및 뉴로모픽 분야에서 국내 leading group 으로서, 물리, 나노소재, 나노소자 분야의 국제적 학술대회에서 다수의 초청강연 및 프로그램 조직위로 활동하고, 국제적 연구 네트워크를 확보하고 연구 역량의 위상을 공고히 함. 국제적 저술 활동을 통해 관련 분야의 지평을 넓히고, 연구 네트워크를 공고히 다짐

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2016.10	pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-state Science, (Silicon oxide-based memory and three-dimensional nanoporous system for ultrahigh density storage)
	2018.08	INPEC, (Nanoporous Oxide Memristive System & Artificial Synapses for Next Generation Electronic Device Application)
	2018.10	IDC-NICE, (CHARGE TRANSPORT IN THE MOLECULAR JUNCTION; CORRELATIONAL EFFECTS OF THE MOLECULAR-TILT CONFIGURATION AND THE INTERMOLECULAR VAN DER WAALS INTERACTION)
	2019.08	INPEC, (Photonic and Probabilistic Artificial Synapses for Energy-efficient Neuromorphic Application)
	2019.10	IDC-NICE, (Photonic and Probabilistic Artificial Synapses for Energy-efficient Neuromorphic)
수상	Best Poster Award 2건 (ICAMD, 2019)	
좌장, 위원회	ICAMD (2019.11), Nano Korea (2019.07)	
학술 도서	• Memristor Synapses for Neuromorphic Computing (ISBN: 978-1-78984-073-5), Memristors - Circuits and Applications of Memristor Devices (2019) • Nanopore Structures and their applications (ISBN:9780815355281), 21st Century Nanoscience - A Handbook (2019)	

[그림 3-2-5] 왕건욱 교수 국제 학술활동

- **(윤영수 교수)** Waste biomass를 활용한 에너지 소재 분야에서 SCI 저널인 Materials 지의 guest editor로 활동하는등 연구성과를 국제적으로 인정받고 있음.

초청 강연	2018.11	ICREE 2018, Biomass-derived polymeric carbons as an active electrode material for large scale energy storage systems
국제학술지	SCI(E)급 저널 'Materials' 지 Guest Editor (2019~ 현재)	

[그림 3-2-6] 윤영수 교수 국제 학술활동

- **(이승우 교수)** 2016년, 2019년 광학/전자기학 관련 세계에서 가장 저명한 학회(PIERS)에서 학회의 주된 역할 (발표 및 Program Committee 및 Section Organizer/좌장(2019))로 활동함. 2020년 한국광학회에서 Rising star 30인으로 선정된 바 있으며, 나노코리아 2020 Program Committee 및 한국고분자학회 "고분자과학과 기술" 편집위원 (2019)으로 활동하며 소프트/바이오 나노물질 관련된 학회에서 다양한 학술 활동을 하고 있음. IoH 진단과 치료 소재 분야에서 소프트/바이오 나노물질 기반 첨단 바이오소재 개발 및 광학 기반 바이오 센서 등의 연구와 긴밀한 연관이 있음.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.01	15th International Symposium on Biomimetic Materials Processing, (Biomimetic transfer printing for modular assembly of 3D architectures)
	2016.07	12th Korea-China Bilateral Symposium on Polymer Materials, (Directional Photofluidization Lithography)
	2016.08	Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), (Unnatural moldling of visible light flow by DNA origami-guided assembly of metallic nanostructures)
	2016.09	8th International Conference on Recent Progress in Graphene/2D Research, (Graphene and Graphene Oxide for Electrical Modulation of Broadband Electromagnetic Waves)
	2016.11	2nd Photoalignment and Photopatterning in Soft Materials (PhoSM) Conference, (Azobenzene materials and their photo reconfiguration for biologically inspired engineering)
	2017.09	Frontier of Photoactive Soft Matter, (Directional Photofluidization Lithography: Recent progresses and perspective)
	2018.04	Meta-Optics and Metamaterials, (Soft Matter for Meta-Optics)
	2018.06	Colloid and Interface Symposium (COINS), (Optical magnetism from Non-Magnetic Colloids)
	2018.08	The 3rd A3 Metamaterials Forom, (Soft Approaches for meta-optics)
	2018.08	26th International Conference on Raman Spectroscopy (Programmable self-assembly of roundest and large gold colloids by using 3D DNA origami)
	2019.06	Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), (Soft Mass Migration for Micro/Nanophotonics)
수상	2020년 한국광학회 30주년 기념 Rising Stars 30 선정	
좌장, 위원회	Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2019, Organizer & 좌장	

[그림 3-2-7] 이승우 교수 국제 학술활동

- **(임동권 교수)** 바이오 이미징, 센서에 적용되는 나노소재 연구 분야의 국제적 학술대회에서 다수의 초청강연 및 프로그램 위원으로서 활동함. 나노 기술분야의 모든 분야의 학술대회인 나노코리아 학회에 2016년 이후 매년 초청을 받아서 최신 연구결과를 발표하는 활동을 통해서 플라즈모닉 나노재료 기반 초고감도 바이오 센싱과 이미징 분야를 선도하는 학술활동을 하고 있음.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2016.07	Nano Korea, (Efficient Transport of Hot Plasmonic Electrons by Graphene for High Quantum Yield CO2)
	2016.10	International Ultrafast conference, (Ultrafast transfer of hot electron for efficient photicatalyst)
	2016.12	The 1st ISNM(International Society for Nano medicine Congress, Developing Sensitive Nanomaterials for Future Bioimaging Applications
	2017.05	International Symposium on Biomedical Materials, Developing Functional Nanomaterials for Future Bioimaging Applications
	2017.07	Nano Korea, Visible-Light induced Photocatalysts for Highly Efficient C-C coupling reaction
	2017.08	The International Conference on Raman Spectroscopy (국제라만분광학 학회), Developing Functional Nanomaterials for Future Bioimaging Applications
	2018.07	The 10th European Global Summit for Cutting-Edge Medicine, Developing Functional Nanomaterials for Sensitive Bioimaging Aplications
	2018.07	Nano Korea 2018, Engineering of Plasmonic Nanomaterials for Future Bioimaging Applications
	2019.07	Nano Korea 2019, Plasmonic nanoparticle and 2D hybrid nanomaterials for highly efficient visible-light responsive photocatalysts
	2019.10	Photonic Asia, Raman based live cell analysis as a new tool for potential drug screening
편집 위원	Recent Progress in Materials (ISSN 2689-5846)	
좌장, 위원회	Nano Korea (2019) (Synthesis & Application of Nanoparticles)	

[그림 3-2-8] 임동권 교수 국제 학술활동

- **(이철호 교수)** 2차원 물질에 관한 선도적인 연구를 통해 매우 활발한 초청강연 활동과 연구성과를 기반으로 하는 수상성과를 나타내고 있음. 2차원 나노물질 기반 IoT 센서 소재와 소자 분야에 주된 학술 활동과 저술활동 (2015년)을 하고 있음.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.07	Nano Korea, (Two-dimensional vdW heterostructures based on semiconducting transition metal dichalcogenides)
	2015.09	11th International Conference of Pacific Rim Ceramic Societies, (Two-dimensional vdW heterostructures based on semiconducting transition metal dichalcogenides)
	2016.03	China Semiconductor Technology International Conference 2016, (Optoelectronics based on Two-dimensional Semiconductor Heterostructures)
	2016.11	International Conference on Electronic Materials and Nanotechnology for Green Environment (ENGE), (Optoelectronics based on Two-dimensional Semiconductor Heterostructures)
	2017.09	The 9th International Conference on Recent Progress in Graphene/2D Research (RPGR), (Photon and Energy Conversion through Atomically Thin Semiconductor Heterojunctions)
	2018.04	The 13th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (Three-terminal artificial synapse based on phase-engineered two-dimensional heterostructures for neuromorphic computing)
	2018.07	Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices, (Three-terminal artificial synapse based on phase-engineered two-dimensional heterostructures)
	2018.07	Nano Korea, (Three-terminal artificial synapse based on phase-engineered two-dimensional heterostructures for neuromorphic computing)
	2018.08	International Union of Materials Research Societies - International Conference on Electronic Materials, (Three-terminal artificial synapse based on phase-engineered two-dimensional heterostructures for neuromorphic computing)
	2018.09	EU-Korea Graphene Workshop, (Photon and Energy Conversion through Atomically Thin Semiconductor Heterojunctions)
	2019.02	A3 Foresight Program, 2nd International Workshop on 2D materials, (Tutorial: Electrical contacts to two-dimensional semiconductors)
	2019.07	A3 Foresight Program, 3rd International Workshop on 2D materials (Optoelectronics and Photocatalysis based on 2D Semiconductor Heterostructures)
	2019.11	Asia-Korea Conference Science and Technology 2019, (Optoelectronics and Photocatalysis based on 2D Semiconductor Heterostructures)
수상	Materials Research Society (2016)	
좌장, 위원회	• International Meeting on Information Display (IMID) 2016 & 2017 • RPGR 2016, Conference organizing committee • The 30th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC) 2017, • The 4th International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE) 2017 & 2019, • ENGE 2018, Nano Korea 2019, The 11th International Conference on Advanced Materials and Devices 2019	
학술 도서	"van der Waals heteroepitaxy of semiconductor nanowires" (ISBN: 978-0-12-80302-1), Semiconductor Nanowires I: Growth and Theory (Elsevier) (2015)	

[그림 3-2-9] 이철호 교수 국제 학술활동

- **(황석원 교수)** Material Research Society (MRS), IEEE International Conference on Nano/Molecular Medicine & Engineering (IEEE NANOMED), International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE)는 재료, 바이오, 기계 분야의 대표적인 국제적 저명 학술대회이며, 물리, 화학, 생명, 수학, 공학을 아우르는 전 분야의 연구를 포함하고 있음. 특히, 본 연구단이 지향하는 IoH 진단과 치료 분야의 핵심기술들인 wearable, implantable electronic 디바이스 분야에서 세계적인 리딩 그룹들 (Zenan Bao, John A. Rogers, Takao Someya 등)과 함께 초청연사로 활동하며 국제적인 네트워크의 형성과 함께 높은 연구 수준을 인정받고 있음. 이러한 파급력 높은 국제학회에서 다수의 초청강연 및 프로그램 위원으로서의 활동을 통해 형성된 연구 역량 및 국제적 네트워크는 매년 1회 이상의 해당분야의 핵심 연구자들과 함께 관련 기술을 집필하는 국제적 저술 활동으로 이어질 수 있는 기반이 되었을 뿐만 아니라, 향후 본 교육연구단의 다양한 국제 공동 연구 및 국제적 학술활동을 이끌어 낼 수 있을 것으로 기대함.

	년월	학회명 (발표제목)
국제학술대회 초청강연	2015.11	IEEE NANOMED, (Transient electronics: bioresorbable electronic systems dissolve in body and environment)
	2016.03	MRS SPRING MEETING (Transient electronics: biocompatible/biodegradable electronic systems dissolve in body, environment)
	2016.09	International society of nanomedicine (ISNM) (Electronic Devices Dissolve in Body, Environment)
	2016.10	Asian-Australasian Conference on Composite Materials (Transient electronics: biodegradable electronic systems dissolve in water, body)
	2016.10	Nano science and technology (Transient electronics': Biocompatible/Biodegradable Electronic Devices Dissolve in Body, Environment)
	2016.11	INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS & EXPOSITION (IMECE) (Transient electronics": Biocompatible/Biodegradable)
	2017.02	International Conference on Nano-Bio Sensing, Imaging & Spectroscopy (SPIE-NBSIS) (Transient electronics: biocompatible/biodegradable electronic systems dissolve in body, environment)
	2017.10	Nano science and technology (Transient electronics: biocompatible/biodegradable electronic systems dissolve in body, environment)
	2017.11	INTERNATIONAL MECHANICAL ENGINEERING CONGRESS & EXPOSITION (IMECE), (Transient Electronics)
	2017.11	Gene convention, (Transient Electronics)
	2018.08	International Union of Materials Research Societies - International Conference on Electronic Materials (IUMRS-ICEM), (Transient Electronics)
	2018.07	International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA), (Transient Electronics)
	2019.08	Pacific Rim International Conference on Advance Materials and Processing (PRICM-10) (Transient Electronics)
	2019.11	International Conference on Advanced Electromaterials, (Transient Electronics)
	2019.11	International Symposium on Microelectronics and Packaging-International Conference on Electronic Materials and Packaging (ISMP-EMAP), (Transient Electronics)
좌장, 위원회	Materials Research Society (2016)	
학술 도서	• Biocompatible Materials for Transient Electronics ((ISBN: 978-3-527-33865-8), Green Materials for Electronics (2017) • Flexible/Stretchable Devices for Medical Applications (ISBN: 978-3-527-34183-2), Flexible and Stretchable Medical Devices (2018) • Bioresorbable Electronics (ISBN 9781138081581), Handbook of Flexible and Stretchable Electronics (2019)	

[그림 3-2-10] 황석원 교수 국제 학술활동

- **(조대호 교수)** 조대호 교수는 산학위주의 활발한 활동으로 국외초청 강연 보다는 저널의 편집위원으로 학술활동을 하고 있음. 피부질환과 면역질환을 다루는 2가지 과학저널의 편집위원으로 10년 이상 활동해 오고 있음. 이를 통해 피부질환과 면역질환 소재 연구 분야에서 꾸준하고 영향력 높은 연구성과를 인정받고 있음.

국제학술지 편집위원	2007~2019	The Open Dermatology Journal
	2009~2019	World Journal of Gastrointestinal Oncology

[그림 3-2-11] 조대호 교수 국제 학술활동

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

가. 참여교수의 국제 공동연구 계획

Harvard, MIT등 글로벌 선도대학 (36개)와 9개 연구소, 9개 글로벌 기업과의 공동 연구 계획

김동휘	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** IoT기반 치료 기술에 적용하기 위한 조직 특이적 세포 분화 및 생장 기전 조절 연구를 위해 메카노바이올로지 분야의 국제적 선도 그룹인 미국 Johns Hopkins U., U. Pennsylvania, Cornell U. 싱가포르 National U. Singapore 연구진과의 공동연구를 수행하고 도출된 연구 결과를 바탕으로 향후 안전한 생체 삽입형 소자 디자인에 응용 • **(교류형태)** 국내 연구진: 교수 및 박사급 연구원 방문 연구, 6개월 이상 학생 연구원 파견. 주기적 웹세미나 실시 해외 연구진: 해당 기관 연구자 초청 강연 및 해당 연구실 학생 연구원의 연구 참여 기회 제공
	교류 기관	대학	1. (2021.09-2022.02) 미세유변학적 분석을 통한 전이성 암 조기 진단 연구 (Johns Hopkins U./ Prof. Denis Wirtz) 2. (2021.09-2022.02) 암전이시 혈관 생성 억제 기전 연구 (Cornell U./ Prof. Esak Lee) 3. (2022.03-2023.02) 노화 특이 단백질의 전사 조절 연구 (U. Pennsylvania/ Prof. Dennis Discher) 4. (2022.03-2023.02) 다차원 인체 조직 모사 시스템 공동 개발 (National U. Singapore/ Prof. Chwee Teck Lim) 5. (2023.03-2024.12) 항암제 내성 기전 연구용 전산모사 시스템 공동 개발 (U. Cape Town/Prof. Thomas Franz)
		연구소	1. (2023.03-2024.12) Organ chip 집적화 연구 (Harvard Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering) 2. (2023.03-2024.12) 세포 사멸 기전 연구 (National Institute of Health)
김명기	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** 해외 우수 선도대학, 기업, 연구소와의 긴밀한 공동연구를 통해 IoH 진단 바이오 소재/소자의 핵심 원천기술 개발이 필요함. 미국 UC Berkeley와의 바이오 광집적소자 센서 개발, 스위스 EPFL과 영국 Imperial College와의 양자컴퓨터/이미징/센싱 개발을 위한 공동연구를 계획하고 있음. 세계 최고의 액정 소재를 개발 보유하고 있는 MERCK 그룹과 액정기반 능동레이저 개발을 계획하고 있으며, Drexel Nanomaterial Institute와의 국제교류를 통해 2차원 나노소재 기반 진단소자 개발을 계획하고 있음 • **(교류형태)** 방문 및 학생교환
	교류 기관	대학	1. (2020.09-2021.03) IoH 진단 바이오 센싱을 위한 바이오 광집적소자 개발 (UC Berkeley/Prof. Ming C. Wu) 2. (2021.03-2022.02) 바이오 양자 이미징/센싱 원천기술 개발 (EPFL/Prof. Niels Quack) 3. (2022.03-2023.02) 바이오 양자컴퓨팅 원천기술 개발 (Imperial College/prof. Myungsik Kim)
		기업	1. (2021.03-2022.04) IoH 진단용 액정기반 능동위상제어 나노레이저 개발 (MERCK/ Dr. Song Dongmi)
		연구소	1. (2021.03-2022.02) IoH 진단용 2차원 나노소재 개발 (Drexel Nanomaterials Institute/ Prof. Yury Gogotsi)
김용주	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** 생분해 가능한 생체적합 IoH 치료소재 개발을 위하여 초분자적 접근이 대두되고 있는 상황에서 관련분야에서 혁신적인 연구결과를 보여주고 있는 Fudan, Jilin, Münster, Nagoya 대학과 공동연구를 추진하여 연구의 효율성을 제고함. 또한 많은 기능성 화학소재 정보를 가지고 있는 글로벌 기업 BASF 연구소와 중국과학원과의 초분자 소재 교류를 통해 진단 및 치료 소재 개발이 가속화 될 것으로 기대함. • **(교류형태)** 교수 방문, 장기 교환 학생 파견, 선임급 연구원 초청 및 강의
	교류 기관	대학	1. (2020.9-2021.3) 초분자 나노소재를 위한 단량체 합성 방법 개발 및 구조 규명 공동 연구 (Fudan University/Prof. Myongsoo Lee) 2. (2022.3-2023.2) 생체 친화적 수용액상 초분자 접착소재 개발 및 응용 (Jilin University/Prof. Wen Li) 3. (2024.3-2025.2) 다양한 자극에 감응하는 외부 환경 감응형 스마트 초분자 소재 개발 (Universität Münster / Prof. Gustavo Fernández) 4. (2026.3-2027.2) 바이오시스템을 모방한 키랄성 나노구조 합성 및 물성 이해 (Nagoya Univ./Prof. Eiji Yashima)
		기업	1. (2022.3-2024.2) 독일의 글로벌 화학소재 기업 연구소와 초분자 단량체 라이브러리 구축 교류 (BASF, Frankfurt)
		연구소	1. (2023.3-2025.2) 중국의 대표적 고분자 연구소인 중국과학원과 약물전달 기능성 소재 교류 (CAS, Changchun)
왕건욱	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** 생체신호 진단 기술의 하나로서 비정형 파형을 실시간 분석할 수 있는 뉴로모픽 신경칩 개발을 위하여, 차세대 인공시냅스/뉴런 소재, 수자 구조, 어레이 시스템, 인공신경망 주제 혁신적인 연구를 수행하는 RICE대학 Tour교수 (총인용수 〉 10만회) 그룹과 MIT대학 prof. Kim 그룹과의 공동연구 활동을 통해 본 교육단의 연구 수월성을 높이고자 함. 그리고 관련 분야 세계적인 연구기관인 Sandia National Lab. 의 연구자들과의 지속적 교류를 통해, 최신 기술 동향 파악 및 국내 기술 수준을 높이고자 함. • **(교류형태)** 교수 방문, 학생 파견 (단기/장기), 해당기관 연구자 초청 (강연, 콜로퀴움)
	교류 기관	대학	1. (2021.03-2022.02) MOx 이용한 멤리스티브 소자 기반의 저전력 바이오 신호 진단용 뉴로모픽 시스템 개발 (Rice Univ./Prof. James Tour) 2. (2022.03-2023.02) 바이오 신호 분석 및 진단용 산화물 소재 포어 디자인 기술 (Umass/prof. Jae-Hwang Lee) 3. (2023.03-2025.02) 저전력 뉴로모픽 뉴럴 네트워크 어레이 시스템 기술 개발 (MIT/Prof. Jeehwan Kim)
		연구소	1. (2023.03-2025.02) 유기 뉴로모픽 시냅스 연구 (Sandia National Lab/Ph. D. A. Alec Talin)
윤영수	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** IoH 진단과 치료를 위해 생체내 정보를 수집하고 정보를 전달 할 수 있는 센서, 무선통신기기 등 생체 내 삽입소자의 개발이 필요하며 이를 위한 전력원으로 사용할 수 있는 생체 삽입형 에너지저장기기를 개발이 필요함. 생체 삽입형 전지에 사용하기 위한 생체적합성 /생분해성 소재의 개발을 위해 Tufts Univ.의 David Kaplan 교수 그룹과 실크소재관련 공동연구를 수행하고 전극 소재 개발을 위해 Northwestern Univ. 의 Mark Hersam교수 그룹과 공동연구를 수행 할 예정임. 또한 ㈜영우와 바이오접착제 개발을 수행하고 KIST와 에너지저장기기 완전지를 구현하여 원천특허 확립과 기술이전을 하고자 함 • **(교류형태)** 1~3차년도: 학생연구원 교류, 4~5차년도: 직접 방문을 통한 공동 연구
	교류 기관	대학	1. (2021.03-2022.12) 생체 내 분해 메커니즘 분석 및 생분해도 조절을 위한 소재 특성 제어 기술 개발 (Tufts University/David Kaplan) 2. (2023.05-2025.05) 나노카본의 레독스 특성 및 전하수송체와의 상호관계 규명 (Northwestern /Mark C. Hersam)
		기업	1. 미국 3M 연구진과 함께 생체 내 활용 가능한 바이오접착제 개발 및 기술이전
		연구소	1. 미국 Argonne National Laboratory와 생체삽입형 에너지저장기기 풀셀 개발 및 원천특허 확보

[그림 3-2-12] 국제 공동 연구 계획

이승우	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** DNA를 비롯한 분자 engineering 연구를 선도하고 있는 Harvard, MIT, Emory University/Georgia Tech 연구진과의 공동 연구를 계획하고 있음. 특히 DNA를 비롯한 분자 engineering을 통해 생체 분자의 키랄성을 단분자 수준에서 분광할 수 있는 국제 공동연구를 계획하고 있고, 이는 본 교육연구단의 IoH 진단 연구의 중요한 토대가 될 예정. 또한 국내외 중요 관련 기업과의 (NuProbe Global) 네트워크 및 공동연구를 기반으로 해당 기술 기반 IoH 진단의 산업화를 달성할 예정. • **(교류형태)** 교수 방문, 학생 파견 (단기/장기), 해당기관 연구자 초청 (강연, 콜로키움 참여)
	교류 기관	대학	1. (2020.10-2021.04) DNA-Au colloid hybrids for ultrasensitive detection of chiral molecules (Harvard University/Prof. William M. Shih), 2. (2021.10-2022.04) DNA Origami arrays on Si wafer for chip-scale IoH sensing (MIT/Prof. Ashwin Gopinath) 3. (2022.10-2023.04) Dynamic DNA-Au colloidal hybrids (Emory & Georgia Tech/Prof. Yonggang Ke)
		기업	1. (2023.6-2025.2) Neural-network-computation이 접목 DNA-colloids 분자 키랄 센싱 플랫폼 개발 (NuProbe Global)
이철호	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** IoH 진단소자에 적용 가능한 다양한 저차원 복합소재의 합성 및 분석에 관한 연구수행에 있어, 해당 분야 선도 그룹인 Los Alamos National Lab (Dr. Jinkyoung Yoo)과 USC (Prof. Jayakanth Ravichandran)과 국제협력을 통해 연구 효율성, 수월성을 확보하고자 함. 특히, 미국 국립연구소의 최첨단 장비 (장비사용자 과제) 및 연구자 네트워크 활용은 우수성과 도출과 글로벌 리더 연구자로 성장에 큰 보탬이 될 것임. 또한, 전기화학 분야 특화된 NTU 그룹 (Prof. Seok Woo Lee)과는 상대적 지리적 이점을 이용한 상시 대학원생 파견을 통한 국제 공동연구와 글로벌 경쟁력을 갖춘 인재양성을 동시에 추진할 예정임. • **(교류형태)** 상호방문, 연구세미나, 대학원생 파견, Los Alamos National Lab. User Proposals
	교류 기관	대학	1. (2020.09-2021.02) 나노 촉매 활성 및 에너지 변환 분석 기술 개발 (NTU/Prof. Seok Woo Lee) 2. (2021.03-2022.02) 2D 전이금속 칼코겐/페로브스카이트 이종접합 소재, 응용소자 개발 (University of Southern California/Prof. Jayakanth Ravichandran)
		연구소	1. (2021.03-2023.02) 2D 반도체의 미세 구조 및 광학 분석 (Los Alamos /Dr. Jinkyoung Yoo)
임동권	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** 생체신호 감응형 치료 소재의 혁신적인 연구를 선도하고 있는 JHU와 HKU 연구자와의 공동연구 활동을 통해 연구의 수월성을 높이고, 교육의 국제화에도 활용하고자 함. 또한 IoH 진단 및 치료와 관련된 글로벌 기업 (Novartis, Sanofi Aventis등) 연구자와의 네트워크 확대를 통해 글로벌 산업계의 최신 기술의 동향을 신속하게 파악하고, 국내 산업의 기술수준을 높이는 효과가 기대됨. • **(교류형태)** 교수 방문, 학생 파견 (단기/장기), 해당기관 연구자 초청 (강연, 콜로키움 참여)
	교류 기관	대학	1. (2021.03-2022.02) 신호증폭 나노입자 소재 기반 체내외 질병 진단 기술 개발 (JHU/Prof. Ishan Balhan) 2. (2022.02-2023.03) 생체 신호 감응성 나노입자 플랫폼 기술 개발 (HKU/prof. Weiping Wang) 3. (2023.03-2024.12) 생체 신호 감응성 나노머신 플랫폼 기술 임상 검증 (Harvard Medical /prof. Dan Kohane).
		기업	1. (2024.03-2027.12) 보스톤 소재 글로벌 기업 연구소와 셍체신호 감응 약물전달 혁신 소재 (Novartis, Sanofi-Aventis)
		연구소	1. (2023.03-2024.12) 생체 신호 감응성 나노머신 플랫폼 기술 임상 검증 (David Koch Institute(MIT)).
조대호	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** 펩타이드 소재는 의약품 소재 개발 분야에서 매우 가파른 성장세를 보이며 세계적으로 추목받고 있는 분야임. 특히, 기존의 수십개에서 수백개의 아미노산으로 이루어진 펩타이드 소재는 제조방법의 한계와 부작용으로 끊임없이 문제가 제기 되고 있음. 나노바이오 소재 분야 최고 기술을 보유하고 있는 NTU와 공동연구를 통해 이러한 문제를 극복할 수 있는 새로운 치료소재인 혁신형 펩타이드 소재를 개발하고자 함. • **(교류형태)** 교수방문, 해당기관 연구자 초청 (강연, 콜로키움 참여)
	교류 기관	대학	1. (2021.03-2022.07) 혁신형 펩타이드소재 및 융합소재를 활용한 피부재생 소재에 대한 적응증 확대 (NTU) 2. (2023.02-2024.12) 혁신형 펩타이드 소재를 이용한 신약개발 (NTU)
		기업	1. (2022.11-2024.03) 개발 치료제 전임상 시험 (Covance, USA)
		연구소	1. (2023.07-2024.12) GLP 전임상 시험 및 검증 (Covance, USA)
황석원	국제공동연구 계획		• **(공동연구의 필요성과 기대효과)** Soft robotics, neural engineering 분야에서 혁신적인 연구를 선도하고 있는 Cornell, Univ. of Chicago의 연구자와의 협업을 통해 실시간 건강 진단 시스템 및 체내 삽입이 가능한 초소형 전자 로봇 을 이용한 궁극적인 치료 시스템 개발을 계획하고 있음. 또한, 기업과의 (nike, merck) 네트워크 및 공동연구를 기반으로 연구개발된 내용의 상품화를 추진할 계획이며 이러한 다양한 국제 공동연구는 다양한 연구분야를 포함하고 있어 본 연구단의 국제화 교육에도 상당한 여향을 줄 것으로 기대함. • **(교류형태)** 교수 방문, 학생 파견 (단기/장기), 해당기관 연구자 초청 (강연, 콜로키움 참여)
	교류 기관	대학	1. (2021.1-2021.12) shape-recoverable soft robotics 개발 및 implantable shuttle 로서의 응용 연구(Cornell University/Prof. Robert F. Shepherd), 2. (2022.3-2023.2) 다양한 물리적/화학적 신호 검출이 가능한 electronic brain hacking system 개발 (Bozhi Tian/University of Chicago)
		기업	1. (2023.6-2025.2) 보행 및 신체의 움직임을 통해서 관찰할 수 있는 실시간 생체신호를 응용하여 향후 퇴행성 뇌질환의 조기 발견을 위한 공동연구 (NIKE, MERCK)

[그림 3-2-13] 국제 공동 연구 계획

- **(글로벌 바이오혁신 Initiative 프로그램과 연계)** 본 교육연구단 참여교수는 IoH 진단 및 치료 소재 분야 연구를 선도하고 있는 글로벌 대학, 연구소, 기업과 활발한 공동연구 계획을 가지고 있음. 계획에 따라서 다양한 형태로 공동연구가 추진될 계획이며, 교육연구단에서 추진하는 글로벌 initiative 프로그램의 주된 내용으로서 연구 활동으로 구축된 network를 교육 프로그램으로도 확대될 계획임.

2.2 참여교수의 국제 공동연구 실적 및 계획

<표 3-6> 최근 5년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
1	김동휘	Louhghalam, Arghavan; Schafer, Benjamin; Wirtz, Denis	미국 / Johns Hopkins University	J. Kim, A. Louhghalam, G. Lee, B. Schafer, D. Wirtz, D. Kim, (2017) Nature Communications, 8, 2123	https://doi.org/10.1038/s41467-017-02217-5
2	김동휘	Kim, Deok-Ho	미국 / University of Washington Seattle	J. Kim, Y. Shin, L. Ha, D. Kim, D. Kim, (2019) Advanced Healthcare Materials, 8, 1801332	https://doi.org/10.1002/adhm.201801332
3	김명기	Hoon Jang	스웨덴 /Royal Institute of Technology	H.-M. Kim, H. Jang, P. Pramudita, M.-K. Kim, Y.-H. Lee, (2018) Opt. Express 26(10), 12569-12578	https://doi.org/10.1364/OE.26.012569
4	김명기	Indra Karnadi	인도네시아 /Universitas Kristen Krida Wacana	J. Lee, I. Karnadi, J. T. Kim, Y.-H. Lee, M.-K. Kim, (2017) ACS Photonics 4(9), 2117-2123	https://doi.org/10.1021/acsphotonics.7b00488
5	왕건욱	Jae-Hwang Lee, James M Tour	미국 /University of Massachusetts 미국 /RICE Univ.	G. Wang, J.-H. Lee, Y. Yang, G. Ruan, N. D. Kim, Y. Ji, and J. Tour* (2015), Nano Lett. 5 (9), 6009-6014	https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.5b02190
6	이철호	Hone, James, Taniguchi, Takahi	미국 /Columbia University, 일본 /National Institute for Materials Science	Xu Cui, Gwan-Hyoung Lee, Young Duck Kim, Ghidewon Arefe, Pinshane Y. Huang, Chul-Ho Lee, Daniel A. Chenet, Xian Zhang, Lei Wang, Fan Ye, Filippo Pizzocchero, Bjarke S. Jessen, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, David A. Muller, Tony Low, Philip Kim & James Hone, (2015). Nature Nanotech. 10, 534-540.	https://doi.org/10.1038/nnano.2015.70

연번	공동연구 참여자		상대국/소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구단 참여교수	국외 공동연구자			
7	이철호	Yoo, Jinkyoung	미국/Los Alamos National Laboratory	Jinkyoung Yoo, Towfiq Ahmed, Renjie Chen, Aiping Chen, Yeon Hoo Kim, Ki Chang Kwon, Chan Woong Park, Hee Seong Kang, Ho Won Jang, Young Joon Hong, Woo Seok YangG and Chul-Ho Lee, (2018). Nanoscale 10, 5689-5694.	https://doi.org/10.1039/C7NR06684H
8	임동권	Robert Langer, Daniel Kohane	미국/MIT & Harvard Medical School	Dong-Kwon Lim, Ryan G. Wylie ,Robert Langer, Daniel S. Kohane, (2016) Biomaterials 77, 130-138	https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.10.074
9	황석원	John A. Rogers, Wilson Z. Ray, Jianjun Cheng, Younggang Huang, Paul V. Braun	USA/University of Illinois at Urbana-Champaign, USA/Washington University School of Medicine, Northwestern University	Seung-Kyun Kang, Rory K. J. Murphy, Suk-Won Hwang, Seung Min Lee, Daniel V. Harburg, Neil A. Krueger, Jiho Shin, Paul Gamble, Huanyu Cheng, Sooyoun Yu, Zhuangjian Liu, Jordan G. McCall, Manu Stephen, Hanze Ying, Jeonghyun Kim, Gayoung Park, R. Chad Webb, Chi Hwan Lee, Sangjin Chung, Dae Seung Wie, Amit D. Gujar, Bharat Vemulapalli, Albert H. Kim, Kyung-Mi Lee, Jianjun Cheng, Younggang Huang, Sang Hoon Lee, Paul V. Braun, Wilson Z. Ray & John A. Rogers, (2016), Nature 530, 71-79	doi:10.1038/nature16492
10	황석원	John A. Rogers, Fiorenzo G. Omenetto	USA/University of Illinois at Urbana-Champaign, USA/Tufts University	SukWon Hwang, SeungKyun Kang, Xian Huang, Mark A. Brenckle, Fiorenzo G. Omenetto, John. A. Rogers (2015), Advanced Material 27, 47-52	DOI: 10.1002/adma.201403051

2. 연구의 국제화 현황 및 계획

2.3 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

가. 외국대학, 연구기관과의 교류 실적 및 계획

외국대학, 연구기관과의 교류 실적

- **(교류 실적 현황)** 본 교육연구단 참여교수는 최근 5년간 활발한 국제 교류를 통해 SCI 논문 (28편), 국제공동연구과제 6건, 국제교육 활동 1건, 해외 학자 초청강연(20회)등의 교류 성과가 있음.
  - 발표된 SCI논문 28편중 82% 이상이 분야별 상위 10% 이내이며, Nature 1편, Nature 5편을 발표하여 매우 우수한 국제 교류 성과를 나타내고 있음.
  - **(대학차원에서의 교류 형태)** 대학 본부 차원에서 추진된 I^3 collaboration 프로그램 (난양공대(싱가폴), 히브루(이스라엘) 대학)을 통한 연구자 교류를 통해 논문발표성과(조대호 교수), 공동연구과제 추진(임동권 교수)등의 후속 결과로 연결됨.
  - 본부차원에서 추진된 SPARK 프로그램 (스탠포드 주관 교육 프로그램)을 활용하여 2명의 석사과정 학생을 파견하여 학생들의 글로벌 network 확대와 기술사업화 과정을 경험하는 교류 기회 제공함.
  - 대학본부 차원, 참여 교수 개별적인 공동연구 활동, 학생 파견등 다양한 형태의 교류가 진행됨.

김동휘	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 암 침윤과정의 기계생물학적 기전을 규명하기 위해 글로벌연구협력지원사업의 지원을 받아 메카노바이올로지 분야의 세계적 과학자인 Denis Wirtz 교수 (JHU)와의 공동 연구를 수행하여 2편의 논문 발표(논문 1,2). 한국연구재단 EU협력진흥사업의 지원을 받아 프랑스 연구팀 • (Cherry Biotech), 이태리 연구팀 (U. Trieste) 과의 공동연구를 통해 차세대 브레인 온어칩 개발 연구를 수행하여 1편 논문 발표함 (논문 3). • **(의미)** 본 연구는 IoH 진단 및 치료 분야에 적용되는 소재 개발을 경험적 접근이 아닌 조직 특이적 세포 거동에 기반한 접근을 시도한 매우 혁신적인 연구 **(계획)** 1차년도 Denis Wirtz 교수 (JHU)와 암전이 현상, 2차년도 Thomas Franz교수 (U. Cape Town)와 생체삽입형 소자개발, 3차년도 CT Lim교수 (NUS)와 세포이동성 제어 기술 개발을 위한 공동 연구를 계획함.
	교류 실적	논문	1. Confocal imaging을 통한 세포 역학적 거동 연구 (Nature Comm. 2017) 2. 세포핵의 물리적 특성 규명 및 거동 연구 (Adv. Exp. Med. Biol. 2018) 3. 세포 이동과 세포 내 소기관의 역학관계 연구 (Cell Adh. Mig. 2019) 4. 면역 세포의 기계생물학적 기전 연구 (Adv. Health. Mat. 2019)
		국제 교류 활동	1. 한국연구재단 글로벌연구협력지원사업 (2017~2018) 미국 Denis Wirtz 교수 (Johns Hopkins U.) 2. 한국연구재단 한-EU연구자교류협력사업 (2017~2018) 프랑스 (Cherry Biotech), 이태리 (U. Trieste)
김명기	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 인도네시아 Indra Karnadi 박사와 실리콘 광 도파로와 나노 레이저 연구로 논문 1편 발표 (논문 1), 스웨덴의 우수 연구기관인 Royal Institute of Technology의 Hoon Jang 박사와의 공동연구를 통하여 광결정 나노섬 레이저를 개발하여 논문 1편 발표(논문 2). • **(의미)** IoH 진단 분야에 바이오 광전자 집적소자로 사용되는 광소재 기술임. • **(계획)** UC Berkeley, Ming Wu그룹과 1~2차년도에 공동연구를, 바이오 양자이미징/센싱/컴퓨팅 기술을 선도하고 있는 스위스 EPFL의 Niels Quack 그룹 및 영국 Imperial College의 Myungsik Kim그룹과 3~4차년도에 공동연구 진행 계획
	교류 실적	논문	1. (2017. 8) 실리콘 광 도파로와 나노 레이저간 고효율 결합에 대한 공동연구 (인도네시아 Indra Karnadi 박사와 ACS Photonics) (2018. 5) 2. 스웨덴 광결정 나노섬 레이저와 광결정 도파로간 모놀리식 결합에 대한 공동연구 Opt. Express (2018).
		국제 교류 활동	1. (2019.11) 광결정 구조를 이용한 Topological insulator 개발 공동연구 2. (2019.11) 광학을 이용하여 Positron Emission Tomography의 성능을 향상을 위한 기술 개발 공동연구
김용주	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 초분자소재 분야의 세계적인 석학인 이명수 교수(Jilin University)와 공동 연구를 수행하여 3편의 Nature 자매지와 J. Am. Chem. Soc에 1편, Angew. Chem 에 1편 발표함. (논문 1,2,3,4,5). • **(의미)** 생체 신호 및 생체 분자에 감응하는 초분자 소재로 확장하여 IoH 진단 및 치료에 필요한 소재를 개발하는데 혁신적인 방법이 될것임. • **(계획)** 1차년도 이명수 교수(현 Fudan Univ)와 초분자 단량체 디자인 및 합성, 3차년도 Wen Li 교수(Jilin Univ)와 생체친화 접착소재, 5차년도 Gustavo 교수 (Münster Univ)와 생체금속이온 감응 소재, 7차년도 Eiji 교수(Nagoya Univ)와 인공 액틴 개발을 위한 공동 연구를 계획함.
	교류 실적	논문	1. (2015.10) 온도 감응형 반투과성 초분자 튜브를 개발하여 나노반응용기 응용연구 (Nat. Comm. 2015) 2. (2016.01) 과당 선택 감응하여 나노리본에서 튜브로 전환되는 스마트 초분자 소재연구 (Angew. Chem 2016) 3. (2016.04) 알파 나선형 펩타이드의 자가조립으로 이뤄진 초분자 캡슐의 거울상 이성질체 분리 (JACS, 2016) 4. (2017.03) DNA 기반 나선형 초분자구조의 키랄성 전환과 세포 상호작용연구 (Nat. Nanotech 2017) 5. (2018.06) 거대고리 화합물의 엇갈린 쌓임으로 인해 얻어진 이합체의 측면상호작용을 통한 호모키랄성 다공성 초박막과 이성질체 분리에 관한 연구 (Nat. Mater. 2018)
왕건욱	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 나노소재/소자 연구 선도 그룹인 RICE 대학의 Jame Tour 그룹 논문 발표 (논문 1), Umass 의 Jae-Hwang Lee 그룹과의 공동 연구를 통해 논문 발표 (논문 2). • **(의미)**) IoH 진단 소재 및 소자에서의 생체신호 처리에 사용되는 뉴로모픽 소재/소자/시스템 연구 • **(계획)** 1-2차년도에 RICE 대학의 Tour 그룹, 소재 포어 제어 연구를 위해 2-차년도에는 Umass의 Lee 그룹, 그리고 3-5차년도에는 뉴로모픽 시스템 연구를 위한 MIT 의 Kim 그룹과의 공동연구를 진행할 계획
	교류 실적	논문	1. (2015) 3차원 산화물 나노 포어 소재를 활용한 메모리 소재/소자 기술 개발 (Nano Lett. 2015) 2. (2017) 구조 공학기술을 통한 산화물 나노포어 소재 제어 기술 개발 (ACS AMI. 2017)

[3-2-14] 외국 대학, 기관과의 교류 실적

윤영수	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 일리노이 대학의 Paul Braun 교수 그룹과 나트륨 이온 저장을 위한 전극 소재 개발 논문 발표(논문1, 2), 그래파이트 나노쉬트의 분석을 위해 일리노이 대학의 Cecilia Leal 교수 연구팀과 공동연구를 수행 (논문 3) • **(의미)** IoH 진단 소재에 적용되는 에너지 저장 소재 연구로 생체 삽입형 나트륨 이차전지 개발을 위해 활용 가능 • **(계획)** 2,3차년도에 Tufts University/David Kaplan과 생분해도 조절가능한 생체 소재 연구, 4-5차년도에 Northwestern University/Mark Hursam 교수팀과의 공동연구를 통해 생체 삽입형 나트륨 이차전지를 개발하고자 함
	교류 실적	논문	1. (2015.07-2015.12) Na2SO4 코팅층 형성을 통한 전극의 수명 특성 향상 연구 (Adv. Mater. Interfaces, 2016) 2. (2016.05-2017.03) SnS 합성 및 나트륨 이온과의 Alloying reaction 메커니즘 연구 (Small, 2017) 3. (2017.03-2018.03) SAXS 분석을 통해 그래파이틱 구조의 탄소소재 미세구조 분석을 위한 연구 (Small, 2018)
이승우	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** DNA 나노기술 분야에서 가장 우수한 기관인 Emory 대학/Georgia Tech의 Yonggang Ke, Harvard의 William M Shih, MIT의 Mark Bathe 연구실과 연구 (논문 1,2), 독일 고분자 연구소와 광반응성 소프트 물질 메커니즘 연구(논문 3). • **(의미)** IoH 진단 소재로 중요한 생체모사 소프트 광학 및 고분자 광학 소재에 관한 연구 • **(계획)** 1차년도에 단분자 분광 기술을 Emory 대학/Georgia Tech의 Yonggang Ke, Harvard의 William M Shih과 공동 연구, 차년도에 DNA 오리가미 연구, 3차년도에 DNA neural network computation 연구를 수행할 계획임.
	교류 실적	논문	1. (2015.01-2016.05) 메타분자 및 메타물질에 적합한 DNA 오리가미 나노구조체 (JACS, 2016) 2. (2016.06-2018.01) 소프트 & 생체모사 나노광학 리뷰 논문 공동 저술 (Advanced Materials, 2017) 3. (2017.06-2019.02) 빛 조사시 유체화 또는 플라스틱 변형이 되는 광반응성 소프트 물질의 메커니즘 공동연구 (Journal of Physical Chemistry B, 2018)
이철호	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 2차원 반도체 소자연구의 세계적인 선도그룹인 Columbia University의 James Hone 그룹과의 공동연구 논문 발표(논문 1). 미국 국립 Los Alamos National Lab (Dr. Jinkyoung Yoo)와의 지속적인 교류 (논문 2). • **(의미)** 2차원 반도체 소재는 IoH 진단 소자 구현시 생체신호을 수집하는 구민감성 극소형 센서로 중요한 기능을 하고 있음. 소자 구동을 위한 고성능 2차원 트랜지스터로 사용됨. • **(계획)** 1차년도에 전기화학 전문가인 싱가포르 NTU의 Prof. Seok Woo Lee 공동연구, 2-3차년도에는 Los Alamos National Lab (Dr. Jinkyoung Yoo)과 2D/1D 하이브리드 나노소재 및 미세구조 · 광학 분석연구, 5-7차년도에는 USC (Prof. Jayakanth Ravichandran) 과는 전이금속 칼코겐/페로브스카이트 복합소재 및 응용소자에 공동연구 계획
	교류 실적	논문	1. (2015.10) 반도체와 금속간의 접합저항을 줄여 고이동도를 가진 2차원 트랜지스터 개발 및 전하수송 특성에 관한 연구 (Nature Nanotechnology (2015년)) 2. (2018.02) 2차원 물질을 이용하여 벌크 반도체인 Ge의 성장시 핵생성 및 결정성장을 조절하고 고품위 2D/3D 이종접합구조 제조에 연구 (Nano Scale 2018)
임동권	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 생체 이미징 분야 가장 우수한 연구기관인 MIT spectroscopy (Prof. Peter So)와 공동연구로 초고속 고해상도 세포이미징 기술 논문 발표 (논문 1). 약물전달기술분야의 세계적인 명성의 연구자인 MIT Robert Langer 랩과의 공동연구로 혈관성장인자에 선택적 결합 고분자 연구 논문 발표 (논문 2), 파키스탄 COMSATs과 양자점 물성연구 논문 발표 (논문 3). • **(의미)** IoH 진단 및 치료 분야에 적용되는 고분자 및 플라즈몬 나노입자 소재의 새로운 광학적 특성, 광학신호의 증폭을 위한 연구로 생체신호 모니터링과 생체신호 감응성 치료 기술에 적용됨. • **(계획)** 생체신호 감응성 소재의 생체내 활성 연구 및 성능 검증, 개선하기 위해, 나노바이오 소재 기반 진단 기술에 선도적인 연구를 수행하고 있는 JHU (Ishan Balhan교수)에 1-2차 년도에 공동연구, 생체 신호 감응성 연구에 선도적 연구를 하고 있는 HKU (Weiping Wang 교수)과 3-4차년도에는 공동연구를 진행할 계획임.
	교류 실적	논문	1. (2015.03 – 09) 라만 분광학을 활용한 세포이미징 기술을 확립하기 위한 방문 연구(Nano Letters, 2015). 2. (2015. 03 – 2016.11) 혈관내피성장인자와 선택적으로 결합하는 생체 적합성 고분자의 생리활성 연구 (Biomaterials 지, 2016) 3. (2018.1 – 2018.10) 양자점 나노입자의 물성 변화 연구 (Phys. Chem. Chem. Phys, 2018)
		국제 교류 활동	1. 인도의 GIAN program에 초청으로 1주일간 나노융합 기술에 대한 교육활동을 위하여 방문 2. 황반변성 치료제 신약 연구 개발을 위한 국제 공동연구 과제 신청 (히브루 대학(이스라엘)) 3. Nano Node (North Western 대학에 있는 나노기술 사업화 촉진 기관) workshop 초청 발표
조대호	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 나노바이오소재 분야 최고의 기술을 보유하고 있는 난양공대(NTU) 조남준 교수와 공동연구를 통한 , 생체내 보다 안전하고 다양한 경로의 투여가 가능한 신약개발 연구로 논문 2편 발표함 (논문 1,2). • **(의미)** IoH 치료 소재에 적용되는 분야로 펩타이드 기반 환자맞춤형 치료소재로 산업적 가치가 매우 높음. • **(계획)** 1차년도~7차년도 까지 지속적으로 난양공대 조남준 교수팀과 공동 연구를 수행하고자 함. 사이토카인 기반 나노바이오소재를 개발하고, 다양한 경로의 투여가 가능한 작은 사이즈의 펩타이드 소재를 개발하고자 함.
	교류 실적	논문	1. (2015.04) sporopollenin exine capsules 제조연구 ((Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2017)) 2. (2016.05-2019.01) 경구투여를 위한 Hollow Microcapsules의 제조방법 연구(Advanced Functional Materials, 2017)
황석원	국제교류 실적의 우수성과 분야 연관성		• **(논문성과)** 체내에서 용해 후 흡수가 가능한 생분해성 소재 및 소자를 외상성 손상과 수두증 같은 증상을 조기에 발견하고 진단하는데 필요한 초소형 뇌압 측정센서의 연구내용을 세계적 권위의 과학저널 '네이쳐 (Nature)'에 발표(논문 1), 이어폰과 안경을 활용한 실시간, 무선으로 생체신호를 측정할 있는 제품에 관한 연구(논문 2). • **(의미)** 2) IoH 진단 소재기술과 인체공학적 디자인을 접목하여 진단 및 치료를 위한 전자시스템을 소프트 로봇에 통합하여 궁극적으로는 체내에 삽입할 수 있는 초소형 전자 로봇 개발 • **(계획)** 1~2차년도에 해당분야의 선도적 연구를 수행하고 있는 cornell university (Prof. Robert Shepherd)와 공동연구를 할 예정이며, 가장 복잡한 기관중의 하나인 브레인의 다양한 현상들을 분석하기 위해 3~4년도에 University of Chicago (Prof. Bozhi Tian) 팀과 electronic brain-hacking system을 개발할 예정임.
	교류 실적	논문	1. (2015.05-2015.12) Brain Traumatic injury를 조기 발견하기 위한 Bioresorbable intracranial pressure system 공동연구 (University of Illinois at Urbana -Champaign/John A. Rogers) 2. (2018.01-2018.03) 차별화된 디자인 및 설계를 통해 personal belongings (earphone, glasses)의 기존 기능과 함께 생체신호를 측정하기 위한 공동 연구 (The Pennsylvania State University/Huanyu Cheng
		공동 연구 과제	1. (2019.09-2019.11) 환경에 무해하고 자연분해가 가능한 웨어러블 및 임플란트용 배터리 소재 공동연구 (ETH Zurich/Neeru Mittal (PI: Markus Niederberger))

[3-2-15] 외국 대학, 기관과의 교류 실적

외국대학, 연구기관과의 교류 계획

- **(교류 계획)** 본 교육연구단 참여교수는 BK 사업기간 동안 Harvard, MIT등을 포함한 글로벌 선도 36개 대학과 공동연구를 진행할 계획이며, Los Alamos, Argonne National Lab등 미국 유럽 소재 9곳 연구소와 IoH 진단 및 치료소재 분야의 연구를 계획하고 있음. 특히 NIKE, MERCK, 3M등 글로벌 기업(9곳)과의 공동 연구 계획을 수립하였으며 년차별로 계획에 따라 추진될 계획임.

- 글로벌 바이오혁신 소재 Initiative 프로그램의 주된 내용으로 연계하여 체계적 추진될 예정임.

국제 연구자 학생 교류 확대	발전 방향	프로그램 체계 구축
• 미국, 유럽, 중국, 일본등 36개 대학과의 공동연구를 통한 교수, 학생 교류 확대	• 연구의 수월성 확보 및 대학원생 국제화 교육 프로그램에 활용	• 학위논문 심사 참여 • 학점교류, 교환학생 제도 • 복수학위제 협정 추진
• MIT, Harvard, NIH등 9곳의 대학 및 National Lab과의 공동연구 • 글로벌 기업과의 공동연구 • 이를 통한 인적 교류 확대	• 국제 학술/연구 교류 및 프로그램 지원 다변화 • 연구 수월성 확보 • 교육 프로그램의 참여 확대	• 학위논문 심사 참여 • 국제 학술/연구 교류 및 프로그램 지원 다변화 및 활성화 • 국내 기업과의 연결 촉진

[3-2-16] 외국 대학, 기관과의 교류 계획과 방향

김동휘	대학	• (2021.09-2022.02) 미세유변학적 분석을 통한 전이성 암 조기 진단 연구 (Johns Hopkins U./ Prof. Denis Wirtz) • (2021.09-2022.02) 암전이시 혈관 생성 억제 기전 연구 (Cornell U./ Prof. Esak Lee) • (2022.03-2023.02) 노화 특이 단백질의 전사 조절 연구 (U. Pennsylvania/ Prof. Dennis Discher) • (2022.03-2023.02) 다차원 인체 조직 모사 시스템 공동 개발 (National U. Singapore/ Prof. Chwee Teck Lim) • (2023.03-2024.12) 항암제 내성 기전 연구용 전산모사 시스템 공동 개발 (U. Cape Town/Prof. Thomas Franz)
	연구소	• (2023.03-2024.12) Organ chip 집적화 연구 (Harvard Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering) • (2023.03-2024.12) 세포 사멸 기전 연구 (National Institute of Health)
김명기	대학	• (2020.09-2021.03) IoH 진단 바이오 센싱을 위한 바이오 광집적소자 개발 (UC Berkeley/Prof. Ming C. Wu) • (2021.03-2022.02) 바이오 양자 이미징/센싱 원천기술 개발 (EPFL/Prof. Niels Quack) • (2022.03-2023.02) 바이오 양자컴퓨팅 원천기술 개발 (Imperial College/prof. Myungsik Kim)
	기업	• (2021.03-2022.04) IoH 진단용 액정기반 능동위상제어 나노레이저 개발 (MERCK/ Dr. Song Dongmi)
	연구소	• (2021.03-2022.02) IoH 진단용 2차원 나노소재 개발 (Drexel Nanomaterials Institute/ Prof. Yury Gogotsi)
김용주	대학	• (2020.9-2021.3) 초분자 나노소재를 단량체 합성 방법 개발 및 구조 규명에 관한 공동 연구 (Fudan University/Prof. Myongsoo Lee) • (2022.3-2023.2) 생체 친화적 수용액상 초분자 접착소재 개발 및 응용 (Jilin University/Prof. Wen Li) • (2024.3-2025.2) 자극에 감응하는 외부 환경 감응형 스마트 초분자 소재 개발 (Universität Münster / Prof. Gustavo Fernández) • (2026.3-2027.2) 바이오시스템을 모방한 키랄성 나노구조 합성 및 물성 이해 (Nagoya Univ./Prof. Eiji Yashima)
	기업	• (2022.3-2024.2) 독일의 글로벌 화학소재 기업 연구소와 초분자 단량체 라이브러리 구축 교류 (BASF, Frankfurt)
	연구소	• (2023.3-2025.2) 중국의 대표적 고분자 연구소인 중국과학원과 약물전달 기능성 소재 교류 (CAS, Changchun)
왕건욱	대학	• (2021.03-2022.02) MOx 이용한 멤리스티브 소자 기반의 바이오 신호 진단용 뉴로모픽 시스템 개발 (Rice Univ./Prof. James Tour) • (2022.03-2023.02) 바이오 신호 분석 및 진단용 산화물 소재 포어 디자인 기술 (Umass/prof. Jae-Hwang Lee) • (2023.03-2025.02) 저전력 뉴로모픽 뉴럴 네트워크 어레이 시스템 기술 개발 (MIT/Prof. Jeehwan Kim)
	연구소	• (2023.03-2025.02) 유기 뉴로모픽 시냅스 연구 (Sandia National Lab/Ph. D. A. Alec Talin)
윤영수	대학	• (2021.03-2022.12) 생체 내 분해 메커니즘 분석 및 생분해도 조절을 위한 소재 특성 제어 기술 개발 (Tufts University/David Kaplan) • (2023.05-2025.05) 나노카본의 레독스 특성 및 전하수송체와의 상호관계 규명 (Northwestern /Mark C. Hersam)
	기업	• 미국 3M 연구진과 함께 생체 내 활용 가능한 바이오접착제 개발 및 기술이전
	연구소	• 미국 Argonne National Laboratory와 생체삽입형 에너지저장기기 풀셀 개발 및 원천특허 확보
이승우	대학	• (2020.10-2021.04) DNA-Au colloid hybrids for ultrasensitive detection of chiral molecules (Harvard /Prof. William M. Shih), • (2021.10-2022.04) DNA Origami arrays on Si wafer for chip-scale IoH sensing (MIT/Prof. Ashwin Gopinath) • (2022.10-2023.04) Dynamic DNA-Au colloidal hybrids (Emory & Georgia Tech/Prof. Yonggang Ke)
	기업	• (2023.6-2025.2) Neural-network-computation이 접목 DNA-colloids 분자 키랄 센싱 플랫폼 개발 (NuProbe Global)
이철호	대학	• (2020.09-2021.02) 나노 촉매 활성 및 에너지 변환 분석 기술 개발 (NTU/Prof. Seok Woo Lee) • (2021.03-2022.02) 2D 전이금속 칼코겐/페로브스카이트 이종접합 소재개발 (USC/Prof. Jayakanth Ravichandran)
	연구소	• (2021.03-2023.02) 2D 반도체의 미세 구조 및 광학 분석 (Los Alamos /Dr. Jinkyoung Yoo)
임동권	대학	• (2021.03-2022.02) 신호증폭 나노입자 소재 기반 체내외 질병 진단 기술 개발 (JHU/Prof. Ishan Balhan), • (2022.02-2023.03) 생체 신호 감응성 나노입자 플랫폼 기술 개발 (HKU/prof. Weiping Wang) • (2023.03-2024.12) 생체 신호 감응성 나노머신 플랫폼 기술 임상 검증 (Harvard Medical /prof. Dan Kohane)
	기업	• (2024.03-2027.12) 보스톤 소재 글로벌 기업 연구소와 셍체신호 감응 약물전달 혁신 소재 (Novartis, Sanofi-Aventis)
	연구소	• (2023.03-2024.12) 생체 신호 감응성 나노머신 플랫폼 기술 임상 검증 (David Koch Institute(MIT)
조대호	대학	• (2021.03-2022.07) 혁신형 펩타이드소재 및 융합소재를 활용한 피부재생 소재에 대한 적응증 확대 (NTU) • (2023.02-2024.12) 혁신형 펩타이드 소재를 이용한 신약개발 (NTU)
	기업	• (2022.11-2024.03) 개발 치료제 전임상 시험 (Covance, USA)
	연구소	• (2023.07-2024.12) GLP 전임상 시험 및 검증 (Covance, USA)
황석원	대학	• (2021.1-2021.12) shape-recoverable soft robotics 개발 및 implantable shuttle 응용 연구(Cornell 대학/Prof. Robert F. Shepherd), • (2022.3-2023.2) 물리적/화학적 신호 검출이 가능한 electronic brain hacking system 개발 (Bozhi Tian/University of Chicago)
	기업	• (2023.6-2025.2) 보행 및 신체의 움직임 관찰 기반 실시간 생체신호 응용 퇴행성 뇌질환의 조기 발견을 위한 공동연구 (NIKE, MERCK)

[3-2-17] 외국 대학, 기관과의 교류 세부 계획

Ⅳ. 산학협력 영역

1. 산학공동 교육과정

1.1 산학공동 교육과정 구성 및 운영 계획

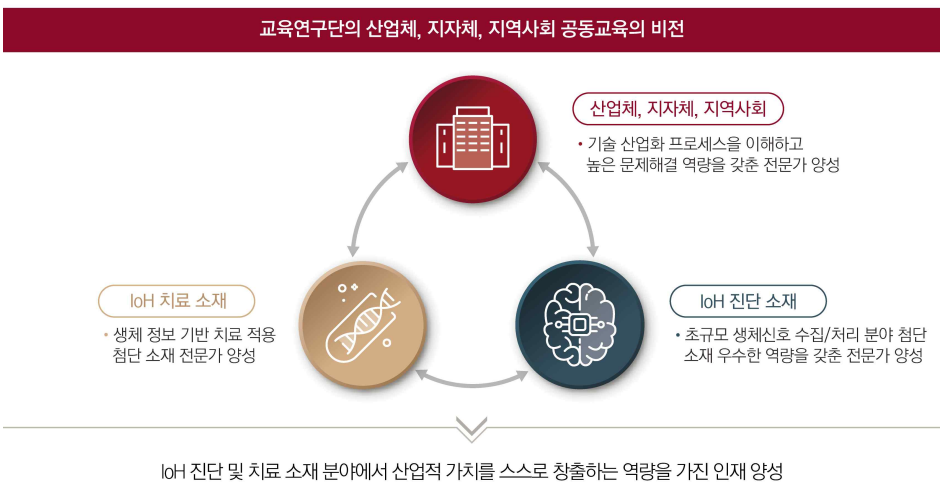
가. 바이오혁신 첨단소재 교육연구단 SWOT 분석 및 공동교육 비전

- **(SWOT 분석)** 바이오혁신 첨단소재 교육연구단 SWOT 분석
  - (S) Nature 본지를 비롯한 최상위 저널들에 논문 발표 건수가 기타 경쟁 대학들에 대비하여 매우 높은 수준일 정도로 높은 연구 경쟁력을 보유.
  - (W) 산학밀착형 인재양성을 위한 특화 프로그램의 부족, 기업과의 통로 부족한 상황.
  - (O) 연구력-창업-산학 인큐베이션 센터-지역 클러스터를 아우르는 선순환 구조의 환경을 보유.
  - (T) 국제적 기술경쟁이 치열한 분야이며, 의료용 기기의 특성상 허가를 위한 규제가 존재하며, 고도의 정밀한 기술이 필요한 분야

- **(시사점)** 참여교수진의 우수한 연구력 및 산학 잠재력이 높은 지역적 강점을 활용하여, 대기업-중소기업과의 유기적 협력 연구 및 협력을 위한 활로 모색이 시급하며, 스탠포드의 실리콘 밸리, MIT의 켄달스퀘어 수준으로 발전하기 위해서는 광범위하고 체계적인 산학 교육 프로그램이 필요함.

[그림 4-1-1] 바이오혁신 첨단소재 분야 SWOT 분석

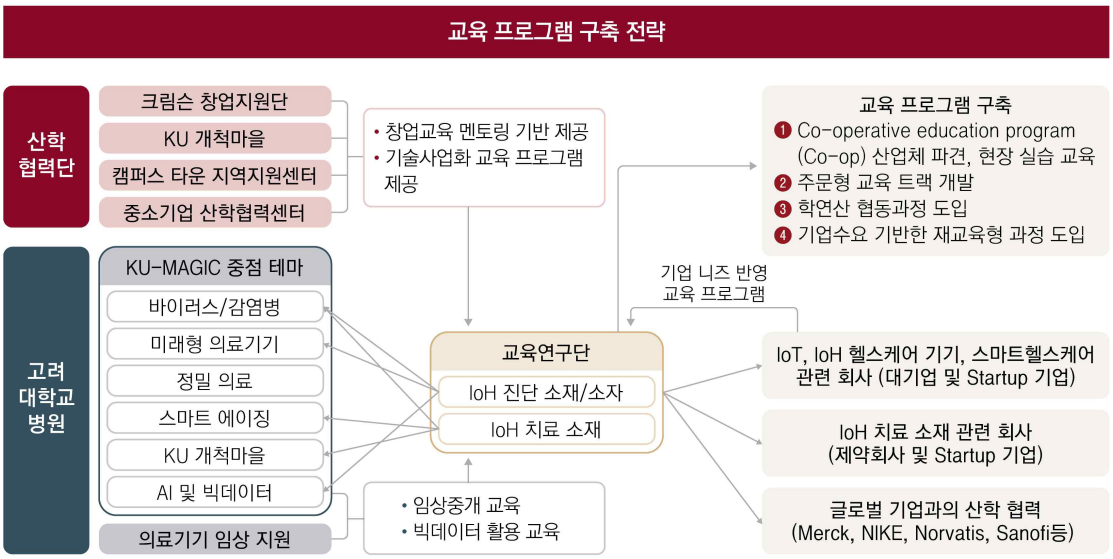
- **(공동교육 비전)** 대기업/풀뿌리 중소기업이 요구하는 혁신적 인재 양성 프로그램 육성. 본 교육연구단의 핵심 가치인 IoH 진단과 치료 소재의 산업화에 적합한 산업밀착형 핵심인재 양성을 목표로 함.
  - IoH 진단 및 치료 소재 파트의 교육/연구 프로그램을 대기업/풀뿌리 중소기업의 수요 및 니즈를 정확히 반영한 Top-Down 방식으로 구성 및 운영 계획.



[그림 4-1-2] 산업체, 지자체, 지역사회와의 공동교육 비전

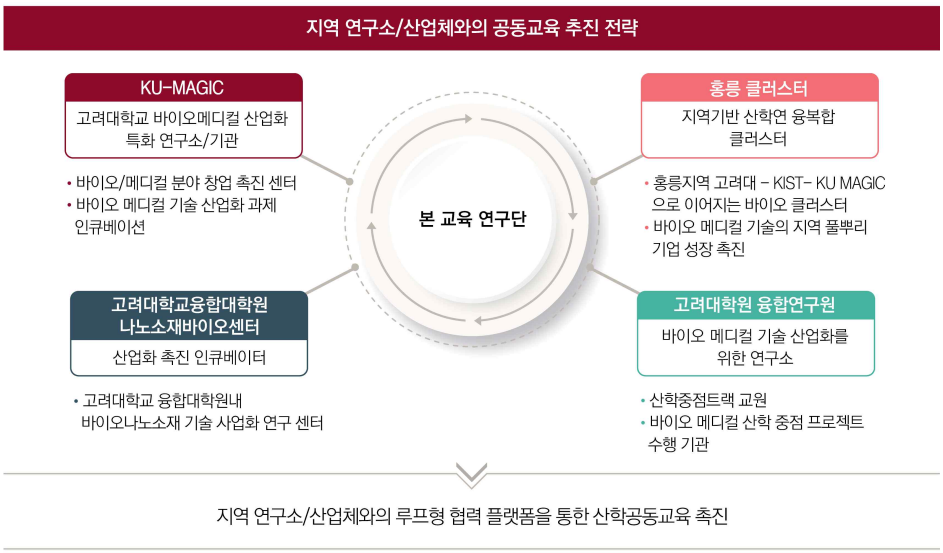
나. 공동교육/연구 추진전략

- **(교육 프로그램의 구축)** 교육연구단을 주축으로 하여 기업체의 수요에 맞는 교육 프로그램을 구축해 나갈 계획임 [그림 4-1-3].
  - 교육 연구단이 중심이 되어, 학교 산학협력단(크림슨 창업지원단, KU 개척마을, 캠퍼스 타운 지역 지원센터, 중소기업 산학협력센터)에서 제공하고 있는 창업교육 멘토링 기반 프로그램 및 기술사업화 교육 프로그램을 활용.
  - 고려대학교 병원이 중심이 되어 있는 KU-MAGIC 중점 테마들(바이러스/감영병, 미래형 의료기기, 정밀 의료, 스마트 에이징, AI 및 빅데이터 활용)과 의료기기 임상 지원센터를 활용함.
  - 지역사회에 기반한 진단 및 치료 기업들의 니즈를 반영한 교육 프로그램 구축.
  - **(교육 프로그램 형태)** Co-operative education program (Co-op) 산업체 파견 및 현장 실습 교육, 주문형 교육 트랙 개발, 학연산 협동과정 도입, 기업수요 기반한 재교육형 과정 도입.



[그림 4-1-3] 교육연구단 공동교육연구 추진 전략

- **(지역 연구소/산업체와의 공동교육 추진전략)** 본 교육연구단은 지역사회 산업 및 창업 밀착형 공동교육 및 공동 연구의 확대를 위해 홍릉 클러스터(허브)를 활용하여 기업과의 네트워크 Pool을 확장시켜 지속적이고 광범위한 지역 산업체와의 공동교육기반을 형성해 나갈 계획.



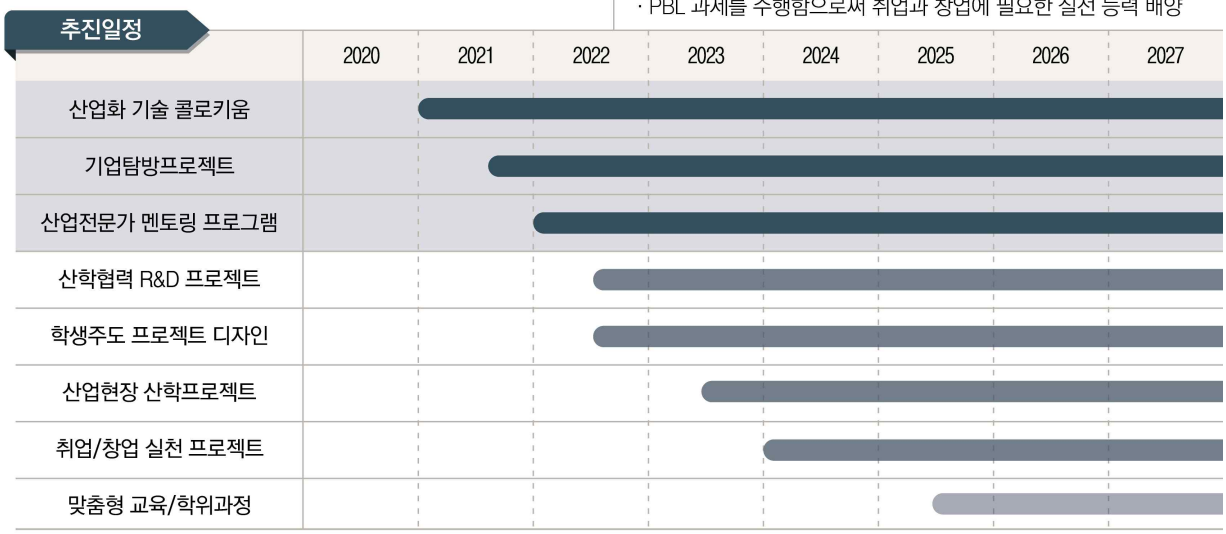
[그림 4-1-4] 지역 연구소/산업체와의 공동교육 추진 전략

다. 공동교육 프로그램 구성 및 운영계획

- **(교과 구성)** (1) 산업화 기술 콜로키움 운영방안: 국내외 IoH 진단 및 치료 관련 산업체 연구자들로만 구성된 정기적 세미나 수업, (2) 기업탐방프로젝트(Co-op) 운영방안: 대학원생들을 국내 관련 산업체에 파견하여 실무역량 강화 수업, (3) 산업전문가 멘토링 프로그램 운영 방안: 산업체 전문가를 활용한 학생 멘토링 수업등과 같은 3가지 산학 공동 교육 프로그램을 먼저 시작할 계획임.
- **(비교과 구성방안)** (1) 산학협력 R&D 프로젝트: 기업체가 제시가하는 산업현장 문제 해결과제 수행, (2) 학생주도 프로젝트 디자인: 학생 스스로 산업체 문제 제시 및 프로젝트 디자인, (3) 산업현장 산학프로젝트: 산업현장의 문제 해결을 위해 학생이 직접 산업체 현장 참여, (4) 취업/창업 실천 프로젝트: 학생들의 취・창업에 필요한 실전 능력 배양 프로그램등과 같은 방안을 계획하고 있음.
- **(운영계획)** 교과 구성 프로그램은 1차년도에 계획수립을 완료하고, 2차년도부터 실시할 계획임. 비교과 구성 프로그램들은 프로그램 계획 수립 후 3~4차년도부터 점진적으로 진행을 할 계획임.
  - 장기적으로는 맞춤형 교육과정 개발 (대기업 및 풀뿌리 지역 기업을 포함한 산업체의 요구를 반영한 주문형 교육 Track을 개발), 실습 위주의 교육 강화 (최고 수준의 융복합 바이오 첨단 소재 공동 장비 센터 적극 활용), 맞춤형 학위과정 개설 (주문형 학위과정 및 학연산 협동석/박사 과정 도입) 프로그램들을 점진적으로 도입할 계획임 (5-6차 년도) [그림 4-1-5].

산업체, 지자체, 지역사회 등과의 공동교육 프로그램 구성 및 운영계획

교과 구성	비교과 구성방안
산업화기술 콜로키움 (전공 필수 1학점)	**산학협력 R&D 프로젝트**
• 국내외 산업체 (대기업, 벤처기업) 연구자를 활용 하여 정기적으로 세미나 수업 강의	• 기업체가 제시한 산업현장의 문제를 해결하는 과제 수행 (기업이 연구개발비 부담한 과제 포함)
기업탐방프로젝트 (전공 선택 2학점)	**학생주도 프로젝트 디자인**
• 대학원에서 방학 중 산업체에 소속되어 기업문화의 이해와 자율적인 협력 강화	• 담당교수 지도하에 학생 본인이 직접 산업체 문제를 제시하고 프로젝트를 디자인
산업전문가 멘토링 프로그램 (전공 선택 2학점)	**산업현장 산학프로젝트**
• 산업체 전문가를 활용하여 학생의 실무 노하우와 도전정신 배양을 위한 멘토링 실시	• 산업현장의 문제를 해결하기 위해 학생이 국내외 산업체 현장에 직접 참여
	취업, 창업 실천 프로젝트
	· PBL 과제를 수행함으로써 취업과 창업에 필요한 실전 능력 배양



[그림 4-1-5] 산업체, 지자체, 지역사회와의 공동교육 프로그램 구성 및 운영계획

2.2 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

<표 4-2> 최근 5년간 이공계열 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">1</td><td rowspan="5">임동권</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">화학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 임동권, 안동준</td></tr>
<tr><td>② 초발수 특성을 가지는 표면 형성방법</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고분자화학</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-2019315</td></tr>
<tr><td>⑤ 2019</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
본 특허는 초발수특성을 가진 표면의 형성방법에 관한 특허로서, 나노 마이크로 입자들의 부착을 최소화 하는 기능을 가지고 있으므로, 용액상 나노공정을 통한 조립기술등의 산업상 이용가치가 매우 높음. 기존에 알려진 실란화합물의 화학적인 용액상 표면 개질 방법의 용이성과 나노구조 형성을 통한 우수한 초발수 특성을 모두 가지고 있는 혁신성 높은 방법임.
2. 세부전공분야의 기여도
다양한 소재의 표면 개질을 통한 기능성의 부여는 센서 기술의 핵심 요소기술이며, 특히 자기 조립을 통한 나노구조의 형성은 약물전달기술에 한정하여 적용되어 오던 분야이지만, 자기조립에 의한 나노구조 형성에 관한 원리를 발상의 전환을 통해 기존 기술의 한계를 극복하는 기술로 활용되었음.
3. 교육연구단의 비전과 목표의 부합성
본 교육연구단이 추구하는 IoH 치료에 적용되는 첨단소재의 소재 가공 분야와 관련성이 높은 특허로서, 소자 제작의 효율을 극대화 하기 위한 용액상 공정에서 나노, 마이크로 입자의 손실을 최소화 하는 요소기술로 적용가능함. 또한 소자의 패키지 기술로의 단계별 표면의 분리등으로 활용가능한 기술로 본 교육연구단이 추구하는 IoH 진단 소재 및 소자 기술 분야에 활용성이 높은 특허 성과임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">2</td><td rowspan="5">임동권</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">화학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 임동권, 전용현, 이상봉, 이상우</td></tr>
<tr><td>② 방사성 동위원소 임베드 금 나노입자를 포함하는 복합체, 이를 포함하는 조영제 및 항암 면역 치료용 약학 조성물</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고분자화학</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-1884987</td></tr>
<tr><td>⑤ 2018</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
본 특허는 바이오 이미징 분야에 사용가능한 나노입자 조영제에 관한 내용으로서, 생체적합성이 우수한 무기물 나노입자인 금나노입자을 활용한 새로운 형태의 조영제 물질을 제시하는 연구 성과임.
기존 방사성 동위원소를 사용하는 조영제는 동위원소가 킬레에션된 저분자들이므로 생체내 체류시간이 짧고 독성을 나타내는 단점이 있음.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
기존에 나노입자 형태 연구도 시도되고 있으나, 방사성 동위원소가 생체내에서 방출되는 등의 단점과 생체내에서의 분해 배출에 관한 이슈로 인하여 아직 임상에서 사용되지 못하는 단점이 있음. 본 특허는 기존의 근본적 문제점을 해결할 수 있는 방안을 제시하는 특허로서 동위원소가 무기물(금) 나노입자 내부에 임베드 나노입자로 제조되어 동위원소의 높은 신호세기를 생체내에서 유지할 수 있는 방법을 제시한 특허임.
3. 교육연구단의 비전과 목표 부합성
본 교육연구단이 추구하는 IoH 진단에 적용되는 첨단소재와 매우 밀접한 소재에 대한 특허로서, 나노물질 기반 조영제의 의학적 적용 가능성을 높여주는 연구 결과물로 판단됨. 본 특허는 본 사업단 참여교수가 아이디어 제안 및 물질합성을 진행하고, 생체내 분자영상 이미징을 통한 평가를 진행한 화학과 의료분야의 공동연구를 통한 연구 업적임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">3</td><td rowspan="5">이승우</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">물리학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 이승우</td></tr>
<tr><td>② 표면 개질된 금속 나노입자, 이를 포함하는 복합체 및 이의 제조 방법</td></tr>
<tr><td rowspan="3">광기술</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-1725662</td></tr>
<tr><td>⑤ 2017</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
금나노입자는 약물전달, 유전자 치료제, 광을 기반한 메디컬 치료와 같이 바이오-메디컬 재료로 광범위하게 이용되고 있다. 이러한 금나노입자의 생체내 환경에서 안정적으로 분산을 시키기 위해서는 금나노입자 표면에 리간드 물질을 붙여야 한다. 기존에 알려진 싸이올(-SH) 그룹을 금원자에 직접 붙이는 방법은 그 화학적 안정성이 떨어진다고 알려져 있어 실제 바이오-메디컬 소재로 이용하기 어렵다. 본 특허에서 개발한 방법은 아자이드와 싸이올 사이의 공유결합을 통해 금나노입자 표면에 리간드를 매우 안정적으로 붙이는 방법이다.
2. 해당세부전공분야의 기여도
이는 화학방법은 리간드의 종류에 상관없이 일반적으로 적용이 가능한 방법이며, 실제 다양한 작용기를 붙여서 테스트를 하였다. 그 결과 다양한 pH 및 온도 환경, 그리고 Biological Fluid 환경에서도 금나노입자의 분산도를 매우 안정적으로 유지할 수 있었으며, 이를 바탕으로 금나노입자의 바이오-메디컬 응용의 안정성을 크게 향상시켰다고 할 수 있다.
3. 교육연구단의 비전과 목표 부합성
본 특허는 교육연구단이 추구하는 IoH 진단과 치료에 모두 적용되는 원천기술로 활용 가능한 특허임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">4</td><td rowspan="5">김동휘</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">화학공학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 김동휘, 이건희, 박정원, 한성범</td></tr>
<tr><td>② 산소 투과도 조절이 가능한 3차원 세포배양 칩</td></tr>
<tr><td rowspan="3">생물화학공학</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-1894279</td></tr>
<tr><td>⑤ 2018</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
기존의 2차원 배양 세포와 3차원 배양 세포를 비교하였을 때, 세포의 생존율 및 단백질 분비량의 차이가 난다는 연구들이 발표됨에 따라 3차원 세포 배양기술에 관심이 집중되고 있다. 우수한 생사 모사 특성으로 3차원 세포 배양을 위한 플랫폼들이 개발되고 있지만 세포 집합체의 사이즈를 제어하기 어려우며, 실제 활용에는 한계가 있음. 또한 최근 개발된 마이크로웰 플래이트는 세포집합체를 대량 생산할 수 있으나 재질의 특성상 산소의 투과도가 상당히 낮음.
2. 새부전공분야의 기여도
본 발명은 세포의 성장 및 증식, 기능에 있어 중요한 역할을 하는 산소를 충분히 공급하며 일정한 크기의 세포집합체를 균질하게 생산하기 위한 세포 배양 플랫폼 제작에 관한 기술이다. 특히 각 조직은 특정 수준의 산호 농도가 필요한데 본 기술을 통해 궁극적으로 각 장기 특이적으로 산소 투과도 조절이 가능한 마이크로칩을 개발함으로써 3차원 세포집합체를 대용량으로 생산 가능한 의료 장비 개발이 가능함.
3. 교육연구단 비전과 목표 부합도
본 연구성과는 정확한 3차원 세포배양을 통해 환자맞춤형 진단을 더욱 고도화 할수 있는 원천기술로서, IoH 진단과 치료 분야 파급효과가 높은 연구성과로 본 교육연구단의 연구 및 교육 방향에 부합함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">5</td><td rowspan="5">조대호</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">생물학</td><td rowspan="5">기술이전</td><td>① 조대호</td></tr>
<tr><td>② 치료제로서의 펩타이드의 용도 특허 6건의 기술 이전</td></tr>
<tr><td rowspan="3">세포면역</td><td>③ (주)바이오펩</td></tr>
<tr><td>④ 500,000(천원)</td></tr>
<tr><td>⑤ 2018</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
신약 개발에 있어서 나노 바이오 소재는 향후 미래를 주도할 신산업 소재로 전망되고 있음. 특히, 저분자의 펩타이드 소재는 항원성이 낮고 단가도 저렴하며 무엇보다도 독성이 매우 낮다는 측면에서 기존의 고분자 화합물 신약의 부작용을 극복할 수 있을 것으로 기대함. 본 연구진은 면역 조절 효능 측면에서 뛰어난 사이토카인으로부터 핵심 기능을 보유한 부분을 찾고, 이를 바탕으로 일부 아미노산 서열을 보완 또는 치환하는 modification을 통하여 작은 사이즈의 펩타이드를 제작하여 수백여개의 라이브러리를 확보하였음. 이를 바탕으로 확보된 치료제로 사용가능한 펩타이드의 특허 6건을 바이오펩에 기술 이전을 하였음.
2.. 해당 세부 전공 분야의 기여도
환자맞춤형 펩타이드의 발굴 및 구조 변경등을 통한 효능의 개선등은 IoH 진단을 통한 환자 data를 기반으로 하는 치료 소재의 도출 과정의 이해와 발전에 기여도가 높은 연구 성과임.
3. 교육연구단의 비전과 목표 부합성
교육연구단의 산학협력 추진의 기반으로 활용 가능성 높음. 창업 경험과 기술의 사업화 과정에 관한 실증적 지식을 기반으로 본 교육연구단의 교육과 연구에 활용가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">6</td><td rowspan="5">조대호</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">생물학</td><td rowspan="5">"기술이전"</td><td>① 조대호</td></tr>
<tr><td>② “염증성 질환의 예방 또는 치료용 펩타이드 및 이의 용도”(“출원 10-2016-0028227”)외 특허 2건 양도 계약</td></tr>
<tr><td rowspan="3">세포면역</td><td>③ (주)바이오펩(현재 카인사이언스로 상호 변경됨)</td></tr>
<tr><td>④ 1,000,000 (천원)</td></tr>
<tr><td>⑤ 2017</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성 혁신성
환자 맞춤형 염증, 피부 질환 치료제로 사용 가능한 저분자 펩타이드 소재 등록 특허 3건의 관련기술에 대한 것임. 기술이전료(10억원)의 성과를 도출한 바 있음. (기술이전 특허 3건: “염증성 질환의 예방 또는 치료용 펩타이드 및 이의 용도 (출원번호 10-2016-0028227,등록번호 KR101897121B1)” “염증성 질환의 예방 또는 치료용 펩타이드 및 이의 용도 (출원번호 10-2016-0028229, 등록번호 KR101897122B1)”“피부 재생 또는 상처 치료용 펩타이드 및 이의 용도 (출원번호 10-2016-0034327, 등록번호 KR101969904B1))”
2. 해당 세부전공 분야의 기여도
고령화 사회에 증가하고 있는 질병인 염증성 질환의 효과적인 치료가 필요하며, 이를 위해서는 부작용이 없는 소재 기반의 치료제의 후보물질이 필요한 상황에서 3건의 원천 특허는 모두 의약품 시장에서 주목하는 나노 바이오 소재로, 저분자의 펩타이드 소재와 각각의 치료 효능에 대한 내용임.
3. 교육연구단의 비전과 목표 부합성
환자 맞춤형 IoH 치료 분야의 혁신 소재로서 활용가능한 연구성과 및 기술이전 성과임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">7</td><td rowspan="5">왕건욱</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">재료공학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 왕건욱, 권순방</td></tr>
<tr><td>② 단일 나노 공극 구조를 이용한 산화물 기반 저항 스위칭 메모리 소자 및 그 제조 방법</td></tr>
<tr><td rowspan="3">유기전자재료</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-1948638</td></tr>
<tr><td>⑤ 2019</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성·혁신성
2003년 NIH에서 인간게놈프로젝트를 공표한 이래로, 헬스케어, 유전학, 약학 등의 고부가가치 산업으로의 응용을 위해 더욱 빠르고 저비용의 게놈 시퀀싱 기술에 대한 요구가 현재까지 지속되고 있다. 최근, 단분자 분석기술 이나 표지자 없는 시퀀싱에 고체상태의 나노공극이 필요하며, 나노공극을 이용한 고 효율의 시퀀싱 기술 개발에 대한 연구가 활발함.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
본 발명은 세라믹 소재 표면에 증착된 금속에 열을 줌으로써, 금속/세라믹 사이에서 발생되는 토크힘에 의해 금속이 세라믹 안쪽으로 파고 들어가 단일 공극 구조를 형성시키는 기술이다. 온도, 금속두께, 소재간 조합 등을 통해 특정한 기하학적 구조로 설계/제작 가능하기에, 다양한 시퀀싱 기술의 원천기술로 활용가능함.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
본 연구성과는 IoH 진단 분야에 적용이 가능한 차세대 유전자 서열의 시퀀싱을 위한 원천기술로 활용 가능하며, 실현되는 경우 파급효과가 매우 높은 분야로 예상됨. 특히 저비용 및 간단한 공정 과정만을 이용하였기 때문에, IoT 진단 소재 연구와 이에 기초한 산업화 가능한 기술 개발 연구를 추구하는 본 교육연구단의 방향과 부합함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">8</td><td rowspan="5">윤영수</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">고분자공학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 윤영수</td></tr>
<tr><td>② 커피찌꺼기로부터 얻어진 에너지저장소재용 다공성 탄소나노쉬트</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고분자재료</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 1017304360000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2017</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 그래핀과 유사한 2차원 탄소소재를 (1) 저렴한 전구체를 이용하여, (2) 단순한 공정으로 (3) 높은 수율로 얻는 것을 목표로 진행되었으며, 로스팅 과정을 거친 커피콩의 탄소 단위구조체를 열분해 과정 전에 박리시키는 공정을 통해 대량의 2차원 탄소나노소재를 제조하는 기술을 확보하였음
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 2차원 탄소 나노소재의 높은 체적 대비 표면 비율과 높은 전기전도도, 잘 발달된 활성점 등으로 인해 에너지저장용 전극소재로 매우 높은 관심을 받고 있으나 대량생산의 어려움으로 인해 응용이 제한되는 문제가 있음.
- 슈퍼커패시터, 이차전지, 하이브리드 커패시터 등 다양한 에너지저장기기의 전극소재로 활용되고 있으며, 기술이전을 위한 양산 기술을 개발하고 있음
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 천연고분자소재에서 유래한 2차원 탄소소재에 대한 개발을 통해 바이오진단, 의료용기기 뿐만 아니라, 온열암치료용 소재, 약물전달용 담체 등으로 응용이 가능하며, 본 연구에서 개발된 공정기술을 이용하여 다양한 단백질, 셀룰로오스와 같은 천연고분자의 나노구조화 기술을 개발 할 수 있을 것으로 예상됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="6">9</td><td rowspan="5">윤영수</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">고분자공학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① 윤영수</td></tr>
<tr><td>② 나트륨 이온 저장용 초박막 중공 탄소 나노입자 및 그 제조방법</td></tr>
<tr><td rowspan="3">고분자재료</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 1017902340000</td></tr>
<tr><td>⑤ 2017</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성·혁신성
- 본 연구에서는 광열암치료를 위해 약물담지/방출과 열흡수/전도가 가능한 소재의 개발을 목표로 했으며 이를 위해 생체적합성이 우수한 단백질 소재의 양친성 특징을 이용하여 수분산 된 실리카입자를 코팅 한 후 초박막(2~3 nm) 중공구조의 탄소 나노입자(500 nm)를 개발함
2. 해당 세부전공분야의 기여도
- 단백질의 열분해를 통해 제조된 파이로프로테인은 생체적합성이 우수하고 생분해도 조절이 용이하여 바이오메디컬 분야에서의 잠재성이 매우 높음. 파이로프로테인 중공 나노입자는 약물의 담지 및 방출이 용이하며, 전자기파의 흡수에 따른 열전도가 매우 높아 광열암 치료를 위한 최적의 소재임.
- 초박막 중공 탄소 나노입자는 나트륨 이온의 저장 특성이 우수하여 체내의 나트륨 이온을 전하수송체로 사용하는 전극 활물질로 사용이 가능하며, 따라서 이러한 기능을 활용하여 체내구동형 에너지저장기기의 전극소재로 활용되고 있음
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
- 본 교육연구단이 추구하는 환자 data에 기반한 맞춤형 치료 소재로 활용 가능성이 높은 소재로서, 나아가 생체내에서 자가 발생하는 전력원으로 활용하는 연구로 확장이 가능함.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>전공분야
세부전공분야</td><td>실적구분</td><td>특허, 기술이전, 창업 상세내용</td></tr>
<tr><td colspan="5">특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="7">10</td><td rowspan="5">황석원</td><td rowspan="5">[redacted]</td><td rowspan="2">전자/정보통신공학</td><td rowspan="5">특허</td><td>① John A. Rogers, Fiorenzo G. Omenetto, 황석원, Hu Tao, Dae-Hyeong Kim, David Kaplan</td></tr>
<tr><td>② 프로그램변형을 실행하도록 설계된 과도 장치</td></tr>
<tr><td rowspan="3">반도체소자/회로</td><td>③ 대한민국</td></tr>
<tr><td>④ 10-1979354</td></tr>
<tr><td>⑤ 2019</td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 연구의 창의성
본 발명은 내부/외부 자극에 의해 전기적 혹은 물리적으로 변형될 수 있는 능동 (active) 및 수동 (passive) 전자 소자를 포함한 transient 시스템 개발에 대한 것으로서 소재, 이론적 모델, 제조 방법, 디자인, 그리고 시스템 수준의 transient 전자 기술에 대한 내용을 포함하고 있음. 기존의 전자 시스템이 고장없이 장시간 사용하는 것을 목표로 하였다면, 개발된 transient electronics는 그 와는 반대의 형태, 즉 일정기간 안정적 작동을 한 후에 필요에 따라 체내에서 재흡수 혹은 용해되어 체외로 배출되는 형태의 기술로 전세계에서 최초의 결과임.
2. 해당 세부전공분야의 기여도
생체에 무해한 소재로 이루어진 본 기술은 웨어러블 패치 시스템에 적용하여 피부 트러블을 최소화 할 수 있으며, 생체 삽입형 시스템에 활용될 경우 삽입을 통해 다양한 정보 수집 후, 체내에서 자연스럽게 흡수될 수 있는 큰 장점으로 삽입된 전자 소자를 제거하기 위한 2차 수술이 필요없으며 그로인한 부작용을 최소화 할 수 있음.
3. 교육연구단의 비전과 목표와의 부합성
본 연구단이 지향하는 목표 중에 하나인 IoH 바이오·메디컬 진단 소자 개발(피부부착형, 생체내 삽입형 체내 신호 모니터링)에 있어 핵심 원천기술로 활용될 수 있음.</td></tr>
</table>

2.3 산학협력을 통한 (지역)산업문제 해결 실적의 우수성

<표 4-3> 최근 5년간 참여교수 (지역)산업문제 해결 대표실적

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>(지역)산업문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">실적의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>김동휘</td><td>[redacted]</td><td>생물화학공학</td><td>환자 맞춤형 치료에 적용 가능한 바이오 소재 후보 물질의 부족과 가공, 평가기술의 부재한 상황을 극복하기 위하여 유망 바이오 소재의 추출방법과 산업화에 필요한 가공, 평가 기술의 확보가 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(스타트업 기업 (스타스테크)의 사업화 원천기술의 부족 문제를 해결을 위한 연구 수행)
1. 창의성과 혁신성
스타트업 기업 (스타스테크)의 사업화 원천기술의 부족 문제를 해결하기 위하여 중소기업기술정보진흥원의 창업성장기술개발사업 (2019.10.1.~2021.9.30.)을 공동으로 수행하면서 생태계를 파괴하는 해양 폐기물의 하나인 불가사리에서 미량으로 존재하는 콜라겐 펩티드를 추출하여 고부가 가치 화장품 원료 물질로 개발하고자 하는 연구를 진행하여, 추출, 가공, 평가 기술을 개발하여 기업에 제공함. 콜라겐의 글로벌 시장 규모는 연평균 6.5%이상의 급성장 추세로 2025년 7조원 이상을 상회할 것으로 예상되므로, 스타트업 기업의 원천기술 부족 문제를 해결하는데 기여하였음.본 기술은 기존 동물성 콜라겐을 이용한 기능성 화장품의 진입이 제한되었던 할랄 화장품 시장 등 새로운 분야로 확장 가능함.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 교육연구단이 추구하는 산학협력 활성화와 부합하며, 지역 현안과 환경 문제를 해결하고자 하는 매우 창의적이고 도전적인 연구결과로 사료되며 본 교육연구단이 추구하는 환자 맞춤형 바이오소재분야에 적용가능한 결과임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>김명기</td><td>[redacted]</td><td>광기술</td><td>전자 장치의 크기의 소형화로 인한 신호처리의 지연, 에너지 소비의 증가, 도선들 간의 혼선 문제가 극복하기 힘든 난제이지만, 미래 초규모 data처리, 초소형 소자의 구현을 위한 필수 요소기술로서 반드시 확보가 필요한 기술분야</td></tr>
<tr><td colspan="4">(삼성전자 미래기술육성센터와의 미래기술 선제적 확보를 위한 연구)
1. 창의성과 혁신성
컴퓨터를 비롯한 전자 장치들의 집적도가 높아짐에 따라 신호처리의 지연, 에너지 소비의 증가, 그리고 도선들 간의 혼선 등이 심각한 문제로 대두되고 있음. 단일 프로세서로부터 발생하는 열의 양이 생산자가 비용으로 처리할 수 있는 능력의 한계를 넘어서고 있음. 이러한 전자 장치의 에너지 비효율성을 극복해야, 미래 정보산업의 계속적 발전을 보장할 수 있음. 이러한 문제를 해결하기 위해 삼성전자 미래기술육성센터 연구과제로 빛을 이용한 광인터커넥트 개발에 관한 연구를 진행하였음. 전자 장치에 빛을 이용하게 되면 에너지효율이 향상될 뿐만 아니라, 넓은 신호 대역폭 및 낮은 신호 혼선율을 갖기 때문에, 더 빠르고 안정적으로 신호를 처리가 가능. 광 기반 집적소자개발은 현재 전 세계적으로 매우 경쟁이 치열한 분야로써, 미국을 비롯한 여러 선진국에서 과감한 투자를 통해 관련 분야의 핵심 기술들을 선점해 나가고 있음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 연구를 통해 달성된 고성능 고효율 광통신소자 개발은 지금까지 개발된 광소자들의 한계를 뛰어넘는 수준으로 학술적인 가치가 높을 뿐만 아니라 향후 실리콘 기반 광회로 및 관련분야 산업에 미치는 파급효과가 상당히 클 것으로 기대됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>(지역)산업문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">실적의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>왕건욱</td><td>[redacted]</td><td>유기전자재료</td><td>생체신호 모니터링 소자 및 기타 전자소자 기술의 구현에 필수적인 요소기술인 소재의 표면처리 기술의 고도화에 어려움을 겪는 국내 기업에게 고내구성을 가진 표면에너지 제어가 가능한 표면 처리 기술, 소재의 재구성 등의 기술을 제공하여 기업의 원천기술 부족을 해결</td></tr>
<tr><td colspan="4">(KCC 유리막 연구팀과 공동연구를 통한 코팅 기술 개발 연구)
1. 창의성과 혁신성
Glass 표면에서 액체의 젖음을 효과적으로 제어할 수 있는 표면 제어 기술은 과학적·산업적인 응용 측면에서 매우 중요하게 부각되고 있으며, 이를 해결하기 위하여 표면의 표면 에너지를 제어하는 다양한 방법등 (나노 구조체, 얇은 금속 산화물등을 이용한 방법)이 보고되었지만 대면적으로 균일하게 코팅하기 어렵고 빛 투과/반사의 왜곡 현상, 투명도 저하 등의 문제가 발생하고 있음. 산업현장에서 중요한 난제로 인식되고 있으며 미래 시대의 고부가가치 소재 및 유리 산업 발전을 위해 반드시 극복해야 할 문제로 인식되고 있음. 이를 위해 KCC 유리막 연구팀과 공동연구를 통해 표면 에너지 제어가 가능한 무기물 기반의 고내구성 유리코팅막을 Sputtering 방식으로 개발하였음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 교육연구단이 추구하는 IoH 진단 소재가공, 소자 구성에 필수적인 요소 기술 분야이며, 소재의 표면 에너지 제어, 내구성 향상, 투명도 유지, 소재 조합에 따른 소재의 성능 데이터베이스 구축 및 분석, 유리막 코팅기술에 대한 방법론을 구축. 소재의 발수성, 내구성, 투명성, 비용 등의 여러 기술적인 이슈를 극복/개선이 가능한 원천 기술로 활용이 가능함.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>이승우</td><td>[redacted]</td><td>광기술</td><td>자율주행 차량, 생체내 광학신호 검출등에 핵심 요소 기술 분야인 고성능 광학 센서 구현에 필요한 원천소재 및 공정기술의 확보가 필요한 상황.</td></tr>
<tr><td colspan="4">(현대자동차/기아자동차와 광학센서 원천기술 개발을 위한 공동연구)
1. 창의성과 혁신성
국내 자율주행 차량용 광학 센서 소재의 기반 기술은 그 시의적 중요성에도 불구하고 원천성이 매우 약하며 대부분의 관련 소재들을 전부 해외에 의존하고 있음. 본 참여교수는 공정성이 대폭 강화된 소재 기반 광학 센서 국산화 기반 기술을 개발하였고 관련 특허를 현대자동차/기아자동차와 같이 2019년 출원하였음(10-2019-0162865). 고분자 및 유체와 같은 생체/환경 친화적 소재의 사출 공정을 통해 광학 센서에 필요한 렌즈/무반사코팅막을 매우 경제적인 방법으로서 기존 벤츠/BMW와 같은 회사의 제품과 비교하여 우수한 성능으로 생산하는데 성공한 바 있음. 생산단가를 20% 수준으로 낮추면서도 우수한 기능성을 확보한것으로 평가되고 있으며, 기술의 국산화에 크게 기여한 성과임.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 교육사업단이 추구하는 연구목표인 생체신호 모니터링에 필요한 IoH 진단 소자의 구성에 활용이 가능한 성과이며, 자율차량용 광학 센서의 국내 기반기술 확립에 기여한 경험은 바이오-메디컬 분야에 적용되는 광학 소재의 혁신 및 대량 생산화를 달성하기위한 연구에 직접 적용 가능한 기술 분야임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>(지역)산업문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">실적의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td>이철호</td><td>[redacted]</td><td>반도체재료</td><td>생체신호 모니터링 및 다양한 분야에 적용되는 고감도 센서에 사용되는 나노촉매의 정밀한 분석기술등 미래 소재 산업 고도화에 필요한 선도기술로 확보가 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(삼성미래기술 육성사업을 통한 광전기화학 활성 분석 기술 개발)
1. 창의성과 혁신성
광전기화학 나노스케일 촉매는 인공광합성등의 신재생에너지, 생체신호 측정/검출/진단 분야에 광범위하게 활용 가능하며, 새로운 기술 가치 창출 및 시장 개척등 산업적 파급효과가 클 것으로 기대됨. 기술·산업적 요구에 대응하기 위해서는 원자, 분자 크기 수준까지 제어 가능한 나노스케일 촉매소재의 개발과 더불어 고성능/고효율 신소재 디자인을 위해 광전기화학반응 메커니즘을 규명하고 나노촉매의 활성도를 정밀하게 분석하는 기술의 개발이 필요함. 이러한 기술·산업적 문제 해결을 위해 1) 광전기화학 반응에 필요한 과전압을 효율적으로 낮출 수 있는 수 원자층 두께의 촉매, 2) 서브 마이크로 미터 수준의 공간분해능을 가진 광전기화학 현미경 장비, 및 3) 소재의 종류, 크기, 조성, 구조, 전자물성 등에 따라 촉매 활성도를 개별적으로 상호연관 시킬 수 있는 정밀 측정기술을 개발함.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
개발된 나노촉매 신소재 및 정밀 분석 기술은 본 연구단의 목표인 IoH 진단 소재 (생체신호 측정용 나노소재, 전극소재)의 개발에 있어 정확한 성능 분석기술로 광범위하게 활용될 것으로 기대됨.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>임동권</td><td>[redacted]</td><td>고분자화학</td><td>고령화 시대에 증가하고 있는 관절염의 효과적인 치료를 위한 항염증 효과가 있는 퇴행성관절염치료제 후보 물질이 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(중견제약 기업(신풍제약)과의 치료제 신물질 공동연구를 통한 후보 물질 발굴)
1. 창의성과 혁신성
고령화 사회에서 노인인구의 증가등의 원인으로 퇴행성 관절염의 발생 빈도가 높아지고 있고, 특히 관절의 연골은 재생이 어렵기 때문에 환자의 삶의 질이 크게 저하되는 질환임. 환자의 증가가 예상되어 국내 제약 기업들이 퇴행성관절염에 생체적합도가 높은 물질인 히알루론산을 사용하여 관절의 완충효과를 부여하여 환자의 보행에 도움을 주는 물질을 이미 개발하여 임상적으로 활용을 하고 있음. 그러나 현재 사용중인 히알루론산은 항염증 효과가 없어서 관절염의 치료효과가 없는 단점이 있기 때문에, 히알루론산의 분자구조의 변형을 통한 항염증 효과가 있는 퇴행성 관절염 치료제의 개발을 시도하였음. 물질의 합성, 분석, 세포 및 동물실험을 통한 검증을 통해 가능성을 확인한 기존에 시도된 바 없는 후보 물질로 관절염의 완화 및 치료 효과의 개선에 활용성 높음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 교육사업단에서 목표로 하는 IoH 진단을 통해 확보된 환자 맞춤형 질병 치료를 위한 소재 개발 연구와 직접적인 관계가 있으며, 후속 연구를 통한 의료분야에서 임상적용이 가능한 소재가 될것으로 판단됨.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>(지역)산업문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">실적의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">7</td><td>임동권</td><td>[redacted]</td><td>고분자화학</td><td>라만 분광 신호에 기반한 초고감도 분자 검출법을 적용한 패혈증 DNA 검출기술의 원천기술의 확보와 기술 고도화를 통한 기술 사업화 단계에서의 문제점 해결이 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(신생 스타트업 기업의 원천기술 확보 및 기술 개선에 기여)
1. 창의성과 혁신성
바이오 신생 벤처기업인 모던밸류에서는 패혈증 원인균의 특이적 염기서열을 라만 분광법 신호로 확인하는 방법으로 패혈증 원인균의 검출 기술을 확보하여 국내 식약청의 허가를 통해 궁극적으로 사업화 하고자 하는 목표를 가지고 있음. 그러나 나노입자 기반의 라만 신호 증폭 기술은 아직전세계적으로 상용화 되지 않은 기술로 나노입자의 정밀한 합성과 표면 개질, 반응조건등의 조절이 필요한 분야임. 이러한 기술적 한계를 극복하기 위하여 임동권 교수와의 기술자문, 공동연구과제의 수행을 통해 완전 구형 나노입자의 합성법, DNA 표면 개질의 합성공정등의 최적화된 조건을 확립하여 극저농도의 패혈증 DNA의 라만 분광학에 기반한 검출 방법에 관한 기술의 제공을 통해 원천기술의 확보와 스타트업 기업의 기술 역량을 확보하는데 기여한 바 있음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
본 교육사업단에서 목표로 IoH 진단을 위한 소재 기술과 직접적으로 관련된 소재 기술 분야이며, 환경으로 부터의 유해인자 (바이러스, 미세먼지, 박테리아등)의 초고감도 검출 방법으로 확장이 가능한 연구 분야로 평가되고 있음.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td>조대호</td><td>[redacted]</td><td>세포면역</td><td>고령화 사회에서 증가하고 있는 관절염을 효과적으로 치료하기 위한 후보물질과 연구를 위한 인프라가 부족한 현황을 극복하는것이 필요한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(일양약품과의 환자 맞춤형 관절염 치료제의 개발)
1. 창의성과 혁신성
국내 제약기업은 고령화 사회에 증가하고 있는 질병인 관절염의 효과적인 치료제에 대한 니즈가 높으나 이를 치료하기 위한 부작용이 없는 소재 기반의 치료제의 후보물질이 필요한 상황임. 일양약품에서는 특히 부작용이 없고, 관절염의 염증 완화에 효과가 좋은 후보물질의 확보가 필요한 상황에서 조대호 교수 연구실에서 개발된 관절염 치료에 적용 가능한 펩타이드 기반의 후보 물질 Library를 이용하여 관절염 치료제의 후보 물질개발에 활용을 할수 있도록 기여를 하였음. 연구 기반을 확보하고 후속 연구에 기반이 되는 기술들 예를 들면 재조합 단백질, 항체, 과발현백터, 형질전환 마우스, 펩타이드 라이브러리 등 사이토카인 기반 연구용 소재에 관한 기술을 일양약품에 제공하여 관절염 치료제에 관한 연구 인프라 확보에 기여를 하였음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
산학협력 촉진을 위한 본 교육연구단의 비전과 부합하는 성과로 지역사회와의 협력을 통한 (지역)산업문제를 해결하는 좋은 예가 될 것이며, IoH 환자 맞춤형 치료용 소재의 원천기술로 활용가능한 분야임.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">연번</td><td>참여교수명</td><td>연구자등록번호</td><td>세부전공분야</td><td>(지역)산업문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">실적의 적합성과 우수성</td></tr>
<tr><td rowspan="2">9</td><td>조대호</td><td>[redacted]</td><td>세포면역</td><td>고령화 시대에 증가하고 있는 피부 질환을 치료할수 있는 산업화가 가능한 환자 맞춤형 피부질환 치료제 후보물질, 소재 기술의 부족 문제</td></tr>
<tr><td colspan="4">(일양약품과의 환자 맞춤형 피부질환 치료제의 개발)
1. 창의성과 혁신성
국내 제약기업은 고령화 사회에 증가하고 있는 질병인 피부질환에 대한 효과적인 치료제에 대한 니즈가 높으나 원천기술은 부족한 상황임. 조대호 교수 연구실은 일양약품과 후보물질 탐색을 산학연 공동연구를 통해 유효한 천연물 소재를 도출하였으며, 이 결과로 2009년 1월 숙명여자대학교, 일양약품, 삼성서울병원 공동으로 면역학연구센터를 설립하였음. 일양약품과의 공동 연구를 통해 천연소재 화장품을 개발하여 상용화에 성공하였음. 식물에서 추출한 천연성분인 바이오천연소재를 기반으로 아토피용, 여드름용 (아크클리닉, 아토클리닉) 화장품을 개발하였음. 제품군으로는 일반용, 전문가용 (병원용 판매) 개발 판매하였고, 자체브랜드 사업화에 성공하여 현재까지 제품 개발 및 판매를 진행하고 있음. 자체 연구개발된 미백, 피부재생에 효능이 있는 신소재인 데카펩타이드-46을 국제화장품원집및 국내화장품 성분사전에 등재되는 성과를 거두었음.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
산학협력 촉진을 통한 실용적 기술의 연구를 목표하는 본 교육연구단의 비전과 부합하며, IoH 진단을 통해 확보된 환자 data에 기반한 맞춤형 치료제 소재로 활용 가능한 기술 분야임.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">10</td><td>황석원</td><td>[redacted]</td><td>반도체소자/회로</td><td>만성질환의 관리를 위한 일상진단 모니터링이 가능한 디바이스는 ICT 헬스케어의 핵심 기술로 인식이 되어 원천 소재와 소자 구성 기술확보가 필요하나, 국내에는 관련 기술분야에 유망한 선행기술이 부재한 상황이며, 이 분야의 연구 인프라 또한 부족한 상황</td></tr>
<tr><td colspan="4">(삼성 DMC 연구소와 공동연구를 통한 만성질환 관리 디바이스 기술 개발)
1. 창의성과 혁신성
웨어러블 디바이스는 헬스케어 분야에서의 적용이 가장 빠르게 이루어지고 있는 영역으로, 의료서비스 패러다임이 변화함에 따라 피트니스/웰니스 시장을 중심으로 성장하고 있으나 향후 건강관리 서비스 영역을 넘어 진단, 수술 및 치료 부문에도 웨어러블 디바이스가 확대 적용될 것으로 판단됨. 24시간 신체에 부착하여 주요 만성질환(심질환/간질환/당뇨등)을 관리하기 위한 차별화된 미래 기술 확보를 위하여, 삼성 DMC 연구소와 공동연구를 통해, 1) 24시간 디바이스 구동을 가능하게 하면서 동시에초박형 디바이스 구현을 가능하게 하는 저전력 센싱 기술 및 2) 심전도 外 다양한 생체 정보를 센싱할 수 있는 새로운 센서 기술, 3) 효과적인 예방 및 관리를 위한 새로운 심장 기능 지표 개발함.
2. 비전과의 부합성 및 전공분야 기여
환자는 질환 여부를 타인에게 드러내지 않고 상시 편리하게 만성질환 관리/예방이 가능해지며, 초슬림/저전력의 혁신 패치 솔루션을 확보하여 미래 원천 기술의 선제적 확보에 기여하며, 본 교육연구단의 IoH 진단용 소재 분야에 직접적으로 관련되는 소재 분야임.</td></tr>
</table>

3. 산학 간 인적/물적 교류

3.1 산학 간 인적/물적 교류 실적과 계획

가. 산학 간 인적/물적 교류 실적

교육연구단과 산학 간 교류 촉진을 위한 인프라 현황

- **(인프라 현황)** 본 교육연구단은 산학간 교류 촉진을 위한 우수한 환경을 갖추고 있음. [그림 4-2-1]
  - 10명의 참여교수 중 3명의 교수 (IoH 진단 소재 분야 황석원 교수(삼성반도체), IoH 치료소재 분야 임동권 교수(CJ 제일제당), 조대호 교수 (창업))가 기업 연구소에서 기술의 산업화 프로세서에 관한 현장 경험을 갖고 있음. 이는 교육연구단의 선행기술의 산업화 촉진에 인적 기반이 될 것임.
  - 본 대학원내에 IoH 진단과 치료 소재 영역에서 필요한 분석 및 성능평가 기기들을 갖춘 K^2 공동기기센터와 클린룸이 있으며, 교내외에 오픈되어 있어 인적/물적 교류에 중요한 역할을 하고 있음.
  - 인접한 위치에 있는 고려대학교 병원에서 주도하여 운영 중인 산업화촉진 프로그램(KU-MAGIC)을 비롯하여 다양한 프로그램에 본 교육연구단 참여교수가 활발하게 참여 중: KU-MAGIC (임동권, 김동휘교수), 나노바이오소재센터 (조대호 교수), 고려대학교 융합연구원 (조대호 교수).

교육연구단과 산학간 교류 촉진을 위한 인프라 현황

인적 구성
- 참여교수 10명중 3명이 산업체에서의 기술산업화 연구 경험 보유
- **황석원 교수:** IoH 진단 소재, 웨어러블, 생체삽입형 소재/소자
- **임동권 교수:** 나노 소재 약물전달 기술
- **조대호 교수:** 펩티드기반 맞춤형 치료 소재

연구시설 인프라
- K2 공동기기센터
  IoH 진단 소재 및 치료 소재의 기초 분석과 소자의 제작, 성능 분석(첨단 계측장비), 바이오 실험등이 모두 가능한 공동 기기 센터 운영중
- 클린룸
  고성능 진단 소재/소자 제작에 필수적인 연구 시설 (26평 규모)

산업화 촉진 프로그램
- KU-MAGIC program
  고려대학교 병원 주도의 기술사업화 특성화 기관 (참여교수 2명이 본 프로그램에 참여중)
- **나노바이오소재센터**
  산학연구 촉진 인큐베이션 센터로 조대호 교수가 책임 운영중
- **고려대학교 융합연구원**
  바이오메디컬 산학중점 기관

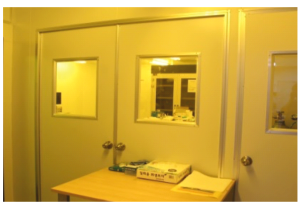
[그림 4-2-1] 산학 교류 촉진을 위한 인프라 현황

교육연구단과 산업체, 지역사회간의 물적 교류 현황

- **(현황)** 본 교육연구단은 산업체, 지역 사회와 활발한 물적 교류를 하고 있음. [그림 4-2-2]
  - 클린룸(청정실)은 IoH 진단 소재/소자 연구에 있어서 필수적인 설비로 ㈜신성엔지니어링의 기부(26평 규모, 1억원 상당)로 설치됨.
  - 한국과학기술연구원(KIST)에서는 나노공정장비(1대)와 가스분석기기 (1대)를 이전 설치하여 K^2 공동기기센터 (총 765m^2, 50개 장비)의 기기 구성을 확충하는데 기여하였음.
  - **(지역사회 연구 인프라 제공 및 교류)** K^2 공동기기센터는 석박사과정 학생의 교육과 연구에 활용될 뿐만 아니라 교내외에서 자유롭게 사용가능한 환경으로 구축되어 있기 때문에 지역 사회에 우수한 연구 인프라를 제공하는 중요한 역할을 담당하고 있음.

Shinsung Engineering

클린룸 조성 (1억원)



KU-KIST융합대학원 클린룸 (26평)

KIST 한국과학기술연구원 Korea Institute of Science and Technology

나노공정 장비(1대), 분석장비(1대)

공동기기센터 (50여종의 기기 보유)

지역사회 인프라 제공

CJ헬스케어(주), 가톨릭대학교, 건국대학교, 경희대학교, 녹십자(주), 바이오솔루션(주), 바이오인프라(주), 삼육대학교, 서울대학교 병원, 성균관대학교, 세종대학교, 스템렙(주), 어드밴스드 켐택, 올릭스(주), 이에이치엘바이오(주), 코리아바큠테크(주), 한국과학기술연구원, 한양대학교 등

외부 분석료	2017년: 8,725,000원 2018년: 11,135,000원 2019년: 13,232,500원

[그림 4-2-2] 산학간 연구 인프라 공유를 통한 물적 교류 현황

참여교수의 산학 간 공동연구 과제 수행을 통한 교류 현황

- **(현황)** 본 교육연구단 참여교수 10인중 9인이 교육연구단의 비전에 적합한 분야에서의 국내외 기업과 매우 활발한 산학 공동연구를 통한 교류를 진행하고 있음. 삼성전자등 대기업 및 중소기업과의 IoT 기술 분야 신소재 연구와 함께 IoH 치료 소재 분야에서의 바이오 관련 기업과의 공동연구가 활발하게 진행되고 있음 (최근 5년간 29억원의 연구비 수주 성과).
  - **(특징)** 산학의 연결을 위한 허브기관을 통하지 않고도 참여교수 개개인의 우수한 연구 역량을 바탕으로 국내외 기업과의 개별적인 네트워크를 활용한 산학연구의 착수 및 삼성미래재단에서의 연구과제 공모를 통한 연구과제의 수주가 대부분인 점을 감안하면 매우 활발한 산학 교류 현황임.

산학간 공동 연구를 통한 교류 현황(실적)

교육연구단 참여교수 (29억원)

IoH 진단 소재 분야		IoH 치료 소재 분야	
윤영수	• (맥스웰테크놀로지) 대량생산이 가능한 파이로폴리머 소재의 에너지 저장특성 연구 • (바이오뱅크) 현장검출용 전자동 유전자 증폭기기 개발	김동휘	• (스타스테크) 불가사리 추출 콜라겐을 활용한 화장품 소재개발
이철호	• (삼성전자) PN접합 자가 활성 광전극 개발 • (삼성전자) 2차원 밴드구조 제어 초격자 양자구조 제어, 전자전계 발광소자 개발 • (포스코) 2차원 양자구조	조대호	• (일양약품) 줄기세포 및 면역세포를 이용한 세포(항암)치료제 개발 • (카인사이언스) 혁신형 펩타이드 소재를 이용한 자가면역질환 치료제 연구 • (바이오펩) 펩타이드 바이오소재 활용방안 연구
왕건욱	• (삼성전자) 뉴로몰픽 소재/소자 연구 • (삼성전자) 웨어러블 IoT 디바이스 멀티센서 • (KCC) 고내구성 박막 제조 기술 • (도레이) 분자스케일 다이오드 구현	임동권	• (LG 전자) 용액상에서 마이크로칩 조립 기술 개발 • (LG 화학) Bioactive polymer 기반 환자 맞춤형 치료제의 개발 • (신풍제약) 항염증 기능성이 부가된 하이드로젤의 개발 • (모던밸류) 패혈증 원인균 검출 기술 개발
김명기	• (에프엠시스템) IoT 센서 삽입형 빅테이터 기반 방진/방음/방수 복합소재 시스템 개발 • (삼성종합기술연구원) 레이저기반 광자이로 센서개발 • (Merck) 액정 기반 위상제어 광원 개발 • (삼성전자) 만능파동 임피던스 정합소자기술 • (삼성전자) 메타구조 반도체 레이저	이승우	• (현대자동차) 초고굴절 콜로이드 용액 • (현대자동차) 메타물질 무반사 코팅 기술 개발 • (삼성전자) 자이언트 자이로이드 결정 • (삼성전자) 2차원 메타구조체 연구
황석원	• (삼성전자) 휴대용 심전도 설계 알고리즘. EEG 센서개발 • (메드파크) 바이오센서, 향균성 드레싱 기술의 접합. 무선 데이터 전송, 제어가 가능한 능동형 상처치료 시스템 개발 • (씨유메디컬) 고위험 부정맥 환자 상시 모니터링 시스템 개발		

[그림 4-2-3] 산학 공동 연구를 통한 교류 실적 현황 (*2020.05 현재 수행중인 과제)

- **(시사점 및 현황 분석)** 최근 5년간 산학연구를 위해 수주된 총 연구비(29억원)중에서 IoH 진단소재 분야는 18억원, IoH 치료소재 분야는 11억원이며, 단기적인 연구용역 수준의 공동연구가 아니라, 지속적이면서 기업체의 기술적 니즈가 분명한 영역에서의 실질적인 공동 연구가 수행되고 있음.
  - **(년도별 산학협력 건수)** 참여교수들의 산학 협력 신규 착수건수가 지속적으로 증가(2016년-2건, 2017년-4건, 2018년-12건, 2019년-9건)하고 있는 추세이며, 소기업으로 확대되고 있음.
  - **(산학 협력을 통한 대표 성과)** 국내 대기업 및 중소기업과의 매우 활발한 산학 공동연구를 통한 교류를 진행하고 있으며, 기업의 니즈에 적합한 IoT, IoH 적용 소재 및 소자 기술, 질병치료 및 삶의 질 개선에 필요한 바이오 소재에 관한 원천기술을 제공하는 역할을 수행하고 있음. 활발한 연구를 통해 특허 출원, 논문 발표, 기술이전등의 다양한 형태의 성과를 도출하고 있음. [그림 4-2-4]
  - **(특허 출원 성과)** 기업과 산학 연구 사업 수행을 통하여 8건의 원천특허가 출원되고 등록되었음.
  - **(논문 발표 성과)** 특허 출원과 함께 논문 발표 성과도 이철호 교수 2건, 왕건욱 교수 4건, 윤영수

교수 1건, 이승우 교수 10건으로 산학 협력을 통한 연구결과의 성과가 높음.

- **(기술이전 성과)** 조대호 교수는 산학협력을 통해 펩타이드 원천 기술, 제조기술, 치료용 신규 펩타이드 원천 특허 양도와 기술이전을 통해 2017년 기술료 10억원, 2018년 기술료 5억원, 2020년 기술료 2억원의 국내 최고 수준의 기술이전 성과를 나타내고 있음. 특히, 면역조절 저분자 펩타이드를 발굴하고 질병 치료에 적용하였으며, 류마티스 관절염을 포함한 자가면역 질환 및 골질환, 염증성 피부질환, 상처 치료 및 피부 재생 등에 효능이 탁월한 저분자 펩타이드들 확보하여 기술이전을 달성함. 임동권 교수는 산학협력을 통해 차세대 디스플레이 기술에 사용되는 기업 미확보 기술 (용액상 마이크로칩 조립기술)에 관하여 파견된 기업 연구원에게 기술이전을 실시함.

산학간 교류를 통한 대표적 성과

특허 성과

- **이철호 교수**
  '광전자화학 촉매 활성도 측정 방법 및 장치, 국내 및 PCT 출원 (10-2068733, PCT/KR2019/001721)
- **김명기 교수**
  만능 임피던스 정합을 이용한 실리콘 기판 또는 게르마늄 기판 상의 무반사막 및 그 형성 방법", 특허출원 제10-2020-0040516
- **조대호 교수**
  염증성 질환의 예방 또는 치료용 펩타이드 및 이의 용도"("출원 10-2016-0028227")외 특허 2건
- **왕건욱 교수**
  특허 2건, 인공 시냅스 소자 (10-2088239),
- 산화물 메모리(10-1948638)
  이승우 교수
  적외선용 무반사 렌즈 (10-2019-0116286)

논문 발표 성과

- **이철호 교수**
  Nano Energy 2019,
  Energy Environ. Sci 2016 에 발표함.
- **왕건욱 교수**
  Nature Comm. 2020,
  Adv. Func. Mater. 2019,
  ACS AMI 2019, Adv Mater. 2018 발표함.
- **윤영수 교수**
  Nanoscale Research Letters 2018 발표
- **이승우 교수**
  Optics Express 외 10편의 논문을 발표

기술 이전 성과 (5건)

- **조대호 교수**
  (2016) (주)카인사이언스에 펩타이드 제조 기술 이전 (기술료 1억원)
  (2017) 3건의 특허를 (주) 바이오펩에 양도 및 치료용 펩타이드 기술이전 성과 (10억)
  (2018) (기술료 5억원)
  (2020) (주)카인사이언스에 혁신펩타이드 기술이전 (기술료 2억원)
- **임동권 교수**
  (LG 전자) 마이크로 LED 조립 기술 기술 전수 기업체 연구원 파견 공동연구)

[그림 4-2-4] 산학간 공동 연구를 통한 교류 실적 현황

지역사회와 기타 교류 활동

- **(현황)** 본 교육연구단의 참여교수는 산업체와의 기술교류외에도 과학 문화 확산과 지역 사회의 과학교육에 관한 수요에 부응하여 지역사회와 활발한 교육 교류활동을 하고 있음. [그림 4-2-5]

- **(임동권 교수)** 과학 문화확산과 미래과학기술 인재 양성을 위해 한국연구재단이 주관하는 금요일의 과학터치, 토요과학강연회를 통한 지역사회 교류 활동 (2018 (3회), 2019 (3회)) (서울 방산고, 당곡고, 정동도서관, 서울과학기술회관, 대구 영남고등학교등)
- **(김동휘 교수)** 한국분자세포생물학회가 주최하는 경암바이오유스 멘토링 및 실험체험 수업을 통해의 미래과학기술 인재 양성을 위한 활동을 하였음. (고등학생 (2017(3명), 2018(13명), 2019(13명)).
- **(윤영수 교수)** 인천원당고등학교 강연 (2019) (주제: 4차산업시대에 인재가 되는법)
- **(이승우 교수)** 경기과학고등학교 심화 R&E 프로그램으로 6명 학생의 지도교수로 활동 (2016~2018)
- **(김명기 교수)** 서울화곡고등학교(21명), 판교중학교(11명) 학생들을 대상으로 현장실습진행 (2016)

[그림 4-2-5] 지역사회와 기타교류 활동 (화곡고등학교, 판교중학교 학생들 대상 현장실습 사진, 2016)

나. 산학 간 인적/물적 교류 계획

교육연구단과 산학간 인적/물적 교류의 비전과 추진 과제

- **(본 교육연구단의 산학 교류 비전)** IoH 진단 및 치료 소재 원천 기술의 산업화를 촉진하고, 나아가 기술과 교육의 선순환 생태계를 형성하는데 중추적인 역할을 하는 것을 비전으로 설정하였음.
  - 교육연구단은 4차산업 혁명과 미래 초연결 사회를 대비하는 미래 소재/소자 원천 기술을 기업에 제공하는 역할을 담당하고, 기업은 대학으로부터 기술과 우수한 인력을 확보하는 선순환 구조의 형성이 바람직한 산학 협력 모델임. [그림 4-2-6]
  - 또한 대학은 기업의 기술적 수요를 반영하여 연구를 설계하고, 기업은 산업화 역량을 대학에 전파하는 역할을 통해 궁극적으로 선순환 생태계가 완성될 것으로 기대됨.

산학 분야 3대 추진과제	핵심지표	교내외 산학 인프라 활용
• 바이오 소재 관련 기업과의 네트웍 강화 (기업 연구자의 교육, 연구에 직접 참여 확대) • 대학원생에 기업과의 장기 공동연구 기회 제공, 기업 니즈 반영 연구주제 설정 • 창업 기술지원 프로그램 운영	산학협력 지수	• 홍릉 밸리 (지역 기반 산학연 클러스터) 참여를 통한 기술 파급 촉진 • 고려대학교 병원 (KU-MAGIC 프로그램) (산업화 촉진 프로그램 활용, 연계) • 고려대학교 융합연구원 (사업화 촉진 기관) • 고려대학교 나노소재바이오센터 (조대호 교수) (산업화 촉진 기술 사업화 역량 활용)

교육연구단 산학협력의 비전	• IoH 진단 소재 와 치료 소재 원천기술의 산업화을 촉진하고 기술과 교육의 선순환 생태계를 형성

[그림 4-2-6] 산학간 공동 연구를 통한 교류 실적 현황

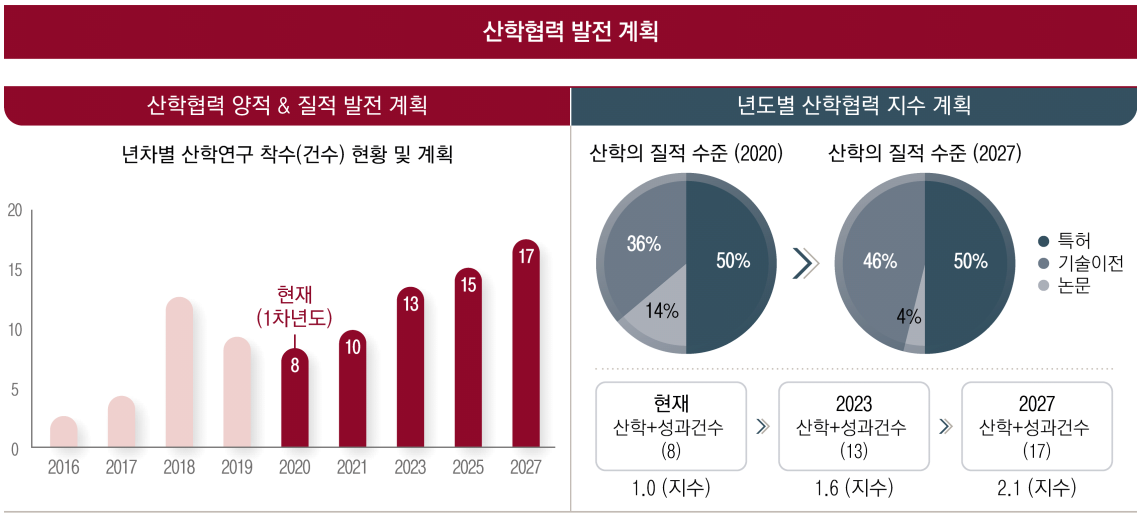
- **(산학 교류 촉진을 위한 추진과제)** 본 교육연구단의 비전을 실현하기 위하여 산학분야 3대 추진 과제를 설정하여 산학 간 인적/물적 교류를 촉진하고자 함.
  - 기업체 연구자와의 네트워크를 확대하여 연구의 접점을 강화하고, 기업과 공동으로 운영하는 교육 프로그램의 확대할 계획임.
  - 기업과의 장기 공동연구 프로그램(정부과제 수주) 및 기업의 니즈를 반영한 연구 주제 설정 (산업화 공백기술)을 통한 연구력이 부족한 소기업에 대한 기술 제공 역할 수행.
  - 교수 및 학위과정 학생들의 창업을 통한 산업화 역량 수준의 향상과 이를 통한 산업체와의 공동연구 수행을 통한 기술의 산업화가 더욱 가속화 될 것으로 기대됨.

- **(산학 교류 촉진을 위한 인프라 활용 방안)** 본 교육연구단이 위치하는 KU R&D center는 고려대학교 병원과 인접하며, 참여교수 중 조대호 교수가 설립한 나노소재바이오센터는 교육연구단 참여교수의 실험실, 공동기기센터와 같은 건물, 같은 층에 위치해 있기 때문에 상호 긴밀한 소통이 가능한 구조임. 본 연구교육단의 IoH 진단 및 치료 소재 원천기술을 기반으로 고려대학교 융합연구원과 KU-MAGIC 프로그램을 통해 매우 유기적인 Bio Value Chain의 형성이 가능할 것으로 기대됨.
  - 협력 네트워크를 구축, 이를 통한 사회적 수요 맞춤형 기술 창출을 위한 선순환 체계 형성.
  - 산학간 인적/물적 교류를 극대화 할 수 있는 교육 프로그램 개설.

- **(산학협력지수를 통한 지표 관리)** 산학간의 인적/물적 교류 촉진에 따른 결과를 정량화된 지표로 평가수준을 측정하기 위하여 산학협력지수를 설정하였으며, **산학협력지수**는 IoH 진단 및 치료 소재 관련 기업 연구소와 공동연구 착수 건수, 성과(특허, 논문, 기술이전, 교육프로그램으로 연계) 건수의 합으로 정의하여 양적, 질적 성과를 평가하고, 향후 개선을 위한 토대로 활용할 계획임.

BK 사업기간 동안 년차별 산학 협력 발전 계획

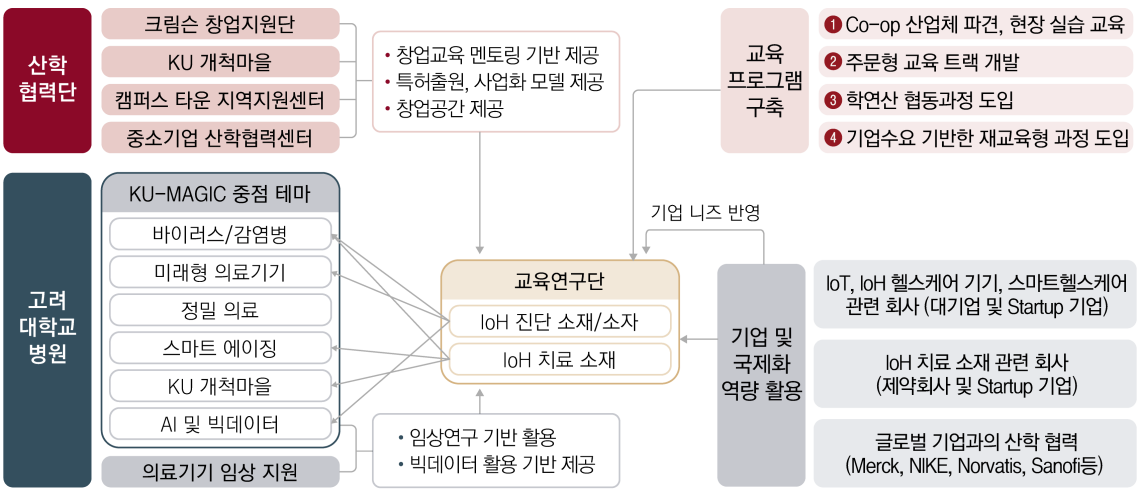
- **(산학 협력 발전 계획)** 본 교육연구단은 IoH 진단 및 치료 소재 원천 기술의 산업화를 촉진하기 위하여 현재의 산학협력 수준을 점진적으로 확대하여, [그림 4-2-7]에 설명한 바와 같이 BK 사업 완료 시점에 200% 이상의 산학연구 착수 건수에 따른 양적인 확대를 계획하고 있음. 질적 수준 목표에서는 기술이전 실적을 더욱 높이는 방향으로 개선하고자 함.
  - 양적, 질적 개선 과정은 **산학협력지수**로 환산하여 성과를 평가하고 개선할 계획임.



[그림 4-2-7] 산학 협력 발전 계획

교류확대를 위한 연구단의 역할과 교육 연계 프로그램으로 확대 계획

- **(대학 차원의 지원 활용)** 산학협력의 양적인 확대를 위해 고려대학교에 마련된 지원체계를 활용하여 인적, 물적 교류를 극대화할 계획임. 교육연구단에 필요한 창업교육, 특허출원, 기술사업화를 위한 멘토링, 창업공간의 제공과 같은 지원 체계를 활용할 계획임. [그림 4-2-8]
- **(교육 프로그램의 구축)** 교육연구단을 주축으로 하여 기업체의 수요에 맞는 교육 프로그램을 구축해 나갈 계획임. 1차년도에 공동운영 교육 프로그램 (Co-op, 콜로키움(교과))을 시작하고, 점진적으로 확대하여 주문형 교육, 재교육, 학연산 협동과정을 설립해 나갈 계획임.
- **(교육연구단의 국제화 역량 활용)** 교육연구단은 글로벌 기업과의 국제적 인적 네트워크를 적극적으로 활용하여 궁극적으로 산학협력의 수준을 국외로 확대할 계획임.



[그림 4-2-8] 산학 협력 촉진 추진 체계

V. 사업비 집행 계획

1. 사업비 집행 계획(1-8차년도)

(단위: 천원)

항목	1차년도 (20.9-21.2)	2차년도 (21.3-22.2)	3차년도 (22.3-23.2)	4차년도 (23.3-24.2)	5차년도 (24.3-25.2)	6차년도 (25.3-26.2)	7차년도 (26.3-27.2)	8차년도 (27.3-27.8)	계
대학원생 연구장학금	393,960,000	787,920,000	787,920,000	787,920,000	787,920,000	787,920,000	787,920,000	393,960,000	5,515,440,000
신진연구인력 인건비	54,000,000	108,000,000	108,000,000	108,000,000	108,000,000	108,000,000	108,000,000	54,000,000	756,000,000
산학협력 전담인력 인건비	12,000,000	24,000,000	24,000,000	24,000,000	24,000,000	24,000,000	24,000,000	12,000,000	168,000,000
국제화 경비	50,000,000	100,000,000	100,000,000	100,000,000	100,000,000	100,000,000	100,000,000	50,000,000	700,000,000
교육연구단 운영비	65,000,000	130,000,000	115,000,000	110,000,000	95,000,000	115,000,000	110,000,000	65,000,000	805,000,000
교육과정 개발비	25,000,000	50,000,000	60,000,000	60,000,000	70,000,000	50,000,000	50,000,000	25,000,000	390,000,000
실험실습 및 산학협력 활동 지원비	17,540,000	35,080,000	40,080,000	45,080,000	50,080,000	50,080,000	55,080,000	17,540,000	310,560,000
간접비	32,500,000	65,000,000	65,000,000	65,000,000	65,000,000	65,000,000	65,000,000	32,500,000	455,000,000
합계	650,000,000	1,300,000,000	1,300,000,000	1,300,000,000	1,300,000,000	1,300,000,000	1,300,000,000	650,000,000	9,100,000,000

2. 사업비 집행 세부 내역(1-8차년도)

2. 사업비 집행 세부 내역(1-8차년도)

[1차년도] (2차년도 이후 동일 양식으로 기재)

1) 대학원생 연구장학금

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
석사과정생	28.7	700	6	120,540
박사과정생	25.9	1,300	6	202,020
박사수료생	11.9	1,000	6	71,400
합계	66.5	작성 불필요	작성 불필요	393,960

【작성방법】

1) 사업에 참여하는 교수 전체 지도학생 중 참여 요건을 충족하는 학생 70% 이내 범위에서 지원

2) 통합과정생의 경우 2년 이내는 석사과정생, 2년 초과는 박사과정생으로 포함

3) 석사과정생 월 70만원, 박사과정생 월 130만원, 박사 수료생 월 100만원

2) 신진연구인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
박사후 과정생	1	3,000	6	18,000
계약교수	2	3,000	6	36,000
합계	3	작성 불필요	작성 불필요	54,000

1. 【작성방법】

1) 박사후 과정생 및 계약교수는 월 300만원 기준으로 작성

3) 산학협력 전담인력 인건비

(단위: 천원)

구분	지원대상인원(A)	1인당 월지급액(B)	지급개월수(C)	산출액(A*B*C)
산학협력 전담인력	1	2,000	6	12,000

2. 【작성방법】

1) 산학협력 전담인력 인건비는 주관대학 지급기준에 따라 작성

※ 단, 전임교원 인건비로는 편성 불가

4) 국제화 경비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
단기연수	▸ 단기연수비 지원 – 1인 1회 기준 (항공료 150만원, 체제비 150만원) x 5회 ·국제학술대회 참석	15,000
장기연수	▸ 장기연수비 지원 – 1인 1회 기준 (항공료 250만원, 체제비 250만원) x 1회	5,000
해외석학초빙	▸ 해외석학초빙 – 1인 1회 기준 (항공료 250만원, 체제비 250만원) x 2회	10,000
기타국제화활동	▸ 해외학회참석 – 1인 1회 기준 (항공료 150만원, 체제비 100만원) x 8회 ·국제학술대회 발표, 해외 공동세미나 참석	20,000
합계		50,000

3. 【작성방법】

1) 대학원생의 장·단기 해외연수와 같이 대학원생이 주체가 되어 참여하는 국제협력 프로그램 및 기타 국제협력 활동에 대한 경비로 집행

2) 교수의 세미나 참석이 아닌, 대학원생이 국제학술대회 발표, 해외 연구자와의 공동세미나에 참석하는 경우에 대해 작성(참석 및 목적이 뚜렷하지 않은 단기 해외연수 지양)

3) 해외석학 초빙 경비의 경우 대학의 전문가 초청 기준에 따르며, 초빙 수당, 체재비 및 항공료 등 지원 항목별 세부적으로 기재

5) 교육연구단 운영비

(단위: 천원)

구분	산출근거	금액
교육연구단 전담직원 인건비	‣ 행정직원 2명 채용 - 2인 x 월 2,000,000원 x 6개월 (4대보험 및 퇴직금 포함) = 27,000,000원	27,000
성과급	‣ 참여교수, 신진연구인력, 참여 대학원생 중 우수한 연구 성과 및 사업에 공헌도가 있는 자에 대한 성과급 - 13인 x 1,000,000원 = 13,000,000원	13,000
국내여비	‣ 국내 여비 - 1인 1회 기준 (교통비 10만원, 체제비 10만원) x 20회	4,000
학술활동지원비	‣ 논문게재료 : 50만원 x 4회 = 2,000,000 ‣ 국내 학회 및 세미나 참가비(일회성) : 10만원 x 10회 = 1,000,000 ‣ 전문가 초청 자문료 : 30만원 x 1회 = 300,000 ‣ 도서 등 문헌 구입비 : 40만원 x 1회 = 400,000 ‣ 국내·외 정보 수집비 : 10만원 x 3회 = 300,000	4,000
산업재산권 출원등록비	‣ 국내외 특허 출원 및 등록비 - 100만원 x 2회 = 2,000,000	2,000
일반수용비	‣ 사무용품비 : 200,000 x 10회 = 2,000,000원 ‣ 인쇄비 : 200,000 x 9회 = 1,800,000원 ‣ 각종 수수료 및 사용료, 전화료, 택배비 등 - 50,000 x 4회 = 200,000원	4,000
회의 및 행사 개최비	‣ 회의비 : 200,000원 x 10회 = 2,000,000원 ‣ 행사 개최비 : 1,000,000원 x 1회 = 1,000,000원	3,000
각종 행사경비	‣ 행사 경비 : 2,000,000원 x 2회 = 4,000,000원	4,000
기타	‣ 교육연구단 환경개선비 : 2,000,000원 x 2회 = 4,000,000원	4,000
합 계		65,000

4. 【작성방법】

1) 인건비: 교육연구단 소속 업무전담 직원 인건비

2) 성과급: 참여교수, 신진연구인력, 참여 대학원생 중 우수한 연구 성과 및 사업에 공헌도가 있는 자에 대한 성과급

▶ 교육연구단별 운영 기준에 따라 기여도 평가를 실시하여 기여도에 따라 성과급 배분

3) 국내여비: 대학 자체 여비 기준 적용

4) 학술활동지원비

▶ 논문게재료, 국내 학회 및 세미나 참가비(일회성), 전문가 초청 자문료, 도서 등 문헌 구입비, 국내·외 정보 수집비

▶ 학회 연회비 등 참여교수 개인에 대한 경비 및 학회 후원금 성격 지출 불가

5) 산업재산권출원등록비: 국내외 특허 출원 및 등록비

6) 일반수용비: 사무용품비, 인쇄비, 각종 수수료 및 사용료, 전화료 등

▶ 연구기자재 구입비 및 시설비, 상품권 등 선물 구입비 편성 불가

6) 교육과정 개발비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▸ 교육과정 교재 개발비 – 2,000,000원 x 5회 = 10,000,000원	10,000
▸ 교육과정 컨설팅 – 2,500,000원 x 3회 = 7,500,000원	7,500
▸ 교재 발행비용 – 2,500,000원 x 3회 = 7,500,000원	7,500
합계	25,000

5. 【작성방법】

1) 교재개발비, 사례조사비 및 실험비 등 교육과정 개발 관련 제반 경비를 편성

7) 실험실습 및 산학협력활동 지원비

(단위: 천원)

산출근거	금액
▸ 소모성 재료비 – 1,000,000원 x 6회 = 6,000,000원	6,000
▸ 취·창업 관련 행사개최비 및 지도비 – 1,385,000원 x 4회 = 5,540,000원	5,540
▸ 산업체와의 산학협력 공동활동 경비 편성(자문료, 강사료) – 1,000,000원 x 6회 = 6,000,000	6,000
합계	17,540

6. 【작성방법】

1) 소모성 재료비 및 창업, 취업지도, 산업체와의 산학협력 공동활동 경비 편성(자문료, 강사료, 취・창업 관련 행사개최비 등)

※ 단, 기자재 및 장비 구매비 편성 불가

8) 간접비: 32,500천원

【작성방법】

1) 연간 사업비의 5% 이내

2) 과학기술원 소속 교육연구단(팀): 연간 사업비의 2% 이내

▸ 한국과학기술원, 울산과학기술원, 광주과학기술원, 대구경북과학기술원

[첨부 1] 2020년도 신청학과 소속 전체 교수 현황

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인 /내국인	사업 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	김동휘	Kim, Donghwee	[redacted]	[redacted]	화학공학	생물화학공학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	김명기	MYUNG-KI KIM			물리학	광기술	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	김용주	Yongju Kim			화학	고분자화학	전임	O	신임	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	의학과	NBIT융합전공	선경	SUN, Kyung			흉부외과학	성인심혈관외과	겸임	O	기존	이공계열		내국인	미참여	
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	왕건욱	Gunuk Wang			재료공학	유기전자재료	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	윤영수	Young Soo Yun			고분자공학	고분자재료	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	융합공학과	NBIT융합전공	이승우	Seungwoo Lee			물리학	광기술	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	이철호	Lee, Chul-Ho			전자/정보통신공학	반도체재료	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	연구년 ('20.3.1-'21.2.28)
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	임동권	Lim Dong-Kwon			화학	고분자화학	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	
2020.05.15	고려대학교	소속학과없음	NBIT융합전공	조대호	DAE-HO CHO			생물학	세포면역	겸임	O	기존	이공계열		내국인	참여	

기준일	원소속		신청 학과명	성명		직급	연구자 등록번호	전공분야	세부전공분야	전임/ 겸임	참여요건 검증	신임/ 기존	이공계열/ 인문사회계열	임상/ 기초	외국인 /내국인	사업 참여 여부	비고
	대학명	학과명		한글	영문												
2020.05.15	고려대학교	NBIT융합전공	NBIT융합전공	황석원	SukWon Hwang	[redacted]		전자/정보통신공학	반도체소자/회로	전임	O	기존	이공계열		내국인	참여	

전체 교수 수	전체교수 수	11	기존 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	9	신임교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	1
	전임 교수 수	9		전임 교수 수	8		전임 교수 수	1
	겸임 교수 수	2		겸임 교수 수	1		겸임 교수 수	0
전체 참여 교수 수	전체 교수 수	10	이공계열 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	10	인문사회계열 교수 수 (참여교수)	전체 교수 수	0
	전임 교수 수	9		신임 교수 수	1		신임 교수 수	0
	겸임 교수 수	1		기존 교수 수	9		기존 교수 수	0

신임교수 실적 포함 여부	기타 업적물(저서, 특허, 기술이전, 창업 실적) /연구비/ 교육역량 대표실적	신임교수 실적포함여부 : 예

[첨부 2] 2020년도 교육연구단 참여교수의 지도학생 현황

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
2020.05.15	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	권지성	kwon, Jisung	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김소윤	KIM, SOYOON			내국인			기초	석사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김지환	Kim, jihwan			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	두세현	Doo, Se Hyun			내국인			기초	석사	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	민형근	MIN, HYUNG GEUN			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박유민	Park, Yumin			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박인보	PARK, INBO			내국인			기초	석사	1	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박찬중	Park, Chan Jung	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석사	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	유아란	YU, ARAN			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이근수	Lee, Keun-soo			내국인			기초	석사	4	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이승준	Lee, seung jun			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	임현주	LIM, HYUNJOO			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	정윤주	Jeong, Yun Joo			내국인			기초	석사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	조성언	Cho, Seong eon			내국인			기초	석사	3	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	조유리	Cho, yuri	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석사	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	조치훈	Jo, chihoon			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	채수웅	chae, suung			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	천준엽	Cheon, Junyeob			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	최종찬	CHOE, JONG CHAN			내국인			기초	석사	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	한지훈	Han, Jihoon			내국인			기초	석사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	현종찬	Hyun, Jong Chan			내국인			기초	석사	3	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	황민지	HWANG, MIN JI	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석사	4	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김기령	Kim, Gi Ryeong	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석사	10	미참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	ABDI NANSA SAMA	ABDI NANSA, SAMA	[redacted]	[redacted]	외국인	[redacted]	[redacted]	기초	박사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김태연	Kim, Taeyeon	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	박사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김혜림	KIM, Hye Rim	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	박사	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	안진용	An, Jin Yong	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	박사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양원석	Yang, Wonseok	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	박사	3	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	윤완수	Yun, Wan Su	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	장상미	Chang, Sang-Mi	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	장성훈	Jang, SeongHun	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	최상현	Choi, Sanghyeon	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	한건희	Han, Geonhee	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이중훈	LEE, JOONG HOON	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	10	미참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	신현호	Shin, Hyeon Ho	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	박사	9	미참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	강정훈	Kang, Jung Hoon	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	강희성	Kang, HeeSeong			내국인			기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	고관진	Ko, Gwan Jin			내국인			기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	구도형	Koo, Do Hyoung			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김광수	Kim, Gwang su			내국인			기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김광진	Kim, Kwangjin			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김기범	KIM, Gi Beom			내국인			기초	석박사통합	8	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김남경	Kim, Namkyoung	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김동학	Kim, Dong Hak			내국인			기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김무혁	Kim, Moo-hyuck			내국인			기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김서현	Kim, Seohyun			내국인			기초	석박사통합	7	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김선필	Kim, Sunpil			내국인			기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김연호	Kim, Yeon ho			내국인			기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김영훈	Kim, Young hoon			내국인			기초	석박사통합	5	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김용덕	KIM, YONG DUK	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김윤경	Kim, Yoon Kyoung			내국인			기초	석박사통합	7	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김윤석	Kim, Yoon Seok			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김정기	Kim, Jeong-Ki			내국인			기초	석박사통합	7	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김정래	Kim, Jeong rae			내국인			기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김진성	Kim, Jin-Seong			내국인			기초	석박사통합	4	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김한나	Kim, Han na			내국인			기초	석박사통합	5	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	김현호	Kim, Hyeon Ho	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박누리	PARK, Nu Ri	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박도연	PARK, DOYEUN	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	12	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박민구	PARK, Min Gu	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박병준	Park, Byoung Jun	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	7	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박성훈	Park, Sung Hun	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박수정	Park, Su jeong	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	5	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	박정연	Park, JungYeon	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	신재호	SHIN, Jae Ho	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	신정웅	SHIN, JEONG WOONG	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	심재형	Shim, Jae hyung	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양대겸	Yang, Dae Gyum	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양수아	YANG, SU AH	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양승민	YANG, SEUNG MIN	[redacted]	[redacted]	내국인	[redacted]	[redacted]	기초	석박사통합	7	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양승훈	Yang, SeungHoon	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	양제현	YANG, JEHYEON			내국인			기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	어정선	EO, JUNG SUN			내국인			기초	석박사통합	2	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	원우진	WON, WOOJIN			내국인			기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이예지	LEE, YEJI			내국인			기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이재완	LEE, JAE WAN			내국인			기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이재원	Lee, Jae Won			내국인			기초	석박사통합	6	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이재윤	LEE, JAEYOON	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	이종원	Lee, JongWon			내국인			기초	석박사통합	3	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	장민우	Jang, Minwoo			내국인			기초	석박사통합	11	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	장아성	JANG, AH SEONG			내국인			기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	장태민	JANG, TAEMIN			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	전석엽	CHUN, SUKYEOP			내국인			기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	정수연	Joung, Su-Yeon			내국인			기초	석박사통합	1	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	정해린	Jeong, Haerin	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	조용덕	Cho, YongDeok			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	조해인	Cho, Hae in			내국인			기초	석박사통합	5	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	진영호	Jin, Young-Ho			내국인			기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	최윤정	Choi, Yunjung			내국인			기초	석박사통합	7	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	최지웅	Choi, jiwoong			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	최진혁	Choi, Jinhyeog			내국인			기초	석박사통합	1	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	하손	Ha, Son	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	한성범	HAN, Seong Beom			내국인			기초	석박사통합	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	함성길	HAM, Seonggil			내국인			기초	석박사통합	8	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	허웅	HUH, WOONG			내국인			기초	석박사통합	9	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	허지혁	Huh, Ji-Hyeok			내국인			기초	석박사통합	6	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	황영하	Hwang, Yeongha			내국인			기초	석박사통합	1	참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	황지원	Hwang, Jiwon			내국인			기초	석박사통합	1	참여	

기준일	대학명	신청학과명	성 명		학번	생년 (YYYY)	외국인/ 내국인	자교/타교	지도교수 성명	임상/ 기초	학위과정		사업 참여 여부	비고
			한글	영문							과정	재학학기수		
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	권재	Kwon, Jea	[redacted]		내국인	[redacted]		기초	석박사통합	13	미참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	사문선	Sa, Moonsun			내국인			기초	석박사통합	13	미참여	
	고려대학교 KU-KIST융합대학원	NBIT융합전공	안희영	An, Heeyoung			내국인			기초	석박사통합	14	미참여	

전체 대학원생 수 (명)	석사	23	참여 대학원생 수 (명)	석사	22	참여비율 (%)	석사	95.65
	박사	12		박사	10		박사	83.33
	석·박사통합	66		석·박사통합	63		석·박사통합	95.45
	계	101		계	95		전체	94.06
자교 학사 전체 대학원생 수 (명)	석사	9	자교 학사 참여 대학원생 수 (명)	석사	9	자교학사참여비율(%)	석사	100.00
	박사	3		박사	2		박사	66.67
	석·박사통합	23		석·박사통합	21		석·박사통합	91.30
	계	35		계	32		전체	91.43
외국인 전체 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여 대학원생 수 (명)	석사	0	외국인 참여비율 (%)	석사	-
	박사	1		박사	1		박사	100.00
	석·박사통합	0		석·박사통합	0		석·박사통합	-
	계	1		계	1		전체	100.00