

BK21플러스 사업백서

A White Paper on the BK21-Plus Program



+ BK21 플러스 사업백서
A White Paper on the BK21-Plus Program



BK21 플러스⁺ 사업백서

A White Paper on the BK21-Plus Program



정책연구-2021-01-BK21사업팀

BK21 플러스⁺ 사업백서

A White Paper on the BK21-Plus Program

연구책임자 김진영(건국대학교)

발간사

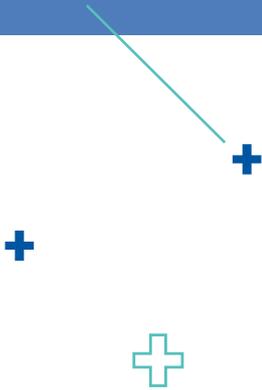


사업에 참여하신 교수님과 대학원생 등 학문후속세대 여러분의 지난 7년간의 노력이 담긴 “두뇌한국(Brain Korea)21 플러스 사업 백서”의 발간을 진심으로 축하드립니다.

두뇌한국21 사업은 1999년부터 현재까지 20년이 넘도록 우리나라 고등교육 발전의 역사를 함께해 왔습니다. 우리나라의 수많은 인재들이 두뇌한국21사업의 지원을 통해 성장하여, 우리나라가 선진국으로 진입하는 데 큰 역할을 하고 있습니다.

특히, 교육부는 이번 두뇌한국21 플러스 사업을 통해 74개 대학, 550개 사업단(팀)에게 2013년부터 2020년까지 7년간 약 2조 원을 지원하였고, 매년 약 3만 3천여 명의 대학원생과 약 1천 7백여 명의 신진 연구인재가 안정적으로 연구와 학업에 전념할 수 있도록 뒷받침 하였습니다.

사업에 참여해주신 여러분들의 노력에 힘입어 세계적 수준의 학술지에 높은 수준의 연구 결과를 발표하고, 논문의 질 또한 크게 상승하는 성과가 있었습니다. 하지만, 우리 사업의 가장 빛나는 주인공은 지난 7년간 주요 학문분야에서 두뇌한국21플러스 사업의 지원을 받아 세계 주요대학과 연구소, 기업으로 진출하신 6만 명의 학문후속세대 여러분입니다.



이제 우리는 지금까지의 노력과 성과를 바탕으로 더 큰 도약을 이루어야 합니다. 인공지능, 빅데이터, 메타버스와 같은 새로운 기술은 우리의 삶 자체를 바꾸고 있으며, 세계 여러 나라는 디지털 혁신을 기반으로 신산업 분야로의 구조개편에 총력을 기울이고 있습니다. 이와 함께, 공유와 협력, 지속가능한 성장과 같은 새로운 사회적 가치에 대한 필요성과 공감대가 어느 시기보다 커지고 있습니다. 이제 우리는 이러한 변화에 수동적으로 대응하는 ‘지식 추종자’가 아니라 미래사회를 선도할 수 있는 ‘지식 창출자’로서 인재를 길러내야 합니다.

이번 백서 발간을 계기로 두뇌한국21 플러스 사업이 이루어 낸 성과가 2020년부터 추진되고 있는 4단계 두뇌한국21사업으로 이어져, 우리 대학이 세계적 수준의 연구 경쟁력을 갖추고 연구저변을 확대하길 기대합니다. 또한 우리나라의 학문 후속세대가 새로운 지식을 창출하고, 지역사회, 국가, 나아가 세계적 차원의 문제를 선도적으로 해결하는 인재로 성장하길 바랍니다.

마지막으로, 두뇌한국21 사업에 참여하여 학문후속세대 육성을 직접 책임져주신 교수님, 밤과 낮을 가리지 않고 연구에 힘써주신 대학원생 및 신진연구인재 여러분, 그리고 책임 있게 사업을 지원해온 한국연구재단과 대학 관계자분들께도 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

2022년 3월
부총리 겸 교육부장관 유은혜

유 은 혜

최종보고서 초록

관리번호	정책연구-2021-01-BK21사업팀	연구기간	2021년 2월 7일 ~ 2021년 10월 29일		
정책과제명	(한글) BK21 플러스 사업성과 종합 분석 및 백서 발간 (영문) A White Paper on the BK21-Plus Program				
연구책임자 (주관연구기관)	김진영 (건국대학교)	참 여 연구원수	총 13명	연 구 용역비	100,000천원
요약(연구결과를 중심으로 500자 이내에서 개조식)					면수
<p>○ 본 백서는 다음과 같은 내용으로 BK21사업의 다양한 모습을 담았음</p> <ul style="list-style-type: none"> - BK21 사업의 기획으로부터 사업공고, 중간평가, 컨설팅과 최종평가에 이르는 사업 전개과정을 소개함 - BK21 사업의 참여자들이 거둔 성과를 교육, 연구, 산학협력, 국제화 등의 측면에서 소개함 - 한국 대학원교육이라는 더 넓은 맥락에서 BK21 사업의 성과를 평가하여 여러 학문 분야에서 한국 박사들의 성취가 BK21 사업을 거치면서 더 향상되고 있음을 보여줌 - BK21 사업 전개과정에서 제기되었던 선택과 집중의 문제, 사업단이나 팀의 규모 문제, 비수도권 대학의 성과 문제 등의 이슈에 대해 통계적으로 검토함 - 모범적인 사례로 평가할 수 있는 사업단을 선정하여 그 성과를 구체적으로 소개함 - 사업 기간 중 언론에 비친 BK21 사업의 여러 모습을 소개함 - 3단계 사업에 대한 평가와 4단계 이후 사업에 대한 정책 제언 					
색인어	한글	BK21, 대학원교육, 대학원생, 우수사례			
	영어	BK21 Program, Graduate Education, Graduate Students, Excellent Cases			

요 약 문

제1장 BK21 플러스 사업의 추진 경과

BK21-플러스 사업은 2단계 BK21 사업의 한계를 극복하는 동시에 긍정적인 성과를 계속 확대할 수 있는 방향으로 설계되었다. BK21 플러스 사업의 목표로서는 ① 연구중심대학 기반 강화 및 글로벌역량 제고, ② 학문분야별 핵심 고급인력 및 융복합분야의 고급 전문인력 양성, 그리고 ③ 지방대학원의 교육·연구역량 강화가 제시되었다.

또한 BK21 플러스 사업의 기본 방향으로는 ① 대학원 교육연구의 질 제고로 연구중심대학 기반 강화, ② 지방대학원의 교육연구역량 강화, ③ 산학협력을 통해 현장밀착형 석박사급 인재 양성, ④ 특화 분야의 융합형 고급 전문인력 양성 지원, ⑤ 대학원 질 제고를 위한 사업관리 강화, ⑥ 대학원생 연구장학금 및 신진연구인력 인건비 지원 단가 현실화 등을 제시하였다.

특히, BK21-플러스 사업에서는 대학 차원의 제도개선 노력을 유도한 것이 특징이다. 즉, 세계적 수준의 연구중심대학으로 발전할 수 있도록 대학 전체 차원의 제도개선을 유도하고자 하였으며, 선진국 연구중심대학 수준의 대학원 교육 및 연구지원 시스템, 체계화된 학사관리제도 등을 위한 대학차원의 노력 지원을 제안하였다.

BK21-플러스 사업에서 특히 눈여겨보아야 할 대목은 중간평가에서 사업의 기본 틀을 상당 정도 개선하였다는 점이다. 중간평가에서 평가구조 개선 방향은 크게 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 학문분야별 특성 반영을 강화하였다. 공학, 인문학, 융·복합 등 학문별 맞춤형 평가를 강조하였다. 둘째, 질적 평가를 강화하였다. SCI 논문 수 등 양적 지표 위주에서 논문의 영향력 등 질적 지표를 추가하였다. 셋째, 대학원 교육과정 내실화를 강조하였다. 기존의 연구 중심에서 연구와 교육의 균형을 강조하였다.

제2장 BK21 플러스 사업의 성과: 개황

BK21 플러스 사업의 성과를 총괄영역, 교육성과, 연구성과, 산학협력 성과, 국제화 성과로 나누어 살펴보았다. 총괄영역은 재정지원 현황, 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황, 인력지원 현황으로 구분하였다. 먼저, 재정지원 현황을 살펴보면 BK21 플러스 사업 기간 중 국고지원금은

총 18,833.52억 원이다. 연평균 2,697.16억 원으로 연차별로 일정하게 지원되었다. 총합 및 분야별 지원사업단(팀)은 연평균 537개로, 1차연도에는 총 534개 사업단(팀)이 선정된 이후 4차연도에는 중간평가를 통해 540개 사업단(팀)으로 개편되었다. 마지막 8차연도에는 522개 단(팀)이 운영되었다. BK21 플러스 사업에 참여한 인력은 참여교수 연평균 6,154명, 신진연구인력 연평균 1,649명, 대학원생 연평균 32,686명이다.

교육성과는 대학원생 인력양성, 학술대회 발표 실적, 논문실적으로 구분하여 살펴보았다. 대학원생 인력양성 성과는 실제 참여한 대학원생의 자료를 바탕으로 4차연도에서 7차연도까지의 내용을 정리하였다. 먼저, 석·박사과정 대학원생 중 학위를 취득한 자는 연평균 석사 6,124명, 박사 2,965명으로 연평균 총 9,089명이 학위를 받았다. 국내·외 진학자 수는 연평균 국내 진학 1,179명, 국외 진학 187명으로 연평균 총 1,365명이 진학한 것으로 나타났다. 취업자는 연평균 석사 2,942명, 박사 2,296명으로 연평균 총 5,238명이 취업하였다. BK21 플러스 사업을 통한 대학원생 국내 및 국제 학술대회 발표 실적은 총 254,948건으로, 국내 153,005건, 국제 101,943건이다. 또한, 대학원생 논문실적을 살펴보면 총 논문 편수는 95,772건, 총환산편수는 32,322건이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 총 논문 편수는 14,009건이며, 연평균 총환산편수는 4,645건으로 나타났다.

다음으로, 연구성과는 신진연구인력 논문성과, 참여교수 논문성과, 정부 연구비 수주실적을 살펴보았다. 신진연구인력 논문실적은 총 논문 편수는 19,136건, 총환산편수는 4,888건이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 총 논문 편수는 2,870건이며, 연평균 총환산편수는 739건으로 나타났다. 참여교수 연구실적은 총 논문 편수는 193,764건, 총환산편수는 67,429건으로 평균 총 논문 편수는 27,981건이며, 연평균 총환산편수는 9,759건의 성과를 보였다. 정부 연구비 수주실적을 살펴보면 총 103,281.41억 원으로, 연평균 13,768.02억 원을 수주받았다.

산학협력 성과의 경우 산업체 연구비 수주실적, 산업재산권 성과를 살펴보았다. BK21 플러스 사업 기간 중 산업체 연구비 수주액은 총 20,774.22억 원으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 2,918.95억 원이다. 산업재산권 성과는 국내 특허 총 33,805건, 국제 특허 총 7,067건으로 각각 연평균 4,823건, 1,028건이다.

마지막으로, 국제화 성과는 외국인 인력지원과 해외기관 연구비 수주실적으로 구분하여 살펴보았다. BK21 플러스 사업에 참여한 외국인 참여교수는 연평균 334명, 대학원생은 석사과정 연평균 1,424명, 박사과정 2,846명이다. 해외기관 연구비 수주액은 총 2,252.10억 원으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 312.68억 원이다.

제3장 BK21 플러스 사업의 성과: 심층분석

이전 단계의 BK21 사업 백서와 차별화되는 본 백서의 특징 중 하나는 사업단의 성과를 소개하는 것을 넘어 전반적인 우리나라 대학원교육이라는 맥락 속에서 BK21 사업의 여러 측면을 평가했다는 점이다. 주요학문 영역에서 한국 대학원을 통해 배출된 박사과 세계 학문 선진국에 유학하여 학위를 취득한 박사들의 초기 논문 출간 성과를 비교하고 3단계 BK21 사업 이전과 이후 한국박사 학위 취득자의 상대적 성과를 평가하기도 했다. 연구재단의 연구자 데이터베이스에 대한 분석 결과는 여전히 국내 박사 학위 취득자들의 성취 수준이 선진국 학위취득자에 비해 약간 낮기는 했지만 많은 학문 분야에서 3단계 사업 이후 추적이 이루어졌으며 3단계 BK21 사업 이후의 박사 학위 취득자들이 이전의 박사들에 비해 상대적인 성과가 우수한 것으로 나타났다.

한편 BK21 사업효과를 사업대상인 대학원생의 입장에서 평가하기 위하여 한국직업능력개발원의 석사조사, 박사조사 원자료를 활용하여 BK21 사업참여자와 비참여자 두 집단으로 나누어 비교 분석하기도 했다. BK21 사업참여 기회의 공정성과 사업참여에 따른 성과를 분석한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 사업참여 기회의 공정성과 관련하여 석사, 박사 취득자 회귀분석 결과를 종합하면 수도권과 지방, 여성과 남성, 국공립과 사립, 학부-석사 출신대학 일치 집단과 불일치 집단 간의 BK21 사업참여 기회에서의 격차는 존재하지 않아 BK21 사업이 공정성을 확보하면서 추진된 것으로 평가된다. 둘째, 성향점수매칭방법을 적용하여 BK21 사업참여 정책효과를 분석한 결과 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 논문게재 실적, 연구프로젝트참여 실적 등에서 더 높은 성과를 보여 교육성과가 확인되었다. 셋째, 취업자 비율, 실업자 비율 등의 양적 취업성과와 상용직 비율, 업무와 전공간 관련성 등의 질적 취업성과에서 BK21 사업의 정책효과를 발견하기 어려웠다. 이는 석사조사와 박사조사의 조사시점이 졸업시점으로서 청년층의 학교졸업후 노동시장이행까지 소요되는 평균기간이 약 11개월인 점을 감안하면 취업성과를 확인하기에 관찰기간이 부족한 데이터의 한계에 따른 것으로 보인다.

교육성과 면에서 BK21 사업 참여자가 비참여자에 비해 우수하다는 사실은 고급전문인력양성이라는 사업목표에 부합하는 방식으로 BK21 사업이 수행되었음을 의미한다. 증거기반 정책추진을 위해서는 정책효과를 객관적이고 엄밀하게 분석할 수 있는 데이터 구축이 선행되어야 하며, 장기 추적조사를 통해 BK21사업의 노동시장 성과를 종합적으로 분석할 수 있도록 할 필요가 있다. BK21사업을 통한 대학원생에 대한 재정지원에도 불구하고 본인, 가족 등의 학비 부담이 아직 상당한 것으로 나타나고 있으며, 특히 박사의 경우 학업을 모두 마치고 졸업하기까지 소요되는 기간에 비추어 현행 BK21 사업참여 기간이 충분하지 않은 것으로 나타났다. 대학원

생에 대한 직접지원의 수준과 기간 등을 사업목적에 부합하게 적정수준으로 확대하여 BK21 사업이 대학원생들에게 안정적인 학습 및 연구여건을 마련해주고 고급전문인력으로 성장할 수 있는 디딤돌 역할을 강화할 할 필요가 있다.

제4장 우수사례

우수사례는 화학, 물리, 생명과학, 공학, 인문-사회, 영역에서 우수한 성과를 올린 사업단들의 성과를 정성적인 측면을 포함하여 소개하였다.

화학 패널에서는 총 7년간의 3단계 BK21 플러스 사업이 진행되는 동안 2013년 선정평가, 2015년 중간평가, 2019년 종합평가 전 과정을 지속해서 성공적으로 수행한 전국 사업단(서울대학교 화학분자공학사업단) 1개와 지역 사업팀(울산대학교 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀) 1개를 선정하여, 각 사업단(팀)의 질적인 우수사례를 연구, 교육, 산학협력, 사회적 영향력 부분으로 나누어 소개한다. 또한, 질적인 우수성에 근거하여 우수 사업단(팀)을 선정하기 시작한 2015년 중간평가를 통해 새롭게 진입한 전국 사업단(한국과학기술원 KAIST 분자과학 사업단) 1개와 전국 사업팀(숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀) 1개를 선정하여 각 사업단(팀)이 제시한 우수사례를 소개한다.

BK21 사업의 장기적인 지원 아래 물리학 분야 사업단/사업팀은 학과 단위의 목표를 설정하고 연구 역량을 강화하였으며, 미래 사회가 요구하는 물리학 분야 고급인력을 배출할 수 있도록 새로운 인력양성 시스템을 구축하였다. 또한, BK21 사업을 통해 물리학의 연구 및 교육 성과가 산업체와 연결되는 다양한 기회가 제공되었으며, 물리학 분야 해외 대학 및 연구 기관과의 다양한 국제협력이 활성화되고 있고 국내 물리학자들의 국제적 인지도가 향상되고 있다. KAIST 사업단은 세계 최고 수준의 물리 연구 집단 형성을 목표로 학문적 핵심 문제를 선점하고, 이를 바탕으로 KAIST 물리학과만의 독보적인 연구 브랜드를 갖추고자 하였다. 울산대 사업단은 신물질 연구에 특화된 연구집단 형성을 목표로 태양전지, 열전소자 등에 응용되는 신물질 특성 분석 및 개발 연구에 집중하였다. 동국대 사업팀은 차세대 반도체 개발 연구집단 형성을 목표로 다양한 이머징 반도체 나노구조물 제작, 독창적인 신개념 소자 개발, 그리고 차세대 시스템 반도체 회로 응용 등과 관련한 창의적 연구를 수행하였다. BK21 사업이 기초과학으로서 물리학 분야의 국내 연구 수준 향상 및 고급 연구인력 양성과 함께 물리학의 사회적, 경제적, 국제적 영향력 향상에도 기여한 것으로 판단된다.

생명과학 패널에서는 BK21 2단계부터 시작하여 2020년 BK21 플러스까지 21년간 사업단을 우수한 실적으로 사업을 성공적으로 수행한 전국 사업단(연세대학교 생체기능시스템 사업단)과

(경상대학교 농생명산업차세대인재육성 사업단) 2개와 지역 사업팀(공주대학교 현장밀착형 바이오테크 창의인력양성 사업팀) 1개를 우수 사례로 선정하였다. 연세대학교 사업단은 박사인력 배출 실적이 123% 증가하고 우수 교육성과와 논문의 질적 성장도 괄목하게 증가하여 바이오 분야에서 세계적인 연구중심사업단으로 성장하였다. 경상대학교 사업단은 BK21 플러스 사업을 통해 구축한 연구 및 교육을 위한 인적 물적 자원을 이용하여, 창조적 지식기반의 녹색혁명산업 시대의 주역이 될 “농업생명분야 세계 TOP10 인재양성”의 교육비전을 실현하였다. 공주대학교 사업팀은 현장밀착형, 지역기반 산업과 연계한 강점분야 수요 중심의 교육 및 연구를 혁신하였다. BK21 사업이 생명과학분야의 고급 연구 인재양성 및 세계적인 연구 수준 향상에 크게 기여한 것으로 판단된다.

BK21 사업의 장기적이고 안정적인 지원은 공학분야 연구역량 향상에 크게 기여하였다. 우수한 연구인력 배출, 연구논문의 질적 우수성, 산학협력, 국제협력 등에서 꾸준한 발전을 이룬 것으로 보인다. 2013년 선정평가로부터 2015년 중간평가 그리고 2019년 종합평가까지 총 7년간의 3단계 BK21 플러스 사업 전 과정을 성공적으로 수행 후, 이에 기반하여 4단계 BK21 사업에도 선정된 사업단 중에서 공학분야 우수 사례를 선정하였다. 전국단위와 지역단위, 국립대와 사립대가 처한 복합적 환경이 다르기에 다양성 및 대표성을 고려하여 각 경우의 우수사례를 선정하였다. 선정된 사업단은 BK 사업을 통해 대학의 경쟁력을 위한 필수 영역에서 내실 있고 지속성 있는 역량을 강화해왔다. 이 대표 사례들을 통해 학문 단위에서 처한 환경에 따른 구체적 발전 전략을 모색할 수 있을 것으로 보인다. 기계 패널 전국 사업단에서 서울대학교 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단, 기계 패널 지역 사업단에서 전남대학교 미래융합기계시스템사업단, 정보기술 패널 전국 사업단에서 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과, 그리고 정보기술 패널 지역 사업단에서 경북대학교 ICT 창의인재양성 사업단이 선정되었고 사업단의 교육, 연구, 국제화, 산학협력 등에 관한 질적인 우수성을 소개하였다.

인문사회 분야에서는 국제적인 성과를 내고 4차 BK21 사업에도 선정된 우수사례를 소개한다. 성균관대학교의 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육 연구 사업단은 주체적 시각에서 범서구와 비서구의 역사적 경험을 새롭게 해석하는 연구를 산출함으로써 세계 역사학계에서 한국의 독자적 위상을 확보하고, 장기적 시야에서 한국 사회와 국가의 발전에 필요한 인문학적 기반과 독창적 지식을 제공하려는 목적하에 국내외 연구 역량을 집중화한 연구중심대학으로 성장하고 있다. 고려대학교 경제학과는 여러 권위 있는 대학평가기관으로부터 세계 상위권 대학으로 평가받고 있으며, 체계적이고 충실한 교육 프로그램에 힘입어 사업기간 동안 184명의 석사와 42명의 박사를 배출하였고, 특히 박사과정 졸업 전에 많은 학생들이 국제저명학술지(SSCI)에 논문을 게재하는 성과를 올렸다.

특화전문인재 영역에서는 국내 최초로 문화기술(Culture Technology) 분야의 기술개발 및

인재 양성을 위하여 설립된 KAIST 문화기술대학원의 콘텐츠 사이언스 사업단을 우수사례로 선정하였는데 동 사업단은 BK21+ 4차년도(2016년)부터 7차년도(2019년) 상반기까지 전임교수 1인당 5.37명에 달하는 인력을 배출하면서 절반 가까운 졸업자가 취창업을 하는 성과를 내었다. 글로벌 인재 양성 영역에서는 2010년 12월에 설립되어 2013년 2월부터 첫 졸업생을 배출하기 시작한 짧은 역사에도 불구하고 매년 취업률 100%를 기록하고 있는 포항공과대학교 첨단원자력공학부 사례를 소개하였다. 이 사업단은 엄격한 졸업기준을 적용하면서 총 사업기간 동안 학생들이 총 159편의 SCI(E)급 저널을 출판하였고, 총 피인용 횟수가 2132회를 기록하기도 했다.

제5장 언론 속의 BK21

BK21 사업에 대해서는 언론도 적지 않은 관심을 보여왔다. “BK21”이라는 키워드를 중심으로 2010년 3월 5일부터 2021년 2월 10일 사이의 총 4,480개의 기사를 분석해보았다. BK21 관련 기사는 경제지나 지역종합지에서 많이 발견된다. 시기상으로는 2010년 9월과 2013년도 8월 등 선정단 선정이 이루어지는 시기에 많은 보도가 있었다. 또한, 최근 4단계 BK21사업을 진행하는 시기인 2020년 8월경에 BK21 선정과 관련된 기사 건수가 다시 늘어나는 것도 확인할 수 있다. 기사와의 연관성이 높은 키워드를 보면 교육부, 사업단, 대학원생, 박사급과 같은 단어가 높은 빈도를 보인다. 기사의 범주를 특정 대학, BK21 사업 자체에 대한 기사, 간접 기사 등 세 범주로 분류해 보면 특정 대학과 관련한 기사가 가장 많았던 것으로 나타난다.

제6장 3단계에서 4단계로

BK21 플러스 사업의 성과와 한계에 대한 분석과 이러한 분석에 기반을 둔 향후 사업의 개선 방향으로는 연구뿐만 아니라 교육에 대한 균형 잡힌 강조, 단순한 양적 평가로부터 질적 평가로의 전환, 국제 공동연구의 활성화, 대학원 주도의 교육, 연구 및 제도개혁, 교육과정 내실화 및 학사관리 엄격화 강조 등을 들 수 있다.

4단계 BK21 사업이 종료된 이후에도 이 사업은 계속될 가능성이 매우 높다. 이후의 사업에서 질적으로 향상된 사업이 설계되고 관리되기 위해서는 준비 단계에서부터 다음과 같은 점들에 초점을 맞출 필요가 있다. 첫째, 고급인력에 대한 인력수급 전망을 정교화할 필요가 있다. 둘째, 대학원생 1인당 지원규모의 적정 수준에 대한 기초자료를 준비할 필요가 있다. 셋째,

인력양성 효과를 검증하기 위한 장기간의 추적 조사가 필요하다. 넷째, 사업의 성과로서 연구의 사회적 영향력을 측정하기 위한 지표나 방법론이 필요하다. 다섯째, 질적 연구성과를 평가하기 위한 지표와 방법론이 개발되어야 한다. 여섯째, 융복합을 유도할 수 있는 지표를 개발이 필요하다. 끝으로, BK21 각 단계마다 쟁점으로 등장했던 단과 팀의 문제, 그리고 전국 단위와 지역 단위 문제에 대한 체계적인 조사와 연구가 필요하다. 이를 위해서는 단순히 1인당 연구실적 등과 같은 단순 지표에서 벗어나 사업의 성과를 입체적으로 평가할 수 있는 지표를 개발할 필요가 있다.

SUMMARY

1. The BK21-plus project was designed to overcome the limitations of the second phase of the BK21 project while continuing to expand positive outcomes. As the goals of the BK21-plus project, ① strengthening the foundation of a research-oriented university and enhancing global competency, ② nurturing core high-level human resources for each academic field and high-level experts in convergence fields, and ③ strengthening education and research capabilities of regional graduate schools were suggested.

In addition, the basic directions of the BK21 Plus project included ① strengthening the foundation of a research-oriented university by improving the quality of education and research in graduate schools, ② strengthening the education and research capabilities of regional graduate schools, ③ cultivating field-based talents through industry-university cooperation, ④ nurturing high-quality professional manpower in specialized fields, ⑤ strengthening project management to improve the quality of graduate schools, and ⑥ increasing scholarships and research funds for graduate students and post-doctoral researchers.

2. The outcomes of the BK 21 Plus are divided into general areas, HRD, Research outcome, Industry-University Collaboration, and Internationalization. In general area, an average of 224.76 million dollar(1\$=₩1,200) was received annually. The average number of corporations(teams) is 537 per year. The average number of participants was 6,154 per year for professors, 1,649 per year for next-generation researchers, and 32,686 per year for graduate students.

In HRD, the average number of a degree recipients is 9,089 per year. The average number of students going on to higher education is 1,179, and the average number of students going abroad is 1,365. The average number of employees is 5,238. The total number of presentations at academic conferences is 254,948. The total number of papers by graduate students is 95,772, and the total converted number of papers is 32,322. Next, in Research outcome, the total

number of papers by next-generation researchers is 19,136, and the total converted number of papers is 4,888. The total number of papers is 193,764, and the total number of papers is 67,429 by professors. Looking at the total amount of government research funds is 8,606.78 million dollar.

In Industry-University Collaboration, the total amount of industrial research funds is 1,731.19 million dollar. And industrial property rights are a total of 33,805 domestic patents and a total of 7,067 international patents. Finally, as a outcome of internationalization, the average number of foreign professors is 334 per year, the average number of graduate students in the master's program is 1,424, and the average number of doctoral students is 2,846. The total amount of research funding received from overseas institutions is 187.68 million dollar.

3. In a wider context, the BK21 project contribute graduate program in many ways. It helps to improve the general quality of graduate education and narrow the gap of the performance between doctorates from Korean institutes and those from foreign institutes. We also investigate the effects of BK21 project from the perspective of graduate students who are the target of the BK21 project by comparing policy participants and non-participants using the master's survey data and doctoral survey data from the Korea Research Institute for Vocational Education & Training. Regarding the fairness of BK21 project participational opportunities, there is no statistically significant gap between the graduates from Seoul metropolitan area colleges and non-Seoul area ones, women and men, graduates from public colleges and private ones. Educational performance of BK21 participants measured by number of research paper publication and research project participation outnumbered those of BK21 non-participants. But employment performance measured by quantitative and qualitative indicators does not showed any statistically significant difference between BK21 participants and non-participant due to the insufficient observational period of master's survey data and doctoral survey data. In conclusion, BK21 project has positive effects on graduates' concentration on study and research in their graduate school without any worry and time spending on paying for tuition.

4. We introduce exemplary project groups - research centers and research teams - in major academic areas. In the Chemistry Panel, a nationwide project group (Division of Chemistry and Molecular Engineering, Seoul National University) and a regional project team (Creative Students Cultivating Program for Regional Fine Chemical Industry, University of Ulsan) that successfully performed the entire process during the BK21 Plus project for a total of 7 years have been selected. And the qualitative best practices of each project group (team) are introduced by dividing it into research, education, industry-university cooperation, and social impact. In addition, the best cases of two newly entered groups (KAIST Molecular Science Project, KAIST; Bio-Convergence Chemistry Research-Based Next-generation Female LEADER Training Project Team, Sookmyung Women's University) through the mid-term evaluation in 2015 are presented.

Physics Centers and Teams supported by BK21 project established the goals of their Departments and strengthened the research abilities as well as implemented new educational systems for cultivation of competent people. They were provided with opportunities for sharing the research and educational achievements with industries and collaborating with overseas institutes by BK21 project. Physics Center of KAIST tried to secure a unique research brand of the Physics Department of KAIST based on its goal of building a top-tier research group with tackling core problems. Physics Center of Ulsan University focused on characterizing and developing emerging materials applicable to solar cells and thermoelectric devices based on its goal of building a research group with specialty in investigating emerging materials. Physics Team of Dongguk University performed creative researches on fabricating emerging semiconductor nano-structures, developing novel devices, and their application to system semiconductor circuits based on its goal of building a research group with specialty in developing next-generation semiconductors. BK21 project contributed to improving research level and cultivating competent people in the physics area of Korea as well as enhancing social, economical, and international impacts of physics.

In the life science panel, Yonsei University (Initiative for Biological Function

& Systems), Gyeongsang National University (Graduate Program for Next Generation Agro-biotech industry), and Kongju National University (Field-oriented BioCore HRDT) have been selected as excellent cases because of their successful execution and excellent performance in BK21 project. The Yonsei University project group has been grown into a world-class research-focused project group in the biology field, with a 123% increase in doctoral manpower output and a remarkable increase in educational performance and qualitative growth in dissertations. The Gyeongsang National University BK21 group has adopted the educational vision of “cultivating top 10 talents in the agricultural life field”, and thus will be a leader in the era of creative knowledge-based green revolution industry, using the human and material resources for research and education, built through the BK21 Plus project. The project team at Kongju National University innovated education and research, focused on demand in the field of strength in connection with the field- and regional-based industry. It is realized that the BK21 project has greatly contributed to nurturing advanced research talents in the life sciences and improving the level of global research.

A long term and stable support from Brain Korea 21 (BK21) program largely contributed to enhance research capabilities in engineering. There has been steady progress in producing outstanding researchers, high-quality papers, industry-university collaboration and international cooperation. After completing Brain Korea 21 Plus (BK21+) program for a total of 7 years including selection evaluation in 2013, mid-term evaluation in 2015, and comprehensive evaluation in 2019, excellent cases were selected among the groups won the recent BK21 Four. Considering the differences in situation between nationwide and regional, and between public universities and private universities, the excellent cases were selected for each category taking diversity and representativeness into account. The selected group strengthened their capacity by the BK21 program in the essential field to enhance the competitiveness of the university. By reviewing selected excellent cases, specific developmental strategies could be found. Creative education and research program for world-leading mechanical engineering in Seoul National University was selected in the nationwide project group on the mechanical engineering panel, and the Innovative Research and Education Center for Future Mechanical Engineers in Chonnam National

University was selected in the regional project group on the mechanical engineering panel. Electronic computer telecommunication Engineering Department in Hanyang University was selected in a nationwide project group on information technology engineering panel and Innovation creativity and talent program in Kyungpook University was selected in regional project group panel. Outstanding qualities of education, research, internationalization, industry-university collaboration are introduced.

In the humanity and social science area, department of history at Sungkyunkwan University and department of economics at Korea University were selected for their high quality of research performance of participating students. In other areas, graduate department of culture technology at KAIST was selected for the active establishment of new firms by graduates, and frontier nuclear technology department of POSTEC for their excellent graduate curriculum and publishing performance of graduate students.

CONTENTS

I. The Process of BK21 Plus Project from its planning to Evaluation

1. From Planning to Announcement
2. Announcement of the Program
3. Selection of Research Group
4. Mid-Term Evaluation
5. Consulting and General Evaluation

II. General Performance

1. Overall Review
2. HRD Output
3. Research Output
4. Cooperation with Industry
5. Global Perspective

III. In-depth Evaluation

1. Graduate Education in Korea
2. Performance of Participating Students
3. Program Evaluation from the perspective of Graduate Students

IV. Excellent Cases

1. Chemistry
2. Physics
3. Life Science
4. Engineering
5. Humanity and Social Science
6. Special and Global Area

V. BK21 in the Media

VI. Third to Fourth Stage

목 차

I. BK21 플러스 사업의 추진 경과	1
1. 기획에서 사업 공고까지	3
가. 2단계 BK21 사업의 성과 분석	5
나. BK21 플러스 사업의 개요	7
2. 사업 공고	13
가. 총괄공고문	13
나. 사업별 공고문	15
3. 사업단 선정 단계	18
가. 추진 경과	18
나. 접수 현황	19
다. 평가 추진 체계 및 위원회 구성	22
라. 선정평가 기준 및 절차	25
마. 분야별 평가기준	29
바. 사업유형별 평가지표	30
사. 사업단 선정 결과	41
4. 중간평가(성과평가 및 재선정평가)	53
가. 추진 배경	53
나. 추진 경과	53
다. 평가 개선 주요 내용	56
라. 2015년 중간평가 추진과정	66
마. 성과평가	69
바. 재선정 평가	74
사. 중간평가 결과 최종 선정	76
아. BK21플러스 중간평가 사업단(팀) 선정 결과	78
5. 성과컨설팅, 성과점검, 종합평가	84
가. 4차년도 성과 컨설팅	85
나. 5차년도 컨설팅	87
다. 18년 성과점검	88
라. 2019년 종합평가	101

II. BK21 플러스 사업의 성과: 개황	111
1. 총괄영역	113
가. 재정지원 현황	113
나. 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황	117
다. 인력지원 현황	120
2. 교육성과(HRD)	123
가. 대학원생 인력지원 현황	123
나. 대학원생 인력양성	127
다. 대학원생 학술대회 발표실적	136
라. 대학원생 논문실적	140
.....	146
3. 연구성과	146
가. 신진연구인력 현황	146
나. 신진연구인력 논문실적	149
다. 참여교수 연구실적	154
라. 정부 연구비 수주실적	160
4. 산학협력성과	163
가. 산업체 연구비 수주실적	163
나. 산업재산권 성과	166
5. 국제화 성과	169
가. 외국인 인력지원 현황	169
나. 해외기관 연구의 수주실적	176
III. BK21 플러스 사업의 성과: 심층분석	181
1. 대학원 교육 전반의 변화	184
2. 교육/연구성과 - 참여학생	192
가. 해외 박사학위 취득자와 BK21 사업 참여자의 비교	193
나. 3단계 BK21 사업과 한국박사의 전반적 성취 변화	197
3. 대학원생 조사를 통해 본 사업효과	201
가. 분석의 필요성	201
나. 분석자료의 특성	202
다. 석사 기초통계 분석	202
라. 박사 기초통계 분석	217

마. BK21 사업참여 회귀분석	236
바. 소결	257
IV. 우수사례	259
1. 자연과학 - 화학	261
가. 화학 패널 전국 사업단(서울대학교 화학분자공학사업단)	261
나. 화학 패널 지역 사업팀(울산대학교 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀)	266
다. 중간평가를 통해 진입한 화학 패널 전국사업단(한국과학기술원 KAIST 분자과학사업단)	271
라. 숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀	275
마. 시사점	278
2. 자연과학 - 물리	280
가. KAIST 물리학과 '선도물리교육사업단'	281
나. 울산대 물리학과 '신물질 창제 연구인력양성사업단'	284
다. 동국대학교 반도체과학과 '신기능 이머징 반도체 나노구조물 소자 및 응용 연구팀'	287
라. 시사점	290
3. 자연과학 - 생명	291
가. 생체기능시스템 사업단 (연세대학교 생명과학부)	291
나. 농생명산업차세대인재육성 사업단	295
다. 현장밀착형 바이오테크 창의인력양성 사업팀(공주대학교 생명과학과)	299
라. 시사점	301
4. 공학	302
가. 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단 (서울대학교 기계공학부)	303
나. ICT 창의인재양성 사업단 (경북대학교 대학원 전자공학부)	313
다. 융합 IT기반 미래가치 창조 인재양성사업단 (한양대학교 전자컴퓨터통신공학과)	324
라. 미래융합기계시스템사업단 (전남대학교 기계공학부)	334
마. 시사점	344
5. 인문-사회 영역	346
가. 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육 연구 사업단 (성균관대학교 사학과)	346
나. 고려대학교 경제학과 '한국경제의 새로운 패러다임에 관한 연구 및 전문인력양성 사업단'	349
다. 시사점	353
6. 특화전문인재와 글로벌 인재 양성	354
가. KAIST 문화기술대학원 '콘텐츠 사이언스 사업단'	354
나. 첨단원자력공학사업단 (포항공과대학교 첨단원자력공학부)	357
다. 시사점	362

V. 언론 속의 BK21	363
1. 언론별 기사 수	366
가. 언론사별 기사 분석	366
나. 기간별 기사 분석	367
다. 워드 클라우드	369
2. 언론사별 기사 내용 추이	370
VI. 기획에서 사업 공고까지	375
1. BK21 플러스 사업의 기본 방향과 특징	377
2. BK21 플러스 사업의 성과와 한계 및 향후 개선 방향	379
가. 인재양성	379
나. 연구 경쟁력	379
다. 국제화	379
라. 제도개선	380
마. 평가관리	380
3. 증거기반 사업설계와 관리를 위한 제언	381

표 목 차

〈표 I-1〉 사업단 지원분야	9
〈표 I-2〉 세부 지원분야별 사업단 수 및 지원 상한액	10
〈표 I-3〉 예산지원 항목	11
〈표 I-4〉 지원 사업팀 수 및 지원 상한액	12
〈표 I-5〉 미래기반 창의인재양성형의 최소 참여교수 수	12
〈표 I-6〉 세부 지원유형	14
〈표 I-7〉 제출 기한	14
〈표 I-8〉 유형별 접수 및 경쟁률 현황	20
〈표 I-9〉 세부분야별 접수 및 경쟁률 현황(미래기반창의인재양성형)	20
〈표 I-10〉 학문분야별 신청 사업단(팀) 수	21
〈표 I-11〉 특화전문 인재양성 사업 접수 현황	22
〈표 I-12〉 패널구성 총괄표	27
〈표 I-13〉 특화전문 인재양성 사업의 패널 분류	29
〈표 I-14〉 세부사업 유형별 평가항목 및 배점	29
〈표 I-15〉 신청 요건 적격 심사 항목	30
〈표 I-16〉 대학별 선정 현황	48
〈표 I-17〉 BK21플러스 특화전문인재양성 사업 선정결과	50
〈표 I-18〉 사업별 평가구조 개편	56
〈표 I-19〉 질적지표 비중 변화	57
〈표 I-20〉 평가패널 분류	67
〈표 I-21〉 성과평가 접수 결과	69
〈표 I-22〉 재선정평가 접수결과	69
〈표 I-23〉 성과평가 일정	69
〈표 I-24〉 성과평가 패널 구성	70
〈표 I-25〉 성과평가 결과	73
〈표 I-26〉 재선정평가 평가일정	74
〈표 I-27〉 재선정평가 패널 구성	74
〈표 I-28〉 예비선정 사업단(팀) 현황	76
〈표 I-29〉 유형별 선정 현황	77
〈표 I-30〉 지원분야별 선정 현황	77
〈표 I-31〉 주요 대학별 선정 현황 (선정 사업단(팀) 수 상위 30개 대학)	78
〈표 I-32〉 4차년도 컨설팅 대상 사업단(팀)	85
〈표 I-33〉 4차년도 컨설팅 접수 결과	86
〈표 I-34〉 4차년도 컨설팅 대상 선정	86
〈표 I-35〉 5차년도 성과 컨설팅 대상	87

〈표 I-36〉 5차년도 성과 컨설팅 신청 사업단(팀) 현황	87
〈표 I-37〉 평가지표 개선(안) 예시(자연과학(단) 기준)	90
〈표 I-38〉 평가지표 개선(안) 예시(공학(단) 기준)	91
〈표 I-39〉 평가지표 개선(안) 예시(인문학(단) 기준)	92
〈표 I-40〉 평가지표 개선(안) 예시(디자인·영상(단) 기준)	92
〈표 I-41〉 평가지표 개선(안) 예시(예술분야 기준)	93
〈표 I-42〉 평가지표 개선(안) 예시(미래기반/글로벌 유형 기준)	94
〈표 I-43〉 평가지표 개선(안) 예시(특화전문(과기) 유형 기준)	94
〈표 I-44〉 평가지표 개선(안) 예시(미래기반/글로벌 유형 기준)	94
〈표 I-45〉 평가지표 개선(안) 예시(전 유형 공통)	95
〈표 I-46〉 성과점검 일정	96
〈표 I-47〉 성과점검 대상 사업단(팀)	96
〈표 I-48〉 평가패널의 구성	97
〈표 I-49〉 지원 유형별 사업비 조정 결과	100
〈표 I-50〉 사업비 배분 결과(18년도 사업비 기준)	101
〈표 I-51〉 종합평가 평가일정	106
〈표 I-52〉 평가대상 사업단(팀)	106
〈표 I-53〉 포상대상 총 67개 사업단(팀) 인센티브 지원 내역	109
〈표 II-1〉 BK21+사업 연차별 BK국고지원금 현황	113
〈표 II-2〉 BK21+사업 사업 유형별 BK국고지원금 현황	114
〈표 II-3〉 BK21+사업 사업 분야별 BK국고지원금 현황(미래기반창의인재양성사업)	115
〈표 II-4〉 BK21+사업 사업 분야별 BK국고지원금 현황(특화전문인재양성사업)	116
〈표 II-5〉 BK21+사업 사업 지역별 BK국고지원금 현황	117
〈표 II-6〉 BK21+사업 사업 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황 (1)	118
〈표 II-7〉 BK21+사업 사업 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황 (2)	119
〈표 II-8〉 BK21+사업 연차별 인력지원 현황	120
〈표 II-9〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 현황	121
〈표 II-10〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 현황(미래기반창의인재양성사업)	122
〈표 II-11〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 현황(특화전문인재양성사업)	123
〈표 II-12〉 BK21+사업 사업 유형별 참여 대학원생 현황	124
〈표 II-13〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)	125
〈표 II-14〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업 -인문·사회·예술 분야)	126
〈표 II-15〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(특화전문인재양성사업)	127
〈표 II-16〉 BK21+사업 연차별 석·박사과정 학위취득자 수	128
〈표 II-17〉 BK21+사업 유형별 석·박사과정 학위취득자 수	128
〈표 II-18〉 BK21+사업 분야별 석·박사과정 학위취득자 수(미래기반창의인재양성사업)	129
〈표 II-19〉 BK21+사업 분야별 석·박사과정 학위취득자 수(특화전문인재양성사업)	130

〈표 II-20〉 BK21+사업 연차별 국내·외 진학자 수	130
〈표 II-21〉 BK21+사업 유형별 국내·외 진학자 수	131
〈표 II-22〉 BK21+사업 분야별 국내·외 진학자 수(미래기반창의인재양성사업)	132
〈표 II-23〉 BK21+사업 분야별 국내·외 진학자 수(특화전문인재양성사업)	133
〈표 II-24〉 BK21+사업 연차별 취업자 수	133
〈표 II-25〉 BK21+사업 유형별 취업자 수	134
〈표 II-26〉 BK21+사업 분야별 취업자 수(미래기반창의인재양성사업)	135
〈표 II-27〉 BK21+사업 분야별 취업자 수(특화전문인재양성사업)	136
〈표 II-28〉 BK21+사업 연차별 대학원생 국내 및 국제 학술대회 발표실적	136
〈표 II-29〉 BK21+사업 사업 유형별 국내 및 국제 학술대회 발표실적	137
〈표 II-30〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(미래기반창의인재양성사업 -과학·기술 분야)	138
〈표 II-31〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(미래기반창의인재양성사업 -인문·사회·예술 분야)	139
〈표 II-32〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(특화전문인재양성사업)	140
〈표 II-33〉 BK21+사업 사업 연차별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수	140
〈표 II-34〉 BK21+사업 사업 유형별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수	141
〈표 II-35〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수(미래기반창의인재양성사업) ·	142
〈표 II-36〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수(특화전문인재양성사업) ···	143
〈표 II-37〉 BK21+사업 연차별 대학원생 논문 IF	143
〈표 II-38〉 BK21+사업 사업 유형별 대학원생 논문 IF	143
〈표 II-39〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 논문 IF	144
〈표 II-40〉 BK21+사업 연차별 국제논문환산편수	144
〈표 II-41〉 BK21+사업 사업 유형별 대학원생 논문 IF	144
〈표 II-42〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 국제논문환산편수(미래기반창의인재양성사업)	145
〈표 II-43〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 국제논문환산편수(특화전문인재양성사업)	145
〈표 II-44〉 BK21+사업 사업 유형별 인력지원(신진연구인력) 현황	146
〈표 II-45〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(미래기반창의인재양성사업 -과학·기술 분야)	147
〈표 II-46〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(미래기반창의인재양성사업 -인문·사회·예술 분야)	148
〈표 II-47〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(특화전문인재양성사업)	149
〈표 II-48〉 BK21+사업 사업 연차별 신진연구인력 총논문편수 및 총환산편수	150
〈표 II-49〉 BK21+사업 사업 유형별 신진연구인력 총논문편수 및 총환산편수	150
〈표 II-50〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 총논문편수 및 총환산편수 (미래기반창의인재양성사업)	151
〈표 II-51〉 BK21+사업 연차별 신진연구인력 논문 IF	152
〈표 II-52〉 BK21+사업 사업 유형별 신진연구인력 논문 IF	152
〈표 II-53〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 논문 IF	152

〈표 II-54〉 BK21+사업 연차별 신진연구인력 국제논문환산편수	153
〈표 II-55〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 국제논문환산편수	153
〈표 II-56〉 BK21+사업 사업 연차별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수	154
〈표 II-57〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수	155
〈표 II-58〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수(미래기반창의인재양성사업) ·	156
〈표 II-59〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수(특화전문인재양성사업) ···	157
〈표 II-60〉 BK21+사업 연차별 참여교수 논문 IF	157
〈표 II-61〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 논문 IF	157
〈표 II-62〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 논문 IF	158
〈표 II-63〉 BK21+사업 연차별 참여교수 국제논문환산편수	158
〈표 II-64〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 국제논문 환산편수	159
〈표 II-65〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 국제논문환산편수(미래기반창의인재양성사업)	159
〈표 II-66〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 국제논문 환산편수(특화전문인재양성사업)	160
〈표 II-67〉 BK21+사업 연차별 정부 연구비 수주실적	160
〈표 II-68〉 BK21+사업 사업 유형별 정부 연구비 수주실적	161
〈표 II-69〉 BK21+사업 사업 분야별 정부 연구비 수주실적(미래기반창의인재양성사업)	162
〈표 II-70〉 BK21+사업 사업 분야별 정부 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)	163
〈표 II-71〉 BK21+사업 연차별 산업체 연구비 수주실적	163
〈표 II-72〉 BK21+사업 사업 유형별 산업체 연구비 수주실적	164
〈표 II-73〉 BK21+사업 사업 분야별 산업체 연구비 수주실적(미래기반창의인재양성사업)	165
〈표 II-74〉 BK21+사업 사업 분야별 산업체 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)	166
〈표 II-75〉 BK21+사업 연차별 국내 및 국제 특허 건수	166
〈표 II-76〉 BK21+사업 사업 유형별 국내 및 국제 특허 건수	167
〈표 II-77〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 특허 건수(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야) ·	168
〈표 II-78〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 특허 건수(특화전문인재양성사업)	169
〈표 II-79〉 BK21+사업 연차별 외국인 참여교수 현황	169
〈표 II-80〉 BK21+사업 사업 유형별 외국인 교수 현황	170
〈표 II-81〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 교수 현황 현황(미래기반창의인재양성사업)	171
〈표 II-82〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 교수 현황(특화전문인재양성사업)	172
〈표 II-83〉 BK21+사업 연차별 외국인 대학원생 현황	172
〈표 II-84〉 BK21+사업 사업 유형별 외국인 대학원생 현황	173
〈표 II-85〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야) ·	174
〈표 II-86〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업 -인문·사회·예술 분야)	175
〈표 II-87〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(특화전문인재양성사업)	176
〈표 II-88〉 BK21+사업 연차별 해외기관 연구비 수주실적	176
〈표 II-89〉 BK21+사업 사업 유형별 해외기관 연구비 수주실적	177
〈표 II-90〉 BK21+사업 사업 분야별 해외기관 연구비 수주실적(미래기반창의인재양성사업)	178
〈표 II-91〉 BK21+사업 사업 분야별 해외기관 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)	179

〈표 III-1〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 자연계열 주요 학문분야	194
〈표 III-2〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 공학 계열 주요과목	195
〈표 III-3〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 사회계열 해외논문	196
〈표 III-4〉 BK21 참여자와 외국 학위 취득자의 비교 - 사회계열, 국내논문	196
〈표 III-5〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 자연계열	198
〈표 III-6〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 공학 계열	199
〈표 III-7〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 사회계열, 해외논문	200
〈표 III-8〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 사회계열, 국내논문	200
〈표 III-9〉 BK21 플러스 사업 참여 현황표	204
〈표 III-10〉 졸업시점 평균연령(만)	205
〈표 III-11〉 전공별 BK21플러스 참여 현황	206
〈표 III-12〉 공학계열과 자연계열의 BK21플러스 참여 현황	206
〈표 III-13〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(인문계열, 사회계열)	207
〈표 III-14〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(공학계열)	208
〈표 III-15〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(자연계열)	209
〈표 III-16〉 대학설립구분, 학부-석사 출신대학 별 BK21 사업 참여	210
〈표 III-17〉 BK21 사업에서 받은 지원(복수응답)	211
〈표 III-18〉 학업전념과 휴학경험	212
〈표 III-19〉 대학원 총 학비의 부담비율(%)	212
〈표 III-20〉 논문게재 비율 및 연구프로젝트 경험비율(%)	214
〈표 III-21〉 평균 논문편수 및 평균 연구프로젝트 참여 건수(개)	214
〈표 III-22〉 석사과정 진학의 주요 목적	215
〈표 III-23〉 졸업후 진로(%)	216
〈표 III-24〉 취업자의 종사상 지위(% , 명)	217
〈표 III-25〉 BK21 플러스 사업 참여 현황	219
〈표 III-26〉 졸업시점 평균연령(만)	220
〈표 III-27〉 전공별 BK21플러스 참여 현황	221
〈표 III-28〉 공학계열과 자연계열의 BK21플러스 참여 현황	222
〈표 III-29〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(인문계열, 사회계열)	223
〈표 III-30〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(공학계열)	223
〈표 III-31〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(자연계열)	224
〈표 III-32〉 대학 설립구분, 학부-박사 출신대학별 현황(% , 명)	225
〈표 III-33〉 BK21 사업에서 받은 지원(복수응답)	226
〈표 III-34〉 학업전념과 휴학경험(% , 명)	227
〈표 III-35〉 대학원 총 학비의 부담비율(%)	228
〈표 III-36〉 학술지게재 평균논문편수 및 평균연구프로젝트 참여 건수(개)	229
〈표 III-37〉 박사과정 진학의 주요 목적	230
〈표 III-38〉 박사학위 취득이후(향후 1년 이내) 해외이주 계획	231
〈표 III-39〉 해외이주 계획의 이유	231

〈표 III-40〉 졸업후 진로(%)	232
〈표 III-41〉 박사후과정 상태	233
〈표 III-42〉 박사후과정 재원(%)	234
〈표 III-43〉 해외 박사후과정의 한국으로 귀국계획(%)	235
〈표 III-44〉 취업자의 종사상지위(% , 명)	236
〈표 III-45〉 이항로짓모형 회귀식 추정결과(한계효과)(석사)	240
〈표 III-46〉 이항로짓모형 회귀식 추정결과(한계효과)(박사)	242
〈표 III-47〉 논문게재 실적에 대한 정책효과 추정결과(석사)	244
〈표 III-48〉 연구프로젝트 참여실적에 대한 정책효과 추정결과(석사)	245
〈표 III-49〉 논문게재 건수에 대한 정책효과 추정결과(박사)	246
〈표 III-50〉 연구프로젝트 참여실적에 대한 정책효과 추정결과(박사)	247
〈표 III-51〉 취업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)	249
〈표 III-52〉실업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)	250
〈표 III-53〉 취업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)	251
〈표 III-54〉 실업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)	252
〈표 III-55〉 상용직 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)	253
〈표 III-56〉 업무와 전공간 관련성에 대한 정책효과 추정결과(석사)	254
〈표 III-57〉 상용직 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)	255
〈표 III-58〉 업무와 전공간 관련성에 대한 정책효과 추정결과(박사)	256
〈표 V-1〉 언론사별 기사 건수	367
〈표 V-2〉 언론사 분류별 기사 건수	367
〈표 V-3〉 기간별 대표 기사 예시	369
〈표 V-4〉 방송사 기사 분류	370
〈표 V-5〉 중앙지 5곳 기사 분류	371
〈표 V-6〉 경제지(머니투데이) 기사 분류	372
〈표 V-7〉 지역종합지 6곳 기사 분류	372
〈표 V-8〉 전문지 기사 분류	373
〈표 V-9〉 언론사별 기사 비율	374

그림 목 차

[그림 I-1] WCU·BK21 후속 사업의 개선 방향	6
[그림 I-2] BK21 플러스 사업의 비전과 목표	7
[그림 I-3] 선정평가 추진 체계도	23
[그림 I-4] 선정 심사절차	26
[그림 I-5] '15년 중간평가 흐름도	67
[그림 I-6] 재선정평가 절차	75
[그림 I-7] 평가절차	107
[그림 II-1] BK21+사업 연차별 BK국고지원금 현황	113
[그림 II-2] BK21+사업 연차별 인력지원 현황(전체)	120
[그림 III-1] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 인문계열	185
[그림 III-2] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 사회계열	186
[그림 III-3] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 자연계열	187
[그림 III-4] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 공학계열	188
[그림 III-5] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 교육계열	189
[그림 III-6] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 의약계열	190
[그림 III-7] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 예체능계열	191
[그림 III-8] BK21 사업 참여자의 사업참여기간(월)	213
[그림 III-9] BK21 사업 참여자의 사업참여기간(월)	228
[그림 III-10] 해외 박사후과정 비율(%)	234
[그림 III-11] 전공대분류별 여학생 비율(%)	239
[그림 III-12] 박사 전공대분류별 여학생 비율(%)	241
[그림 IV-1] 융합지식기반 혁신적 미래가치를 창조하는 기계항공 인재양성을 위한 전략	304
[그림 IV-2] 기계항공 우주공학분야 QS 랭킹	304
[그림 IV-3] 박사 배출실적/박사 취업률/취업실적	305
[그림 IV-4] 융합지식기반 창조형 기계항공인재 취업의 질적 우수성 확보 및 지속적 관리	305
[그림 IV-5] 대학원생 1인당 연평균 국제논문 게재 실적 / 연평균 학술대회 발표 실적	306
[그림 IV-6] 대학원생 교육-연구 융합능력 향상 지원 실적	306
[그림 IV-7] 사업단의 연구역량 향상을 위한 비전, 목표 및 전략	307
[그림 IV-8] 전략적 연구분야 선정	307
[그림 IV-9] 참여교수 1인당 연평균 논문 게재 실적 / 연구비 1인당 수주실적 / 특허 등록 실적 ..	308
[그림 IV-10] BK21 플러스 사업 전후 환산보정 ES 지표 비교	308
[그림 IV-11] BK21 플러스 사업 전후 환산보정 IF 지표 비교	308

[그림 IV-12] 스탠포드 대학 대비 각 지표별 BK21플러스 사업 전후 비교	309
[그림 IV-13] 사업단의 교육 프로그램의 국제화 노력	310
[그림 IV-14] 국제연구 교류 다변화를 위한 유형별 연계 대학	310
[그림 IV-15] 사업단이 운영 중인 외국대학과의 복수학위 과정	311
[그림 IV-16] 참여교수와 국제화 현황 개요도	311
[그림 IV-17] 참여교수 국제적 학술활동 참여 실적	312
[그림 IV-18] 산학협력 연구 및 산학 간 인적/물적 교류의 우수성	312
[그림 IV-19] 산학협력을 통한 산업 기여 실적	313
[그림 V-1] 언론별 기사 건수	366
[그림 V-2] 월별 기사 건수	368
[그림 V-3] 워드 클라우드	369

I . BK21 플러스 사업의 추진 경과

1. 기획에서 사업 공고까지	3
2. 사업 공고	13
3. 사업단 선정 단계	18
4. 중간평가(성과평가 및 재선정평가	53
5. 성과컨설팅, 성과점검, 종합평가	84

I. BK21 플러스 사업의 추진 경과

1 기획에서 사업 공고까지

당초 2단계 BK21 종료 후 후속사업 준비과정에서 학계와 대학에서 BK21 사업의 지속에 대한 강력한 요구가 제기되었고 이러한 요구에 기초하여 교육부에 대한 국회 국정감사에서 BK21 사업의 지속을 요구하기에 이르렀다. 2011년 10월에 당시 한나라당 박영아 의원실 주최로 국회도서관에서 BK21 사업에 관한 공청회가 개최되었으며, 이 공청회에서 BK21 사업의 지속에 대한 강력한 요구들이 개진된 바 있다.

3단계 BK21에 관한 본격적인 기획은 'BK21·WCU 후속사업 기획 기초연구'(11.10~12.2, 연구책임자 연세대 하연섭 외 3명)에서 시작되었다. 기획 기초연구의 구체적인 내용은 다음과 같다.

- ① 사업기간은 7년, 3+2+2년을 제안
- ② 사업설계 및 운영에 있어서 대학 및 사업단의 자율성 제고
- ③ 학문분야의 특수성 최대한 반영
- ④ 순차 선정 개념의 도입
- ⑤ 경쟁 개념의 도입 : 특히, 중간평가 결과 우수 사업단에 대해서는 예산증액, 하위사업단에 대해서는 예산삭감 또는 협약해지(전체의 약 10~20% 정도)를 제안
- ⑥ 국제화 강조
- ⑦ 대학 차원의 제도개선 노력 유도 : 세계적 수준의 연구중심대학으로 발전할 수 있도록 대학 전체 차원의 제도개선을 유도하고자 하였으며, 선진국 연구중심대학 수준의 대학원 교육 및 연구지원 시스템, 체계화된 학사관리제도 등을 위한 대학 차원의 노력 지원을 제안하였다. 특히, 기획 기초연구에서는 사업단 지원 예산으로 5,635억 원, 그리고 제도혁신비로 600억 원을 제안하였으나, 최종적으로 대학 차원의 제도혁신이 평가지표로는 반영되었으나 예산 반영은 전혀 되지 않았다.¹⁾
- ⑧ 예산 현실화 : 그동안의 대학원 등록금 및 물가 인상 수준을 감안하여 대학원생 인건비를 석사 80만원, 박사 120만원 수준으로 각 30만원 인상하는 안을 제시하였다.

1) 4단계 BK21 사업에 이르러서야 대학혁신지원비가 예산에 반영되었다.

기획 기초연구가 진행되는 과정에서 국가과학기술위원회의 기술성 평가가 실시('11.12~'12.2)되었다. 기초연구 착수 직후 기술성 평가가 실시되었으나, 기술성 평가는 순수 R&D 사업에 적용되는 평가로서 BK21 사업에 대한 기술성평가의 적정성에 대한 논란이 제기된 바 있다. 또한, 국고 500억원 이상인 사업은 예비타당성조사를 거쳐야 한다는 기획재정부의 규정에 따라 예비타당성조사가 실시('12.3~11) 되었다. 예비타당성조사가 진행될 당시 준비된 사업내용은 기초연구밖에 없었기 때문에 실질적으로 기초연구 내용을 기초로 예비타당성조사가 실시되었다.

이후 'WCU·BK21 후속사업 세부 계획 수립 연구'('12.3~8, 연구책임자 연세대 최중길, 서울대 권동일 외 10명)가 진행되었는데, 이 연구에는 기획 기초연구의 연구책임자와 공동연구원이 참여하여 계획의 지속성을 유지하였다. 우선 후속사업을 글로벌리더형, 자율혁신형, 미래기반형 사업으로 세분화하여 추진하고자 하였다. 글로벌리더형 사업은 세계적인 연구 경쟁력을 갖춘 프리미엄급 인재 육성 및 글로벌 네트워크 구축을 통해 세계적 수준의 한국형 인재 양성을 목표로 하는데, 사업단의 자율성 부여, 전면적 국제화, 학생중심 제도 혁신을 기본 운영 방향으로 하였다. 총 1,689억의 사업비로 7년간의 사업 기간 동안 3년+2년+2년 체제의 단계별 운영을 제안하였다.

자율혁신형 사업은 이론과 실제를 겸비한 전문 연구인력 양성 및 지방정부 등 지역의 책임 있는 참여 확대를 통해 세계적 수준의 연구중심대학의 안정적 육성에 기여하는 것을 목적으로 삼았다. 총 3,380억의 예산을 제안하였으며, 중간단계 이후 글로벌리더형으로 진입하고자 하는 사업단은 승격 심사 신청이 가능하도록 하였다.

미래기반형 사업은 소규모 우수연구자 집단의 지원을 통해 고급인력을 양성하고 대학교 간, 학과 간, 학부 간 등 여러 교육 주체들이 참여하는 교과과정을 개발하여 21세기 학문 연구 트렌드인 융복합 분야의 우수인재 양성을 목표로 하였다. 총 563억의 사업비로 강소형사업팀과 융복합사업팀으로 나누어 운영되며 이 사업단 역시 글로벌리더형, 자율혁신형으로 승격 심사 신청이 가능하도록 하였다.

기획의 최종단계로서 후속사업의 사업단(팀) 선정 평가지표와 사업단(팀) 신청서식 등을 개발하고 나아가 사업 수행에 있을 성과관리에 대한 방향을 제시하고자 'WCU·BK21 후속사업 성과 평가지표 및 각종 서식 개발과 성과관리계획 수립에 관한 연구'('12.11~'13.4, 연구책임자 서울대 최해천 외 13명)를 수행하였다. 교육영역 부문에서는, 대학원생의 연구 역량을 강화하고 대학원생의 안정적 지원을 통해 대학원 교육의 기반을 조성하여 우수한 연구 후속세대가 국내 대학원에서 학문에 정진하여 국내의 교육수준 또한 높아질 수 있도록 유도하고자 하였다. 특히, 대학원생 연구실적에서는, 주저자/참여저자 등으로 기여도에 따른 환산 논문 편수, 보정 IF(Impact Factor) 등을 도입하여 연구의 질을 높이도록 유도하고자 하였다.

연구영역 부문에서는, 국내 대학원 구성원의 지속적인 연구능력 향상을 위해 각 사업단이 사업단 비전에 맞는 연구를 설정하도록 유도하고, 양질의 논문, 특허 및 산학협력 등의 목표를

설정할 수 있도록 유도하고자 하였다. 논문의 질을 평가하는 방법에 대해서, 학문 분야 간 차이를 보정하지 못하는 기존 IF를 그대로 사용하지 않고, 각 학문 분야의 저널 중 상위 20% 저널의 IF평균값으로 나눈 값을 '환산 보정 IF'라는 지표를 개발하여 사용할 것을 제안하였다. 논문에 대한 질적 평가로서 IF뿐만 아니라 새로운 지표인 ES(Eigenfactor Score)를 도입하고, 이외에 SJR, SNIP, Google Scholar도 도입가능하게 하여 질적 평가의 다면화를 꾀하였으며, 구체적이고 진정한 산학협력의 우수성 향상을 유도하고자 하였다.

제도혁신 및 지원 영역 부문에서는, 세계적인 수준의 연구중심대학으로 거듭나기 위해 연구의 질에 대한 관리 시스템 등 사업단 내의 노력뿐 아니라 대학 전체 차원의 협조와 지원이 필요함을 강조하였다.

후속사업의 기획과 동시에 총 4회에 걸쳐 후속 사업 관련 대학 의견수렴회를 개최('11.8~'12.12)하였으며, 후속사업에 대한 공청회를 실시('13.3.22)하였다.

가. 2단계 BK21 사업의 성과 분석

당초 BK21 플러스 사업은 BK21·WCU 후속 사업으로 기획된 것이었다. 따라서 성과와 한계에 대한 분석도 BK21 사업과 WCU 사업 모두에 대해 이루어졌다. 기존 사업의 성과로서는 BK21 사업의 경우에는 대학원생에 대한 안정적 재정지원으로 대학의 연구기반 강화 및 우수한 학문 후속세대 양성에 기여한 점, 그리고 WCU 사업의 경우에는 해외학자 국내 유치를 통한 국내 대학의 교육·연구 풍토 혁신과 해외 인지도 상승에 기여한 점을 들 수 있다.

두 사업의 한계로서는 BK21 사업의 경우 연구역량의 양적 성장에 비해 질적 경쟁력이 미흡한 점이 지적되었다. 특히, 사업단 예산집행의 자율성 부족, 양적 성과 중심의 평가로 질적 수준 제고에 한계, 획일적인 방식의 평가지원체제로 창의적 고급인재 양성에 한계가 있었다는 점 등이 지적되었다. WCU 사업의 경우에는 일률적인 방식의 해외학자 유치·지원으로 사업단의 여건과 특색에 맞는 다양한 국제화 전략 추진에 한계가 있었음이 지적되었다.

이에 따라 후속 사업의 개선 방향은 다음의 [그림 I-1]과 같이 제시되었다.

[그림 I -1] WCU-BK21 후속 사업의 개선 방향

	성과 및 한계		BK21 플러스 사업 개선방향
인재 양성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (성과) 핵심분야 우수 인재 양성 ▪ (한계) <ul style="list-style-type: none"> - 연구장학금액 단가 현실화 필요 - 우수 인재의 수도권 집중 여전 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학원생 연구장학금 지원 강화 ▪ 창의적 융복합분야 지원 확대 ▪ 지방대학 지원비중 확대
연구 경쟁력	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (성과) 연구의 양적 성장에 기여 ▪ (한계) <ul style="list-style-type: none"> - 연구의 질적 수준 제고 미흡 - 학문분야별 특성 고려 미흡 - 사업단 대형화로 사업단 관리 및 연구성과 제고 미흡 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 질 중심의 성과관리체계 구축 ▪ 학문분야별, 사업유형별로 지원방식, 지원내용 차별화로 독창성·창의성 유도 ▪ 소규모 사업팀에 대한 지원 확대
국제화	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (성과) 국제 인지도 향상 ▪ (한계) <ul style="list-style-type: none"> - 일률적인 방식의 해외학자 유치 활용 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 사업단 특성 및 여건에 맞는 다양한 국제화 전략 유도
제도 개선	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (성과) 연구대학 인프라 구축 ▪ (한계) <ul style="list-style-type: none"> - 하드웨어적 제도개혁 중점 (모집단위 광역화 등) 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 소프트웨어 중심 제도개선 유도 연구중심대학체제 재정비 (학사관리, 교육/연구여건, 연구윤리 등)
평가 관리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (성과) 부진사업단 탈락 / 신규 사업단 진입 등 경쟁체제 강화 ▪ (한계) <ul style="list-style-type: none"> - 단기적·양적 성장 중심의 평가 - 사업단 예산집행의 경직성 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 단기평가 지양, 중기평가 실시 (연차평가는 컨설팅 중심으로 실시) ▪ 예산편성·집행의 자율성 확대 (대응자금 폐지)

나. BK21 플러스 사업의 개요

(1) 비전과 목표

BK21 플러스 사업의 비전과 목표는 다음의 [그림 I-2]와 같다. BK21 플러스 사업의 비전으로는 '창조경제 실현을 위한 석박사급 창의인재 양성'이 제시되었다.

[그림 I-2] BK21 플러스 사업의 비전과 목표



BK21 플러스 사업의 목표는 세 가지로서, 다음과 같다.

- ① 연구중심대학 기반 강화 및 글로벌 역량 제고 : 구체적인 목표로 QS 대학평가 200위권 내 대학 수를 '12년 6개에서 '19년 11개로 늘릴 계획을 제시했다.
- ② 학문분야별 핵심 고급인력 및 융복합분야의 고급 전문인력 양성 : 7년간('13~'19) 매년 우수 석박사 인력 약 15,000명 및 신진연구인력 지원을 목표로 설정했다.
- ③ 지방대학원의 교육·연구역량 강화가 제시되었다.

(2) 기본 방향

BK21 플러스 사업의 기본 방향은 다음과 같다.

- ① 대학원 교육·연구의 질 제고로 연구중심대학 기반 강화 : 질 중심의 성과관리체계 구축 및 연구중심대학 육성을 위한 제도개선 유도로 대학원 교육·연구의 질을 제고하고자 하였다.

- ② 지방대학원의 교육연구역량 강화 : 지방대학에 대한 지원 비중 확대 및 중소기업 등 지역 산업과의 연계 등을 통해 지방대학의 교육연구역량과 역할을 강화하고자 하였다. 이를 위해 지방대학 지원 비중을 확대 (KAIST 등 5대 과기대 제외)했는데, BK21, WCU 전체 사업비의 약 24%가 지방대에 배정된 데 반해, BK21플러스 전체 사업비의 35% 내외를 지방대에 배정하고, BK21, WCU 전체 사업단(팀) 수의 약 35%가 지방대 단(팀)이었던 반면, 지방대가 BK21플러스 전체 사업단(팀) 수의 45% 내외를 차지하도록 할 방침임을 밝혔다.
- ③ 산학협력을 통해 현장밀착형 석박사급 인재 양성 : 대학원 교육연구와 관련 산업이 밀접하게 연계되어 현장밀착형 지식과 기술 지원 및 석박사급 고급 인재를 공급할 수 있도록 산학협력 실적 및 계획을 평가에 반영할 것임을 밝혔다.
- ④ 특화 분야의 융합형 고급 전문인력 양성 지원 : 디지털 멀티미디어, 문화콘텐츠, 산업·공업·패션디자인, 관광, 정보보안 등 사회수요에 부합하는 특화된 분야의 고급 전문인력 양성을 위해 지원유형을 신설하였다.
- ⑤ 대학원 질 제고를 위한 사업관리 강화 : '15년 사업 구조를 개편하고, 2년간 추진실적 및 개편 내용을 반영하여 '16년 지원사업단을 전면 재선정할 것임을 사전 고지하였다.
- ⑥ 대학원생 연구장학금 및 신진연구인력 인건비 지원 단가 현실화 : 물가상승률 등을 반영하여 대학원생 및 신진연구인력 지원 단가를 상향시킴으로써 대학원생들이 생활 걱정 없이 교육·연구에 몰입할 수 있는 여건을 조성하고자 하였다. 보다 구체적으로, 석사 월 50만원 → 60만원, 박사 월 90만원 → 100만원, 신진연구자 월 200만원 → 250만원으로 인건비를 인상하였다.

(3) 사업 개요

BK21 사업의 기간은 2013 ~ 2019년까지 7년으로 설정했다. 단, 2년간 지원 후 대학원 질 개선방안과 연계하여 '15년 사업 구조를 개편하고 기존 사업단과 신규진입 사업단의 전면 재평가를 통해 '16년 사업단을 재선정할 계획임을 사전에 고지했다.

사업유형은 글로벌인재양성형, 특화전문인재양성형, 미래기반창의인재양성형 세 유형으로 구성하였다.

지원규모는 '13년 2,526억원으로서, 약 500개 내외 사업단(팀)을 지원할 계획이었다.

(4) 세부 지원분야

글로벌 인재양성형은 미래 국가발전 핵심분야의 대학 교육연구역량을 글로벌 수준으로 강화하는 것을 목적으로 하였으며, 중점 지원분야는 창조경제 육성을 위한 융합형 R&D분야 등이었다.

특화 전문인재양성형은 새롭게 부각되는 고부가가치 특화분야의 산업을 이끌어 갈 융·복합형 고급 실무 전문인력 및 사회변화에 따라 새롭게 대두된 인력수요에 대응하여 국가전략 분야의 융·복합형 고급 전문인력 양성을 위한 유형으로서, 'BK21 플러스 사업 특화전문인재양성형'을 2013년 8월 23일 별도로 공고하였다. 특화 전문인재양성형의 지원분야는 과학기술 및 인문사회 전분야로 하되, 산업·공업·패션디자인, 디지털 멀티미디어, 문화콘텐츠, 관광, 정보보안, 특수장비 등 특화된 분야를 중심으로 한 대학원을 우선 지원하고자 하였다.

미래기반 창의인재양성형은 학문분야별 창의적 미래 핵심인재 양성을 목표로 하였으며, 사업단과 사업팀(소형)은 각각 분리하여 선발할 계획이었다. 사업단 지원분야는 다음의 <표 I-1>과 같다.

<표 I-1> 사업단 지원분야

- 기초 : 수학 / 물리 / 화학 / 생물 / 지구과학
- 응용 : 정보기술(전기, 전자, 통신, 컴퓨터 등) / 기계 / 응용생명(약학, 농림수산학, 수의학, 응용생명공학 등) / 건설 / 화공 / 재료 / 기초 의학·의한의학
- ※ 위의 과기분야에 포함되지 않는 학문분야 중 미래국가발전에 필요한 분야(예 ; 에너지, 환경, 정보보안, 산업공학 등)로서 신청요건을 충족하는 경우 신청 가능 ("기타 중점분야")
- 인문사회 : 인문사회 전분야
- 융복합분야

※ 사업팀은 기초과학/응용과학/인문사회/융복합 전분야

세부 지원분야별 사업단 수 및 지원 상한액은 다음의 <표 I-2>와 같다.

〈표 I-2〉 세부 지원분야별 사업단 수 및 지원 상한액

사업 유형	세부 분야		전국 단위		지역 단위		
			사업단(팀) 수	상한액 (억원)	사업단(팀) 수	상한액 (억원)	
글로벌 인재양성형 소계			14개내외	25	6개내외	25	
특화 전문인재양성형 소계			3개내외	10	5개내외	10	
미래기반 창의인재 양성형	사업단	기초 과학	물리	6개내외	30	3개내외	6
			생물	7개내외	35	3개내외	17
			화학	6개내외	23	3개내외	9
			수학	4개내외	17	2개내외	6
			지구과학	3개내외	23	2개내외	7
			소계	26개내외	-	13개내외	-
		응용 과학	정보기술	9개내외	80	7개내외	58
			기계	6개내외	40	4개내외	35
			항공	6개내외	30	4개내외	12
			재료	6개내외	30	3개내외	17
			건설	4개내외	35	2개내외	17
			응용생명	8개내외	40	6개내외	29
			의차·한의학	7개내외	40	6개내외	29
		소계	46개내외	-	32개내외	-	
	기타 중점 분야		5개내외	30	4개내외	12	
	과학기술분야 소계		77개내외	-	49개내외	-	
	인문사회분야 소계		30개내외	9	16개내외	9	
	융복합분야 소계		15개내외	30	10개내외	8	
	사업단 소계			122개내외	-	75개내외	-
	사업팀 (소형)	과학기술분야		98개내외	3.5	94개내외	3.5
인문사회분야		33개내외	2.5	30개내외	2.5		
융복합분야		12개내외	3.5	8개내외	3.5		
사업팀 소계			143개내외	-	132개내외	-	
미래기반 창의인재양성형 소계			2,277억원, 472개 내외 사업단(팀)				
합 계			2,487억원, 500개 내외 사업단(팀)				

※ 지원 상한액은 모두 1년 기준임

(5) 지원 내용

예산편성 기준은 다음과 같았다.

글로벌 인재양성형의 대학원생 연구장학금은 전체 사업비의 40% 이상, 미래기반 창의인재양성형은 전체 사업비의 60% 이상(인문사회, 의학분야, 사업팀은 50% 이상)되도록 편성하고, 사업단 운영비는 전체 사업비의 10% 이내가 되도록 하였다. 연구장학금 지원액 기준은 모든 유형에 동일하게 적용하였는데, 석사 월 60만원, 박사 월 100만원, 신진연구자 월 250만원 기준으로 편성하도록 하였다.

예산지원 항목은 다음의 <표 I-3>과 같다.

<표 I-3> 예산지원 항목

글로벌 인재양성형	특화 전문인재양성형	미래기반창의인재양성형
<ul style="list-style-type: none"> ■ 대학원생 연구장학금 * 전체사업비의 40% 기준 ■ 신진연구인력 인건비 ■ 국제화경비 (해외학자 유차활용경비 포함) ■ 사업단 운영비 등 * 전체사업비의 10% 이내 ■ 간접비 (2%이내) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대학원생 장학금 ■ 교육연구인력 인건비 * 전임교원 인건비로는 지급 불가 ■ 국제화경비 ■ 사업단 운영비 등 * 전체사업비의 10% 이내 ■ 간접비 (2%이내) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대학원생 연구장학금 * 전체사업비의 60% 기준 (인문사회, 의학, 사업팀은 50% 이상) ■ 신진연구인력 인건비 ■ 국제화경비 ■ 사업단 운영비 등 * 전체사업비의 10% 이내 ■ 간접비 (2%이내)

※ 사업참여 대학원생 수는 과학기술분야는 사업참여 교수 전체 지도학생의 70%이내의 범위에서 지원 (인문사회는 참여교수 1인당 석사과정생 2명, 박사과정생 1명을 기준으로 산정하여 지원)

(6) 신청 자격

신청단위는 사업단을 기준으로 하였으나, 미래기반 창의인재양성형은 사업단과 소형 사업팀으로 구분하여 선정하도록 하였다. 사업단은 신청분야 대학원의 학과(부)로 구성되어야 하는 것이 원칙이나, 고등교육법시행령 제23조에 의해 설치된 '학과간 협동과정'은 특화 전문인재양성형 및 미래기반 창의인재양성형의 융복합분야에 신청 가능하도록 하였다.

BK21 플러스 사업에 신청하기 위해서는 신청일 기준 사업단에 참여하는 소속 학과(부) 교수 비율을 충족하여야 하는데, 구체적으로 사업단에 참여하는 교수 수가 사업단이 소속된 학과(부) 전체 교수의 70%이상이 되어야 한다. 단, 미래기반 창의인재양성형의 소형 사업팀에는 이를 적용하지 않았다.

사업팀의 규모는 최소 교수 수 3명 이상으로 하였다. 신청 대학원 학과(부) 소속 전임교원 수가 10인 이상일 경우 1개 학과에 2개 사업팀이 구성 가능하도록 하였다. 사업참여 대학원생 지원 규모는 과학기술 분야(과학기술기반 융복합 포함)의 경우 사업 참여교수 전체 지도학생의 70% 이내의 범위에서 지원하며, 인문사회 분야(인문사회기반 융복합 포함) 경우 사업 참여교수 1인당 석사과정생 2명, 박사과정생 1명을 기준으로 산정하여 지원하였다.

지원 사업팀 수 및 지원 상한액은 다음의 <표 I-4>와 같다.

<표 I-4> 지원 사업팀 수 및 지원 상한액

분야	전국		지역	
	지원 사업팀 수	지원 상한액(억원)	지원 사업팀 수	지원 상한액(억원)
과학기술분야	98개내외	3.5	94개내외	3.5
인문사회분야	33개내외	2.5	30개내외	2.5
융복합분야	12개내외	3.5	8개내외	3.5

BK21 플러스 사업의 미래기반 창의인재양성형의 경우에는 분야별 사업 참여교수 최소 기준 수를 설정하였는데, 최소 기준은 다음의 <표 I-5>와 같다.

<표 I-5> 미래기반 창의인재양성형의 최소 참여교수 수

구분	사업단										사업팀 (소형)	
	과학기술분야											
	기초	응용							기타 중점 분야	인문 사회 분야		융복합 분야***
정보 기술		기계	응용 생명	건설	화공	재료	의·치·하 한의학**					
교수 수 (명)	10	25 (15)*	15			10		20 (한의학 15 치의학 10)	10	7	10 (7)	3

* 컴퓨터분야만으로 사업단을 구성하여 참여할 경우

** 의·치·하·한의학분야는 기초의학교수 기준임

*** 과학기술 기반 융복합분야는 10명, 인문사회 기반 융복합 분야는 7명

또한 글로벌 인재양성형·미래기반 창의인재양성형의 경우, 사업단에 참여하는 대학원 학과에 박사학위 과정이 개설되어 있고, 신청일 현재 박사학위 과정에 등록생이 있어야 하는 것이 참여 조건이었다. 다만, 특화 전문인재양성형은 석사과정 등록생만 있는 경우에도 신청이 가능하도록 하였다.

그리고 대학별, 학과별로 분야별 신청가능 사업단(팀) 수를 제한하였는데, 구체적인 내용은 다음과 같다.

한 학과(부)에서 세부 사업 유형 간 중복 신청은 허용하지 않았다.

한 학과(부)에서 다수의 교수들이 사업단을 구성하여 신청한 경우, 나머지 교수들은 사업단(팀)을 구성하여 별개로 신청할 수 없도록 하였다. 다만, 학과(부) 소속 일부 교수가 타 학과(부) 소속 교수와 협동과정을 구성하여 특화 전문인재양성형 및 미래기반 창의인재양성형의 융복합 분야로 신청하는 경우에는 예외적으로 가능하도록 하였다.

미래기반 창의인재양성형의 과학기술분야 사업단은 지원분야별로 대학별 각 1개 사업단만 신청 가능하도록 하였다.

2 사업 공고

가. 총괄공고문

2013년 5월 16일에 창조경제를 실현할 석박사급 창의인재를 양성하고, 창의성에 기반한 새로운 지식과 기술의 창조를 지원하기 위한 『BK21 플러스 사업(BK21 PLUS : Brain Korea 21 Program for Leading Universities & Students)』 시행계획을 공고하였다.

(1) 사업 개요

사업기간은 2013 ~ 2019년의 7년으로 하였으나, '15년 사업단 전면 재평가를 통해 '16년 지원 사업단 선정 예정임을 사전 고지하였다.

지원규모는 '13년 2,526억원으로서 약 500개 내외 사업단(팀)을 선정할 예정이었다.

(2) 세부 지원분야

지원유형은 글로벌 인재양성형, 특화전문인재양성형, 미래기반창의인재양성형의 세 가지 유형이며, 구체적인 내용은 다음의 <표 I-6>과 같다.

〈표 I-6〉 세부 지원유형

유형	지원방향	지원분야
글로벌 인재양성형	미래 국가발전 핵심분야의 대학 교육연구역량을 글로벌 수준으로 강화	창조경제 육성을 위한 융합형 R&D분야
특화 전문인재양성형	새롭게 부각되는 고부가가치 특화분야 및 국가전략분야 등의 고급 전문인력 양성	과학기술 및 인문사회 전분야로 하되, 산업·공업·패션디자인, 디지털 멀티미디어, 문화콘텐츠, 관광, 정보보안, 특수장비 등 특화된 분야를 중심으로 한 대학원 우선 지원
미래기반 창의인재양성형	학문분야별 창의적 미래 핵심인재 양성	과학기술 및 인문사회 전분야 (융복합분야 포함)

사업 공고문에는 평가결과 사업단(팀)의 사업 수행능력이 현저히 떨어진다고 판단되는 경우 예산사정과 상관없이 지원하지 않을 수 있으며, 성과중심의 중간평가를 통하여 사업비 조정 또는 사업단(팀)과의 협약을 해지할 수 있음을 고지하였다.

제출기한은 다음의 〈표 I-7〉과 같았다.

〈표 I-7〉 제출 기한

유형	온라인 입력		비고
	사전접수	접수 완료	
글로벌 인재양성형	'13.5.20(월) ~ '13.6.3(월)	'13.6.4(화) ~ '13.6.17(월)	
특화 전문인재양성형	-	-	추후공지
미래기반 창의인재 양성형	과학기술(과기응용, 과기기초)	'13.5.20(월) ~ '13.6.3(월)	'13.6.4(화) ~ '13.6.18(화)
	인문사회(디자인영상 포함)	'13.5.20(월) ~ '13.6.3(월)	'13.6.4(화) ~ '13.6.19(수)
	융복합	'13.5.20(월) ~ '13.6.3(월)	'13.6.4(화) ~ '13.6.20(목)
	사업팀	'13.5.20(월) ~ '13.6.3(월)	'13.6.4(화) ~ '13.6.21(금)

나. 사업별 공고문

사업별 공고문은 다음과 같았다.

(1) 글로벌 인재양성형

목적	첨단 융복합분야를 중심으로 해외학자의 유치·활용 등을 통해 글로벌 수준의 창의적 융합 인재 양성			
지원 분야	창조경제 육성을 위한 융합형 R&D분야 등			
지원사업단 수 및 지원 상한액	전국 단위		지역 단위	
	지원 사업단 수	지원 상한액(억원)	지원 사업단 수	지원 상한액(억원)
	14개 내외	25 (1차년도 : 12억원)	6개 내외	25 (1차년도 : 12억원)

(2) 과학기술(기초/응용) 분야 (전국)

목적	창조경제 실현을 위한 석박사급 창의인재 양성								
지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 기초과학 분야 : 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학 - 응용과학 분야 :정보기술(전기, 전자, 통신, 컴퓨터 등), 기계, 응용생명(약학, 농림수산학, 수의학, 응용생명공학 등), 건설, 화공, 재료, 기초 의·치·한의학 <p>※ 위의 과기분야에 포함되지 않는 학문분야 중 미래국가발전을 위해 필요한 분야(예 ; 에너지, 환경, 정보보안, 산업공학 등)로서 신청요건을 충족하는 경우 신청 가능("기타 중점분야")</p>								
지원 사업단 수 및 지원 상한액	- 기초과학분야								
	구분	물리	생물	화학	수학	지구과학			
	지원 사업단 수	6개 내외	7개 내외	6개 내외	4개 내외	3개 내외			
	지원 상한액(억원)	30	35	23	17	23			
	- 응용과학분야								
구분	정보 기술	기계	화공	재료	건설	응용 생명	기초 의·치/ 한의학	기타 중점 분야	
지원 사업단 수	9개 내외	6개 내외	6개 내외	6개 내외	4개 내외	8개 내외	7개 내외	5개 내외	
지원 상한액(억원)	80*	40	30	30	35	40	40	30	
※ 정보기술분야 지원 상한액 80억은 전기·전자분야와 컴퓨터분야 통합 사업단 기준이며, 전기 전자분야는 최대 52억, 컴퓨터분야는 최대 29억임									

(3) 사업팀(과학기술/인문사회(디자인/영상)/융복합

목적	소규모 우수 연구자 집단을 지원하여 창조경제를 실현할 고급 인력 양성				
지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 과학기술 분야 - 인문사회 분야(디자인/영상 포함) - 융복합 분야 				
지원 사업단 수 및 지원 상한액	분야	전국 단위		지역 단위	
		지원 사업단 수	지원 상한액(억원)	지원 사업단 수	지원 상한액(억원)
	과학기술분야	98개내외	3.5	94개내외	3.5
	인문사회분야	33개내외	2.5	30개내외	2.5
	융복합분야	12개내외	3.5	8개내외	3.5

(4) 융복합 분야(전국)

목적	창조경제를 이끌어갈 융합형 미래 핵심인재 양성		
지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 2개 이상 지원분야간 학제적 연구를 바탕으로 한 인력양성 분야 - 학문분야 성격상 '과학기술기반 융복합 분야' 또는 '인문사회기반 융복합 분야' 중 가장 가까운 분야를 선택하여 신청 		
지원 사업단 수 및 지원 상한액	지원 사업단 수	지원 상한액	비고
	15개 내외	30억원	

(5) 인문사회(디자인·영상 포함) (전국)

목적	<ul style="list-style-type: none"> - 미래 국가경쟁력 제고 및 창조경제 구현을 위한 고급 연구인력 양성 - 인문·사회·예술 등 문화 가치 창출 분야의 창의적 미래 핵심인력 양성 		
지원 분야	인문사회 전분야 (디자인·영상분야 포함)		
지원사업단 수 및 지원 상한액	지원 사업단 수	지원 상한액(억원)	비고
	30개 내외	9	

(6) 지역우수대학원

목적	지방 대학원의 교육 연구역량 강화 및 기초 과학기술분야의 석박사급 창의인재 양성									
지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 기초과학 분야 : 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학 - 응용과학 분야 : 정보기술(전기, 전자, 통신, 컴퓨터 등), 기계, 응용생명(약학, 농림수산학, 수의학, 응용생명공학 등), 건설, 화공, 재료, 기초 의·치·한의학 ※ 위의 과기분야에 포함되지 않는 학문분야 중 미래국가발전을 위해 필요한 분야(예 ; 에너지, 환경, 정보보안, 산업공학 등)로서 신청요건을 충족하는 경우 신청 가능("기타 중점분야")									
지원사업단 수 및 지원 상한액	- 기초과학									
			구분	물리	생물	화학	수학	지구과학		
			지원 사업단 수	3개 내외	3개 내외	3개 내외	2개 내외	2개 내외		
			지원 상한액(억원)	6	17	9	6	7		
지원사업단 수 및 지원 상한액	- 응용과학									
	구분	*정보 기술	기계	화공	재료	건설	응용 생명	기초 의·치/ 한의학	기타 중점 분야	
	지원 사업단 수	7개 내외	4개 내외	4개 내외	3개 내외	2개 내외	6개 내외	6개 내외	4개 내외	
	지원상한액 (억원)	58	35	12	17	17	29	29	12	
※ 정보기술분야 지원 상한액 58억은 전기·전자분야와 컴퓨터분야 통합 사업단 기준이며, 전기전자분야는 최대 46억, 컴퓨터분야는 최대 12억임										

(7) 특화전문 인재양성형

목적	<ul style="list-style-type: none"> - 고부가가치 특화 산업을 이끌어 갈 창의력을 갖춘 융·복합형 고급 실무 전문인력 양성 - 새롭게 대두되는 사회문제들을 해결하기 위한 국가전략분야의 융·복합형 고급 전문인력 양성 				
지원 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 과학기술/인문사회/예술 전 분야로 하되, 디자인(산업, 시각, 패션 등), 디지털 멀티미디어, 문화콘텐츠, 관광, 건강, 정보보호 등 특화된 분야를 중심으로 한 대학원 우선 지원 - 학문분야 성격상 '과학기술기반 융·복합 분야', '인문사회기반 융·복합 분야', '예술기반 융·복합 분야' 중 가장 가까운 분야를 선택하여 신청 				
지원사업단 수 및 지원 상한액	구분	전국		지역	
		총	상한액(억원)	총	상한액(억원)
	지원 규모	20억원	5	30억원	5

3 사업단 선정 단계

가. 추진 경과

BK21 플러스 사업의 선정 과정은 '13년 5월에 공고된 글로벌인재양성형 및 미래기반창의인재양성형 선정과 '13년 8월에 공고된 특화전문인재양성형으로 분리되어 진행된 것이 특징이다.

글로벌인재양성형과 미래기반창의인재양성형의 선정 경과는 다음과 같다.

- 「BK21 플러스 사업」 공청회 실시 : '13.3.22
 - 선정 사업단 수를 공청회안(350개) 보다 확대해 줄 것 요구
- 사업총괄관리위원회, 「BK21 플러스사업」 기본계획 심의 : '13. 5. 14
- 「BK21 플러스사업」 기본계획 확정 및 사업 공고 : '13. 5. 16
- 사업단(팀) 신청서 접수 : '13.5.20~6.21
 - 108개 대학(전국: 48개, 지역: 64개), 1,234개 사업단(팀) 신청
- 「BK21 플러스사업」 선정평가 기본계획 확정 : '13.7.8
- 「BK21 플러스사업」 선정평가 세부 시행계획 확정 : '13.7.12
- 사업 신청 요건 충족 여부 검토 : '13.7.1~10
 - 사업총괄관리위원회, 요건검토 결과 및 처리방안 심의('13.7.11)
 - 사업총괄관리위원회, 소명자료 검토 및 처리방안 심의('13.7.18)
 - 해당 사업단(팀)에 증빙자료 제출 요구('13.7.18)
 - 증빙자료 검토를 위한 전문가회의 개최('13.7.23, '13.7.24)
 - 요건 탈락 사업단 확정 및 통보('13.7.29)
- 사업 선정평가 실시 : '13.7.15~8.1
 - 총 104개 패널, 평가위원 788명 참여
- 선정평가실무위원회, 「BK21 플러스사업」 선정(안) 심의 : '13. 8. 8
- 사업총괄관리위원회, 「BK21 플러스사업」 선정(안) 심의 : '13. 8. 9
- 총괄관리위원회, BK21 플러스사업 선정결과 최종 심의 : '13. 8. 13

특화전문인재양성형의 선정 과정은 다음과 같다.

- 특화전문인재양성 사업 기본계획 공고('13. 8. 23, 전국 20억원/지역 30억원)
- 특화전문인재양성 사업 신청 접수('13. 8. 28 ~ 9. 16)
 - 53개 대학에서 76개 사업단(전국 : 38개, 지역 : 38개) 신청
- 사업 신청요건 충족 여부 검토('13. 9. 17 ~ 24, 요건사항 부적격 사업단 없음)
- 특화전문인재양성 사업 선정평가 기본계획 수립('13. 10. 7)
 - 사업 총괄관리위원회의 심의('13. 9. 10)에 따라 총괄관리위원장과 선정평가실무위원장이 전문가 검토 등을 통해, 우선 지원 분야(디자인, 디지털 멀티미디어, 문화콘텐츠, 건강, 정보보호, 관광), 사업 신청 내용, 분야간 근접성, 신청 사업단 수 등을 고려하여 총 12개 패널 구성
- 특화전문인재양성 사업 선정평가 실시('13. 10. 9 ~ 10. 11)
 - 학계, 산업계 인사 등으로 구성된 패널 평가위원 총 91명 무작위 선정
- 선정평가실무위원회 심의('13. 10.28), 사업총괄관리위원회 심의('13.10.30)

나. 접수 현황

글로벌인재양성형과 미래기반창의인재양성형의 접수기간은 2013. 6.4(화) ~ 6.21(금), 18일간 이었다.

접수 결과 108개 대학(전국 : 48개, 지역 : 64개), 1,234개 사업단(팀)이 신청하였는데, 글로벌 인재양성형에 23개 사업단, 미래기반창의인재양성형에 1,211개 사업단(팀)(사업단 : 345개, 사업팀 : 866개)이 신청하였다.

유형별 접수 및 경쟁률 현황, 세부분야별 접수 및 경쟁률 현황(미래기반창의인재양성형), 그리고 학문분야별 신청 사업단(팀) 수는 각각 다음의 <표 I-8>, <표 I-9>, <표 I-10>과 같다.

〈표 I-8〉 유형별 접수 및 경쟁률 현황

구 분		전국			지역			합 계		
		선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률	선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률	선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률
글로벌인재양성형		14	18	1.29	6	5	0.83	20	23	1.15
미래기반창의 인재양성형	사업단	122	222	1.82	75	123	1.64	197	345	1.75
	사업팀	143	447	3.13	132	419	3.17	275	866	3.15
합 계		279	687	2.46	213	547	2.57	492	1,234	2.51

〈표 I-9〉 세부분야별 접수 및 경쟁률 현황(미래기반창의인재양성형)

구 분			전국			지역			합 계		
			선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률	선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률	선정 예정 사업단 수	신청 사업단 수	예상 경쟁률
사업단	과학 기술	기초	26	38	1.46	13	20	1.54	39	58	1.49
		응용	46	69	1.50	32	51	1.59	78	120	1.54
		기타	5	10	2.00	4	2	0.50	9	12	1.33
	인문사회		30	75	2.50	16	35	2.19	46	110	2.39
	융복합		15	30	2.00	10	15	1.50	25	45	1.80
사업팀	과학기술		98	271	2.77	94	288	3.06	192	559	2.91
	인문사회		33	131	3.97	30	98	3.27	63	229	3.63
	융복합		12	45	3.75	8	33	4.13	20	78	3.90
합 계			265	669	2.52	207	542	2.62	472	1211	2.57

〈표 I-10〉 학문분야별 신청 사업단(팀) 수

사업 유형	세부 분야			전국 단위			지역 단위			
				선정예정 사업단(팀) 수	신청 사업단(팀) 수	예상 경쟁률	선정예정 사업단(팀) 수	신청 사업단(팀) 수	예상 경쟁률	
글로벌 인재양성형 소계				14개내외	18	1.29	6개내외	5	0.83	
미래기반 창의인재 양성형	사업단	기초 과학	물리	6개내외	9	1.50	3개내외	6	2.00	
			생물	7개내외	11	1.57	3개내외	5	1.67	
			화학	6개내외	8	1.33	3개내외	4	1.33	
			수학	4개내외	7	1.75	2개내외	2	1.00	
			지구과학	3개내외	3	1.00	2개내외	3	1.50	
			소계	26개내외	38	1.46	13개내외	20	1.54	
		응용 과학	정보기술	9개내외	14	1.56	7개내외	9	1.29	
			기계	6개내외	11	1.83	4개내외	7	1.75	
			화공	6개내외	8	1.33	4개내외	6	1.50	
			재료	6개내외	7	1.17	3개내외	5	1.67	
			건설	4개내외	6	1.50	2개내외	3	1.50	
			응용생명 의·치·한의학	8개내외	10	1.25	6개내외	11	1.83	
		의·치·한의학	7개내외	13	1.86	6개내외	10	1.67		
		소계	46개내외	69	1.50	32개내외	51	1.59		
	기타 중점 분야	5개내외	10	2.00	4개내외	2	0.50			
	과학기술분야 소계			77개내외	117	1.52	49개내외	73	1.49	
	인문사회분야 소계			30개내외	75	2.50	16개내외	35	2.19	
	융복합분야 소계			15개내외	30	2.00	10개내외	15	1.50	
	사업단 소계				122개내외	222	1.82	75개내외	123	1.64
	사업팀 (소형)	과학기술분야			98개내외	271	2.77	94개내외	288	3.06
인문사회분야			33개내외	131	3.97	30개내외	98	3.27		
융복합분야			12개내외	45	3.75	8개내외	33	4.13		
사업팀 소계				143개내외	447	3.13	132개내외	419	3.17	
미래기반 창의인재양성형 소계				265	669	2.52	207	542	2.62	
합 계				279	687	2.46	213	547	2.57	

특화전문 인재양성형은 접수 결과 53개 대학 76개 사업단이 신청하였는데, 자세한 사업 접수 현황은 <표 I-11>과 같다.

<표 I-11> 특화전문 인재양성 사업 접수 현황

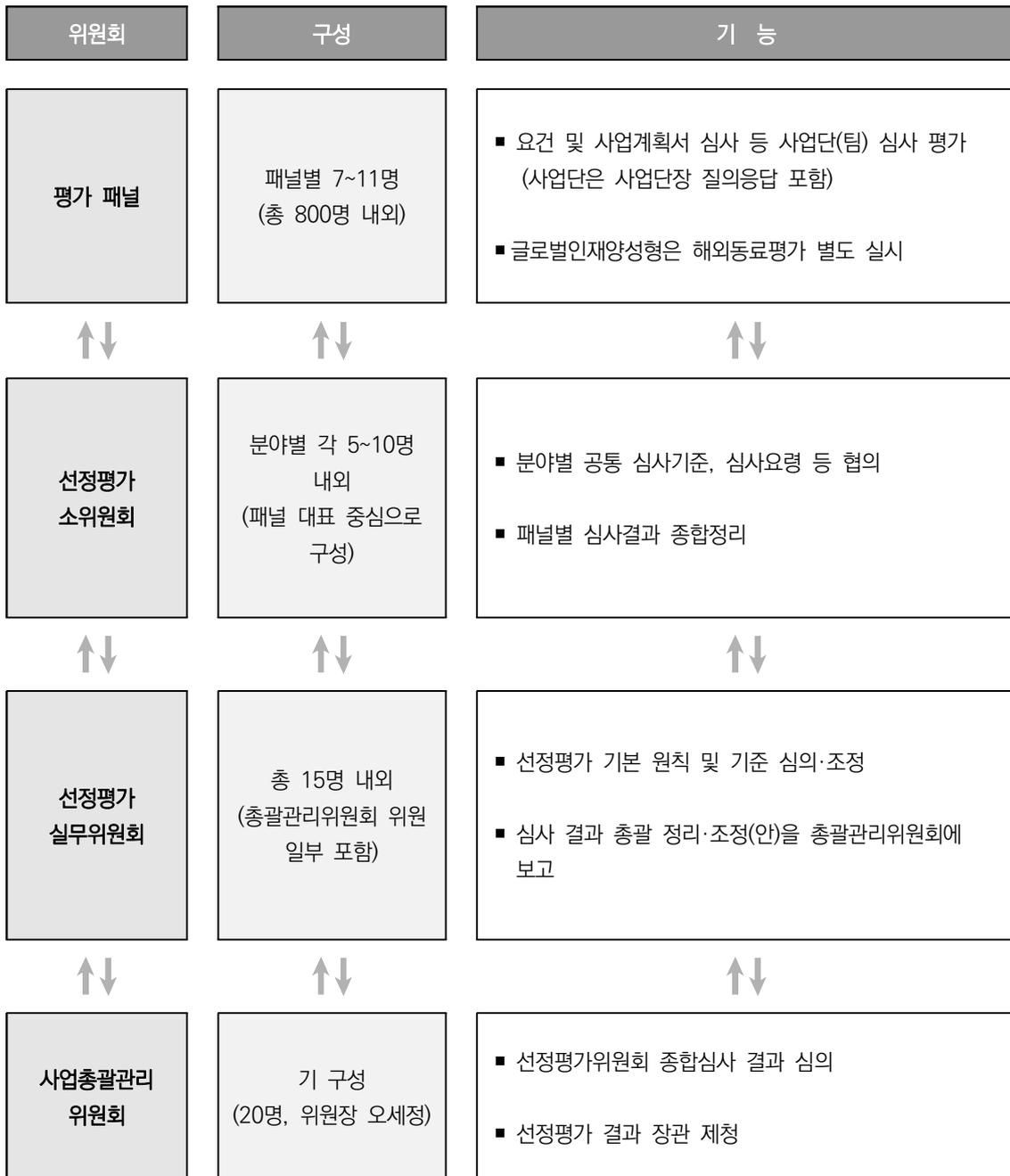
구 분	과학기술 기반		인문사회 기반		예술 기반		총계	
	전국	지역	전국	지역	전국	지역		
디자인	-	1	1	-	1	1	4	
디지털 멀티미디어	-	-	-	-	-	-	-	
문화콘텐츠	1	1	4	7	3	-	16	
관광	-	-	1	-	-	-	1	
건강	2	4	-	1	-	-	7	
정보보호	2	1	1	-	-	-	4	
기 타	인문기반 융복합	-	-	9	5	-	-	14
	과기기반 융복합	10	14	-	-	-	-	24
	예술기반 융복합	-	-	-	-	3	3	6
총계	15	21	16	13	7	4	76	

다. 평가 추진 체계 및 위원회 구성

(1) 평가 추진 체계

평가 추진 체계는 패널별 심사(사업신청서 심사) ⇒ 선정평가소위원회(분야별 정리) ⇒ 선정평가 실무위원회(심사결과 정리 및 조정) ⇒ 사업총괄관리위원회(최종 선정 결과 심의 및 결과 제청) 순으로 진행되었다. 총괄관리위원회는 선정평가실무위원회에 선정평가 실시 및 조정 등 실무 권한을 위임하였다. 선정평가 추진 체계는 [그림 I-3]과 같았다.

[그림 I-3] 선정평가 추진 체계도



(2) 각 위원회별 기능 및 구성

각 위원회의 기능과 구성은 다음과 같았다.

○ 사업총괄관리위원회

성격	교육부 장관의 자문기구
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - BK21 플러스사업 기본계획(안) 심의 - 선정평가 기본계획(안) 및 선정평가 추진체계 심의 - 사업단(팀) 최종 심사 결과 심의 - 사업의 원활한 추진을 위해 필요한 중요사항 자문·심의
구성	위원장 포함 20인 (위원장 : 오세정)
임기	1년

○ 선정평가실무위원회

성격	사업총괄관리위원회로부터 선정평가에 관한 실무를 위임받아 평가결과를 종합·정리하고 조정(안)을 마련하는 기구
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 분야간 심사결과 총괄 정리·종합 및 조정(안) 총괄관리위원회에 보고 - 선정평가 세부 시행계획(안) 및 평가편람 등 심의
구성	<ul style="list-style-type: none"> 위원장 포함 15인 내외 - 위원장은 위원회에서 호선 - 학문분야별, 소속기관별, 지역별로 다양하게 구성하되, 총괄관리위원회 위원 중 일부가 포함되도록 구성
임기	선정평가 종료시까지

○ 선정평가소위원회

주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 분야별 선정평가 심사기준, 심사요령 등 설정 - 패널별 평가 결과 종합 정리 및 평가결과 선정평가실무위원회에 보고
구성	<ul style="list-style-type: none"> 선정평가 패널 좌장들을 중심으로 구성 - 위원장은 위원회에서 호선
임기	선정평가 종료시까지

○ 선정평가 패널위원

주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 요건심사 및 사업계획서 심사 등 사업단(팀) 평가 실시 (사업단은 사업단장 발표평가 포함) ※ 글로벌인재양성형은 해외동료평가(International Peer Review) 별도 실시
구성	<ul style="list-style-type: none"> - 패널별 평가위원 수는 7~11인 내외를 기준으로 하되, 신청분야의 다양성, 신청 사업단(팀) 수 등을 고려하여 탄력적으로 구성 ※ 패널내 사업단(팀) 수가 15개 이하이면 7인, 16개 이상 25개 이하이면 9인, 26개 이상이면 11인으로 구성 - 약 104개* 정도의 패널 구성 예정 * 글로벌 인재양성형 4개, 미래기반 창의인재양성형 사업단 36개, 사업팀 64개 ※ 대학(원) 제도개선 부문 평가를 위한 패널은 별도 구성·운영

라. 선정평가 기준 및 절차

(1) 사업단(팀) 선정 기준

사업단(팀)의 선정 기준은 다음과 같았다.

첫째, 세부 지원분야별 사업단 수 및 예산액 등을 고려하여 평가점수가 높은 사업단 순으로 선정한다. 다만, 선정평가실무위원회에서 학문의 균형발전 등을 고려하여 조정이 가능하도록 하였다.

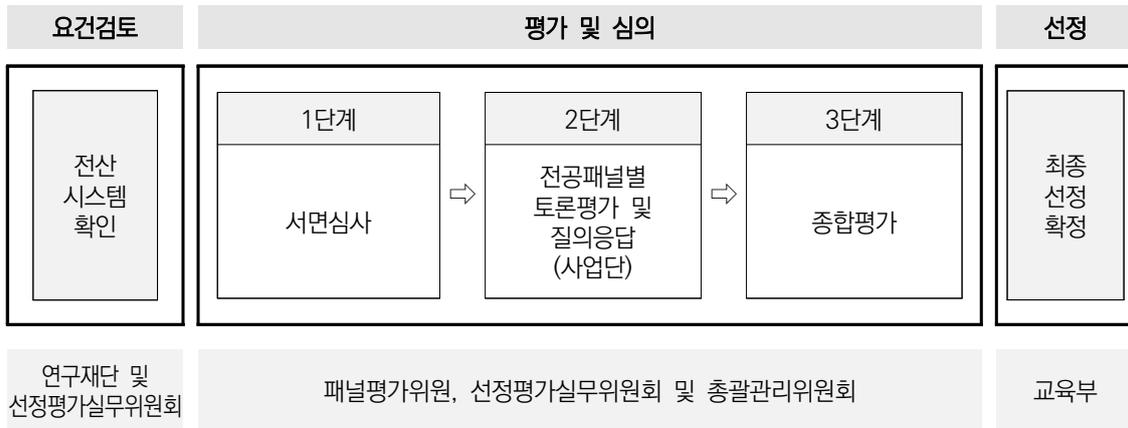
둘째, 평가 결과 사업단(팀)이 획득한 최종 점수가 60%미만(180점/300점)일 경우 자동 탈락 처리하도록 하는 일종의 '과락' 제도를 두었다.

예산 지원 및 조정 기준으로서 사업단이 신청한 예산액을 기준으로 세부 지원분야별 사업단 수 및 예산액 등을 고려하여 선정평가실무위원회에서 종합 조정하였으며, 사업단 선정결과에 따라 세부 지원분야별로 예산의 과부족이 발생하는 경우 선정평가실무위원회에서 심의·조정이 가능하도록 하였다.

(2) 심사 절차

심사절차는 다음의 [그림 I-4]와 같았다.

[그림 I-4] 선정 심사절차



※ 글로벌인재양성형은 2단계에서 Int'l Peer Review 별도 실시

요건검토 단계에서는 BK21 플러스 사업 기본계획 및 공고문에 의한 신청자격 충족 여부 및 적격 사업단(팀)을 확인하였다. 전산시스템 및 신청기관 확인 등에 의한 점검을 실시하였으며, 검토 결과 요건 미충족 사업단(팀)에 대해서는 요건 탈락 조치를 하였다.

전공 패널별 평가는 1단계 서면평가와 2단계 면접평가로 진행되었다. 1단계 서면평가에서는 사업단(팀)이 제출한 사업신청서에 대한 평가가 이루어졌으며, 2단계 면접평가에서는 전공패널별 토론평가 및 사업단장에 대한 질의 응답이 실시되었다. 단, 사업팀에 대해서는 서면평가만 실시되었다.

평가방법으로는 평가위원이 해당 평가패널 내의 모든 과제에 대해 각 항목별 평가기준에 따라 평가점수 부여하는 개별 평가가 이루어졌으며, 평가점수는 패널별 최고, 최저 점수를 제외한 나머지 점수의 산술평균 점수를 적용하였다.

종합평가는 선정평가실무위원회와 사업총괄관리위원회가 주관하였는데, 요건검토 결과 및 패널별 평가 결과를 종합 검토 하였으며(글로벌인재양성형은 Int'l Peer Review도 포함), 선정평가실무위원회에서 패널별 조정·심의 결과를 총괄관리위원회에 보고하고, 총괄관리위원회에서 최종 심의하는 순서로 진행하였다. 끝으로, 총괄관리위원회 최종 심의 결과를 교육부 장관에게 제청하였다.

패널 분류는 글로벌인재양성형은 4개 패널, 미래기반 창의인재양성형은 사업단 36개 패널, 사업팀 64개 패널로 구성하였다. 패널구성은 다음의 <표 I-12>와 같다.

〈표 I -12〉 패널구성 총괄표

구분		패널 수	패널명	사업단 (팀) 수	
글로벌 인재양성형		4	융복합1(자연과학) / 융복합2(생명과학) / 융복합3(화공,재료) / 융복합4(기계, 건축, 기타)	23	
미래 기반 창의 인재 양성형	사업단	기초 과학	7	물리 / 생물 / 화학 / 수학 / 지구과학	58
		응용 과학	13	정보기술 / 기계 / 화공 / 재료 / 건설 / 약학·수의학 / 농학·생명공학·식품과학 / 의치한의학 / 기타중점	132
		인문 사회	11	한국어와 문학 / 외국어와 문학 / 역사·철학·종교 / 법·정치·행정 / 경제·무역 / 경영 / 교육·심리·사회·인류 / 복지·신방 / 관광·지리·지역개발·체육 / 디자인·영상	110
		융복합	5	과학기술 융복합1 / 2 / 3, 인문사회 융복합 1 / 2	45
	사업팀	과학 기술	36	기초과학(물리 / 생물 / 화학 / 수학 / 지구과학), 공학(전기·제어계측 / 전자·정보통신 / 컴퓨터 / 건설 / 기계 / 재료 / 화공 / 환경·자원·원자력 / 산업공학), 응용생명(식품과학 / 농·수산·생물공학 / 수의·축산/ 약학/간호·생활), 의학(전국/지역)	559
		인문 사회	20	한국어와 언어학 / 서양언어와 문학 / 동양언어와 문학 / 역사·철학·종교 / 법·정책·행정 / 정치외교 / 경제 / 무역 / 경영 / 교육 / 사회·간호·심리 / 복지·신방 / 관광·지리·지역개발/ 예술·체육 / 아동·소비자·문헌정보 / 디자인·영상	229
		융복합	8	과학기술 융복합1 / 2 / 3 / 4 / 5, 인문사회 융복합 1 / 2 / 3	78
총계		104	-	1,234	

특화전문 인재양성 사업의 패널 분류는 다음의 〈표 I -13〉과 같았다.

〈표 I - 13〉 특화전문 인재양성 사업의 패널 분류

순번	패널명	사업단수 (전국/지역)	사업단 학부(과)
1	디자인1	5(3/2)	목재문화콘텐츠학과/산업공학부/문화기술대학원/미래기술 디자인학과/디자인학부
2	디자인2	7(4/3)	커뮤니케이션디자인과/공업디자인학과/ 서비스융합디자인협동과정/의류학과/ 3D프린팅&디자인융합학과/ 국제디자인전문대학원/시각정보디자인학과
3	문화콘텐츠1	8(4/4)	영화콘텐츠학과/기록관리학과/심리학과/융합콘텐츠학과/응용 언어문화협동과정/라이프미디어협동과정/영상콘텐츠학과
4	문화콘텐츠2	8(3/5)	문화전문대학원/문화정보콘텐츠학과/노어노문학과/ 인터랙션디자인학과/문화콘텐츠학과/PostModern음악학과/ 문화학과/문화융합학과
5	관광/경영	4(4/0)	경영대학원/관광학부/글로벌e-거버넌스학과/물류전문대학원
6	건강	8(3/5)	운동의과학과/스마트라이프케어융합학과/생명의과학과/융 합의과학과/의공학과/뷰티산업융합과정/ 산림치유학과협동과정/산업보건복지협동과정
7	정보보호	3(2/1)	미래금융정보보안전문인력양성과정/융합소프트웨어학과/ 컴퓨터공학과
8	인사기반 융복합1	4(3/1)	동아시아문화학과/융합고고학/번역학과/ 전문통번역학과(국제학과)
9	인사기반 융복합2	7(4/3)	북한학과/다문화학과/생활환경복지학과/ 지식재산정보보호법협동과정/국제학과/ 해양문화콘텐츠융복합학과/사회복지학과
10	과기기반 융복합1	7(2/5)	창의융합공학협동과정/전기전자신소재공학과/ 정보기술융합학과/유연인쇄전자공학과/전기전자공학부/ NID융합기술대학원/보안-스마트전기자동차협동과정
11	과기기반 융복합2	7(3/4)	임상병리학과/환경원예학과/미래융합기술대학원/ 에코과학아카데미/생명과학과/바이오전자메디컬/ 원예바이오시스템공학과
12	과기기반 융복합3	8(3/5)	친환경해양플랜트FEED특화엔지니어링협동과정/인간및시스 템공학과/기후경제협동과정/천문우주학과/기계공학과/ 토목공학과/ICT기반해양플랜트핵심장비설계협동과정/ 나노응용공학과
	소계	76(38/38)	

마. 분야별 평가기준

분야별 평가기준의 특징은 다음과 같다. 첫째, 세부사업 유형별로 사업목적에 맞게 평가지표 및 배점 등을 차별화하였다. 글로벌 인재양성형은 해외학자 유치·활용 계획 평가, 해외동료평가 실시가 특징이며, 특화 전문인재양성형은 특화분야의 성격을 고려하여 논문실적 외 다양한 실적(창작물, 국내외 활동실적 등)을 평가에 반영하였고, 미래기반 창의인재양성형의 경우에는 대학 차원의 제도개선 노력, 지방단위의 경우 지방 특화 산학협력 등을 평가에 반영하였다.

〈표 I-14〉 세부사업 유형별 평가항목 및 배점

구분	주요 평가 항목	글로벌 인재양성형	미래기반 창의인재양성형	
			사업단	사업팀
교육역량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육과정 구성 및 운영 ▪ 대학원생 취업 및 진로 현황 ▪ 대학원생 연구실적 ▪ 교육의 국제화 	23%	43%	45%
연구역량	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구의 국제화 현황 및 계획 ▪ 참여교수 연구실적 ▪ 산학협력 실적(과기분야) 	32%	42%	45%
제도개선 및 지원	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대학차원의 교육·연구의 질 개선을 위한 제도 개선 노력 ▪ 사업단 지원 계획 	15%	15%	10%

※ 글로벌 인재양성형은 해외동료평가(20%), 해외학자 유치 활용계획(10%)을 별도 항목으로 평가

둘째, 단순 양적지표 중심 평가에서 탈피하여 사업단의 실질적인 성장을 유도할 수 있도록 각 평가영역별로 양적지표를 보완할 수 있는 질적지표를 반영하였다. 평가의 객관성·공정성을 확보할 수 있도록 정량:정성의 비중을 5:5로 안배하였다.

셋째, 대학원 수준의 산학협력을 보다 실질화하여 기업에게 도움이 되는 분야를 중심으로 기술개발 및 인력양성을 촉진할 수 있도록 산학협력 실적과 계획을 평가에 반영하였으며, 지방 대학은 중소기업과의 협력 등 지역 특화 산학협력을 강조하였다.

넷째, 대학 본부 차원에서 대학원 교육·연구의 질 개선을 위한 실질적인 노력을 평가에 반영하였다. 체계적인 학사관리, 대학원중심 학사체제 구축, 연구지원제도 개선 등 대학 차원의 제도개선 노력을 평가에 반영하였으며, 특히 연구윤리 확보를 위한 관련 규정 제출 및 교육과정 개설 등 대학 차원의 실효성 있는 연구윤리 확보 노력과 계획을 평가에 반영하였다.

바. 사업유형별 평가지표

(1) 신청 요건 적격 심사 항목

신청 요건 적격 심사 항목은 다음의 <표 I-15>와 같았다.

<표 I-15> 신청 요건 적격 심사 항목

심사 항목	심사내용
사업단 구성	1. 사업단에 참여하는 교수 수가 사업단이 소속된 학과(부) 전체 교수의 70% 이상이 되는가? 2. 사업단 구성을 위한 최소 기준 교수 수를 충족하였는가? - 사업팀의 경우 참여교수 3인 이상 - 인문사회 사업단의 경우 7인 이상 - 과학기술기반 융복합 분야는 10인 이상, 인문사회기반 융복합 분야는 7인 이상 - 특화전문인재양성형은 5인 이상
	2. 사업단내 참여학과 소속의 박사학위 과정 등록생이 있는가?
사업단장	1. 사업단장은 국가주도 대형 연구개발사업의 책임자를 맡고 있는가? - 6개월 이내 사임하는 경우는 인정 2. 사업단장의 최소 연구실적을 충족하는가? - 최근 3년간 연구실적이 4편 이상(단, 수학분야는 3년간 1.2편 이상)
참여교수	1. 참여교수의 최소 연구실적을 충족하는가? - 전체 교수의 1인당 평균 연구실적이 최근 3년간 4편 이상(단, 수학분야는 1.2편 이상) 2. 신입교원이 있을 경우, 신입교원의 70% 이상이 참여하고 있는가? 3. 참여교수 중 국가연구개발사업 참여제한자가 포함되어 있는가?
대학원생	1. 사업단에 참여한 대학원생들은 전일제 등록 학생인가? - 주 40시간 이상 과제관련 연구/수업에 전념
기 타	1. 연구중심대학에 필요한 연구비 중앙관리제도를 도입하였거나 사업개시 이전('13.9)까지 도입 완료 계획을 수립하였는가?

(2) 평가항목 지표 및 배점

각 유형별 평가항목 지표 및 배점은 다음과 같았다.

- 로벌 인재양성

구분	평가영역	평가항목	평가지표
1차 (전공 패널 심사)	교육 역량 (70점)	교육비전 및 목표(7점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
		교육과정 구성 및 운영(12점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) ■ 학사관리제도의 우수성
		인력양성 계획 및 지원방안(14점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 ■ 대학원생 취업실적 및 진로개발 계획
		인력의 연구수월성(17점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 학술대회 발표 논문 편수) ■ 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ■ 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
		교육의 국제화 전략(20점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육 인프라의 국제화 현황 및 계획 (외국어 강의 비율, 외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율, 학위논문 외국어작성 비율) ■ 교육의 국제화 현황 및 계획 (대학원생 국제교류, 외국대학과의 교육 콘텐츠 교류 등)
	연구 역량 (95점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략(8점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구역량 향상을 위한 비전 ■ 연구전략 및 방법의 우수성
		연구진 구성(6점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구 비전에 맞는 연구진 구성
		연구의 국제화 현황 및 계획(12점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 참여교수 국제 연구 및 학술활동 참여 실적 ■ 사업단 비전에 맞는 국제화 전략 및 계획의 우수성
		참여교수 연구역량(43점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 ■ 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획)
		산학협력(26점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 및 기술이전 실적 ■ 산학협력 연구의 우수성 (사업화 실적, 산업체 연구과제와의 연계 등) ■ 산학간 인적·물적 교류 실적 및 계획
	해외학자 유치·활용계획 (30점)		<ul style="list-style-type: none"> ■ 해외학자를 활용한 교육 연구 계획 ■ 해외학자의 적합성 및 우수성
	대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전(11점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 ■ 연구중심대학으로서의 체제 구축 ■ 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
		연구중심대학으로서 시스템 개혁 방안(27점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 ■ 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 ■ 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 ■ 연구윤리 확보 계획
		사업단지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성
2차 (60점) (Int'l Peer Review)	참여교수 연구 역량(30점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내외 참여교수의 대표논문 및 참여연구진의 H index, 논문 피인용 횟수 등 	
	세계수준과의 비교 및 달성 전략(15점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 벤치마킹대학과의 비교 분석 및 추진 전략 	
	교육·연구계획(15점)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 교육·연구 계획 및 추진 목표 	

○ 과학기술(기초/응용)분야(전국)

평가영역	평가항목(기초/응용)	평가지표
교육 역량 (128점)	교육비전 및 목표(15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안(33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육 인프라의 국제화 현황 (외국어 강의 비율, 외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율, 학위논문 외국어 작성 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구 역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략(기초 18점 / 응용 15점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성(기초 8점 / 응용 6점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (기초 24점/응용 16점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (기초 62점 / 응용 55점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획)
	산학협력 실적 및 계획 (기초 15점 / 응용 35점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 및 기술이전 실적 산학협력 연구의 우수성 (사업화 실적, 산업체 연구과제와의 연계 등) 산학간 인적·물적 교류 실적 및 계획
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전(11점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안(27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성

○ 사업팀(과학기술/인문사회(디자인/영상)/융복합)

【과학기술 및 과학기술기반융복합 분야 평가지표 (사업팀)】

평가영역	평가항목	평가지표
교육 역량 (135점)	교육비전 및 목표(20점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	인력양성 계획 및 지원방안(46점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량(42점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (27점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육 인프라의 국제화 현황 (외국어 강의 비율, 학위논문 외국어 작성 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구 역량 (135점)	사업팀의 연구비전 및 달성 전략(기초 20점 / 응용 17점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성 (기초 8점 / 응용 6점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획(기초 24점 / 응용 16점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (기초 68점 / 응용 61점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획)
	산학협력 실적 및 계획 (기초 15점 / 응용 35점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 및 기술이전 실적 산학협력 연구의 우수성 (사업화 실적, 산업체 연구과제와의 연계, 중소기업과의 연계 등) 산학간 인적·물적 교류 실적 및 계획
대학(원) 제도개선 및 지원 (30점)	대학 특성화 및 제도개선 (20점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학차원의 특성화 계획 대학차원의 재정투자 실적 및 계획 체계적 학사관리 계획 연구지원제도 개선방안 연구윤리 확보 계획
	사업팀 지원 및 육성(10점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업팀 지원 및 육성 계획의 우수성

【인문사회 및 인문사회기반 융복합분야 평가 항목·지표 및 배점(사업팀)】

평가영역	평가항목	평가지표
교육역량 (135점)	교육비전 및 목표 (23점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	인력양성 계획 및 지원방안 (46점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (44점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (22점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구역량 (135점)	사업팀의 연구비전 및 달성 전략 (19점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (21점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (88점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획) 기타 연구의 우수성
대학(원) 제도개선 및 지원 (30점)	대학 특성화 및 제도개선 (20점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학차원의 특성화 계획 대학차원의 재정투자 실적 및 계획 체계적 학사관리 계획 연구지원제도 개선방안 연구윤리 확보 계획
	사업팀 지원 및 육성 (10점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업팀 지원 및 육성 계획의 우수성

○ 융복합 분야

【 과학기술기반 융복합 분야 평가지표 】

평가영역	평가항목(기초/응용)	평가지표
교육역량 (128점)	교육비전 및 목표(15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안(33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육 인프라의 국제화 현황 (외국어 강의 비율, 외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율, 학위논문 외국어 작성 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략(기초 18점 / 응용 15점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성(기초 8점 / 응용 6점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (기초 24점/응용 16점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (기초 62점 /응용 55점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획)
	산학협력 실적 및 계획 (기초 15점/ 응용 35점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 및 기술이전 실적 산학협력 연구의 우수성 (사업화 실적, 산업체 연구과제와의 연계 등) 산학간 인적·물적 교류 실적 및 계획
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전(11점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안(27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성

【 인문사회기반 융복합 분야 평가지표 】

평가영역	평가항목	평가지표
교육 역량 (128점)	교육비전 및 목표 (15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (28점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안 (33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (22점)	<ul style="list-style-type: none"> 학과 구성원의 다양성 (외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구 역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략 (17점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (21점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (82점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획) 기타 연구의 우수성
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전 (11점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안 (27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성

○ 인문사회(디자인·영상 포함) 분야

【 인문사회 분야(디자인·영상 제외) 평가지표 】

평가영역	평가항목	평가지표
교육 역량 (128점)	교육비전 및 목표 (15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (28점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안 (33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (22점)	<ul style="list-style-type: none"> 학과 구성원의 다양성 (외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구 역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략 (17점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (21점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (82점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획) 기타 연구의 우수성
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전 (11점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안 (27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성

【 디자인·영상분야 평가지표 】

평가영역	평가항목	평가지표
교육 역량 (128점)	교육비전 및 목표 (15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (28점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도 및 수준의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안 (33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 및 지원 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 전시회/영화제 창작 편수, 논문/창작의 질적 우수성.) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (22점)	<ul style="list-style-type: none"> 학과 구성원의 다양성 (외국인 교수 비율, 외국인 학생 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구 역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략 (17점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구 추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여 연구진 구성의 우수성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (21점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (82점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문/창작 실적 (국내외 논문 및 저서 편수, 전시회/영화제 창작 편수, 논문/창작의 질적 우수성, 저명학술지 우수 논문 향상 계획) 기타연구(수상실적, 산학협력 등)의 우수성
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전 (11점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 대학원 재정투자 실적 및 계획의 구체성
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안 (27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성

○ 지역우수대학원

【과학기술 분야 평가지표】

평가영역	평가항목	평가지표
교육역량 (128점)	교육비전 및 목표(15점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육비전 및 목표의 우수성과 구체성
	교육과정 구성 및 운영 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 구성 및 운영 계획의 우수성 (글로벌 수준의 연구윤리 확보를 위한 교육계획 포함) 학사관리제도의 우수성
	인력양성 계획 및 지원방안(33점)	<ul style="list-style-type: none"> 대학원생 확보·배출 실적 및 계획 대학원생 취업률 현황 및 진로 개발 계획 (취업률, 취업의 질적 우수성, 취업지도/진로 개발 등)
	대학원생 연구역량 (30점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 대학원생 1인당 연구실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 학술대회 발표 논문 편수) 대학원생 학술활동 지원 계획의 우수성 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획
	교육의 국제화 전략 (25점)	<ul style="list-style-type: none"> 교육 인프라의 국제화 현황 (외국어 강의 비율, 외국인 학생 비율, 외국인 교수 비율, 학위논문 외국어 작성 비율) 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획
연구역량 (127점)	사업단의 연구비전 및 달성 전략(기초 18점 / 응용 15점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구역량 향상을 위한 비전 연구추진 전략 및 방법의 우수성
	연구진 구성의 우수성(기초 8점 / 응용 6점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구 비전에 맞는 연구진 구성
	연구의 국제화 현황 및 계획 (기초 24점/응용 16점)	<ul style="list-style-type: none"> 참여교수의 국제 학술 및 연구활동 참여 실적 국제화 전략 및 계획의 우수성
	참여교수 연구역량 (기초 62점 / 응용 55점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 연구비 수주실적 최근 3년간 참여교수 1인당 논문실적 (SCI급 논문 편수, SCI급 논문 보정 IF, 논문의 우수성, 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획)
	산학협력 실적 및 계획 (기초 15점/ 응용 35점)	<ul style="list-style-type: none"> 최근 3년간 참여교수 1인당 특허 및 기술이전 실적 지역 특화 산학협력의 우수성 (중소기업과의 협력, 사업화 실적, 지역 산업체 연구과제와의 연계 등) 지역 산업체 및 중소기업과의 인적·물적 교류 실적 및 계획
대학(원) 제도개선 및 지원 (45점)	전략과 비전(11점)	<ul style="list-style-type: none"> 지역사회발전과 연계한 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 연구중심대학으로서의 체제 구축 지역중점산업 등과 연계한 대학원 재정투자 실적 및 계획
	연구중심대학으로서 시스템 개선 방안(27점)	<ul style="list-style-type: none"> 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 세계수준의 교육/연구 여건 및 개선 계획 대학원생 장학지원프로그램의 우수성 연구윤리 확보 계획
	사업단 지원 및 육성 (7점)	<ul style="list-style-type: none"> 선정 사업단 지원 및 육성 계획의 우수성 (지역 유관기관과의 협력체제 구축 등 포함)

○ 특화전문 인재양성형

【과학기술/인문사회/예술분야 평가지표】

평가 영역	평가 항목	평가 지표	배 점		
			과기	인사/ 예술	
사업단의 목표 및 구성 (60점)	1. 사업단의 목표 및 구성 (20점)	1.1. 지원 분야 및 사업목표의 적절성 (미래 창조경제 실현, 고부가가치 산업, 국가전략산업분야와의 관련성, 지역 특화산업과의 연계성 등)	4	4	
		1.2. 사업단 구성의 타당성	8	8	
		1.3. 참여교수 구성의 적절성 및 우수성	8	8	
	2. 사업단의 교육 기본 여건 (40점)	2.1. 등록금 대비 대학원생 장학금 지급률 실적 및 계획 <학과기준> ① 등록금 대비 대학원생 장학금 지급률 실적(최근 3년간)	6	6	
			② 등록금 대비 대학원생 장학금 지급률 개선 계획	3	3
		2.2. 대학원생 인력 확보/배출 및 지원 계획 ① 대학원생 확보 및 배출 실적(최근 3년간)	4	4	
			② 대학원생 확보 및 지원 계획	2	2
		2.3. 대학원생의 취업 및 창업 실적 및 계획 <참여교수 지도학생 기준> ① 취업률 실적(최근 1년간)	7	7	
			② 취업률 개선 계획	3	3
			③ 창업건수 실적(최근 1년간)	7	7
			④ 창업건수 개선 계획	2	2
			⑤ 취업 및 창업의 질적 우수성	6	6
			3. 참여교수 및 대학원생 역량 (45점)	3.1. 참여교수 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 1인당 연구실적 및 창작물 실적(최근 3년간)	13
② 참여교수의 대표실적(최근 5년간)	8	8			
③ 참여교수의 해당분야 역량제고 계획의 우수성	7	7			
3.2. 대학원생 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 지도학생 1인당 연구실적 및 창작물 실적(최근 3년간)	7	7			
	② 참여교수 지도학생의 1인당 학술대회 발표 실적	4		4	
	③ 참여교수 지도학생의 대표실적 (최근 5년간)	3		3	
	④ 참여교수 지도학생의 해당분야 역량제고 계획의 우수성	3		3	
4. 창의적 교육과정 구성 운영 (과기 45점) (인사 및 예술 60점)	4.1. 교육 목표 및 비전의 실현 가능성	5	8		
	4.2. 특성화된 융·복합 교육과정 구성 운영 실적 및 계획 (전략 및 방법의 우수성, 교육과정 운영실적 및 계획의 우수성)	17	20		
	4.3. 전문 실무 인재 양성을 위한 취·창업 교육과정 및 교육프로그램 실적 및 계획의 우수성	12	20		

평가 영역	평가 항목	평가 지표	배 점	
			과기	인사/ 예술
	5. 산학협력 실적 및 계획 (과기 90점) (인사 및 예술 75점)	4.4. 교육과정 및 교육프로그램의 국제화 실적 및 계획의 우수성	11	12
		5.1. 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 및 계획 ① 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 (최근 3년간)	10	9
		② 참여교수 1인당 산업체 연구비 수주 개선 계획	5	5
		5.2. 참여교수 1인당 특허 등록(인사 및 예술 : 의장등록 포함) 실적 (최근 3년간)	10	9
		5.3. 참여교수 1인당 기술이전 실적 및 계획 ① 참여교수 1인당 기술이전 실적 (최근 3년간)	12	2
		② 참여교수 1인당 기술이전 개선 계획	5	1
		5.4. 참여교수 사업화 실적 및 계획 ① 참여교수 사업화 실적 (최근 3년간)	10	10
		② 참여교수 1인당 사업화 개선 계획	3	4
		5.5. 산학협력 활성화를 위한 인적교류 실적 및 계획의 우수성	10	10
		5.6. 산학협력 활성화를 위한 프로그램 운영 실적 및 계획의 우수성	10	10
		5.7. 취·창업을 포함한 산학협력 지원체계의 우수성	15	15
사업단 지원 (60점)	6. 사업단 지원 (60점)	6.1. 대학차원의 특성화 계획과의 연계성	10	10
		6.2 대학의 해당 분야 대학원 재정투자 실적 및 계획 ① 대학의 해당 분야 대학원 재정투자 실적	10	10
		② 대학의 해당 분야 대학원 재정투자 개선 계획	10	10
		6.3 특성화 대학원 육성을 위한 대학차원의 제도개선 및 계획	12	12
		6.4 체계적인 대학원 학위 및 학사 운영 관리 실적 및 계획	10	10
		6.5 연구윤리 확보를 위한 제도화·운영실적 및 계획	8	8
합 계			300	300

사. 사업단 선정 결과

사업단 선정 결과를 보면, 우선 신청요건 부적격 판정 사업단(팀)이 총 14개(사업단 3개 / 사업팀 11개)였다.

항목별 평가결과는 다음과 같이 처리하였다.

- 정량평가 : 사업단이 제출한 정량값을 전산으로 일괄 집계하여 산출

- 정성평가 : 위원별 총점 중 최고 및 최저 점수를 제외하고 평균 집계
- 상대정량/정성평가 : 위원별로 점수 부여 후, 총점 기준으로 비율별 점수 산출(상위 10%~하위10%)
- 평가불가능 항목 및 신설학과에 대한 평가 : 학과 신설 등으로 평가가 불가능한 항목(예; 취업률)은 해당 항목을 제외하고 평가한 후, 해당 영역 평가점수 비율에 따라 점수 부여. '10년이후 완전히 새롭게 신설된 학과의 교육역량 정량실적(대학원생 논문실적, 교육 국제화 현황)은 실적으로 평가받은 점수와 신설학과를 제외한 사업단(팀)들 중 최하점을 받은 사업단의 점수를 비교하여 유리한 점수 부여

평가결과의 집계와 순위결정은 다음과 같은 방식에 의했다.

- 모든 평가 항목을 합하여 총점수 산출 후, 총점수 기준으로 순위 결정
- 과락제 적용 : 질 관리를 위하여 사업단(팀)이 획득한 최종 점수가 60%미만(180점/300점)일 경우 과락 처리

※ 사업단 9개, 사업팀 215개 과락

사업단(팀) 선정 및 예산 조정 방식은 다음과 같았다.

- 각 사업유형별·분야별로 공고된 사업단(팀) 수를 유형별·분야별로 총득점 순으로 선정
 - 다만, 공고한대로 500개 내외(미래기반창의인재양성형+글로벌인재양성형+ 특화전문인재양성형) 사업단(팀) 선정시, 각 사업단(팀)에 배정할 사업비가 선정안에 따른 지원액 대비 부족할 것으로 예상

※ 당초 시뮬레이션 등을 통해 예산액에 맞추어 350개 내외를 선정하는 안을 마련하였으나, 공청회 등 의견수렴 과정에서 500개 내외로 확대한 것이 주원인

- 이에, 선정평가실무위원회 및 사업총괄관리위원회 심의를 거쳐 각 사업단(팀)의 사업비를 일정 비율 일괄 삭감하고, 공고된 사업단 수만큼 선정하기로 하였다.

지원 사업단 선정 결과는 다음과 같다.

(1) 과학기술분야(전국/지역)

36개 대학에서 190개 사업단이 신청하여 1.5 : 1의 경쟁률을 보였다.

구분	전국단위				지역단위				합계			
	기초	응용	기타	소계	기초	응용	기타	소계	기초	응용	기타	소계
공고안	26개 내외	46개 내외	5개 내외	77개 내외	13개 내외	32개 내외	4개 내외	49개 내외	39개 내외	78개 내외	9개 내외	126개 내외
신청	38	69	10	117	20	51	2	73	58	120	12	190

총 125개 사업단을 선정하였는데, 기초과학 39개, 응용과학 79개, 기타 중점 7개가 선정되었다.

분 야	전 국			지 역		
	사업단 수	대학명	사업단 수	대학명		
기초 과학	물리	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	3	경북대, 울산대, 전남대	
	생물	7	고려대, 광주과학기술원, 서울대, 연세대, 중앙대, 포항공대, 한국과학기술원	3	경북대, 부산대, 충남대	
	화학	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 이화여대, 포항공대	3	경북대, 부산대, 전남대	
	수학	4	서울대, 성균관대, 포항공대, 한국과학기술원	2	경북대, 부산대	
	지구과학	3	고려대, 서울대, 연세대	2	부산대, 충남대	
	소 계	26		13		
응용 과학	정보기술	9	경희대(컴), 고려대(전), 서울대(전), 성균관대(전), 연세대(전), 연세대(컴), 포항공대(컴), 한국과학기술원(전), 한양대(전)	7	경북대(전), 경북대(컴), 부산대(컴), 울산대(전), 전남대(전), 전북대(전), 충북대(전)	
	기계	6	고려대, 서울대, 성균관대, 인하대, 포항공대, 한국과학기술원	4	경북대, 경상대, 부산대, 전남대	
	화공	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	4	경북대, 부산대, 영남대, 전북대	
	재료	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	3	부산대, 전남대, 충남대	
	건설	4	고려대, 연세대, 한국과학기술원, 한양대	2	경북대, 부산대	
	이공 융합 생명	약학/ 수의학	4	서울대(수의학), 서울대(약학), 성균관대(약학), 이화여대(약학)	3	충남대(약학), 충북대(수의학), 충북대(약학)
		농생명	4	건국대(생물공학), 경희대(농학), 고려대(생물학), 서울대(농학)	3	경북대(농학), 경상대(농학), 충북대(식품과학)
	의치한	7	고려대(의학), 경희대(한의학), 서울대(의학일), 서울대(치의학), 성균관대(의학), 연세대(의학), 연세대(치의학)	7	건국대(글로벌의학), 경북대(의학), 경북대(치의학), 부산대(의학), 전남대(의학), 전북대(의학), 한림대(의학)	
소 계	46		33			
기타중점	5	고려대(컴퓨터학), 고려대(환경공학), 광주과학기술원(환경공학), 서울대(산업공학), 서울대(조선공학)	2	부산대(조선공학), 연세대원주(환경공학)		
계	77		48			

(2) 인문사회분야(전국/지역)

35개 대학에서 110개 사업단이 신청하여 2.4:1의 경쟁률을 보였다.

구분	전국단위	지역단위	합계
공고안	30개 내외	16개 내외	46개 내외
신청	75개	35개	110개

총 45개 사업단을 선정하였다.

패널	전국		지역	
	사업단 수	대학명	사업단 수	대학명
한국어와 문학	2	고려대, 연세대	2	경북대, 전남대
외국어와 문학	4	고려대(중문), 연세대(영문), 중앙대(영문), 한국외대(중문)	2	부산대(통번역), 전북대(중문)
역사/철학/종교	3	고려대(역사), 성균관대(역사), 성균관대(철학)	2	경북대(역사), 전남대(철학)
법/정치/행정	3	고려대(정치외교), 서울대(행정), 연세대(행정)	1	동아대(법학)
경제/무역	2	고려대, 서울대	1	부산대
경영	3	고려대, 성균관대, 연세대	1	경북대
교육	2	고려대, 서울대(교육학)	2	경북대, 부산대
사회/인류/심리	3	고려대(심리), 연세대(사회), 연세대(심리)	2	전북대(인류), 충북대(심리)
복지/신방	3	성균관대(신방), 연세대(복지), 이화여대(복지)	1	대구대(복지)
관광/지리/지역개발/체육	2	경희대(관광), 서울대(지리)	1	제주대(관광)
디자인/영상	2	중앙대, 한국과학기술원	1	인제대
계	29		16	

(3) 융복합분야(전국/지역)

26개 대학에서 45개 사업단이 신청하여 1.8:1의 경쟁률을 보였다.

구분	전국단위	지역단위	합계
공고안	15개 내외	10개 내외	25개 내외
신청	30개	15개	45개

총 25개 사업단을 선정하였는데, 과기융복합 19개, 인사용복합 6개를 선정하였다.

패널	전국		지역	
	사업단 수	대학명	사업단 수	대학명
과기융복합1	5	경희대, 고려대, 서울대, 아주대, 한국과학기술원	2	부경대, 전남대
과기융복합2	4	서울대, 아주대, 인하대, 한양대 ERICA	2	전북대, 충북대
과기융복합3	3	경희대, 성균관대, 한국과학기술원	3	부산대, 인제대, 제주대
인사용복합1	2	성균관대(동아시아학), 성균관대(예술)	1	전북대
인사용복합2	2	고려대(보건과학), 고려대(지역개발)	1	전남대
계	16		9	

(4) 사업팀분야(전국/지역)

108 대학에서 866개 사업팀이 신청하여 3.1:1의 경쟁률을 보였다.

구분	전국단위				지역단위				합계			
	과학기술	인문사회	융복합	소계	과학기술	인문사회	융복합	소계	과학기술	인문사회	융복합	소계
공고안	98개 내외	33개 내외	12개 내외	143개 내외	94개 내외	30개 내외	8개 내외	132개 내외	192개 내외	63개 내외	20개 내외	275개 내외
신청	271개	131개	45개	447개	288개	98개	33개	419개	559개	229개	78개	866개

총 280개 사업팀이 선정되었는데, 과학기술 194개, 인문사회 65개, 융복합 21개가 선정되었다.

[과학기술분야]

분 야		전 국		지 역	
		사업 팀수	대 학 명	사업 팀수	대 학 명
기초 과학	물리	5	경희대(2), 광운대, 동국대, 이화여대	2	고려대세종, 부경대
	생물	7	세종대, 울산과기대, 인하대, 차의과학대(2), 한양대(2)	6	강원대, 공주대, 전남대, 조선대, 충북대, 한림대,
	화학	4	경희대, 국민대, 서강대, 중앙대	6	부경대, 부산대, 울산대, 창원대, 충북대, 한남대
	수학	5	고려대, 서강대, 이화여대(2), 인하대	2	부경대, 충남대
	지구과학	1	한양대 에리카	2	경북대, 전남대
	소 계	22		18	
응용 과학	전자/정보통신	10	경희대(2), 광운대(2), 광주과기원(2), 국민대, 서강대(2), 한양대	6	고려대세종, 동아대, 부경대, 연세대원주, 영남대, 호서대
	컴퓨터학	12	고려대, 건국대, 단국대, 동국대, 서강대, 세종대, 아주대(2), 인하대, 중앙대, 한양대(2)	5	고려대세종, 경상대, 동서대, 영남대, 조선대
	전기/제어계측	4	한양대(2), 한양대ERICA(2)	5	경성대, 영남대, 전남대, 전북대, 조선대
	기계	5	건국대, 경희대, 울산과기대, 한국항공대, 한양대	8	강원대, 고려대세종, 동아대, 부산대, 안동대, 울산대, 인제대, 한국해양대
	항공	6	건국대, 경희대, 단국대, 인하대, 중앙대, 한양대	5	울산대, 전남대, 전북대, 충남대, 한남대
	재료	4	경희대, 세종대, 인하대, 한양대	3	공주대, 영남대, 전북대
	건설	8	경희대(2), 서울대, 성균관대, 세종대(2), 연세대, 홍익대	7	공주대, 군산대, 부경대, 전남대, 전북대, 충남대(2)
	환경/자원/ 원자력	5	경희대(2), 명지대, 세종대, 포항공대	4	연세대원주, 울산대, 전남대, 전북대
	식품과학	5	동국대, 세종대, 연세대, 이화여대(2)	6	건국대글로벌, 경북대(2), 전북대, 한남대, 한림대
	응용생명	7	가톨릭대, 서울대(2), 성균관대, 울산과기대, 전남대, 한양대	10	강원대, 경북대, 고려대세종, 대구대, 안동대, 영남대, 전남대, 제주대(3)
	수의/축산	3	건국대(3)	5	단국대천안, 전북대(2), 충남대(2)
	간호/생활	1	연세대	1	전남대
	약학	4	가톨릭대, 덕성여대, 동국대, 한양대	4	대구가톨릭대, 부산대(2), 조선대
	의치한	1	중앙대	7	강원대(2), 대구한의대, 연세대 원주, 원광대, 전북대, 제주대
	산업공학	2	고려대, 아주대	1	부산대
	소 계	77		77	
계	99		95		

[인문사회분야]

패널	전국		지역	
	사업팀 수	대학명	사업팀 수	대학명
한국어와 언어학	2	동국대, 서울대	2	부산대, 조선대
서양언어와 문학	3	건국대, 고려대, 서울대	1	한남대
동양언어와 문학	1	한양대 ERICA	1	단국대 천안
역사/철학/종교	3	경희대(철학), 서강대(철학), 이화여대(역사)	3	경북대(철학), 안동대(역사), 연세대원주
법/정책/행정	2	서울대(정책학), 성균관대(법학)	1	연세대 원주(행정학)
정치외교	2	서강대, 이화여대	1	경북대
경제	1	고려대	2	전남대, 충북대
무역	1	중앙대	2	부산대, 충남대
경영	3	경희대, 국민대, 한양대 ERICA	4	경상대, 동아대, 조선대, 충북대
교육	3	이화여대(교육공학), 이화여대(언어병리학), 중앙대	4	공주대, 대구대, 부산대(유아), 부산대(특수)
사회/간호/심리	2	중앙대(사회), 중앙대(심리)	2	계명대(사회), 충남대(심리)
복지/신방	2	서울대(사회복지), 연세대(신방)	2	대구대(사회복지), 한림대(사회복지)
관광/지리/지역개발	1	서울대(지역개발)	3	경상대(지역개발), 동아대(관광), 부산대(관광컨벤션)
예술/체육	2	서울대, 성균관대	1	부산대
아동/소비자/문헌정보	2	성균관대, 연세대	1	계명대
디자인/영상	3	국민대(테크노디자인), 국민대(테크노디자인), 한양대	2	동서대, 부산대
계	33		32	

[융복합분야]

패널	전국		지역	
	사업팀 수	대학명	사업팀 수	대학명
과기융복합1	2	서울대(바이오엔지니어링), 서울대(환경보건)	3	건국대 글로벌, 경상대, 전북대
과기융복합2	1	인하대	1	전남대
과기융복합3	1	세종대	1	부경대
과기융복합4	1	한국과학기술원	1	전북대
과기융복합5	2	서울대(기술경영), 서울대(조경)	1	충북대
인사융복합1	1	이화여대	1	전남대
인사융복합2	2	서울시립대, 인하대	1	한림대
인사융복합3	2	중앙대, 한국과학기술원	-	-
계	12		9	

대학별 선정 현황은 다음의 <표 I-16>과 같다.

<표 I-16> 대학별 선정 현황

연번	대학명	선정결과					사업비 지원액 (백만원)
		과학 기술	인문 사회	융복합	사업팀	합계	
1	서울대학교	16	4	2	13	35	38,534
2	고려대학교	13	8	3	5	29	22,300
3	연세대학교	11	7		5	23	21,111
4	부산대학교	11	3	1	12	27	16,990
5	성균관대학교	9	4	3	5	21	15,271
6	경북대학교	12	4		6	22	13,690
7	포항공과대학교	8			1	9	8,378
8	경희대학교	3	1	2	14	20	7,119
9	전남대학교	6	2	2	12	22	7,077
10	한국과학기술원	8	1	2	2	13	6,531
11	전북대학교	3	2	2	11	18	6,208
12	충북대학교	4	1	1	5	11	5,880
13	한양대학교	2			8	10	5,308
14	충남대학교	4			8	12	3,951
15	이화여자대학교	2	1		10	13	3,810
16	경상대학교	2			4	6	3,469
17	중앙대학교	1	2		9	12	3,002
18	인하대학교	1		1	7	9	2,946
19	한양대학교(ERICA캠퍼스)			1	10	11	2,778
20	아주대학교			2	3	5	2,469
21	울산대학교	2			4	6	2,460
22	건국대학교	1			7	8	2,106
23	서강대학교				7	7	1,675
24	영남대학교	1			5	6	1,641
25	제주대학교		1	1	4	6	1,504
26	부경대학교			1	6	7	1,468
27	연세대학교(원주캠퍼스)	1			5	6	1,351
28	한림대학교	1			4	5	1,226
29	건국대학교 GLOCAL(글로벌)캠퍼스	1			2	3	1,162
30	조선대학교				6	6	1,122
31	동아대학교		1		4	5	1,108

연번	대학명	선정결과					사업비 지원액 (백만원)
		과학 기술	인문 사회	융복합	사업팀	합계	
32	고려대학교세종캠퍼스				5	5	1,033
33	공주대학교				4	4	1,015
34	강원대학교				5	5	917
35	대구대학교		1		3	4	914
36	동국대학교				5	5	843
37	광주과학기술원	2			2	4	810
38	안동대학교				3	3	696
39	인제대학교		1	1	1	3	651
40	광운대학교				3	3	641
41	울산과학기술대학교				3	3	626
42	한남대학교				4	4	577
43	동서대학교				2	2	542
44	차의과학대학교				2	2	437
45	가톨릭대학교				2	2	431
46	단국대학교(천안캠퍼스)				2	2	407
47	한국외국어대학교		1			1	377
48	단국대학교				2	2	360
49	원광대학교				1	1	298
50	한국해양대학교				1	1	296
51	군산대학교				1	1	285
52	명지대학교				1	1	271
53	서울시립대학교				1	1	253
54	호서대학교				1	1	228
55	계명대학교				2	2	227
56	한국항공대학교				1	1	196
57	대구가톨릭대학교				1	1	171
58	창원대학교				1	1	126
59	경성대학교				1	1	119
60	덕성여자대학교				1	1	103
61	대구한의대학교				1	1	103
62	홍익대학교				1	1	102
63	국민대학교				5	5	-
64	세종대학교				8	8	-
	총합계	125	45	25	280	475	227,700

(5) 특화전문인재양성 사업 선정 과정 및 결과

선정평가실무위원회(13.10.28) 및 사업 총괄관리위원회(13.10.30)의 심의 결과, 전국 사업단의 경우 패널별 2위까지 총 24개 사업단을 선정하고 지역 사업단의 경우 과락을 제외한 총 30개 사업단을 선정하였다. (〈표 I-17〉 참조)

〈표 I-17〉 BK21플러스 특화전문인재양성 사업 선정결과

구분	전국	지역	계
사업단 수	24개	30개	54개
예산액(6개월)	39.8억원	45.8억원	85.6억원

패널별 사업단 선정 결과는 다음과 같다.

- 디자인 1패널(3개 ; 전국2개/지역1개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
디자인1	전국	한국과학기술원	콘텐츠 사이언스
		한국산업기술대	에너지 세이빙 컨버전스
	지역	금오공대	창의적 공학 디자인

- 디자인 2패널(4개 ; 전국2개/지역2개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
디자인2	전국	성균관대	인간중심 서비스 융합
		홍익대	국제적 융복합 디자인
	지역	전남대	지속가능한 융합패션
		부경대	MADEC 인재양성

- 문화콘텐츠 1패널(3개 ; 전국2개/지역1개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
문화 콘텐츠1	전국	단국대	글로벌 영화 제작
		아주대	디지털 테라피
	지역	동서대	ICT 문화콘텐츠

○ 문화콘텐츠 2패널(7개 ; 전국2개/지역5개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
문화 콘텐츠2	전국	한양대(ERICA)	글로벌 문화콘텐츠
		건국대	융합 커뮤니케이션
	지역	전남대	지역기반 문화융합관광
		한림대	인터랙션 디자인
		경상대	문화융복합 비즈니스모델 개발
		경북대	러시아·유라시아 문화콘텐츠
		조선대	아시아문화교류

○ 관광/경영 패널(2개 ; 전국2개/지역0개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
관광/경영	전국	인하대	물류교육허브
		한양대	스마트관광

○ 건강 패널(7개 ; 전국2개/지역5개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
건강	전국	가톨릭대	컨버전스 헬스케어
		인천대	뷰티산업
	지역	대구가톨릭대	산업보건 복지인력
		단국대(천안)	운동의과학
		원광대	라이프 케어산업
		충북대	산림치유인력
		연세대(원주)	바이오 메디컬

○ 정보보호 패널(3개 ; 전국2개/지역1개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
정보 보호	전국	국민대	금융정보보안
		송실대	ICT 기반 정보보호
	지역	한남대	첨단 사이버 보안관제

○ 인문사회기반 융복합 1패널(3개 ; 전국2개/지역1개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
인문사회기반 융복합1	전국	이화여대	번역 전문인재 양성
		인하대	동북아 관련 상고사
	지역	영남대	동아시아 문화콘텐츠

- 인문사회기반 융복합 2패널(5개 ; 전국2개/지역3개, 전국1개 과락)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
인문사회기반 융복합2	전국	이화여대	글로벌 네트워킹 리더
		단국대	지식재산 정보보호법
	지역	한국해양대	해양문화콘텐츠
		계명대	지역사회통합인재
		전남대	융복합 사회서비스

- 과학기술기반 융복합 1패널(6개 ; 전국2개/지역4개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
과학기술기반 융복합1	전국	국민대	SSEV 특화전문인력
		서울과기대	컨버전스 심화교육시스템
	지역	전북대	유연인쇄전자 특화인재
		한국교통대	스마트교통 특화인재
		한국해양대	조선해양플랜트 조명IT
		한국기술교육대	융합전자기기 창조인재

- 과학기술기반 융복합 2패널(6개 ; 전국2개/지역4개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
과학기술기반 융복합2	전국	이화여대	에코과학 창조아카데미
		한경대	건강 융합 농·생명
	지역	강원대	의료산업 특화 BIT 융합
		강원대	ICT융합 시설원예산업
		전남대	바이오전자 메디컬
		을지대	시니어 헬스케어

- 과학기술기반 융복합 3패널(5개 ; 전국2개/지역3개)

패널명	단위	대학명	사업단 주제
과학기술 기반 융복합3	전국	국민대	스마트 에너지 엔지니어
		울산과기대	융합형 시스템 공학
	지역	창원대	친환경 해양플랜트
		강원대	생체소자용 나노융합
		경상대	LNG-FPSO 핵심장비 신뢰성 설계

4 중간평가(성과평가 및 재선정평가)

가. 추진 배경

'13년 BK21 플러스 사업 기본계획을 공고할 당시, '15년 중간평가를 실시하여 '16년부터 지원할 사업단을 재선정할 계획임을 예고한 바 있다.

- BK21 플러스 사업 기본계획('13. 5. 16.) : '15년 중간평가를 실시하여 대학원 질 개선 및 사업단 관리 철저
 - 대학원 질 개선방안과 연계하여 대학원 교육·연구의 질을 보다 향상시킬 수 있는 방향으로 제도개선 등을 포함한 평가지표 마련
 - 2년간 사업성과 등을 반영하여 평가한 후, 기존 사업단과 신규 진입 사업단의 경쟁을 통해 '16년 지원 사업단 선정

중간평가에서 평가구조 개선 방향은 크게 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 학문분야별 특성 반영을 강화하였다. 공학, 인문학, 융·복합 등 학문별 맞춤형 평가를 강조하였다.

둘째, 질적 평가를 강화하였다. SCI 논문 수 등 양적 지표 위주에서 논문의 영향력 등 질적 지표를 추가하였다.

셋째, 대학원 교육과정 내실화를 강조하였다. 기존의 연구 중심에서 연구와 교육의 균형을 강조하였다.

나. 추진 경과

BK21 플러스 사업의 중간평가 추진 경과는 다음과 같다.

- 「BK21 플러스 사업」 기본계획 수립 및 사업 공고 : '13.5.16
 - ※ 특화전문인재양성사업은 '13.8.23 별도 공고
- 「BK21 플러스 사업」 선정평가 결과 발표 : '13.8.16, 9.12, 11.1
 - ※ 74개 대학 550개 사업단(팀) 선정
- 「BK21 플러스 사업」 선정 사업단(팀) 1차년도 협약체결 : '14.2

- 「BK21 플러스 사업」 중간평가지표 개발 정책연구 : '14.4~'14.10
- 평가 개선안 마련을 위한 학문분야별 의견수렴 : '14.4~'14.10
- ※ 포럼 10회(5.21, 7.29~8.14), 전문가 간담회 34회, BK21 플러스 사업단장 협의회 28회 등 총72회, 3,500여명 참석
- BK21 플러스 홈페이지(bkplus.nrf.re.kr)를 통한 의견수렴('14. 4.~10.)
- 평가 개선안 공청회 2회 : '14.9.17, 10.17
- BK21 플러스 홈페이지를 통해 최종 의견수렴('14.11.11 ~ 15)
- BK21 플러스 사업 총괄관리위원회 논의('14. 11. 17.)
- 「BK21 플러스 사업」 중간평가 기본계획 및 평가지표 공지 : '14.11.24
- 「BK21 플러스 사업」 중간평가(성과평가/재선정평가) 공고 : '15.5.20
- 사업단(팀) 신청서 접수 : '15.8.17~9.18
- * 기존 사업단(팀)은 성과평가 보고서 및 재선정평가 신청서를 동시 제출
- 성과평가 실시 : '15.10.5~10.16
- 총괄관리위원회, BK21 플러스 사업 성과평가 결과 심의 : '15.11.9
- ※ 계속 지원 : 277개 사업단(팀), 강제탈락 : 24개 사업단(팀), 재선정평가 : 243개 사업단(팀)
- 재선정평가 사업신청 요건 충족 여부 검토 : '15.10.20~11.6
- 재선정평가 실시 : '15.11.16~11.27
- 총괄관리위원회, BK21 플러스 사업 재선정평가 결과 심의 : '15.12.21
- ※ 중간평가 결과 예비 사업단 : 총 546개 (성과평가 277개, 재선정평가 269개 예비 선정)
- 중간평가 예비결과 및 이의제기 접수 대학 통보 : '15.12.23
- 중간평가 예비결과 이의제기 접수 : '15.12.24 ~ 31
- 중간평가 예비결과 이의신청 조치계획(안) 총괄위 1차 심의 : '16.1.15
- 이의제기 검토 실무위원회 개최 : 1차 회의 - '16.2.16, 2차회의 - '16.3.4
- 예비선정 사업단(팀) 현장점검 실시 : '16.1.6 ~ 2.29
- 중간평가 최종 결과(안) 총괄위 심의 : '16.3.25

중간평가 준비 과정에서 특기할 만한 점은 자연과학, 공학, 의약학, 농·생명·수산·해양, 인문학, 사회과학, 융·복합 등 학문분야별 전문가들로 정책연구팀을 구성('14. 4.)하였다는 점이다.

중간평가를 대비한 정책연구의 제목은 ‘BK21 플러스 사업평가체제 개선 및 사업구조 개편 방안 수립 연구’(14.4~14.11, 연구책임자 목포대 우제창 외 9명)였다. 그리고 정책연구진들이 학문 분야별 코디네이터로 위촉되어 공개 토론(Open Debate)을 통해 BK21 플러스 평가 개선안 마련을 추진하였다.

학문분야별 의견 수렴 결과의 주된 내용은 다음과 같았다.

〈 주요 의견 〉

- ① 학문분야별 특성을 반영한 특성화된 지표 마련 필요
 - 공학, 농·생명·수산·해양 분야는 기술 이전·특허 등 산학협력 비중 제고 특히 공학 분야는 대학 본부의 기술 사업화·특허 등록 지원체제가 중요
 - 자연과학·기초 의학 분야는 산학협력 비중을 낮추는 대신, 대중화·국민건강증진 등 사회 기여도 평가 필요
 - 인문학 분야는 학술저서 평가 중요, 국제학술논문 못지 않게 국내학술논문 중요, 연구업적의 대중적 활용 기여도 평가 필요
 - 융·복합 분야는 융복합 비전, 융복합성, 다양한 학문이 실질적으로 융복합될 수 있는 시스템 구축 실적 등에 대한 평가 필요
- ② 대학원 질 개선을 위해서는 우수한 석·박사생들을 양성할 수 있도록 하는 교육과정, 학사관리 및 학위 수여제도 등에 대한 평가 필요
- ③ 사업비 집행의 자율성을 제고

다. 평가 개선 주요 내용

(1) 평가구조 개편의 특징

중간평가 구조 개편의 가장 중요한 특징은 학문 분야의 특성이 반영되도록 평가지표 유형을 세분화했다는 점이다. 즉, 미래기반 창의인재 양성사업의 평가지표 유형을 기존의 2개 유형에서 자연과학, 공학, 의약학, 농·생명·수산·해양, 인문학, 사회과학, 융·복합, 디자인·영상 등 특성에 따라 9개 유형으로 세분화하고, 각각의 개선안을 마련하였다. 사업별 평가구조 개편은 다음의 <표 I-18>과 같다.

<표 I-18> 사업별 평가구조 개편

구분	현 행		개 선 안	비 고
미래기반 창의인재 양성사업	(1) 과학 기술	기초	(1) 자연과학	물리/ 화학/ 생물/ 지구과학/ 수학
		응용	(2) 공학	정보기술(전기, 전자, 통신, 컴퓨터)/ 기계(자동차, 항공우주, 제어계측 등)/ 화공(고분자 등)/ 재료(금속, 섬유 등)/ 건설(건축, 안전, 토목 등)/ 기타중점(에너지/ 환경/ 자원/정보보안/ 산업공학/원자력 등)
			(3) 의약학	의학/치의학/한의학/약학/수의학/
			(4) 농·생명·수산·해양	농·생명 등/ 식품과학/축산/응용생명
		융복합	(5) 과학기술 융복합	과학기술 융복합
	(2) 인문 사회	인문학	(6) 인문학	문학/ 한국어외문학/ 동양어외문학/외국어외문학(언어학 포함)/ 역사/ 철학/ 종교
		사회과학	(7) 사회과학	법학/ 정치/ 행정/ 외교/경제/ 무역/ 경영/ 교육/ 사회/ 사회복지/ 인류/ 심리/ 회계/ 지역개발/ 예술·체육/ 관광/ 아동·소비자/ 문헌정보
		디자인· 영상	(8) 디자인·영상	디자인/영상 등
		융복합	(9) 인문사회 융복합	인문사회 융복합
		글로벌인재양성사업		
특화전문인재양성사업			디자인/정보보호/관광·경영/문화콘텐츠/ 건강/과학기술 융복합/인문사회 융복합	

(2) 미래기반창의인재양성사업 평가 개선안

모든 학문분야에 공통적으로 적용된 평가 개선안은 다음과 같이 일곱 가지였다.

첫째, 양적지표 비중을 축소한 반면, 질적 지표 비중을 강화하였다. 즉, ‘논문 수’, ‘외국인 교수 비율’, ‘외국어 강의 비율’ 등 양적지표보다 ‘논문의 영향력’(Impact Factor), ‘외국인 교수의 연구실적’ 등 질적 지표를 강화하였다. <표 I-19>는 질적 지표 비중 변화를 보여주고 있다.

<표 I-19> 질적지표 비중 변화

구분	자연과학	공학	의약학	농·생명·수산·해양	과학기술 융복합	인문학	사회과학	인문사회 융복합	디자인·영상
기존	59%	44%				45%			48%
개선안	63%	52%	62%	55%	60%	67%	52%	61%	55%

둘째, 대학원 교육 및 학사운영에 대한 평가를 강화하였다. ‘교육과정 구성 및 운영’*, ‘학사관리 및 학위수여 제도’ 등에 대한 평가를 강화하였으며, ‘전공학과 전체교수 중 참여교수 비율’ 지표 신설로 학과(부) 전임교수의 사업단 참여율을 높임으로써, 사업단이 추진하는 교육과정 개선의 추동력을 제고하고자 하였다. 이는 학과 교수 최소 참여율 70%보다 더 많은 교수의 참여를 유도하여 교육의 질을 높이려는 시도였다.

셋째, 대학원생 연구실적의 우수성(논문 수, 논문 영향력 등) 등 참여대학원생 부문의 평가를 강화하였다.

넷째, 대학 연구실 안전*, (가칭)K-MOOC 참여 등 최근의 정책이슈를 반영한 평가지표를 신설하여 대학 차원의 관심과 노력을 유도하였다. 다만, 대학 연구실 안전 지표는 자연과학, 공학, 의약학, 농·생명·수산·해양 등 과학기술 분야에만 적용하였다.

평가 분야	평가 개선안	
12. 연구중심 대학으로서 시스템 개선 방안	12.5 대학 연구실 안전 환경 조성 노력 및 향후 계획	1점
	12.6 (가칭)K-MOOC 참여 지원계획 수립	1점

다섯째, 연구 중심 대학원 학사 구조로 제도 개선을 유도하였다. 즉, 대학 본부의 ‘대학원 중심 학사 구조로 전환계획’ 수립 시에 대학 구조개혁 노력(실적 및 계획)을 포함하도록 평가편람에 반영하였다.

기존 평가지표	평가 개선안
12.1 연구중심대학으로서의 시스템 구성의 우수성 ① 대학원 중심 학사구조로 전환 ③ 연구지원 제도의 개선방안	12.1 연구중심대학으로서의 대학원 중심 학사 구조로 전환계획 및 연구지원 제도의 우수성

여섯째, 국내 우수등재학술지 논문실적을 반영하였다. 과학기술 분야의 경우, 「학술지 평가 사업 계획(14. 6. 한국연구재단)」에 따라 선정되는 국내 ‘우수등재학술지’ 게재 논문을 계획 평가에 반영함으로써 국내 우수학술지의 발전 토대를 마련하고자 하였으며, 인문사회 분야의 경우, ‘우수등재학술지’ 게재 논문을 구분하여 ’16년 이후부터 성과 관리를 추진할 것을 제안하였다.

기존 평가지표	평가 개선안
4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ② 대학원생 학술활동 지원계획의 우수성	4.2 참여대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ② 대학원생 학술활동 지원계획의 우수성 (국내·외학술지 논문 게재 포함)
8.2. (참여교수) 논문 ④ 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획	8.3 사업단의 연구역량 향상 계획 (국내·외학술지 논문 게재, 대학간 공동연구 등)

일곱째, 다음과 같이 기존 지표 중 유사 지표는 통합하여 평가의 합리성을 제고하였다.

기존 평가지표	평가 개선안
3.2 ① 취업률 ② 취업의 질적 우수성	3.2 ① 취업률 및 취업의 질적 우수성
6.1 연구 역량 향상을 위한 비전	6.1 향후 4년간 사업단이 수행할 연구의 비전 및 추진 방법의 우수성
6.2 연구 추진 전략 및 방법의 우수성	
10.2 산학협력 연구의 우수성	10.2 산학협력 연구 및 산학 간 인적/물적 교류의 우수성
10.3 산학 간 인적 및 물적 교류	
11.1 ① 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 ② 연구중심대학으로서의 체제 구축 계획	11.1 ① 연구중심대학으로서의 비전, 목표 달성을 위한 혁신 전략 및 방안
12.1 ① 대학원 중심 학사구조로 전환 ② 연구지원 제도의 개선방안	12.1 연구중심대학으로서의 대학원 중심 학사 구조로 전환계획 및 연구지원 제도의 우수성

세부 학문분야별 평가 개선안은 다음과 같았다.

가) 공학 분야

다음과 같이 지표를 신설하였다.

첫째, 산학협력 활성화, 공학교육 혁신 및 국제공동연구를 유도하는 지표를 신설하였다. ‘학과 교수 중 참여교수의 비율’ 지표를 신설하여 산학협력 중점교수 등 산학협력에 강점을 가진 교수들이 배제되는 문제점을 개선하였다. 또한 ‘대학원생 창업 지원 계획’ 지표를 신설하여 공대 대학원생이 혁신적인 아이디어를 기반으로 창업할 수 있는 환경을 조성하였다.

평가 분야	평가 개선안	
7. 연구진의 구성	7.1 참여 연구진 구성의 우수성 ② 전공학과(학사단위) 전체교수 중 참여교수 비율	4점
12. 연구중심대학으로서의 시스템 개선 방안	12.7 대학원생 창업 지원 계획	4점

둘째, ‘산업체·해외기관 연구비 수주 실적’을 정부 연구비 수주 실적과 분리 평가하여 산업체·해외기관이 발주하는 연구에 대한 대학의 관심을 유도하였다. 그리고 해외기관 연구비는 국내 기관 연구비의 200%로 인정하도록 하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.1 연구비	20점	9.1 연구비 ① 참여교수 1인당 정부연구비 수주 실적	10점
		10.3 (산학협력) 연구비 ① 참여교수 1인당 산업체 및 해외기관 연구비 수주 실적	10점

셋째, ‘대학간 미래지향적 교육’, ‘외국대학 및 연구기관간 교류’ 지표를 신설하여 공대 교육·연구의 전반적인 혁신을 유도하였다.

평가 분야	평가 개선안	
2. 교육과정 구성 및 운영	2.3 대학 간 미래지향적 교육	5점
8. 연구의 국제화 현황 및 계획	8.2 참여교수의 국제화 현황(최근 2년) ③ 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적	4점

지표의 비중을 조정하였는데, 기본 방향은 산학협력 지표 및 연구역량 질적 지표를 강화하는 것이었다.

첫째, 해외등록 특허*, 기술이전 실적 등 산학협력 지표의 배점을 강화하였다. 기존에는 해외특허 : 국내특허 = 2 : 1이었으나, 개선안에서는 주요국(미국·유럽·일본)특허 : 기타 해외특허 : 국내특허 = 5 : 2 : 1로 변경하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
10.1 특허 및 기술이전 ① 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수	6점	10.1 특허 및 기술이전 ① 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수	8점
② 참여교수 1인당 기술이전 실적	6점	② 참여교수 1인당 기술이전 실적	12점

둘째, 교수·대학원생의 국제저명학술지 논문(SCI) 수 지표를 삭제하는 대신, 논문의 영향력 지수(Impact factor; IF) 지표의 배점을 강화하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.2 논문 ① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수	10점	9.2 논문 〈삭제〉	-
② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF	10점	① 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF	20점

셋째, 소프트웨어(S/W) 등 급변하는 기술 발전으로 학술지 게재 논문보다 학술대회 발표가 중요한 학문분야는 국제 컨퍼런스 논문, 구두·포스터 발표 등 다양한 실적을 인정하기로 하였다.

나) 자연과학 분야

신규 지표로서 국제공동연구, 사회적 기여 관련 지표를 신설하였다. ‘외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적’ 지표를 신설하여 복잡·고도화된 과학 이슈 해결을 위한 국제공동연구의 활성화를 유도하였으며, ‘과학의 대중화 등 사회 기여’ 지표를 신설하여 자연과학 분야에서 대학의 적극적인 사회봉사 활동을 유도하였다.

평가 분야	평가 개선안	
8. 연구의 국제화 현황 및 계획	8.2 참여교수의 국제화 현황 ③ 외국대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적	4점
10. 산학협력	10.3 과학의 대중화 등 대외협력/ 사회 기여	5점

다) 의약학 분야

신규 지표로서 ‘국민건강 증진을 위한 사회 기여’ 지표를 신설하여 의약학 분야에서 대학의 사회적 기여를 유도하였다.

평가 분야	평가 개선안	
10. 산학협력	10.3 국민건강 증진을 위한 사회 기여	4점

지표 비중을 조정하여 기초 의약학 연구 활성화를 위한 연구지표 배점을 강화하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.2 논문 ① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수	10점	9.2 논문 ① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수	12점
② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF	10점	② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF	16점
③ 사업단 참여교수 논문의 우수성	10점	③ 사업단 참여교수 논문의 우수성	12점

라) 농·생명·수산·해양 분야

지표 비중을 조정하여 응용생명·식품과학·축산 등 폭넓은 분야로 구성된 학문 특성상, 연구 실적이 우수한 교수들로만 학과를 급조하는 것을 예방하기 위해 ‘연구진 구성’ 관련 지표의 배점을 강화하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
7.1 참여연구진 구성의 우수성 ① 연구 비전에 맞는 연구진 구성	6점	7.1 참여연구진 구성의 우수성 ① 사업 목표 달성을 위한 연구진 구성의 적절성	8점
<신설>		② 전공학과(학사단위) 전체교수 중 참여교수 비율	3점

또한 ‘특허’ 및 ‘기술이전 실적’ 등 산학협력 지표의 배점을 강화하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
10.1 특허 및 기술이전 ① 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수	6점	10.1 특허 및 기술이전 ① 참여교수 1인당 특허 등록 환산 건수	8점
② 참여교수 1인당 기술이전 실적	6점	② 참여교수 1인당 기술이전 실적	12점

마) 인문학 분야

신규 지표로서 '저서' 지표를 분리하고 '인문학 대중화' 기여 지표를 신설하였다. 즉, 논문 못지않게 학술서·번역서 등 저서로 평가되는 학문 특성을 반영하여 '논문' 지표와 '저서' 지표를 분리하여 평가하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.2 논문		9.2 논문의 우수성	30점
① 참여교수 1인당 (...생략...) 학술지 및 저서 환산 논문 편수	35점		
② 사업단 참여 교수 논문의 우수성	15점		
③ 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획	8점		
<신규>		9.3 저서 (최근 2년간 ① 참여교수 저서 환산 편수 실적1)	10점
		② 대표저서2)의 질적 우수성	10점

- 1) (저서 가중치) 신간 : 개정판 = 1 : 0.6
2) (대표저서 기준) 사업단(팀) 최소 참여교수 수 × 1.5편 (약 5~33편)

또한 '인문학 대중화' 등 사회 기여 지표를 신설하였다.

평가 분야	평가 개선안	
9. 참여교수 연구역량	9.4 연구실적의 학문적 선도성 및 인문학 대중화 기여	10점

지표 비중을 조정하여 국제학술지 논문, 연구비 등 양적 평가 지표의 비중을 축소하였다. 인문학 분야 논문의 질적 수준 제고를 위해 논문 평가 시 양적 환산 편수 평가를 지양하고, 대표 논문 위주의 우수성 평가를 실시하고자 하였으며, 국제저명학술지(A&HCI 등) 논문의 비중을 축소한 반면 국내등재학술지 논문의 비중을 강화하였다. 즉, 기존 국제저명학술지 논문 : 국내 학술지 논문 = 3 : 1에서 국제저명학술지 논문 : 국내학술지 논문 = 1.5 : 1로 변경하였다.

그리고 인문학 분야의 연구비 규모가 작은 성격을 감안하여 '연구비' 지표의 비중을 축소하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.1 연구비	15점	9.1 연구비	10점

인문학분야에서는 사업단(팀) 여건에 따라 석사과정생의 논문을 실적 산정 시 선택적으로 제외할 수 있도록 지표를 개선하였다.

바) 사회과학 분야

‘논문’ 지표와 ‘저서’ 지표를 분리하고 양적·질적으로 평가하는 동시에 ‘사회발전 기여’ 지표를 신설한 것이 특징이다.

기존 평가지표		평가 개선안	
9.2 논문 ① 참여교수 1인당 (…생략…) 학술지 및 저서 환산 논문 편수	35점	9.2 논문 ① 참여교수 1인당 (…생략…) 학술지 환산 논문 편수1)	30점
② 사업단 참여 교수 논문의 우수성	15점	② 논문의 질적 우수성	10점
③ 사업단 국제저명학술지 우수 논문 향상 계획	8점		
〈신규〉		9.3 저서 (최근 2년간) ① 참여교수 저서 환산편수 실적2)	6점
		② 대표저서3)의 질적 우수성	7점

- 1) (논문 실적) 국제학술지 : 국내학술지 = 3 : 1
- 2) (저서 가중치) 신간 : 개정판 = 1 : 0.6
- 3) (대표저서 기준) 사업단(팀) 최소 참여교수 수 × 0.5편 (약 2~15편)

무엇보다도 ‘한국사회 발전의 기여’ 지표를 신설하여 국내 사회현상에 대한 연구를 촉진하고자 하였다.

평가 분야	평가 개선안	
9. 참여교수 연구역량	9.4 참여교수 연구실적의 학문적 선도성 및 한국사회 발전의 기여	16점

사) 디자인·영상 분야

대학원생의 전시회·공모전·영화제·창작 등 지표 비중을 강화하여 실용적인 학습활동에 전념할 수 있도록 유도하였다.

기존 평가지표		평가 개선안	
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성 ② 대학원생 전시회/공모전(입상)/영화제 환산 창작 건수	4점	4.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성 ② 대학원생 전시회/공모전(입상)/영화제 환산 창작 건수	5점
④ 대학원생 전시회/공모전(입상)/영화제 창작(수상) 실적의 우수성	3점	④ 대학원생 전시회/공모전(입상)/영화제 창작(수상) 실적의 우수성	4점

아) 융·복합(과학기술 기반/인문사회 기반) 분야

과학기술 기반 융·복합, 인문사회 기반 융·복합 분야 공통으로 ‘융·복합의 비전’ 및 ‘융·복합의 적합성과 당위성’ 지표를 신설하여 기존 학문으로 해결 곤란한 문제에 대한 도전의지, 필요성 등을 평가하고자 하였다. ‘선행연구에 기반한 연구주제의 실질적 융·복합성’ 지표를 신설하여 융·복합 측면에서 실질적이고 지속적인 사업단을 선정하고자 하였으며, ‘융·복합 학과의 전일제 대학원생 비율’ 지표를 신설하여 전일제(full-time) 대학원생 확보를 장려하였다. 이밖에 ‘학문 분야간 교류 및 융복합 활성화 제도 구축’ 지표를 신설하여 대학원생에 대한 융복합 교육 및 연구 지원 제도의 개선을 유도하였다.

평가 분야	평가 개선안	
1. 사업단의 교육 비전 및 목표	1.1 교육 목표 및 융복합의 비전	10점
	1.2 융복합의 적합성과 당위성	15점
6. 사업단의 연구 비전 및 달성 전략	6.2 선행연구에 기반한 연구주제의 실질적 융·복합성	(과기)4점 (인사)10점
3. 인력 양성 계획 및 지원 방안	3.1 대학원생 인력 확보/배출 및 지원 계획	(과기)4점
	③ 융복합 신청 학과의 전일제 대학원생 비율	(인문)5점
4. 대학원생 연구역량	4.4 참여대학원생 연구역량 제고를 위한 학문분야간 교류 및 융·복합 활성화 제도 구축 실적 및 계획	4점

과학기술 기반 융·복합 분야의 경우에는 ‘참여교수 상호간 연구의 융복합 상관성’ 지표를 신설하여, 사업단(팀) 내에서 교수 상호간 융·복합 연구 및 공동연구를 촉진하고자 하였다.

평가 분야	평가 개선안	
9. 참여교수 연구역량	9.2 논문 ③ 사업단 참여 교수 상호간 연구실적의 융복합 상관성	10점

인문사회 기반 융·복합 분야의 경우에는 ‘융복합 연구의 사회 기여’ 지표를 신설하여 사회 기여도가 높은 연구를 장려하고자 하였다.

평가 분야	평가 개선안	
9. 참여교수 연구역량	9.4 융복합 연구실적의 학문적 선도성 및 사회 기여	8점

(3) 글로벌인재양성사업 평가 개선안

글로벌인재양성사업의 경우에는 사업별 특성을 반영한 평가 개선안을 마련하였는데, 구체적인 내용으로는 국제화 관련 지표들을 ‘글로벌 역량 영역’으로 통합하였다.

기존 평가지표 분야		평가 개선안	
교육역량 영역	5. 교육의 국제화 전략	글로벌역량 영역	9. 교육의 국제화 전략
연구역량 영역	8. 연구의 국제화 현황 및 계획		10. 연구의 국제화 현황 및 계획
해외학자 유치·활용 계획 영역	11. 해외학자 유치·활용 계획		11. 해외학자 유치·활용 계획

‘해외학자 유치·활용을 위한 제도적 인프라 구축’ 지표를 신설하여 해외학자에 대한 제도적 지원을 유도하였다.

평가 분야	평가 개선안	
11. 해외학자 유치·활용 계획	11.1 해외학자 유치·활용의 우수성 ② 해외학자 유치·활용을 위한 제도적 인프라 구축실적 및 계획	3점

중간평가인 점을 감안하여, 심도 있는 질적 정성평가를 위해 해외동료평가를 국내동료평가로 대체하였다. 이에 따라 해외동료평가 배점(60점)은 교육역량·연구역량·글로벌역량 등 평가 영역에 고르게 배점하였다.

미래기반창의인재양성사업 평가 개선안에서 신설되는 지표를 글로벌인재양성사업에도 적용하였는데, ‘학사 단위 관리제도 및 학위수여 제도의 선진화계획’, ‘전공학과 전체교수 중 참여 교수 비율’, ‘연구성과의 사회 기여’ 등을 글로벌인재양성사업 평가지표로 신설하였다.

(4) 특화전문인재양성사업 평가 개선안

특화전문인재양성사업의 경우에도 학문분야별 특성을 반영한 평가 개선안을 마련하였는데, 과학기술, 인문/예술 2유형으로 구분되어 있는 기존 지표를 과학기술, 인문사회, 예술 3유형으로 세분화하고 평가 배점을 달리 적용하였다. 즉, 과학기술 분야는 융복합 연구실적, 연구비, 기술 이전에 배점을 강화하였으며, 인문사회 분야는 융복합 교육과정, 취·창업 프로그램에 배점을 강화하였고, 예술 분야는 교육과정, 특허·의장등록, 사업화 실적 등에 배점을 강화하였다.

기존 평가 지표	과기	인문 예술	평가 개선안	과기	인문 사회	예술
3.1. 참여교수 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 1인당 연구실적 및 창작물 실적	13	13	3.1. 참여교수 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 1인당 연구실적 및 창작물 실적	14	12	12
② 참여교수의 대표실적	8	8	② 참여교수의 대표실적	10	8	8
5.3. 참여교수 1인당 기술이전 실적 및 계획 ① 참여교수 1인당 기술이전 실적	12	2	5.3. 참여교수 1인당 기술이전 실적 및 계획	17	3	3
4.2. 특성화된 융·복합 교육과정 구성 운영 실적 및 계획	17	20	4.2. 특성화된 융·복합 교육과정 구성 운영 실적 및 계획	17	25	20
4.3. 전문 실무 인재 양성을 위한 취·창업 교육과정 및 교육프로그램 실적 및 계획의 우수성	12	20	4.4. 전문 실무 인재 양성을 위한 취·창업 교육과정 및 교육프로그램 실적 및 계획	12	25	20
5.2. 참여교수 1인당 특허 등록	10	9	5.2. 참여교수 1인당 특허 등록실적	10	5	15
5.4. 참여교수 사업화 실적 및 계획 ① 참여교수 사업화 실적	10	10	5.4. 참여교수 사업화 실적 및 계획	10	5	14

미래기반창의인재양성사업」 평가 개선안에서 신설되는 지표도 특화전문인재양성사업에 적용하였는데, ‘학사 단위 관리제도 및 학위수여 제도의 선진화계획’, ‘전공학과 전체교수 중 참여교수 비율’, ‘공동 연구 실적’ 등을 평가지표로 신설하였다.

라. 2015년 중간평가 추진과정

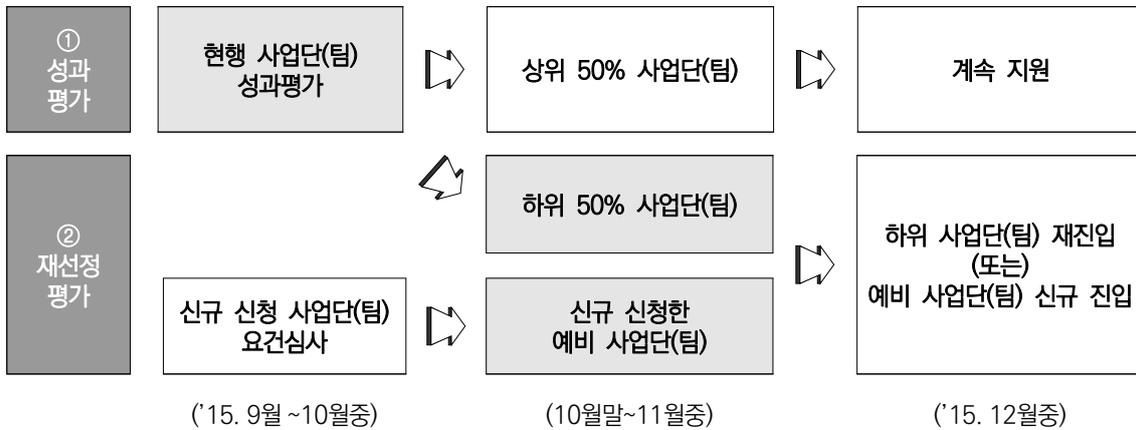
(1) 평가 개요

’15년 중간평가는 크게 성과평가와 재선정평가로 구성되었다.

성과평가는 기본적으로 ’16년 이후 계속 지원 여부를 결정하는 평가이다. 즉, ’13년에 선정된 BK21 플러스 사업단(팀)을 대상으로 2년간(’13.9~’15.8.)의 사업성과에 대한 평가를 실시하여 평가결과 상위 50%는 계속 지원하고, 하위 50%는 재선정평가를 통해 재진입 여부를 결정하는 평가이다.

재선정평가는 성과평가 결과 하위 50% 사업단(팀) 및 신규 신청한 예비 사업단(팀)의 비교평가를 통해 재진입 또는 신규 진입을 결정하는 평가이다. ’15년 중간평가 흐름도는 다음의 [그림 I-5]와 같다.

[그림 I-5] '15년 중간평가 흐름도



(2) 성과평가

성과평가를 위한 평가패널 분류는 '13년 선정평가 당시의 평가패널 분류기준을 그대로 적용하였다.

〈표 I-20〉 평가패널 분류

구분		평가 패널명	개선안 적용분야
사업유형	분야		
미래기반 창의인재 양성사업	과기 기초	물리, 화학, 생물, 지구과학, 수학	자연과학
	과기 응용	정보기술, 기계, 화공, 재료, 건설, 기타중점 전기·제어계측, 전자·정보통신, 건설, 컴퓨터, 기계, 재료, 화공, 환경·자원·원자력, 간호·생활, 산업공학	공학
		농·생명 등, 식품과학, 응용생명, 축산*	농·생명·수산·해양
		약학·수의학, 의학, 치의학, 한의학, 약학, 수의학*	의약학
		과학기술 융복합	과학기술 융복합
	인문 사회	한국어와문학(언어학), 외국어와문학, 서양언어와문학, 동양언어와문학, 역사·철학·종교	인문학
		법·정치·행정, 경제, 외교, 무역, 경영, 교육, 사회·인류·심리, 복지·신방, 관광·지리·지역개발, 예술·체육, 간호, 아동·소비자·문헌정보	사회과학
		인문사회 융복합	인문사회 융복합
		디자인·영상	디자인·영상
	글로벌인재 양성사업	글로벌인재양성사업 융복합	글로벌인재 양성사업
특화전문인재 양성사업	디자인, 정보보호, 관광·경영, 문화콘텐츠, 건강, 과학기술 융복합, 인문사회(예술) 융복합	특화전문인재 양성사업	

* 「미래기반창의인재양성사업」 사업팀의 수의학·축산 패널은 수의학 패널, 축산 패널로 분리하여 각각 의약학 지표 및 농·생명·수산·해양 지표 적용

사업단(팀)이 제출한 2년간('13.9~'15.8 기준)의 사업성과에 대해 평가패널별로 서면평가 실시하였는데, 성과평가는 '13년 선정평가 지표를 기반으로 실적 향상 및 계획 이행 여부를 평가하였다. 성과평가 과정에서 평가패널별로 평가위원(7~11명 내외)이 사업단(팀)의 실적 증빙 자료를 개별 검토한 후 실적 인정 여부를 결정하였다.

성과평가 결과, 평가패널별 상위 50% 사업단(팀)은 계속 지원하기로 하였다(50% 경계에 해당할 경우에도 계속 지원하기로 하였다.) 그러나 패널 내 사업단(팀)이 1개만 있는 경우에는 전부 재선정평가 대상으로 결정하였다.

하위 50% 사업단(팀)은 재선정평가 대상으로 분류하였는데, 성과평가 결과가 현저히 미흡한 경우에는 사업 총괄관리위원회의 심의를 거쳐 총 사업단(팀) 수의 5~10% 이내에서 재선정평가 없이 강제 탈락시켰다. 이는 과락 또는 평가패널별 최하위 사업단(팀)이 직근 상위 사업단(팀)보다 10점 이상 낮은 경우 등으로서 사업총괄관리위원회의 심의를 거쳐 최종 결정하였다.

(3) 재선정평가

'13년 선정평가 기준으로 평가패널을 분류하고, 신규 신청하는 사업단이 평가 패널을 지정하여 신규 진입을 신청할 수 있도록 하였다. 예비 사업단(팀)의 신규 신청이 없는 경우에는 기존 사업단(팀)의 성과평가 결과만으로 계속 지원 여부를 결정하였다.

재선정평가 지표(안)에 의해 하위 50% 사업단(팀)과 신규 진입 신청한 예비 사업단(팀)간 비교평가를 실시하였으며, 평가는 서면평가 및 사업단(팀)장 발표평가를 병행하여 시행하였다.

재선정평가 결과, 우수 사업단(팀)은 '16. 3월부터 지원하였는데, 원칙적으로 평가패널별 하위 50% 사업단(팀)과 동일한 숫자만큼 재선정 사업단 수를 배분하였다. 단, 사업비 상황에 따라 신규 진입 사업단(팀)의 사업비를 조정하였는데, 사업비 부족 시에 신규 진입 사업단(팀)에게 부족분만큼 사업비 지급 비율을 조정하였다.

(4) 2015년도 BK21 플러스 사업 중간평가 접수 결과

중간평가 접수 기간은 2015.8.17.(월) ~ 9.18.(금)이었는데, 사업 유형, 규모별로 마감일은 상이하였다. 접수 결과를 보면 성과평가의 경우 2013년 기선정 73개 대학 544개 사업단(팀)이 신청하였으며, 재선정평가의 경우에는 82개 대학 1,025개 사업단(팀)이 신청하였다.

〈표 I-21〉 성과평가 접수 결과

유형	단/팀	전국	지역	합계
글로벌인재양성형	사업단	16	5	21
특화전문인재양성형	사업단	24	29	53
미래기반창의인재양성형	사업단	121	73	194
	사업팀	142	134	276
총합계		303	241	544

〈표 I-22〉 재선정평가 접수결과

유형	단/팀	2013년 기선정			신규 재선정			합계
		전국	지역	소계	전국	지역	소계	
글로벌인재양성형	사업단	16	5	21	5		5	26
특화전문인재양성형	사업단	24	29	53	16	5	21	74
미래기반창의인재양성형	사업단	121	73	194	43	18	61	255
	사업팀	142	134	276	227	167	394	670
총합계		303	241	544	291	190	481	1,025

마. 성과평가

(1) 성과평가 일정

성과평가는 2015.10.5.~16까지 2주간 실시하였으며, 평가장소는 켄싱턴플로라호텔(강원도 평창군 진부면 진고개로 231)이었다. 다음 〈표 I-23〉은 평가일정이다.

〈표 I-23〉 성과평가 일정

1회차 (10월5일~6일)	2회차 (10월7일~9일)
사업팀 26개 패널	사업단 27개 패널
3회차 (10월12일~13일)	4회차 (10월14일~16일)
제도개선 2개 및 사업팀 12개 패널	제도개선 2개 및 사업단 20개 패널

(2) 평가대상 및 평가패널 구성

평가대상은 503개 사업단(팀)인데, 2013년 선정 사업단(팀) 중 사업수행 도중 협약해지된 사업단(팀)(6개) 및 패널 내 1개 사업단(팀)만 있는 경우(41개)에는 성과평가를 실시하지 않았다.

평가패널 구성은 제도개선 4개 패널을 포함하여 89개 패널로 구성하였다. '13년 선정평가 패널을 유지하되, 패널 내 사업단(팀) 수를 고려하여 전국/지역으로 통합하여 구성하는 것을 평가패널 구성의 기본원칙으로 삼았다.

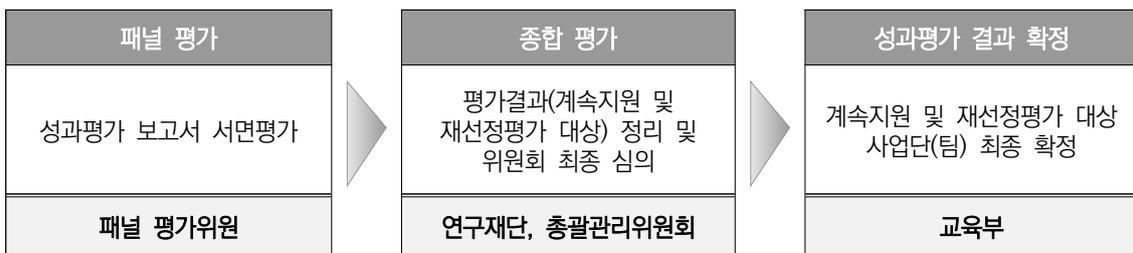
〈표 I-24〉 성과평가 패널 구성

미래기반창의인재양성형	글로벌인재양성형	특화전문인재양성형	제도개선 및 지원영역
69개 패널	4개 패널	12개 패널	4개 패널*

* 사업단/사업팀, 전국/지역 4개 패널로 구성

(3) 평가절차

평가절차는 사업단(팀)이 제출한 성과평가보고서에 대한 서면평가가 이루어지는 패널평가 → 패널평가 결과를 바탕으로 패널별(전국/지역 구분) 계속지원 및 재선정평가 대상 사업단(팀) 구분 → 패널평가 결과에 대한 사업총괄관리위원회 종합평가(최종 심의)를 바탕으로 교육부 장관에게 제청(사업총괄관리위원회)하는 순으로 진행되었다.



성과평가 관련 위원회의 구성은 다음과 같았다.

○ 성과평가 패널위원

구성	패널별 평가위원 수는 5~11인 내외를 기준으로 하되, 패널내 학문분야의 다양성 및 형평성 등을 고려하여 탄력적으로 구성 ※ 패널내 사업단(팀) 수가 3개 이하이면 5인, 4~7개 7인, 8~15개 9인, 16개 이상 11인을 기본원칙(637명 예정)으로 하되, 패널 내 학문분야의 다양성 및 형평성을 고려하여 조정(제도개선은 11~13명으로 구성)
주요 기능	성과평가 보고서 심사 등 패널내 사업단(팀) 평가 실시

○ 성과평가소위원회(좌장위원회)

구성	성과평가 패널 좌장들을 중심으로 구성, 위원장은 호선
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 평가진행 중 패널내 특이사항 공유 및 심사요령 논의·전파 - 패널별 평가완료 여부 최종 확인 및 절대정량 항목 지표의 경우 실적 인정/불인정의 패널내 공정한 기준 마련 등 - 평가진행 중 긴급사항 발생 시 패널내 평가위원 통제 등

○ 사업총괄관리위원회

구성	既定 구성, 위원장 : 오세정
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 중간평가 기본계획(안) 심의(2014.11월 既定완료) - 패널별 사업단(팀) 평가결과 순위 검토 및 심의 - 성과평가 결과 5~10% 강제탈락 기준 검토 및 심의 - 평가추진 과정의 원활한 추진을 위해 필요한 중요사항 자문·심의

(4) 평가방법

평가방법과 평가항목별 평가방법은 각각 다음의 표와 같았다.

〈 평가방법 기본원칙 〉
<ul style="list-style-type: none"> ■ 평가위원별 개별 평가원칙: 평가항목별 평가위원이 개별 점수 부여 ■ 전국/지역이 통합된 패널의 경우, 전국/지역 구분없이 정량평가를 실시하되, 정성 평가의 경우 지역 산업 및 지자체 여건을 고려하여 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 계속지원 사업단(팀) 및 재선정평가 대상 사업단(팀) 선정은 전국/지역 구분하여 경쟁 ■ 절대정성 항목 지표의 경우 사업단(팀)별 평가위원 점수 중 최고/최저를 제외하고 산술 평균

평가항목별 평가방법

○ 절대정량 항목

- 선정기준 : 계량화가 가능하고 사업단(팀)별 실적의 실질적 차이를 반영할 필요가 있는 지표
- 주요항목 : 논문 수 및 IF, 특허 및 기술이전, 외국인 교수 및 학생 비율 등
- 평가방법 : 패널별 실적 중 최고값을 최고점으로 하고, "0"의 실적값을 "0점"으로 하여 linear scale

○ 상대정량/상대정성항목

- 선정기준 : 계량화 가능한 항목 중 평가패널 내 과다치가 존재하는 지표 또는 계량화는 어려우나 평가패널 내 상대평가가 필요한 지표
- 주요항목 : 연구비, 대학원생 확보 및 배출실적 등
- 평가방법
 - 평가자 개인별로 1~10점까지의 점수를 부여하고(소수점 1자리까지), 총점 기준으로 비율별로 점수 산출(상위10%~하위10%)
 - 평가지표별 최하점(E등급)을 만점(A등급)의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분

○ 절대정성항목

- 선정기준 : 수치로 계량화하기 어려우며, 평가위원의 전문적 판단이 필요하고 상대평가를 하는 것이 타당하지 않는 지표
- 주요항목 : 목표 및 비전, 교육과정 구성 및 운영의 우수성 등
- 평가방법
 - 5단계 Likert 척도에 의한 평가(매우우수~매우미흡)
 - 사업단(팀)별 평가위원 점수 중 최고/최저점을 제외한 나머지를 산술평균하여 해당지표의 점수 산출
 - 평가지표별 최하점(E등급)을 만점(A등급)의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분

평가결과 적용의 원칙으로는 전국/지역을 구분한 패널내 평가 점수가 높은 순으로 상위 50%는 계속지원 사업단(팀)으로 선정하며, 하위 50% 사업단(팀)의 경우 재선정평가 대상 사업단(팀)으로 지정하는 것이었다. 평가 결과 상위 50% 사업단(팀) 선정 시, 지난 2년간 실적 및 성과의 우수성에 초점을 두어 결정하였다. 평가 결과 사업단(팀)이 획득한 최종 점수가 60%미만(180점/300점)일 경우 과락으로 자동 탈락 처리하였으며, 이 경우에는 재선정평가 기회도 부여하지 않았다. 또한 하위 50% 사업단(팀) 중 성과평가 결과가 현저히 미흡한 경우에는 사업총괄관리위원회의 심의를 거쳐 총 사업단(팀) 수의 5~10% 이내에서 재선정평가 없이 강제 탈락시켰다.

(5) BK21 플러스 사업 중간평가(성과평가) 결과

가) 계속 지원 사업단(팀)

총 277개 사업단(팀)을 “계속 지원” 대상으로 결정하였다. 보다 구체적으로, 미래기반창의인재양성형에서는 240개 사업단(팀), 글로벌인재양성형에서는 11개, 특화전문인재양성형에서는 26개를 계속 지원 대상으로 선정하였다.

나) 강제탈락 및 재선정평가 사업단(팀)

성과평가 결과, 평가패널내 하위 50% 사업단(팀) 중 강제탈락 사업단(팀)을 제외한 사업단(팀) 전부(202개)와 평가패널 내 1개 사업단(팀)만 있는 경우(41개)에는 재선정평가 대상으로 분류하였다. 다만, 재선정평가 대상으로 분류(총 243개)되더라도, 해당 패널에 예비 사업단(팀)의 신규신청이 없는 경우(51개)에는 실제 재선정평가는 생략하였고, 기존 사업단(팀)의 성과평가 결과 등을 통해 '16년 이후 지원 여부를 결정하기로 하였다.

성과평가결과는 다음의 <표 I-25>와 같다.

<표 I-25> 성과평가 결과

		미래기반				글로벌			특화			합계					
		계	전국		지역		계	전국	지역	계	전국	지역	계	전국		지역	
			단	팀	단	팀								단	팀	단	팀
강제탈락		21개	-	8	1	12	-	-	-	3개	-	3	24개	-	8	4	12
재선정평가 대상	하위 50%	175	54	50	27	44	7	6	1	20	12	8	202	72	50	36	44
	패널내 1개	34	1	13	8	12	3	-	3	4	-	4	41	1	13	15	12
	소계	209개	55	63	35	56	10개	6	4	24개	12	12	243개	73	63	51	56
	신규신청 없는 패널	34	11	3	14	6	5	1	4	12	4	8	51	16	3	26	6
	실제 평가대상	175개	44	60	21	50	5개	5	-	12개	8	4	192개	57	60	25	50

바. 재선정 평가

(1) 평가일정

재선정평가는 2015.11.16.~27까지 2주간 진행하였으며, 평가장소는 켄싱턴플로라호텔(강원도 평창군 진부면 진고개로 231)이었다. 다음 <표 I-26>은 평가일정이다.

<표 I-26> 재선정평가 평가일정

1회차 (11월16일~17일)	2회차 (11월18일~20일)
사업팀 23개 패널	사업팀 24개 패널/사업단 1개 패널, 제도개선 2개 패널(지역)
3회차 (11월23일~25일)	4회차 (11월26일~27일)
사업단 24개 패널/사업팀 2개 패널, 제도개선 2개 패널(전국)	사업단 17개 패널/사업팀 11개 패널

(2) 평가대상 및 평가패널 구성

총 평가대상은 671개 사업단(팀)이었는데, 이 중 기 선정 사업단(팀)은 193개 사업단(팀)이었고, 신규 신청 사업단(팀)은 478개 사업단(팀)이었다. 기 선정 사업단(팀) 193개 사업단(팀) 중, 성과평가 결과 하위 50% 사업단(팀) 중 재선정평가 대상이 174개(하위 50% 사업단(팀) 202개 중 신규 신청이 없는 분야 28개 사업단은 재선정평가 대상에서 제외), 성과평가 미실시 사업단(팀) 중 재선정평가 대상이 19개 사업단(팀)이었다. 패널 내 1개의 사업단(팀)만 있어 성과평가 없이 재선정평가 대상으로 분류된 사업단(팀) 41개 중, 22개 사업단(팀)은 해당 분야 신규 신청이 없어 재선정평가를 생략하였다.

평가패널 구성은 제도개선 4개 패널을 포함하여 106개 패널로 구성하였다.

<표 I-27> 재선정평가 패널 구성

미래기반창의인재양성형	글로벌인재양성형	특화전문 인재양성형	제도개선 및 지원영역
90개 패널	3개 패널	9개 패널	4개 패널*

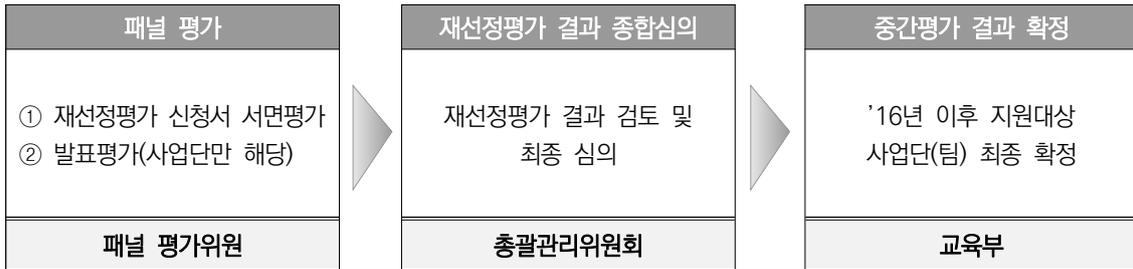
* 사업단_전국/지역, 사업팀_전국/지역 등 4개 패널로 구성(패널 내 과학기술/인문사회 분야로 구분하여 평가 진행)

(3) 평가절차

평가절차는 사업단(팀)이 제출한 사업신청서에 대한 서면평가와 전공패널별 발표평가 및 사업 단장에 대한 25분 이내 질의응답 실시하는 발표평가(사업단만 해당)로 이루어졌다. 단, 발표

평가에 대한 별도의 배점은 없으며, 서면평가 관련 사항에 대한 확인 및 질의응답을 통해 서면 평가에 참고자료로 활용하였다. 패널 평가 이후 패널평가 결과를 최종 검토하고 선정 관련 중요 사항 등 심의하고, 패널평가 결과에 대한 최종 심의를 거쳐 교육부 장관에게 제청하는 종합심사 순서로 진행되었다.

[그림 I -6] 재선정평가 절차



평가위원 구성 및 각 위원회별 기능과 구성, 평가방법 기본원칙과 평가항목별 평가방법은 기본적으로 성과평가 때와 동일하였다.

평가결과 적용의 원칙으로는 패널 내(전국/지역 구분) 평가점수가 높은 순으로 결과를 산출하고 사업 총괄위원회 심의 등을 거쳐 최종 선정대상을 확정하는 것이었다. 또한 평가 결과 사업단(팀)이 획득한 최종 점수가 60%미만(180점/300점)일 경우 과락으로 자동 탈락 처리하였다.

(4) 패널 내 단일 사업단(팀) 절대평가 추진

재선정평가 대상 과제이나, 패널 내 경쟁대상이 없는 경우 별도 패널을 구성하여 평가를 실시하게 되었는데, 평가 대상은 23개 사업단(팀)(기존 사업단(팀) 22개 및 신규 신청 사업단 1개)이었다. 평가는 '15.12월 초 한국연구재단 서울청사에서 이루어졌다.

이 평가에서는 유형, 지원단위 등과 관계없이 신청 학문분야를 고려하여 5개 패널로 구분하여 평가를 실시하였다.

구분	과학기술	인문사회	디자인영상	과기융복합	인사융복합
대상 과제 수	5개 사업단(팀)	6개 사업단(팀)	3개 사업단(팀)	5개 사업단(팀)	4개 사업단(팀)
관련 분야	산업공학/수리학 /컴퓨터학/생활 과학 등	영어와문학/경영학/ 관광학/법학/ 무역학/ 정치외교학	디자인/산업공학 (인간공학)/ 컴퓨터학(멀티 미디어)	화학/의공학/ 기계공학/화학/ 고분자공학 등	예술일반/문헌정 보학/약사학/ 경영학 등
평가위원 구성	10명 내외	12명 내외	6명 내외	10명 내외	8명 내외

평가방법은 신청 분야 내 비교대상이 없으므로 모든 항목을 절대정성 방식으로 진행하였다. 즉, 5단계(매우우수(A)~매우미흡(E)) Likert 척도에 의한 평가를 실시(최하점을 만점의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분)하였으나, 글로벌인재양성형 및 미래기반창의인재양성형의 제도개선 및 지원 영역은 제도개선 및 지원영역의 대학별 평가 결과를 반영하였다. 그리고 평가 점수가 60% 미만이거나, 총괄관리위원회 심의 결과 성과가 현저히 미흡한 것으로 판단되는 경우 탈락처리가 가능하도록 하였다.

(5) 재선정평가 결과

재선정평가 결과, 총 269개 사업단(팀)을 예비선정하였다. 특히, 중간평가를 통해 선정되는 전체 사업단(팀) 546개 중 127개가 신규 사업단(팀)으로 교체(전체 사업단의 약 23.3%)되었다. 다음 <표 I-28>는 예비선정 사업단(팀) 현황이다.

<표 I-28> 예비선정 사업단(팀) 현황

유형	사업단(대형) 수		사업팀(소형) 수		합계	
	전국	지역	전국	지역		
미래 기반 창의 인재 양성형	자연과학	26	13	22	18	79
	공학	36	22	56	45	159
	의약학	12	10	6	13	41
	농생명수산해양	4	3	14	19	40
	인문학	9	6	9	6	30
	사회과학	19	8	24	23	74
	과기융복합	12	7	7	6	32
	인사융복합	2	1	4	2	9
	디자인·영상	2	1	3	2	8
	소 계	122	71	145	134	472
글로벌인재양성형	16	5	-	-	21	
특화전문인재양성형	24	29	-	-	53	
합 계	162	105	145	134	546	

사. 중간평가 결과 최종 선정

중간평가 결과 최종 선정된 사업단(팀) 수는 545개 사업단(팀)이다. 당초 예비선정 으로 총 546개 사업단(팀)이 선정되었으나 이 중 현장점검 결과 선정이 취소된 사업단이 1개 있었다.

다음 <표 I-29>, <표 I-30>, <표 I-31> 는 유형별 선정 현황, 지원분야별 선정 현황, 주요 대학별 선정 현황(선정 사업단(팀) 수 상위 30개 대학)을 보여주고 있다.

<표 I-29> 유형별 선정 현황

유형	기존/신규	선정 사업단(팀) 수		
		전국	지역	합계
미래기반창의 인재양성형	기존	207	151	358
	신규	59	54	113
	소계	266	205	471
글로벌 인재양성형	기존	15	5	20
	신규	1	-	1
	소계	16	5	21
특화전문 인재양성형	기존	17	24	41
	신규	7	5	12
	소계	24	29	53
합계		306	239	545

<표 I-30> 지원분야별 선정 현황

유형		사업단(대형) 수		사업팀(소형) 수		합계
		전국	지역	전국	지역	
미래 기반 창의 인재 양성형	자연과학	26	13	22	18	79
	공학	36	22	56	45	159
	의약학	12	10	6	13	41
	농생명수산해양	4	3	14	19	40
	인문학	9	6	9	6	30
	사회과학	19	8	24	23	74
	과기융복합	11	7	7	6	31
	인사융복합	2	1	4	2	9
	디자인·영상	2	1	3	2	8
	소 계	121	71	145	134	471
글로벌인재양성형		16	5	-	-	21
특화전문인재양성형		24	29	-	-	53
합 계		161	105	145	134	545

〈표 I -31〉 주요 대학별 선정 현황 (선정 사업단(팀) 수 상위 30개 대학)

대학명	선정 수	대학명	선정 수
서울대학교	40	영남대학교	12
부산대학교	31	포항공과대학교	12
성균관대학교	31	건국대학교	10
연세대학교	28	서강대학교	10
고려대학교	27	한양대학교(ERICA)	10
경북대학교	24	경상대학교	9
충남대학교	23	부경대학교	8
전남대학교	21	충북대학교	8
한국과학기술원	19	국민대학교	7
전북대학교	17	아주대학교	7
경희대학교	15	울산과학기술원	7
이화여자대학교	15	세종대학교	6
한양대학교	15	연세대학교(원주)	6
중앙대학교	14	울산대학교	6
강원대학교	12	조선대학교	6

아. BK21플러스 중간평가 사업단(팀) 선정 결과

(1) 글로벌인재양성형 (총 21개 사업단)

분야	전 국		지 역	
	선정	대학명	선정	대학명
융복합1 (자연과학)	7	건국대, 경희대, 광주과기원, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과기원	1	고려대(세종)
융복합2 (생명과학)	3	서울대(뇌인지과학), 서울대(분자의학 및 바이오제약), 포항공대	1	단국대(천안)
융복합3 (화공/재료)	3	울산과기대, 한국과기원, 한양대	2	순천대, 전북대
융복합4 (기타공학)	3	고려대, 성균관대, 포항공대	1	부산대
소 계	16		5	

(2) 특화전문인재양성형 (총 53개 사업단)

분야	전 국		지 역	
	선정	대학명	선정	대학명
디자인	4	성균관대, 한국과기원, 한국산업기술대, 홍익대	3	금오공대, 부경대, 전남대
문화 콘텐츠	4	건국대, 단국대, 아주대, 한국외대	6	경상대, 동서대, 안동대, 전남대, 조선대, 한림대
관광	2	한양대, 인하대	-	-
건강	2	가톨릭대, 송실대	4	단국대(천안), 부산대, 연세대(원주), 충남대
정보보호	2	국민대, 송실대	1	한남대
인사 융복합	4	단국대, 성균관대, 연세대, 이화여대	4	계명대, 영남대, 부산대, 한국해양대
과기 융복합	6	국민대(보안-스마트전자자동차), 국민대(바이오발효융합), 성균관대, 송실대, 울산과기원, 이화여대	11	강원대(생명과학), 강원대(원예), 강원대(나노응용공학), 경상대, 을지대, 전북대, 창원대, 충남대, 한국교통대, 한국기술교육대, 한국해양대
소 계	24		29	

(3) 미래기반창의인재양성형 (총 471개 사업단(팀))

○ 자연과학분야 : 총 79개 사업단(팀)

분 야	전 국		지 역		
	선정	대학명	선정	대학명	
사 업 단	물리	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과기원	3	경북대, 부산대, 울산대
	생물	7	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 중앙대, 포항공대, 한국과기원	3	경북대, 부산대, 충남대
	화학	6	고려대, 서울대, 성균관대, 이화여대, 포항공대, 한국과기원	3	경북대, 경상대, 부산대
	수학	4	고려대, 서울대, 성균관대, 한국과기원	2	경북대, 부산대
	지구과학	3	고려대, 서울대, 연세대	2	부경대, 충남대
	소 계	26		13	
사 업 팀	물리	5	경희대, 동국대, 서강대, 이화여대, 중앙대	2	부경대, 충북대
	생물	7	세종대, 숙명여대, 울산과기원, 차의과학대, 한국과기원, 한양대(2)	6	강원대, 공주대, 전남대(2), 조선대, 충북대
	화학	4	국민대, 서강대, 숙명여대, 중앙대	6	강원대, 영남대, 울산대, 창원대, 충북대, 한남대
	수학	5	서강대, 서울대, 울산과기원, 이화여대(2)	2	부경대, 충남대
	지구과학	1	한양대(ERICA)	2	경북대, 전남대
	소 계	22		18	
계	48		31		

○ 공학분야 : 총 159개 사업단(팀)

분 야	전 국		지 역		
	선정	대학명	선정	대학명	
사 업 단	정보기술	9	경희대(컴퓨터), 고려대(전기전자), 서울대(전), 서울대(컴), 성균관대(전), 연세대(전), 포항공대(컴), 한국과학기술원(전), 한양대(전)	7	경북대(전), 경북대(컴), 부산대(컴), 울산대(전), 전북대(전), 충남대(전), 충북대(전)
	기계	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	4	경북대, 경상대, 부산대, 전남대
	항공	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	4	부산대, 영남대, 전북대, 충남대
	재료	6	고려대, 서울대, 성균관대, 연세대, 포항공대, 한국과학기술원	3	경상대, 전남대, 충남대
	건설	4	고려대, 서울대, 연세대, 한국과학기술원	2	경북대, 부산대
	기타중점	5	고려대(환경공학), 광주과학기술원(환경공학), 서울대(산업공학), 서울대(조선공학), 포항공대(산업공학)	2	부산대(조선공학), 연세대원주(환경공학)
	소 계	36		22	
사 업 팀	전자/ 정보통신	10	경희대(2), 광주과학기술원, 동국대, 서강대(2), 서울시립대, 아주대, 중앙대(2)	6	고려대(세종), 동아대, 부경대, 연세대(원주), 영남대, 호서대
	컴퓨터학	12	건국대, 고려대, 동국대, 서강대, 세종대(2), 아주대(2), 한양대(2), 한양대(ERICA)(2)	5	경상대, 영남대, 조선대(2), 충남대
	전기/ 제어계측	4	한양대(2), 한양대(ERICA)(2)	5	경북대, 영남대(2), 전남대, 전북대
	기계	5	경희대, 서강대, 울산과학기술원, 중앙대, 한양대	8	강원대, 고려대(세종), 울산대, 제주대, 창원대, 충남대(2), 한국해양대
	항공	6	건국대, 단국대, 서강대, 중앙대, 한양대, 한양대(ERICA)	5	울산대, 전북대, 충남대, 한남대, 한밭대
	재료	3	경희대, 울산과학기술원, 한양대(ERICA)	3	공주대, 영남대, 전북대
	건설	8	서울대, 서울시립대, 성균관대(2), 세종대(2), 연세대, 한양대	7	공주대, 군산대(2), 부경대, 영남대, 조선대, 충남대
	환경/자원/ 원자력	5	경희대, 명지대, 울산과학기술원, 포항공대, 한양대	4	연세대(원주), 울산대, 전남대, 전북대
	간호/생활	1	연세대	1	전남대
	산업공학	2	고려대, 성균관대	1	부산대
	소 계	56		45	
계	92		67		

○ 의약학분야 : 총 41개 사업단(팀)

분 야	전 국		지 역	
	선정	대학명	선정	대학명
사 업 단	의·치·한의학	8 경희대(한의학), 고려대, 서울대, 서울대(치의학), 성균관대, 아주대, 연세대, 연세대(치의학)	7	건국대 GLOCAL, 경북대, 경북대(치의학), 부산대, 전남대, 전북대, 충남대
	약학/수의학	4 서울대(수의학), 서울대(약학), 성균관대(약학), 이화여대(약학)	3	충남대(약학), 충북대(수의학), 충북대(약학)
	소 계	12	10	
사 업 팀	수의학	1 건국대	2	전남대, 전북대
	약학	4 가천대, 가톨릭대, 연세대, 한양대(ERICA)	4	경북대, 부산대(2), 영남대
	의치한	1 중앙대	7	강원대(2), 경상대, 부산대, 인제대, 전북대, 제주대
	소 계	6	13	
계	18		23	

○ 농·생명·수산·해양분야 : 총 40개 사업단(팀)

분 야	전 국		지 역	
	선정	대학명	선정	대학명
사 업 단	농생명 등	4 건국대(생물공학), 경희대(농학), 고려대(생물학), 서울대(농학)	3	경북대(농학), 경상대(농학), 충북대(식품과학)
	소 계	4	3	
사 업 팀	식품과학	5 성균관대, 연세대, 이화여대(2), 중앙대	6	강원대, 건국대(GLOCAL), 경북대(2), 전남대, 충남대
	응용생명	7 가톨릭대, 건국대, 동국대, 서울대(2), 성균관대, 한양대	10	경북대, 고려대(세종), 선문대, 영남대, 전남대, 전북대, 제주대(2), 충남대(2)
	축산	2 건국대(2)	3	강원대, 단국대(천안), 충남대
	소 계	14	19	
계	18		22	

○ 과학융복합분야 : 총 31개 사업단(팀)

분 야		전 국		지 역	
		선정	대학명	선정	대학명
사 업 단	과기융복합1	4	경희대, 서울대, 아주대, 한국과학기술원	2	부경대, 전남대
	과기융복합2	4	서울대, 아주대, 인하대, 한양대(ERICA)	2	전북대, 충북대
	과기융복합3	3	경희대, 성균관대, 한국과기원	3	부산대, 인제대, 제주대
	소 계	11		7	
사 업 팀	과기융복합1	2	가천대, 서울대	3	강원대, 건국대(GLOCAL), 전북대
	과기융복합2	1	인하대	1	전남대
	과기융복합3	1	세종대	1	부경대
	과기융복합4	1	한국과학기술원	1	금오공대
	과기융복합5	2	서울대, 한국과기원	-	-
	소 계	7		6	
계		18		13	

○ 인문학분야 : 총 30개 사업단(팀)

패널		전국		지역	
		선정	대학명	선정	대학명
사 업 단	한국어와 문학	2	고려대, 연세대	2	경북대, 전남대
	외국어와 문학	4	고려대(중일), 연세대(영문), 이화여대(영문), 한국외대(중문)	2	부산대(통번역), 전북대(중문)
	역사/철학/종교	3	고려대(역사), 성균관대(역사), 성균관대(철학)	2	경북대(역사), 전남대(철학)
	소 계	9		6	
사 업 팀	한국어와 언어학	2	동국대, 서울대	2	부산대, 선문대
	서양언어와 문학	3	건국대(영어), 고려대(불어), 서울대(스페인어)	-	-
	동양언어와 문학	1	한양대(ERICA)(일어)	1	경북대(중어)
	역사/철학/ 종교	3	경희대(철학), 서강대(철학), 이화여대(역사)	3	강원대(철학), 경북대(철학), 안동대(역사)
	소 계	9		6	
계		18		12	

○ 사회과학분야 : 총 74개 사업단(팀)

패널	전국		지역		
	선정	대학명	선정	대학명	
사업단	법/정치/행정	4	서울대(행정), 성균관대(행정), 연세대(정치), 연세대(행정)	1	동아대(법학)
	경제/무역	2	고려대, 서울대	1	부산대
	경영	3	고려대, 성균관대, 연세대	1	경북대
	교육	2	고려대, 서울대	2	부산대, 충남대
	사회/인류/심리	3	서울대(인류), 연세대(사회), 연세대(심리)	2	부산대(심리), 전북대(인류)
	복지/신방	3	성균관대(신방), 연세대(복지), 이화여대(복지)	1	부산대(복지)
	관광/지리/지역개발/체육	2	경희대(관광), 서울대(지리)	-	-
	소 계	19		8	
사업팀	법/정책/행정	3	고려대(행정), 서울대(환경계획), 성균관대(법학)	1	연세대(원주)(행정학)
	정치외교	2	서강대, 이화여대	1	경북대
	경제	1	고려대	2	고려대(세종), 전남대
	무역	1	중앙대	2	부산대, 충남대
	경영	3	경희대, 국민대, 연세대	4	동아대, 부산대, 영남대, 조선대
	교육	3	성균관대, 이화여대, 중앙대	4	공주대, 대구대, 부산대(유아), 부산대(특수)
	사회/간호/심리	4	고려대(간호), 성균관대(사회), 성균관대(심리), 중앙대(사회)	2	연세대(원주)(물리치료), 충남대(심리)
	복지/신방	2	성균관대(복지), 연세대(신방)	2	대구대(복지), 전북대(복지)
	관광/지리/지역개발	1	서울대(지역개발)	3	경상대(지역개발), 부산대(관광컨벤션), 부산대(도시공학)
	예술/체육	2	서울대(의류), 연세대(체육)	1	부산대(체육)
	아동/소비자/문헌정보	2	서울대(아동가족), 연세대(문헌정보)	1	경북대(문헌정보)
	소 계	24		23	
계	43		31		

○ 디자인·영상분야 : 총 8개 사업단(팀)

패널		전국		지역	
		선정	대학명	선정	대학명
사업단	디자인/영상	2	중앙대, 한국과학기술원	1	인제대
	소 계	2		1	
사업팀	디자인/영상	3	국민대(2), 한양대	2	동서대, 충남대(의류)
	소 계	3		2	
계		5		3	

○ 인문융복합분야 : 총 9개 사업단(팀)

패널		전국		지역	
		선정	대학명	선정	대학명
사업단	인사융복합2	2	고려대(보건), 서울대(보건)	1	전남대(전자상거래)
	소 계	2		1	
사업팀	인사융복합1	1	이화여대	1	전남대
	인사융복합2	1	인하대	1	한림대
	인사융복합3	2	중앙대, 한국과학기술원	-	-
	소 계	4		2	
계		6		3	

5 성과컨설팅, 성과점검, 종합평가

중간평가(성과평가, 재선정평가) 이후 성과관리를 위해 4차년도 성과 컨설팅, 5차년도 성과 컨설팅, '18년 성과점검, '19년 종합평가가 순차적으로 이루어졌다.

성과컨설팅은 『BK21 플러스 사업 기본계획』(교육부, '13.5.13), 『BK21 플러스 사업 중간평가 공고문』(교육부 공고 제2015-86호, '15.5.20.), 『'16년 BK21 플러스 사업 성과관리 및 컨설팅 계획(안)』(교육부, '16.11)에 그 근거를 두고 있다. 즉, “BK21 플러스 사업 기본계획” 사업단 질 관리 방안 중에는 단기적·양적 평가를 지양하고 중기적·질적 평가로 전환하며 연차평가는 컨설팅 중심으로 실시하여 사업단의 부담을 줄이면서 사업단의 개혁 및 발전 유도하겠다고 천명하고 있으며, “BK21 플러스 사업 공고문” 연차점검(컨설팅)에서는 '16년, '17년, '18년에

성과를 점검하는데, 점검내용은 부문별 주요사항에 대한 자체평가 보고서, 사업비 및 사업 관리 체계 운영의 적정성, 기타 사업계획서 내용 이행여부 점검(컨설팅 중심으로 실시)이 이루어질 것으로 예고하고 있다.

또한 『16년 BK21 플러스 사업 성과관리 및 컨설팅 계획(안)』(교육부, '16.11)에 따르면 종전 평가·점검 위주의 방식에서 “사업단(팀)의 강점을 발굴하고 도와주는” 방식으로 성과관리 패러다임이 변화할 것이며, “학문분야별 특성을 고려한 전문화된” 컨설팅단을 구성하여 상시적 컨설팅·환류 체제를 통한 국내 대학원의 질적 도약을 견인하겠다고 밝히고 있다.

성과 컨설팅의 기본방향은 사업단(팀)의 자율적인 개혁 및 발전을 유도하는 것을 기본으로 하고 있다. 중기적·질적 중심의 성과관리 패러다임으로 전환함에 따라 개선된 성과관리 지표에 대한 사업단(팀) 운영실적을 점검하고 사업단(팀)에서 실시한 자체평가 결과에 대한 전문가 검토와 컨설팅 제공으로 우수성과 및 사업목적 달성을 견인하겠다는 것이다. 또한 사업단(팀) 운영 관련 우수 사업단 및 사례를 bottom-up 방식으로 발굴하여 타 사업단(팀)과 공유·확산시키는 것을 기본 방향으로 설정하였다.

가. 4차년도 성과 컨설팅

4차년도 컨설팅 대상은 총 405개 사업단(팀)이었는데, 대면 컨설팅 대상이 212개 사업단(팀), 서면검토 대상이 193개 사업단(팀)이었다. 대면 컨설팅 대상은 67개 대학 545개 사업단(팀) 중 대면 컨설팅 희망 사업단(팀)을 우선으로 포함하되, 중간평가 결과를 고려하여 대상을 추가(학문 분야별 30% 이상)하였다.

〈표 I-32〉 4차년도 컨설팅 대상 사업단(팀)

구분	전체	대면 컨설팅 대상 사업단(팀) 수(A)		컨설팅 신청 유형			서면 컨설팅 대상 사업단(팀)(B)		대면컨설팅 신청 +서면검토 대상 (A+B)	
				자율지표 설정	정성지표 계획수정	기타 운영사항				
글로벌	21	8	38%	8	2	-	6	29%	14	67%
미래기반	471	186	39%	177	45	-	171	36%	357	76%
특화	53	18	34%	16	2	1	16	30%	34	64%
합계	545	212	39%	201	49	1	193	35%	405	74%

성과컨설팅 신청서 접수 결과를 보면 설정한 자율지표의 적절성에 대한 컨설팅, 정성지표 중 중간평가 시 제출한 운영계획의 수정·보완, 그 외 사업단(팀) 운영과 관련한 객관적 진단 또는 문제점 해결 등에 대한 아이디어가 필요한 사업단(팀)으로 구성되었다. 신청서 접수기간은

2016. 11. 21.(월) ~ 12. 12.(월)이었으며, 접수결과 자율지표 설정 사업단(팀) 399개, 대면 컨설팅 신청 사업단(팀) 201개가 신청하였다.

〈표 I -33〉 4차년도 컨설팅 접수 결과

구분	전체	자율지표 설정 사업단(팀) 수(B)		대면 컨설팅 신청 사업단(팀) 수(A)		컨설팅 신청 유형		
						자율지표 설정	정성지표 계획수정	기타 운영 사항
글로벌	21	14	67%	8	38%	8	2	-
미래기반	471	352	75%	179	38%	170	45	-
특화	53	33	62%	14	26%	12	2	1
합계	545	399	73%	201	37%	190	49	1

이중 대면 컨설팅 대상으로 총 212개 사업단(팀)을 선정하였다.

〈표 I -34〉 4차년도 컨설팅 대상 선정

구분	글로벌	미래기반									특화	합계
		자연 과학	공학	의약학	농생명	과기 융복합	인문학	사회과학	디자인 영상	인사 융복합		
전체	21	79	159	41	40	31	30	74	8	9	53	545
대상	8	25	55	15	17	12	14	39	4	5	18	212
비율	38%	32%	35%	37%	43%	39%	47%	53%	50%	56%	34%	39%

패널별 컨설팅 위원 수	3명	4명	5명	6명	비고
해당 패널 수	1	55	9	1	66개 패널

컨설팅은 '17. 1.16(월) ~ 2.7(화) 사이에 이루어졌는데, 컨설팅 사항은 크게 운영계획서 보완의견 작성, 자율지표 검토, 우수사례 발굴·확산으로 이루어졌다. 운영계획서 보완의견 작성은 사업단(팀)의 교육 및 연구, 산학협력 활동 등이 학생들의 성과를 높이는 방향으로 연계성 있게 추진되도록 사업단(팀)과 협의하여 운영계획서 보완을 추진하는 내용이었고, 자율지표 검토는 사업단(팀) 자율지표가 사업단(팀)의 학문적 특성 및 강점 등을 잘 반영하고 있는지, 향후 중점 성과관리를 통해 얼마나 발전가능성이 있는지 등 자율지표의 적절성을 확인·환류하는 작업이었다. 우수사례 발굴·확산은 사업단(팀)의 연구자 대표 실적 및 자율지표 등을 종합적으로 고려하여 우수 사업단 및 우수사례를 발굴하는 것이었다. 컨설팅 방법으로는 패널 내 대면 컨설팅과 서면 컨설팅을 병행하여 진행하였다.

컨설팅 결과의 환류는 종합 컨설팅 의견을 사업단(팀)에게 안내하여, 4차년도 자체평가에 반영하고 차년도 성과관리에 대응할 수 있도록 하는 방식으로 진행하였다. 컨설팅을 받은 사업단(팀)은 컨설팅 의견을 반영하여 자율지표 및 운영계획 보완 후 자체평가를 실시하여 결과를 제출하도록 했다. 또한 패널 내 추천된 연구역량 우수 사업단(팀)은 타 사업단(팀)과 성과 공유·확산에 적극 활용하였다.

나. 5차년도 컨설팅

5차년도 성과 컨설팅 대상은 총 201개 사업단(팀)으로, 대면 컨설팅 대상이 53개 사업단(팀), 서면검토 대상이 148개 사업단(팀)이었다.

〈표 I -35〉 5차년도 성과 컨설팅 대상

구분	전체	대면 컨설팅 대상 사업단(팀) 수(A)		서면 컨설팅 대상 사업단(팀)(B)		전체 컨설팅 대상 사업단(팀)(A+B)	
글로벌	21	1	5%	6	29%	7	33%
미래기반	470	49	10%	131	28%	180	38%
특화	53	3	6%	11	21%	14	26%
합계	544	53	10%	148	27%	201	37%

컨설팅은 2017년 8월 21일(월) ~ 8월 31일(목) 사이에 진행되었고, 학문분야별로 전문가 패널을 구성 후 대면(서면) 컨설팅을 실시하였다. 성과컨설팅 신청 접수는 2017. 7. 5.(수) ~ 13.(목) 사이에 이루어졌는데, 접수결과 컨설팅 신청 사업단(팀)은 201개(전체의 37%)였다.

〈표 I -36〉 5차년도 성과 컨설팅 신청 사업단(팀) 현황

구분	자연과학	공학	의약학	농·생명·수산·해양	과기 융복합	인문학	사회과학	디자인 영상	인사 융복합	글로벌	특화	합계
전체	78	159	41	40	31	30	74	8	9	21	53	544
신청	26	56	14	17	9	13	40	2	3	7	14	201
비율	33%	35%	34%	43%	29%	43%	54%	25%	33%	33%	26%	37%
대면	5	14	5	5	2	2	16	-	-	1	3	53
서면	21	42	9	12	7	11	24	2	3	6	11	148

컨설팅 대상으로 총 201개 사업단(팀)(대면 53개, 서면 148개)을 선정하였는데, 총 사업단(팀)의 30% 이상이 신청함에 따라 별도 대상 추가 없이 희망 사업단(팀)만 대상으로 선정한 것이었다.

패널별 컨설팅 위원 수	3명	4명	비고
해당 패널 수	43개	7개	50개 패널

컨설팅은 '17. 8. 21(월) ~ 31(목)에 서울 코트야드 메리어트 타임스퀘어 4층 meeting room에서 이루어졌다. 컨설팅 사항은 자체평가 결과 검토와 우수사례 발굴 위주로 이루어졌다. 자체평가 결과 검토는 주요 정성지표와 자율지표를 중심으로 한 자체평가 결과 검토 후 계획 대비 달성 실적 확인, 사업단(팀)의 중장기적 발전 정도와 중점 추진사항 객관적 진단 및 개선방안 제시를 주 내용으로 하였으며, 우수사례 발굴은 사업단(팀)의 자체평가 운영 등 우수 사업단 및 우수사례를 발굴하는 것을 주된 내용으로 하였다. 컨설팅은 패널 내 대면 컨설팅과 서면 컨설팅을 병행하여 진행하였다.

컨설팅 결과 환류는 종합 컨설팅 의견을 사업단(팀)에게 안내하여 차년도 성과점검에 대응할 수 있도록 하는 방식으로 진행되었고, 자체평가 운영 등 우수사례 사업단(팀)은 타 사업단(팀)과 성과 공유·확산에 적극 활용하였다.

다. 18년 성과점검

1·2주기 BK21사업의 성과를 넘어서는 교육·연구 역량 혁신을 위해서는 평가구조 개선이 필요하다는 인식 하에 '18년 성과점검을 실시하게 되었다. BK21 사업('99~'12)은 SCI 논문 수 증가, 연구중심 대학원 체제 도입, 연구윤리 풍토 조성 등 국내 대학원 연구역량 강화에 기여 하였으나, 동시에 양적 성장의 한계 극복, 단기적 성과 위주의 평가방식 개선(1, 2주기 때는 매년 연차점검을 실시), 평가 부담 완화 등에 대한 요청이 대두된 것이 사실이다.

사업의 질적 개선 및 효과성 제고를 위해 중간평가 공고('15.4) 시 '18년 성과점검을 통한 '사업비 재조정' 등의 조치계획을 예고한 바 있고, '18년 성과점검은 중간평가 시 개편된 학문분야별 평가구조 및 지표의 큰 틀은 유지하되, 의견수렴을 통해 일부 평가지표의 개선이 필요한 상황이었다.

성과점검의 기본방향은 다음의 세 가지였다.

- ① 계획 대비 추진실적 평가 : 계획 대비 2년간의 이행 실적 및 성과를 중점 점검하여 사업단(팀) 성과관리의 철저를 기한다.

- ② 질적 평가 강화 : 사업단(팀)의 실적에 대한 질적 평가 강화로 국내 대학원 교육·연구 역량의 질적 도약을 유도한다.
- ③ 대학본부의 역할 강화 : 연구중심대학 체제 정착, 대학원생 인권 강화 및 4차 산업혁명 시대 견인을 위한 대학 본부의 비전 및 전략을 강조한다.

(1) 성과점검 주요 개선사항

가) 논문 등 연구실적 질적 평가 강화

1) 과학기술 분야(자연과학, 공학, 의약학, 농생명·수산·해양, 과기융복합, 글로벌)

첫째, 학생 연구실적에 대한 질적평가를 강화하기 위해 참여교수 이외에 대학원생 및 신진 연구인력에도 ‘연구(논문) 실적의 질적 우수성’ 지표를 신설하였다.

둘째, 사업단(팀)에게 대표 논문실적을 제출토록 함으로써 질적 평가를 실시하였다. 질적 평가에 참고하기 위해 저널의 IF와 카테고리별 랭킹을 함께 제공하였다.

셋째, 논문의 질적 수준을 보다 비증있게 반영하기 위해 국제저명학술지(SCI급) 논문의 환산 보정 IF 산정식(1인당 IF : 1편당 IF)을 종전 “8:2”에서 “7:3”로 조정하였으며, 신진연구인력도 논문의 환산 보정 IF 평가를 신설하여 질적 수준을 반영하였다.

넷째, 신진연구인력의 연구실적 인정기간을 확대하여 신진연구인력의 사업 참여 중 성과를 추가로 반영하였다. 즉, 평가대상기간 중 참여한 신진연구인력이 사업에 참여한 후 평가대상기간 종료시점까지(18.2) 낸 실적은 모두 인정하기로 하였다.

다음의 <표 I-37>과 <표 I-38>은 각각 자연과학단과 공학단을 기준으로 한 평가지표 개선(안)이다.

〈표 I -37〉 평가지표 개선(안) 예시(자연과학(단) 기준)

재선정평가 지표 ('15)		성과점검 지표('18)		비고
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 대학원생 1인당 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수 ② 대학원생 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 8 : 2) <신 규> ③ 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	8점	4.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여대학원생 1인당 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수	7점	정량
	8점	② 참여대학원생 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7 : 3)	8점	정량
		③ 참여대학원생 대표 논문의 우수성	7점	
	4점	④ 참여대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	4점	정량
4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ① 연도별 목표설정의 우수성 ② 대학원생 학술활동 지원계획의 우수성 (국내·외 학술지 논문 게재 포함)	5점	4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ① 연도별 목표달성의 우수성	5점	
	5점	② 대학원생 학술활동 지원실적의 우수성 (국내·외 학술지 논문 게재 포함)	5점	
4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획	5점	4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적 ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적	2점	
		② 신진연구인력 1인당 국제저명학술지 게재 논문 환산 편수	1점	정량
		③ 신진연구인력 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7 : 3)	1점	정량
		④ 신진연구인력 대표 논문의 우수성	2점	
9.2 논문(최근 2년) ① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수 ② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 8 : 2) ③ 사업단 참여 교수 논문의 우수성	12점	9.2 논문(최근 2년) ① 참여교수 1인당 국제저명학술지 환산 논문 편수	11점	정량
	15점	② 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7 : 3)	14점	정량
	15점	③ 참여교수 대표 논문의 우수성	14점	

〈표 I -38〉 평가지표 개선(안) 예시(공학(단) 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)		비고
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 대학원생 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 8 : 2) 〈신 규〉	15점	4.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여대학원생 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7:3)	14점	정량
		② 참여대학원생 대표 논문의 우수성	7점	
② 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	5점	③ 참여대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	5점	정량
4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ① 연도별 목표설정의 우수성	5점	4.2 대학원생 연구 수월성 증진의 우수성 ① 연도별 목표달성의 우수성	5점	
		② 대학원생 학술활동 지원계획의 우수성 (국내외 학술지 논문 게재 포함)	5점	
4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획	5점	4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적 ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적	2점	
		② 신진연구인력 SCI(E)(SSCI 포함) 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7:3)	2점	정량
		③ 신진연구인력 대표 논문의 우수성	2점	
9.2 논문(최근 2년) ① 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 8 : 2)	20점	9.2 논문(최근 2년) ① 참여교수 국제저명학술지 논문의 환산 보정 IF (1인당 IF : 1편당 IF = 7 : 3)	19점	정량
		② 사업단 참여 교수 논문의 우수성	10점	

2) 인문사회 분야(인문학, 사회과학, 디자인/영상, 인사용복합)

첫째, 연구실적의 질을 강조하여 참여교수 이외에 대학원생 및 신진연구인력에도 ‘연구(논문, 저서) 실적의 질적 우수성’ 지표를 도입하였다.

둘째, 사업단(팀)에게 대표 연구실적을 제출토록 함으로써 질적평가를 실시하였다.

셋째, 사업단(팀) 신진연구인력의 연구실적 인정기간을 확대하여 신진연구인력의 사업 참여 중 성과를 추가로 반영하였다. 즉, 평가대상기간 중 참여한 신진연구인력이 사업에 참여한 후 평가대상기간 종료시점까지(18.2) 년 실적은 모두 인정하기로 하였다.

다음의 <표 I-39>와 <표 I-40>은 각각 인문학(단) 기준과 디자인·영상(단) 기준 평가지표 개선(안)이다.

<표 I-39> 평가지표 개선(안) 예시(인문학(단) 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)		비고
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 대학원생 1인당 환산 논문 편수 <신 규>	12점	4.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여대학원생 1인당 환산 논문(저서) 편수	10점	정량
② 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	3점	② 참여대학원생 대표 연구실적의 우수성 ③ 참여대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	7점 3점	정량
4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획	4점	4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적 ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적	2점	
		② 신진연구인력 1인당 학술지 게재 논문(저서) 환산 편수	2점	정량
		③ 신진연구인력 대표 연구실적의 우수성	2점	

<표 I-40> 평가지표 개선(안) 예시(디자인·영상(단) 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)		비고
4.1 대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 대학원생 1인당 환산 논문 편수 <신 규>	4점	4.1 참여대학원생 연구 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여대학원생 1인당 환산 논문(저서) 편수	4점	정량
② 대학원생 1인당 전시회/공모전(입상)/ 영화제 환산 창작 건수	5점	② 참여대학원생 대표 연구실적의 우수성 ③ 참여대학원생 1인당 전시회/공모전(입상)/ 영화제 환산 창작 건수	7점 4점	정량
④ 대학원생 전시회/공모전/영화제 창작(수상) 실적의 우수성	4점	④ 참여대학원생 전시회/공모전/영화제 창작(수상) 실적의 우수성	4점	
③ 대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	2점	⑤ 참여대학원생 1인당 학술대회 발표 논문 환산 편수	2점	정량
4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원계획	5점	4.3 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적 ① 우수 신진연구인력 확보 및 지원실적	2점	
		② 신진연구인력 1인당 학술지 게재 논문(저서) 환산 편수	2점	정량
		③ 신진연구인력 대표 연구실적의 우수성	2점	

넷째, 인문학분야 연구실적의 경우 참여교수 논문 실적의 입력 편수 제한을 없애고 입력한 논문 중 대표실적을 선택하도록 변경하였다.

3) 특화분야

학생실적 평가를 강화하여 참여교수 실적 관련 지표 비중을 줄이고 학생 실적 관련 지표 비중을 확대하였다.

〈표 I-41〉 평가지표 개선(안) 예시(예술분야 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)		비고
3.1 참여교수 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 1인당 연구실적 및 창작물 실적(최근 2년)	12	3.1 참여교수 국내외 활동계획 대비 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여교수 1인당 연구실적 및 창작물 실적	10	
② 참여교수의 대표실적(최근 2년)	8	② 참여교수의 대표실적	7	
3.2 대학원생 국내외 활동실적 및 계획의 우수성 ① 참여교수 지도학생 1인당 연구실적 및 창작물 실적(최근 2년)	7	3.2 참여대학원생 국내외 활동 계획 대비 실적의 우수성(최근 2년) ① 참여대학원생 1인당 연구실적 및 창작물 실적	9	
③ 참여교수 지도학생의 대표실적(최근 2년)	3	③ 참여대학원생의 대표실적	5	
5.1 참여교수 1인당 연구비 수주 실적 및 계획 (최근 2년)	14	5.1 참여교수 1인당 연구비 수주 계획 대비 실적 (최근 2년)	13	

나) 졸업생 진로 관련 질적 평가 강화

학생 취업률 관련 지표(미래기반/글로벌/특화 공통 적용)를 변경하였는데, 사업단(팀)의 인력 배출 성과를 종합적으로 평가할 수 있도록 취업률뿐 아니라 진학률, 취업의 전공/직종일치도, 대표 경력경로 사례 등도 제출받아 평가자료로 활용하였다. 또한, 참여인력 배출 이후 진로 추적·관리 계획을 제출토록 함으로써 사업단(팀) 내 자체 진로추적 시스템 구축을 유도하였다.

〈표 I -42〉 평가지표 개선(안) 예시(미래기반/글로벌 유형 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)	
3.2 대학원생의 취업 현황 및 진로개발 계획 ① 취업률 및 취업의 질적 우수성	4점	3.2 참여대학원생의 진로개발 성과 ① 취업률(진학률) 및 졸업생 진로의 질적 우수성	4점
	3점		3점
② 취업지도/진로 개발 실적 및 계획		② 진로·경력 개발 지원 실적(취업 포함) (참여인력 배출 이후 진로 추적·관리 계획 포함)	

〈표 I -43〉 평가지표 개선(안) 예시(특화전문(과기) 유형 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)	
2.3 대학원생의 취업, 창업실적 및 계획(최근 2년) ① 취업률 및 취업의 질적 우수성	10점	2.3 참여대학원생의 취업 및 창업실적(최근 2년) ① 취업률(진학률) 및 졸업생 진로의 질적 우수성	10점
	9점		9점
② 창업건수 및 창업의 질적 우수성		② 창업건수 및 창업의 질적 우수성	
4.3 전문 실무 인재 양성을 위한 취창업 교육과정 및 교육프로그램 실적 및 계획	12점	4.3 전문 실무 인재 양성을 위한 취창업 교육과정 및 교육프로그램 실적 (참여인력 배출 이후 진로 추적관리계획 포함)	12점

다) 대학 차원의 관심과 노력 유도를 위한 제도개선 평가 강화

첫째, 연구중심대학 구축노력 관련 지표(미래기반/글로벌 공통 적용)를 변경하였다. 세계적 수준의 연구중심대학으로 도약을 위한 체제 전환 노력과 그간 투자실적 등을 종합적으로 평가하였으며, 향후 4차 산업혁명 시대에 부합되는 지식 창출형 대학으로 탈바꿈하기 위한 대학 차원의 전략 및 Master Plan 등을 제시하도록 하였다.

〈표 I -44〉 평가지표 개선(안) 예시(미래기반/글로벌 유형 기준)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)	
11.1 세계적 수준의 연구중심대학으로 도약하기 위한 추진 계획 ① 연구중심대학으로서의 비전, 목표 달성을 위한 혁신 전략 및 방안	8점	11.1 세계적 수준의 연구중심대학으로 도약하기 위한 추진 실적 ① 연구중심대학으로서의 비전 및 전략 대비 이행실적 및 노력 (4차 산업혁명 대응 Master Plan 포함)	8점

둘째, 대학원생 인권 보호 관련 지표(미래기반/글로벌/특화 공통 적용)를 신설하였다. 즉, 대학의 중장기적 연구력 증진을 위해 학생들이 자유롭게 학업에 몰입할 수 있는 연구 환경 조성 필요성 절실하다는 인식 하에 학교 차원의 대학원생 인권 보호 관련 활동실적 및 계획 지표를 신설하였다.

〈표 I -45〉 평가지표 개선(안) 예시(전 유형 공통)

재선정평가 지표('15)		성과점검 지표('18)	
〈신 규〉		12.7 대학원생 인권 보호 관련 활동실적 및 계획	2점

라) 사업단(팀) 자율지표를 평가 보완자료로 활용

자율지표 이행실적을 기존 평가지표('15)의 보완자료로 활용하였다. 별도 가점 부여 없이 기존 평가항목 중심으로 평가하되, 해당 항목과 관련성 높은 자율지표의 이행실적에 대한 정성적인 고려를 통해 사업단(팀)에 종합적으로 점수로 부여하였다.

마) 평가서식 및 증빙 간소화로 사업단(팀)의 행정 부담 완화

평가서식 및 증빙의 간소화를 통해 사업단(팀) 평가준비의 부담을 경감하였다. 매년 사업기간 종료 후 사업단(팀)이 정량실적을 사업관리시스템에 입력한 것을 그대로 성과점검에 활용하였으며, 연구비 수주실적 인정기준을 명확히 하고 서식 작성을 간소화하여 사업단(팀)의 행정 부담을 축소하였다. 또한 국제학술대회 인정기준 충족여부 확인을 위한 제출증빙은 사업단장이 확인 날인한 확인서로 대체하였다.

바) 평가의 질적 내실 강화

평가의 질적 내실을 강화하기 위해 실적 부풀리기에 대한 제재를 강화하였다. 사전·사후 실적검증을 통해 실적 부풀리기가 적발되면, 사업비 삭감, 협약해지 등 엄중한 제재 조치를 실시할 것을 예고하였다. 평가 지원도 확대하였는데, 평가위원이 증빙서류 검증 등 가외적인 활동보다는 평가에만 집중할 수 있도록 충분한 평가시간을 보장했다. 이를 위해 평가 시작 전에 '(가칭) 실적검증단'을 구성하여 사업단(팀)이 제출한 논문실적 증빙서류 검증확인 기능을 수행하였으며, 철저한 평가위원 사전 오리엔테이션을 통해 평가의 적실성·효율성을 제고하였다.

(2) 성과점검의 실시

가) 평가 개요

성과점검은 2018. 8. 13. ~ 31.까지 3주간 켄싱턴 호텔 평창(강원도 평창군 진부면 진고개로 231)에서 총 6회차에 걸쳐 진행되었다.

〈표 I-46〉 성과점검 일정

구 분		일 정	비 고
1회차	■ 사업단 17개 패널	8. 13(월)~8. 15(수)	2박 3일
2회차	■ 사업팀 17개 패널	8. 16(목)~8. 17(금)	1박 2일
3회차	■ 총 17개 패널(사업단 15, 제도개선(전국))	8. 20(월)~8. 22(수)	2박 3일
4회차	■ 사업팀 17개 패널	8. 23(목)~8. 24(금)	1박 2일
5회차	■ 총 17개 패널(사업단 15, 제도개선(지역))	8. 27(월)~8. 29(수)	2박 3일
6회차	■ 사업팀 17개 패널	8. 30(목)~8. 31(금)	1박 2일

평가대상은 총 542개 사업단(팀)이었는데, 협약 해지(18.6.28.)된 2개 사업팀은 성과점검 평가 대상에 포함되지 않았다.

〈표 I-47〉 성과점검 대상 사업단(팀)

분야	평가대상 사업단(팀) (개)		총계	
	사업단	사업팀		
미래기반창의 인재양성형	자연과학	38	40	78
	공학	58	101	159
	의약학	22	19	41
	농생명수산업	7	32	39
	과기융복합	18	13	31
	인문학	15	15	30
	사회과학	27	46	73
	디자인영상	3	5	8
	인사융복합	3	6	9
글로벌인재양성형	21	-	21	
특화전문인재양성형	53	-	53	
총계	265	277	542	

평가패널은 102개 패널(제도개선 및 지원 영역 4개 패널 포함)로 구성되었다.

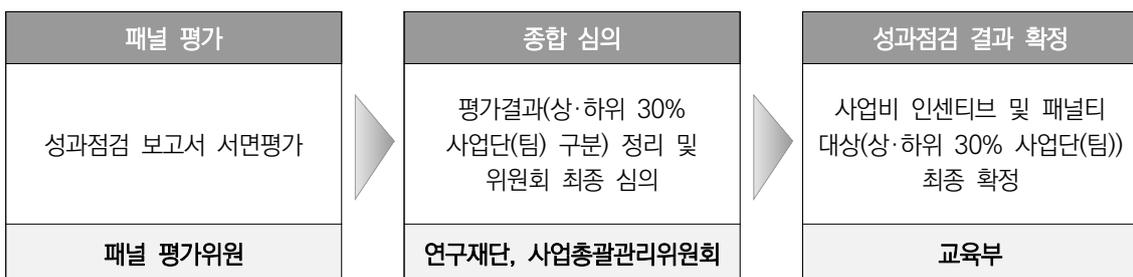
〈표 I -48〉 평가패널의 구성

평가 대상	분야	평가 패널 (개)		총계
		사업단	사업팀	
사업단(팀)	미래기반	31	51	82
	글로벌	4	-	4
	특화	12	-	12
대학 본부	제도개선	2	2	4
총계		49	53	102

나) 평가절차

첫 번째 단계인 패널평가에서는 사업단(팀)이 제출한 성과점검 보고서에 대한 서면평가가 있었는데, 평가위원별 개별 평가 원칙에 따라 평가위원은 해당 평가패널 내의 모든 과제에 대해 각 항목별 평가기준에 따라 평가점수를 부여하였다.

두 번째 단계인 종합평가에서는 패널평가 결과를 바탕으로 패널별(패널 내 전국/지역 구분 포함) 상·하위 각 30% 해당 사업단(팀) 구분 등 평가결과 정리가 연구재단 중심으로 이루어졌고, 패널평가 결과에 대한 사업총괄관리위원회 종합평가(최종 심의)를 거쳐 교육부 장관에 제청(사업총괄관리위원회)하는 순서를 밟았다.



평가위원 구성 및 각위원회별 기능과 구성은 다음과 같았다.

○ 성과점검 평가 패널위원 : 총 712명

구성	패널별 평가위원 수는 5~9인 내외를 기준으로 하되, 패널내 학문분야의 다양성 및 형평성 등을 고려하여 탄력적으로 구성 ※ 패널내 사업단(팀) 수가 3개 이하이면 5인, 4~7개 7인, 8~12개 9인 기본원칙으로 하되(제도개선은 11~13명으로 구성), 패널 내 학문분야의 다양성 및 형평성을 고려하여 조정
주요 기능	보고서 심사 등 패널내 사업단(팀) 평가 실시

○ 성과점검 소위원회(좌장위원회)

구성	성과점검 패널 좌장들을 중심으로 구성, 위원장은 호선
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 평가진행 중 패널내 특이사항 공유 및 심사요령 논의·전파 - 패널별 평가완료 여부 최종 확인 및 절대정량 항목 지표의 경우 실적 인정/불인정의 패널내 공정한 기준 마련 등 - 평가진행 중 긴급사항 발생 시 패널내 평가위원 통제 등

○ 사업총괄관리위원회

구성	기구성(위원장 : 한민구)
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 성과점검 추진 계획(안) 심의(2018. 2월 심의·의결) - 패널별 사업단(팀) 평가결과 종합 검토·심의 - 원활한 평가 추진을 위해 필요한 중요사항 자문·심의

다) 평가방법

평가방법 기본원칙은 다음과 같았다.

【 평가방법 기본원칙 】

- ◆ 평가위원별 개별 평가원칙: 평가항목별 평가위원이 개별 점수 부여
- ◆ 전국/지역이 통합된 패널의 경우, 전국/지역 구분 없이 정량평가를 실시하되, 정성 평가의 경우 지역 산업 및 지자체 여건을 고려하여 평가
 - 패널 내 상·하위 30% 사업단(팀)은 전국/지역별로 구분
- ◆ 절대정성 항목 지표의 경우 사업단(팀)별 평가위원 점수 중 최고/최저를 제외하고 산술 평균

평가항목별 평가방법은 다음과 같았다.

○ 절대정량 항목

- 선정기준 : 계량화가 가능하고 사업단(팀)별 실적의 실질적 차이를 반영할 필요가 있는 지표
- 주요항목 : 논문 수 및 IF, 특허 및 기술이전, 외국인 교수 및 학생 비율 등
- 평가방법 : 패널별 실적 중 최고값을 최고점으로 하고, “0”의 실적값을 “0점”으로 하여 linear scale

○ 상대정량/상대정성항목

- 선정기준 : 계량화 가능한 항목 중 평가패널 내 과다치가 존재하는 지표 또는 계량화는 어려우나 평가패널 내 상대평가가 필요한 지표
- 주요항목 : 연구비, 대학원생 확보 및 배출실적 등
- 평가방법
 - 평가자 개인별로 1~10점까지의 점수를 부여하고(소수점 1자리까지), 총점 기준으로 비율별로 점수 산출(상위10%~하위10%)
 - 평가지표별 최하점(E등급)을 만점(A등급)의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분

○ 절대정성항목

- 선정기준 : 수치로 계량화하기 어려우며, 평가위원의 전문적 판단이 필요하고 상대평가를 하는 것이 타당하지 않는 지표
- 주요항목 : 목표 및 비전, 교육과정 구성 및 운영의 우수성 등
- 평가방법
 - 5단계 Likert 척도에 의한 평가(매우우수~매우미흡)
 - 사업단(팀)별 평가위원 점수 중 최고/최저점을 제외한 나머지를 산술평균하여 해당지표의 점수 산출
 - 평가지표별 최하점(E등급)을 만점(A등급)의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분

라) 성과점검 결과 반영

성과점검 결과 반영의 기본원칙은 패널 내 순위에 따라 사업비 조정(전국/지역 구분)을 하는 것이었다.

- 사업비 증액 : 기준 패널 내 순위 상위 30% 내외 사업단(팀)
- 사업비 유지 : 기준 패널 내 순위 중위 40% 내외 사업단(팀)
- 사업비 감액 : 기준 패널 내 순위 하위 30% 내외 사업단(팀)

과락제를 도입하여 기준 패널 내 순위에 관계 없이 획득 점수가 만점의 60%(180점) 미만인 경우 협약을 해지하였다.

다만, 예외적으로 패널 내 사업단(팀) 수가 1개, 2개인 경우 해당 사업단(팀)은 기본적으로 '사업비 유지'를 원칙으로 하되, 다음의 경우 사업비 조정(최소 삭감 비율을 적용) 검토 대상으로 분류하였다.

- ◆(패널 내 1개) 획득 점수가 만점의 70%(210점)* 미만인 경우 사업비 감액
- ◆(패널 내 2개) 하위 사업단(팀)의 획득 점수가 상위 사업단(팀) 점수의 95%**미만인면서 만점의 70%(210점) 미만인 경우 해당 하위 사업단(팀) 사업비 감액

성과점검 결과, 236개 사업단(팀) 사업비가 조정되고 16개 사업단(팀)이 탈락하였다. 지원 유형별 사업비 조정 결과는 다음의 <표 I-49>와 같다.

<표 I-49> 지원 유형별 사업비 조정 결과

구분		사업비 증액 대상				사업비 감액 대상				탈락
		최대	보통	최소	소계	최소	보통	최대	소계	
미래 기반	전국	3	13	45	61	47	10	1	58	6
	지역	1	10	31	42	40	6	-	46	9
소계		4	23	76	103	87	16	1	104	15
글로벌	전국	-	1	4	5	4	1	-	5	-
	지역	-	-	-	-	1	-	-	1	-
소계		-	1	4	5	5	1	0	6	-
특화	전국	-	-	-	-	5	-	-	5	1
	지역	-	-	6	6	7	-	-	7	-
소계		-	-	6	6	12	-	-	12	1
합계	전국	3	14	49	66	56	11	1	68	7
	지역	1	10	37	48	48	6	-	54	9
	총계	4	24	86	114	104	17	1	122	16

사업비 배분의 증감비율은 최대15% / 보통10% / 최소5%로 차등 적용하였는데, 이는 2단계 BK21 사업 대비 조정 비율을 확대하여(2단계 BK21 사업 당시에는 12% / 10% / 8% 적용) 평가 실효성을 강화하기 위한 것이었다.

사업비 배분 방법은 다음과 같았다.

- ◆ (1단계) 차등 조정 비율을 적용한 각 감액분을 합하여 삭감 총액(A) 산출(탈락 사업비 포함)
 - ◆ (2단계) 차등 조정 비율을 적용한 각 증액분을 합하여 증액 총액(B) 산출
 - ◆ (3단계) 전체 사업비 증액분 대비 삭감분 비율에 따라 일괄 조정하여 증액 대상 사업단(팀) 별 인센티브 산출
- 인센티브 총액(C) = 삭감 총액(A) = Σ (증액 대상 사업단(팀) 증액분 x 조정계수(A/B))**

사업비 배분 결과는 다음의 <표 I-50>와 같다.

<표 I-50> 사업비 배분 결과('18년도 사업비 기준)

구분		조정 대상 사업단(팀) 수	사업비 조정비율	삭감 예정액
삭감 조정	최소	104	5%	21.7억
	보통	17	10%	12.5억
	최대	1	15%	1.3억
탈락		16	-	32.9억
삭감 총액(A)			68.4억	
증액 조정	최소	86	5%	26.2억
	보통	24	10%	20.1억
	최대	4	15%	7.8억
증액 총액(B)			54.1억	
사업비 조정 차액(A-B)*			14.3억	

* 조정 차액은 증액 사업단(팀)의 사업비 규모 및 조정 비율에 따라 추가 배분

라. 2019년 종합평가

(1) 추진 배경

2019년 종합평가의 목적은 BK21 플러스 사업 6년간의 실적을 종합평가하여 사업성과를 분석하고 후속 사업 추진 시 사업 기획의 기초 자료로 활용함과 동시에, 우수성과를 발굴하여 홍보하고, 우수-미흡 사업단(팀)에 인센티브와 컨설팅을 제공하여 사업의 성과를 지속적으로 관리하고 질을 제고하기 위함이었다.

종합평가 추진근거로서는 2017. 2. 14에 제정한 BK21 플러스 사업 관리 운영에 관한 훈령을 들 수 있다.

제20조(종합평가) ① 전문기관의 장은 사업이 종료된 이후 7년간의 사업운영 성과 및 사업 전체에 대한 종합적인 평가를 위하여 종합평가를 실시한다. 다만, 후속사업과의 연계가 필요한 경우 종합평가를 앞당겨 실시할 수 있다.

② 전문기관의 장은 제1항에 따른 사업 종합평가를 실시하기 위한 계획을 수립하여 장관의 승인을 받아 대학에 통보하여야 한다.

③ 제1항에 따른 종합평가를 실시하기 위하여 필요한 경우 외부 기관에 평가를 위탁할 수 있다.

④ 사업단은 7년간의 사업에 대한 종합결과보고서를 작성하고 이를 전문기관의 장에게 제출하여야 한다.

제22조(평가결과에 따른 조치) ①~② <생략>

③ 장관은 제1항에 따른 평가 결과 우수한 실적 및 성과를 낸 사업단과 그 구성원에 대하여 포상을 실시할 수 있다

또한 2013. 5. 16에 발표한 BK21 플러스 사업 신청 공고문에도 종합평가에 관한 내용을 담고 있다.

Ⅶ. 평가 및 사후 관리

4. 종합평가

○ 평가시기 : 2019년

※ 후속사업과의 원활한 연계를 위해 종합평가 2019년 실시

○ 평가내용

- 7년간의 사업 전체 및 사업단에 대한 국내외 전문가에 의한 외부평가

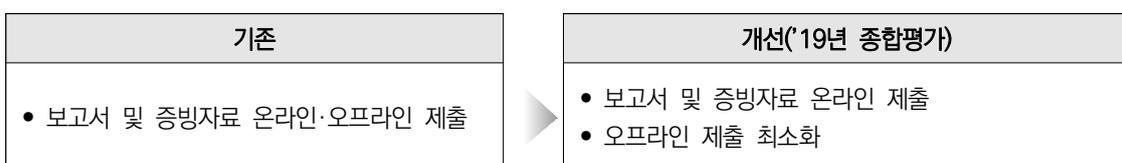
○ 평가결과 활용

- BK21 플러스 사업 전체 결과보고서 작성(국회 등 대국민 보고)

- BK21 플러스 후속사업과의 연계 및 우수 사업단(팀) 선정 포상 등

(2) 종합평가의 개요

종합평가의 효율적 운영을 위해 평가 시스템을 개선하였다. 즉, 사업 실무자의 행정업무 간소화, 효율적 평가 운영 및 예산 절감을 위해 온라인 시스템을 활용한 페이퍼리스(paperless) 평가 체계를 도입하였다.



또한 전 학문분야 공통으로 종합평가에 적합하도록 평가 체계를 개선하였다. 우선 지표를 개선하였는데, 기존 평가지표에 평가 부문별(교육, 연구, 제도개선 및 지원)로 6년간 대표 우수 성과 지표(정성평가)를 신설하여 종합적인 성과 평가가 이루어지도록 하였다.

기존	개선('19년 종합평가)
-	평가 부문별 대표 우수성과 지표 신설

또한 평가 영역별 점수부여 후 최종 점수를 산출하도록 평가 배점을 변경하였다.

기존	개선('19년 종합평가)
평가 지표별 배점	평가 영역별 배점

평가의 기본방향은 사업 신청시 제시한 사업 목표 대비 달성도를 평가하고, 6년간 주요 성과의 양적·질적 수준, 대표 사례의 우수성 등을 종합 평가하는 것이었다. 이를 위해 목표 대비 실적에 대한 평가영역 별 점수를 부여하였다. 중간평가 시 개편된 학문분야별 평가구조 및 지표의 큰 틀은 유지하되, 2018년 성과점검 평가에서 일부 개선된 평가지표를 반영하였다.

평가 내용은 6년간(13.9~19.8)의 사업성과에 대한 사업단(팀)의 교육·연구역량과 대학본부의 제도혁신 및 지원 성과를 종합적으로 평가하는 것이었으며, 취업률, 논문실적, 연구비 수주실적 등은 6년간(13.9~19.8) 실적 및 증감 추이 등을 종합적으로 검토하여 평가에 반영하였다.

평가대상별 주요 평가항목은 다음과 같았다.

○ 미래기반창의인재양성형

구분	부문	평가대상	주요항목
사업단	교육역량	참여대학원생/ 신진연구인력	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단의 교육 비전 및 목표 ▶ 교육과정 구성 및 운영 ▶ 인력양성 지원 ▶ 대학원생 연구역량 ▶ 교육의 국제화
	연구역량	참여교수	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단의 연구비전 및 달성 ▶ 연구진의 구성 ▶ 연구의 국제화 ▶ 참여교수 연구역량 ▶ 산학협력 (과기 분야)
	제도개선 및 지원*	대학 차원	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전략과 비전 ▶ 연구중심대학으로서 시스템 개선 ▶ 사업단 지원 및 육성

구분	부문	평가대상	주요항목
사업팀	교육역량	참여대학원생/ 신진연구인력	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업팀의 교육 비전 및 목표 ▶ 인력양성 지원 ▶ 대학원생 연구역량 ▶ 교육의 국제화
	연구역량	참여교수	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업팀의 연구비전 및 달성 ▶ 연구진의 구성 ▶ 연구의 국제화 ▶ 참여교수 연구역량 ▶ 산학협력 (과기 분야)
	제도개선 및 지원	대학 차원	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 대학 특성화 및 제도 ▶ 사업팀 지원 및 육성

○ 글로벌인재양성형

구분	부문	평가대상	주요항목
사업단	교육역량	참여대학원생/ 신진연구인력	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단의 교육 비전 및 목표 ▶ 교육과정 구성 및 운영 ▶ 인력양성 지원 ▶ 대학원생 연구역량
	연구역량	참여교수	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단의 연구비전 및 달성 ▶ 연구진의 구성 ▶ 참여교수 연구역량 ▶ 산학협력 (과기 분야)
	글로벌 역량	사업단 및 참여교수	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 교육의 국제화 ▶ 연구의 국제화 ▶ 해외학자 유치·활용
	제도개선 및 지원	대학 차원	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전략과 비전 ▶ 연구중심대학으로서 시스템 개선 ▶ 사업단 지원 및 육성

○ 특화전문인재양성형

구분	부문	평가대상	주요항목
사업단	사업단의 목표 및 구성	사업단	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단의 목표 및 구성 ▶ 사업단의 교육 기본 여건
	창의적 교육 및 산학협력	사업단 및 참여인력	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 참여교수 및 대학원생 역량 ▶ 창의적 교육과정 구성운영 ▶ 산학협력 실적
	사업단 지원	사업단	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사업단 지원

다음은 평가별·유형별 지표의 배점에 대한 비교이다.

○ 미래기반창의인재양성형(자연과학(단) 기준)

부문	선정평가(2013)	재선정평가(2015)	성과점검평가(2018)	종합평가(2019)
교육	128점(42.7%)	130점(43.3%)	137점(45.7%)	137점(45.7%)
연구	127점(42.3%)	125점(41.7%)	118점(39.3%)	118점(39.3%)
제도개선	45점(15.0%)	45점(15.0%)	45점(15.0%)	45점(15.0%)
합계	300점(100%)	300점(100%)	300점(100%)	300점(100%)

○ 글로벌인재양성형

부문	선정평가(2013)	재선정평가(2015)	성과점검평가(2018)	종합평가(2019)
해외 동료 평가	60점(20.0%)	삭제	삭제	삭제
교육	50점(16.7%)	70점(23.3%)	77점(25.7%)	77점(25.7%)
연구	83점(27.7%)	102점(34%)	95점(31.7%)	95점(31.7%)
글로벌	62점(20.6%)	83점(27.6%)	83점(27.6%)	83점(27.6%)
제도개선	45점(15.0%)	45점(15.0%)	45점(15.0%)	45점(15.0%)
합계	300점(100%)	300점(100%)	300점(100%)	300점(100%)

○ 특화전문인재양성형

부문	선정평가(2013)	재선정평가(2015)	성과점검평가(2018)	종합평가(2019)
사업단의 목표 및 구성	60점(20.0%)	60점(20.0%)	60점(20.0%)	60점(20.0%)
창의적 교육 및 산학협력	180점(60.0%)	180점(60.0%)	180점(60.0%)	180점(60.0%)
사업단 지원	60점(20.0%)	60점(20.0%)	60점(20.0%)	60점(20.0%)
합계	300점(100.0%)	300점(100.0%)	300점(100.0%)	300점(100.0%)

(3) 종합평가 추진

종합평가는 2019. 9. 23. ~ 10.11.까지 오라카이 청계산 호텔 (서울 서초시 청계산로 9길 1-7) 3주간 총 6회차에 걸쳐 진행되었다. 평가일정은 다음의 <표 I-51>와 같았다.

〈표 I -51〉 종합평가 평가일정

구 분		일 정	비 고
1회차	■ 총 10개 패널	9.23(월) / 9. 23(월)~9. 24(화)	1일 / 1박 2일
2회차	■ 총 12개 패널	9. 25(수)~9. 27(금)	2박 3일
3회차	■ 총 14개 패널(사업단 12, 제도개선(전국) 2)	9. 30(월)~10. 2(수)	2박 3일
4회차	■ 총 11개 패널	10. 3(목)~10. 4(금)	1박 2일
5회차	■ 총 14개 패널(사업단 12, 제도개선(지역) 2)	10. 7(월)~10. 9(수)	2박 3일
6회차	■ 총 10개 패널	10. 10(목)~10. 11(금)	1박 2일

평가대상은 총 525개 사업단(팀)으로서, 2013.9.1. ~ 2019.8.31. 동안의 6년간 실적에 대한 성과평가가 이루어졌다(15년 중간평가 이후 진입한 사업단(팀)은 '16.3.1.~'19.8.31에 대해서만 성과 평가). 평가대상 사업단(팀)에 대한 자세한 내용은 다음의 〈표 I -52〉와 같다.

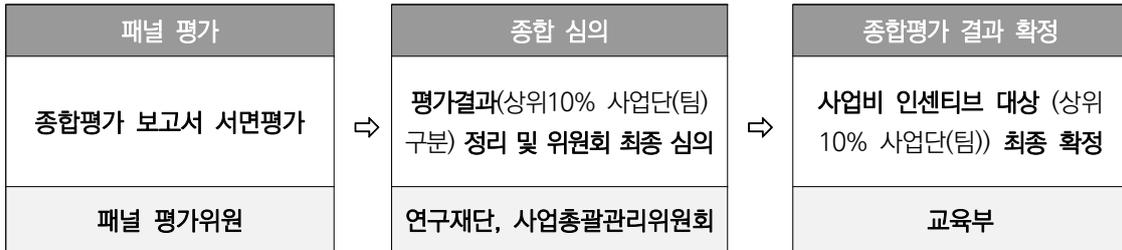
〈표 I -52〉 평가대상 사업단(팀)

분야		평가대상 사업단(팀) (개)				총계
		전국		지역		
		사업단	사업팀	사업단	사업팀	
미래기반 창의인재 양성형	자연과학	25	22	13	18	78
	공학	35	51	22	41	149
	의약학	12	6	10	13	41
	농생명수산해양	4	14	3	16	37
	과기융복합	11	7	7	5	30
	인문학	9	9	6	6	30
	사회과학	19	23	8	21	71
	디자인영상	2	2	1	2	7
	인사융복합	2	4	1	2	9
글로벌인재양성형		16	-	5	-	21
특화전문인재양성형		23	-	29	-	52
총계		158	138	105	124	525

평가절차는 우선 패널평가가 이루어졌는데, 우선 사업단(팀)이 제출한 종합평가 보고서에 대한 서면평가가 이루어졌다. 서면평가에서 평가위원별 개별 평가 원칙에 따라 평가위원은 해당 평가 패널 내의 모든 과제에 대해 각 항목별 평가기준에 따라 평가점수를 부여하였다. 종합심의회에서는 패널평가 결과를 바탕으로 패널별(패널 내 사업단/사업팀, 전국/지역 구분 포함) 종합평가 결과

‘매우 우수’ (A등급, 90점 이상) 사업단(팀) 및 포상 후보 추천 사업단(팀) 구분 등 평가결과에 대한 정리가 연구재단 중심으로 이루어졌고, 패널평가 결과에 대한 사업총괄관리위원회 종합평가(최종 심의)를 거쳐 교육부 장관에 제청(사업총괄관리위원회)하는 순서로 진행되었다.

[그림 I-7] 평가절차



평가위원 구성 및 각위원회별 기능과 구성은 다음과 같다.

- 종합 평가 패널위원 : 총 605명

구성	패널별 평가위원은 과제수에 따라 5~11인 내외를 기준으로 하되, 패널내 학문분야의 다양성 및 형평성 등을 고려하여 탄력적으로 구성
주요 기능	보고서 심사 등 패널내 사업단(팀) 평가 실시

- 종합평가 소위원회(좌장위원회)

구성	종합평가 패널 좌장들을 중심으로 구성, 위원장은 호선
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 평가진행 중 패널 내 특이사항 공유 및 심사요령 논의·전파 - 패널 별 평가완료 여부 최종 확인 및 포상 후보 대상 사업단(팀) 선정 관련 패널 내 합의 등 - 평가진행 중 긴급사항 발생 시 패널내 평가위원 통제 등

- 사업총괄관리위원회

구성	기구성(위원장 : 서판길)
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> - 패널별 사업단(팀) 평가결과 종합 검토·심의 ※ 인센티브 지급 세부 기준 검토 및 대상 사업단(팀) 확정 - 원활한 평가 추진을 위해 필요한 중요사항 자문·심의

평가방법의 기본원칙은 다음과 같았다.

【 평가방법 기본원칙 】

- ◆ 평가위원별 개별 평가원칙: 평가항목별 평가위원이 개별 점수 부여
- ◆ 전국/지역이 통합된 패널의 경우, 지역 산업 및 지자체 여건을 고려하여 평가
- ◆ 사업단/사업팀이 통합된 패널의 경우, 사업단(팀)의 지원현황 및 참여인력의 규모를 고려하여 평가
- ◆ 세부 패널(전국/지역, 사업단/팀 구분)별로 종합점수 ‘매우우수’(A등급, 90점 이상) 이상의 평가 대상 사업단(팀)은 차등 점수 부여 (동점 방지)
 - ‘매우우수’(A등급, 90점 이상) 이상 사업단(팀) 중 포상 대상 후보자 추천 가능
 - ※ 세부 패널 별로 최대 1개 이내 포상 대상 후보 추천 가능 (선택사항)

평가방법은 다음과 같았다.

○ **기본방향** : 종합적인 성과 평가를 위한 지표 통폐합으로 수치적인 계량화가 어려우며, 종합평가의 성격 상, 상대평가를 하는 것이 타당하지 않음에 따라 평가위원의 전문적인 판단이 필요한 **절대 정성 평가로 진행**

- **평가방법**

- 5단계 Likert 척도에 의한 평가(매우우수~매우미흡)
- 평가 지표별 평가위원 점수 중 최고/최저점을 제외한 나머지를 산술평균하여 해당지표의 최종 점수 산출
- 평가지표별 최하점(E등급)을 만점(A등급)의 40%로 설정하여 등급별 등간으로 점수 배분
 - ※ (예시) 지표별 평가 배점

배점 \ 등급	A (매우우수)	B (우수)	C (보통)	D (미흡)	E (매우미흡)
6	6	5.1	4.2	3.3	2.4

(4) 평가결과

종합평가 결과, 종합점수 ‘매우 우수’(A등급, 90점이상) 사업단(팀) 중 세부 패널 별(전국/지역, 사업단/팀 구분) 포상 대상을 선정하였다. 인센티브는 각 세부 패널 별 1개 내외 우수 사업단(팀)에게 `19년 사업비를 추가로 교부하는 것이었다. 이와는 반대로 종합평가 결과에 따라 ‘매우 미흡’(E등급, 60점미만) 사업단(팀)은사업의 안정적 수행 유도를 위한 행·재정 컨설팅 및 제재조치 등을 검토하였다.

검토 결과, 총 525개 사업단(팀) 중 67개 우수 사업단(팀)에 대해서는 2019년도 인센티브를 지급하였다. 포상 대상 사업단(팀)은 사업비 규모(2019년 총 사업비)를 고려하여 인센티브를 차등 지급하였다. 다음 <표 I-53>은 67개 사업단(팀)에 대한 인센티브 지원 내역이다.

〈표 I -53〉 포상대상 총 67개 사업단(팀) 인센티브 지원 내역

(단위: 천원)

사업 유형	구분	사업단		사업팀		총합계	비율
		전국	지역	전국	지역		
미래 기반 창의 인재 양성 형	자연과학	440,014	264,660	89,896	85,866	880,436	25.3%
	공학	221,738	255,306	155,135	82,102	714,280	20.5%
	의약학	105,996	202,760	26,943	44,487	380,186	10.9%
	농·생명·수산·해양	-	-	59,495	88,517	148,011	4.3%
	과기융복합	156,408	59,719	13,164	-	229,291	6.6%
	인문학	182,120	82,908	41,160	35,951	342,140	9.8%
	사회과학	170,380	37,333	40,965	18,909	267,587	7.7%
	디자인영상	-	-	21,660	18,424	40,084	1.2%
	인사융복합	77,768	-	-	-	77,768	2.2%
글로벌인재양성형		241,819	-	-	-	241,819	6.9%
특화전문인재양성형		94,255	63,701	-	-	157,957	4.5%
총합계		1,690,498	966,388	448,419	374,256	3,479,560	100.0%

* 대상 사업단(팀) 평균 인센티브 지급 금액 : 52,216천원

II. BK21 플러스 사업의 성과: 개황

1. 총괄영역	113
2. 교육성과(HRD)	123
3. 연구성과	146
4. 산학협력성과	163
5. 국제화 성과	169

II. BK21 플러스 사업의 성과: 개황

1 총괄영역

가. 재정지원 현황

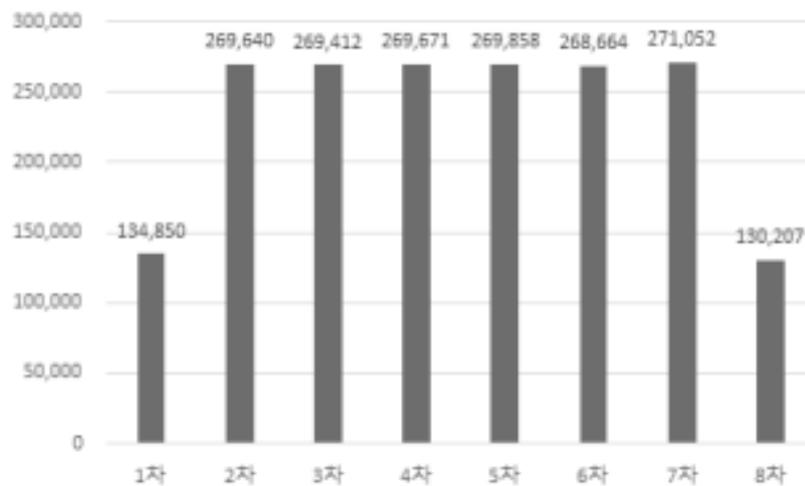
BK21 플러스 사업 기간 중 국고지원금 합계는 1,883,352백만원으로, 2단계 BK21 사업의 국고지원금 1,754,488백만원에서 약 128,864백만원 증가하였다. BK21 플러스 사업의 국고지원금을 연차별로 살펴보면 2차연도에서 7차연도까지 연평균 269,716백만원으로, 연차별로 일정하게 지원되었다. 6개월만 지원한 1차연도와 8차연도의 합계금액 또한 265,057백만원으로, 2차연도에서 7차연도까지 평균과 비슷한 수준이다.

〈표 II-1〉 BK21+사업 연차별 BK국고지원금 현황

(단위: 백만원)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
134,850	269,640	269,412	269,671	269,858	268,664	271,052	130,207	1,883,354

[그림 II-1] BK21+사업 연차별 BK국고지원금 현황



BK21 플러스 사업의 국고지원금 현황을 사업 유형별로 살펴보면 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 총 121,095백만원(6.4%), 미래기반창의인재양성사업은 총 1,663,610백만원(88.3%), 특화전문인재양성사업은 총 98,649백만원(5.2%)이다.

〈표 II-2〉 BK21+사업 사업 유형별 BK국고지원금 현황

(단위: 백만원, %)

유형	글로벌	미래	특화
1차	10,086	117,233	7,531
2차	19,316	235,438	14,886
3차	19,277	235,398	14,737
4차	16,187	239,619	13,865
5차	16,213	239,901	13,745
6차	16,207	238,641	13,816
7차	16,104	241,381	13,567
8차	7,706	115,999	6,501
합계	121,095	1,663,610	98,649
비율	6.4	88.3	5.2

BK21 플러스 사업의 사업 유형별 재정지원 현황은 다음과 같다. 먼저, 미래기반창의인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 총 1,402,097백만원, 인문·사회·예술 분야는 총 261,514백만원이다. 이는 각각 미래기반창의인재양성사업 국고지원금의 84.3%, 15.7%에 해당하는 금액이다.

구체적으로, 과학·기술 분야는 자연과학 294,325백만원(17.7%), 공학 716,877백만원(43.1%), 의약학 175,048백만원(10.5%), 농·생명·수산·해양 112,643백만원(6.7%), 과학·기술 융합 103,203백만원(6.2%)이다. 인문·사회·예술 분야는 인문학 71,471백만원(4.3%), 사회과학 156,244백만원(9.4%), 디자인·영상 12,990백만원(0.8%), 인문·사회 융합 20,810백만원(1.3%)이다.

〈표 II -3〉 BK21+사업 사업 분야별 BK국고지원금 현황(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 백만원, %)

대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계	비율
과학 기술	자연과학	21,136	42,624	42,971	42,091	41,115	41,011	42,888	20,488	294,325	17.7
	공학	50,015	101,245	101,475	104,131	104,049	103,511	102,963	49,489	716,877	43.1
	의학학	12,103	23,741	23,907	25,293	25,433	25,439	26,455	12,677	175,048	10.5
	농생명수신해양	8,037	16,087	16,240	15,758	16,416	16,230	16,062	7,814	112,643	6.8
	과학기술융합	7,136	14,128	14,329	14,859	15,080	14,885	15,382	7,404	103,203	6.2
	소계	98,428	197,825	198,922	202,132	202,093	201,075	203,750	97,872	1,402,097	84.3
인문 사회 예술	인문학	4,992	10,030	10,112	10,089	10,189	10,279	10,677	5,102	71,471	4.3
	사회과학	10,741	21,360	21,452	22,947	23,175	22,863	22,713	10,993	156,244	9.4
	디자인영상	801	1,934	1,930	1,972	1,946	1,927	1,672	807	12,990	0.8
	인문사회융합	2,271	4,289	2,982	2,478	2,498	2,497	2,569	1,225	20,810	1.3
소계	18,806	37,613	36,476	37,487	37,808	37,566	37,631	18,127	261,514	15.7	

다음으로, 특화전문인재양성사업을 살펴보면 인문·사회 특화 39,033백만원, 예술 특화 8,188백만원, 과학·기술 특화 51,428백만원이다. 이는 각각 특화전문인재양성사업 BK국고지원금의 39.6%, 8.3%, 52.1%에 해당한다.

〈표 II-4〉 BK21+사업 사업 분야별 BK국고지원금 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 백만원, %)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	3,071	664	3,795
2차	6,068	1,323	7,496
3차	6,063	1,296	7,378
4차	5,227	1,123	7,516
5차	5,329	1,015	7,401
6차	5,339	1,051	7,425
7차	5,417	1,138	7,012
8차	2,519	578	3,405
합계	39,033	8,188	51,428
비율	39.6	8.3	52.1

BK21 플러스 사업의 재정지원 현황을 지역별로 구분하면 다음과 같다. 수도권 1,106,075백만원, 비수도권 628,898백만원, 기타 148,381백만원으로 각각 58.7%, 33.4%, 7.9% 비중이다. 2단계 BK21 사업의 수도권 BK국고지원금 비중은 61.6%로, BK21 플러스 사업의 수도권 집중도가 낮아진 것을 확인할 수 있다.

〈표 II-5〉 BK21+사업 사업 지역별 BK국고지원금 현황

(단위: 백만원, %)

유형	수도권	비수도권	기타
1차	79,412	44,630	10,808
2차	160,485	87,586	21,570
3차	160,466	87,444	21,502
4차	157,467	90,997	21,207
5차	157,819	90,741	21,299
6차	156,448	90,851	21,365
7차	158,418	92,054	20,580
8차	75,561	44,595	10,052
합계	1,106,075	628,898	148,381
비율	58.7	33.4	7.9

※ 광주과학기술원, 포항공과대학교, 한국과학기술원 등은 기타로 분류

나. 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황

BK21 플러스 사업의 연차별 지원사업단(팀) 현황을 다음과 같이 정리하였다. 1차연도에는 550개 사업단(팀)이 선정되었으나, 2013년 대학평가 D등급 대학은 해당연도 사업비를 미지급 하였기 때문에 534개 사업단(팀)이 지원을 받았다. 이후 2차연도에는 탈락 3개, 지원 정지 1개로 총 546개 사업단(팀)이 운영되었다. 3차연도에서 3개 단(팀)이 탈락하고 1개 단(팀)이 지원 정지되어 총 543개, 4차연도에는 중간평가를 통해 탈락 125개, 선정 126개, 지원 정지 6개로 총 539개 사업단(팀)으로 개편되었다. 이후 5차연도에는 544개(탈락; 1개), 6차연도에는 542개(탈락; 3개), 7차연도에는 522(탈락; 20개), 마지막 8차연도에는 1개 단(팀)이 탈락하여 총 521개 단(팀)이 운영되었다.

〈표 II-6〉 BK21+사업 사업 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황 (1)

(단위: 개)

유형	분야	규모	1차		2차		3차		4차		계
			선정	탈락	진입	탈락	진입	탈락	진입		
미래 기반 창의 인재 양성 사업	글로벌인재양성사업	단	21	0	0	21	0	0	21	1	21
		팀	39	0	0	39	0	0	39	6	39
	자연과학	단	38	0	2	40	0	0	40	11	39
		팀	58	0	0	58	0	0	58	7	58
	공학	단	96	0	6	102	1	0	101	32	101
		팀	21	0	0	21	0	0	21	1	22
	의약학	단	19	0	0	19	1	0	18	7	19
		팀	7	0	0	7	0	0	7	0	7
	농생명 수산업	단	32	0	1	33	0	0	33	13	31
		팀	15	0	0	15	0	0	15	1	15
	과학기술 융합	단	16	0	0	16	0	0	16	4	14
		팀	27	0	0	27	0	0	27	6	28
	인문학	단	43	0	1	44	0	0	44	13	46
		팀	3	0	0	3	0	0	3	0	3
	사회과학	단	3	0	2	5	0	0	5	1	5
		팀	6	0	0	6	1	0	5	3	3
	디자인 영상	단	7	1	0	6	0	0	6	1	6
		팀	19	0	0	19	0	0	19	1	18
	인문사회 융합	단	13	2	1	12	0	0	12	3	12
팀		22	0	0	22	0	0	22	6	22	
특화 전문	인문사회	25	0	3	28	1	0	27	6	27	
	예술	4	0	0	4	0	0	4	0	4	
	과학기술	534	3	16	547	4	0	543	123	540	
합계											

〈표 II-7〉 BK21+사업 사업 총합 및 분야별 지원사업단(팀) 현황 (2)

(단위: 개)

유형	분야	규모	5차			6차			7차			8차		
			탈락	진입	계	탈락	진입	계	탈락	진입	계	탈락	진입	계
미래 기반 창의 인재 양성 사업	글로벌인재양성사업	단	0	0	21	0	0	21	1	0	20	0	0	20
		팀	1	0	38	0	0	38	0	0	38	0	0	38
	자연과학	단	0	1	40	0	0	40	0	0	40	0	0	40
		팀	0	0	58	0	0	58	1	0	57	0	0	57
	공학	단	0	0	101	0	0	101	9	0	92	0	0	92
		팀	0	0	22	0	0	22	0	0	22	0	0	22
	의약학	단	0	0	19	0	0	19	0	0	19	0	0	19
		팀	0	0	7	0	0	7	0	0	7	0	0	7
	농생명 수산업	단	0	2	33	1	0	32	2	0	30	0	0	30
		팀	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15
	과학기술 융합	단	0	1	15	0	0	15	0	0	15	0	0	15
		팀	0	0	28	0	0	28	0	0	28	0	0	28
	인문학	단	0	1	47	1	0	46	3	0	43	0	0	43
		팀	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
	사회과학	단	0	0	5	0	0	5	2	0	3	0	0	3
		팀	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
	디자인 영상	단	0	0	6	0	0	6	0	0	6	0	0	6
		팀	0	0	18	0	0	18	0	0	18	0	0	18
	인문사회 융합	단	0	1	13	0	0	13	1	0	12	0	0	12
		팀	0	0	22	0	0	22	0	0	22	1	0	21
특화 전문	인문사회	0	0	27	0	0	27	1	0	26	0	0	26	
	예술	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	
	과학기술	1	6	545	2	0	543	20	0	523	1	0	522	
합계														

다. 인력지원 현황

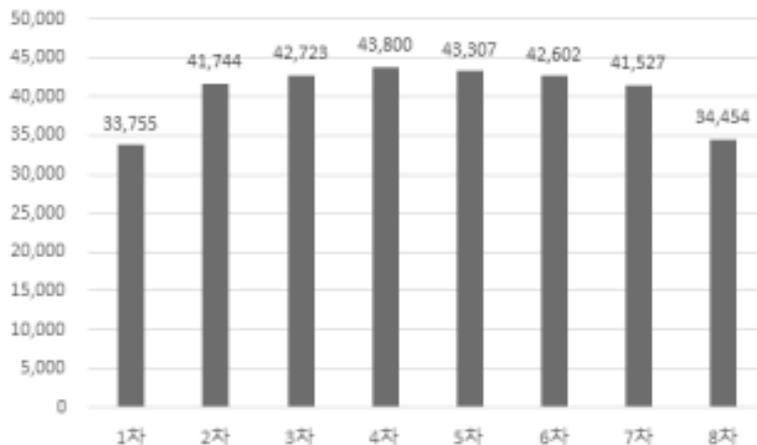
BK21 플러스 사업의 인력은 교수, 신진연구인력(계약·연구교수, 박사후연구원), 대학원생(석사과정, 박사과정)으로 이루어진다. BK21 플러스 사업에 참여한 전체 인력은 연평균 40,489명이다. 인력별로 살펴보면 교수는 연평균 6,154명, 신진연구인력은 연평균 1,649명, 대학원생은 연평균 32,686명이 참여하였다.

〈표 II-8〉 BK21+사업 연차별 인력지원 현황

(단위: 명)

구분		1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차
교수		5,711	5,872	5,868	6,216	6,274	6,427	6,504	6,357
신진연구인력	계약	445	646	646	632	530	582	556	379
	박사후	714	1,273	1,248	1,229	979	1,227	1,211	898
소계		1,159	1,919	1,894	1,861	1,509	1,809	1,767	1,277
대학원생	석사	11,932	14,878	14,777	14,354	13,938	13,589	13,127	10,210
	박사	14,953	19,075	20,184	21,369	21,586	20,777	20,129	16,610
소계		26,885	33,953	34,961	35,723	35,524	34,366	33,256	26,820
총합계		33,755	41,744	42,723	43,800	43,307	42,602	41,527	34,454

[그림 II-2] BK21+사업 연차별 인력지원 현황(전체)



신진연구인력과 대학원생 현황은 각각 2절 교육성과와 3절 연구성과에서 구체적으로 살펴보고자 한다. 본 절에서는 BK21 플러스 사업에 참여한 인력 중 교수를 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업 연평균 214명, 미래기반창의인재양성사업 연평균 5,326명, 특화전문인재양성사업 연평균 614명이다.

〈표 II-9〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 현황

(단위: 명)

유형	글로벌	미래	특화
1차	198	4,950	563
2차	200	5,061	611
3차	197	5,067	604
4차	218	5,373	625
5차	217	5,430	627
6차	215	5,567	645
7차	233	5,646	625
8차	230	5,515	612
합계	1,708	42,609	4,912

다음으로, 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 연평균 4,301명, 인문·사회·예술 분야는 연평균 1,025명이다.

구체적으로 살펴보면 과학·기술 분야에서 자연과학 연평균 993명, 공학 연평균 1,885명, 의약학 연평균 748명, 농·생명·해양·수산 연평균 299명, 과학·기술 융합 연평균 376명의 교수가 참여하였다. 인문·사회·예술 분야에서는 인문학 연평균 270명, 사회과학 연평균 615명, 디자인·영상 연평균 59명, 인문·사회 융합 연평균 81명의 인력이 지원되었다.

〈표 II-10〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 현황(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 명)

대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학 기술	자연과학	922	936	946	997	1,002	1,018	1,071	1,053	7,945
	공학	1,760	1,803	1,812	1,903	1,913	1,991	1,969	1,929	15,080
	의약학	668	672	682	765	781	781	827	806	5,982
	농생명수신해양	279	290	291	301	306	321	307	299	2,394
	과학기술융합	351	366	359	376	381	391	400	384	3,008
	소계	3,980	4,067	4,090	4,342	4,383	4,502	4,574	4,471	34,409
인문 사회 예술	인문학	250	255	261	271	273	276	293	281	2,160
	사회과학	550	570	575	635	647	657	652	637	4,923
	디자인영상	57	57	58	59	59	64	57	57	468
	인문사회융합	113	112	83	66	68	68	70	69	649
소계	970	994	977	1,031	1,047	1,065	1,072	1,044	8,200	

특화전문인재양성사업의 분야별로 교수 인력지원 현황을 살펴보면 다음과 같다. 인문·사회 특화는 연평균 196명, 예술 특화는 연평균 43명, 과학·기술 특화는 연평균 375명의 교수 인력이 참여하였다.

〈표 II-11〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	189	40	334
2차	200	40	371
3차	200	42	362
4차	193	43	389
5차	193	43	391
6차	193	40	412
7차	200	49	376
8차	201	45	366
합계	1,569	342	3,001

2 교육성과(HRD)

가. 대학원생 인력지원 현황

BK21 플러스 사업에 참여한 대학원생 인력지원 현황을 사업 유형별, 사업 분야별로 정리해 보았다. 사업 유형별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 석사 380명, 박사 1,103명으로 총 연평균 1,484명이 참여하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 석사 11,907명, 박사 17,680명으로 총 연평균 29,597명의 인력이 지원되었다. 마지막으로, 특화전문인재양성사업은 연평균 석사 1,064명, 박사 552명으로 총 연평균 1,616명이다.

〈표 II-12〉 BK21+사업 사업 유형별 참여 대학원생 현황

(단위: 명)

유형	글로벌			미래			특화		
	박사	석사	계	박사	석사	계	박사	석사	계
1차	998	351	1,349	13,572	10,689	24,302	383	892	1,275
2차	1,206	437	1,643	17,282	13,229	30,511	587	1,212	1,799
3차	1,266	414	1,680	18,321	13,169	31,490	597	1,194	1,791
4차	1,252	446	1,698	19,549	12,729	32,278	568	1,179	1,747
5차	1,182	409	1,591	19,796	12,318	32,116	608	1,211	1,819
6차	1,091	377	1,468	19,060	12,126	31,187	626	1,086	1,712
7차	994	327	1,321	18,564	11,826	30,403	571	974	1,546
8차	836	282	1,118	15,295	9,168	24,491	479	760	1,240
합계	8,825	3,043	11,868	141,439	95,254	236,778	4,419	8,508	12,929

대학원생 인력지원 현황을 사업 분야별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 먼저, 미래기반창의인재양성사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 과학·기술 분야는 연평균 석사 9,881명, 연평균 박사 16,113명으로 총 연평균 26,013명이 참여하였다. 구체적으로 살펴보면, 자연과학 연평균 석사 1,529명, 박사 3,833명이, 공학 연평균 석사 5,409명, 박사 8,572명이, 의학 연평균 석사 958명, 박사 1,689명이, 농·생명·해양·수산 연평균 석사 986명, 박사 894명이, 과학·기술 융합 석사 998명, 박사 1,145명이 참여하였다.

인문·사회·예술 분야는 연평균 석사 2,026명, 연평균 박사 1,547명으로 총 연평균 3,573명의 대학원생 인력이 지원되었다. 구체적으로, 인문학 연평균 석사 351명, 박사 454명, 사회과학 연평균 석사 1,317명, 박사 877명, 디자인·영상 연평균 석사 187명, 박사 86명, 인문·사회 융합 연평균 석사 172명, 박사 131명이다.

〈표 II -13〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
자연과학	석사	1,387	1,683	1,662	1,543	1,513	1,566	1,564	1,313	12,231
	박사	3,113	3,765	4,000	4,199	4,120	4,086	3,994	3,389	30,666
	진체	4,500	5,448	5,662	5,742	5,633	5,652	5,558	4,702	42,897
공학	석사	5,137	6,131	6,058	5,797	5,552	5,373	5,247	3,976	43,271
	박사	6,534	8,243	8,830	9,645	9,826	9,261	8,946	7,288	68,573
의약학	진체	11,671	14,374	14,888	15,442	15,378	14,634	14,193	11,264	111,844
	석사	787	1,022	978	1,017	982	1,023	1,047	811	7,667
	박사	1,297	1,632	1,714	1,872	1,893	1,801	1,796	1,507	13,512
농생명 수산업	진체	2,084	2,654	2,692	2,889	2,875	2,824	2,843	2,318	21,179
	석사	808	1,042	1,089	1,097	1,083	1,046	962	763	7,890
	박사	693	902	953	978	972	971	921	764	7,154
과학기술 융합	진체	1,501	1,944	2,042	2,075	2,055	2,017	1,883	1,527	15,044
	석사	851	1,046	1,094	1,075	1,026	1,038	1,025	832	7,987
	박사	837	1,147	1,264	1,221	1,269	1,226	1,177	1,015	9,156
합계	진체	1,688	2,193	2,358	2,296	2,295	2,264	2,202	1,847	17,143
	석사	8,970	10,924	10,881	10,529	10,156	10,046	9,845	7,695	79,046
	박사	12,474	15,689	16,761	17,915	18,080	17,345	16,834	13,963	129,061
	진체	21,444	26,613	27,642	28,444	28,236	27,391	26,679	21,658	208,107

〈표 II-14〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-인문·사회·예술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
인문학	석사	328	397	398	387	342	351	343	262	2,808
	박사	346	497	481	474	485	488	476	384	3,631
	전체	674	894	879	861	827	839	819	646	6,439
사회과학	석사	1,078	1,478	1,485	1,429	1,447	1,370	1,286	960	10,533
	박사	582	856	893	956	1,013	979	985	754	7,018
	전체	1,660	2,334	2,378	2,385	2,460	2,349	2,271	1,714	17,551
디자인 영상	석사	139	204	210	193	206	204	193	143	1,492
	박사	58	85	75	73	75	106	124	88	684
	전체	197	289	285	266	281	310	317	231	2,176
인문사회 융합	석사	174	226	195	191	167	155	159	108	1,375
	박사	112	155	111	131	143	142	145	106	1,045
	전체	286	381	306	322	310	297	304	214	2,420
합계	석사	1,719	2,305	2,288	2,200	2,162	2,080	1,981	1,473	16,208
	박사	1,098	1,593	1,560	1,634	1,716	1,715	1,730	1,332	12,378
	전체	2,817	3,898	3,848	3,834	3,878	3,795	3,711	2,805	28,586

다음으로, 특화전문인재양성사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 인문·사회 특화는 연평균 석사 389명, 연평균 박사 169명으로 총 연평균 558명이 참여하였다. 예술 특화는 연평균 석사 76명, 연평균 박사 28명으로 총 연평균 105명의 대학원생 인력이 지원되었다. 과학·기술 특화 분야에 지원된 대학원생 인력은 연평균 석사 598명, 연평균 박사 355명으로 총 연평균 953명이다.

〈표 II-15〉 BK21+사업 사업 분야별 참여 대학원생 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회			예술			과학·기술		
	석사	박사	계	석사	박사	계	석사	박사	계
1차	334	97	431	60	27	87	498	259	757
2차	461	146	607	93	43	136	658	398	1,056
3차	460	179	639	83	36	119	651	382	1,033
4차	407	176	583	84	28	112	688	364	1,052
5차	450	184	634	80	24	104	681	400	1,081
6차	387	199	586	80	22	102	619	405	1,024
7차	376	207	583	68	27	95	530	337	867
8차	240	163	403	63	20	83	457	296	753
합계	3,115	1,351	4,466	611	227	838	4,782	2,841	7,623

나. 대학원생 인력양성

BK21 플러스 사업을 통한 인력양성 성과를 석·박사과정 학위 취득자 수와 진학자 및 취업자 수로 구분하여 살펴보고자 한다. 이때, 총 8개 연차 중 1차 연도부터 3차연도까지 참여 대학원생이 아닌 전체 대학원생을 바탕으로 배출실적 자료가 작성되었다. 이에 따라 실제 참여한 대학원생의 자료를 바탕으로 4차연도에서 7차연도까지의 내용을 정리하였다.

(1) 석·박사과정 학위 취득자 수

BK21 플러스 사업에 참여한 석·박사과정 대학원생 중 학위를 취득한 자는 연차별로 다음과 같다. 4차연도에서 7차연도까지 석사 24,497명, 박사 11,858명으로 총 36,355명이 학위를 취득하였다. 연평균으로 살펴보면 석사 6,124명, 박사 2,965명으로 연평균 총 9,089명이 학위를 받았다.

〈표 II-16〉 BK21+사업 연차별 석·박사과정 학위취득자 수

(단위: 명)

구분	4차	5차	6차	7차	합계
석사학위	6,450	6,371	5,964	5,712	24,497
박사학위	2,465	2,951	3,113	3,329	11,858
합계	8,915	9,322	9,077	9,041	36,355

석·박사과정 학위취득자 수를 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 석사 186명, 연평균 박사 145명으로 총 연평균 331명이 학위를 취득하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 석사 5,487명, 연평균 박사 2,743명으로 총 연평균 8,230명이 학위를 받았다. 특화전문인재양성사업은 연평균 석사 452명, 연평균 박사 76명으로 총 연평균 528명이다.

〈표 II-17〉 BK21+사업 유형별 석·박사과정 학위취득자 수

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
글로벌	석사	201	209	174	159	743
	박사	136	134	143	168	581
	전체	337	343	317	327	1,324
미래	석사	5,771	5,645	5,371	5,161	21,948
	박사	2,282	2,745	2,876	3,070	10,973
	전체	8,053	8,390	8,247	8,231	32,921
특화	석사	478	517	419	392	1,806
	박사	47	72	94	91	304
	전체	525	589	513	483	2,110

다음으로, 사업 분야별로 석·박사과정 학위취득자 수를 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업의 경우에는, 과학·기술 분야 연평균 석사 4,624명, 연평균 박사 2,511명으로 총 연평균 7,134명이 학위를 취득하였다. 인문·사회·예술 분야는 연평균 석사 863명, 연평균 박사 233명으로 총 연평균 1,096명이 학위를 받았다.

구체적으로, 과학·기술 분야에서 자연과학 연평균 석사 742명, 박사 523명이, 공학 연평균 석사 2,544명, 박사 1,385명이, 의약학 연평균 석사 436명, 박사 271명이, 농·생명·해양·수산이 연평균 석사 450명, 박사 156명이, 과학·기술 융합 연평균 석사 453명, 박사 176명이 학위를 취득하였다. 인문·사회·예술 분야에서 인문학 연평균 석사 134명, 박사 55명이, 사회과학 연평균 석사 589명, 박사 148명이, 디자인·영상 연평균 석사 67명, 박사 10명이, 인문·사회 융합 연평균 석사 73명, 박사 21명이 학위를 받았다.

〈표 II-18〉 BK21+사업 분야별 석·박사과정 학위취득자 수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 명)

대분야	분야	구분	4차	5차	6차	7차	합계
과학 기술	자연 과학	석사	779	702	726	759	2,966
		박사	405	519	559	609	2,092
		전체	1,184	1,221	1,285	1,368	5,058
	공학	석사	2,727	2,698	2,502	2,249	10,176
		박사	1,178	1,409	1,389	1,563	5,539
		전체	3,905	4,107	3,891	3,812	15,715
	의약학	석사	457	437	413	435	1,742
		박사	244	275	297	266	1,082
		전체	701	712	710	701	2,824
	농생명 수산해양	석사	464	477	450	410	1,801
		박사	148	157	157	162	624
		전체	612	634	607	572	2,425
	과학기술 융합	석사	484	456	421	449	1,810
		박사	136	166	184	219	705
		전체	620	622	605	668	2,515
소계	석사	4,911	4,770	4,512	4,302	18,495	
	박사	2,111	2,526	2,586	2,819	10,042	
	전체	7,022	7,296	7,098	7,121	28,537	
인문 사회 예술	인문학	석사	141	141	138	117	537
		박사	32	46	76	64	218
		전체	173	187	214	181	755
	사회 과학	석사	581	581	587	608	2,357
		박사	119	144	178	149	590
		전체	700	725	765	757	2,947
	디자인 영상	석사	66	61	75	65	267
		박사	4	6	13	17	40
		전체	70	67	88	82	307
	인문사회 융합	석사	72	92	59	69	292
		박사	16	23	23	21	83
		전체	88	115	82	90	375
소계	석사	860	875	859	859	3,453	
	박사	171	219	290	251	931	
	전체	1,031	1,094	1,149	1,110	4,384	

특화전문인재양성사업의 경우에는, 인문·사회 특화는 연평균 석사 163명, 박사 24명으로 총 298명이 학위를 취득하였다. 예술 특화는 연평균 석사 66명, 박사 8명으로 총 103명이 학위를 받았다. 과학·기술 특화는 연평균 석사 397명, 박사 75명으로 총 472명이다.

〈표 II-19〉 BK21+사업 분야별 석·박사과정 학위취득자 수(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
인문 사회	석사	152	197	146	155	650
	박사	15	14	29	38	96
	전체	167	211	175	193	746
예술	석사	45	38	42	39	164
	박사	4	5	6	5	20
	전체	49	43	48	44	184
과학 기술	석사	281	282	231	198	992
	박사	28	53	59	48	188
	전체	309	335	290	246	1,180

(2) 국내·외 진학자

BK21 플러스 사업에 참여한 석·박사과정 대학원생 중 국내·외 진학자 수는 연차별로 다음과 같다. 4차연도에서 7차연도까지 국내 진학자 4,714명, 국외 진학자 746명으로 총 5,460명이 국내·외 대학원에 진학하였다. 연평균으로 살펴보면 국내 진학 1,179명, 국외 진학 187명으로 연평균 총 1,365명이 진학한 것으로 나타났다.

〈표 II-20〉 BK21+사업 연차별 국내·외 진학자 수

(단위: 명)

구분	4차	5차	6차	7차	합계
국내	1,295	1,139	1,185	1,095	4,714
국외	290	152	184	120	746
합계	1,585	1,291	1,369	1,215	5,460

국내·외 진학자 수를 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 국내 진학 45명, 연평균 국외 진학 5명으로 총 연평균 49명이 진학하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 국내 진학 1,064명, 연평균 국외 진학 178명으로 총 연평균 1,242명이 진학을 선택하였다. 특화전문인재양성사업은 연평균 국내 진학 70명, 연평균 국외 진학 4명으로 총 연평균 74명이다.

〈표 II-21〉 BK21+사업 유형별 국내·외 진학자 수

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
글로벌	국내	59	51	36	33	179
	국외	6	5	4	3	18
	전체	65	56	40	36	197
미래	국내	1,168	1,006	1,080	1,003	4,257
	국외	277	143	178	113	711
	전체	1,445	1,149	1,258	1,116	4,968
특화	국내	68	82	69	59	278
	국외	7	4	2	4	17
	전체	75	86	71	63	295

다음으로, 사업 분야별로 국내·외 진학자 수를 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업의 경우에는, 과학·기술 분야 연평균 국내 진학 884명, 연평균 국외 진학 131명으로 총 연평균 1,015명이 진학하였다. 인문·사회·예술 분야는 연평균 국내 진학 180명, 연평균 국외 진학 47명으로 총 연평균 227명이 진학을 선택하였다.

구체적으로, 과학·기술 분야에서 자연과학 연평균 국내 진학 137명, 국외 진학 28명이, 공학 연평균 국내 진학 512명, 국외 진학 68명이, 의약학 연평균 국내 진학 65명, 국외 진학 7명이, 농·생명·해양·수산이 연평균 국내 진학 73명, 국외 진학 11명이, 과학·기술 융합 연평균 국내 진학 98명, 국외 진학 18명이 진학하였다. 인문·사회·예술 분야에서 인문학 연평균 국내 진학 57명, 국외 진학 7명이, 사회과학 연평균 국내 진학 95명, 국외 진학 39명이, 디자인·영상 연평균 국내 진학 14명, 국외 진학 1명이, 인문·사회 융합 연평균 국내 진학 15명, 국외 진학 1명이 진학을 선택하였다.

〈표 II-22〉 BK21+사업 분야별 국내·외 진학자 수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 명)

대분야	분야	구분	4차	5차	6차	7차	합계
과학 기술	자연 과학	국내	144	115	139	151	549
		국외	42	23	31	16	112
		전체	186	138	170	167	661
	공학	국내	577	504	498	469	2,048
		국외	100	60	68	42	270
		전체	677	564	566	511	2,318
	의약학	국내	72	61	62	63	258
		국외	17	3	6	1	27
		전체	89	64	68	64	285
	농생명 수산해양	국내	86	69	71	65	291
		국외	16	7	9	10	42
		전체	102	76	80	75	333
	과학기술 융합	국내	85	84	103	119	391
		국외	29	9	20	13	71
		전체	114	93	123	132	462
소계	국내	964	833	873	867	3,537	
	국외	204	102	134	82	522	
	전체	1,168	935	1,007	949	4,059	
인문 사회 예술	인문학	국내	66	58	62	41	227
		국외	13	5	7	2	27
		전체	79	63	69	43	254
	사회 과학	국내	115	86	108	69	378
		국외	58	33	36	28	155
		전체	173	119	144	97	533
	디자인 영상	국내	5	13	27	11	56
		국외	0	1	0	1	2
		전체	5	14	27	12	58
	인문사회 융합	국내	18	16	10	15	59
		국외	2	2	1	0	5
		전체	20	18	11	15	64
소계	국내	204	173	207	136	720	
	국외	73	41	44	31	189	
	전체	277	214	251	167	909	

특화전문인재양성사업의 경우에는, 인문·사회 특화는 연평균 국내 진학 22명, 국외 진학 1명으로 총 23명이 진학을 하였다. 예술 특화는 연평균 국내 진학 3명, 과학·기술 특화는 연평균 국내 진학 46명, 국외 진학 3명으로 총 48명이다.

〈표 II-23〉 BK21+사업 분야별 국내·외 진학자 수(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
인문 사회	국내	20	25	28	13	86
	국외	1	2	1	1	5
	전체	21	27	29	14	91
예술	국내	2	2	3	3	10
	국외	1	0	0	0	1
	전체	3	2	3	3	11
과학 기술	국내	46	55	38	43	182
	국외	5	2	1	3	11
	전체	51	57	39	46	193

(3) 취업자 수

BK21 플러스 사업에 참여한 석·박사과정 대학원생 중 취업자는 연차별로 다음과 같다. 4차 연도에서 7차연도까지 석사 11,767명, 박사 9,185명으로 총 20,952명이 취업하였다. 연평균으로 살펴보면 석사 2,942명, 박사 2,296명으로 연평균 총 5,238명이 취업한 것으로 나타났다.

〈표 II-24〉 BK21+사업 연차별 취업자 수

(단위: 명)

구분	4차	5차	6차	7차	합계
석사	2,434	3,507	3,098	2,728	11,767
박사	1,717	2,213	2,671	2,584	9,185
합계	4,151	5,720	5,769	5,312	20,952

취업자 수를 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 석사 80명, 연평균 박사 107명으로 총 연평균 187명이 취업하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 석사 2,665명, 연평균 박사 2,136명

으로 총 연평균 4,800명이 취직을 하였다. 특화전문인재양성사업은 연평균 석사 198명, 연평균 박사 54명으로 총 연평균 252명이다.

〈표 II-25〉 BK21+사업 유형별 취업자 수

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
글로벌	석사	57	96	77	88	318
	박사	82	109	126	111	428
	전체	139	205	203	199	746
미래	석사	2,228	3,147	2,816	2,467	10,658
	박사	1,599	2,059	2,479	2,405	8,542
	전체	3,827	5,206	5,295	4,872	19,200
특화	석사	149	264	205	173	791
	박사	36	45	66	68	215
	전체	185	309	271	241	1,006

다음으로, 사업 분야별로 취업자 수를 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업의 경우에는, 과학·기술 분야 연평균 석사 2,362명, 연평균 박사 1,985명으로 총 연평균 4,346명이 취업하였다. 인문·사회·예술 분야는 연평균 석사 303명, 연평균 박사 151명으로 총 연평균 454명이 취직을 하였다.

구체적으로, 과학·기술 분야에서 자연과학 연평균 석사 342명, 박사 407명이, 공학 연평균 석사 1,366명, 박사 1,129명이, 의약학 연평균 석사 231명, 박사 213명이, 농·생명·해양·수산이 연평균 석사 209명, 박사 109명이, 과학·기술 융합 연평균 석사 214명, 박사 127명이 취업하였다. 인문·사회·예술 분야에서 인문학 연평균 석사 27명, 박사 31명이, 사회과학 연평균 석사 214명, 박사 101명이, 디자인·영상 연평균 석사 34명, 박사 8명이, 인문·사회 융합 연평균 석사 28명, 박사 12명이 취직을 하였다.

〈표 II-26〉 BK21+사업 분야별 취업자 수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 명)

대분야	분야	구분	4차	5차	6차	7차	합계
과학 기술	자연 과학	석사	275	415	339	338	1,367
		박사	270	374	510	472	1,626
		전체	545	789	849	810	2,993
	공학	석사	1,167	1,621	1,444	1,232	5,464
		박사	905	1,096	1,295	1,220	4,516
		전체	2,072	2,717	2,739	2,452	9,980
	의약학	석사	193	247	238	247	925
		박사	166	211	249	227	853
		전체	359	458	487	474	1,778
	농생명 수산해양	석사	164	244	238	189	835
		박사	88	110	121	117	436
		전체	252	354	359	306	1,271
	과학기술 융합	석사	164	271	243	177	855
		박사	82	130	140	155	507
		전체	246	401	383	332	1,362
소계	석사	1,963	2,798	2,502	2,183	9,446	
	박사	1,511	1,921	2,315	2,191	7,938	
	전체	3,474	4,719	4,817	4,374	17,384	
인문 사회 예술	인문학	석사	23	35	30	21	109
		박사	16	20	22	64	122
		전체	39	55	52	85	231
	사회 과학	석사	190	229	220	217	856
		박사	58	103	121	122	404
		전체	248	332	341	339	1,260
	디자인 영상	석사	30	48	31	26	135
		박사	9	4	4	14	31
		전체	39	52	35	40	166
	인문사회 융합	석사	22	37	33	20	112
		박사	5	11	17	14	47
		전체	27	48	50	34	159
소계	석사	265	349	314	284	1,212	
	박사	88	138	164	214	604	
	전체	353	487	478	498	1,816	

특화전문인재양성사업의 경우에는, 인문·사회 특화는 연평균 석사 51명, 박사 13명으로 총 64명이 취직을 하였다. 예술 특화는 연평균 석사 17명, 박사 3명으로 총 19명이 취업하였다. 과학·기술 특화는 연평균 석사 130명, 박사 38명으로 총 168명이다.

〈표 II-27〉 BK21+사업 분야별 취업자 수(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	구분	4차	5차	6차	7차	합계
인문 사회	석사	46	55	57	47	205
	박사	5	9	15	22	51
	전체	51	64	72	69	256
예술	석사	13	24	14	15	66
	박사	3	3	3	2	11
	전체	16	27	17	17	77
과학 기술	석사	90	185	134	111	520
	박사	28	33	48	44	153
	전체	118	218	182	155	673

다. 대학원생 학술대회 발표실적

BK21 플러스 사업을 통한 국내 및 국제 학술대회 발표실적을 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리한다. 연차별 국내 및 국제 학술대회 발표실적은 다음과 같다. 총 학술대회 발표 실적은 254,948건으로, 국내 학술대회 발표 153,005건, 국제 학술대회 발표 101,943건이다. 다른 연차에 비해 8차연도의 실적이 적은 이유는 COVID-19로 인한 영향으로 판단된다.

〈표 II-28〉 BK21+사업 연차별 대학원생 국내 및 국제 학술대회 발표실적

(단위: 건)

구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
국내	10,243	23,560	23,930	23,826	23,666	23,226	19,910	4,644	153,005
국제	5,463	15,954	17,279	16,885	17,158	15,217	12,755	1,232	101,943
합계	15,706	39,514	41,209	40,711	40,824	38,443	32,665	5,876	254,948

국내 및 국제 학술대회 발표실적을 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리하면 다음과 같다.

〈표 II-29〉 BK21+사업 사업 유형별 국내 및 국제 학술대회 발표실적

(단위: 건)

유형	글로벌			미래			특화		
	국내	국제	계	국내	국제	계	국내	국제	계
1차	372	210	582	9,524	5,140	14,664	347	113	460
2차	905	753	1,658	21,433	14,580	36,013	1,222	621	1,843
3차	852	936	1,788	21,913	15,620	37,533	1,165	723	1,888
4차	827	786	1,613	21,957	15,394	37,351	1,042	705	1,747
5차	783	753	1,536	21,849	15,596	37,445	1,034	809	1,843
6차	810	615	1,425	21,376	14,000	35,376	1,040	602	1,642
7차	673	522	1,195	18,227	11,707	29,934	1,010	526	1,536
8차	121	35	156	4,313	1,146	5,459	210	51	261
합계	5,343	4,610	9,953	140,592	93,183	233,775	7,070	4,150	11,220

다음으로, 사업 분야별로 정리하면 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 과학·기술과 인문·사회·예술의 대분야로 나누어 살펴본 내용을 각각 〈표 II-30〉과 〈표 II-31〉에 제시하였다. 또한, 특화전문인재양성사업에 대하여 〈표 II-32〉에 세부 분야별로 정리하였다.

〈표 II-30〉 BK21+사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)

(단위: 건)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
자연과학	국내	1,567	3,425	3,643	3,373	3,308	3,479	3,093	596	22,484
	국제	814	2,145	2,602	2,346	2,212	2,086	1,839	114	14,158
	전체	2,381	5,570	6,245	5,719	5,520	5,565	4,932	710	36,642
공학	국내	5,045	11,285	11,259	12,053	11,973	11,711	9,830	2,573	75,729
	국제	2,926	7,350	7,747	7,929	8,185	7,380	6,123	641	48,281
	전체	7,971	18,635	19,006	19,982	20,158	19,091	15,953	3,214	124,010
의약학	국내	1,028	1,814	2,051	1,726	1,761	1,439	1,344	90	11,253
	국제	377	1,268	1,304	1,378	1,361	1,202	1,042	60	7,992
	전체	1,405	3,082	3,355	3,104	3,122	2,641	2,386	150	19,245
농생명 수산업	국내	693	1,764	1,739	1,631	1,598	1,606	1,339	409	10,779
	국제	327	1,100	1,030	984	1,053	926	783	90	6,293
	전체	1,020	2,864	2,769	2,615	2,651	2,532	2,122	499	17,072
과학기술 융합	국내	693	1,710	1,680	1,718	1,694	1,639	1,353	315	10,802
	국제	417	1,276	1,359	1,375	1,315	1,165	852	106	7,865
	전체	1,110	2,986	3,039	3,093	3,009	2,804	2,205	421	18,667
합계	국내	9,026	19,998	20,372	20,501	20,334	19,874	16,959	3,983	131,047
	국제	4,861	13,139	14,042	14,012	14,126	12,759	10,639	1,011	84,589
	전체	13,887	33,137	34,414	34,513	34,460	32,633	27,598	4,994	215,636

〈표 II-31〉 BK21+사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(미래기반창의인재양성사업-인문·사회·예술 분야)

(단위: 건)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
인문학	국내	57	209	228	175	220	202	233	66	1,390
	국제	51	320	355	256	309	294	260	13	1,858
	전체	108	529	583	431	529	496	493	79	3,248
사회과학	국내	286	855	983	983	1,001	981	808	207	6,104
	국제	180	815	973	885	880	715	668	91	5,207
	전체	466	1,670	1,956	1,868	1,881	1,696	1,476	298	11,311
디자인 영상	국내	54	187	144	134	114	166	124	50	973
	국제	21	105	111	95	131	97	62	18	640
	전체	75	292	255	229	245	263	186	68	1,613
인문사회 융합	국내	101	184	186	164	180	153	103	7	1,078
	국제	27	201	139	146	150	135	78	13	889
	전체	128	385	325	310	330	288	181	20	1,967
합계	국내	498	1,435	1,541	1,456	1,515	1,502	1,268	330	9,545
	국제	279	1,441	1,578	1,382	1,470	1,241	1,068	135	8,594
	전체	777	2,876	3,119	2,838	2,985	2,743	2,336	465	18,139

〈표 II-32〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 학술대회 발표실적(특화전문인재양성사업)

(단위: 건)

유형 구분	인문·사회			예술			과학·기술		
	국내	국제	계	국내	국제	계	국내	국제	계
1차	47	3	50	5	6	11	295	104	399
2차	237	99	336	76	47	123	909	475	1,384
3차	251	148	399	103	79	182	811	496	1,307
4차	245	178	423	23	38	61	774	489	1,263
5차	251	208	459	34	32	66	749	569	1,318
6차	264	169	433	76	24	100	700	409	1,109
7차	238	174	412	35	18	53	737	334	1,071
8차	58	15	73	9	5	14	143	31	174
합계	1,591	994	2,585	361	249	610	5,118	2,907	8,025

라. 대학원생 논문실적

(1) 총논문편수 및 총환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 대학원생 논문실적 중 총논문편수와 총환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 총논문편수 및 총환산편수는 다음과 같다. 총논문편수는 95,772건, 총환산편수는 32,322건이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 총논문편수는 14,009건이며, 연평균 총환산편수는 4,645건이다.

〈표 II-33〉 BK21+사업 사업 연차별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

구분	총논문편수	총환산편수
1차	5,671	1,664
2차	14,118	4,625
3차	14,277	4,871
4차	13,175	3,878
5차	15,986	5,445
6차	13,558	4,048
7차	12,938	5,006
8차	6,049	2,785
합계	95,772	32,322

총논문편수 및 총환산편수를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-34〉 BK21+사업 사업 유형별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

유형	글로벌		미래		특화	
	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수
1차	331	90	5,228	1,539	112	35
2차	791	224	12,975	4,276	352	125
3차	716	209	13,207	4,528	354	134
4차	675	160	12,113	3,587	387	130
5차	726	199	14,750	5,063	510	184
6차	662	157	12,488	3,750	408	141
7차	523	133	12,048	4,734	367	139
8차	273	62	5,639	2,676	137	47
합계	4,697	1,234	88,448	30,153	2,627	936

다음으로, 총논문편수 및 총환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반 창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 〈표 II-35〉에 제시하였다. 또한, 특화전문인재양성 사업을 세부 분야로 구분하여 정리한 내용을 〈표 II-36〉에 담았다.

〈표 II-35〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 총논문편수 및 총환산편수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 건)

대분야	분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학기술	자연과학	총논문편수	1,053	2,439	2,371	2,170	2,697	2,408	2,228	1,075	16,441
		총환산편수	262	676	634	516	680	529	271	4,097	
	공학	총논문편수	2,580	6,076	5,897	5,538	6,518	5,657	2,742	40,578	
		총환산편수	822	2,114	2,112	1,724	2,297	1,798	1,793	15,325	
	의학	총논문편수	607	1,502	1,586	1,548	1,658	1,454	1,296	558	10,209
		총환산편수	132	357	379	316	404	308	296	113	2,305
	농생명 수산업	총논문편수	395	980	1,046	962	1,178	981	916	483	6,941
		총환산편수	101	276	309	225	343	260	263	135	1,912
	과학기술융합	총논문편수	414	1,009	1,020	935	1,129	967	402	6,753	
		총환산편수	123	311	314	268	373	285	125	2,072	
소계	총논문편수	5,049	12,006	11,920	11,153	13,180	11,467	10,887	5,260	80,922	
	총환산편수	1,441	3,734	3,748	3,049	4,096	3,179	4,026	2,438	25,712	
인문 사회 예술헌	인문학	총논문편수	27	141	200	94	298	40	175	34	1,009
		총환산편수	21	123	185	87	251	29	149	33	878
	사회과학	총논문편수	104	571	834	637	985	758	803	275	4,967
		총환산편수	54	285	440	320	533	412	444	154	2,642
	디자인영상	총논문편수	22	135	113	97	92	80	26	660	
		총환산편수	11	67	74	57	57	46	61	20	393
	인문사회융합	총논문편수	26	122	140	132	195	143	88	44	890
		총환산편수	11	67	81	75	126	83	53	32	528
	소계	총논문편수	179	969	1,287	960	1,570	1,021	1,161	379	7,526
		총환산편수	98	542	780	539	967	570	707	238	4,441

〈표 II-36〉 BK21+사업 사업 분야별 대학원생 총논문편수 및 총합산편수(특화전문인재양성사업)

(단위: 건)

유형	인문·사회		예술		과학·기술	
	총논문편수	총합산편수	총논문편수	총합산편수	총논문편수	총합산편수
1차	6	4	0	0	106	30
2차	81	44	19	10	252	71
3차	81	38	33	20	240	76
4차	88	51	12	7	287	72
5차	160	86	7	4	343	94
6차	125	57	20	14	263	70
7차	122	70	12	4	233	66
8차	26	13	6	2	105	32
합계	689	362	109	62	1,829	511

(2) 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)

BK21 플러스 사업을 통한 대학원생 논문실적 중 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 논문 IF는 다음과 같다.

〈표 II-37〉 BK21+사업 연차별 대학원생 논문 IF

(단위: 점)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
17,707.46	43,320.98	44,430.52	49,880.47	58,086.28	57,024.43	53,724.00	27,083.06	351,257.20

대학원생 논문 IF를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-38〉 BK21+사업 사업 유형별 대학원생 논문 IF

(단위: 점)

유형	글로벌	미래
1차	1,565.73	16,141.73
2차	4,090.54	39,230.44
3차	4,160.91	40,269.61
4차	4,519.89	45,360.58
5차	4,805.72	53,280.56
6차	4,849.54	52,174.89
7차	3,828.37	49,895.64
8차	1,968.05	25,115.01
합계	29,788.73	321,468.46

다음으로, 논문 IF를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 <표 II-39>에 제시하였다.

<표 II-39> BK21+사업 사업 분야별 대학원생 논문 IF

(단위: 점)

분야	자연과학	공학	의약학	농생명해양수산	과학기술융합
1차	4,591.05	7,384.57	1,872.48	1,056.23	1,237.42
2차	10,346.07	18,185.92	4,822.64	2,599.02	3,276.79
3차	11,110.55	18,250.46	5,177.46	2,583.42	3,147.73
4차	10,782.53	22,481.38	5,580.55	2,717.02	3,799.11
5차	13,557.38	25,899.76	6,109.70	3,336.37	4,377.36
6차	13,288.31	26,072.25	5,821.29	2,842.54	4,150.51
7차	12,216.75	25,461.37	5,287.33	2,998.56	3,931.63
8차	6,093.35	13,220.11	2,348.29	1,618.84	1,834.42
합계	81,985.99	156,955.82	37,019.73	19,751.99	25,754.96

(3) 인문·사회·예술 분야 국제논문환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 대학원생 논문실적 중 인문·사회·예술 분야 국제논문환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 국제논문환산편수는 다음과 같다.

<표 II-40> BK21+사업 연차별 국제논문환산편수

(단위: 건)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
36.93	195.79	251.47	220.55	350.93	222.97	270.34	131.81	1,680.80

대학원생 국제논문환산편수를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

<표 II-41> BK21+사업 사업 유형별 대학원생 논문 IF

(단위: 건)

유형	미래	특화
1차	33.98	2.95
2차	179.99	15.80
3차	240.15	11.32
4차	194.94	25.61
5차	324.01	26.92
6차	196.92	26.05
7차	241.32	29.02
8차	121.91	9.90
합계	1,533.23	147.57

다음으로, 국제논문환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재 양성사업을 세부 분야로 구분하여 <표 II-42>에 제시하였다. 특화전문인재양성사업의 세부 분야별로 국제논문환산편수를 <표 II-43>에 담았다.

<표 II-42> BK21+사업 사업 분야별 대학원생 국제논문환산편수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 건)

분야	인문학	사회과학	디자인·영상	인문사회융합
1차	3.80	16.42	7.70	6.06
2차	17.58	92.39	44.12	25.90
3차	20.50	130.80	46.55	42.30
4차	18.50	89.97	39.38	47.09
5차	28.62	172.75	42.27	80.37
6차	6.75	112.24	32.00	45.93
7차	19.28	154.95	35.20	31.88
8차	3.50	76.63	16.43	25.35
합계	118.54	846.14	263.65	304.89

<표 II-43> BK21+사업 사업 분야별 대학원생 국제논문환산편수(특화전문인재양성사업)

(단위: 건)

분야	인문·사회	예술
1차	2.95	0.00
2차	15.40	0.40
3차	9.40	1.92
4차	19.75	5.86
5차	23.07	3.86
6차	14.35	11.70
7차	27.45	1.57
8차	9.02	0.88
합계	121.40	26.18

3 연구성과

가. 신진연구인력 현황

BK21 플러스 사업에 참여한 신진연구인력 현황을 사업 유형별, 사업 분야별로 정리해 보았다. 사업 유형별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 130명이 참여하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 1,503명의 인력이 지원되었다. 마지막으로 특화전문인재양성사업은 연평균 17명이다.

〈표 II-44〉 BK21+사업 사업 유형별 인력지원(신진연구인력) 현황

(단위: 명)

유형	글로벌			미래			특화		
	계약	박사후	전체	계약	박사후	전체	계약	박사후	전체
1차	34	52	86	410	662	1,072	1	0	1
2차	52	113	165	586	1,159	1,745	8	1	9
3차	49	107	156	587	1,139	1,726	10	2	12
4차	55	87	142	562	1,135	1,697	15	7	22
5차	44	82	126	472	890	1,362	14	7	21
6차	42	96	138	524	1,120	1,644	16	11	27
7차	41	88	129	500	1,115	1,615	15	8	23
8차	32	62	94	333	830	1,163	14	6	20
합계	349	687	1,036	3,974	8,050	12,024	93	42	135

신진연구인력 현황을 사업 분야별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 먼저, 미래기반창의인재양성 사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 과학·기술 분야는 연평균 1,246명이 참여하였다. 구체적으로 살펴보면, 자연과학 연평균 300명이, 공학 연평균 586명이, 의약학 연평균 167명이, 농·생명·해양·수산 연평균 105명이, 과학·기술 융합 연평균 88명이 참여하였다.

인문·사회·예술 분야는 연평균 257명의 신진연구인력이 지원되었다. 구체적으로, 인문학 연평균 80명, 사회과학 연평균 144명, 디자인·영상 연평균 12명, 인문·사회 융합 연평균 21명이다.

〈표 II-45〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
자연과학	계약	56	86	99	92	75	83	82	52	625
	박사후	136	269	265	253	191	248	234	177	1,773
	진체	192	355	364	345	266	331	316	229	2,398
공학	계약	139	216	194	184	146	171	162	101	1,313
	박사후	235	483	501	484	380	464	477	349	3,373
	진체	374	699	695	668	526	635	639	450	4,686
의약학	계약	46	67	61	71	61	70	62	48	486
	박사후	90	127	103	117	95	109	122	90	853
	진체	136	194	164	188	156	179	184	138	1,339
농생명 수산업	계약	32	43	56	57	53	38	41	27	347
	박사후	48	64	72	66	55	79	62	43	489
	진체	80	107	128	123	108	117	103	70	836
과학기술 융합	계약	21	35	35	33	26	24	25	16	215
	박사후	44	65	65	66	49	74	71	58	492
	진체	65	100	100	99	75	98	96	74	707
합계	계약	294	447	445	437	361	386	372	244	2,986
	박사후	553	1,008	1,006	986	770	974	966	717	6,980
	진체	847	1,455	1,451	1,423	1,131	1,360	1,338	961	9,966

〈표 II-46〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(미래기반창의인재양성사업-인문·사회·예술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
인문학	계약	44	49	54	44	38	46	47	32	354
	박사후	25	32	30	45	39	42	41	32	286
	전체	69	81	84	89	77	88	88	64	640
사회과학	계약	55	64	70	67	64	78	71	49	518
	박사후	65	96	90	85	66	85	86	64	637
	전체	120	160	160	152	130	163	157	113	1,155
디자인 영상	계약	5	12	9	11	6	8	4	4	59
	박사후	4	4	3	4	3	8	6	6	38
	전체	9	16	12	15	9	16	10	10	97
인문사회 융합	계약	12	14	9	3	3	6	6	4	57
	박사후	15	19	10	15	12	11	16	11	109
	전체	27	33	19	18	15	17	22	15	166
합계	계약	116	139	142	125	111	138	128	89	988
	박사후	109	151	133	149	120	146	149	113	1,070
	전체	225	290	275	274	231	284	277	202	2,058

다음으로, 특화전문인재양성사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 인문·사회 특화는 연평균 8명이 참여하였다. 예술 특화는 신진연구인력이 지원되지 않았다. 과학·기술 특화는 연평균 9명이다.

〈표 II-47〉 BK21+사업 사업 분야별 인력지원(신진연구인력) 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회			예술			과학·기술		
	계약	박사후	전체	계약	박사후	전체	계약	박사후	전체
1차	0	0	0	0	0	0	1	0	1
2차	3	0	3	0	0	0	5	1	6
3차	5	0	5	0	0	0	5	2	7
4차	6	3	9	0	0	0	9	4	13
5차	10	2	12	0	0	0	4	5	9
6차	9	4	13	0	0	0	7	7	14
7차	6	4	10	0	0	0	9	4	13
8차	6	4	10	0	0	0	8	2	10
합계	45	17	62	0	0	0	48	25	73

나. 신진연구인력 논문실적

(1) 총논문편수 및 총환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 신진연구인력 논문실적 중 총논문편수와 총환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 총논문편수 및 총환산편수는 다음과 같다. 총논문편수는 19,136건, 총환산편수는 4,888건이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 총논문편수는 2,870건이며, 연평균 총환산편수는 739건이다.

〈표 II-48〉 BK21+사업 사업 연차별 신진연구인력 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

구분	총논문편수	총환산편수
1차	691	187
2차	2,542	705
3차	2,668	721
4차	2,820	677
5차	3,705	930
6차	2,798	709
7차	2,687	691
8차	1,225	268
합계	19,136	4,888

총논문편수 및 총환산편수를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-49〉 BK21+사업 사업 유형별 신진연구인력 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

구분	글로벌		미래	
	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수
1차	44	12	647	175
2차	168	35	2,374	669
3차	146	39	2,522	682
4차	183	38	2,637	638
5차	231	48	3,474	882
6차	173	31	2,625	677
7차	153	27	2,534	664
8차	68	9	1,157	259
합계	1,166	241	17,970	4,647

다음으로, 총논문편수 및 총환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반 창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 신진연구인력의 논문실적을 〈표 II-50〉에 제시하였다.

〈표 II -50〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 총노문편수 및 총환산편수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 건)

대분야	분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학기술	자연과학	총노문편수	124	513	540	624	847	577	546	254	4,025
		총환산편수	29	103	103	100	138	110	89	37	710
		총노문편수	270	955	961	1007	1390	1101	1017	497	7,198
	공학	총환산편수	74	248	257	247	352	277	245	117	1,817
		총노문편수	80	265	316	392	445	349	366	147	2,360
		총환산편수	13	48	53	67	84	58	69	28	421
	의약학	총노문편수	89	216	291	259	373	271	214	118	1,831
		총환산편수	17	45	63	53	75	51	43	20	367
		총노문편수	35	128	157	157	178	142	133	68	998
	농생명수산 해양	총환산편수	9	33	34	35	41	35	29	15	231
		총노문편수	598	2077	2265	2439	3233	2440	2276	1084	16,412
		총환산편수	143	478	510	502	690	532	474	217	3,545
인문 사회 예술	인문학	총노문편수	0	29	16	17	47	26	40	13	188
		총환산편수	0	25	16	17	47	25	38	9	176
		총노문편수	40	226	191	140	160	134	196	49	1,136
	사회과학	총환산편수	30	143	138	98	127	107	139	26	808
		총노문편수	0	18	23	5	0	3	4	2	55
		총환산편수	0	7	6	1	0	1	4	1	20
	디자인영상	총노문편수	9	24	27	36	34	22	18	9	179
		총환산편수	3	17	11	22	18	13	9	6	99
		총노문편수	49	297	257	198	241	185	258	73	1,558
	인문사회융합	총환산편수	32	192	172	137	192	145	190	42	1,102
		총노문편수									
		총환산편수									
소계	총노문편수										
	총환산편수										

(2) 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)

BK21 플러스 사업을 통한 신진연구인력 논문실적 중 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 논문 IF는 다음과 같다.

〈표 II-51〉 BK21+사업 연차별 신진연구인력 논문 IF

(단위: 점)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
2,009.83	7,657.31	8,313.76	10,824.59	14,809.44	12,053.22	11,292.09	5,470.13	72,430.37

신진연구인력 논문 IF를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-52〉 BK21+사업 사업 유형별 신진연구인력 논문 IF

(단위: 점)

유형	글로벌	미래
1차	228.10	1,781.73
2차	774.03	6,883.28
3차	696.96	7,616.80
4차	1,041.86	9,782.73
5차	1,391.36	13,418.08
6차	1,062.12	10,991.09
7차	925.17	10,366.92
8차	427.58	5,042.55
합계	6,547.17	65,883.18

다음으로, 논문 IF를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 〈표 II-53〉에 제시하였다.

〈표 II-53〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 논문 IF

(단위: 점)

분야	자연과학	공학	의약학	농생명해양수산	과학기술융합
1차	501.55	721.07	244.47	208.45	106.18
2차	2,190.55	2,836.39	952.93	493.99	409.42
3차	2,305.98	3,067.64	1,186.44	556.08	500.67

분야	자연과학	공학	의약학	농생명해양수산	과학기술융합
4차	2,857.73	4,188.87	1,462.13	641.33	632.67
5차	4,053.15	5,867.92	1,754.97	1,011.41	730.64
6차	3,035.15	5,088.19	1,432.91	789.26	645.59
7차	2,872.01	4,737.86	1,467.34	691.16	598.55
8차	1,228.82	2,496.72	617.00	388.38	311.63
합계	19,044.93	29,004.66	9,118.19	4,780.05	3,935.36

(3) 인문·사회·예술 분야 국제논문환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 신진연구인력 논문실적 중 인문·사회·예술 분야 국제논문환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 국제논문환산편수는 다음과 같다.

〈표 II-54〉 BK21+사업 연차별 신진연구인력 국제논문환산편수

(단위: 건)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
20.74	91.87	82.73	65.14	80.11	80.77	68.80	28.59	518.75

다음으로, 국제논문환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재 양성사업을 세부 분야로 구분하여 〈표 II-55〉에 제시하였다.

〈표 II-55〉 BK21+사업 사업 분야별 신진연구인력 국제논문환산편수

(단위: 건)

분야	인문학	사회과학	디자인·영상	인문사회융합
1차	0.00	17.66	1.60	1.48
2차	9.55	63.56	8.40	10.36
3차	3.00	72.43	3.90	3.40
4차	3.00	48.34	0.90	12.90
5차	8.00	61.10	0.90	10.11
6차	4.25	65.92	0.63	9.98
7차	6.75	56.00	5.00	1.05
8차	4.67	18.23	0.60	5.10
합계	39.22	403.23	21.93	54.38

다. 참여교수 연구실적

(1) 총논문편수 및 총환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 참여교수 연구실적 중 총논문편수와 총환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 총논문편수 및 총환산편수는 다음과 같다. 총논문편수는 193,764건, 총환산편수는 67,429건이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 총논문편수는 27,981건이며, 연평균 총환산편수는 9,759건이다.

〈표 II-56〉 BK21+사업 사업 연차별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

구분	총논문편수	총환산편수
1차	13,555	4,588
2차	28,317	9,833
3차	27,160	9,519
4차	28,470	9,643
5차	28,435	9,696
6차	28,790	10,282
7차	26,714	9,580
8차	12,323	4,288
합계	193,764	67,429

총논문편수 및 총환산편수를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-57〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수

(단위: 건)

유형	글로벌		미래		특화	
	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수
1차	646	189	12,251	4,119	658	280
2차	1,359	369	25,281	8,704	1,677	760
3차	1,412	402	24,360	8,488	1,388	629
4차	1,535	406	25,503	8,580	1,432	657
5차	1,426	381	25,669	8,715	1,340	601
6차	1,437	894	26,047	8,761	1,306	627
7차	1,163	561	24,340	8,401	1,211	618
8차	533	139	11,264	3,881	526	268
합계	9,511	3,342	174,715	59,648	9,538	4,439

다음으로, 총논문편수 및 총환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반 창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 〈표 II-58〉에 제시하였다. 또한, 특화전문인재양성 사업을 세부 분야로 구분하여 정리한 내용을 〈표 II-59〉에 담았다.

〈표 II-58〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 건)

대분야	분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학기술	자연과학	총논문편수	2,475	4,971	4,665	4,851	4,921	5,211	4,830	2,183	34,107
		총환산편수	657	1,301	1,200	1,256	1,244	1,269	1,220	557	8,705
	공학	총논문편수	5,025	10,111	9,679	10,247	10,435	10,406	10,102	4,912	70,917
		총환산편수	1,666	3,369	3,275	3,314	3,347	3,323	3,219	1,589	23,102
	의학학	총논문편수	1,539	3,068	3,013	3,257	3,210	3,276	2,891	1,313	21,567
		총환산편수	374	746	733	750	757	791	722	326	5,200
	농생명수산 해양	총논문편수	977	1,885	1,959	2,074	2,090	1,959	1,767	887	13,598
		총환산편수	277	533	568	578	598	573	530	263	3,919
	과학기술융 합	총논문편수	991	1,957	1,830	1,798	1,854	1,894	1,662	709	12,695
		총환산편수	294	572	556	542	563	561	514	207	3,810
	소계	총논문편수	11,007	21,992	21,146	22,227	22,510	22,746	21,252	10,004	152,884
		총환산편수	3,268	6,522	6,333	6,439	6,509	6,518	6,205	2,942	44,736
인문 사회 예술	인문학	총논문편수	123	316	309	262	341	355	409	109	2,224
		총환산편수	109	272	280	227	288	311	347	90	1,925
	사회과학	총논문편수	858	2,344	2,291	2,498	2,302	2,376	2,209	997	15,875
		총환산편수	588	1,527	1,501	1,601	1,600	1,594	1,541	720	10,671
	디자인영상	총논문편수	99	255	253	191	151	160	195	39	1,343
		총환산편수	57	145	149	116	89	95	119	30	800
	인문사회융 합	총논문편수	164	374	361	325	365	410	275	115	2,389
		총환산편수	99	237	225	196	228	242	190	98	1,516
	소계	총논문편수	1,244	3,289	3,214	3,276	3,159	3,301	3,088	1,260	21,831
		총환산편수	851	2,182	2,155	2,141	2,205	2,243	2,196	938	14,913

〈표 II-59〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 총논문편수 및 총환산편수(특화전문인재양성사업)

(단위: 건)

유형	인문·사회		예술		과학·기술	
	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수	총논문편수	총환산편수
1차	136	115	61	32	461	133
2차	513	382	184	102	980	276
3차	485	341	64	31	839	257
4차	517	353	163	88	752	216
5차	447	305	132	69	761	226
6차	489	339	156	89	661	199
7차	419	323	227	117	565	178
8차	163	132	83	48	280	88
합계	3,169	2,290	1,070	576	5,299	1,573

(2) 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)

BK21 플러스 사업을 통한 참여교수 논문실적 중 과학·기술 분야 논문 IF(Impact Factor)를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 논문 IF는 다음과 같다.

〈표 II-60〉 BK21+사업 연차별 참여교수 논문 IF

(단위: 점)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
37,005.26	77,297.73	77,474.87	93,806.84	96,728.91	105,622.20	101,539.20	49,433.13	638,908.14

참여교수 논문 IF를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-61〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 논문 IF

(단위: 점)

유형	글로벌	미래
1차	3,033.63	33,971.63
2차	6,608.34	70,689.40
3차	7,381.56	70,093.31
4차	9,102.34	84,704.50
5차	8,646.42	88,082.49

유형	글로벌	미래
6차	6,385.91	99,236.32
7차	6,473.80	95,065.38
8차	3,591.02	45,842.11
합계	51,223.02	587,685.14

다음으로, 논문 IF를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 세부 분야로 구분하여 <표 II-62>에 제시하였다.

<표 II-62> BK21+사업 사업 분야별 참여교수 논문 IF

(단위: 점)

분야	자연과학	공학	의약학	농생명해양수산	과학기술융합
1차	9,941.41	13,575.55	4,953.01	2,632.82	2,868.84
2차	20,592.46	28,551.98	10,497.83	4,901.75	6,145.38
3차	20,762.65	28,756.57	10,335.21	4,842.31	5,396.57
4차	21,712.59	38,161.35	12,444.21	5,936.03	6,450.32
5차	23,042.62	39,996.84	12,175.89	5,987.11	6,880.02
6차	26,938.74	45,421.83	13,373.12	5,746.52	7,756.12
7차	24,070.15	45,944.30	11,978.08	5,695.42	7,377.42
8차	11,362.45	22,791.23	5,359.19	2,964.29	3,364.94
합계	158,423.07	263,199.65	81,116.55	38,706.24	46,239.61

(3) 인문·사회·예술 분야 국제논문 환산편수

BK21 플러스 사업을 통한 참여교수 연구실적 중 인문·사회·예술 분야 국제논문환산편수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리하고자 한다. 연차별 국제논문환산편수는 다음과 같다.

<표 II-63> BK21+사업 연차별 참여교수 국제논문환산편수

(단위: 건)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
447.76	1,079.70	1,029.03	1,058.22	1,224.30	1,176.82	1,287.34	658.23	7,961.40

참여교수 국제논문 환산편수를 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-64〉 BK21+사업 사업 유형별 참여교수 국제논문 환산편수

(단위: 건)

유형	미래	특화
1차	388.32	59.44
2차	932.84	146.87
3차	902.03	126.99
4차	902.15	156.07
5차	1,082.37	141.93
6차	994.15	182.68
7차	1,089.71	197.63
8차	553.00	105.23
합계	6,844.57	1,116.83

다음으로, 국제논문환산편수를 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재 양성사업을 세부 분야로 구분하여 〈표 II-65〉에 제시하였다. 특화전문인재양성사업의 세부 분야별로 국제논문환산편수를 〈표 II-66〉에 담았다.

〈표 II-65〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 국제논문환산편수(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 건)

분야	인문학	사회과학	디자인·영상	인문사회융합
1차	29.44	288.09	23.45	47.34
2차	53.10	681.83	80.95	116.96
3차	42.75	676.24	68.78	114.26
4차	43.25	675.71	58.06	125.13
5차	45.08	829.62	53.06	154.60
6차	47.45	726.75	55.17	164.78
7차	65.73	826.29	63.51	134.17
8차	26.50	408.97	29.58	87.95
합계	353.30	5,113.51	432.56	945.19

〈표 II-66〉 BK21+사업 사업 분야별 참여교수 국제논문 환산편수(특화전문인재양성사업)

(단위: 건)

분야	인문·사회	예술
1차	50.47	8.97
2차	126.75	20.12
3차	117.58	9.42
4차	131.89	24.17
5차	127.22	14.70
6차	147.78	34.90
7차	152.21	45.42
8차	75.23	30.00
합계	929.13	187.70

라. 정부 연구비 수주실적

BK21 플러스 사업 기간 중 정부 연구비 수주실적을 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 정부 연구비 수주액은 총 10,328,141백만원으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 1,376,802백만원이다. 연차별로 정리한 내용은 〈표 II-67〉에 제시하였다.

〈표 II-67〉 BK21+사업 연차별 정부 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
532,391	1,280,008	1,116,321	1,291,748	1,320,067	1,702,196	1,550,469	1,534,941	10,328,141

BK21 플러스 사업의 정부 연구비 수주실적을 사업 유형별로 살펴보면 다음과 같다. 글로벌 인재양성사업은 총 513,670백만원, 미래기반창의인재양성사업은 총 9,247,370백만원, 특화전문인재양성사업은 총 567,099백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주실적을 살펴보면, 글로벌인재양성사업은 연평균 68,499백만원, 미래기반창의인재양성사업은 연평균 1,235,016백만원, 특화전문인재양성사업은 연평균 73,287백만원이다.

〈표 II-68〉 BK21+사업 사업 유형별 정부 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

유형	글로벌	미래	특화
1차	33,656	468,055	30,679
2차	64,170	1,140,360	75,479
3차	58,740	990,404	67,176
4차	67,401	1,171,134	53,213
5차	71,459	1,185,559	63,049
6차	86,740	1,549,092	66,364
7차	62,480	1,373,549	114,439
8차	69,023	1,369,217	96,700
합계	513,670	9,247,370	567,099

BK21 플러스 사업의 사업 분야별 정부 연구비 수주실적은 다음과 같다. 먼저, 미래기반창의 인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 총 8,713,017백만원, 인문·사회·예술 분야는 총 534,354백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주액을 살펴보면 과학·기술 분야는 연평균 1,174,005백만원, 인문·사회·예술 분야는 연평균 61,012백만원이다.

〈표 II-69〉 BK21+사업 사업 분야별 정부 연구비 수주실적(미레기반창의인재양성사업)

(단위: 백만원)

대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계	
과학 기술	자연과학	92,099	235,771	209,709	234,154	235,543	358,959	215,375	263,171	1,844,780	
	공학	203,181	524,398	463,407	565,134	566,672	758,555	703,811	706,019	4,491,178	
	의학학	68,328	142,486	125,517	154,645	165,300	191,294	145,210	146,350	1,139,129	
	농생명수신해양	40,795	86,181	59,531	79,930	77,255	86,529	71,284	57,820	559,326	
	과학기술융합	39,664	101,288	96,347	89,312	94,869	105,428	100,134	51,561	678,603	
	소계	444,068	1,090,124	954,510	1,123,176	1,139,638	1,500,765	1,235,813	1,224,922	8,713,017	
	인문 사회 예술	인문학	5,512	8,777	5,978	9,354	6,734	9,073	34,766	24,972	105,166
		사회과학	14,140	31,255	20,936	26,339	26,058	28,479	59,448	39,951	246,605
		디자인영상	1,289	3,993	2,776	3,809	4,603	4,451	19,625	44,887	85,434
		인문사회융합	3,046	6,211	6,204	8,457	8,526	6,323	23,898	34,485	97,148
소계	23,987	50,236	35,894	47,958	45,921	48,326	137,736	144,295	534,354		

다음으로, 특화전문인재양성사업을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 II-70〉 BK21+사업 사업 분야별 정부 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)

(단위: 백만원)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	3,789	1,650	25,241
2차	9,761	3,424	62,293
3차	10,689	3,298	53,189
4차	5,440	1,661	46,112
5차	5,709	913	56,427
6차	6,249	3,708	56,407
7차	15,092	19,675	79,672
8차	26,020	26,143	44,537
합계	82,749	60,472	423,877

4 산학협력성과

가. 산업체 연구비 수주실적

BK21 플러스 사업 기간 중 산업체 연구비 수주실적을 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 산업체 연구비 수주액은 총 2,077,422백만원으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 291,895백만원이다.

〈표 II-71〉 BK21+사업 연차별 산업체 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
86,433	197,228	187,195	271,391	277,593	357,268	460,695	239,620	2,077,422

BK21 플러스 사업의 산업체 연구비 수주실적을 사업 유형별로 살펴보면 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 총 83,178백만원, 미래기반창의인재양성사업은 총 1,940,771백만원, 특화전문인재양성사업은 총 53,476백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주실적으로

살펴보면, 글로벌인재양성사업은 연평균 12,426백만원, 미래기반창의인재양성사업은 연평균 272,075백만원, 특화전문인재양성사업은 연평균 7,395백만원이다.

〈표 II-72〉 BK21+사업 사업 유형별 산업체 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

유형	글로벌	미래	특화
1차	2,767	80,634	3,033
2차	9,119	181,296	6,813
3차	8,819	171,067	7,309
4차	11,997	253,568	5,826
5차	13,848	257,611	6,133
6차	15,504	335,573	6,192
7차	15,267	433,333	12,095
8차	5,856	227,690	6,074
합계	83,176	1,940,771	53,476

BK21 플러스 사업의 사업 분야별 산업체 연구비 수주실적은 다음과 같다. 먼저, 미래기반창의인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 총 1,830,818백만원, 인문·사회·예술 분야는 총 109,953백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주액을 살펴보면 과학·기술 분야는 연평균 258,176백만원, 인문·사회·예술 분야는 연평균 13,899백만원이다.

〈표 II-73〉 BK21+사업 사업 분야별 산업체 연구비 수주실적(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 백만원)

대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학 기술	자연과학	6,583	19,004	22,568	38,232	44,160	62,939	67,319	31,551	292,356
	공학	57,419	121,920	113,064	160,539	158,980	205,369	247,374	133,859	1,198,524
	의학학	5,098	11,100	12,601	20,555	19,616	20,793	39,796	25,973	155,532
	농생명수신해양	2,363	5,372	4,245	10,876	10,577	10,800	9,675	4,298	58,207
	과학기술융합	6,721	17,682	13,182	17,179	15,907	24,037	23,594	7,896	126,199
	소계	78,185	175,079	165,661	247,380	249,239	323,937	387,759	203,577	1,830,818
인문 사회 예술	인문학	33	84	196	419	347	113	286	76	1,553
	사회과학	1,517	2,990	2,887	3,621	4,540	9,541	20,846	9,711	55,653
	디자인영상	768	2,216	1,598	1,400	2,501	1,298	23,596	14,024	47,401
	인문사회융합	131	927	725	748	983	683	847	302	5,346
소계	2,449	6,217	5,405	6,188	8,372	11,635	45,574	24,112	109,953	

다음으로, 특화전문인재양성사업을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 II-74〉 BK21+사업 사업 분야별 산업체 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)

(단위: 백만원)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	466	61	2,505
2차	612	398	5,803
3차	468	281	6,560
4차	1,303	134	4,389
5차	1,273	199	4,661
6차	837	363	4,992
7차	672	2,370	9,053
8차	713	2,004	3,357
합계	6,345	5,811	41,320

나. 산업재산권 성과

BK21 플러스 사업 기간 중 산업재산권 성과인 국내 및 국제 특허 성과를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 국내 특허성과는 총 33,805건으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 4,823건이다. 국제 특허성과는 총 7,067건으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 1,028건이다.

〈표 II-75〉 BK21+사업 연차별 국내 및 국제 특허 건수

(단위: 건)

구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
국내	2,637	5,888	4,264	4,852	5,443	4,649	3,843	2,229	33,805
국제	457	945	785	1,277	1,181	1,075	902	445	7,067
합계	3,094	6,833	5,049	6,129	6,624	5,724	4,745	2,674	40,872

BK21 플러스 사업에 국내 및 국제 특허 성과를 사업 유형별, 사업 분야별로 정리해 보았다. 사업 유형별로 살펴본 내용은 다음과 같다.

〈표 II-76〉 BK21+사업 사업 유형별 국내 및 국제 특허 건수

(단위: 명)

유형	글로벌			미래			특화		
	국내	국제	전체	국내	국제	전체	국내	국제	전체
1차	90	33	123	2,393	411	2,804	154	13	167
2차	234	46	280	5,197	872	6,069	457	27	484
3차	179	38	217	3,800	702	4,502	285	45	330
4차	251	85	336	4,299	1,150	5,449	302	42	344
5차	234	54	288	4,850	1,089	5,939	359	38	397
6차	203	55	258	4,134	983	5,117	312	37	349
7차	203	78	281	3,414	783	4,197	226	41	267
8차	106	21	127	2,011	409	2,420	112	15	127
합계	1,500	410	1,910	30,098	6,399	36,497	2,207	258	2,465

다음으로, 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다.

〈표 II-77〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 특허 건수(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)

(단위: 건)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
자연과학	국내	197	466	315	440	515	385	360	217	2,895
	국제	49	139	95	151	113	121	90	52	810
	진체	246	605	410	591	628	506	450	269	3,705
공학	국내	1,668	3,569	2,612	2,913	3,058	2,690	2,256	1,310	20,076
	국제	283	584	470	840	810	710	559	301	4,557
	진체	1,951	4,153	3,082	3,753	3,868	3,400	2,815	1,611	24,633
의약학	국내	164	379	297	336	459	376	262	193	2,466
	국제	22	52	55	69	69	63	55	15	400
	진체	186	431	352	405	528	439	317	208	2,866
농생명 수산업	국내	177	391	245	302	427	329	269	176	2,316
	국제	23	25	25	35	41	30	22	19	220
	진체	200	416	270	337	468	359	291	195	2,536
과학기술 융합	국내	187	392	331	308	391	354	267	115	2,345
	국제	34	72	57	55	56	59	57	22	412
	진체	221	464	388	363	447	413	324	137	2,757
합계	국내	2,393	5,197	3,800	4,299	4,850	4,134	3,414	2,011	30,098
	국제	411	872	702	1,150	1,089	983	783	409	6,399
	진체	2,804	6,069	4,502	5,449	5,939	5,117	4,197	2,420	36,497

〈표 II-78〉 BK21+사업 사업 분야별 국내 및 국제 특허 건수(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회			예술			과학·기술		
	국내	국제	전체	국내	국제	전체	국내	국제	전체
1차	5	0	5	8	0	8	141	13	154
2차	18	0	18	49	0	49	390	27	417
3차	13	0	13	0	0	0	272	45	317
4차	29	0	29	12	0	12	261	42	303
5차	33	1	34	21	0	21	305	37	342
6차	33	0	33	29	2	31	250	35	285
7차	16	6	22	4	0	4	206	35	241
8차	5	0	5	5	1	6	102	14	116
합계	152	7	159	128	3	131	1,927	248	2,175

5 국제화 성과

가. 외국인 인력지원 현황

(1) 외국인 참여교수

BK21 플러스 사업에 참여한 외국인 참여교수를 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴 보려 한다. 연차별로 살펴보면 외국인 참여교수는 총 2,676명으로, 연평균 334명의 인력이 지원 되었다.

〈표 II-79〉 BK21+사업 연차별 외국인 참여교수 현황

(단위: 명)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
339	344	340	373	392	421	236	231	2,676

BK21 플러스 사업에 참여한 인력 중 외국인 교수를 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 먼저, 사업 유형별로 정리한 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업 연평균 23명, 미래 기반창의인재양성사업 연평균 278명, 특화전문인재양성사업 연평균 34명이다.

〈표 II-80〉 BK21+사업 사업 유형별 외국인 교수 현황

(단위: 명)

유형	글로벌	미래	특화
1차	27	270	42
2차	29	271	44
3차	22	278	40
4차	24	312	37
5차	21	333	38
6차	18	361	42
7차	19	202	15
8차	20	198	13
합계	180	2,225	271

다음으로, 사업 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 미래기반창의인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 연평균 206명, 인문·사회·예술 분야는 연평균 72명이다.

구체적으로 살펴보면 과학·기술 분야에서 자연과학 연평균 57명, 공학 연평균 91명, 의약학 연평균 28명, 농·생명·해양·수산 연평균 17명, 과학·기술 융합 연평균 14명의 외국인 교수가 참여하였다. 인문·사회·예술 분야에서는 인문학 연평균 25명, 사회과학 연평균 42명, 디자인·영상 연평균 4명, 인문·사회 융합 연평균 2명의 인력이 지원되었다.

〈표 II -81〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 교수 현황 현황(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 명)

대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학 기술	자연과학	58	58	59	60	64	69	41	43	452
	공학	79	85	88	105	116	125	63	64	725
	의약학	28	28	30	35	36	41	14	15	227
	농생명수신해양	17	18	18	17	21	23	11	9	134
	과학기술융합	12	13	13	16	14	14	14	12	108
	소계	194	202	208	233	251	272	143	143	1,646
인문 사회 예술	인문학	27	24	24	27	29	30	22	20	203
	사회과학	41	38	41	48	49	53	33	31	334
	디자인영상	3	3	3	4	4	6	3	3	29
	인문사회융합	5	4	2	0	0	0	1	1	13
소계	76	69	70	79	82	89	59	55	579	

특화전문인재양성사업의 분야별로 외국인 교수 인력지원 현황을 살펴보면 다음과 같다. 인문·사회 특화는 연평균 15명, 예술 특화는 연평균 15명, 과학·기술 특화는 연평균 30명의 외국인 교수 인력이 참여하였다.

〈표 II-82〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 교수 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	11	10	21
2차	13	11	20
3차	12	10	18
4차	7	10	20
5차	7	10	21
6차	10	9	23
7차	4	4	7
8차	4	3	6
합계	68	67	136

(2) 외국인 대학원생

BK21 플러스 사업에 참여한 대학원생 인력지원 현황을 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 정리해 보았다. 연차별로 살펴보면, 총 34,161명의 외국인 대학원생이 참여하였다. 석사과정은 연평균 1,424명, 박사과정은 연평균 2,846명의 인력이 지원되었다.

〈표 II-83〉 BK21+사업 연차별 외국인 대학원생 현황

(단위: 명)

구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
석사	1,184	1,638	1,577	1,579	1,492	1,495	1,477	951	11,393
박사	1,976	2,819	3,002	3,102	3,103	3,128	3,152	2,486	22,768
합계	3,160	4,457	4,579	4,681	4,595	4,623	4,629	3,437	34,161

사업 유형별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 연평균 석사 27명, 박사 147명으로 총 연평균 173명이 참여하였다. 미래기반창의인재양성사업은 연평균 석사 1,284

명, 박사 2,617명으로 총 연평균 3,901명의 인력이 지원되었다. 마지막으로, 특화전문인재양성 사업은 연평균 석사 114명, 박사 82명으로 총 연평균 196명이다.

〈표 II-84〉 BK21+사업 사업 유형별 외국인 대학원생 현황

(단위: 명)

유형	글로벌			미래			특화		
	석사	박사	계	석사	박사	계	석사	박사	계
1차	22	132	154	1,058	1,795	2,853	104	49	153
2차	30	169	199	1,477	2,573	4,050	131	77	208
3차	34	176	210	1,404	2,750	4,154	139	76	215
4차	38	154	192	1,433	2,866	4,299	108	82	190
5차	32	148	180	1,330	2,868	4,198	130	87	217
6차	24	138	162	1,357	2,901	4,258	114	89	203
7차	14	140	154	1,353	2,906	4,259	110	106	216
8차	18	116	134	858	2,280	3,138	75	90	165
합계	212	1,173	1,385	10,270	20,939	31,209	911	656	1,567

외국인 대학원생 인력지원 현황을 사업 분야별로 살펴본 내용은 다음과 같다. 먼저, 미래기반 창의인재양성사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 과학·기술 분야는 연평균 석사 1,045명, 연평균 박사 2,404명으로 총 연평균 3,449명이 참여하였다. 구체적으로 살펴보면, 자연과학 연평균 석사 76명, 박사 356명이, 공학 연평균 석사 637명, 박사 1,278명이, 의약학 연평균 석사 102명, 박사 281명이, 농·생명·해양·수산 연평균 석사 109명, 박사 244명이, 과학·기술 융합 석사 121명, 박사 244명이 참여하였다.

인문·사회·예술 분야는 연평균 석사 239명, 연평균 박사 213명으로 총 연평균 452명의 외국인 대학원생 인력이 지원되었다. 구체적으로, 인문학 연평균 석사 42명, 박사 74명, 사회과학 연평균 석사 147명, 박사 88명, 디자인·영상 연평균 석사 27명, 박사 25명, 인문·사회 융합 연평균 석사 24명, 박사 26명이다.

〈표 II-85〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-과학·기술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
자연과학	석사	65	74	64	86	78	80	96	64	607
	박사	300	351	400	363	400	386	377	274	2,851
	진체	365	425	464	449	478	466	473	338	3,458
공학	석사	569	823	759	688	615	609	620	416	5,099
	박사	832	1,280	1,380	1,413	1,374	1,419	1,415	1,112	10,225
	진체	1,401	2,103	2,139	2,101	1,989	2,028	2,035	1,528	15,324
의약학	석사	76	120	111	109	94	113	117	78	818
	박사	191	261	277	337	331	303	302	249	2,251
	진체	267	381	388	446	425	416	419	327	3,069
농생명 수산업	석사	71	104	109	121	129	131	131	72	868
	박사	184	252	236	260	249	273	280	220	1,954
	진체	255	356	345	381	378	404	411	292	2,822
과학기술 융합	석사	73	105	121	148	133	149	142	95	966
	박사	161	239	262	291	271	257	258	215	1,954
	진체	234	344	383	439	404	406	400	310	2,920
합계	석사	854	1,226	1,164	1,152	1,049	1,082	1,106	725	8,358
	박사	1,668	2,383	2,555	2,664	2,625	2,638	2,632	2,070	19,235
	진체	2,522	3,609	3,719	3,816	3,674	3,720	3,738	2,795	27,593

〈표 II-86〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(미래기반창의인재양성사업-인문·사회·예술 분야)

(단위: 명)

분야	구분	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
인문학	석사	42	43	33	58	51	46	39	22	334
	박사	46	72	74	74	79	84	85	75	589
	전체	88	115	107	132	130	130	124	97	923
사회과학	석사	119	148	152	162	170	178	155	88	1,172
	박사	54	79	84	91	116	104	102	76	706
	전체	173	227	236	253	286	282	257	164	1,878
디자인 영상	석사	15	27	28	32	40	33	31	12	218
	박사	8	10	13	9	18	41	62	41	202
	전체	23	37	41	41	58	74	93	53	420
인문사회 융합	석사	28	33	27	29	20	18	22	11	188
	박사	19	29	24	28	30	34	25	18	207
	전체	47	62	51	57	50	52	47	29	395
합계	석사	204	251	240	281	281	275	247	133	1,912
	박사	127	190	195	202	243	263	274	210	1,704
	전체	331	441	435	483	524	538	521	343	3,616

다음으로, 특화전문인재양성사업을 세부 분야별로 정리한 내용은 다음과 같다. 인문·사회 특화는 연평균 석사 65명, 연평균 박사 32명으로 총 연평균 96명이 참여하였다. 예술 특화는 연평균 석사 9명, 연평균 박사 6명으로 총 연평균 15명의 외국인 대학원생 인력이 지원되었다. 과학·기술 특화는 연평균 석사 41명, 연평균 박사 44명으로 총 연평균 85명이다.

〈표 II-87〉 BK21+사업 사업 분야별 외국인 대학원생 현황(특화전문인재양성사업)

(단위: 명)

유형	인문·사회			예술			과학·기술		
	석사	박사	계	석사	박사	계	석사	박사	계
1차	50	9	59	11	6	17	43	34	77
2차	66	19	85	12	3	15	53	55	108
3차	76	30	106	9	4	13	54	42	96
4차	59	28	87	9	8	17	40	46	86
5차	78	29	107	5	6	11	47	52	99
6차	65	38	103	5	5	10	44	46	90
7차	69	56	125	11	7	18	30	43	73
8차	53	46	99	9	8	17	13	36	49
합계	516	255	771	71	47	118	324	354	678

나. 해외기관 연구비 수주실적

BK21 플러스 사업 기간 중 해외기관 연구비 수주실적을 연차별, 사업 유형별, 사업 분야별로 살펴보고자 한다. 해외기관 연구비 수주액은 총 225,210백만원으로, 2차연도부터 7차연도까지 연평균 31,268백만원이다. 연차별로 살펴보면 다음과 같다.

〈표 II-88〉 BK21+사업 연차별 해외기관 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
20,089	28,663	29,704	36,986	26,947	32,449	32,861	17,512	225,210

BK21 플러스 사업의 해외기관 연구비 수주실적을 사업 유형별로 살펴보면 다음과 같다. 글로벌인재양성사업은 총 23,492백만원, 미래기반창의인재양성사업은 총 198,205백만원, 특화

전문인재양성사업은 총 3,513백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주실적으로 살펴 보면, 글로벌인재양성사업은 연평균 3,034백만원, 미래기반창의인재양성사업은 연평균 27,812백만원, 특화전문인재양성사업은 연평균 423백만원이다.

〈표 II-89〉 BK21+사업 사업 유형별 해외기관 연구비 수주실적

(단위: 백만원)

유형	글로벌	미래	특화
1차	2,510	16,819	761
2차	2,820	25,209	634
3차	3,896	25,360	447
4차	3,152	33,688	146
5차	2,767	23,985	195
6차	2,063	29,693	692
7차	3,505	28,935	421
8차	2,780	14,515	217
합계	23,492	198,205	3,513

BK21 플러스 사업의 사업 분야별 해외기관 연구비 수주실적은 다음과 같다. 먼저, 미래기반 창의인재양성사업을 살펴보면 과학·기술 분야는 총 190,155백만원, 인문·사회·예술 분야는 총 8,050백만원이다. 2차연도부터 7차연도까지 연평균 수주액을 살펴보면 과학·기술 분야는 연평균 26,603백만원, 인문·사회·예술 분야는 연평균 1,209백만원이다.

〈표 II-90〉 BK21+사업 사업 분야별 해외기관 연구비 수주실적(미래기반창의인재양성사업)

(단위: 백만원)

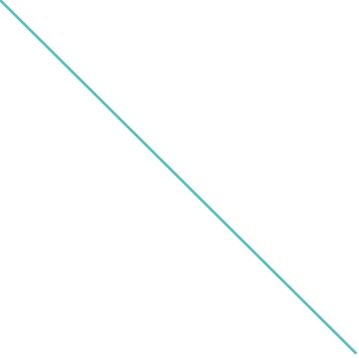
대분야	분야	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차	8차	합계
과학 기술	자연과학	769	879	878	4,181	2,992	4,834	5,369	2,147	22,049
	공학	11,305	17,210	18,475	24,635	15,328	20,001	18,226	9,547	134,726
	의약학	1,901	2,068	1,585	1,387	1,024	925	1,367	1,213	11,470
	농생명수신해양	912	1,336	868	1,068	1,324	556	787	781	7,630
	과학기술융합	1,468	2,765	2,722	1,496	2,160	2,666	507	495	14,280
	소계	16,354	24,257	24,527	32,767	22,828	28,982	26,256	14,183	190,155
인문 사회 예술	인문학	4	40	44	0	0	0	0	0	88
	사회과학	19	124	85	491	39	380	595	217	1,950
	디자인영상	103	677	255	49	0	9	2,009	0	3,102
	인문사회융합	338	111	449	381	1,118	322	75	116	2,910
	소계	464	952	833	921	1,157	711	2,678	332	8,050

다음으로, 특화전문인재양성사업을 살펴보면 다음과 같다.

〈표 II-91〉 BK21+사업 사업 분야별 해외기관 연구비 수주실적(특화전문인재양성사업)

(단위: 백만원)

유형	인문·사회	예술	과학·기술
1차	344	0	417
2차	456	0	178
3차	226	0	221
4차	79	0	67
5차	11	0	184
6차	32	0	660
7차	0	0	421
8차	0	0	217
합계	1,149	0	2,364



III. BK21 플러스 사업의 성과: 심층분석

1. 대학원 교육 전반의 변화	184
2. 교육/연구성과 - 참여학생	192
3. 대학원생 조사를 통해 본 사업효과	201



III. BK21 플러스 사업의 성과: 심층분석

제 2장에서 BK21 플러스 사업의 성과를 교육, 연구, 산학협력, 국제화 등의 여역으로 나누어서 살펴보았다. 이러한 성과의 소개는 재정지원을 통해 얻은 직접적인 산출을 살펴본다는 의미가 있다. 하지만 이러한 사업의 산출과 사업의 순효과는 구분할 필요가 있다. 적어도 두 가지 측면에서 BK21 사업에 참여한 사업단이나 사업팀의 성과를 통해 사업의 효과를 파악하는 데에는 한계가 있다.

우선 BK21 사업의 목표는 재정지원을 통해 지원을 받는 사업단과 사업팀의 산출을 늘리는 데에서 멈추는 것은 아니다. 좀 더 시야를 넓히면 BK21 사업의 목적은 대학원생에 대한 재정지원을 통해 한국 대학원 교육의 양적, 질적 수준을 높이는 데 있다고 보아야 할 것이다. 그런 의미에서 BK21 사업 실시를 전후한 한국 대학원 교육 전반의 변화를 살펴볼 필요가 있다.

다른 한편으로 BK21 사업의 효과를 엄밀하게 평가하기 위해서는 BK21 사업의 성과에 대해 이 사업이 없었을 가상적인 상황과 비교해 볼 필요가 있다. 물론 그러한 비교는 불가능하다. 대안으로 생각해 볼 수 있는 비교 방법은 사업 참여 집단과 참여하지 않았던 집단의 성과를 비교하는 것이다.

이번 장에서는 시야를 넓혀서 BK21 사업의 성과를 우리나라 대학원 교육이라는 맥락 속에서 살펴보면서 가능한 범위에서 BK21 사업에 참여한 집단과 그렇지 않은 집단의 성과를 비교, 분석해본다. 보다 구체적으로 우리나라 대학원 교육 BK21 사업이 차지하는 비중, 외국 박사 학위 취득자와 3단계 BK21 사업에 참여한 박사학위 취득자들의 연구 성과 비교, 국내 박사 학위 취득자 중 BK21 사업 참여자와 비참여자들의 비교 등 다양한 분석을 제시하면서 BK21 사업의 성과를 보다 큰 틀에서 살펴보고자 한다. 이에 더하여 BK21 사업 중 제기된 몇 가지 쟁점들에 대한 통계 분석을 통해 BK21 사업을 보다 다양한 측면에서 살펴본다.

1 대학원 교육 전반의 변화

앞서 언급했듯이 BK21 사업의 목적은 대학원생에 대한 재정지원에 그치는 것이 아니라 한국 대학원 교육의 질적 수준을 높이는 데 있다고 보아야 할 것이다. 따라서 이 사업의 성과를 검토 하기에 앞서 전반적인 대학원 교육의 개황을 살펴볼 필요가 있다. BK21 사업기간 중 있었던 대학원 교육의 변화는 여러 수준에서 살펴볼 수 있지만 출발점으로 사업시행 전후의 대학원생 수 변화와 대학원 진학률의 변화부터 검토해 보자.

아래에 제시한 일련의 그림들은 학문계열별로 1단계 BK21 사업이 시작된 1999년 이후 대학원 입학생과 재학생, 그리고 학위 취득자 수의 변화 추이를 제시하고 있다. 모든 학문 계열에서 매우 유사한 추세가 발견되고 있다. 우선 중요한 사실들을 정리해 보면 우선 1999년 이후 대학원 입학생과 재학생 학위 취득자 모두 증가하고 있다. 그리고 특히 2단계 BK21 사업 기간인 2006년에서 2013년 사이 대학원생들의 증가 현상이 두드러지고 있다. 이후 2013년 이후의 3 단계 BK21 사업 시기에 들어서면 2단계에서 증가했던 대학원생 수가 유지되거나 약간 증가하는 현상을 보인다.

이러한 변화를 모두 BK21 사업이 이끌었다고 주장하기는 어려울 것이다. 예컨대 BK21 사업의 지원이 많지는 않았던 교육계열에서 대학원생 수의 증가 했다는 사실은 BK21 사업이 아니 었더라도 대학원 교육에 대한 요구가 여러 영역에서 증가했을 가능성을 보여준다. 하지만 BK21 사업의 지원이 집중적으로 이루어진 자연계열이나 공학계열에서 보이는 대학원생의 증가는 대학원 교육의 활성화가 BK21 사업과 무관하지 않음을 추론하게 해 준다. 특히 2단계 사업 중에 이루어진 커다란 폭의 대학원생 증가에는 BK21 사업의 정착이라는 요인도 일정 정도 기여했으리라 생각된다.

만약 BK21 사업이 우리나라 대학원 교육 팽창의 원인이 아니라고 하더라도 이 사업이 우리나라 대학원 교육이 양적으로 팽창하는 단계에서 이루어졌다는 사실은 중요한 의미를 지닌다. 우리나라의 대학원 교육의 질적 향상은 양적 팽창이 이루어지는 시기에 더욱 절실했기 때문이다.

[그림 III-1] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 인문계열

입학생



재학생



학위취득자



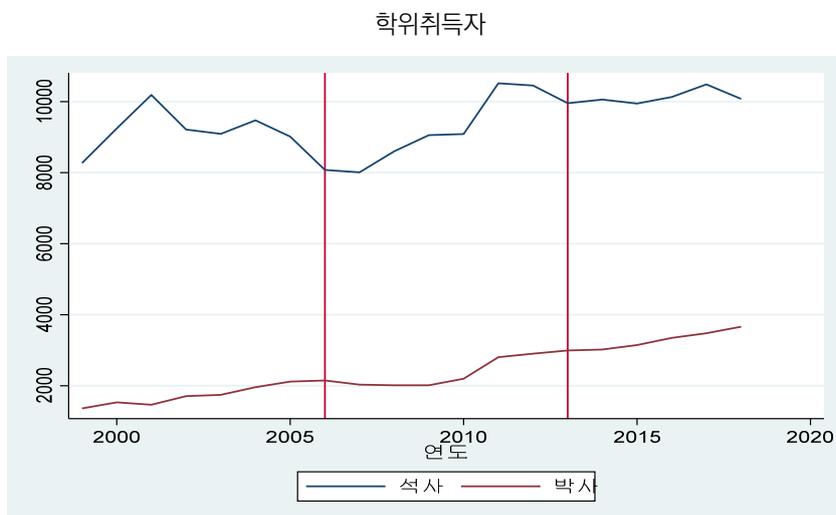
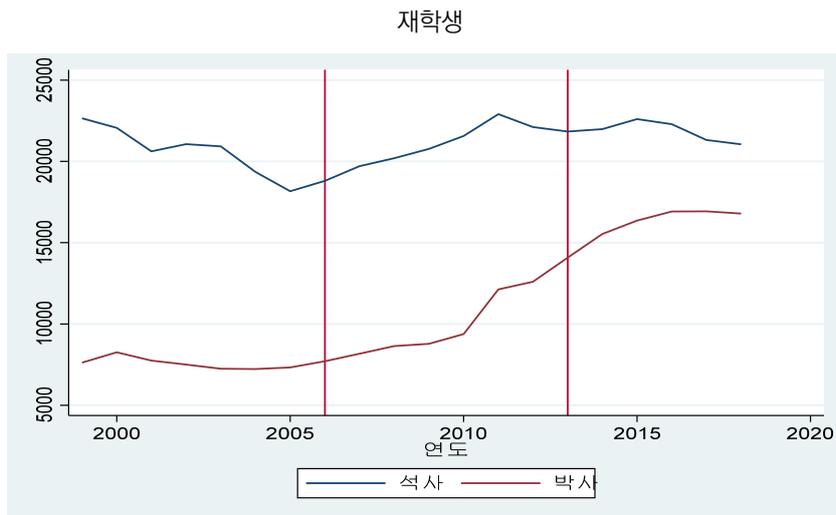
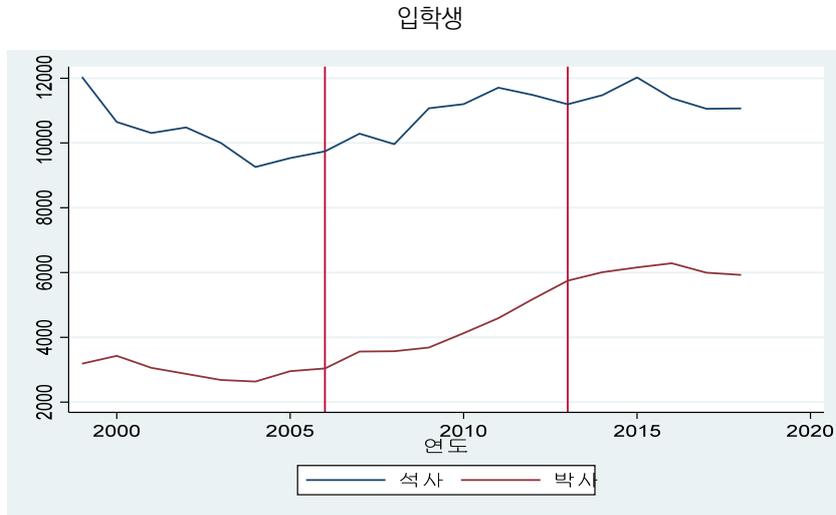
[그림 III-2] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 사회계열



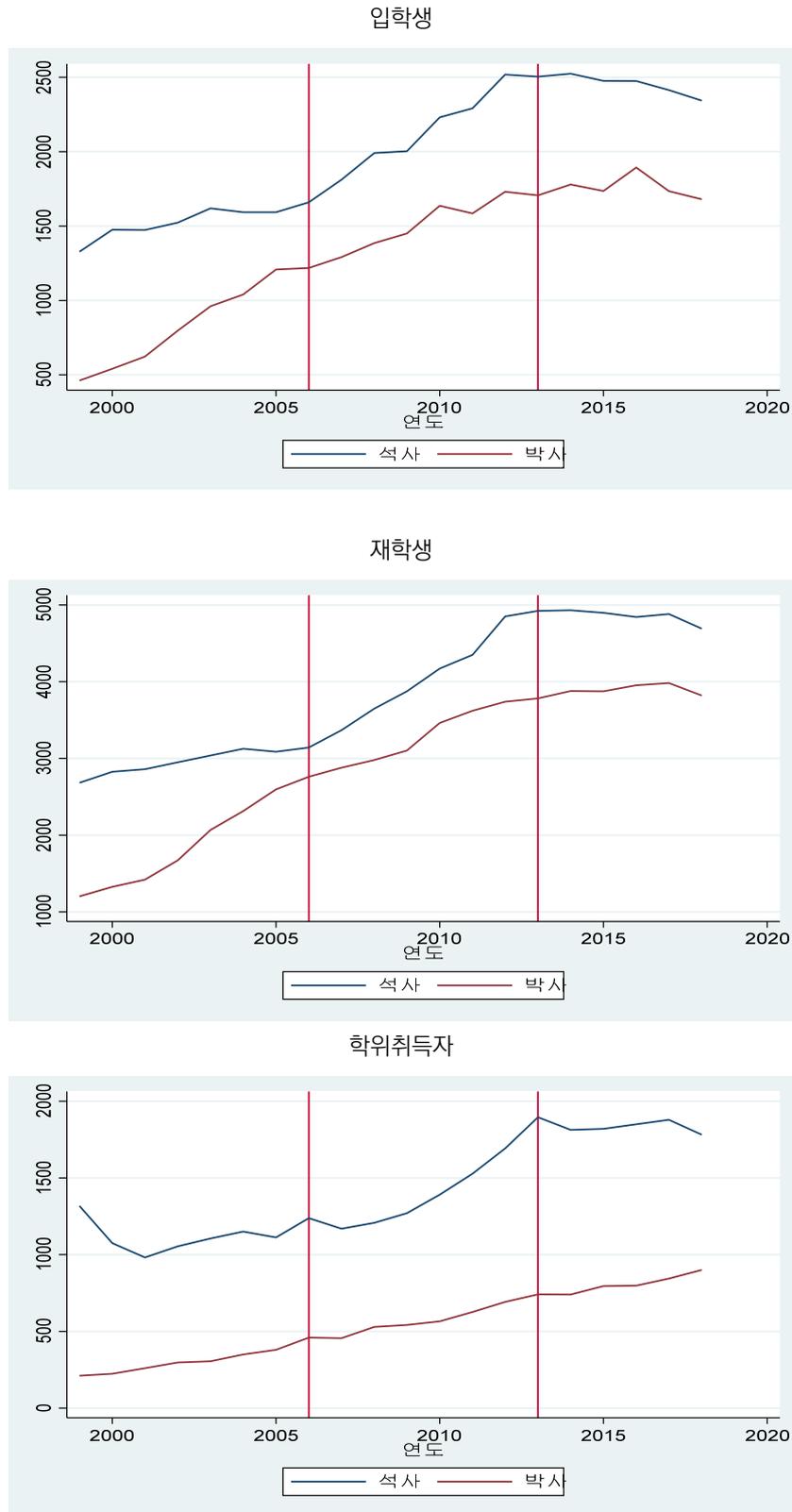
[그림 III-3] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 자연계열



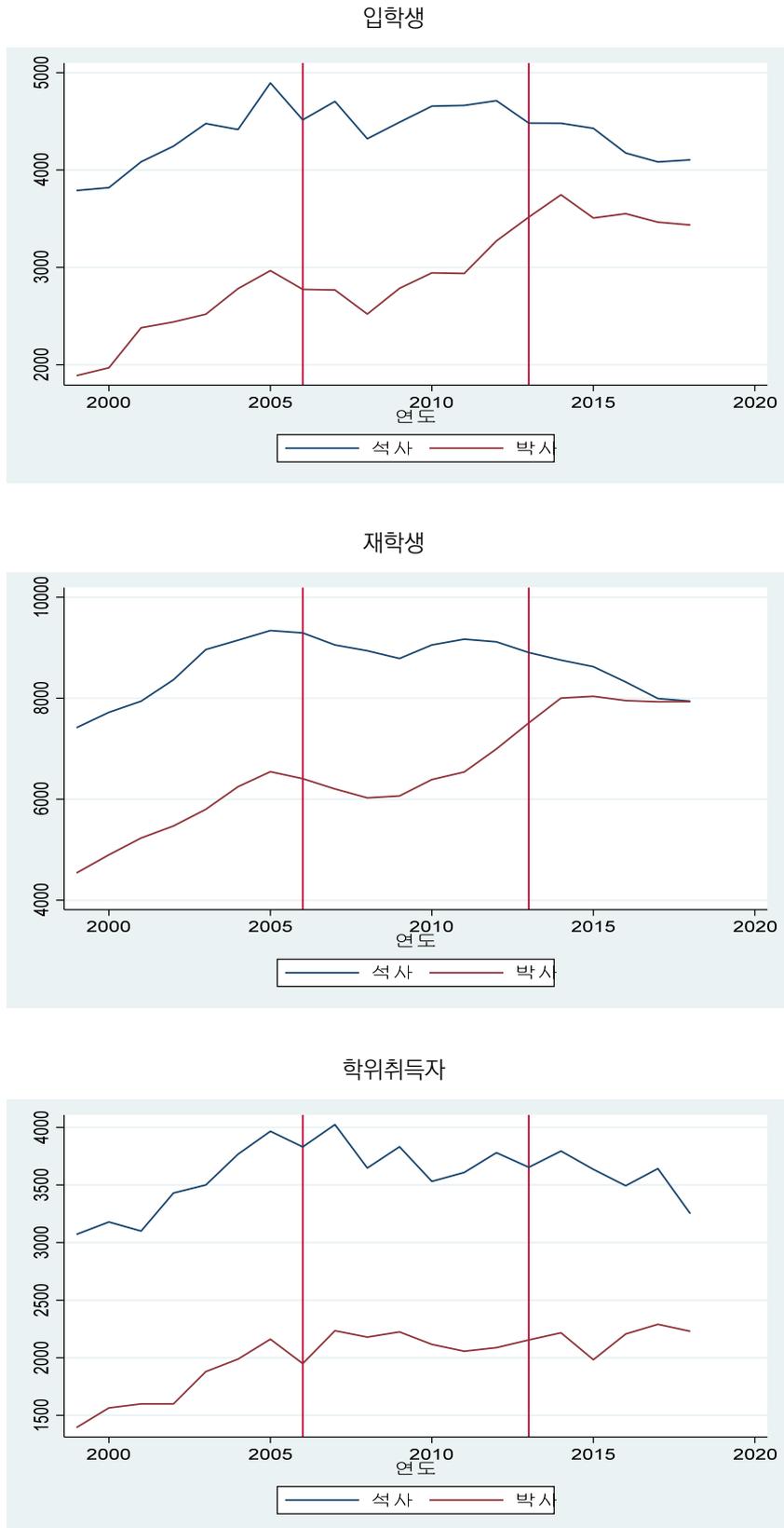
[그림 Ⅲ-4] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 공학계열



[그림 III-5] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 교육계열



[그림 III-6] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 의약계열



[그림 III-7] 대학원 입학생, 재학생, 학위취득자 수 추이 - 예체능계열



자료: 고등교육기관 학교별 학과별 졸업자 건강보험 및 국세 DB연계 취업통계

2 교육/연구성과 - 참여학생

이렇게 중요한 시기에 행해진 BK21 사업이 과연 대학원 교육의 질 향상에 기여했는지를 평가하자면 사업참여자들의 성과에 대한 설명만으로는 부족하다. 엄밀하게 말하자면 사업의 순효과는 같은 사람이 사업에 참여했을 경우와 그렇지 않았을 경우를 비교할 경우에만 얻어질 수 있기 때문이다. 물론 한 사람이 동시에 사업에 참여하기도 하고 참여하지 않기도 한다는 것은 불가능하므로 사업참여자에 대한 정보만으로는 사업의 순효과를 얻어낼 수 없게 된다. 하지만 향후 사업의 효율성을 높이기 위해서라도 BK21사업과 같은 대규모 사업의 순효과를 파악하기 위한 노력은 필요하다. 이를 위해서는 동일한 사람들을 동시에 사업에 참여시키기도 하고 참여시키지 않기도 하는 불가능한 방안 실현 가능한 대안을 고민해 보아야 할 것이다. 유력한 대안으로는 사업에 참여한 사람들과 유사한 능력을 지닌 다른 연구자들과 비교하면서 순효과를 유추하는 방법을 생각해 볼 수 있을 것이다.

이번 절에서는 사업참여자와 비교할 수 있는 연구자 집단을 선정하여 사업참여자 집단과 비교하는 방식으로 사업참여자들의 연구성과를 평가해 보고자 한다. 이러한 평가 작업을 위해서는 사업참여자에 대한 정보는 물론 비참여자에 대한 정보도 필요하다. 이하에서는 자신의 연구성과 정보 공개에 동의한 연구자 정보를 담은 연구재단의 연구자 DB를 활용하여 3단계 BK21 사업에 학생과 신진연구자로서 참여한 젊은 연구자들의 연구성과를 여러 각도에서 평가해 본다. 연구자 정보에는 3단계 BK21 사업에 교수나 학생 혹은 신진연구자로 참여했는지를 알려주는 정보가 포함되기 때문에 사업 참여자와 비참여자 간의 비교가 가능하다.

연구재단에서 제공한 연구자 데이터베이스로부터 도출할 수 있는 정보는 다음과 같다. 우선 연구성과를 제공할 것을 동의한 모든 연구자들에 대해 각 연도별 논문 편수를 구할 수 있다. 연구재단의 DB로부터 각 연구자가 발표한 논문의 출간연도 및 게재지 그리고 공저자 수 및 연구자의 역할을 파악하는 것이 가능하다. 이를 바탕으로 각 연구자의 연도별 논문 편수의 계산이 가능한데, 논문 편수를 도출하는 데 있어 국제학술지 중에서도 SCI급(SCI, SCIE, SSCI, A&HCI, SCOPUS)의 학술지에 게재된 논문만을 포함하였다. 그리고 저자 수를 감안한 환산 편수를 도출하였는데 환산 편수를 계산하는 방식은 다음과 같다.

논문의 총저자수를 n 이라고 하자. 논문 저자 수가 1명일 때라면 당연히 본인이 유일한 논문의 저자이므로 논문 게재 실적은 1건으로 한다. 논문 저자 수가 2명 이상일 때($n \geq 2$), 저자 역할에 따라 아래와 같이 산출하게 된다.

- 교신저자, 주저자인 경우의 실적은 $2/(n+2)$ 건

- 공동저자 실적은 $1/(n+2)$ 건
- 총 저자수가 100명 이상일 경우 $n=100$ 으로 처리

논문 편수 이외의 정보로는 학위를 받은 국가와 태어난 연도가 있다. 학위를 받은 국가는 BK21 사업에 참여한 연구자들과 비교집단을 형성하기 위하여 필요한 정보다. 생년 정보는 논문이 작성된 연도의 연령을 파악하는 데 이용된다. 학위를 받은 대부분의 연구자들은 다른 많은 직업과 마찬가지로 생애주기로 볼 때 연구의 생산성이 오르다가 일정 연령이 지나면서 생산성이 떨어지는 경험을 하게 된다. 논문이 쓰인 연도의 연령이라는 정보를 활용하게 되면 논문 작성에서 나타나는 생애주기적 특성을 통제하는 것이 가능하게 된다.

이제 이런 기초적인 정보를 가지고 BK21 사업 참여자들의 연구성과를 평가해 보자. 본격적으로 분석결과를 제시하는 데 앞서 지적해야 할 중요한 사실들이 있다. 우선 비교분석은 학문 분야별로 이루어진다는 점이다. 여기서 학문 분야는 연구재단의 분류상 소분류에 해당한다. 학문 분야에 따라 생산되는 평균 논문 편수는 매우 다르다는 사실을 반영하기 위해서이다. 또한, 계열별로 충분한 연구자 수가 자료로 확보된 대표 학문 분야에 대한 분석을 제시하기로 한다.

대표적인 학문 분야로는 자연계열의 수학, 화학, 물리학, 생물학, 공학 계열의 전자/정보, 컴퓨터, 기계, 재료, 그리고 사회계열의 경영학, 복지학, 경제학, 사회복지학 등을 선정하였다. 각 계열에서 선택된 4개의 학문은 연구재단 DB에 수록된 논문 중에서 가장 논문 수가 많은 학문이다.²⁾

가. 해외 박사학위 취득자와 BK21 사업 참여자의 비교

우선 BK21 사업 참여자들과 비슷한 시기 해외에서 박사 학위를 취득한 학자들 사이의 학술지 논문게재 편수를 단순 비교해본다. 이 비교를 위한 통계 분석을 위한 표본은 1974년 생 이후, 3단계 BK21 사업이 시작된 이후인 2013년 이후의 박사학위 취득자로 제한하였다. 연구업적도 2014년 이후의 게재된 논문만을 대상으로 분석을 실시한다. 한편 학위 수여국은 우리나라 학자들이 가장 많이 유학하였으며 논문 생산성도 높은 미국, 영국, 일본, 캐나다, 프랑스 등 5개국으로 제한하였다.

회귀분석은 종속변수와 설명변수 사이의 통계적인 관계를 살펴보는 표준적인 통계 분석 방법이다. 본장에서 제시하는 회귀분석은 학문분야별로 연간 생산하는 논문 편수에서 외국에서 학위를

2) 본인의 연구업적 정보공개에 동의한 연구자들의 논문을 기준으로 1999년 이후 2020년까지 가장 논문 편수가 많은 학문은 자연과학 분야에서 생물학 생물학(69,621), 화학(43,638), 물리학(41,301), 수학(17,699) 순이었으며 공학계열에서는 전자/정보통신공학(48,504), 컴퓨터학(40,887), 기계공학(40,593), 재료공학(28,808) 순이었고 사회계열에서는 교육학(48,504), 경영학(41,661), 경제학(19,670), 정치외교학(14,950) 순이었다

취득하고 한국에서 활동하는 박사들과 한국에서 3단계 BK21 사업에 참여하면서 박사학위를 취득한 박사들 사이에 평균적인 차이가 나는지를 통계적으로 점검해보게 된다. 아래에 제시되는 일련의 표에서 “BK참여 더미변수”의 계수(coefficient)는 BK21 사업에 참여하면서 학위를 취득한 박사들이 해외에서 학위를 취득한 박사들에 비해 연 평균으로 얼마나 더 많은 논문을 써냈는지를 보여주는 수치이다. 이 값이 양수라면 평균적으로 더 많은 편수의 논문을 작성한다는 것을, 음수라면 더 적은 편수를 작성한다는 것을 의미한다.

〈표 III-1〉은 자연계열 주요학문 분야에서 BK21 사업 참여자들과 외국 학위 취득자 간의 연구성과 차이를 회귀분석을 통해 제시하고 있다. 회귀분석 결과는 모든 학문 분야에서 BK21 사업 참여자들이 비슷한 기간 외국에서 학위를 받은 학자들에 비해 다소 낮은 연구성과를 보이는 것으로 나타난다. 수학, 화학, 물리학, 생물학 모두 BK21 참여자들이 해외 유명학술지에 게재한 평균 논문 편수가 외국 학위 취득자들에 비해 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타난다. 생물학은 약 0.04편, 화학은 0.05편, 물리학은 약 0.1편, 수학은 0.15편 정도 적은 편수를 출간하고 있다. 전반적으로 큰 차이라고 볼 수는 없지만, 자연계열의 대부분 학문 분야에서 BK21 사업에 참여하는 중에 학위를 취득한 한국의 박사들이 해외학위 취득자에 비해 연구 경력 초기의 논문 출간 편수가 낮다고 해석할 수 있다.

〈표 III-1〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 자연계열 주요 학문분야

	생물학	화학	물리학	수학
BK참여 더미	-0.0409** (0.0205)	-0.0547** (0.0275)	-0.105*** (0.0262)	-0.147** (0.0653)
연령	0.00159 (0.0185)	-0.0883*** (0.0301)	0.00320 (0.0323)	0.331*** (0.0894)
연령제곱/100	0.00563 (0.0283)	0.156*** (0.0474)	0.00632 (0.0491)	-0.465*** (0.131)
관측치 수	4,825	2,651	2,224	1,024
R ²	0.019	0.029	0.030	0.069

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-2〉는 공학계열의 주요 학문분야에서 BK21 사업 참여자들과 해외 박사 학위 취득자들의 연구성과를 회귀분석을 통해 비교한 결과를 제시하고 있다. 전자/정보 분야나 컴퓨터 분야에서는 BK21 참여자와 해외학위 취득자 양 집단 간 해외논문 게재 편수 차이가 존재하지 않는 것으로 나타난다. 기계공학 분야에서는 해외학위 취득자들의 논문 게재 편수가 통계적으로 유의하게 더 많은 것으로 나타난 반면, 재료공학에서는 BK21 사업 참여자들의 평균적인 논문게재

편수가 해외학위 취득자들에 비해 더 많은 것으로 나타나고 있다. 이렇게 공학 계열 내에서도 학문 분야별 차이가 크기 때문에 일반화하기는 어렵지만, 논문게재 편수로 보자면 공학 분야에서는 3단계 BK21 사업 참여자들이 해외학위 취득자들과 유사하거나 때로는 앞선 초기 성과를 보인다.

〈표 III-2〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 공학 계열 주요과목

	전자/정보	컴퓨터	기계	재료
BK참여 더미	0.0496 (0.0384)	-0.00846 (0.0361)	-0.115*** (0.0321)	0.0983*** (0.0321)
연령	0.0124 (0.0503)	0.0186 (0.0516)	0.0486 (0.0375)	0.0325 (0.0387)
연령제곱/100	0.0115 (0.0764)	0.00755 (0.0762)	-0.0652 (0.0579)	-0.00381 (0.0603)
관측치 수	2,230	1,545	2,891	2,579
R ²	0.047	0.059	0.055	0.055

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-3〉은 사회계열 주요 학문분야에서 BK21 사업 참여자들과 해외 박사 학위 취득자들의 연구성과를 비교하고 있다. 4개 학문 분야 모두 BK21 사업 참여자들의 평균적인 연구성과가 해외학위 취득자에 비해 다소 낮은 모습을 보인다. 학문 분야별 차이도 크지 않다. 대체로 BK21 사업참여자들이 평균적으로 0.2~0.3편 정도 국제학술지 논문게재 편수가 낮은 것으로 나타나고 있다.

그런데 이러한 비교만으로는 사회계열에 대한 정당한 평가를 했다고 보기 어렵다. 사회과학이라는 학문 영역이 해당 사회의 제반 문제 해결을 하나의 사명으로 한다는 점을 생각한다면, 또한 실제로 BK21 사업에 학생으로 참여한 경우 국내의 문제에 관심을 가지고 연구를 하고 논문을 작성하는 학문적 훈련을 받게 된다는 점까지 감안한다면 국내 학술지에 게재하는 논문도 중요한 의미를 지닌다고 볼 수 있다.

〈표 III-4〉는 사회계열 주요학문 분야에 대해 국내 학술지 논문게재 편수를 종속변수로 하는 회귀분석 결과를 보여주고 있다. 네 학문 분야 중 경제학 하나를 제외하고 교육학, 경영학, 정치학 등에서는 BK21 참여자들이 평균적으로 더 많은 논문은 국내학술지에 게재하는 것으로 나타난다. 정치학이나 교육학의 경우 약 0.4편, 교육학의 경우 약 0.1편 정도 BK21 참여자들이 더 많은 논문을 게재하는 것으로 나타났다. 경제학 분야의 경우 BK21 참여자들과 해외학위 취득자 간의 국내논문 게재 편수는 통계적으로 의미있는 차이가 나지 않는다.

〈표 III-3〉 BK21 참여자와 외국학위 취득자의 비교 - 사회계열 해외논문

	교육학	경영학	경제학	정치학
BK참여 더미	-0.320*** (0.0357)	-0.214*** (0.0474)	-0.306*** (0.0477)	-0.347*** (0.0610)
연령	0.0431 (0.0611)	0.104 (0.0789)	0.230** (0.0928)	0.188 (0.133)
연령제곱/100	-0.0909 (0.0866)	-0.158 (0.109)	-0.323** (0.127)	-0.294 (0.181)
관측치 수	1,766	1,080	730	532
R2	0.063	0.063	0.108	0.119

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-4〉 BK21 참여자와 외국 학위 취득자의 비교 - 사회계열, 국내논문

	교육학	경영학	경제학	정치학
BK참여 더미	0.136** (0.0543)	0.390*** (0.0454)	0.0788 (0.0604)	0.356*** (0.103)
연령	0.139 (0.0928)	-0.0545 (0.0756)	-0.114 (0.117)	-0.0929 (0.223)
연령제곱/100	-0.161 (0.132)	0.115 (0.105)	0.188 (0.161)	0.220 (0.304)
관측치 수	1,766	1,080	730	532
R2	0.043	0.084	0.059	0.125

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

이상의 분석을 종합해 보면 최근 학위 취득자를 기준으로 볼 때 자연계열의 주요학문 분야에서 BK21 사업 참여자들의 논문 출간 편수가 해외 주요국가에서 학위를 취득한 학자들에 비해 다소 떨어지는 것은 사실이다. 공학계열에서는 학문분야에 따라 다소 차이가 있지만, 전반적으로 BK21 참여자들과 해외학위 취득자 간의 해외 논문 출간 편수 차이가 크게 나지 않고 있다. 사회분야에서는 해외 학술지 게재 편수에서 BK21 사업 참여자들이 해외 학위 취득자들에 비해 적은 편이다. 하지만 국내 논문게재 편수에서는 BK21 사업 참여자들이 더 앞서가는 학문 분야가 많다.

한가지 유의해야 할 점은 게재 논문 편수가 적다고 해서 사업의 효과가 없거나 사업의 필요성이 낮다는 식의 확대 해석은 경계해야 한다는 점이다. 해외 학위 취득자들에 비해 국내 학위 취득자의 성과가 더 낮다면 오히려 그것이 대학원에 대한 지원의 이유가 될 수도 있다. 또한, 통계 분석을 통해서 드러난 현 상황이 과거의 상황에 비해 개선된 것인지 악화된 것인지 본

소절의 분석만으로는 알 수 없다는 점에도 유념해야 할 것이다. 현재 해외학위 취득자와 국내학위 취득자 간 차이가 있다고 할 때 그 차이가 과거와 비교할 때 줄어든 것인지 늘어난 것인지 점검할 필요가 있는 것이다. 이러한 점검이 다음 소절의 주제가 된다.

나. 3단계 BK21 사업과 한국박사의 전반적 성취 변화

이번 소절에서는 3단계 BK21 전후 국내에서 박사학위를 취득한 연구자들의 상대적 성과를 비교하는 방식으로 BK21 사업의 성과를 평가해 본다. 이런 평가를 하는 이유는 BK21 사업의 목적이 대학원생에 대한 지원을 통해 전반적인 대학원 교육의 수준을 높이고 학문적 능력이 이전 세대보다 뛰어난 연구자들을 양성하는 데 있다고 보기 때문이다. 즉 재정지원을 받는 학생들의 성과뿐 아니라 한국의 대학원을 통해 학위를 받은 연구자들의 학문적 성과를 높이는 데 보다 중요한 목적이 있다는 전제하에서 3단계 BK21 사업의 성과를 평가해 보고자 하는 것이다.

앞서 살펴본 바와 같이 BK21 사업에 참여했던 학위 취득자들의 성과는 아직 해외에서 학위를 취득한 연구자들에 비해 높다고 보기는 어려운 상황이다. 그렇지만 이런 현 상황이 과거에 비해 개선된 것이라고 한다면, 지속적인 노력을 통해 그 차이를 더 줄여갈 가능성을 볼 수 있을 것이다.

3단계 BK21 사업 이후 국내에서 박사학위를 취득한 연구자들이 그 이전의 국내 박사학위 취득자들에 비해 상대적으로 더 나은 연구성과를 보였는지는 다음과 같은 식을 통해 추정한다.

$$\text{논문편수}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{한국박사} + \beta_2 \text{BK연도} + \beta_3 \text{한국박사} * \text{BK연도} + \Gamma X_{it} + \delta \text{연도더미} + \epsilon_{it}$$

위의 추정식에서 “한국박사”는 한국에서 학위를 취득한 경우 1의 값을 갖는 더미변수이며 “BK연도”는 BK21 사업 실행연도에 1의 값을 갖는 더미변수이다. 두 더미 변수의 교차항인 “한국박사*BK연도”의 계수인 β_3 은 3단계 BK21사업 실시 이후 한국에서 박사학위를 취득한 연구자들이 그 이전에 한국에서 학위를 취득한 연구자들에 비해 동시대 다른 국가, 즉 미국, 일본, 캐나다, 영국, 프랑스 등의 국가에서 학위를 취득한 연구자들과의 격차를 줄였는지를 보여주게 된다. 만약 이 계수의 부호가 양수라면 3단계 BK21 사업이 시행된 2013년 이후에 우리나라에서 박사 학위를 받은 연구자들이 그 이전에 학위를 취득한 연구자들에 비해 비교 대상 국가에서 학위를 받은 연구자들과의 성과 격차를 줄였다는 의미가 된다.

〈표 III-5〉는 자연계열 주요 분야에 대해 위의 식을 추정한 결과이다. 추정에 따르면 화학, 물리학, 수학 분야에서 3단계 BK21 사업 이후의 한국 박사들이 사업이전에 학위를 취득한 한국박사들에 비해 상대적으로 더 나은 연구성과를 거두었던 것으로 나타난다. 생물학 분야에서는

3단계 BK21 사업 이전과 이후 학위 취득자 간에 큰 차이를 보이지 않고 있다. 적어도 자연계열의 3개 분야에서는 3단계 BK21 사업 이후 국내 박사 취득자들이 이전의 취득자보다 상대적으로 더 나은 성과를 보이는 것이다.

이 외의 몇몇 결과들도 주목할 만하다. 전반적인 한국박사의 양적인 연구성과가 해외학위 취득자에 미치지 못하는 것으로 나타난다. 그리고 역시 전반적으로는 3단계 BK21 사업이 진행된 시기에 그 이전 시기보다 더 많은 논문들이 국제학술지에 게재되었음도 확인된다.

종합해 보면 자연계열의 주요학문 분야에서 한국박사들이 해외박사에 비해 성과가 낮았지만, BK21 사업에 참여한 한국박사들은 해외박사의 상대적인 차이를 줄였으며 한국박사와 해외박사 모두 3단계 BK21 사업이 진행된 기간 동안 그 이전 기간에 비해 더 많은 논문을 해외 학술지에 게재하고 있다.

〈표 III-5〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 자연계열

	생물학	화학	물리학	수학
한국박사*BK연도	-0.0169 (0.0106)	0.103*** (0.0232)	0.119*** (0.0248)	0.0655* (0.0374)
한국박사	-0.105*** (0.00629)	-0.281*** (0.0137)	-0.263*** (0.0146)	-0.0239 (0.0227)
BK 연도	0.193*** (0.0199)	0.195*** (0.0439)	-0.00574 (0.0467)	0.575*** (0.0743)
연령	0.0364*** (0.00185)	0.0620*** (0.00414)	0.0668*** (0.00448)	0.000550 (0.00865)
연령제곱/100	-0.0288*** (0.00220)	-0.0516*** (0.00474)	-0.0584*** (0.00509)	0.00637 (0.00948)
관측치 수	76,894	42,529	40,316	20,792
R ²	0.063	0.056	0.043	0.018

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-6〉는 공학계열의 주요학문 분야에 대해 추정된 결과이다. 공학분야에서도 대체적으로 한국박사들의 해외논문 게재실적은 해외박사들에게 미치지 못하는 것으로 나타난다. 그리고 3단계 BK21 사업이 진행되는 시기에 그 이전 시기에 비해 더 많은 해외출간 논문들이 생산되었다. 이 현상은 공학 계열의 모든 분야에 공통된다.

우리의 관심 대상인 3단계 BK21 사업 전후의 차이를 살펴보면, 컴퓨터와 재료 공학 분야에서는 3단계 BK21 사업 이후의 한국 박사들이 사업 이전에 학위를 취득한 한국박사들에 비해

상대적으로 더 나은 연구성과를 거두었지만, 기계공학에서는 3단계 BK21 사업 이후의 학위 취득자의 상대적 성과가 오히려 낮아졌던 것으로 나타난다. 전자/통신 분야에서는 3단계 BK21 사업 이전과 이후 학위 취득자 간에 연구성과 차이가 보이지 않는다.

〈표 III-6〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 공학 계열

	전자/통신	컴퓨터	기계	재료
한국박사*BK연도	0.000837 (0.0205)	0.0585*** (0.0182)	-0.118*** (0.0193)	0.130*** (0.0313)
한국박사	-0.364*** (0.0122)	-0.241*** (0.0110)	-0.307*** (0.0117)	-0.254*** (0.0195)
BK 연도	0.707*** (0.0395)	0.588*** (0.0355)	0.707*** (0.0377)	0.223*** (0.0595)
연령	0.0603*** (0.00409)	0.0436*** (0.00378)	0.0424*** (0.00393)	0.0812*** (0.00579)
연령제곱/100	-0.0711*** (0.00468)	-0.0520*** (0.00428)	-0.0432*** (0.00446)	-0.0688*** (0.00674)
관측치 수	50,969	48,679	44,362	28,487
R ²	0.049	0.038	0.061	0.059

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-7〉은 사회계열의 연구성과에 대한 추정결과인데 자연이나 공학 계열과는 달리 4개 학문 분야에서 모두 3단계 BK21 사업이후 한국학위 취득자들의 연구성과가 그 이전 한국학위 취득자들에 비해 상대적으로 다소 낮아진 것으로 나타난다. 물론 논문의 질적 수준에 대한 평가는 배제된 결과이지만 사회계열의 상대적 성취도 하락의 원인에 대해서는 향후 보다 깊이 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

하지만 〈표 III-8〉에서 나타나듯이 국제논문에서 나타난 결과와 달리 국내 논문 편수로 평가했을 때는 3단계 BK21 사업 이후의 사회계열 국내 학위 취득자들의 연구성과가 이전의 학위 취득자들에 비해 개선된 것으로 나타난다. 다만 교육학 분야에서는 3단계 BK21 사업 이후 학위 취득자 성과가 그 이전 학위 취득자에 약간 미치지 못하고 있다. 국내 논문 편수로 볼 때는 경영학, 경제학, 정치학 등의 사회계열 학문 분야에서 한국에서 학위를 취득한 연구자들이 해외 학위 취득자들에 비해 더 많은 논문을 지속적으로 작성해 온 것으로 나타난다. 앞서 언급한 바와 같이 한국 사회의 제반 문제에 대해 고민하는 학자들이 필요하다는 견지에서 BK21 사업을 통한 사회계열 대학원생에 대한 지원은 충분히 의미를 지닌다고 평가할 수 있다.

〈표 III-7〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 사회계열, 해외논문

	교육	경영	경제	정치외교
한국박사*BK연도	-0.0864*** (0.00533)	-0.0456*** (0.00843)	-0.0613*** (0.0137)	-0.0841*** (0.0128)
한국박사	-0.0799*** (0.00340)	-0.105*** (0.00540)	-0.153*** (0.00833)	-0.145*** (0.00779)
BK 연도	0.186*** (0.0113)	0.334*** (0.0181)	0.305*** (0.0258)	0.255*** (0.0263)
연령	0.00622*** (0.00123)	0.0196*** (0.00211)	0.00482 (0.00354)	-0.0114*** (0.00369)
연령제곱/100	-0.00944*** (0.00138)	-0.0272*** (0.00231)	-0.0115*** (0.00377)	0.00404 (0.00393)
관측치 수	57,712	50,293	23,191	16,745
R ²	0.048	0.046	0.049	0.073

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

〈표 III-8〉 3단계 BK21 전후 국내 박사의 상대적 성과 - 사회계열, 국내논문

	교육	경영	경제	정치외교
BK기간*한국박사	-0.0651*** (0.0221)	0.0734*** (0.0173)	0.0871*** (0.0280)	0.0750* (0.0388)
한국박사	-0.118*** (0.0141)	0.152*** (0.0111)	0.108*** (0.0170)	0.0519** (0.0237)
BK 기간	0.763*** (0.0466)	0.469*** (0.0372)	0.443*** (0.0527)	0.573*** (0.0801)
연령	0.136*** (0.00510)	0.115*** (0.00432)	0.125*** (0.00724)	0.152*** (0.0112)
연령제곱/100	-0.142*** (0.00569)	-0.118*** (0.00473)	-0.130*** (0.00771)	-0.160*** (0.0120)
관측치 수	57,712	50,293	23,191	16,745
R ²	0.036	0.039	0.025	0.020

주: 연도더미와 상수항은 보고 생략
괄호안은 표준오차임. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

3 대학원생 조사를 통해 본 사업효과

가. 분석의 필요성

BK21 사업의 주요 목적 중 하나는 대학원생에 대한 재정지원을 통하여 안정적으로 학업에 정진할 수 있도록 하는 것에 있으나 그간의 사업성과 분석은 BK21 사업단(팀)의 성과 비교분석, 사업참여 교수들의 연구업적 효과성 분석 등이 주를 이루고, 정작 대학원생에 주목한 성과 분석은 상대적으로 부족하였다. 이는 논문, 특허 등과 같은 성과변수를 중심으로 사업단(팀), 혹은 사업참여 교수진들의 연구업적이 주로 연구되고, BK21 사업이 지향하는 학문후속세대인 대학원생들이 우수한 연구자로 성장하는데 있어서 어떤 정책적 효과가 있었는가에 관해서는 심층적인 연구가 미진하였다. 대학원생에 대한 재정지원은 투자성과가 장기적으로 기대됨에도 불구하고 학문후속세대가 안정적으로 학문에 정진할 수 있는 여건을 조성함으로써 학술발전의 기반을 마련하는 한편 연구개발역량을 높임으로써 지속적인 국가발전의 동력을 마련할 수 있을 것이라는 기대에 기초하고 있다. 대학원에 진학하여 학자, 연구자, 전문가로 성장하는 것이 전적으로 개인의 선택과 자원조달 능력에 의해 결정되도록 하면 사회적으로 바람직한 적정 규모의 두뇌 양성이 불가능한 시장실패(market failure)가 발생하기 때문에 정부개입을 통해 국가적으로 중요한 우수연구인력을 양성하는 정책목표를 가지고 있다. 더구나 4차 산업혁명으로 인하여 창의와 혁신에 기초한 새로운 성장패러다임을 모색해야 하는 시점에 대학원생에 대한 재정지원은 미래 학문세대를 육성하는 장기적 효과와 더불어 단기적으로 학술진흥의 분위기를 조성하고 교수와 대학원생의 분업과 역할분담을 통해 연구개발 성과를 끌어올리는 촉매가 될 수도 있다.

그간 BK21 사업 성과분석에 있어서 대학원생을 대상으로 한 연구가 상대적으로 부족했던 것은 대학원생의 진학, 진로, 학업, 취업 등에 대한 데이터가 부족하였던 것에도 원인이 있다. BK21 사업 참여 대학원생에 대한 데이터는 어느 정도 확보되어 있으나, 비참여 대학원생과의 비교분석이 가능한 대조군 데이터가 확보되지 못함으로써 BK21 사업이 대학원생의 학습 및 연구역량 향상과 학자, 연구자, 전문가로 성장하는데 어떤 효과를 미쳤는지 엄밀한 성과분석을 하는데 한계로 작용하였다.

이하에서는 한국직업능력개발원의 석사조사, 박사조사 원자료를 활용하여 BK21 사업참여자와 비참여자를 비교분석하는 방식으로 BK21 사업이 대학원생의 진학, 학업, 진로에 미친 영향을 다층적으로 분석하고자 한다. 이를 통하여 학문후속세대 양성이라는 BK21 사업이 대학원생들에게 미친 영향을 심층적으로 분석하고 이를 기반으로 정책평가를 시도한다.

나. 분석자료의 특성

한국직업능력개발원에서는 교육부와 공동으로 2011년부터 매년 2월과 8월 2회에 걸쳐 전국 대학에서 신규로 배출되는 박사 전수(외국인 포함)를 대상으로 ‘박사조사’를 실시하여 왔으며 2015년부터는 ‘박사조사’에 더하여 고급인력 공급에 대한 통계자료 작성을 목적으로 ‘석사조사’를 실시하고 있다. 한국직업능력개발원은 조사의 기획, 진행과 분석을 담당하고, 교육부는 각 대학에 조사에 대한 협조 공문을 발송하는 역할분담을 통하여 매년 조사 및 기초분석보고서를 발간한다. 본 연구에서는 동자료 중 BK21 사업관련 문항이 포함된 2017년 2월~2020년 2월조사까지를 분석대상으로 한다³⁾. 조사방식은 대학측으로부터 졸업대상자 명부를 제출받고 명부상의 조사대상 졸업생을 대상으로 설문조사하는 방식으로 이루어지는데, 명부상 조사대상 대비 실제 응답률은 년도마다 다소간의 차이는 있으나 석사조사는 50%대를 유지하고, 박사조사는 약 60% 초반 수준이다.

설문조사에서는 “BK21 플러스 사업 참여경험”에 대하여 “있음”, “없음”으로 응답하도록 하고 있으며, “있음”으로 응답한 경우 BK21 플러스에서 받은 지원(복수응답 가능), BK21 플러스 사업 총 참여기간을 묻는다. 그런데, 응답자 중 자신이 BK21 플러스 사업에 참여하였는지 잘 모르는 “모름”으로 응답한 졸업생이 전체 응답자의 약 15%에 달하여 이들을 분석에서 제외하고 사업참여 여부를 명확히 인지하고 있는 졸업생만을 분석한다. 즉, “BK21 플러스 사업 참여경험” 문항에 대하여 “있음”으로 응답한 집단과 “없음”으로 응답한 집단을 비교분석하는 방식으로 사업효과를 분석한다. 또한 전문대학원과 특수대학원을 제외하고 일반대학원만을 분석대상으로 삼았는데, 전문대학원과 특수대학원은 대학원의 성격이 일반대학원과 상이하고⁴⁾, BK21 플러스 사업의 주된 대상이 아니며, 졸업생 중 사업참여자도 소수에 그쳐 전체적인 분석결과의 왜곡이 발생할 수 있으므로 이를 제외한다.

다. 석사 기초통계 분석

(1) BK21 사업 참여현황

석사조사는 BK21 관련문항이 포함된 2017년 2월~2018년 8월 졸업생 대상 조사를 이용하며, 분석대상은 일반대학원 졸업생으로 BK21 사업참여 경험에 대하여 ‘모름’으로 응답한 경우를 제외하고 ‘있음’, ‘없음’으로 응답한 28,164명이다. 학년도별로 자료를 집계하여 2017학년도는 2017년 2월 졸업생만 포함하였고, 2019학년도는 2018년 8월 졸업생만 포함되었다.

3) 단, 석사조사의 경우에는 2019년부터 사업이 폐지됨으로써 마지막 조사인 2018년 8월 졸업자까지를 분석대상으로 한다.
4) 전문대학원은 전문 능력을 지닌 전문가 즉 전문 직업인을 육성하는 대학원을 의미한다. ‘일반 대학원’은 연구과 조사를 통해 학술적인 학자를 양성하는 과정이라면, ‘전문대학원’은 연구된 학술 분야를 실제로 적용하고, 활용하는 전문가를 육성하는 대학원이다.(위키백과, <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A0%84%EB%AC%B8%EB%8C%80%ED%95%99%EC%9B%90>)

3년 전체 석사 졸업생 중 BK21 사업참여자 비율은 19.4%이며, 남자 21.4%, 여자 16.9%로 남자의 BK21 사업참여 비율이 여자보다 소폭 높다. 졸업대학 소재지를 기준으로 수도권과 지방으로 나누어 보면⁵⁾, 수도권 졸업생의 3년 전체 BK21 사업참여 비율은 19.5%, 지방 19.2%로 비슷하다. 남자의 경우 수도권 대학 출신과 지방 대학 출신 간의 BK21 사업참여 경험은 수도권 20.7%, 지방 17.5%로 수도권의 참여비율이 소폭 높으며, 성별로는 남자 21.4%, 여자 16.9%로 남자 참여비율이 높다. 전체적으로 지방 여자가 14.8%로 가장 낮고 수도권 남자가 22.8%로 가장 높은 특징을 보였다.

5) 포항공과대학교, 한국과학기술원, 대구경북과학기술원, 울산과학기술원, 광주과학기술원 등은 지방소재임에도 불구하고 BK21 사업에서는 수도권으로 분류되므로 이하에서는 이들 대학원을 모두 수도권으로 재분류하여 집계하였다.

〈표 III-9〉 BK21 플러스 사업 참여 현황표

	남자					여자					계				
	2017	2018	2019	계		2017	2018	2019	계		2017	2018	2019	계	
지방	BK21플러스 참여	488 (20.3)	647 (19.3)	172 (19.3)	1,307 (19.7)		284 (15.4)	407 (15.2)	95 (12.1)	786 (14.8)		772 (18.2)	1,054 (17.5)	267 (15.9)	2,093 (17.5)
	BK21 플러스 비참여	1,919 (79.7)	2,698 (80.7)	717 (80.7)	5,334 (80.3)		1,555 (84.6)	2,266 (84.8)	690 (87.9)	4,511 (85.2)		3,474 (81.8)	4,964 (82.5)	1,407 (84.1)	9,845 (82.5)
	소계	2,407 (100.0)	3,345 (100.0)	889 (100.0)	6,641 (100.0)		1,839 (100.0)	2,673 (100.0)	785 (100.0)	5,297 (100.0)		4,246 (100.0)	6,018 (100.0)	1,674 (100.0)	11,938 (100.0)
수도권	BK21플러스 참여	675 (22.6)	1,013 (23)	300 (22.4)	1,988 (22.8)		533 (21.6)	633 (17.6)	205 (14.4)	1,371 (18.3)		1,208 (22.1)	1,646 (20.6)	505 (18.3)	3,359 (20.7)
	BK21 플러스 비참여	2,317 (77.4)	3,389 (77)	1,038 (77.6)	6,744 (77.2)		1,931 (78.4)	2,971 (82.4)	1,221 (85.6)	6,123 (81.7)		4,248 (77.9)	6,360 (79.4)	2,259 (81.7)	12,867 (79.3)
	소계	2,992 (100.0)	4,402 (100.0)	1,338 (100.0)	8,732 (100.0)		2,464 (100.0)	3,604 (100.0)	1,426 (100.0)	7,494 (100.0)		5,456 (100.0)	8,006 (100.0)	2,764 (100.0)	16,226 (100.0)
계	BK21플러스 참여	1,163 (21.5)	1,660 (21.4)	472 (21.2)	3,295 (21.4)		817 (19.0)	1,040 (16.6)	300 (13.6)	2,157 (16.9)		1,980 (20.4)	2,700 (19.3)	772 (17.4)	5,452 (19.4)
	BK21 플러스 비참여	4,236 (78.5)	6,087 (78.6)	1,755 (78.8)	12,078 (78.6)		3,486 (81.0)	5,237 (83.4)	1,911 (86.4)	10,634 (83.1)		7,722 (79.6)	11,324 (80.7)	3,666 (82.6)	22,712 (80.6)
	계	5,399 (100.0)	7,747 (100.0)	2,227 (100.0)	15,373 (100.0)		4,303 (100.0)	6,277 (100.0)	2,211 (100.0)	12,791 (100.0)		9,702 (100.0)	14,024 (100.0)	4,438 (100.0)	28,164 (100.0)

석사학위 취득자들의 졸업시점에서 평균연령(만)을 계산한 결과 3개년 평균 29.8세이며 BK21 사업참여자는 27.1세, 비참여자 30.5세이며 비참여자의 연령 표준편차가 커서 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다만, BK21 사업 참여자는 비참여자에 비해 휴학경험 비율이 낮다는 점에서 입학시점의 나이가 동일하다면 졸업까지 소요기간은 평균적으로 짧을 것으로 보인다.

〈표 III-10〉 졸업시점 평균연령(만)

			BK21 플러스 사업		
			참여	비참여	전체
지방	남자	Mean	27.7	31.9	31.1
		Std	2.1	7.7	7.2
	여자	Mean	26.5	31.2	30.5
		Std	3.8	8.4	8.1
	계	Mean	27.3	31.6	30.8
		Std	3	8.1	7.6
수도권	남자	Mean	27.3	30.2	29.5
		Std	2.2	6	5.5
	여자	Mean	26.4	29	28.5
		Std	2.3	5.6	5.3
	계	Mean	27	29.6	29.1
		Std	2.3	5.9	5.4
계	남자	Mean	27.5	30.9	30.2
		Std	2.2	6.9	6.3
	여자	Mean	26.5	29.9	29.3
		Std	2.9	7.0	6.6
	계	Mean	27.1	30.5	29.8
		Std	2.6	7.0	6.5

3년 전체 전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 이공계열 졸업생의 26.4%가 사업참여 경험이 있는 반면, 인문사회계열은 9.1%, 기타 전공계열은 8.0%로서 이공계열 중심의 사업 추진이 이루어졌다. 이공계열 졸업생의 BK21 사업참여율이 타 전공에 비해 3배 이상 높은 것은 이공계열 대학원생이 전체 대학원생에서 차지하는 비중이 높고 사회경제적 수요가 많으며 외부경제효과가 타전공에 비해 높은 점이 작용한 결과로 보이나 BK21 사업참여 기회에 대한 전공간 형평성 문제가 좀 더 고려될 필요가 있어 보인다. 수도권과 지방간에 전체적인 BK21 사업참여 비율은 거의 유사하지만 전공별로는 전반적으로 수도권에 비해 지방이 소폭 낮은 특징을 보인다. 전공별 BK21 사업참여 비율은 인문사회계열 수도권 9.8%, 지방 8.1%, 이공계열 수도권 28.3%, 지방 24.0%, 기타계열 수도권 9.4%, 지방 6.1% 등이다.

〈표 III-11〉 전공별 BK21플러스 참여 현황

		인문사회	이공계	기타	계
지방	BK21플러스 참여	163	1,777	153	2,093
		(8.1)	(24.0)	(6.1)	(17.5)
	BK21 플러스 비참여	1,859	5,641	2,345	9,845
		(91.9)	(76.0)	(93.9)	(82.5)
	소계	2,022	7,418	2,498	11,938
수도권	BK21플러스 참여	338	2,726	295	3,359
		(9.8)	(28.3)	(9.4)	(20.7)
	BK21 플러스 비참여	3,126	6,908	2,833	12,867
		(90.2)	(71.7)	(90.6)	(79.3)
	소계	3,464	9,634	3,128	16,226
계	BK21플러스 참여	501	4,503	448	5,452
		(9.1)	(26.4)	(8.0)	(19.4)
	BK21 플러스 비참여	4,985	12,549	5,178	22,712
		(90.9)	(73.6)	(92.0)	(80.6)
	소계	5,486	17,052	5,626	28,164

이공계열의 BK21 사업참여 비율을 좀 더 심층적으로 살펴보기 위하여 전공대분류 기준으로 공학계열과 자연계열로 나누어 살펴보면, BK21 사업참여 비율은 공학계열 26.0%, 자연계열 27.3%로서 자연계열이 약간 높다. 대학 소재지별로는 공학계열 수도권 26.3%, 지방 25.5%로 지방이 소폭 낮고, 자연계열은 수도권 34.8%, 지방 21.8%로 수도권의 비율이 크게 높은 특징을 보인다.

〈표 III-12〉 공학계열과 자연계열의 BK21플러스 참여 현황

		공학계열				자연계열			
		2017	2018	2019	계	2017	2018	2019	계
지방	BK21플러스 참여	404	549	146	1,099	264	339	75	678
		(25.0)	(25.5)	(27.0)	(25.5)	(23.5)	(20.8)	(20.5)	(21.8)
	BK21 플러스 비참여	1,210	1,601	395	3,206	858	1,287	290	2,435
		(75)	(74.5)	(73.0)	(74.5)	(76.5)	(79.2)	(79.5)	(78.2)
	소계	1,614	2,150	541	4,305	1,122	1,626	365	3,113
수도권	BK21플러스 참여	703	953	273	1,929	289	386	122	797
		(27.2)	(26.0)	(25.2)	(26.3)	(34.5)	(35.3)	(34.0)	(34.8)
	BK21 플러스 비참여	1,884	2,719	811	5,414	548	709	237	1,494

		공학계열				자연계열			
		2017	2018	2019	계	2017	2018	2019	계
		(72.8)	(74.0)	(74.8)	(73.7)	(65.5)	(64.7)	(66.0)	(65.2)
	소계	2,587	3,672	1,084	7,343	837	1,095	359	2,291
계	BK21플러스 참여	1,107	1,502	419	3,028	553	725	197	1,475
		(26.4)	(25.8)	(25.8)	(26.0)	(28.2)	(26.6)	(27.2)	(27.3)
	BK21 플러스 비참여	3,094	4,320	1,206	8,620	1,406	1,996	527	3,929
		(73.6)	(74.2)	(74.2)	(74.0)	(71.8)	(73.4)	(72.8)	(72.7)
	소계	4,201	5,822	1,625	11,648	1,959	2,721	724	5,404

세부전공별⁶⁾ BK21 사업참여의 특징을 살펴보면, 인문계열의 사업참여비율은 사회과학 10.8%, 언어·문학 9.5%, 인문학 8.3%, 경영·경제 7.7% 등의 순이다. 대학 소재지별 사업참여 비율을 살펴보면, 언어·문학은 수도권과 지방이 거의 유사하였고, 사회과학 수도권 10.8%, 지방 8.7%, 인문학 수도권 8.3%, 지방 7.3%로 수도권이 높은 반면, 경영·경제는 수도권 7.4%, 지방 8.4%로 지방이 높다.

〈표 III-13〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(인문계열, 사회계열)

		언어·문학	인문학	경영·경제	법학	사회과학	계
지방	참여	24	37	47	-	52	163
		(9.6)	(7.3)	(8.4)	(-)	(8.7)	(8.1)
	비참여	227	472	511	54	549	1,859
		(90.4)	(92.7)	(91.6)	(100.0)	(91.3)	(91.9)
	소계	251	509	558	54	601	2,022
수도권	참여	35	67	80	15	141	338
		(9.5)	(9.0)	(7.4)	(10.1)	(11.9)	(9.8)
	비참여	332	677	1,005	133	1,040	3,126
		(90.5)	(91)	(92.6)	(89.9)	(88.1)	(90.2)
	소계	367	744	1,085	148	1,181	3,464
계	참여	59	104	127	15	193	501
		(9.5)	(8.3)	(7.7)	(7.4)	(10.8)	(9.1)
	비참여	559	1,149	1,516	187	1,589	4,985
		(90.5)	(91.7)	(92.3)	(92.6)	(89.2)	(90.9)
	소계	618	1,253	1,643	202	1,782	5,486

6) 세부전공 분류는 한국직업능력개발원의 석사조사에 따랐으며, 인문계열이 언어·문학, 인문학으로 분류되고, 사회계열은 경영·경제, 법학, 사회과학으로 분류되고, 공학계열은 전기·전자·컴퓨터, 건설·토목·도시, 산업·안전, 소재·재료·금속, 기계·자동차·항공, 화공·고분자·에너지, 공학기타로 분류되고, 자연계열은 농림·수산·환경, 화학·생물·생명과학, 생활과학, 수학·통계·물리, 천문·지구·해양, 자연과학 기타로 분류됨. 세부전공 분류에 관한 자세한 내용은 석사조사를 참조.

공학계열의 세부전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 전공간 편차가 큰데, 화공·고분자·에너지 사업참여 비율은 32.7%이나 건설·토목·도시는 17.8%로 가장 낮다. 지역별로는 수도권과 지방의 세부전공별 사업참여 비율이 상이하었는데, 화공·고분자·에너지의 경우 수도권 34.0%, 지방 30.8%이나, 산업·안전의 경우에는 수도권 16.9%, 지방 26.9%로 상이한 양상을 보였다.

〈표 III-14〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(공학계열)

		전기·전자·컴퓨터	건설·토목·도시	산업·안전	소재·재료·금속	기계·자동차·항공	화공·고분자·에너지	공학기타	계
지방	참여	356	96	25	103	192	167	104	1,099
		(32.7)	(16.4)	(26.9)	(20.9)	(24.1)	(30.8)	(21.6)	(25.5)
	비참여	734	491	68	389	605	375	377	3,206
		(67.3)	(83.6)	(73.1)	(79.1)	(75.9)	(69.2)	(78.4)	(74.5)
	소계	1,090	587	93	492	797	542	481	4,305
수도권	참여	699	147	42	194	280	280	163	1,929
		(26.9)	(18.9)	(16.9)	(28.9)	(26.3)	(34.0)	(23.8)	(26.3)
	비참여	1,898	632	207	477	785	543	523	5,414
		(73.1)	(81.1)	(83.1)	(71.1)	(73.7)	(66.0)	(76.2)	(73.7)
	소계	2,597	779	249	671	1,065	823	686	7,343
계	참여	1,055	243	67	297	472	447	267	3,028
		(28.6)	(17.8)	(19.6)	(25.5)	(25.3)	(32.7)	(22.9)	(26.0)
	비참여	2,632	1,123	275	866	1,390	918	900	8,620
		(71.4)	(82.2)	(80.4)	(74.5)	(74.7)	(67.3)	(77.1)	(74.0)
	소계	3,687	1,366	342	1,163	1,862	1,365	1,167	11,648

자연계열의 세부전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 전공간 편차가 가장 크게 나타난다. 화학·생물·생명과학의 사업참여 비율은 35.3%, 천문·지구·해양은 35.0%로 높고, 생활과학은 17.6%로 가장 낮다. 지역별로는 수도권과 지방의 격차가 큰 세부전공이 두드러졌는데, 천문·지구·해양은 수도권 60.3%, 지방 26.0%로 격차가 크다. 수학·통계·물리 역시 수도권 39.4%, 지방 17.2%로 격차가 크며, 자연계열의 경우 세부전공별로 수도권의 사업참여 비율이 전반적으로 높은 특징을 보였다.

〈표 III-15〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(자연계열)

		농림·수산 ·환경	화학·생물 ·생명과학	생활과학	수학·통계 ·물리	천문·지구 ·해양	자연과학 기타	계
지방	참여	161	406	24	52	50	39	678
		(19.1)	(32.8)	(11.5)	(17.2)	(26.0)	(15.1)	(21.8)
	비참여	681	831	185	251	142	220	2,435
		(80.9)	(67.2)	(88.5)	(82.8)	(74.0)	(84.9)	(78.2)
	소계	842	1,237	209	303	192	259	3,113
수도권	참여	99	503	58	187	41	24	797
		(32.1)	(37.7)	(22.6)	(39.4)	(60.3)	(19.4)	(34.8)
	비참여	209	832	199	288	27	100	1,494
		(67.9)	(62.3)	(77.4)	(60.6)	(39.7)	(80.6)	(65.2)
	소계	308	1,335	257	475	68	124	2,291
계	참여	260	909	82	239	91	63	1,475
		(22.6)	(35.3)	(17.6)	(30.7)	(35.0)	(16.4)	(27.3)
	비참여	890	1,663	384	539	169	320	3,929
		(77.4)	(64.7)	(82.4)	(69.3)	(65.0)	(83.6)	(72.7)
	소계	1,150	2,572	466	778	260	383	5,404

대학설립구분별로 사업참여 현황을 살펴보면, 국공립 25.5%, 사립 14.9%로 국공립 대학원생의 사업참여 비율이 사립에 비해 높은 특징을 보였다. 지역별로는 지방에서는 국공립 25.0%, 사립 7.2%로 사립대학 대학원생에 대한 사업참여 기회가 현저하게 낮았으며, 수도권에서는 국공립 26.1%, 사립 18.3%로 지방에 비해서는 사립대학 대학원생의 사업참여 기회가 높지만 국공립에 비해서는 여전히 낮았다.

다음으로 학부 출신대학과 석사 출신대학이 일치하는지 여부를 기준으로 BK21 사업참여 현황을 살펴본다. 미국에서는 융합이 창의와 혁신의 기초가 되고 학문의 다양성 확보가 중시되고 있어 교수채용에서 동일대학 출신보다는 타대학 출신을 우대하는 경향이 있다. 대학원생의 입장에서 여러 교수로부터 다양한 관점과 이론을 배우는 것이 연구역량을 키우고, 학문적 성장을 이루는데 중요하다는 점에서 대학원 진학시 학부 출신학교와 다른 학교에 진학하는 것은 긍정적으로 평가할 수 있다. 그런데, 한국에서는 대학이 서열화되어 있고 우수한 대학이 주로 수도권에 집중되어 있어 지방대학에서 수도권 대학으로 대학원 진학이 이루어지는 경향이 있다. 학부-석사 출신대학 일치비율은 지방대학의 인재유출과 지역공동화라는 부정적 현상을 보여주는 지표로 해석할 수도 있고, 학문 다양성의 관점에서 긍정적으로 평가할 여지도 있다. 학부-석사 출신대학 일치비율은 수도권 대학이 지방대학보다 낮은 경향을 보였는데, 전체 분석대상 28,164명 중 학부-석사 출신대학의 일치는 15,893명으로 56.4%이며, 같은 비율이 수도권은

48.4%, 지방은 67.2%로 수도권이 낮고 지방이 높다. 이는 수도권 대학의 경우 우수한 대학이 밀집되어 수도권 내부 대학출신들의 상향이동, 지방대학에서 수도권대학으로의 상향이동 등이 중첩되어 발생한 현상으로 볼 수 있다.

한편, 학부-석사 출신대학 일치여부에 따른 BK21 사업 참여비율을 살펴보면, 일치 20.7%, 불일치 17.6%로 학부와 석사 출신대학이 다를 경우 사업참여 비율이 낮은 특징을 보였다. 지역별로 학부-석사 출신대학 일치여부에 따른 BK21 사업참여 비율을 살펴보면, 수도권 대학에서는 일치 21.7%, 불일치 19.7%, 지방대학에서는 일치 19.6%, 불일치 13.2%로 수도권보다는 지방에서 학부-석사 출신대학이 상이할 경우 사업참여 기회가 더욱 불리한 경향을 보였다. 학부-석사 출신대학이 상이한 대학원생에 대한 BK21 사업참여 기회의 차이가 무엇에 기인하는지 심층적인 분석이 필요하지만, 학문적 다양성 관점에서 사업참여 기회에 있어서 출신대학에 따른 차별적 요소가 존재한다면 제거하는 것이 바람직하다.

〈표 Ⅲ-16〉 대학설립구분, 학부-석사 출신대학 별 BK21 사업 참여

		설립구분		학부-석사 출신대학		계
		국공립	사립	불일치	일치	
		(% , 명)				
지방	BK21플러스 참여	1,732	361	516	1,577	2,093
		(25.0)	(7.2)	(13.2)	(19.6)	(17.5)
	BK21 플러스 비참여	5,187	4,658	3,394	6,451	9,845
		(75.0)	(92.8)	(86.8)	(80.4)	(82.5)
	소계	6,919	5,019	3,910	8,028	11,938
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
수도권	BK21플러스 참여	1,304	2,055	1,649	1,710	3,359
		(26.1)	(18.3)	(19.7)	(21.7)	(20.7)
	BK21 플러스 비참여	3,698	9,169	6,712	6,155	12,867
		(73.9)	(81.7)	(80.3)	(78.3)	(79.3)
	소계	5,002	11,224	8,361	7,865	16,226
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)
계	BK21플러스 참여	3,036	2,416	2,165	3,287	5,452
		(25.5)	(14.9)	(17.6)	(20.7)	(19.4)
	BK21 플러스 비참여	8,885	13,827	10,106	12,606	22,712
		(74.5)	(85.1)	(82.4)	(79.3)	(80.6)
	소계	11,921	16,243	12,271	15,893	28,164
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

2018년 8월 석사 졸업생 중 BK21 사업 참여자를 대상으로 BK21 사업참여에 따라 지원받은 내용을 복수응답으로 집계하였다⁷⁾. BK21 사업 참여자는 장학금 69.4%, 학술대회참가 및 논문 투고 57.6%, 단기해외연수 9.7%, 기타 15.1% 등의 지원을 받은 것으로 나타났으며, 장기해외연수 1.2%, 인턴십 2.3% 등은 매우 낮은 비율을 보였다.

〈표 III-17〉 BK21 사업에서 받은 지원(복수응답)

지원내역	빈도	%
단기해외연수	75	9.7
장기해외연수	9	1.2
기업체인턴십	18	2.3
기타	117	15.1
학술대회참가 및 학술논문 투고	446	57.6
장학금	538	69.4
계	775	100.0

(2) BK21 사업이 대학원생의 학업에 미친 영향

BK21 사업 성과와 관련하여 대학원생의 학업에 관련된 내용을 살펴본다. 우선 대학원생의 상당수는 직장학업을 병행하고 있는데 학업에 전념하는 것이 학문적 기초를 튼튼히 쌓고 학자, 연구자로 성장하는데 좀 더 효과적일 것이다. 그러나, 생계, 학비 등 재정이 부족한 상태에 놓여 있는 한국의 많은 대학원생들은 학업과 직장을 병행할 수밖에 없고 학문에 전념할 수 있는 여건이 미흡한 실정이다.

전체 석사 졸업생 중 학업에 전념하는 비율은 73.8%, 학업과 직장을 병행하는 비율은 26.2%로 나타났다. BK21 사업 참여자의 학업전념 비율은 97.5%, 비참여자는 68.2%로 BK21 사업이 대학원생들의 생활안정을 통해 학업에 전념할 수 있는 여건을 조성하는데 기여한 것으로 평가된다. 한편, 대학소재지별로 학업전념 비율을 살펴보면, BK21 사업 참여자는 수도권 96.2%, 지방 97.0%로 모두 높으나, BK21 사업 비참여자의 학업전념 비율은 수도권 75.4%, 지방 58.7%로 지방이 수도권에 비해 크게 낮다. 이를 통하여 BK21 사업이 특히 지방 대학원생이 학업에 전념할 수 있는 여건조성에 상대적으로 더 크게 기여함을 알 수 있다.

다음으로 학업의 연속성과 관련하여 휴학경험을 살펴본다. 석사 졸업생 중 10.9%는 휴학경험이 있어 대학원생들이 여러 가지 이유로 학업이 연속되지 못하고 단절된 경험을 갖고 있었다. BK21 사업 참여자의 휴학경험 비율은 7.0%, 비참여자는 11.8%로 BK21 사업이 대학원생의 학업연속성 확보에 일정 정도 기여하였다.

7) BK21 사업 참여자를 대상으로 지원내용을 설문조사한 것은 2018년 8월조사부터이며, 이를 집계한 결과이다.

〈표 III-18〉 학업전념과 휴학경험

(%, 명)

		BK21 플러스 사업				BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계		참여	비참여	계
지방	학업에 전념	97.0	58.7	65.5	휴학경험유	5.9	10.4	9.6
	학업과 직장 병행	3.0	41.3	34.5	휴학경험무	94.1	89.6	90.4
	소계	2,093	9,845	11,938	소계	2,093	9,845	11,938
수도권	학업에 전념	96.2	75.4	80.0	휴학경험유	7.8	12.8	11.8
	학업과 직장 병행	3.8	24.6	20.0	휴학경험무	92.2	87.2	88.2
	소계	3,359	12,867	16,226	소계	3,359	12,867	16,226
계	학업에 전념	97.5	68.2	73.8	휴학경험유	7.0	11.8	10.9
	학업과 직장 병행	2.5	31.8	26.2	휴학경험무	93.0	88.2	89.1
	계	5,452	22,712	28,164		5,452	22,712	28,164

대학원생에게 BK21 사업의 직접적 효과는 학비부담을 덜고 학업에 집중할 수 있는 학습 및 연구환경을 보장해준다는 점이다. 이를 살펴보기 위하여 총 학비 지원 출처를 부담 주체별로 살펴보면 BK21 사업 참여자의 경우 본인 부담비율이 16.03%, 비참여자는 27.91%로 BK21 사업 참여자의 본인부담 비율이 낮았다. 그러나 가족 부담비율에서는 BK21 사업참여자가 23.05%, 비참여자가 21.00%로 사업 참여자의 가족 부담비율이 소폭 높았다. 이러한 결과는 BK21 사업 비참여자의 직장병행비율이 높아서 학비를 본인이 부담할 수 있는 경제적 능력이 있기 때문으로 해석된다. 장학금⁸⁾ 부담비율은 BK21 사업 참여자 20.53%, 비참여자가 11.71%로 참여자의 장학금 의존비율이 높다. 그러나, BK21 사업참여자의 총 학비 중에서 장학금의 비율이 20.53%에 그쳐 비참여자에 비해 높기는 하지만 재학기간 중 소요되는 총학비에 비추어 대학원생이 학업에 전념할 수 있도록 충분한 지원이 이루어진다고 보기는 어렵다.

〈표 III-19〉 대학원 총 학비의 부담비율(%)

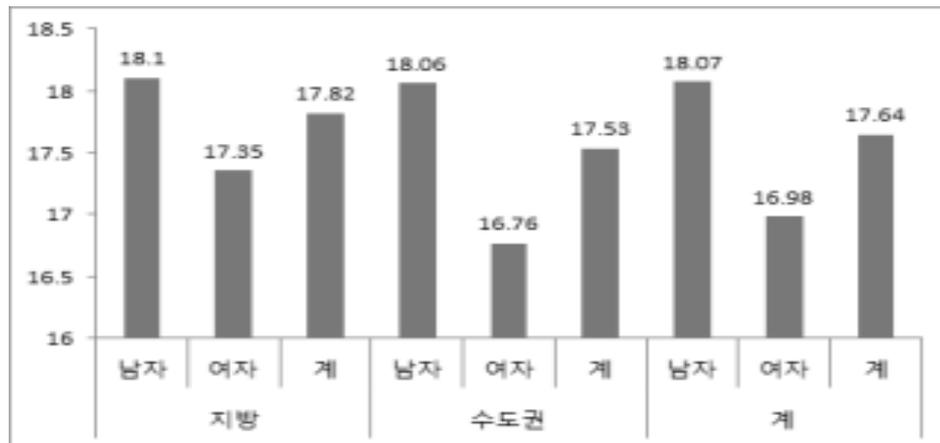
		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
학비 본인 부담비율	남자	17.79	27.91	25.74
	여자	13.35	26.33	24.14
	계	16.03	27.17	25.01
학비 가족 부담비율	남자	21.40	17.06	17.99
	여자	25.56	25.48	25.49
	계	23.05	21.00	21.4

8) 장학금은 특별연구비, 기부금, 연구조교, 수업조교, 기타조교활동, 성적장학금, 국외장학금을 모두 포함하며, 기타는 학자금 대출, 재직직장의 교육비지원 등으로 구성된다.

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
학비 장학금 부담비율	남자	21.48	13.86	15.49
	여자	19.08	9.26	10.92
	계	20.53	11.71	13.41
학비 기타 부담비율	남자	10.8	15.14	14.21
	여자	10.87	12.44	12.17
	계	10.83	13.88	13.29

BK21 사업 참여자의 사업참여 기간은 평균 17.64개월이며, 남자 18.07개월에 비해 여자는 약 1개월 짧은 16.98개월로 나타났다. 석사과정이 통상 4학기 24개월인 점을 고려하면, 사업참여기간이 재학기간의 약 73.5%로서 상당기간을 지원하는 것으로 평가된다. 수도권과 지방간 격차는 미미하며, 수도권에서 남녀간 격차가 비교적 큰 것으로 나타났다.

[그림 III-8] BK21 사업 참여자의 사업참여기간(월)



대학원생 재정지원의 학술성과는 학술지 논문게재 실적을 통해 평가할 수 있다. 석사 졸업생 중 학술지 논문게재 실적이 있는 비율은 전체 41.2%이며, BK21 사업참여자의 논문게재 비율은 54.7%, 비참여자는 38.0%로 사업 참여자의 논문게재 실적이 뚜렷하게 높다. 대학 소재지별로는 수도권 BK21 사업 참여자의 논문게재 비율은 50.3%, 비참여자 37.1%, 지방 참여자 61.6%, 지방 비참여자 39.2%로 지방 BK21 사업 참여자의 논문게재 비율이 월등하게 높다.

연구프로젝트 참여는 대학원생들이 사업참여를 통하여 현장성있는 연구경험을 축적하고 이론을 실제 적용할 수 있는 기회로서 연구자로 성장하는데 중요한 현장훈련(On-the-Job Training) 성격을 갖는다. 석사학위 취득자 중 연구프로젝트 참여경험 비율은 56.4%이고, BK21 사업 참여자가 85.5%, 비참여자가 49.4%로서 참여자의 연구프로젝트 참여경험 비율이 월등하게 높다.

〈표 III-20〉 논문게재 비율 및 연구프로젝트 경험비율(%)

	BK21 플러스 사업		
	참여	비참여	계
	〈논문게재 비율〉		
지방	61.6	39.2	43.2
수도권	50.3	37.1	49.8
전체	54.7	38.0	41.2
	〈연구프로젝트경험 있음 비율〉		
지방	83.7	45.6	52.3
수도권	86.6	52.3	59.4
전체	85.5	49.4	56.4

BK21 사업 참여자의 학술지 게재 평균 논문편수⁹⁾는 1.51개로 비참여자의 0.94개에 비해 1.6배이상 많은 것으로 나타났다. 성별로는 남자 BK21 사업 참여자 1.65개, 비참여자 1.17개이며, 여자는 BK21 사업 참여자 1.29개, 비참여자 0.67개로 여자의 격차가 더 크다. 한편 지방 남자 BK21 사업 참여자의 평균 논문편수는 2.01개로 가장 많으며, 이는 수도권 남자 BK21 사업 참여자 1.42개에 비해 많은 것이다.

BK21 사업 참여자의 평균 연구프로젝트 참여는 2.52개로 비참여자의 1.40개에 비해 1.8배 이상 많다. 성별로는 남자 BK21 사업참여자 2.79개, 비참여자 1.70개이며, 여자는 참여자 2.11개, 비참여자 1.06개로 사업참여자와 비참여자 간의 격차는 여자가 남자보다 더 크다. 한편 지방 남자 BK21 사업 참여자의 평균 연구프로젝트 참여건수는 2.88개로 가장 많다.

〈표 III-21〉 평균 논문편수 및 평균 연구프로젝트 참여 건수(개)

		평균논문편수			평균연구프로젝트 참여 건수		
		BK21 참여	BK21 비참여	계	BK21 참여	BK21 비참여	계
지방	남자	2.01	1.21	1.37	2.88	1.63	1.87
	여자	1.57	0.73	0.86	2.21	1.08	1.25
	계	1.84	0.99	1.14	2.63	1.38	1.6
수도권	남자	1.42	1.13	1.19	2.74	1.76	1.98
	여자	1.13	0.63	0.72	2.06	1.05	1.23
	계	1.3	0.89	0.98	2.46	1.42	1.63
계	남자	1.65	1.17	1.27	2.79	1.7	1.93
	여자	1.29	0.67	0.78	2.11	1.06	1.24
	계	1.51	0.94	1.05	2.52	1.4	1.62

9) 석사조사에서 학술지 게재 논문은 주저자로 게재한 논문과 공동 저자로 게재한 논문으로 구분하여 조사하고 있으나 공동 저자의 경우 저자수가 조사되지 않아 연구실적 인정기준 및 환산율 적용이 불가능하여 공동 저자로 게재한 논문도 100%로 인정하고 집계하였다.

대학원진학 동기에서의 차이를 살펴보기 위하여 BK21 사업참여 여부별로 석사학위 과정 진학의 주요 목표를 비교한다. 졸업생의 BK21 사업참여는 대학원 진학 이후에 발생한 사건이지만, 사업단(팀)이 BK21에 선정되면 대학원에 진학하고자 하는 학생들에게도 재정 면에서 긍정적인 신호로 작동할 것이기 때문에 진학하고자 하는 대학원을 선택하는데 일정한 영향을 미치게 되고 진학동기의 차이를 가져올 수 있다. 전체적으로 대학원 진학의 주된 목적은 ‘학업지속’의 비율이 가장 높게 나타났다. BK21 사업 참여자는 ‘연구원이 되기 위하여’가 40.9%로 가장 높고, ‘학업지속’ 29.9%, ‘취업이나 이직’ 19.5% 등의 순이나, 비참여자는 ‘학업지속’ 37.4%, ‘연구원이 되기 위하여’ 23.8%, ‘취업이나 이직’ 19.8% 등의 순이다. BK21 참여자의 경우 학업지속이라는 막연한 진로목표가 아니라 연구원이 되겠다는 구체적인 진로목표를 설정한 비율이 높다는 점에서 BK21 사업이 대학원 진학단계부터 뚜렷한 진로목표 설정에 일정한 효과가 있을 가능성을 시사한다.

〈표 III-22〉 석사과정 진학의 주요 목적

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
지방	연구원이 되기 위해	42.2	23.3	26.6
	취업이나 이직	23.2	20.9	21.3
	직위, 급여	5.2	8.6	8.0
	학업지속	24.7	34.6	32.9
	기타	4.7	12.6	11.2
수도권	연구원이 되기 위해	40.1	24.2	27.5
	취업이나 이직	17.3	18.9	18.5
	직위, 급여	3.6	6.4	5.8
	학업지속	33.2	39.5	38.2
	기타	5.8	11	10
전체	연구원이 되기 위해	40.9	23.8	27.1
	취업이나 이직	19.5	19.8	19.7
	직위, 급여	4.2	7.4	6.8
	학업지속	29.9	37.4	35.9
	기타	5.5	11.6	10.5

(3) BK21 사업의 취업효과

석사학위 취득자의 졸업시점 경제활동상태¹⁰⁾를 살펴보면 취업자 42.5%, 실업자 35.5%, 박사과정진학 13.9%, 비경활인구 8.1% 등의 순으로 나타났다. BK21 사업 참여자는 실업자 41.2%, 취업자 28.3%, 박사과정진학자 22.6%이고, 비참여자는 취업자 45.9%, 실업자 34.1%, 박사과정진학자 11.8%로 졸업후 진로에서 뚜렷한 차이를 보였다. 특히 주목해야 할 점은 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 취업자 비율이 낮고 실업자 비율이 높다는 점이다. 이는 BK21 사업 비참여자의 학업과 직장 병행비율이 높아서 취업자, 실업자 비율 산정에서 유리한 점이 작용한 결과로 보이며, 조사시점이 졸업논문 제출시점이어서 청년층의 학교졸업후 직장 이행기간이 약 11개월인 점을 고려하면 관찰기간이 충분치 않다는 점도 작용한 것으로 보인다. 실제로 직장병행자는 대부분 BK21사업 비참여자인데 이들을 제외하고 분석한 결과 취업자 비율에서 BK21사업 참여자와 비참여자 간에 유의한 차이가 없고 실업자 비율은 BK21사업 비참여자가 참여자에 비해 오히려 높게 나타났다. 박사과정 진학자는 BK21 사업 참여자가 비참여자에 비해 높게 나타나 학문후속세대 양성이라는 사업목적이 일정부분 달성된 것으로 평가된다.

〈표 III-23〉 졸업후 진로(%)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	취업자	21.6(19.8)	50.3(23.5)	45.3(22.5)
	실업자	49.1(50.2)	33.0(51.0)	35.9(50.8)
	비경활인구	7.3(7.4)	7.1(10.2)	7.1(9.5)
	박사과정진학자	22.0(22.6)	9.6(15.2)	11.7(17.1)
수도권	취업자	32.5(31.4)	42.5(28.8)	40.4(29.5)
	실업자	46.3(36.8)	35.0(43.3)	35.2(41.6)
	비경활인구	8.3(8.4)	9.0(10.6)	8.8(10.1)
	박사과정진학자	23.0(23.5)	13.5(17.3)	15.5(18.8)
계	취업자	28.3(27.0)	45.9(26.8)	42.5(26.9)
	실업자	41.2(41.9)	34.1(46.2)	35.5(45.1)
	비경활인구	7.9(8.0)	8.2(10.2)	8.1(9.9)
	박사과정진학자	22.6(23.1)	11.8(16.5)	13.9(18.2)

주 : ()내는 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 계산한 수치임.

10) 석사조사, 박사조사는 졸업시점의 조사이고 통계청의 경제활동인구조사와 같이 엄밀한 경제활동상태 조사를 하지 않아 여기에서의 경제활동상태는 다음과 같이 구분하였다. 석사조사에서는 취업(또는 취업 예정) 상태를 묻고 응답하도록 하고 있는데, "현재 재직중임", "취업 확정 상태임", "취업확정 상태이며 박사과정 진학"의 경우는 취업자로, "미취업이며 구직중"은 실업자로, "미취업이며 당분간 구직계획 없음"은 비경활인구로, "미취업이며 박사과정 진학"은 박사과정진학으로 각각 구분하고 집계한다.

취업성과를 좀 더 심층적으로 살펴보기 위하여 취업자의 종사상지위를 살펴본다. 종사상지위는 고용안정성, 임금 등 취업의 질적 측면을 보여주는데 상용직비율이 높을수록 양질의 일자리로 볼 수 있으며, 자영업의 경우는 우리나라에서는 생계형 창업이 주로 이루어진다는 점에서 상용직을 좋은 일자리의 대리지표로 활용할 수 있다. BK21 사업 참여자의 상용직 비율은 86.8%, 비참여자는 77.5%로 취업의 질은 사업참여자가 비참여자에 비해 더 우수한 것으로 평가된다. 직장병행자를 제외하고 학업전념자만을 대상으로 분석한 결과 상용직 비율이 BK21사업 참여자는 소폭 증가하였으나 비참여자는 소폭 감소하여 격차는 오히려 확대되었다. 임시일용직 비율은 BK21사업 비참여자의 경우에는 소폭 감소한 반면, 비참여자는 크게 증가하였다. 전반적으로 학업전념자만을 가지고 평가했을 때 취업의 질 측면에서 BK21 사업 참여자가 비참여자에 비해 우수한 것으로 평가된다.

〈표 III-24〉 취업자의 종사상 지위(% , 명)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	상용직	78.6(81.2)	74.3(72.1)	74.6(74.1)
	임시일용직	17.6(16.5)	14.8(23.0)	15.1(21.5)
	자영업	3.8(2.3)	10.9(5.0)	10.3(4.3)
	소계	449(399)	4,929(1,353)	5,378(1,752)
수도권	상용직	90.2(90.5)	80.4(82.7)	82.1(84.8)
	임시일용직	9.0(8.9)	13.2(14.1)	12.5(12.7)
	자영업	0.7(0.7)	6.3(3.2)	5.4(2.5)
	소계	1,086(1,028)	5,437(2,778)	6,523(3,806)
전체	상용직	86.8(87.9)	77.5(79.2)	78.7(81.5)
	임시일용직	11.5(11.0)	14.0(17.0)	13.7(15.5)
	자영업	1.6(1.1)	8.5(3.8)	7.6(3.1)
	소계	1,535(1,427)	10,366(4,131)	11,901(5,558)

주 : ()내는 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 계산한 수치임.

라. 박사 기초통계 분석

(1) BK21 사업 참여현황

박사조사는 BK21 관련문항이 포함된 2017년 2월~2020년 2월 조사를 이용하며, 분석대상은 일반대학원 박사학위 취득자로 한정하고, BK21 사업참여 경험에 대하여 ‘모름’을 제외하고 ‘있음’, ‘없음’으로 응답한 24,494명이다. 학년도별로 자료를 집계하여 2017학년도는 2017년 2월 졸업생만 포함하였고, 2020학년도는 2019년 8월 및 2020년 2월 졸업생을 포함한다.

분석대상 기간 중 박사학위 취득자 가운데 BK21 사업참여자 비율은 27.0%이며, 남자 30.6%, 여자 20.5%로 남자의 BK21 사업참여 비율이 여자보다 더 높은 특징을 보였다. 졸업대학 소재지를 기준으로 수도권과 지방으로 나누어 보면, 수도권 졸업생의 분석기간 전체 BK21 사업참여 비율은 34.9%, 지방 12.7%로 수도권의 참여비율이 지방에 비해 크게 높다. 남자의 경우 BK21 사업참여 비율은 수도권 39.6%, 지방 13.2%로 수도권이 크게 높으며, 여자 역시 수도권 25.8%, 지방 12.0%로 수도권의 사업 참여비율이 지방에 비해 크게 높다. 전체적으로 박사과정 대학원생의 BK21 사업참여 기회는 남자, 수도권이 유리한 특징을 보이거나, 전공구성, 직장병행 비율 등 다양한 요소들을 고려한 엄밀한 분석이 필요하다.

〈표 III-25〉 BK21 플러스 사업 참여 현황

	남자					여자					계					
	2017	2018	2019	2020	계	2017	2018	2019	2020	계	2017	2018	2019	2020	계	
지 방	참여	102	176	228	204	710	64	101	123	113	401	166	277	351	317	1,111
		13.2	12.9	14.5	12.1	13.2	14.0	12.4	12.7	10.4	12.0	13.5	12.7	13.8	11.4	12.7
	비참여	673	1,191	1,340	1,485	4,689	394	714	846	973	2,927	1,067	1,905	2,186	2,458	7,616
	86.8	87.1	85.5	87.9	86.8	86.0	87.6	87.3	89.6	88.0	86.5	87.3	86.2	88.6	87.3	
수 도 권	소계	775	1,367	1,568	1,689	5,399	458	815	969	1,086	3,328	1,233	2,182	2,537	2,775	8,727
	참여	659	1,028	1,157	1,297	4,141	200	352	407	409	1,368	859	1,380	1,564	1,706	5,509
		40.4	39.8	39.9	38.7	39.6	26.7	28.2	26.5	23.0	25.8	36.1	36.0	35.3	33.3	34.9
	971	1,554	1,745	2,051	6,321	549	896	1,126	1,366	3,937	1,520	2,450	2,871	3,417	10,258	
계	비참여	59.6	60.2	60.1	61.3	60.4	73.3	71.8	73.5	77.0	74.2	63.9	64.0	64.7	66.7	65.1
	소계	1,630	2,582	2,902	3,348	10,462	749	1,248	1,533	1,775	5,305	2,379	3,830	4,435	5,123	15,767
	참여	761	1,204	1,385	1,501	4,851	264	453	530	522	1,769	1,025	1,657	1,915	2,023	6,620
	31.6	30.5	31.0	29.8	30.6	21.9	22	21.2	18.2	20.5	28.4	27.6	27.5	25.6	27.0	
계	비참여	1,644	2,745	3,085	3,536	11,010	943	1,610	1,972	2,339	6,864	2,587	4,355	5,057	5,875	17,874
		68.4	69.5	69.0	70.2	69.4	78.1	78	78.8	81.8	79.5	71.6	72.4	72.5	74.4	73.0
	소계	2,405	3,949	4,470	5,037	15,861	1,207	2,063	2,502	2,861	8,633	3,612	6,012	6,972	7,898	24,494

박사 졸업생들의 졸업시점에서의 평균연령(만)을 계산한 결과 39.3세이며 BK21 사업참여자는 32.3세, 비참여자 41.9세로 격차가 크나, 비참여자의 표준편차가 커서 통계적으로 유의한 차이로 볼 수는 없다. 다만, BK21 사업참여자는 비참여자에 비해 휴학경험 비율이 낮고, 학업과 직장을 병행하는 비율도 낮다는 점에서 평균적으로 입학후 졸업까지 소요기간도 짧을 것으로 보인다.

〈표 III-26〉 졸업시점 평균연령(만)

			BK21 플러스 사업		
			참여	비참여	전체
지방	남자	Mean	34.3	44.4	43.0
		Std	5.5	9.3	9.5
	여자	Mean	34.9	42.8	41.8
		Std	7.5	37.8	35.6
	계	Mean	34.5	43.8	42.6
		Std	6.3	24.5	23.2
수도권	남자	Mean	31.7	40.8	37.2
		Std	3.4	9.3	8.7
	여자	Mean	32.5	40.3	38.3
		Std	5.2	8.5	8.5
	계	Mean	31.9	40.6	37.6
		Std	3.9	9	8.7
계	남자	Mean	32.1	42.3	39.2
		Std	3.9	9.4	9.4
	여자	Mean	33.1	41.4	39.7
		Std	5.9	25.5	23.1
	계	Mean	32.3	41.9	39.3
		Std	4.5	17.5	15.7

전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 이공계열 졸업생의 43.3%가 사업참여 경험이 있는 반면, 인문사회계열은 7.4%, 기타 전공계열은 10.4%로서 이공계열 중심의 사업 추진이 석사에 비해 박사에서 훨씬 강한 것으로 나타났다. BK21 사업 참여기회에 있어서 전공간 형평성 문제가 좀 더 고려될 필요가 있어 보인다. 대학소재지 기준으로 수도권과 지방 간에 전체적인 BK21 사업참여 비율의 격차도 두드러져 이공계열 수도권은 51.9%이나 지방은 22.0%에 그쳤다.

〈표 III-27〉 전공별 BK21플러스 참여 현황

		인문사회	이공계	기타	계
지방	BK21플러스 참여	128	823	160	1,111
		5.1	22.0	6.4	12.7
	BK21 플러스 비참여	2,368	2,910	2,338	7,616
		94.9	78.0	93.6	87.3
	소계	2,496	3,733	2,498	8,727
수도권	BK21플러스 참여	302	4,774	433	5,509
		9	51.9	13.5	34.9
	BK21 플러스 비참여	3,042	4,433	2,783	10,258
		91	48.1	86.5	65.1
	소계	3,344	9,207	3,216	15,767
계	BK21플러스 참여	430	5,597	593	6,620
		7.4	43.3	10.4	27.0
	BK21 플러스 비참여	5,410	7,343	5,121	17,874
		92.6	56.7	89.6	73.0
	소계	5,840	12,940	5,714	24,494

이공계열의 BK21 사업참여 비율을 좀 더 심층적으로 살펴보기 위하여 전공대분류 기준으로 공학계열과 자연계열로 나누어 살펴보면, BK21 사업참여 비율은 공학계열 40.7%, 자연계열 45.5%로서 자연계열이 소폭 높다. 대학 소재지별로는 공학계열 수도권 49.1%, 지방 20.3%로 지방이 낮고, 자연계열은 수도권 58.5%, 지방 24.3%로 역시 수도권의 BK21 사업참여 비율이 크게 높은 특징을 보인다. 이공계 중심의 사업이고 과학기술 분야의 특성상 수월성 추구가 핵심 성과지표임을 감안하더라도 수도권과 지방간 사업참여기회의 형평성이 확보되어 있는지 계량분석을 통해 여러 가지 요인들을 통제하고 확인해볼 필요가 있다.

〈표 III-28〉 공학계열과 자연계열의 BK21플러스 참여 현황

		공학계열					자연계열				
		2017	2018	2019	2020	계	2017	2018	2019	2020	계
지방	참여	54	111	128	132	425	66	107	121	104	398
		19.4	20.8	20.6	19.8	20.3	26.7	24.7	26.4	20.9	24.3
	비참여	224	422	493	534	1,673	181	326	337	393	1,237
		80.6	79.2	79.4	80.2	79.7	73.3	75.3	73.6	79.1	75.7
	소계	278	533	621	666	2,098	247	433	458	497	1,635
수도권	참여	494	823	896	999	3,212	245	378	442	497	1,562
		49.1	50.0	50.6	47.3	49.1	55.8	58.9	60.5	58.0	58.5
	비참여	512	824	876	1,115	3,327	194	264	288	360	1,106
		50.9	50.0	49.4	52.7	50.9	44.2	41.1	39.5	42.0	41.5
	소계	1,006	1,647	1,772	2,114	6,539	439	642	730	857	2,668
계	참여	548	934	1,024	1,131	3,637	311	485	563	601	1,960
		42.7	42.8	42.8	40.7	42.1	45.3	45.1	47.4	44.4	45.5
	비참여	736	1,246	1,369	1,649	5,000	375	590	625	753	2,343
		57.3	57.2	57.2	59.3	57.9	54.7	54.9	52.6	55.6	54.5
	소계	1,284	2,180	2,393	2,780	8,637	686	1,075	1,188	1,354	4,303

세부전공별¹¹⁾ BK21 사업참여의 특징을 살펴보면, 인문계열에서 사업참여 비율은 언어·문학 13.7%, 인문학 8.0%, 경영·경제 5.8% 등이다. 대학 소재지 별 사업참여 비율을 살펴보면, 대체로 수도권이 지방에 비해 사업참여 비율이 높으며, 법학의 경우는 수도권과 지방 모두 2%대로 낮다.

공학계열의 세부전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 전공간 편차가 큰데, 화공·고분자·에너지 전공과 소재·재료·금속 전공의 사업참여 비율은 모두 57.4%로 가장 높고, 산업·안전 17.1%, 건설·토목·도시 17.4%로 가장 낮다. 지역별로는 세부전공별 사업참여 비율을 살펴보면, 수도권이 지방에 비해 월등히 높다. 예컨대 화공·고분자·에너지의 사업참여 비율은 수도권 61.6%, 지방 34.9%이다.

11) 세부전공 분류는 한국직업능력개발원의 박사조사(각년도)에 따랐으며, 석사조사(각년도)와 동일하다. 인문계열이 언어·문학, 인문학으로 분류되고, 사회계열은 경영·경제, 법학, 사회과학으로 분류되고, 공학계열은 전기·전자·컴퓨터, 건설·토목·도시, 산업·안전, 소재·재료·금속, 기계·자동차·항공, 화공·고분자·에너지, 공학기타로 분류되고, 자연계열은 농림·수산·환경, 화학·생물·생명과학, 생활과학, 수학·통계·물리, 천문·지구·해양, 자연과학 기타로 분류된다. 세부전공 분류에 관한 자세한 내용은 박사조사(각년도)를 참조하라.

〈표 III-29〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(인문계열, 사회계열)

		언어·문학	인문학	경영·경제	법학	사회과학	계
		지방	참여	34	17	43	2
		11.9	5.2	4.4	2.1	3.9	5.1
	비참여	252	313	932	94	754	2,368
		88.1	94.8	95.6	97.9	96.1	94.9
	소계	286	330	975	96	785	2,496
수도권	참여	46	51	84	4	118	302
		15.4	9.7	7.0	2.5	10.1	9.0
	비참여	252	474	1,113	159	1,053	3,042
		84.6	90.3	93	97.5	89.9	91.0
	소계	298	525	1,197	163	1,171	3,344
계	참여	80	68	127	6	149	430
		13.7	8.0	5.8	2.3	7.6	7.4
	비참여	504	787	2,045	253	1,807	5,410
		86.3	92.0	94.2	97.7	92.4	92.6
	소계	584	855	2,172	259	1,956	5,840

〈표 III-30〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(공학계열)

		전기·전자·컴퓨터	건설·토목·도시	산업·안전	소재·재료·금속	기계·자동차·항공	항공·고분자·에너지	공학기타	계
		지방	참여	141	43	4	32	75	59
		24.1	9.5	6.0	23.4	22.5	34.9	14.8	20.3
	비참여	443	408	63	105	258	110	202	1,673
		75.9	90.5	94.0	76.6	77.5	65.1	85.2	79.7
	소계	584	451	67	137	333	169	237	2,098
수도권	참여	1,002	141	47	499	614	552	190	3,212
		49.1	23.3	20.3	63.3	59.0	61.6	33.3	49.1
	비참여	1,038	463	184	289	427	344	380	3,327
		50.9	76.7	79.7	36.7	41.0	38.4	66.7	50.9
	소계	2,040	604	231	788	1,041	896	570	6,539
계	참여	1,143	184	51	531	689	611	225	3,637
		43.6	17.4	17.1	57.4	50.1	57.4	27.9	42.1
	비참여	1,481	871	247	394	685	454	582	5,000
		56.4	82.6	82.9	42.6	49.9	42.6	72.1	57.9
	소계	2,624	1,055	298	925	1,374	1,065	807	8,637

자연계열의 세부전공별 BK21 사업참여 현황을 살펴보면 전공간 편차가 가장 큰 특징을 보인다. 수학·통계·물리 60.8%, 천문·지구·해양 60.7%로 높고, 생활과학은 16.1%로 가장 낮다. 지역별 사업참여 비율을 살펴보면, 타 전공과 마찬가지로 수도권이 지방에 비해 크게 높은 특징을 보인다. 천문·지구·해양은 수도권 81.0%, 지방 36.7%로 격차가 두드러졌고, 수학·통계·물리 역시 수도권 68.6%, 지방 29.1%로 격차가 컸다.

〈표 III-31〉 세부전공별 BK21플러스 참여 현황(자연계열)

		농림·수산·환경	화학·생물·생명과학	생활과학	수학·통계·물리	천문·지구·해양	자연과학 기타	계
		참여	80	228	13	48	36	19
지방		19.1	38.8	13.1	29.1	36.7	11.7	24.3
	비참여	339	359	86	117	62	144	1,237
		80.9	61.2	86.9	70.9	63.3	88.3	75.7
	소계	419	587	99	165	98	163	1,635
수도권	참여	113	1,004	31	463	94	47	1,562
		44.3	61.0	17.8	68.6	81.0	35.9	58.5
	비참여	142	643	143	212	22	84	1,106
		55.7	39.0	82.2	31.4	19.0	64.1	41.5
	소계	255	1,647	174	675	116	131	2,668
계	참여	193	1,232	44	511	130	66	1,960
		28.6	55.1	16.1	60.8	60.7	22.4	45.5
	비참여	481	1,002	229	329	84	228	2,343
		71.4	44.9	83.9	39.2	39.3	77.6	54.5
	소계	674	2,234	273	840	214	294	4,303

대학설립구분별로 BK21 사업참여 현황을 살펴보면, 국공립 39.6%, 사립 18.2%로 국공립 대학원생의 사업참여 비율이 높다. 지역별로는 지방에서는 국공립 20.1%, 사립 5.2%로 사립 대학원생에 대한 사업참여 기회가 낮으며, 수도권에서는 국공립 54.5%, 사립 23.8%로 지방에 비해서는 사립의 참여기회가 상대적으로 높지만, 국공립에 비해서는 여전히 낮은 특징을 보였다.

다음으로 학부 출신대학과 박사 출신대학이 일치하는지 여부를 기준으로 BK21 사업참여 현황을 살펴본다. 한국에서는 대학이 서열화되어 있고 우수한 대학이 주로 수도권에 집중되어 있어 학부-박사 출신대학의 일치비율이 수도권보다는 지방에서 높다. 전체 분석대상 24,494명 중 학부-박사 출신대학의 일치하는 10,002명으로 40.8%이며, 같은 비율이 수도권은 38.8%, 지방은 44.4%로 나타난다. 앞서 학부-석사 출신대학 일치비율이 전체 56.4%, 수도권 48.4%, 지방

67.2%인 점에 비추어 학력이 높아질수록 학교이동이 더욱 활발해지는 특징을 볼 수 있다.

한편, 학부-박사 출신대학 일치여부에 따른 BK21 사업 참여비율을 살펴보면, 일치 33.2%, 불일치 26.0%로 학부와 박사 출신대학이 다른 경우 사업참여 비율이 낮은 특징을 보인다. 지역별로 학부-박사 출신대학 일치여부에 따른 BK21 사업 참여비율을 살펴보면, 일치 34.4%, 불일치 22.0%로 학부-박사 출신대학이 동일할 경우가 그렇지 않을 경우에 비해 사업참여 기회가 더 많다. 이것은 수도권과 지방 모두에서 동일하였으며, 석사의 경우 학부-석사 출신대학 일치여부에 따른 BK21 사업 참여비율이 일치 20.7%, 불일치 17.6%인 것과 비교해보면 격차가 더욱 확대되었다. 학부-박사 출신대학이 다른 대학원생에 대한 BK21 사업참여 기회의 격차가 무엇에 기인하는지 심층적인 분석이 필요하지만, 사업참여 기회에 있어서 학부 출신대학에 따른 차별적 요소는 제거하는 것이 바람직하다.

〈표 III-32〉 대학 설립구분, 학부-박사 출신대학별 현황(% , 명)

		설립구분		학부-박사 출신대학		계
		국공립	사립	불일치	일치	
지방	참여	884	227	356	755	1,111
		20.1	5.2	7.3	19.5	12.7
	비참여	3,505	4,111	4,490	3,126	7,616
		79.9	94.8	92.7	80.5	87.3
	소계	4,389	4,338	4,846	3,881	8,727
수도권	참여	3,125	2,384	2,828	2,681	5,509
		54.5	23.8	29.3	43.8	34.9
	비참여	2,614	7,644	6,818	3,440	10,258
		45.5	76.2	70.7	56.2	65.1
	소계	5,739	10,028	9,646	6,121	15,767
계	참여	4,009	2,611	3,184	3,436	6,620
		39.6	18.2	22	34.4	27.0
	비참여	6,119	11,755	11,308	6,566	17,874
		60.4	81.8	78	65.6	73.0
	소계	10,128	14,366	14,492	10,002	24,494
		(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)

2019학년도와 2020학년도의 박사 졸업생 중 BK21 사업 참여자를 대상으로 BK21 사업참여에 따라 지원받은 내용을 복수응답으로 집계하였다¹²⁾. BK21 사업 참여자는 학술대회참가 및 논문

12) BK21 사업 참여자를 대상으로 지원내용을 설문조사한 것은 2018년 8월조사부터로 이를 집계한 결과이다.

투고 69.1%, 장학금 61.9%, 단기해외연수 17.7% 등의 지원을 받았으며, 인턴십 1.1%, 장기해외연수 4.4% 등은 매우 낮은 비율을 보였다.

〈표 III-33〉 BK21 사업에서 받은 지원(복수응답)

지원내역	빈도	%
단기해외연수	342	17.7
장기해외연수	85	4.4
기업체인턴십	22	1.1
기타	273	14.1
학술대회참가 및 학술논문 투고	1,330	69.1
장학금	1,192	61.9
계	1,925	100.0

(2) BK21 사업이 대학원생의 학업에 미친 영향

BK21 사업 성과와 관련하여 대학원생의 학업에 관련된 내용을 살펴본다. 우선 전체 박사 졸업생 중 학업에 전념하는 비율은 48.2%, 학업과 직장을 병행하는 비율은 51.8%로 나타났다. BK21 사업 참여자의 학업전념 비율은 88.6%, 비참여자는 33.2%로 BK21 사업이 대학원생들의 생활안정을 통해 학업에 전념할 수 있는 여건을 조성하는데 크게 기여한 것으로 보인다. 한편, 대학소재지별로 학업전념 비율을 살펴보면, BK21 사업 참여자는 수도권 90.3%, 지방 79.9%로 모두 높으나, BK21 사업 비참여자의 학업전념 비율은 수도권 41.0%, 지방 22.8%로 지방이 수도권에 비해 크게 낮다. 이를 통하여 BK21 사업이 지방 대학원생이 학업에 전념할 수 있는 여건조성에 상대적으로 더 크게 기여함을 알 수 있다.

다음으로 학업의 연속성과 관련하여 휴학경험을 살펴본다. 박사 졸업생 중 16.6%는 휴학경험이 있어 대학원생들이 여러 가지 이유로 학업이 연속되지 못하고 단절된 경험을 갖고 있었다. BK21 사업 참여자의 휴학경험 비율은 10.9%, 비참여자는 18.7%로 BK21 사업이 대학원생의 학업연속성 확보에 일정 정도 기여한 것으로 나타났다.

〈표 III-34〉 학업전념과 휴학경험(% , 명)

		BK21 플러스 사업				BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계		참여	비참여	계
지방	학업전념	79.9	22.8	30.1	휴학경험유	10.1	13.4	13.0
	학업/직장병행	20.1	77.2	69.9	휴학경험무	89.9	86.6	87.0
	소계	1,111	7,616	8,727	소계	5,509	7,616	9,034
수도권	학업전념	90.3	41.0	58.2	휴학경험유	11.1	22.5	18.5
	학업/직장병행	9.7	59.0	41.8	휴학경험무	88.9	77.5	81.5
	소계	5,509	10,258	15,767	소계	5,509	10,258	15,767
계	학업전념	88.6	33.2	48.2	휴학경험유	10.9	18.7	16.6
	학업/직장병행	11.4	66.8	51.8	휴학경험무	89.1	81.3	83.4
	계	6,620	17,874	24,494		6,620	17,874	24,494

대학원생에게 BK21 사업의 직접적 효과는 학비부담을 덜고 학업과 연구에 집중할 수 있는 여건을 보장받는다라는 점이다. 이를 살펴보기 위하여 총 학비 지원 출처를 부담 주체별로 살펴보면 BK21 사업 참여자의 경우 본인 부담비율이 24.2%, 비참여자는 53.7%로 BK21 사업참여자의 본인부담 비율이 크게 낮다. 그러나 가족 부담비율에서는 BK21 사업참여자 17.0%, 비참여자 11.4%로 사업 참여자의 가족 부담비율이 더 높다. 장학금¹³⁾ 비율은 BK21 사업 참여자 23.0%, 비참여자 7.2%로 참여자의 장학금 의존비율이 크게 높다. BK21 사업참여자의 총 학비 중에서 장학금의 부담비율이 20%대에 그쳐 비참여자에 비해 높기는 하지만 재학기간 중 소요되는 총 학비를 모두 충당하는 데는 한계가 있으며, 대학원생의 안정적인 학업 및 연구여건 조성을 위해서는 재정지원 확대가 필요한 것으로 보인다. 한편, 비참여자의 학비 본인부담 비율이 높은 것은 학업과 직장을 병행하여 학비부담 능력이 있는 대학원생이 많기 때문으로 보인다.

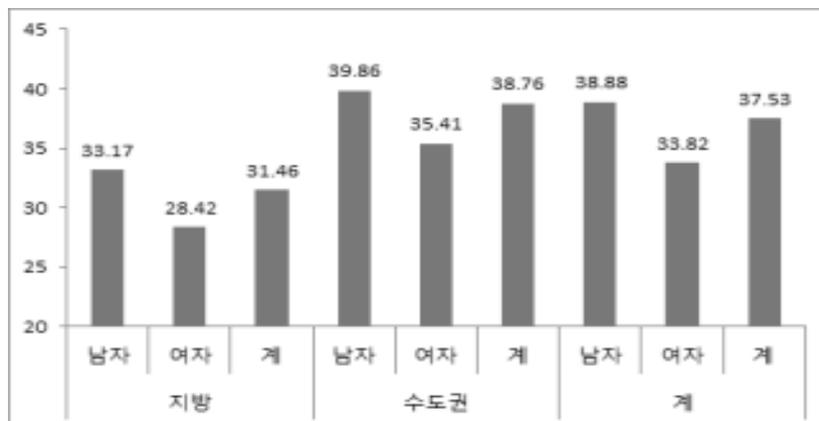
13) 장학금은 특별연구비, 기부금, 연구조교, 수업조교, 기타조교활동, 성적장학금, 국외장학금을 모두 포함하며, 기타는 학자금대출, 재직직장의 교육비지원 등으로 구성된다.

〈표 III-35〉 대학원 총 학비의 부담비율(%)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
학비 본인 부담비율	남자	24.9	56.4	46.7
	여자	22.1	49.5	43.9
	계	24.2	53.7	45.7
학비 가족 부담비율	남자	16.5	7.86	10.5
	여자	18.2	17.2	17.4
	계	17.0	11.4	12.9
학비 장학금 부담비율	남자	22.5	7.4	12.0
	여자	24.3	7.0	10.6
	계	23.0	7.2	11.5
학비 기타 부담비율	남자	10.9	15.3	13.9
	여자	10.3	12.4	12.0
	계	10.7	14.2	13.2

BK21 사업 참여자의 사업참여 기간은 평균 37.53개월이며, 남자 38.88개월에 비해 여자는 약 5개월 짧은 33.82개월로 나타났다. 지역별로는 수도권 38.76개월, 지방 31.46개월로 수도권의 사업참여 기간이 지방보다 약 7개월 더 길다. 박사과정의 BK21 사업참여 기간이 약 3년 수준으로 비교적 장기간 재정지원을 받음으로써 박사과정 기간에 안정적으로 학업에 집중할 수 있을 것으로 보이나, 수도권에 비해 지방의 사업참여기간이 짧은 점, 장학금이 박사과정 대학원생의 전체 학비에서 차지하는 비중이 낮은 점은 개선할 필요가 있다.

[그림 III-9] BK21 사업 참여자의 사업참여기간(월)



대학원생 재정지원의 학술성과는 학술지 논문게재 실적을 통해 평가할 수 있다. 박사 졸업생 중 학술지 논문게재 실적이 있는 비율은 거의 100%이므로 여기서는 학술지 게재 평균 논문편 수¹⁴⁾를 중심으로 살펴본다. 전체 박사 졸업생의 학술지 평균 논문게재 편수는 5.16개이며, BK21 사업참여자의 평균 논문게재 편수는 7.98개, 비참여자는 4.11개로 사업 참여자의 논문게재 실적이 뚜렷하게 높다. 대학 소재지별로는 수도권 BK21 사업 참여자의 평균 논문게재 편수는 7.74개, 비참여자 4.47개, 지방 참여자 9.16개, 지방 비참여자 3.62개로서 대학소재지와 무관하게 BK21 사업 참여자의 논문게재 실적이 높다.

BK21 사업 참여자의 평균연구프로젝트 참여는 5.57개로 비참여자의 1.82개에 비해 3배 이상 많다. 성별로는 남자 BK21 사업 참여자가 6.00개, 비참여자 2.09개이며, 여자는 참여자 4.39개, 비참여자 1.38개로 격차가 크다. 한편 지방 남자 BK21 사업 참여자의 평균연구프로젝트 참여건수는 6.53개로 가장 많으며 수도권 남자 BK21 사업 참여자 5.91개에 비해서도 많다. BK21 사업참여 기회는 지방에 비해 수도권 박사과정 학생이 유리하지만, BK21 사업참여자의 학술지 게재 논문편수, 연구프로젝트 참여 건수 등의 성과지표는 수도권과 지방 간 차이가 없거나 지방이 수도권에 비해 오히려 높게 나타난다. 따라서, 양적, 질적 성과지표를 좀 더 엄밀히 분석해야 하겠으나, 수도권과 지방간 BK21 사업참여 기회를 배분하는 원칙으로서 양적, 질적 성과평가 결과와 지역간 형평성이 적절히 조화될 수 있도록 할 필요가 있다.

〈표 III-36〉 학술지게재 평균논문편수 및 평균연구프로젝트 참여 건수(개)

		평균논문편수			평균연구프로젝트 참여 건수		
		BK21 참여	BK21 비참여	계	BK21 참여	BK21 비참여	계
지방	남자	10.06	3.93	4.74	6.53	1.44	2.11
	여자	7.55	3.12	3.66	3.8	1.05	1.38
	계	9.16	3.62	4.33	5.55	1.29	1.83
수도권	남자	8.14	5.01	6.25	5.91	2.57	3.89
	여자	6.53	3.61	4.36	4.56	1.62	2.38
	계	7.74	4.47	5.62	5.58	2.21	3.38
계	남자	8.42	4.55	5.74	6.00	2.09	3.29
	여자	6.76	3.40	4.09	4.39	1.38	2.00
	계	7.98	4.11	5.16	5.57	1.82	2.83

14) 박사조사에서 학술지 게재 논문은 주저자로 게재한 논문과 공동 저자로 게재한 논문으로 구분하여 조사하고 있으나 공동 저자의 경우 저자수가 조사되지 않아 연구실적 인정기준 및 환산율 적용이 불가능하여 공동 저자로 게재한 논문도 100%로 인정하고 집계하였다.

대학원진학 동기 상의 차이를 살펴보기 위하여 박사학위 과정 진학의 주요 목표를 비교한다. 전체적으로 박사과정 진학의 주된 목적은 ‘연구원이 되기 위해’ 37.4%, ‘학업지속’ 34.9% 등인데, 같은 비율이 BK21 사업참여자는 43.9%, 31.7%인 반면 비참여자는 35.0%, 36.1%로 사업 참여자는 ‘연구원이 되기 위해’라는 뚜렷한 진로목표를 나타냈다. BK21 사업대상이 대부분 이공계인 점을 감안하면 BK21 사업참여자는 공공 및 민간연구소의 연구원이라는 구체적인 진로 목표를 가지고 박사과정에 진학한 것으로 볼 수 있으며, 비참여자의 경우에는 인문사회계열 등의 비율이 높고, 이미 직장을 갖고 학업을 병행하는 경우가 많아 이러한 차이가 발생한 것으로 보인다.

〈표 III-37〉 박사과정 진학의 주요 목적

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
지방	연구원이 되기 위해	49.4	30.8	33.1
	취업이나 이직	11.0	7.9	8.3
	직위, 급여	4.1	5.4	5.2
	학업지속	24.8	38.2	36.5
	기타	10.7	17.7	16.9
수도권	연구원이 되기 위해	42.8	38.2	39.8
	취업이나 이직	11.4	7.7	9.0
	직위, 급여	3.8	5.4	4.8
	학업지속	33.1	34.6	34.0
	기타	8.9	14.1	12.4
전체	연구원이 되기 위해	43.9	35.0	37.4
	취업이나 이직	11.3	7.8	8.7
	직위, 급여	3.9	5.4	5.0
	학업지속	31.7	36.1	34.9
	기타	9.2	15.7	14

박사학위 취득후 해외이주 계획이 있는지 알아보기 위하여 “박사학위 취득후(향후 1년 이내) 해외 취업(이직 포함) 및 이주계획이 있는가”는 문항에 대한 응답을 집계하였다. “외국”으로 응답하여 해외이주 계획이 있다고 응답한 비율은 BK21 사업 참여자 18.4%, 비참여자 4.5%로 격차가 크게 나타났다. 이러한 차이는 BK21 사업 참여자의 대부분이 이공계로 해외에서 박사후 과정을 이수하거나, 해외취업 기회가 인문사회계열에 비해 상대적으로 많은데 기인하는 것으로 보인다.

〈표 III-38〉 박사학위 취득이후(향후 1년 이내) 해외이주 계획

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
지방	한국거주	86.1	96.6	95.2
	외국	13.0	2.4	3.8
	무응답	0.9	1.0	1.0
수도권	한국거주	81.9	93.0	88.5
	외국	18.0	6.1	10.8
	무응답	0.1	0.9	0.7
계	한국거주	81.3	94.5	90.9
	외국	18.4	4.5	8.3
	무응답	0.4	0.9	0.8

해외이주 계획이 있다는 응답을 대상으로 그 이유를 확인한 결과 ‘박사후과정을 위해’가 83.7%로 가장 높은 비율을 차지하였고 ‘취업을 위해’ 8.1%, ‘거주를 위해’ 5.2%, 기타 2.9% 등의 순으로 나타났다. BK21 사업 참여자는 ‘박사후과정을 위해’가 91.0%로 대부분을 차지하였으나 비참여자는 ‘박사후과정을 위해’ 72.7%, ‘취업을 위해’ 12.1%, ‘거주를 위해’ 9.7% 등으로 취업, 거주 등의 목적도 어느 정도 높은 비중을 차지하였다.

〈표 III-39〉 해외이주 계획의 이유

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	계
지방	박사후과정을 위해	93.2	68.5	79.5
	취업을 위해	2.7	10.9	7.2
	거주를 위해	2.0	11.4	7.2
	기타	2.0	9.2	6.0
수도권	박사후과정을 위해	90.7	73.9	84.5
	취업을 위해	5.9	12.4	8.3
	거주를 위해	2.2	9.2	4.8
	기타	1.1	4.5	2.3
계	박사후과정을 위해	91.0	72.7	83.7
	취업을 위해	5.5	12.1	8.1
	거주를 위해	2.2	9.7	5.2
	기타	1.2	5.5	2.9

(3) BK21 사업의 취업효과

박사학위 취득자의 졸업시점에서의 경제활동상태¹⁵⁾를 살펴보면 취업자 65.8%, 실업자 23.9%, 박사후과정 7.2%, 비경활인구 3.1% 등의 순으로 나타났다. BK21 사업 참여자는 같은 비율이 취업자 59.3%, 실업자 34.2%, 박사후과정 3.5%, 비경활인구 3.1%이고, 비참여자는 취업자 68.2%, 실업자 20.1%, 박사후과정 8.6%, 비경활인구 3.1%로 졸업후 진로에서 뚜렷한 차이를 보였다. 특히 주목해야 할 점은 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 취업자 비율이 낮고 실업자 비율이 높다는 점이다. 이는 BK21 사업 비참여자의 학업과 직장 병행비율이 높아서 취업자, 실업자 비율 산정에서 유리한 점이 작용한 결과로 보이며, 조사시점이 졸업논문 제출시점 이어서 청년층의 학교졸업후 직장 이행기간이 약 11개월인 점을 고려하면 관찰기간이 충분치 않은 점도 작용하였다. 실제로 직장병행자를 제외하고 학업전념자만을 분석한 결과, BK21사업 참여자 6,620명중 755명(11.4%)이 직장병행자이나, BK21사업 비참여자의 경우에는 전체 17,874명중 11,931명(66.7%)이 직장병행자이어서 격차가 크게 나타났다. 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 분석하면, BK21사업 참여자의 취업자 비율은 59.3%→56.3%로 소폭 낮아지는데 그치나, BK21사업 비참여자의 취업자 비율은 68.2%→36.8%로 급감하고 실업자 비율은 20.1%→45.3%로 급증함을 확인할 수 있다. 학업-직장 병행자를 제외하고 분석할 경우, BK21 사업참여자의 취업성고가 비참여자에 비해 크게 높다.

〈표 III-40〉 졸업후 진로(%)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	취업자	51.4(44.9)	73.3(33.4)	70.5(37.3)
	실업자	35.6(42.5)	15.1(43.1)	17.7(42.9)
	비경활인구	5.0(5.4)	3.1(6.6)	3.3(6.2)
	박사후과정	8.1(7.2)	8.5(16.9)	8.4(13.6)
수도권	취업자	60.8(58.3)	64.4(38.2)	63.2(49.1)
	실업자	33.9(36.5)	23.8(46.2)	27.3(41.0)
	비경활인구	2.7(2.9)	3.1(5.0)	2.9(3.9)
	박사후과정	2.6(2.2)	8.7(10.7)	6.6(6.1)
계	취업자	59.3(56.3)	68.2(36.8)	65.8(46.5)
	실업자	34.2(37.4)	20.1(45.3)	23.9(41.4)
	비경활인구	3.1(3.3)	3.1(5.5)	3.1(4.4)
	박사후과정	3.5(3.0)	8.6(12.5)	7.2(7.8)

주 : ()내는 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 계산한 수치임.

15) 졸업시점의 조사이고 통계청의 경제활동인구조사와 같이 엄밀한 경제활동상태 조사를 하지 않아 여기에서의 경제활동상태는 다음과 같이 구분하였다. 박사조사에서는 취업(또는 취업 예정) 상태를 묻고 응답하도록 하고 있는데, '재직중임', '취업 확정 상태임', '시간강사 확정' 등은 취업자, '미취업이며 구직 중'은 실업자, '미취업이며 당분간 구직계획 없음'은 비경활인구, '박사과정 확정'은 박사후과정으로 각각 구분하고 집계하였다.

박사후과정은 연구소나 대학에서 실제 연구프로젝트를 수행하면서 이론을 현실에 적용하여 실천적인 연구능력을 키우고 학자로 성장하는 경력경로이며, 주로 이공계에서 활발하게 이루어진다. 박사후과정 실태를 보면 BK21 참여 여부에 따라 격차가 크며, ‘박사후과정 확정’ 상태는 BK21 사업참여자 24.76%, 비참여자 8.1%이며, ‘박사후과정 계획중’은 BK21 사업참여자 27.1%, 비참여자 21.5%로 각각 나타났다. 박사후과정에 대하여 ‘해당없음’으로 응답한 비율은 BK21 사업 참여자 44.4%, 비참여자 67.5%인데, 비이공계에서는 전공특성상 박사후과정이 존재하지 않거나 일반적인 경력경로가 아니어서 이러한 격차가 나온 것으로 보인다.

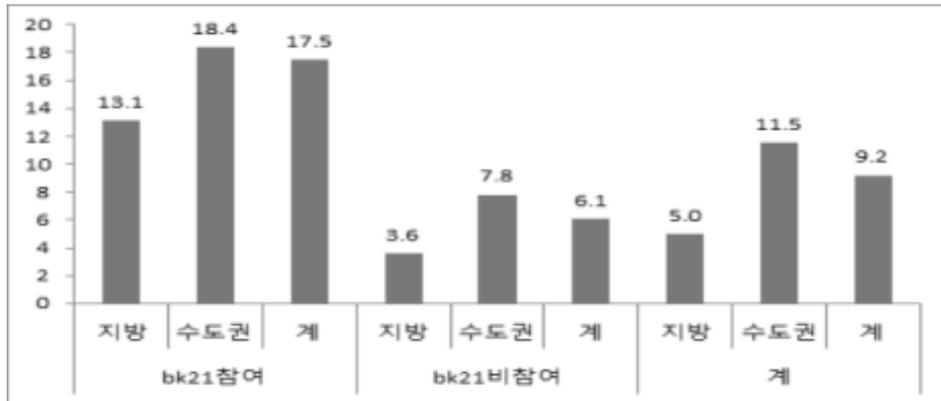
〈표 III-41〉 박사후과정 상태

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	박사후과정 확정	25.3	6.6	8.9
	계획중	33.8	20.5	22.2
	해당없음	37.1	70.4	66.2
	무응답	3.8	2.5	2.7
수도권	박사후과정 확정	24.6	9.2	14.6
	계획중	25.8	22.3	23.5
	해당없음	45.8	65.2	58.5
	무응답	3.8	3.3	3.4
계	박사후과정 확정	24.7	8.1	12.6
	계획중	27.1	21.5	23.0
	해당없음	44.4	67.5	61.2
	무응답	3.8	2.9	3.2

주 : ()내는 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 계산한 수치임.

박사후과정이 확정되었거나 계획 중인 졸업생에 대하여 국내, 해외 중 어디에서 박사후과정을 하는지 집계한 결과 해외에서 하겠다는 응답비율이 9.2%로 나타났다. BK21 사업참여자도 해외에서 박사후과정을 하겠다는 응답비율은 17.5%, 비참여자 6.1%로 격차가 컸으며, 수도권 대학 BK21 사업 참여자가 18.4%로 가장 높고 지방대학 사업 참여자는 13.1%로 소폭 낮았다. BK21 사업 참여자가 박사후과정을 더 많이 이수하고 해외에서의 박사후과정 기회를 적극적으로 추구하여 BK21 사업이 글로벌 무대에서 활동할 수 있는 우수두뇌 육성에 소기의 성과를 거두고 있는 것으로 보인다.

[그림 Ⅲ-10] 해외 박사후과정 비율(%)



해외에서 박사후과정을 계획하고 있는 박사학위 취득자를 대상으로 재원을 집계하였다. 전체 졸업생의 응답비율은 대학교 58.5%, 정부기관 16.2%, 공공연구소 10.6% 등의 순으로 나타났다. 재원을 대학교로 응답한 비율은 BK21 사업 참가자 64.6%, 비참가자 54.4%로 사업참가자의 비율이 높았으며, 재원을 공공연구소로 응답한 비율 역시 사업참가자가 더 높았다. 반면 정부기관, 민간연구소, 민간기업 등의 재원은 BK21 사업 비참가자가 참가자에 비해 더 높은 특징을 보였다.

〈표 Ⅲ-42〉 박사후과정 재원(%)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	대학교	56.7	51.3	52.6
	정부기관	20.3	18.0	18.6
	공공연구소	14.7	8.9	10.3
	민간연구소	0.3	2.2	1.8
	민간기업	1.7	6.5	5.3
	기타	6.3	13.1	11.4
	소계	100.0	100.0	100.0
수도권	대학교	66.5	56.4	61.1
	정부기관	13.3	16.8	15.2
	공공연구소	12.5	9.1	10.7
	민간연구소	1.1	2.2	1.6
	민간기업	1.8	3.7	2.8
	기타	4.9	11.8	8.6
	소계	100.0	100.0	100.0

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
계	대학교	64.6	54.4	58.5
	정부기관	14.7	17.3	16.2
	공공연구소	12.9	9.0	10.6
	민간연구소	0.9	2.2	1.7
	민간기업	1.8	4.8	3.6
	기타	5.1	12.3	9.4
	계	100.0	100.0	100.0

해외에서 박사후과정을 하겠다는 응답자에 대해 한국으로 돌아올 계획을 분석하였다. ‘박사후과정을 마친 후 귀국’ 42.8%, ‘박사후과정을 마치고 직장·연구 경험을 쌓은 후 귀국’ 33.6%이 많았고, ‘한국에서 취업되면 곧바로 귀국’ 11.7%, ‘해외에서 계속 거주’ 12.0% 등으로 나타났다. ‘한국에서 취업이 되면 박사후과정을 중도에 포기하고 곧바로 귀국하겠다’는 응답비율이 낮은 점으로 미루어 박사후과정이 연구자, 학자로서 성장하는데 있어 매우 중요한 경력경로일 가능성을 시사하였다.

〈표 III-43〉 해외 박사후과정의 한국으로 귀국계획(%)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	박사후과정 마친 후 귀국	44.9	47.6	46.7
	박사후과정 마치고 경험쌓은 후 귀국	29.9	29.8	29.8
	한국에서 취업되면 곧바로 귀국	14.3	11.6	12.5
	해외에서 계속 거주	10.9	11.0	10.9
	소계	100.0	100.0	100.0
수도권	박사후과정 마친 후 귀국	41.9	41.8	41.8
	박사후과정 마치고 경험쌓은 후 귀국	34.3	34.8	34.5
	한국에서 취업되면 곧바로 귀국	12.4	10.1	11.4
	해외에서 계속 거주	11.4	13.3	12.3
	소계	100.0	100.0	100.0
전체	박사후과정 마친 후 귀국	42.3	43.3	42.8
	박사후과정 마치고 경험쌓은 후 귀국	33.7	33.5	33.6
	한국에서 취업되면 곧바로 귀국	12.6	10.5	11.6
	해외에서 계속 거주	11.4	12.7	12.0
	소계	100.0	100.0	100.0

취업성과를 좀 더 심층적으로 살펴보기 위하여 취업자의 종사상지위를 분석한다. 상용직을 좋은 일자리를 대리하는 지표로 볼 때, BK21 사업 참여자의 상용직 비율은 66.4%, 비참여자는 74.8%로 나타났다. 이는 상당부분 학업과 직장을 병행하는 비율이 BK21 사업 참여자보다 비참여자가 더 높는데 기인하는데, 직장병행자를 제외하고 학업병행자만으로 취업자의 종사상지위를 분석해보면, BK21사업 참여자는 변동이 작으나, 비참여자는 상용직 비율이 크게 줄고(74.8%→65.7%), 임시일용직이 높아지는(11.3%→29.9%) 것으로 나타났다. 결론적으로 직장병행자를 제외하고 학업병행자만으로 취업의 질적인 측면을 비교해보면, BK21사업 참여자와 비참여자 간에 큰 차이가 없는 것으로 볼 수 있다.

〈표 III-44〉 취업자의 종사상지위(% , 명)

		BK21 플러스 사업		
		참여	비참여	전체
지방	상용직	57.1(54.4)	73.5(59.5)	72.0(57.4)
	임시일용직	38.0(42.7)	9.2(32.4)	11.8(36.6)
	자영업	5.0(2.9)	17.3(8.1)	16.2(6.0)
	소계	545(377)	5,377(553)	5,922(930)
수도권	상용직	68.1(67.9)	75.8(68.0)	73.2(67.9)
	임시일용직	30.8(31.5)	13.2(29.1)	19.0(30.7)
	자영업	1.2(0.6)	11.0(2.9)	7.7(1.4)
	소계	3,165(2,724)	6,347(1,514)	9,512(4,238)
전체	상용직	66.4(66.2)	74.8(65.7)	72.8(66.0)
	임시일용직	31.8(32.9)	11.3(29.9)	16.3(31.7)
	자영업	1.7(0.9)	13.9(4.3)	11.0(2.2)
	소계	3,710(3,101)	11,724(2,067)	15,434(5,168)

주 : ()내는 직장병행자를 제외하고 학업전념자만으로 계산한 수치임.

마. BK21 사업참여 회귀분석

(1) 심층분석의 필요성

대학원생의 입장에서 BK21 사업참여 기회를 얻기 위해서는 입학단계에서 BK21 사업에 선정된 학교를 선택하는 의도적 노력을 하거나, 입학이후 재학중인 학교가 BK21 사업에 선정되는 우연한 사건이 발생해야 한다. 여기에 학교가 BK21 사업대상으로 선정되더라도 본인의 전공이나 학과가 해당 사업에 포함되어야 하는 추가적인 조건이 충족되어야 하고, 최종적으로는 사업참여 대학원생으로 선발되어야 한다. 이것은 학교특성과 대학원 학생 개인의 특성 모두가

대학원생의 BK21 사업참여 여부에 영향을 미침을 의미한다. 학교특성은 교육 및 연구환경을 의미하며, 학생들은 우수한 대학에 입학경쟁을 하고 학교특성과 학생특성이 결합되어 교육성과를 결정하게 된다. BK21 사업은 대표적인 대학원 지원사업으로서 고급전문인재 양성을 목적으로 대학원생이 안정적으로 학습하고 연구할 수 있도록 하는 재정지원사업이며, 수월성을 추구하면서도 형평성을 함께 고려하는 사업 특성을 갖고 있다.

앞서 기초통계 분석에서 발견한 몇 가지 사실은, 첫째 BK21 사업은 이공계 중심사업으로 이공계 대학원생의 사업참여 기회가 인문사회계열에 비해 크게 유리하고, 둘째 전공에 따라 편차가 있기는 하지만 지방 대학원생의 사업참여 기회가 수도권에 비해 불리하며, 셋째 남자 대학원생에 비해 여자의 사업참여 기회가 불리하고, 넷째 학부-대학원 출신대학이 불일치하는 학생이 일치하는 학생에 비해 사업참여 기회가 불리하다는 점 등이다. 또한, BK21 사업성과 측면에서는 사업참여 대학원생이 비참여자에 비해 논문발간 실적, 프로젝트 참여실적 등 교육성과가 더 우수하며, 취업성과의 경우에는 학업전념 학생만을 대상으로 분석시 사업참여자와 비참여자간에 취업자 비율에서는 뚜렷한 차이가 없고 실업자 비율에서는 사업참여자가 비참여자보다 더 우수하며, 상용직 비율로 측정한 취업의 질적인 측면에서는 BK21 사업참여자의 성과가 비참여자에 비해 더 높은 것으로 나타났다.

BK21 사업은 고급전문인재 양성을 목표로 대학원생들의 교육·연구에 전념할 수 있는 여건을 조성하는데 중요한 의의가 있으며, 지방대학원의 교육·연구역량 강화를 증시하여 수월성뿐만 아니라 형평성도 강조하고 있다. 국책사업으로 추진되는 만큼 수월성과 형평성의 조화, 대학원생들에게 공정한 사업참여 기회의 보장이 중요하다고 볼 수 있다. 아울러 사업추진에 따른 정책효과를 객관적이고 엄밀한 정책평가를 통해 확인하고 사업을 추진할 필요성도 있다. 자연과학과 달리 사회과학에서는 비용문제, 윤리문제, 기간문제 등으로 임의실험이 불가능한 경우가 많으며 정책평가의 경우에는 특히 이러한 문제들로 인해 정책의 인과적 효과추정을 위한 다양한 연구방법론이 개발되었다.

여기서는 대학원생의 입장에서 BK21 사업참여 기회의 형평성을 분석하기 위하여 BK21 사업참여 여부(참여=1, 비참여=0)가 종속변수인 이항로짓모형(Binary Logit Model)을 추정한다. 또한, 교육성과와 취업성과의 두 측면에서 BK21 사업의 정책평가를 위하여 성향점수매칭추정법(Propensity Score Matching Estimation: PSME)을 적용한다.¹⁶⁾ BK21 사업참여 기회의 공정성과 사업참여에 따른 성과 측면을 엄밀하게 분석하기 위해서는 기초통계 수준의 분석으로는 부족하고 계량분석 방법론을 적용하여 BK21 사업참여자와 비참여자 간의 상이한 조건들을

16) 이항로짓모형은 종속변수가 0, 1의 값을 갖는 경우에 통상최소자승법에 의한 회귀분석에서 정규분포가정이 위배되므로 로지스틱 분포를 가정하고 추정하는 계량분석방법론이다. 성향점수매칭추정법은 처치집단(BK21사업 참여자)과 비교집단(BK21사업 비참여자)이 임의배정되지 않는 상황에서 처치집단과 최대한 유사한 비교집단을 짝짓기하여 정책효과를 추정하는 계량분석 방법론이다. 본고에서는 BK21 사업 비참여자 중에서 참여자와 최대한 유사한 특성을 가진 대학원생을 찾아내 사업 참여자와 매칭하는 방법론으로 많이 사용되는 최근거리법(Nearest Neighbour)을 적용하였다.

모두 통제하고, 자기선택(self-selection)에 따른 내생성(endogeneity)을 고려한 분석이 요청된다.

(2) BK21 사업참여 기회 회귀분석

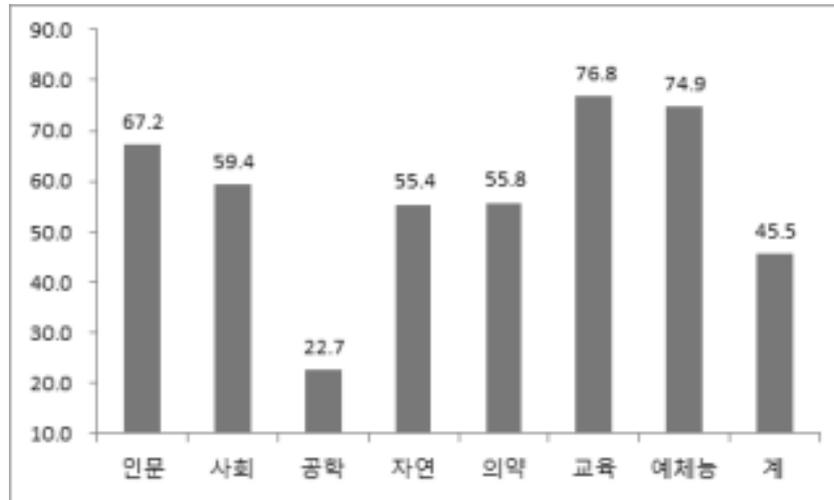
먼저 석사조사를 이용하여 대학원생들의 BK21 사업참여 여부를 종속변수로 하는 이항로짓 모형을 추정하였고 해석의 편의상 각 변수의 평균값에서 한계효과(Marginal Effect at Mean: MEM)¹⁷⁾를 계산하였다. 추정계수의 강건성(robustness)을 확인하기 위하여 총 5가지 모형을 추정하였는데, 각 모형들은 추정대상 표본 및 설명변수 조합에 따라 구분된다. 모형(1)은 학업전념과 직장병행을 모두 포함하여 전체를 대상으로 추정한 모형이다. 모형(2)는 직장병행을 제외한 학업전념만을 대상으로 추정하였는데, 직장병행 대학원생은 BK21 사업참여가 원칙적으로 불가하므로 제외하였다.¹⁸⁾ 모형(3)은 학업전념만을 대상으로 하고 세부전공분류 더미변수를 포함한 모형이고, 모형(4)는 학업전념만을 대상으로 하고 학교특성 변수를 추가한 모형이며, 모형(5)는 세부전공분류 더미변수, 학교특성변수 등을 모두 포함한 모형이다.

추정모형은 전체적으로 유의하며, 모형의 설명력도 비교적 높다. 변수별로 BK21 사업참여에 대한 영향을 살펴보면 연령이 높아질수록 유의하게 사업참여 기회에 부적 영향을 미치고, 여성은 남성에 비해 사업참여 기회가 불리한 것으로 나타나나 세부전공분류를 통제한 이후에는 유의한 차이가 크게 줄어들고(모형(3)), 학교특성과 세부전공분류를 모두 통제한 모형(5)에서는 성 더미의 추정계수가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이러한 추정결과로부터 여성의 BK21 사업참여 기회가 남성에 비해 불리한 것은 전공구성 상의 차이에 상당부분 기인하는 것으로 볼 수 있다. 이공계 위주로 추진되는 BK21 사업의 특성에 비추어 여성의 공학전공 비율이 낮은 점이 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 분석대상인 석사 취득자 중 여성비율은 전체 45.5%이나 전공별로는 편차가 크게 나타나 교육계열(76.8%), 예체능계열(74.9%)로 높고 공학계열은 가장 낮은 22.7%에 그치고 있다.

17) 즉, 종속변수가 1단위 변화했을 때 독립변수가 얼마만큼 변화하는가를 의미하며, 추정계수가 양수이면 종속변수가 BK21 사업참여에 긍정적 효과를 갖고 음수이면 부정적 효과를 가짐을 각각 의미한다.

18) 석사조사에서는 입학에서 수료까지의 기간을 대상으로 학업에 전념, 직장병행의 둘 중 하나로 응답하도록 하고 있다. 학업에 전념은 “석사과정 중 조교, 아르바이트와 프로젝트, 시간강사 등을 했지만 거의 학업에 전념한 경우”로 정의하고, 직장 병행은 “석사과정 중 재직 또는 고용주, 단독자영업자를 포함하여 학업과 직장을 병행한 경우”로 정의하고 있다.

[그림 III-11] 전공대분류별 여학생 비율(%)



대학유형은 사립 대학원생이 국공립 대학원생에 비해 불리한 것으로 나타났으나(모형(1), (2), (3)), 학교특성 변수들을 투입하면 오히려 부호가 역전되어 유리한 것으로 나타났다(모형(4), (5)). 이는 사립대학의 학교특성 변수들이 국공립에 비해 불리한 현실을 반영한 것으로 보인다. 대학지역은 수도권 대학원생이 지방 대학원생에 비해 유리한 것으로 나타났으나(모형(1), (2), (3)), 대학유형과 마찬가지로 학교특성 변수들을 투입하면 부호가 역전되었다(모형(4), (5)). 이는 지방대학의 학교특성 변수들이 수도권대학에 비해 불리한 현실을 반영한 것으로 보이며, BK21 사업이 수월성만을 추구하는 것이 아니라, 학문후속세대의 양성이라는 목적에 충실하려면 지방대학의 교육여건을 개선하는 것에도 정책적 관심을 쏟을 필요가 있어 보인다.

학부-석사 대학일치 여부에 따른 사업참여 기회를 살펴보면, 학부-석사 대학이 일치할 경우 불일치할 경우에 비해 불리한 것으로 나타났으나(모형(1), (2), (3)), 학교특성 변수들을 투입하면 유의한 효과가 소멸되는 것으로 나타났다(모형(4), (5)). 학교특성 변수는 예상되는 효과와 대부분 일치하였는데, 충원율이 높을수록, 전임교원1인당 학생수가 적을수록, 전임교원1인당 연구비(교내)가 많을수록, 전임교원1인당 논문실적(국내, 해외)이 많을수록, 국내특허출원건수가 많을수록 BK21 사업참여 기회에 정적 효과를 미쳤다. 한편, 재학생1인당 장학금은 BK21 사업참여 기회에 유의한 효과가 없었으며, 전임교원1인당 연구비(교외), 해외특허출원건수는 각각 BK21 사업참여 기회에 부적 효과를 보였다. 전임교원1인당 연구비(교내), 국내특허출원건수 등이 각각 정적 효과를 나타낸 점과 비교하면 다소 이상한 결과이나 국내특허출원건수와 해외특허출원건수 간의 상관계수값이 0.9677, 국내특허출원건수와 해외특허출원건수 간의 상관계수값이 0.7010인 점을 감안하면 다중공선성의 결과로 해석된다.

석사 회귀분석 결과를 종합하면 앞서 기초통계 분석에서 제기되었던 여성과 남성, 국공립과 사립, 학부-석사 출신대학 일치와 불일치 간의 BK21 사업참여 기회에서의 격차는 여러 가지

변수들을 종합적으로 고려하면 대부분 사라졌으며, 이로부터 BK21 사업이 석사 대학원생들의 참여기회 측면에서 공정성을 확보하면서 추진된 것으로 평가된다. 다만, 수도권과 지방대학 간에는 학교특성을 고려하지 않았을 때 뚜렷한 사업참여 기회의 격차가 존재한다는 점에서 지방 대학 교육여건 개선을 위한 사업참여 기회의 확대도 일정 부분 필요해 보인다.

〈표 III-45〉 이항로짓모형 회귀식 추정결과(한계효과)(석사)

	모형(1)	모형(2)	모형(3)	모형(4)	모형(5)
연령(세)	-0.197***	-0.114***	-0.067***	-0.116***	-0.067***
성(여성=1, 남성=0)	-0.464***	-0.337***	-0.091*	-0.310***	-0.059
대학유형(사립=1, 국공립=0)	-0.684***	-0.663***	-0.615***	0.142**	0.145**
대학지역(수도권=1, 지방=0)	0.266***	0.101**	0.167***	-0.530***	-0.453***
학부-석사 대학(일치=1, 불일치=0)	-0.112**	-0.192***	-0.223***	0.017	-0.003
총원율(%)				0.042***	0.047***
전임교원1인당학생수(명)				-0.024***	-0.026***
재학생1인당장학금(천원)				0.000	0.000
전임교원1인당 연구비(교내, 천원)				0.010***	0.013***
” (교외, 천원)				-0.001**	-0.001**
전임교원1인당 논문실적(국내)				1.122***	1.244***
” (해외)				1.944***	1.407***
국내특허출원건수				0.002***	0.002***
해외특허출원건수				-0.004***	-0.002***
세부전공분류	X	X	O	X	O
졸업학년도더미	O	O	O	O	O
상수항	4.664***	2.653***	0.498	-3.479***	-6.214***
N	27,936	20,698	20,655	20,698	20,655
adj. R2	0.0947	0.0399	0.0837	0.0987	0.1381
Log likelihood	-12,527	-11,355	-10,825	-10,659	-10,182

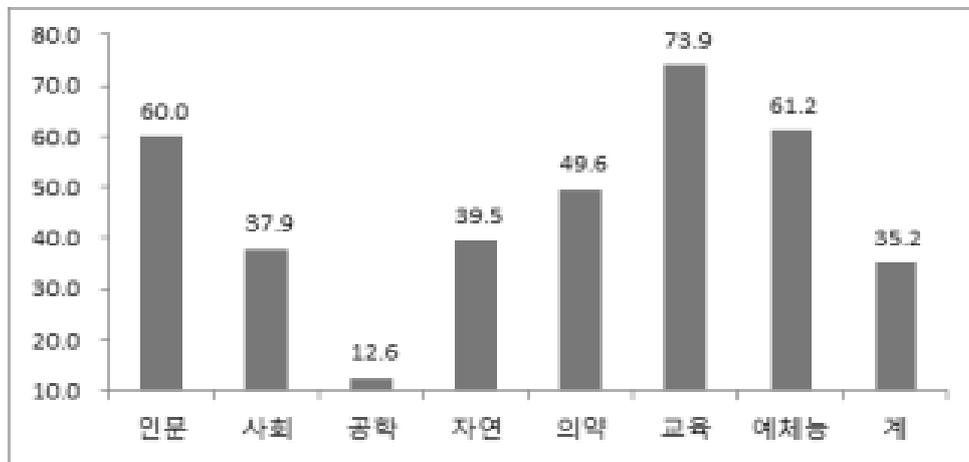
주 : 유의수준 * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ 각각에서 유의함을 의미.

다음으로 박사조사를 이용하여 대학원생들의 BK21 사업참여 여부를 종속변수로 하는 이항 로짓모형을 추정하였고 해석의 편의상 각 변수의 평균값에서 한계효과(Marginal Effect at Mean: MEM)를 계산하였다. 추정계수의 강건성(robustness)을 확인하기 위하여 총 5가지 모형을 추정하였는데, 각 모형들은 추정대상 표본 및 설명변수 조합에 따라 구분된다. 모형(1)은 학업전념과 직장병행을 모두 포함한 박사조사 전체를 대상으로 추정한 간단한 모형이다. 모형(2)는 직장병행을 제외한 학업전념만을 대상으로 추정하였는데, 직장병행 대학원생은 BK21

사업참여가 원칙적으로 불가하므로 제외하였다. 모형(3)은 학업전념만을 대상으로 하고 세부전공분류 더미변수를 포함한 모형이고, 모형(4)는 학업전념만을 대상으로 하고 학교특성 변수를 추가한 모형이며, 모형(5)는 세부전공분류 더미변수, 학교특성변수 등을 모두 포함한 모형이다.

추정모형은 전체적으로 유의하며, 모형의 설명력은 석사대상 분석에 비해 박사가 더 높다. 변수별로 BK21 사업참여에 대한 영향을 살펴보면 연령이 높아질수록 유의하게 사업참여 기회에 부정 영향을 미치고, 여성은 남성에 비해 사업참여 기회가 불리하나 세부전공분류를 통제한 이후에는 유의한 차이가 크게 줄어들고(모형(3)), 학교특성과 세부전공분류를 모두 통제한 모형(5)에서는 성더미의 추정계수가 더 이상 유의하지 않다. 이러한 추정결과로부터 여성의 BK21 사업참여 기회가 남성에 비해 불리한 것은 전공구성 상의 차이에 상당부분 기인하는 것으로 판단된다. 이공계 위주로 추진되는 BK21 사업의 특성에 비추어 여성의 공학전공 비율이 낮은 점이 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 분석대상인 박사 취득자 중 여성비율은 전체 35.2%이나 전공별로는 편차가 크게 나타나 교육계열(73.9%), 예체능계열(61.2%), 인문계열(60.0%) 등으로 높고 공학계열은 가장 낮은 12.6%에 그치고 있다.

[그림 III-12] 박사 전공대분류별 여학생 비율(%)



대학유형은 사립 대학원생이 국공립 대학원생에 비해 불리한 것으로 나타났으나(모형(1), (2), (3)), 학교특성 변수들을 투입하면 유의한 차이가 없거나(모형(4)), 오히려 부호가 역전되어 유리한 것으로 나타났다(모형(5)). 이는 사립대학의 학교특성 변수들이 국공립에 비해 불리한 현실을 반영한 것으로 보인다. 대학소재지역은 수도권 대학원생이 지방 대학원생에 비해 사업참여에 유리하게 작용하였으나(모형(1), (2), (3)), 대학유형과 마찬가지로 학교특성 변수들을 투입하면 부호가 역전되었다(모형(4), (5)). 이는 지방대학의 학교특성 변수들이 수도권대학에 비해 불리한 현실을 반영한 것으로 보이며, 수도권과 지방대학 간에는 학교특성을 고려하지 않았을 때

뚜렷한 사업참여 기회의 격차가 존재한다는 점에서 지방대학 교육여건 개선을 위한 사업참여 기회의 확대도 일정부분 필요해 보인다. 학부-박사 대학일치 여부에 따른 사업참여 기회를 살펴 보면, 학부-박사 대학의 일치여부는 모든 모형에서 유의한 효과가 존재하지 않았다. 학교특성 변수는 예상되는 효과와 대부분 일치하였으며, 석사대상 분석결과와 대체로 유사한 특징을 보였다.

석사, 박사 취득자 회귀분석 결과를 종합하면 앞서 기초통계 분석에서 제기되었던 여성과 남성, 국공립과 사립, 학부-석사 출신대학 일치와 불일치 간의 BK21 사업참여 기회에서의 격차는 여러 가지 변수들을 종합적으로 고려하면 대부분 사라졌으며, 이로부터 BK21 사업이 석사, 박사 대학원생들의 참여기회 측면에서 공정성을 확보하면서 추진된 것으로 평가된다.

〈표 III-46〉 이항로짓모형 회귀식 추정결과(한계효과)(박사)

	모형(1)	모형(2)	모형(3)	모형(4)	모형(5)
연령(세)	-0.201***	-0.142***	-0.0950***	-0.136***	-0.0888***
성(여성=1, 남성=0)	-0.426***	-0.427***	-0.118*	-0.318***	-0.0141
대학유형(사립=1, 국공립=0)	-0.832***	-0.693***	-0.606***	0.0632	0.139*
대학지역(수도권=1, 지방=0)	0.953***	0.639***	0.592***	-0.482***	-0.510***
학부-석사 대학(일치=1, 불일치=0)	0.0164	-0.0255	-0.0005	-0.005	-0.007
총원율(%)				0.0711***	0.0732***
전임교원1인당학생수(명)				-0.0108	-0.0119
재학생1인당장학금(천원)				0.000	0.000*
전임교원1인당 연구비(교내, 천원)				0.014***	0.0151***
” (교외, 천원)				0.000	0.000
전임교원1인당 논문실적(국내)				1.045***	1.207***
” (해외)				1.127***	0.767*
국내특허출원건수				0.0013***	0.0015***
해외특허출원건수				-0.0004	-0.0002
세부전공분류	X	X	O	X	O
졸업학년도더미	O	O	O	O	O
상수항	6.070***	4.698***	2.051***	-4.747***	-7.763***
N	24,175	11,776	11,646	11,776	11,646
adj. R2	0.2969	0.1355	0.172	0.2051	0.2385
Log likelihood	-9,993	-7,057	-6,683	-6,488	-6,146

주 : 유의수준 * - $p < 0.05$, ** - $p < 0.01$, *** - $p < 0.001$ 각각에서 유의함을 의미.

(3) BK21 사업의 교육성과

BK21 사업 정책평가를 위하여 우선 교육성과는 논문게재 여부, 프로젝트 참여여부 등을 중심으로 분석한다. 앞서 BK21 사업 참여기회를 회귀분석하면서 학교특성 변수들이 대체로 유의하고 우수한 학교특성이 BK21 사업 참여기회에 정의 효과가 존재함을 확인하였다. 이는 BK21 사업 참여가 임의적(random)이지 않으며 교육여건이 좋은 명문대학일수록, 학업성취가 우수한 대학원생일수록 BK21 사업 참여기회가 더 유리한 선택편의(selection bias)가 존재함을 의미한다. 따라서, 선택편의를 적절히 통제하지 않을 경우 정책의 순효과와 정책대상 중 우수한 대학과 대학원생이 선정된 선별효과가 혼재되어 순수한 정책효과를 식별하기 어렵게 된다. 따라서, 정책수혜 여부가 임의적이지 않고 우수한 대학, 대학원생에게 집중될 경우 이들의 교육성과가 정책추진에 따른 것인지, 아니면 정책추진이 없었더라도 우수한 대학과 대학원생이기 때문에 교육성과가 원래 예정되어 있었던 것인가를 식별할 필요가 있다. BK21 사업에 참여하여 수혜를 받은 대학원생의 교육성과와 비참여자의 교육성과는 관찰할 수 있으나, BK21 사업 참여자가 만약 참여하지 않았다면 얻었을 교육성과와 BK21 사업 비참여자가 만약 BK21사업에 참여했다면 얻었을 교육성과는 관찰할 수 없기 때문이다.

실험이 불가능한 상황에서 성향점수매칭추정법(Propensity Score Matching Estimation: PSME)은 BK21 사업 비참여자 중에서 참여자와 최대한 유사한 특성을 가진 대학원생을 찾아내 사업 참여자와 짝짓기하여 분석하는 방법을 통해 준실험적 결과를 도출한다. 성향점수매칭추정법은 Rosenbaum & Rubin(1983)에서 비롯된 연구방법론으로서 다양한 정책효과를 평가하는데 활용되고 있다. PSME의 첫 단계는 성향점수를 추정하는 것이다. 성향점수 추정은 모수적인 방법 중에서도 로짓(logit) 모형을 활용하였으며, 추정에 활용된 변수는 연령, 성더미, 학교유형더미, 학교소재지더미, 학부-석사 출신학교 일치여부, 학교특성변수, 연도더미, 세부전공분류더미 등이다. 다음으로는 BK21 사업참여 대학원생(=처치집단)과 비참여 대학원생(=비교대상) 간의 매칭 규칙을 골라야 한다. 매칭 방법은 일반적으로 사용되는 정책비수혜 대학원생 중에서 정책수혜 대학원생과 성향점수가 가장 가까운 대상을 고르는 방법(nearest neighbor matching method)을 사용한다. 마지막 단계에서는 정책효과로 '처치집단에 한정한 평균처리효과(Average Treatment Effect on Treated: ATT)', '비교집단에 한정한 평균처리효과(Average Treatment Effect on Untreated)', '평균처리효과(Average Treatment Effect: ATE)'를 계산한다. ATE는 정책수혜 대학원생과 수혜받지 않은 대학원생 모두를 대상으로 평균효과를 구한 것이다. 정책효과는 처치집단과 비교집단을 모두 포함한 평균적인 값으로 측정하는 것이 일반적이다. 무작위로 어떤 대학원생에게 BK21 사업을 시행한다고 했을 때, 그가 처치집단의 속성을 갖고 있을지, 혹은 비교집단의 속성을 갖고 있을지는 사전적으로 알 수 없으므로 ATE가 일반적인 정책효과를 나타낸다고 할 수 있다. ATE는 ATT와 ATU의 가중평균이고 이때

사용되는 가중치는 처치받을 확률이 된다(강창희 외, 2013).

석사를 대상으로 논문게재 실적에 대한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 논문게재 비율이 12.99% 더 높다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 5.2%가 되며 여전히 처치집단의 논문게재 비율이 높다. (3)~(5)는 전공분야별로 논문게재 비율을 추정한 것인데, (3)학업전념 & 인문사회계열에서는 처치집단이 비교집단보다 논문게재 비율이 15.8% 더 높다. (4)학업전념 & 공학계열에서는 처치집단의 논문게재 비율이 비교집단에 비해 0.6% 높은데 그쳐 게재여부로는 유의한 격차를 발견하기 어렵다. (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단의 논문게재 비율이 비교집단에 비해 7.8% 더 높은 것으로 나타났다.

〈표 III-47〉 논문게재 실적에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.5474	0.3838	0.1636	0.0074	22.22
	ATT	0.5474	0.4892	0.0581	0.0132	4.4
	ATU	0.3838	0.5313	0.1475	.	.
	ATE			0.1299	.	.
	석사(명)	5,486	22,372			
(2)학업전념	Unmatched	0.5494	0.4334	0.1161	0.0079	14.73
	ATT	0.5494	0.4965	0.0529	0.0134	3.96
	ATU	0.4334	0.4854	0.0521	.	.
	ATE			0.0523	.	.
	석사(명)	5,349	15,306			
(3)학업전념&인문사회계열	Unmatched	0.3433	0.1521	0.1913	0.0188	10.16
	ATT	0.3433	0.1502	0.1931	0.0301	6.41
	ATU	0.1521	0.3045	0.1524	.	.
	ATE			0.1580	.	.
	석사(명)	466	2,913			
(4)학업전념&공학계열	Unmatched	0.6001	0.5897	0.0104	0.0107	0.97
	ATT	0.6001	0.5684	0.0316	0.0184	1.72
	ATU	0.5897	0.5854	-0.0043	.	.
	ATE			0.0065	.	.
	석사(명)	3,003	7,029			
(5)학업전념&자연계열	Unmatched	0.5148	0.4460	0.0688	0.0160	4.3
	ATT	0.5148	0.4363	0.0785	0.0260	3.02
	ATU	0.4460	0.5248	0.0787	.	.
	ATE			0.0787	.	.
	석사(명)	1,453	2,908			

연구프로젝트참여 실적에 대한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단의 연구프로젝트참여 비율이 비교집단에 비해 19.83% 더 높다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 11.26%가 되며 여전히 처치집단의 연구프로젝트참여 비율이 더 높다. (3)~(5)는 전공분야별로 논문게재실적을 추정한 것인데, (3)학업전념 & 인문사회계열에서는 처치집단이 비교집단보다 연구프로젝트참여 비율이 12.52% 더 높다. (4)학업전념 & 공학계열에서는 처치집단의 연구프로젝트참여 비율이 비교집단에 비해 6.26% 더 높다. (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단의 연구프로젝트참여 비율이 비교집단에 비해 5.21% 더 높은 것으로 나타났다.

결론적으로 성향점수매칭방법을 적용하여 석사 BK21 사업참여의 정책효과를 교육성과에 국한하여 평가할 때, 기초통계 분석에서 확인한 바와 마찬가지로 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 논문게재 실적, 연구프로젝트참여 실적 등에서 더 높은 성과를 보여 정책효과가 나타났다.

〈표 III-48〉 연구프로젝트 참여실적에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.8547	0.4993	0.3554	0.0072	49.7
	ATT	0.8547	0.7439	0.1108	0.0114	9.75
	ATU	0.4993	0.7191	0.2197	.	.
	ATE			0.1983	.	.
	석사(명)	5,486	22,372			
(2)학업전념	Unmatched	0.8600	0.6618	0.1982	0.0071	28.11
	ATT	0.8600	0.7863	0.0737	0.0109	6.79
	ATU	0.6618	0.7880	0.1262	.	.
	ATE			0.1126	.	.
	석사(명)	5,349	15,306			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.5129	0.3148	0.1981	0.0234	8.45
	ATT	0.5129	0.3433	0.1695	0.0373	4.54
	ATU	0.3148	0.4329	0.1181	.	.
	ATE			0.1252	.	.
	석사(명)	466	2,913			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.9387	0.8816	0.0571	0.0066	8.71
	ATT	0.9387	0.8984	0.0403	0.0110	3.66
	ATU	0.8816	0.9538	0.0721	.	.
	ATE			0.0626	.	.
	석사(명)	7,029	3,003			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.8286	0.7682	0.0604	0.0131	4.61
	ATT	0.8286	0.7467	0.0819	0.0212	3.86
	ATU	0.7682	0.8054	0.0371	.	.
	ATE			0.0521	.	.
	석사(명)	1,453	2,908			

석사의 경우 논문게재 실적여부를 기준으로 정책효과를 평가하였으나 박사는 대부분 논문게재 실적을 갖고 있으므로 논문게재 건수를 분석하여 정책효과를 추정한다. 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 논문게재 실적 분석결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 1.87편이 더 많다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 1.61편이 되며 여전히 처치집단의 논문게재 실적이 비교집단보다 더 많다. (3)~(5)는 전공분야별로 논문게재실적을 추정한 것인데, (3)학업전념 & 인문사회계열에서는 처치집단이 비교집단보다 논문게재 실적이 1.65편 더 많다. (4)학업전념 & 공학계열에서는 처치집단의 논문게재가 비교집단에 비해 1.44편 더 많다. (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단의 논문게재가 비교집단에 비해 1.28편 더 많다.

〈표 III-49〉 논문게재 건수에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	7.9786	4.1607	3.8180	0.0910	41.95
	ATT	7.9786	6.3124	1.6662	0.2030	8.21
	ATU	4.1607	6.1209	1.9602	.	.
	ATE			1.8793	.	.
	박사(명)	6,642	17,509			
(2)학업전념	Unmatched	8.1182	5.5957	2.5224	0.1297	19.44
	ATT	8.1182	6.7114	1.4068	0.2390	5.89
	ATU	5.5957	7.4149	1.8191	.	.
	ATE			1.6106	.	.
	박사(명)	5,890	5,756			
(3)학업전념&인문사회계열	Unmatched	4.5461	2.6888	1.8573	0.2033	9.14
	ATT	4.5461	3.1382	1.4079	0.3384	4.16
	ATU	2.6888	4.4076	1.7188	.	.
	ATE			1.6598	.	.
	박사(명)	304	1,298			
(4)학업전념&공학계열	Unmatched	8.7649	7.4971	1.2678	0.2073	6.12
	ATT	8.7649	7.1702	1.5948	0.3525	4.52
	ATU	7.4971	8.7152	1.2181	.	.
	ATE			1.4420	.	.
	박사(명)	3,297	2,251			
(5)학업전념&자연계열	Unmatched	7.3683	6.3570	1.0113	0.2692	3.76
	ATT	7.3683	6.3333	1.0350	0.5021	2.06
	ATU	6.3570	8.0382	1.6812	.	.
	ATE			1.2837	.	.
	박사(명)	1,800	1,126			

박사의 경우 대부분 연구프로젝트참여 경험을 갖고 있으므로 석사와 달리 연구프로젝트참여 건수를 기준으로 정책효과를 추정한다. 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 1.82건 연구프로젝트참여 실적이 더 많다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 0.88건이 되며 여전히 처치집단의 연구프로젝트참여 실적이 더 많다. (3)~(5)는 전공분야별로 논문게재실적을 추정한 것인데, (3)학업전념 & 인문사회계열에서는 처치집단이 비교집단보다 연구프로젝트참여 실적이 0.16건 더 많으나 유의한 차이는 아니다. (4)학업전념 & 공학계열에서는 처치집단의 연구프로젝트참여가 비교집단에 비해 0.67건으로 더 많다. (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단의 연구프로젝트참여가 비교집단에 비해 0.84건 더 많다.

결론적으로 성향점수매칭방법을 적용하여 석사, 박사 취득자의 BK21 사업참여 정책효과를 교육성과에 국한하여 평가할 때, 기초통계 분석에서 확인한 바와 마찬가지로 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 논문게재 실적, 연구프로젝트참여 실적 등에서 더 높은 성과를 보여 정책효과가 나타났다.

〈표 III-50〉 연구프로젝트 참여실적에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	5.3091	0.2221	5.0870	0.0811	62.75
	ATT	5.3091	3.8886	1.4205	0.1851	7.67
	ATU	0.2221	2.1989	1.9768	.	.
	ATE			1.8238	.	.
	박사(명)	6,642	17,509			
(2)학업전념	Unmatched	5.5430	3.4093	2.1336	0.1096	19.46
	ATT	5.5430	4.5319	1.0110	0.2003	5.05
	ATU	3.4093	4.1551	0.7458	.	.
	ATE			0.8800	.	.
	박사(명)	5,890	5,756			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	1.3553	0.1872	1.1681	0.3052	3.83
	ATT	1.3553	0.7862	0.5691	0.4433	1.28
	ATU	0.1872	0.2589	0.0716	.	.
	ATE			0.1660	.	.
	박사(명)	304	1,298			

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	6.7116	6.0804	0.6311	0.1572	4.02
	ATT	6.7116	5.9084	0.8032	0.3011	2.67
	ATU	6.0804	6.5740	0.4936	.	.
	ATE			0.6775	.	.
	박사(명)	3,297	2,251			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	4.4011	3.8579	0.5432	0.2150	2.53
	ATT	4.4011	3.3594	1.0417	0.3634	2.87
	ATU	3.8579	4.3801	0.5222	.	.
	ATE			0.8418	.	.
	박사(명)	1,800	1,126			

(4) BK21 사업의 양적 취업성과

BK21 사업의 양적 취업성과 측면에서 정책평가를 하기 위하여 졸업시점에서 취업자 비율, 실업자 비율을 기준으로 분석한다¹⁹⁾. 전문인력양성의 궁극적 목적은 대학원에서 축적한 고급인적자본을 사회적으로 활용하는데 있으며 취업여부, 실업여부는 양적인 측면에서 적절한 지표가 된다. 교육성과 평가와 마찬가지로 성향점수매칭추정법(Propensity Score Matching Estimation: PSME)을 적용한다.

석사를 대상으로 졸업생 중 취업자 비율로 측정한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행, 박사과정 진학을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 박사과정 진학 제외 & 학업전념자만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 비율이 9.17% 낮다. (2)박사과정진학 제외 & 학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 -0.9%로 유의한 차이는 사라진다. (3)~(5)는 전공분야별로 취업자 비율을 추정한 것인데, 여기서도 처치집단과 비교집단 간의 유의한 차이는 모두 확인되지 않는다.

19) 석사조사, 박사조사에서는 통계청의 경제활동상태 조사방식을 적용하지 않고 현재 취업(또는 취업 예정) 상태를 ① 현재 재직 중임, ② 취업 확정 상태임, ③ 취업 확정 상태이며 박사과정 진학, ④ 미취업이며 박사과정 진학, ⑤ 미취업이며 구직 중, ⑥ 미취업이며 당분간 구직계획 없음 중에서 선택하도록 하고 있다. 통계청의 취업자, 실업자, 비경제활동인구 개념에 최대한 맞추어 이를 재분류 하였는데, 취업자(① 현재 재직 중임, ② 취업 확정 상태임, ③ 취업 확정 상태이며 박사과정 진학), 실업자(⑤ 미취업이며 구직 중), 비경제활동(⑥ 미취업이며 당분간 구직계획 없음, 박사과정진학(④ 미취업이며 박사과정 진학) 등이다.

〈표 III-51〉 취업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.3656	0.5167	-0.1511	0.0084	-17.92
	ATT	0.3656	0.4083	-0.0427	0.0143	-2.99
	ATU	0.5167	0.4144	-0.1023	.	.
	ATE			-0.0917	.	.
	석사(명)	4,218	19,460			
(2)학업전념 & 박사진학제외	Unmatched	0.3506	0.3224	0.0282	0.0085	3.32
	ATT	0.3506	0.3567	-0.0061	0.0142	0.43
	ATU	0.3224	0.3116	-0.0108	.	.
	ATE			-0.0097	.	.
	석사(명)	4,087	12,260			
(3)학업전념 & 박사진학제외 & 인문사회계열	Unmatched	0.2446	0.2750	-0.0304	0.0264	1.15
	ATT	0.2446	0.2508	-0.0062	0.0403	0.15
	ATU	0.2750	0.2563	-0.0187	.	.
	ATE			-0.0171	.	.
	석사(명)	323	2,302			
(4)학업전념 & 박사진학제외 & 공학계열	Unmatched	0.3950	0.3738	0.0211	0.0119	1.77
	ATT	0.3950	0.4153	-0.0204	0.0202	1.01
	ATU	0.3738	0.3738	-	.	.
	ATE			-0.0058	.	.
	석사(명)	2,309	5,861			
(5)학업전념 & 박사진학제외 & 자연계열	Unmatched	0.2786	0.2547	0.0239	0.0160	1.49
	ATT	0.2786	0.2777	0.0009	0.0256	0.04
	ATU	0.2547	0.2481	-0.0066	.	.
	ATE			-0.0043	.	.
	석사(명)	1,091	2,426			

석사를 대상으로 졸업생 중 실업자 비율로 측정한 정책효과는 총 5가지로 추정하였는데, (1) 전체는 학업전념 및 학업-직장 병행, 박사과정 진학을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 박사과정 진학 제외 & 학업전념자만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 실업자 비율이 5.5% 높다. (2)박사과정진학 제외 & 학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 역전되어 처치집단이 비교집단에 비해 1.5% 낮으나 유의한 차이는 아니다. (3)~(5)는 전공분야별로 실업자 비율을 추정한 것인데, 여기서도 처치집단과 비교집단 간의 유의한 차이는 모두 확인되지 않는다.

〈표 III-52〉실업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.5322	0.3915	0.1407	0.0083	16.91
	ATT	0.5322	0.4889	0.0434	0.0146	2.98
	ATU	0.3915	0.4492	0.0577	.	.
	ATE			0.0551	.	.
	석사(명)	4,218	19,460			
(2)학업전념 & 박사과정 진학제외	Unmatched	0.5576	-0.0124	0.0090	-1.3900	
	ATT	0.5451	0.5503	-0.0051	0.0149	-0.34
	ATU	0.5576	0.5386	-0.0190	.	.
	ATE			-0.0155	.	.
	석사(명)	4,087	12,260			
(3)학업전념 & 박사과정 진학제외 & 인문사회계열	Unmatched	0.5387	0.5326	0.0061	0.0297	0.21
	ATT	0.5387	0.5139	0.0248	0.0464	0.53
	ATU	0.5326	0.4878	-0.0447	.	.
	ATE			-0.0362	.	.
	석사(명)	323	2,302			
(4)학업전념 & 박사과정 진학제외 & 공학계열	Unmatched	0.5245	0.5572	-0.0328	0.0122	-2.68
	ATT	0.5245	0.5197	0.0048	0.0206	0.23
	ATU	0.5572	0.5443	-0.0130	.	.
	ATE			-0.0080	.	.
	석사(명)	2,309	5,861			
(5)학업전념 & 박사과정 진학제외 & 자연계열	Unmatched	0.6068	0.6286	-0.0218	0.0177	-1.23
	ATT	0.6068	0.6077	-0.0009	0.0282	-0.03
	ATU	0.6286	0.6443	0.0157	.	.
	ATE			0.0105	.	.
	석사(명)	1,091	2,426			

다음으로 박사를 대상으로 졸업생 중 취업자 비율로 측정한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 비율이 12.0% 낮으나 유의한 차이는 아니다. (2)학업전념만을 대상으로 분석하면 그 격차가 역전되어 처치집단이 비교집단에 비해 1.5% 더 높으나 유의한 차이는 아니다. (3)~(4)를 보면 인문사회계열, 공학계열에서는 처치집단과 비교집단 간에 유의한 차이가 없으며, (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단이 비교집단보다 취업자 비율이 7.6% 더 높다.

〈표 III-53〉 취업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.6139	0.7497	-0.1358	0.0067	20.38
	ATT	0.6139	0.6374	-0.0235	0.0157	-1.5
	ATU	0.7497	0.5894	-0.1603	.	.
	ATE			-0.1209	.	.
	박사(명)	6,834	15,799			
(2)학업전념	Unmatched	0.5800	0.4292	0.1508	0.0096	15.73
	ATT	0.5800	0.5463	0.0337	0.0178	1.9
	ATU	0.4292	0.4230	-0.0062	.	.
	ATE			0.0151	.	.
	박사(명)	5,691	4,988			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.2452	0.2060	0.0392	0.0314	1.25
	ATT	0.2452	0.1731	0.0721	0.0498	1.45
	ATU	0.2060	0.1212	-0.0848	.	.
	ATE			-0.0561	.	.
	박사(명)	208	932			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.6014	0.5153	0.0861	0.0136	6.31
	ATT	0.6014	0.6094	-0.0080	0.0253	-0.31
	ATU	0.5153	0.5176	0.0023	.	.
	ATE			-0.0038	.	.
	박사(명)	3,269	2,187			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.5769	0.4542	0.1227	0.0193	6.36
	ATT	0.5769	0.4765	0.1004	0.0321	3.13
	ATU	0.4542	0.4901	0.0359	.	.
	ATE			0.0762	.	.
	박사(명)	1,763	1,059			

박사를 대상으로 졸업생 중 실업자 비율로 측정된 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 실업자 비율이 11.1% 높으나 유의한 차이는 아니다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 역전되어 처치집단이 비교집단에 비해 1.1% 낮으나 유의한 차이는 아니다. (3)~(5)는 전공분야별로 실업자 비율을 추정한 것인데, (3), (4)에서 인문계열, 공학계열은 처치집단과 비교집단 간의 유의한 차이는 모두 확인되지 않는다. (5)학업전념 & 자연계열은 처치집단이 비교집단에 비해 실업자 비율이 7.0% 낮다.

〈표 III-54〉 실업자 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.3542	0.2179	0.1363	0.0064	21.24
	ATT	0.3542	0.3286	0.0255	0.0153	1.67
	ATU	0.2179	0.3638	0.1459	.	.
	ATE			0.1113	.	.
	박사(명)	6,834	15,799			
(2)학업전념	Unmatched	0.5108	-0.1250	0.0096	-13.0700	
	ATT	0.3859	0.4124	-0.0265	0.0176	-1.5
	ATU	0.5108	0.5176	0.0068	.	.
	ATE			-0.0110	.	.
	박사(명)	5,691	4,988			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.6971	0.6985	-0.0014	0.0352	-0.04
	ATT	0.6971	0.7596	-0.0625	0.0555	-1.13
	ATU	0.6985	0.6953	-0.0032	.	.
	ATE			-0.0140	.	.
	박사(명)	208	932			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.3753	0.4550	-0.0796	0.0135	-5.88
	ATT	0.3753	0.3671	0.0083	0.0251	0.33
	ATU	0.4550	0.4522	-0.0027	.	.
	ATE			0.0038	.	.
	박사(명)	3,269	2,187			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.3772	0.4797	-0.1025	0.0191	-5.37
	ATT	0.3772	0.4725	-0.0953	0.0319	-2.99
	ATU	0.4797	0.4495	-0.0302	.	.
	ATE			-0.0709	.	.
	박사(명)	1,763	1,059			

이상으로 석사, 박사 취득자 대상으로 양적 취업성과 측면에서 정책효과를 분석한 결과 정책 대상 집단인 학업전념자 만을 분석할 경우에는 취업자 비율, 실업자 비율 측면에서는 전체적으로 뚜렷한 정책효과를 발견하기 어렵다. 다만, 석사의 경우 박사과정 진학, 박사의 경우 박사후 과정 이수 등과 같이 계속해서 학문적으로 성장하고 연구자의 길을 걷고자 하는 비율을 모두 취업으로 포함하여 고려하면 BK21 사업이 학문후속세대 양성이라는 정책목표를 어느 정도 달성하고 있는 것으로 평가할 수 있다.

(5) BK21 사업의 질적 취업성과

양적 취업성과 측면에서 BK21 사업의 정책평가를 하기 위하여 졸업시점에서 취업자 중 상용직 비율, 업무와 전공간의 관련성이 높은 비율을 기준으로 분석한다. 상용직은 임시일용직에 비해 고용의 안정성과 임금이 상대적으로 높은 양직의 일자리로 볼 수 있으며, 우리나라에서 자영업은

생계형 창업이 대부분을 차지하므로 상용직은 질 좋은 일자리의 지표가 될 수 있다. 아울러 현재 업무와 전공간의 관련성은 고급전문인력으로서 대학원에서 축적한 인적자본을 적절히 활용하는가를 보여주는 지표가 된다. 앞서와 마찬가지로 성향점수매칭추정법(Propensity Score Matching Estimation: PSME)을 적용하여 질적 취업성과를 분석한다.

석사를 대상으로 취업자 중 상용직 비율로 측정한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 중 상용직 비율이 13.4% 낮으나 유의한 차이는 아니다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 1.5%이나 유의한 차이는 아니다. (3)~(5)는 전공분야별로 취업자 중 상용직 비율을 추정한 것인데, 여기서도 처치집단과 비교집단 간의 유의한 차이는 아니다.

〈표 III-55〉 상용직 비율에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.8694	0.7739	0.0955	0.0112	8.5
	ATT	0.8694	0.8726	-0.0033	0.0162	-0.2
	ATU	0.7739	0.6185	-0.1553	.	.
	ATE			-0.1343	.	.
	박사(명)	1,531	9,534			
(2)학업전념	Unmatched	0.8798	0.8211	0.0588	0.0115	5.13
	ATT	0.8798	0.8855	-0.0056	0.0166	-0.34
	ATU	0.8211	0.8021	-0.0190	.	.
	ATE			-0.0153	.	.
	박사(명)	1,423	3,789			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.5769	0.6158	-0.0388	0.0587	-0.66
	ATT	0.5769	0.4487	0.1282	0.0914	1.4
	ATU	0.6158	0.3251	-0.2906	.	.
	ATE			-0.2431	.	.
	박사(명)	78	609			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.9362	0.9143	0.0219	0.0107	2.06
	ATT	0.9362	0.9252	0.0110	0.0154	0.71
	ATU	0.9143	0.9207	0.0064	.	.
	ATE			0.0078	.	.
	박사(명)	909	2,181			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.8595	0.7466	0.1129	0.0289	3.9
	ATT	0.8595	0.7960	0.0635	0.0397	1.6
	ATU	0.7466	0.7399	-0.0067	.	.
	ATE			0.0168	.	.
	박사(명)	299	596			

석사를 대상으로 취업자의 업무와 전공간 관련성이 높은 비율²⁰⁾로 측정한 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단과 비교집단 간에는 유의한 차이가 없다. (2) 학업전념자만을 대상으로 분석하더라도 유의한 차이가 없으며, (3)~(5)에서도 처치집단과 비교집단 간의 유의한 차이는 모두 확인되지 않았는데, 이는 취업자의 업무와 전공간 관련성이 대체로 모두 높은 비율을 보인 결과로 보인다.

〈표 III-56〉 업무와 전공간 관련성에 대한 정책효과 추정결과(석사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.8707	0.8747	-0.0040	0.0091	-0.44
	ATT	0.8707	0.8720	-0.0013	0.0157	-0.08
	ATU	0.8747	0.8519	-0.0228	.	.
	ATE			-0.0198	.	.
	박사(명)	1,531	9,534			
(2)학업전념	Unmatched	0.8749	0.8868	-0.0119	0.0100	-1.19
	ATT	0.8749	0.8995	-0.0246	0.0158	-1.55
	ATU	0.8868	0.8783	-0.0084	.	.
	ATE			-0.0129	.	.
	박사(명)	1,423	3,789			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.7821	0.8325	-0.0505	0.0455	-1.11
	ATT	0.7821	0.8333	-0.0513	0.0735	-0.7
	ATU	0.8325	0.7980	-0.0345	.	.
	ATE			-0.0364	.	.
	박사(명)	78	609			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.8845	0.9014	-0.0169	0.0120	-1.41
	ATT	0.8845	0.8900	-0.0055	0.0203	-0.27
	ATU	0.9014	0.8895	-0.0119	.	.
	ATE			-0.0100	.	.
	박사(명)	909	2,181			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.8462	0.8574	-0.0112	0.0251	-0.45
	ATT	0.8462	0.8662	-0.0201	0.0397	-0.51
	ATU	0.8574	0.8775	0.0201	.	.
	ATE			0.0067	.	.
	박사(명)	299	596			

20) 석사조사, 박사조사 에서는 업무와 전공간 관련성은 '매우 낮음', '다소 낮음', '다소 높음', '매우 높음'으로 응답하도록 하고 있는데 여기서는 낮음(매우 낮음, 다소 낮음), 높음(다소 높음, 매우 높음)으로 변환하였다.

다음으로 박사를 대상으로 취업자 중 상용직 비율로 측정된 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 (1)전체를 대상으로 한 분석에서는 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 중 상용직 비율이 13.9% 낮다. (2)학업전념자만을 대상으로 분석하면 그 격차가 줄어들어 5.0%이나 여전히 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 중 상용직 비율이 낮다. (3)~(5)는 전공분야별로 취업자 중 상용직 비율을 추정한 것인데, (3)학업전념 & 인문사회계열, (4)학업전념 & 공학계열에서는 처치집단과 비교집단 간에 유의한 차이가 없고, (5)학업전념 & 자연계열에서는 처치집단이 비교집단에 비해 취업자 중 상용직 비율이 9.2% 낮다.

〈표 III-57〉 상용직 비율에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.6646	0.7494	-0.0848	0.0084	-10.11
	ATT	0.6646	0.7358	-0.0712	0.0194	-3.68
	ATU	0.7494	0.5874	-0.1620	.	.
	ATE			-0.1397	.	.
	박사(명)	3,706	11,391			
(2)학업전념	Unmatched	0.6624	0.6617	0.0007	0.0136	0.05
	ATT	0.6624	0.7107	-0.0484	0.0236	-2.05
	ATU	0.6617	0.6089	-0.0528	.	.
	ATE			-0.0501	.	.
	박사(명)	3,101	2,007			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.5490	0.5407	0.0083	0.0798	0.1
	ATT	0.5490	0.7647	-0.2157	0.1270	-1.7
	ATU	0.5407	0.7849	0.2442	.	.
	ATE			0.1390	.	.
	박사(명)	51	172			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.7391	0.7332	0.0059	0.0170	0.34
	ATT	0.7391	0.7612	-0.0222	0.0298	-0.74
	ATU	0.7332	0.7465	0.0132	.	.
	ATE			-0.0093	.	.
	박사(명)	1,851	1,057			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.5603	0.5873	-0.0271	0.0282	-0.96
	ATT	0.5603	0.6691	-0.1089	0.0527	-2.06
	ATU	0.5873	0.5284	-0.0590	.	.
	ATE			-0.0926	.	.
	박사(명)	946	458			

박사를 대상으로 취업자의 업무와 전공간 관련성이 높은 비율로 측정된 정책효과는 총 5가지로 나누어 추정하였는데, (1)전체는 학업전념 및 학업-직장 병행을 모두 포함한 것이고, (2)~(5)는 학업전념만을 대상으로 추정하였다는 점에서 구분된다. ATE를 기준으로 결과를 해석해보면 추정모형 전체에서 처치집단과 비교집단 간에 취업자의 업무와 전공간 관련성이 높은 비율에서 유의한 차이는 모두 나타나지 않는다. 이는 박사학위가 해당분야에서 최고 전문가로 인정받는 권위를 가지며 많은 시간과 노력을 투자하여 학위를 취득하므로 박사들 대부분이 전문성을 적극적으로 활용하는 경향이 있기 때문으로 보이며, 실제로 응답자의 90%이상이 업무와 전공간 관련성이 높음으로 응답하고 있다.

〈표 III-58〉 업무와 전공간 관련성에 대한 정책효과 추정결과(박사)

대상	Sample	처치집단	비교집단	차이	표준오차	T값
(1)전체	Unmatched	0.9339	0.9079	0.0260	0.0053	4.91
	ATT	0.9339	0.9172	0.0167	0.0117	1.43
	ATU	0.9079	0.8852	-0.0227	.	.
	ATE			-0.0130	.	.
	박사(명)	3,706	11,391			
(2)학업전념	Unmatched	0.9387	0.9337	0.0050	0.0070	0.72
	ATT	0.9387	0.9439	-0.0052	0.0118	-0.44
	ATU	0.9337	0.9292	-0.0045	.	.
	ATE			-0.0049	.	.
	박사(명)	3,101	2,007			
(3)학업전념 & 인문사회계열	Unmatched	0.9216	0.8721	0.0495	0.0513	0.96
	ATT	0.9216	0.8824	0.0392	0.0943	0.42
	ATU	0.8721	0.9826	0.1105	.	.
	ATE			0.0942	.	.
	박사(명)	51	172			
(4)학업전념 & 공학계열	Unmatched	0.9390	0.9395	-0.0005	0.0092	-0.05
	ATT	0.9390	0.9341	0.0049	0.0158	0.31
	ATU	0.9395	0.8903	-0.0492	.	.
	ATE			-0.0148	.	.
	박사(명)	1,851	1,057			
(5)학업전념 & 자연계열	Unmatched	0.9355	0.9389	-0.0033	0.0139	-0.24
	ATT	0.9355	0.9197	0.0159	0.0273	0.58
	ATU	0.9389	0.9498	0.0109	.	.
	ATE			0.0142	.	.
	박사(명)	946	458			

석사, 박사 취득자 대상으로 질적 취업성과 측면에서 정책효과를 분석한 결과 정책대상 집단인 학업전념자 만을 분석할 경우에는 취업자 중 상용직 비율, 업무와 전공간 관련성이 높음 비율 측면에서는 전체적으로 뚜렷한 정책효과를 발견하기 어렵다.

바. 소결

이상으로 한국직업능력개발원의 석사조사, 박사조사 원자료를 활용하여 BK21 사업참여자와 비참여자를 비교분석하는 방식으로 BK21 사업이 대학원생의 진학, 학업, 진로에 미친 영향을 다층적으로 분석하였고, 사업참여의 공정성과 사업성고를 심층적으로 분석하였다. 대학원생의 입장에서 BK21 사업참여 기회의 공정성과 사업참여에 따른 성과를 분석한 결과 다음과 같은 특징이 나타났다.

첫째, 사업참여 기회의 공정성과 관련하여 석사, 박사 취득자 회귀분석 결과를 종합하면 앞서 기초통계 분석에서 제기되었던 여성과 남성, 국공립과 사립, 학부-석사 출신대학 일치와 불일치 간의 BK21 사업참여 기회에서의 격차는 여러 가지 변수들을 종합적으로 고려하면 대부분 사라졌으며, 이로부터 BK21 사업이 석사, 박사 대학원생들의 참여기회 측면에서 공정성을 확보하면서 추진된 것으로 평가된다. 예컨대, 여성의 경우 남성에 비해 BK21 사업참여 비율이 낮으나, 대부분의 원인은 여성의 공학전공 비율이 낮아 기인하였다. 다만, 수도권과 지방대학 간에는 학교특성을 고려하지 않았을 때 뚜렷한 사업참여 기회의 격차가 존재한다는 점에서 지방대학 교육여건 개선을 위한 사업참여 기회의 확대도 일정부분 필요해 보였다.

둘째, 성향점수매칭방법을 적용하여 석사, 박사 취득자의 BK21 사업참여 정책효과를 교육성과에 국한하여 평가할 때, 기초통계 분석에서 확인한 바와 마찬가지로 BK21 사업참여자가 비참여자에 비해 논문게재 실적, 연구프로젝트참여 실적 등에서 더 높은 성과를 보여 정책효과가 나타났다.

셋째, 석사, 박사 취득자를 대상으로 양적 취업성과 측면에서 정책효과를 분석한 결과 정책대상 집단인 학업전념자 만을 분석할 경우에는 취업자 비율, 실업자 비율 측면에서는 전체적으로 뚜렷한 정책효과를 발견하기 어렵다. 질적 취업성과 측면에서도 정책대상 집단인 학업전념자 만을 분석할 경우에는 취업자 중 상용직 비율, 업무와 전공간 관련성이 높음 비율 측면에서는 전체적으로 뚜렷한 정책효과를 발견하기 어렵다. 그러나, 석사의 경우 박사과정 진학, 박사의 경우 박사후 과정 이수 등과 같이 계속해서 학문적으로 성장하고 연구자의 길을 걷고자 하는 비율을 모두 취업으로 고려하면 BK21 사업이 학문후속세대 양성이라는 정책목표를 어느 정도 달성하고 있는 것으로 평가할 수 있다.

성과분석 측면에서 정책효과를 교육성과와 취업성고로 구분하여 살펴보았는데, BK21 사업은

대학원 재정지원 인력양성사업으로 유능한 석박사급 고급전문인력을 얼마나 효율적으로 양성하는가에 초점을 맞추어 성과평가를 할 필요가 있으며, 논문실적, 프로젝트 참여실적 등을 핵심성과지표로 볼 수 있다. 교육성과 면에서 BK21 사업 참여자가 비참여자에 비해 우수하다는 사실은 고급전문인력양성이라는 사업목표에 부합하는 방식으로 BK21 사업이 수행됨을 보여준다. 본고의 분석에서는 취업성과의 경우에 정책효과가 확인되지 않았는데, 이는 석사조사와 박사조사의 조사시점이 졸업시점으로서 청년층의 학교졸업후 노동시장이행까지 소요되는 평균기간이 약 11개월인 점을 감안하면 취업성과를 관찰하기에는 데이터가 부적절하다는 분석상의 한계에 따른 것으로 보인다. 또한, 석사의 경우 박사과정 진학, 박사의 경우 박사후 과정 이수 등과 같이 계속해서 학문적으로 성장하고 연구자의 길을 걷고자 하는 비율을 모두 고려하면 BK21 사업이 학문후속세대 양성이라는 정책목표를 어느 정도 달성하고 있는 것으로 평가할 수 있다. 증거기반 정책추진을 위해서는 정책효과를 객관적이고 엄밀하게 분석하기 위한 데이터 구축이 선행되어야 하며, 장기 추적조사를 통해 BK21사업의 노동시장 성과를 종합적으로 분석할 수 있도록 할 필요가 있다. 데이터 구축에는 BK21 사업수혜자에 대한 조사뿐만 아니라 처치집단과 유사한 비교집단을 구성하고 이들에 대한 조사가 병행되어야 객관적이고 과학적인 노동시장 성과평가가 가능할 것이다.

대학원생에 대한 재정지원에도 불구하고 본인, 가족 등의 학비부담이 아직 상당한 것으로 나타나고 있으며, 박사의 경우 BK21 사업참여기간이 학업을 모두 마치고 졸업하기까지 소요되는 기간에 비추어 현행 사업참여기간이 충분하다고 보기 어려우며, 대학원생에 대한 직접지원의 수준과 기간 등에 대한 적정성을 좀 더 엄밀히 검토할 필요가 있다. 이를 통해 BK21 사업이 대학원생들에게 안정적인 학습 및 연구여건을 마련해주고 고급전문인력으로 성장할 수 있는 디딤돌 역할을 하도록 할 필요가 있다.

IV. 우수사례

1. 자연과학 - 화학	261
2. 자연과학 - 물리	280
3. 자연과학 - 생명	291
4. 공학	302
5. 인문-사회 영역	346
6. 특화전문인재와 글로벌 인재 양성	354

IV. 우수사례

1 자연과학 - 화학

화학 패널에서는 총 7년간의 3단계 BK21 플러스 사업 중 2013년 선정평가, 2015년 중간평가, 2019년 종합평가 전 과정을 지속하여 성공적으로 수행한 전국 사업단(서울대학교 화학분자공학사업단) 1개와 지역 사업팀(울산대학교 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀) 1개를 선정하여 사업단(팀)의 연구, 교육, 산학협력, 사회적 영향력 등에 관한 질적인 우수사례를 소개한다. 또한, 질적인 우수성에 근거하여 우수 사업단(팀)을 선정하기 시작한 2015년 중간평가를 통해 새롭게 진입한 전국 사업단(한국과학기술원 KAIST 분자과학사업단) 1개와 전국 사업팀(숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀) 1개를 선정하여 그 우수사례를 소개하고자 한다.

가. 화학 패널 전국 사업단(서울대학교 화학분자공학사업단)

서울대학교 화학분자공학사업단은 BK21 플러스 사업의 선정, 중간평가, 종합평가를 통틀어 꾸준히 연구와 교육의 질적 향상에 매진하여 매우 우수한 평가를 받았다. 사업단은 3단계 BK21 플러스 사업을 통해 연구역량을 극대화하기 위하여 연구의 질적인 향상을 통한 연구 수월성 확립을 목표로 하였다. 구체적으로, 사업단은 세계적인 학문 동향을 주도하는 글로벌 선도형 화학 연구를 추구하고, 창의적인 아이디어와 새로운 과학적 원리 규명을 중시하는 분위기를 조성하며, 사업단 내에서 독창적인 연구성과 창출을 권장하는 제도와 지원 시스템을 구축하고자 노력하였다. 모든 분야에서 수월성을 추구하고 질적 우수성을 선도한 사업단의 구체적인 우수 사례를 소개한다.

(1) 연구의 질적인 우수성

인구 증가는 지금도 지속되고 있는 현상이다. 식물은 삶을 유지하는 가장 중요한 요소인 먹거리를 제공한다. 다양한 환경에서도 잘 자라고 영양분이 풍부한 고품종 식물의 개발은 지구라는 제한된 공간에서 늘어가는 인구의 삶의 질을 유지하기 위한 필수적인 연구이다. 식물의 품종 개량을 위해서는 현재 작물로 사용되는 식물의 유전체를 변형시키는 과정을 거쳐야 한다. 식물학에서는 전통적으로 뿌리혹박테리아(*Agrobacterium tumefaciens*)를 사용하여 외래 DNA를

식물의 유전체에 삽입하는 방법을 사용하고 있다. 하지만, 이 방법을 이용해서 생산된 개량 식물은 유전자 변형생물(genetically modified organism, GMO)로 분류되어 소비자에게 공급하기에는 많은 산업적 규제를 받고 있다. 이 연구에서는 현재 유전체 편집 기술(genome editing)로 잘 알려진 Cas9 효소단백질과 단일 가이드 RNA(single stranded guide RNA, sgRNA)를 시험관 안(in vitro)에서 결합한 다음에 식물세포에 주입함으로써 외래 DNA의 도입 없이도 식물세포의 유전체를 편집할 수 있는 새로운 방법을 제시했다. 이 기술은 식물학 연구의 모델 생물로 쓰이는 애기장대(*Arabidopsis thaliana*)뿐만 아니라 담배, 상추, 벼와 같은 작물에 모두 적용될 수 있음을 이 연구에서 확인하였다. 또한, 각 식물 내에서 Cas9이 목표한 유전자에 46%의 높은 유전자 변이도 일으킴을 관찰할 수 있었으며, 이렇게 유발된 유전자 변이는 다음 세대로 안정적으로 전이되는 것도 확인할 수 있었다. 이는 자연적으로 형성되는 유전자 변이와도 차이가 없으므로 향후 Cas9을 활용하여 식물을 개량하는 노력이 매우 효율적으로 이루어질 수 있음을 시사하는 중요한 결과이다. 또한, 이 기술은 외래에서 도입된 DNA를 사용하지 않고 세포 안에서 분해되는 Cas9과 sgRNA의 RNA-단백질 결합체를 이용한다는 점에서 GMO로 분류되지 않을 식물 개량 방법이 될 수 있다는 점에서 사회경제적 파급효과도 매우 크다. 이 연구는 3단계 BK21 플러스 사업을 통해 이 사업단 소속의 김진수 교수 연구그룹에서 Nature Biotechnology(IF: 36.558)에 발표하였다. 이 논문은 현재 연평균 100회 이상 피인용되고 있다(2021년 4월말 현재 687회 피인용).

표면증강 라만 산란(surface-enhanced Raman scattering, SERS) 현상은 극히 약한 라만 산란광이 금, 은 금속 표면에 흡착된 분자에서 강하게 증폭되어 나오는 현상이다. 이 현상은 1970년대에 처음 관찰되었으며, 1990년대 후반에 이르러 단일분자의 SERS를 실험적으로 측정할 수 있다는 것이 보고되었다. 이후 SERS의 물리화학적 메커니즘이 자세히 검증되었으며, 광학, 분자분광학 및 극미량 화학분석 등 다양한 분야에서 응용이 가능해지면서 다시 큰 주목을 받게 되었다. 분자 검출이라는 측면에서 단일분자 SERS가 갖는 가장 큰 두 가지 특징은 (1) 추가적인 표지(labeling)가 필요 없으며, (2) SERS 스펙트럼으로부터 분자구조, 표면 배향, 산화 상태를 직접 유추할 수 있다는 점이다. 이러한 가능성에도 불구하고 단일분자 SERS 기법을 단일분자 화학반응에 바로 적용하기는 어려웠던 이유는 단일분자 SERS 신호로부터 정량적인 정보를 직접 얻어내기 어려웠기 때문이다. 이 연구에서는 단일분자 화학반응의 정보를 실시간 단일분자 SERS를 통해 실시간으로 검출할 수 있다는 실험적, 이론적 근거를 세계 최초로 제시했다. 시간에 따라 반응물, 생성물, 중간체의 고유한 SERS 스펙트럼과 SERS 신호 세기의 변화를 측정하고, 이를 통계적으로 분석한 다음 몬테카를로 전산모사를 통해 측정된 시분해 SERS신호가 개별분자의 반응 이벤트를 반영한다는 것을 명확하게 증명했다. 이 결과는 SERS 분광학 연구에서 가장 중요하지만, 현재까지 구현되지 못했던 목표 중 하나인 단분자 화학반응 관찰을 최초로 보였다는 점에서 큰 주목을 받았으며, 분야의 선도 연구그룹들이 매년 꾸준하게 인용하고 있다.

이 연구결과는 김지환 교수 연구실에서 미국화학회지(Journal of the American Chemical Society, IF: 14.612)에 발표하였고, 현재까지 총 106회의 피인용이 되었다. 이 연구결과를 확장하여 김지환 교수 연구실에서는 단일분자 수준에서 금속-분자 간 전하이동 및 에너지 전달과정을 규명하는 연구를 활발히 진행하고 있다. 이 연구를 수행한 제1저자 최한규 박사후연구원은 군산대학교 교수로 임용되었으며, 공동 저자 중 한 명인 이강섭 학생은 박사학위 수여 후 SG 메디칼에 연구원으로 취업하여 SERS기법에 기반한 새로운 질병 진단 기법을 개발하고 있다.

(2) 교육의 질적인 우수성

서울대학교 화학분자공학사업단은 BK21 3단계 사업 동안, 과학적 사고를 기반으로 문제 해결 능력뿐 아니라 핵심 문제를 능동적으로 창출하는 문제발굴 능력을 동시에 갖춰 미래 국가경쟁력을 선도할 수 있는 글로벌 선도형 인재를 육성하는 것을 교육 목표로 삼고, 교육과정과 제도를 대폭 재구성하고 효과적으로 운영했다.

먼저, 미래 사회의 중요한 사회적/전 지구적 문제에 대해 깊이 있게 다루거나 현대 화학의 큰 이슈가 되고 있는 첨단 연구주제(나노바이오 의학, 뇌 신경화학, 단분자 분광학, 단분자 세포 이미징 등)를 교과과정에 적극적으로 도입하여 다양한 미래지향적 교과목을 개발하고, 연구안전, 연구윤리, 연구역량을 글로벌 수준으로 끌어올릴 수 있는 다양한 교육과정을 도입했다. 또한, 지도교수, 공동 지도교수, 전공 분야 교수로 구성된 학생별 위원회를 구성하여 대학원생의 학위과정 전주기 동안 효과적인 학습 및 독창적인 연구 활동을 맞춤형으로 지원했다. 이를 통해, 대학원생의 기초 실력을 배양하는 동시에 첨단 연구 수행에 직접적 도움이 될 수 있도록 엄밀하면서도 자율성과 융통성 있는 교육과정을 운영했다.

또한, 석사과정 위주에서 박사과정 및 석박사통합과정 위주로 대학원 체제를 전환하여, 80% 이상의 대학원생이 석박사통합과정을 통해 심도 있는 첨단 연구에 매진할 수 있도록 했다. 학부생 연구 인턴십 및 화학 연구실험 수업의 확대를 통해 우수 대학원생 확보에 노력했으며, 모든 대학원생이 경제적인 부담 없이 연구에 전념할 수 있도록 BK21 장학금 이외의 다양한 교내외 장학금으로 재정적 지원 체계를 확립했다. 대학원생에서 독립된 연구자로 성장하는 중요한 가교 역할을 하는 신진연구인력의 연구역량 발전을 위해서도 다양한 지원을 아끼지 않았다.

이와 같은 교육과 지원을 통해, 서울대학교 화학분자공학사업단의 대학원생과 신진연구인력의 연구역량은 BK21 3단계 사업 기간 동안 지속해서 상승했다. BK21 참여대학원생의 환산 논문 1편당 환산 보정 IF는 0.7685 (2013-2015년), 0.7820 (2016-2018년), 0.8341 (2018-2019년)로 지속적으로 향상되었다. 신진연구인력 역시 환산 논문 1편당 환산 보정 IF가 2016년 0.5569로부터 2019년 1.2563에 이를 정도로 괄목할 만한 역량 향상을 보였다.

이 사업단은 국제적 역량을 높이기 위해 세계적 수준의 연구를 수행하는 탁월한 외국인 전임

교수를 확보하고, 노벨상 수상자를 포함한 세계적 석학을 겸임·석좌교수로 초빙했다. 특히, Grubbs 교수(캘리포니아 공과대학; 2005년 노벨화학상 수상)와 MacMillan 교수(프린스턴 대학교)는 이 사업단의 대학원생과 공동연구를 수행하여 3편의 공동 논문을 발표하기도 하였다. 또한, 화학 부문에서 세계 최고 수준의 연구중심대학인 스탠퍼드 대학 화학과, 하버드 대학 화학·화학생물학과, UC 버클리 화학과 등과 차별화된 국제협력프로그램을 진행하여 첨단 과학 기술을 교류하고, 다양한 학풍을 접하며, 기기 및 연구력의 공유를 통해 이 사업단 소속 대학원생들이 더욱 내실 있는 연구를 수행할 수 있게 했다.

(3) 산학협력의 질적인 우수성

화학은 응용성이 뛰어난 기초학문으로서 각종 기반기술 제공을 통해 경제성장, 보건의료, 에너지 자원 확보 및 환경보호 등의 분야에서 우리가 직면한 다양한 문제들을 해결하는 데 필수적으로 기여한다. 이 사업단 참여교수들은 다양한 세부분야에서 기초연구에 매진하는 동시에, 다양한 산학협력 연구를 통해 다음과 같이 산업·사회 문제를 해결하는데 크게 기여했다.

첫째, 국가산업의 핵심이자 화학 소재가 중요한 역할을 하는 반도체, 디스플레이, 배터리, 정밀화학 등의 산업 분야에서 삼성전자, 삼성디스플레이, LG화학 등의 대기업 및 소재 관련 중소기업과 다수의 산학연구를 진행하였다. 대표적 사례로, 전기화학 접근법을 이용한 차세대 전자/디스플레이 소재 개발(정택동 교수), 이미징 기법을 통한 반도체 웨이퍼 상의 불량 검진(이남기 교수), 양자점 및 OLED 디스플레이 소재 개발(이성훈 교수, 홍종인 교수, 정연준 교수), 이차전지 전극 소재 개발 및 성능분석(이동환, 임종우 교수), 착화합물 기반의 촉매 개발 연구를 통한 전자소재 개발(이운호 교수), 소재 산업 자립을 위한 컨설팅(정두수 교수), 블록공중합체 고분자 개발(손병혁 교수), 다양한 구조의 나노입자 개발을 통한 위조지폐 방지기술 개발(남좌민) 등이 있다. 이와 같은 다양한 소재 화학 분야의 연구를 통해 해당 산업문제를 해결하기 위해 노력했다.

둘째, 초고령화 사회로의 진입으로 인한 각종 질환의 확대와 최근 코로나 바이러스에서 볼 수 있는 감염병의 확산은 커다란 사회적/경제적 문제를 일으키고 있다. 국민 건강을 증진하고 건강 관련 미래유망산업을 육성하기 위해 참여교수들은 신약개발, 약물전달, 감염체 및 질병 진단, 생체적합성 소재 개발 등 보건의료 분야 산학연구를 활발하게 수행했다. 대표적 사례로, 신약개발 바이오벤처 (주)스파크바이오파마 창업과 혁신 신약 개발을 위한 화학생물학 기반 다양한 플랫폼 개발(박승범 교수), 마스터메디텍(주) 공동 창립과 난치성 치료제 개발(김병문 교수), (주)비에스리서치 공동 창업과 인체 보형물 개발(이연 교수) 등이 있다. 이와 더불어, 나노 구조 개발을 통한 바이오 진단 시스템 기술이전(남좌민 교수), 퀴럼센싱 저해제 기술이전(김병문 교수), 혈관주사 정맥 영상 처리 기술이전(김성근 교수), 부작용 없는 실리콘 인체 보형물 기술이전(이연

교수), 단백질 구조 예측 기술이전(석차옥), 유전자전달 기술 개발(민달희 교수), 항생제 내성 억제 기술 개발(송윤주 교수) 등 질병 진단 및 건강 관련 산업에 직접적으로 기여했다.

셋째, 오염물질에 의한 환경오염은 생활환경을 악화시킬 뿐 아니라 생태계 및 생물 다양성 파괴, 자연재해 등의 문제를 심화시킬 수 있다. 이 사업단 참여교수들은 기초연구 및 산학협력을 통해 오염물질 제거와 새로운 분석 기술, 신재생에너지 촉매 및 환경친화적 소재 개발 등에 적극적으로 참여하여 지속 가능한 사회로의 전환에 적극적으로 기여했다. 대표적 사례로 다방향성 유기-무기 하이브리드 소재를 이용한 이산화탄소 고정 반응과 독성 기체 검지(이동환 교수), 이산화탄소 재활용을 위한 전이금속 촉매 기술(이윤호 교수), 환경정화 촉매 개발 기술(장두전 교수), 분해 가능한 고분자 기술(최태림 교수) 개발 등이 있다.

(4) 지역사회에 대한 기여

이 사업단 소속 교수들은 과학의 대중화를 위한 다수의 대내 및 대외 프로그램에도 적극적으로 참여했다. 이를 통해, 초·중·고등학생, 일반 대중, 교육/정책 담당자, 기업 임원 및 사회 지도층 인사들의 화학에 대한 인식과 이해를 제고하여 미래인재를 육성하고, 올바른 과학문화를 세우는데 이바지했다. 과학의 대중화와 사회 기여 부문에서 사업단의 대표적 노력은 다음과 같다.

첫째, 카오스(KAOS) 재단과의 협업을 통해 화학 분야 대중강연 및 콘서트에 주도적으로 참여했다. KAOS(Knowledge Awakening On Stage) 재단은 과학 지식의 나눔을 모토로 설립되어 대중강연, 콘서트, 출판 등을 통해 기초과학 분야의 다양하고 깊이 있는 지식을 대중에게 더욱 쉽게 전달하고 인문학과 사회과학 등 다양한 학문 분야와 소통하는 것을 목표로 하고 있다. 참여교수들은 과학 대중화를 위한 전문 인력, 장비, 경험이 풍부한 카오스 재단과 긴밀한 협업을 통해 일반인을 대상으로 하는 화학 강연 시리즈를 제작했다. 현장 강연과 더불어, 온라인 채널, 유튜브, SNS 등 매체도 적극적으로 활용함으로써 대중의 광범위한 참여를 유도했다. 대표적인 사례로 KAOS 강연 시리즈 <화학 마스터 클래스: $S = mq^2$ >에서 16회의 강연을 진행했으며, KAOS 강연 시리즈 <화학의 미스터리, CheMystery> 에서도 5회의 강연에 참여했다.

둘째, 서울대학교 본부 및 자연과학대학에서 주관하는 공개강연 및 체험캠프를 통해 과학의 사회적 저변 확대에 기여했다. 서울대학교는 중·고등학생의 기초과학에 대한 흥미를 높이고 과학기술의 중요성을 인식시키며 진로 탐색의 기회를 제공하기 위해 여러 가지 공개강연과 실험 실습을 포함한 체험캠프를 운영하고 있다. 이 사업단 참여교수는 이러한 교내 프로그램에 적극적으로 참여했다. 중·고생 및 일반인 1500여 명을 대상으로 과학과 관련이 있는 테마를 선정하여 5~8개의 다양한 소주제로 강연을 진행하는 <서울대학교 자연과학 공개강연>에서 6회 이상 강연을 진행하였다. 또한, 서울·경기도·인천 지역의 중학교 3학년 및 고등학교 1학년 학생을 대상으로 10주에 걸쳐 매 학기 토요일마다 자연과학의 여러 분야를 소개하는 <토요과학 공개강

좌), 과학 실험을 직접 경험하기 힘든 전국 고등학교 2학년 40~60명을 초청하여 2박 3일 또는 3박 4일 동안 자연과학 진로 탐색을 도와주는 <서울대학교 자연과학 체험캠프>에도 소속 교수들이 매년 적극적으로 참여했다.

이상과 같이 서울대학교 화학분자공학사업단은 3단계 BK21 플러스 사업의 모든 과정을 참여하면서 지속해서 연구와 교육의 질적 향상을 기해왔다. 이 사업단은 3단계 BK21 플러스 사업을 통해 창의적인 아이디어와 새로운 과학적 원리 규명을 중시하는 분위기를 조성하여 독창적인 연구성과 창출을 위해 부단한 노력을 하여 지속적으로 발전했다. 사업단은 연구와 교육의 질적인 향상을 통해 대학원의 수월성을 확립하는 것이야말로 대학원 교육과 연구를 훌륭하게 수행할 수 있고 세계적인 학문을 주도할 수 있다는 것을 잘 보여 준다.

나. 화학 패널 지역 사업팀(울산대학교 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀)

울산대학교 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀은 화학 분야 지역에서 3단계 BK21 플러스 사업에 참여하여 선정, 중간평가, 종합평가를 거치는 동안 전 과정에서 지속해서 매우 뛰어난 평가를 받았다. 이 사업팀은 BK21 플러스 사업을 수행하며, 지역에 특화된 정밀화학 산업 밀착형 산학융합 연구를 깊이 있게 수행하고, 정밀화학분야의 창조적 미래기술 개발을 위해 끊임없이 노력하였으며, 글로벌 연구역량의 수월성을 유지하기 위하여 큰 노력을 기울였으므로 그 우수사례를 소개한다.

(1) 연구의 질적인 우수성

사업팀은 BK21 플러스 사업을 통해 연구의 수월성을 크게 향상했다. 높은 양자효율과 안정성을 바탕으로 우수한 발광특성을 나타내는 이리듐(Ir) 금속을 지니는 인광체의 개발에 관한 연구를 지속해서 수행하였다. 특히 Ir 기반 인광체는 뛰어난 특성을 바탕으로 OLED 디스플레이의 발광 소재로 산업에 널리 사용되고 있는데, 다양한 응용성 연구가 지속해서 수행되었다. Ir 기반 배위화합물을 구성하는 대부분의 유기 리간드에 관한 연구는 이미 많이 진행되었으므로 신규 소재로서 원천기술을 획득하기는 매우 어려운 것이 현실이다. 그러나, 연구팀은 C-N 킬레이트 리간드가 배위된 Ir 배위화합물이 탁월한 발광특성을 나타낸다는 사실에 근거하여, 새로운 C-N 킬레이트 리간드 개발에 관한 연구에 집중하였다. 현재까지 입체적, 전자적 특성이 뛰어난 오쏘-카보레인(o-carborane, 1,2-closo-C₂B₁₀H₁₂)을 기반으로 하는 리간드를 이용한 발광 소재 개발 연구가 많은 각광을 받아 왔으나 카보레인기가 도입될 경우 용액 중에서 발광이

매우 약해지거나 소멸이 되는 현상이 나타나 이를 극복하고 발광효율을 높이는 방안의 개발이 절실하였다. 연구팀에서는 카보레인 기가 용액상에서 자유 회전이 가능하고, 범밀도함수(DFT) 계산으로 회전 각도에 따라 카보레인 기의 C-C 결합길이의 변화가 일어나며, 그 결과 카보레인이 기여하는 최저준위분자오비탈(LUMO)의 분포가 달라진다는 것을 발견하였다. 다시 말해, C-C 결합길이 변화에 의한 들뜬 상태 오비탈의 변동과 이로 인한 비발산성 감퇴(nonradiative decay)가 발광 소멸의 원인임을 밝혀내고, 카보레인의 자유회전을 억제하면 양자효율의 상승이 가능할 것임을 제안하였다. 이를 위해 두 개의 2배위 C-N 킬레이트 리간드에 치환된 카보레인 기를 화학적으로 묶어 카보레인 기의 회전 유동성을 낮추고 동시에 4배위성 리간드 효과를 만들어냄으로써 견고한 인광체 구조를 바탕으로 기존 대비 약 30배의 양자효율 증가를 보이는 물질을 성공적으로 개발하였다. 연구결과로부터 연구팀은 카보레인을 포함하는 발광체의 들뜬 상태 전자 및 기하구조와 발광효율과의 관계를 최초로 규명하여 TV, 스마트폰 등의 OLED 디스플레이에 활용될 수 있는 고효율 인광 소재 개발을 위한 근원적인 정보와 양자효율을 높일 수 있는 새로운 방안을 제시하였다. 이러한 연구팀의 결과는 사업팀이 추구하는 정밀화학 소재 분야 원천기술 확보와 높은 응용을 위한 목표와 매우 잘 일치하는 뛰어난 성과라 할 수 있다. 사업팀의 연구결과는 화학 분야 최고 권위의 학술지인 미국화학회지(Journal of the American Chemical Society, IF: 14.612)에 발표되었고 해당 논문은 많은 관련 분야 학자들에 의해 피인용(77회) 되고 있다.

이 사업팀에서는 더욱 근본적인 자연 현상의 이해에도 큰 관심을 가지고 소수의 분자 매듭이나 분자링크 등 수학 분야 위상학에서 사용되는 매듭 이론으로부터 제안된 구조 중 실험적으로 잘 구현이 되지 않았던 구조들을 합성하고자 하였다. 새로운 구조를 지니는 초분자 유-무기 화합물을 적극적으로 탐색하고, 그 구조적 다양성을 확장할 수 있는 합성법을 개발하며, 복잡한 화합물이 형성되는 메커니즘을 이해하기 위해 큰 노력을 기울였다. 그 결과 2개의 tetracene-기반 Ru(II) 받개와 2개의 dipyriddyil 주개로 구성된 고리화합물 3개로 합성이 가능한 3가지 위상학적 링크 화합물 중 Borromean rings이라는 매우 독특한 구조의 새로운 초분자 화합물을 자기조립법을 이용하여 높은 수율로 합성하는 데 성공하였다. 그뿐만 아니라, 이렇게 독특한 구조의 화합물이 합성될 수 있었던 이유를 반경험적 계산방법과 밀도범함수이론을 이용한 계산방법을 활용하여 잘 설명하였다. 합성된 화합물의 구조는 단결정 X-선 회절 및 핵자기공명 분광법을 이용하여 규명하였고, 실험적으로 밝혀낸 구조가 계산방법에 따라 최적화된 구조와 잘 일치함을 확인하였다. 특히 구조 내에 반데르발스 상호작용 구역을 시각적으로 분석하여 파이-콘쥬게이션 전자구조를 가지는 부분들 간의 상호작용으로 연결된 초분자 화합물이 안정화 되는 것을 확인하여 합성된 Borromean rings 형태의 분자구조체가 형성될 수 있었던 주요 요인이 분자 간 파이-파이 상호작용임을 규명하였다. 이 연구는 자연계에는 존재하지만, 인공적인 방법으로 합성하기가 쉽지 않은 분자들을 실험적으로 구현함으로써 화합물 분자구조의 다양성을 확

장했다. 또한, 분자구조와 분자 간 상호작용에 관한 근본적인 이해를 가능하게 하여 신약 및 촉매 소재 등을 개발할 때 분자디자인 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 사업팀의 이 연구결과는 화학 분야 최고 권위의 학술지인 미국화학회지(Journal of the American Chemical Society, IF: 14.612)에 발표되었고, 해당 논문은 많은 관련 분야 학자들에 의해 피인용(70회)되고 있다.

(2) 교육의 질적인 우수성

울산대학교 화학과 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀은 연구뿐만 아니라 교육에서도 매우 우수한 성과를 나타내었다. 이 사업을 통해 계획 대비 석사는 102%, 박사는 143% 등 높은 비율의 우수한 연구 인력을 양성하고 배출하였는데, 사업팀에 참가한 졸업생들은 국내 정밀화학분야 유명 연구기관 및 대기업에 100% 취업에 성공하였다. 이러한 인력양성에 대한 우수 성과는 다양한 대학원 장학제도의 운용과 현장 맞춤형 교육 프로그램의 개발 및 운용에 의한 결과라고 할 수 있다. 대학원생들은 기초교과목 조교, A급 장학생, B급 장학생 등 다양한 조교 장학제도 혜택을 통해 등록금을 지원받았고, 대학 내의 연구공간에 있는 기업 연구에 참여하여 프로젝트 Lab 및 산학일체화 lab을 활용한 정밀화학분야 현장 맞춤형 교육을 통해 실무 역량을 강화하였으며, 지역 수요에 부응하는 단기 교육과정에 참여할 기회를 얻었다. 산학연 초청세미나 교과목을 통해 외부 산학연 인사들이 개설한 교과목을 수강하여 다양한 산업 현장을 체험하게 되었다. 사업팀의 교육 프로그램은 국제화에도 초점을 맞추게 되었다. 해외연구소 및 해외 대학에서의 현장실습 또는 연수를 장려하기 위해 “산학연협동공동연구”라는 교과목을 신설하고 많은 학생이 수강하였다. 일본 RIEKEN에서 1년간 연수 과정 및 공동연구를 수행한 대학원생은 이후 RIEKEN-동경대학교 Joint Graduate 프로그램을 활용하여 동경대학 박사과정에 진학할 수 있었다. 매년 일본 후쿠오카대학 화학과와 공동 세미나를 개최하여 논문 발표 및 학생 교류를 이어 나갔다. 참여교수 및 학과 전임교수들은 모든 대학원 교과목을 외국어 강의로 개설하였고, 외국인 교수를 충원하여 학생 교육에 활용하였으며, 소속 대학원생들의 학위논문을 100% 영문으로 작성하여 학생들의 국제화 역량을 확대하였다. 또한, 외국인 학생들의 안정적인 생활과 조기 정착을 위해 국제교류원에서 운영 중인 한국어 교육프로그램을 의무 수강하도록 하였다.

(3) 산학협력의 질적인 우수성

이 사업팀의 산학협력에 관한 질적인 우수성으로 산학융합지구 연구 인프라 조성을 들 수 있다. 울산대학교와 울산시는 산학융합을 통한 정밀화학, 소재 산업 분야 중소기업의 육성을 위하여 산학융합지구 4만 평과 테크노 산단 36만 평을 조성하였는데, 사업팀 소속의 화학과는 산학융

합지구 사업에 참여 2018년 2월에 학과를 산학융합지구로 이전하여 현재 약 1,500평 규모의 신축건물을 활용하여 기업연구관, 공동기기센터, 전주기실험실, 첨단 강의 시설, 전용 기기실 등을 구축하고 산학융합 연구의 중심 임무를 수행하고 있다. 산학융합 산단에 입주한 산업체, 산업체 연구소 및 국책연구소와는 긴밀한 협력을 기반으로 울산화학산업의 도약을 위한 다양한 산학연구 협동 프로그램을 수행 중이다. 울산 산학융합지구 조성사업으로 운영되고 있는 R&D 연계 현장 맞춤형 "프로젝트 Lab"을 통해서서는 기업이 필요로 하는 연구개발을 수행함과 동시에 학생들의 실무 역량을 높이었다. 또한, 울산의 정밀화학 중소기업체들의 기술개발, 기술이전, 사업화, 기술지도, 기업자문 등 기업의 애로사항을 적기에 해결할 수 있도록 활발히 지원하였다.

사업팀의 산학협력에 관한 두 번째 질적인 우수성으로 산업체와 지역사회의 기술교육 수요에 부응하는 교육프로그램을 개발하여 이에 적극적으로 참여한 것을 들 수 있다. 울산지역 중소기업 재직자의 역량 강화 및 재교육을 목표로 “고분자 합성 이해를 위한 교육”과 같은 비학위과정을 개설하여 운영하였다. 또한, SKC와 “산학일체화” 협약을 맺고 다양한 산학협력 프로그램을 포괄적으로 운영하였으며, UlsanUniversity Technical Consulting Group(UTC) 기술자문 프로그램, 대학원생 장학금 지원, 학생 취업 연계, R&D 과제 수행 등을 활발하게 실시하였다.

사업팀은 또한 가족기업을 운영하는 우수 성과를 보였는데, 지역의 정밀화학 산업체 및 기관과 가족기업 협약을 맺고, 인적/물적 교류를 확대하여 대학원 배출 인력들의 이동 및 신규 취업을 지원하였다. 총 45개 기업 및 기관과 협약을 맺고 매년 1회 이상 대/중/소기업 동반성장 교류회를 개최하였고, 가족기업의 연구 분야별로 교수를 매칭하여 4개의 소규모 협의체를 운영하며 주기적으로 교류를 통해 유기적 연계체제를 구축하여 기술수요 파악 및 연구과제를 도출하였다.

(4) 지역사회에 대한 기여

사업팀은 산학융합지구 사업과 연계한 사회 기여를 도모하였다. 프로젝트 Lab, 산학융합 R&D 연구과제, 비즈니스 솔루션 등을 운영하여 기업이 필요로 하는 연구개발 및 기술자문을 수행함과 동시에 학생들의 실무 역량을 높이었다. 가족기업을 운영하여 지역 정밀화학 산업체의 현안 해결과 기업 간의 교류 환경을 제공하였고, 울산시에서 운영하는 다양한 연구 및 교육프로그램을 위한 공간도 제공하였다.

인적, 물적 교류를 통한 사회 기여에도 앞장을 섰는데, 산학협력 중점교수와 산업체 겸임교수를 활용한 산학협력 연구 및 교육을 제공하고, 공동기기센터를 운영하며, 학과 보유 장비 등 지역 산업체가 필요로 하는 장비를 공동으로 활용하였다.

울산대 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀은 사회문제 해결 프로그램 개발에도 활발한 참여를 하였다. 비학위과정을 개설하고 기술교육 프로그램을 운영하여, 지역 중소기업 재직자를 대상으로 교육을 시행하였고 지역 기업의 기술수요에 대응한 특강 및 교육에 적극적

으로 참여하였다. 산-학-관 네트워크 활성화를 위한 활동을 수행하여, 울산테크노파크, 한국산업단지공단, 한국화학연구원 울산본부, 한국중소화학기업협회 등 울산에 있는 기관들이 주관하는 산학교류협력 사업의 기술 정책 자문을 하였다. 또한, 지역 산업 기관의 위원회와 협의회 활동을 통해 울산상공회의소 산하 특허 종합컨설팅 자문위원, 한국중소화학기업협회 평가위원, 울산테크노파크 정밀화학소재연구소 운영위원 등 지역 내 각종 위원회와 협의회 참여를 통한 봉사 활동을 활발히 전개하였다.

사업팀은 초중고 학생과 교사를 위한 과학 교육 프로그램도 활발히 운용하였다. 울산대학교 과학영재교육원 화학반을 운영하여 교육에 힘썼고, 울산시 고등학교 R&E 프로그램, 자유 탐구 과제, 과학고 과학전람회 출품지도를 수행하였으며, 초중고 학생들을 대상으로 과학의 대중화를 위한 특강을 실시하고 교사 학습연구년을 지도하였다.

울산대학교 화학과 지역산업 밀착형 정밀화학 창의인재 양성 사업팀은 연구의 수월성을 추구하고, 지역산업과 연계된 대학원 교육을 통해 대학원 학생들이 관련 분야와 연계된 우수한 취업을 달성하였으며, 산학융합지구 사업과 연계며 장비 공동 사용 등 충실하게 사회 이바지를 하여 성공적으로 BK21+ 사업을 수행하였다. 연구, 교육 및 산학협력 전반에 걸쳐 지역사회와 연계하여 상생하고 서로 수월성을 달성하는 전략은 향후 대학과 지역 연계의 새로운 모델로 시사하는 바가 크다고 하겠다.

다. 중간평가를 통해 진입한 화학 패널 전국사업단(한국과학기술원 KAIST 분자과학사업단)

2015년 중간평가를 통해 새롭게 진입한 한국과학기술원 KAIST 분자과학사업단은 유기적인 노력을 통해 연구, 교육, 산학협력 모든 분야에 있어서 질적인 우수성을 보이며 우수 사업단으로 선정되었다. BK21+ 사업의 중간평가에서는 특히 연구, 교육, 산학협력 등 모든 분야의 질적인 평가가 강조되어 향후 진행할 BK 사업과 대학원 교육 및 평가의 새로운 기준을 제시하므로, 중간평가를 통해 새롭게 진입한 사업단은 다양한 분야에 있어서 수월성을 달성하였다고 할 수 있다. 이에 한국과학기술원 KAIST 분자과학사업단의 사례를 소개하는 것은 그 의미가 크다고 하겠다.

(1) 연구의 질적인 우수성

이 사업단 유룡 교수 연구팀은 마이크로 크기의 구멍들로 이뤄진 3차원 그래핀을 제작하는 데 성공했다. 반도체 분야 '꿈의 소재'로 불리는 그래핀을 3차원으로 만드는 신기술을 개발한 것이다. 기존 3차원 그래핀은 2차원 평면구조를 곡면으로 구현해 반응면적이 좁고 2차원 구조로 되돌아가는 등의 문제로 상용화가 어려웠다. 유룡 교수 연구팀은 제올라이트 주형의 미세기공에 란타늄 양이온을 촉매로 주입하여 기공 내 탄화수소기체(에틸렌·아세틸렌)의 탄화온도를 낮췄다. 이에 미세기공 속에서도 원활한 탄소 증착을 유도해 견고한 탄소 결정 구차원 그래핀을 만들어 냈다. 제올라이트는 무수히 많은 초미세 구멍 구조를 가진 일종의 광물로, 지름 1나노미터 이하의 구멍에서 일어나는 화학반응을 이용해 산업 현장에서 흡착제나 촉매제 등으로 쓰거나 의학 분야에서 주사 매개체 등으로 사용할 수 있다. 연구팀은 개발한 3차원 그래핀을 상업용 그래핀 전지 음극재에 적용하는 시험도 진행하여, 기존 약 100mAh(밀리암페어아워)의 정전용량을 300mAh로 끌어올리는 데 성공했다. 특히 주재료인 제올라이트가 1톤당 300달러 정도로 저렴하고, 탄화반응 후 염산과 플루오린화 수소산으로 제올라이트 주형을 녹여 제공하는 공정도 단순해 상용화를 앞당길 수 있을 전망이다. 이 연구로 과거 이론적 구상에 그쳤던 3차원 그래핀의 양산법이 구체적으로 고안됨에 따라 앞으로 실제 양산과 산업에 적용될 것으로 기대된다. 그동안 여러 가지 실험상의 어려움으로 제올라이트를 주형으로 3차원 그래핀을 만드는 연구가 크게 활성화되지 못했는데 이 연구결과를 계기로 많은 과학자가 이러한 탄소나노물질에 관심을 두게 될 것으로 예상된다. 2차원 그래핀의 장점에 더해 넓은 반응면적과 다양한 응용이 가능한 나노 다공성 구조를 갖춘 3차원 그래핀은 다양한 응용 분야에서도 큰 관심을 끌 것으로 기대된다. 이 연구 내용은 2016년에 Nature(IF: 43.070)에 발표되어 많은 연구자에 의해 주목을 받고 있다.

사업단의 장석복 교수, 백무현 교수 공동 연구팀은 반응 효율이 높은 이리듐 촉매를 개발해 상온에서 감마-락탐을 합성하는 데 성공했다. 감마-락탐은 뇌전증 치료제(레비티라세탐)나 혈관 형성 억제제(아자스파이렌)와 같이 복잡한 유기분자의 핵심 구성성분으로 의약품, 합성화학, 소재 등에 폭넓게 활용된다. 자연에 풍부한 탄화수소로부터 감마-락탐을 만들기 위해 많은 연구가 있었지만, 탄화수소는 상온에서 반응성이 낮아 합성하는 데 큰 어려움이 있었다. 탄화수소에서 감마-락탐을 합성하기 위해서는 탄소-수소 결합을 탄소-질소 결합으로 변환하는 질소화 반응이 필요한데, 이 과정에서 중간체인 카보닐나이트렌(carbonylnitrene)이 상온에서 너무 쉽게 부산물로 분해돼 합성이 매우 어렵다. 연구팀은 최적화된 촉매를 계산화학으로 분석해 예측하고 실험에 돌입하는 방식으로 중간체 분해 문제를 해결하였다. 이온 연구팀은 밀도범함수를 활용한 계산화학으로 어떤 촉매가 탄화수소에 효율적인 반응을 일으킬지 분석하고 시뮬레이션을 통해 완성도 높은 촉매를 개발했다. 이를 바탕으로 실험 연구팀이 중간체 분해 및 부산물 형성을 억제하는 이리듐 촉매를 개발하고 탄화수소에 적용해 감마-락탐 합성에 성공했다. 이 연구의 핵심은 질소화 반응의 중간체 분해 문제를 해결함으로써 탄화수소로 감마-락탐을 합성하는 계기를 만들었다는 데 있다. 개발한 촉매반응의 확장연구를 통해 학문적인 진보는 물론 합성된 물질의 생리활성 및 임상 연구를 통한 의약품과 신소재 개발 등 산업적인 면에서도 크게 이바지할 수 있을 것으로 기대된다. 이 연구 내용은 2018년에 Science(IF: 41.063)에 발표되어 많은 연구자에 의해 주목을 받고 있다.

(2) 교육의 질적인 우수성

KAIST 분자과학사업단은 국내 대학의 교육 및 연구를 선도하며 국가의 과학 및 경제 발전을 주도해 온 석박사 급 핵심인재를 양성했다. 사업단 졸업생은 높은 취업률뿐만 아니라 그 질적인 우수성이 뛰어나다. 졸업생들은 삼성전자, SK 하이닉스 등 우리나라 제조업 및 수출 산업에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 반도체 생산기업에 취업하였는데, 이는 반도체 공정에 필수적인 각종 유기, 무기, 고분자 재료 등 이 사업단에서 핵심적인 교육을 이수한 학생들의 전공 적합도가 매우 높다. 또한, LG전자, 삼성디스플레이, LG디스플레이, LG이노텍, 삼성전기 등 디스플레이, 배터리 중심의 회사에도 전기화학 분야 등 사업단에서 핵심적인 교육을 받은 석사, 박사 졸업생들이 그 전공을 잘 살려서 취업에 성공하였다. 우리 일상생활에서 광범위하게 사용되는 화학, 정유, 바이오, 약품 및 식음료를 생산하는 LG화학, SK이노베이션, 한미약품, 삼양사, 셀트리온, 한화케미칼, 한화화학, 바이오오케스트라, 샘표식품, 애경산업, 미원상사와 같은 국내기업에도 졸업생들이 그 전공을 살려 입사하였다. 취업의 질적 우수성을 높이기 위해 사업단은 전공 적합도가 높은 해당 기업에 최적화된 맞춤형 교육프로그램을 설계하여, 석사 및 박사과정 학생을 선발하였다. 사업단은 삼성전자(EPSS), SK-하이닉스(KEPSI), LG디스플레이(LGenius), LG화학(CEPP), LG이노텍(EPLL)에서 지원하는 석박사 프로그램을 통해 참여 학생들에게 실무 경험

을 쌓을 기회를 제공하고, 다양한 교육 및 연구 과목을 운영하여, 향후 기업과 대학 간 고도 학제적 지식과 기술을 갖춘 전문기술 인력을 공동 육성하여 상호 WIN-WIN 하는 성공적인 산학협동 모델을 구축하였고 이를 통해 취업의 질적 우수성을 높였다.

이 사업단은 해외 저명대학의 대학원 박사과정 복수 학위제를 추진하여, 교육프로그램의 국제화를 추구하였다. UIUC, Northwestern University, Carnegie Mellon University를 포함한 미국 8개 대학, Ecole Polytechnique을 포함한 프랑스 6개 대학, 베를린 공대, 뮌헨공대를 포함한 독일 3개 대학, 칭화대학을 포함한 중국 4개 대학, 동경공대, 싱가포르 난양대, 덴마크 공대 등 전 세계 300여 대학과 협정을 맺어 교육의 국제화를 위해 노력하였다. 특히, 덴마크 공대(Technical University of Denmark), 미국 Maryland 대학교 화학과, 덴마크 Aarhus 대학교 화학과, 포르투갈 Aveiro 대학교 화학 공교육연구단(고분자화학 관련)과는 온라인 및 오프라인 강의를 병행하여 소속 학과 단위에서 복수 학위제의 실질적인 적용을 활발히 논의하였다.

사업단은 대학원생 국제교류의 대상국 확대를 통하여 다차원적 글로벌 리더의 국제적 감각을 지닌 대학원생을 배출하고자 노력하였다. EU 국가와의 국제교류 프로그램인 Horizon 2020-Research and Innovation Framework Programme 지원으로 영국 Warwick 대학교, 스위스 EPFL, 포르투갈 Minho 대학교와 CHEM2NATURE 프로그램을 2016년부터 시행하였다. 또한, 인도/동남아시아, 중국 조선족 자치구 국제교류 프로그램을 활발히 시행하였고, 일본 이화학연구소(RIKEN) 및 Okinawa Institute of Science and Technology(OIST) 등 국제연구소와의 국제교류 프로그램도 활발하게 수행하였다.

(3) 산학협력의 질적인 우수성

한국과학기술원 분자과학사업단은 3단계 BK21 플러스 사업을 통해 산학연구를 활발히 진행하였으며, 산업/사회 문제해결에 많은 이바지를 하였다. 우수한 연구 인력을 바탕으로 LG화학, LG디스플레이, 사우디아람코, 삼성전자, 현대자동차 등의 다양한 산업체들과 산학협력 연구를 진행하였다. 또한, 인력양성에서도 삼성반도체 교육프로그램(EPSS), SK하이닉스 반도체공학 프로그램(KEPSI), LGD 디스플레이 인력양성 교육프로그램(LGenius), LG화학 고분자 촉매 공정 교육프로그램(CEPP), LG이노텍 LED 교육프로그램(EPLL) 등의 다양한 인력양성 프로그램을 진행하였다. 특히, 이 사업단에서 수행하는 연구과제는 사회의 난제를 해결할 수 있는 원천기술에 관련된 연구들로서 해당 화학 분야의 깊이 있는 이해와 발전이 동시에 요구되는 연구과제들이므로, 이러한 연구과제 수행에 참여한 석박사과정 학생들은 관련 분야의 전문지식을 깊이 있게 이해하고 응용하는 경험을 통하여 전문 인력으로 성장하였다. 이 사업단은 또한 수행한 연구 결과를 일반인들에게 이해하기 쉽게 소개하여, 과학의 대중화 등 대외협력 및 사회 기여에도

큰 노력을 기울여 왔다.

산업 및 사회의 과학기술 문제를 해결하고 미래의 과학을 선도하기 위해서는 산학 간의 교류가 활발해야 하므로, 다양한 분야의 산업체와의 밀접한 연계를 통해 각 분야에서 실질적으로 필요로 하는 문제 해결을 위한 이해 및 집중적인 연구가 필요하다. 이 사업단은 다양한 인적 및 물적 교류를 통해 지역사회 및 국내외적 과학적 난제를 해결하기 위해 다양한 활동을 수행했다. 코오롱중앙기술원, 삼성전자, 엘지디스플레이, 삼성디스플레이, LG생명과학, LG화학, LG엠에이, 한화케미칼, 한솔양계, 카나비스메디컬 등의 사업체들과 산학협력 관계를 통해 기업의 기술적 난제 해결에 노력을 기울였다. 특히, 회사 규모보다 우수 연구 인력이 상대적으로 부족한 KOLON과 같은 기업과 연구 및 인력 교육을 진행하는 성과를 올렸다. 2015년 13건, 2016년 14건, 2017년 20건, 2018년 29건, 2019년 29건 등 산업체 연구비를 활발하게 수주하였는데, 이는 입금액 기준으로 2015년도 11억, 2016년도 19억, 2017년도 21억, 2018년도 28억, 2019년도 28억에 이른다. 대표적으로 2018년도에 최인성 교수는 카바니스메디컬(주)로부터 의료용 Cannabis phytocannabinoid 분석법 개발을 주제로 12억 9천만 원의 연구비를 수주하였다. 2015년에는 MBC 한학수 PD, LG 화학 유진영 부사장, 주식회사 DNF 김명운 대표를, 2016년에는 스타트업 액셀러레이터 기업 액트너랩의 조훈제 공동대표와 한미약품 이관순 사장을, 2017년에는 동진세미캠 신규순 박사를, 2018년에는 Digital Healthcare Institute 최윤섭 박사를 초청해 강연을 듣는 등 산학교류 세미나를 활발하게 개최하였다.

사업단은 삼성, SK하이닉스, LG 디스플레이, LG 이노텍 등 국내 굴지의 기업들의 지원을 받아 맞춤형 석박사 교육과정을 개설하여 운영하였다. 이 교육과정을 통해 기업은 실무현장에 바로 투입할 수 있는 인재를 확보하고 대학은 각 기업에 적합한 인재를 육성해 취업률을 높일 수 있는 실질적인 산학협력을 도모하였다. 이러한 맞춤형 석박사과정은 자체 커리큘럼에 의해 인력을 배출하던 형태에서 벗어나 기업과 전문가가 함께 교수요원으로 활동하는 방법을 채택하고 있으며, 기업이 원하는 고급인력들을 양성하여 취업과 동시에 기업 실무에 투입할 수 있도록 하거나 기존 직원을 재교육하여 산업 및 사회 기술 분야를 선도하는데 기여하였다.

(4) 지역사회에 대한 기여

한국과학기술원 분자과학사업단은 기초과학 연구를 충실히 수행하여 해당 분야를 선도할 수 있는 역량을 축적하여 과학기술 난제를 독창적으로 해결하고 기술 독립성을 확립해 왔다. 일본이 수출을 규제한 품목인 포토레지스트와 폴리이미드는 모두 고분자 물질로, 일본에서는 고분자 합성에 기반한 신규 물질 합성 및 응용 연구가 꾸준히 이어져 오고 있다. 반면 국내의 고분자 합성 연구는 관심과 지원이 지속적으로 감소하는 실상이다. 그런데도 KAIST 화학과는 김진백 교수와 김상울 교수가 해당 고분자 연구를 충실히 수행하였으며, 화이트리스트 사태를 맞이하여

그 저력을 입증하였다. 해당 연구들은 2019년 코엑스에서 열린 "화이트리스트 배제 대응 기술을 중심으로 한 KAIST 핵심 기술이전 설명회"에 선정된 9개 기술 중 일부로 이름을 올렸다.

한국과학기술원 분자과학사업단은 BK21+ 사업을 통해 Nature나 Science 등 최고의 과학 연구 논문을 발표하고 있고, 대학의 연구 및 교육을 선도하여 국내 과학 및 경제 발전을 주도하는 핵심인재를 양성하고 있으며, 사회의 난제를 해결할 수 있는 원천기술에 관련된 산학연구를 주도했다. 이를 바탕으로 지역사회에 어려움이 있을 때는 기술 독립을 위한 아이디어를 제공하는 등 지역사회에 대한 기여를 충실히 수행하였다. 이러한 주도적인 활동은 질적인 수월성을 강조하는 대학원 연구 및 교육에 대한 중요한 모델로서 큰 의미가 있다고 하겠다.

라. 숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀

2015년 중간평가를 통해 새롭게 진입한 숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀은 지속적인 노력을 통해 연구, 교육, 산학협력 모든 분야에 있어서 질적인 우수성을 보이며 우수 사업팀으로 선정되었다. 앞서 소개한 사업단과 마찬가지로 역시 질적 우수성을 기준으로 하는 평가에서 우수한 성적을 거두어 중간평가를 통해 새롭게 진입한 이 사업팀은 전문성을 바탕으로 집중적인 노력을 통해 그 수월성을 달성하였으므로, 그 우수사례를 소개한다.

(1) 연구의 질적인 우수성

숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀의 참여 대학원생들은 지난 3단계 BK21 플러스사업을 수행하며 총 38편의 논문을 Chemical Society Reviews (IF=40.182), Molecular Cell (IF=14.248), Journal of the American Chemical Society (IF=14.357), Angewandte Chemie International Edition (IF=12.102), ACS Central Science (IF=11.228), NPG Asia Materials (IF=7.208), Biosensors & Bioelectronics (IF=8.173), Nanoscale (IF=7.233), Chemical Communications (IF=6.290) 등 매우 우수한 SCI(E)급 국제학술지에 발표하였다. 사업 중 참여 대학원생의 환산 논문 1편당 환산 보정 IF의 평균 및 달성률도 각각 0.66087 및 115% 초과 달성하여 논문이 질적으로 매우 향상되었다. 이렇게 연구의 질적인 우수성을 달성할 수 있었던 것은 참여 대학원생의 성실한 연구 진행을 독려하고자 연구성과를 대외에 발표할 기회를 적극적으로 지원한 결과이다.

(2) 교육의 질적인 우수성

숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀은 교육 프로그램의

국제화 및 글로벌 교육역량 강화를 위해 3단계 BK21 플러스 사업을 진행하며 화학과 대학원 개설과목 39개 강좌를 100% 영어강의로 진행하였고, 화학과 소속 대학원생 12명의 학위논문을 100% 영어 작성하게 하여, 소속 대학원생의 영어 실력 및 글로벌 교육역량을 강화하였다.

해외 우수대학과의 교류 및 국제화 활성화를 위해 사업팀의 연구주제와 부합하는 국제 저명 학술지 편집장(Journal of the American Chemical Society의 편집장 Prof. Klaas Wynne)을 포함하여 7명을 초청하여 해당 학술지에 대한 설명을 듣고 연구 네트워크를 구축하였다. 또한, 노벨화학상 수상자 강연 2회, 해외석학 초청 강연 27회, 해외석학 초청 BK 워크숍 3회를 진행하여 소속 대학원생의 국제화 역량 증가 및 글로벌 마인드 함양을 달성하기 위해 노력하였다.

Harvard 대학의 Prof. Hongkun Park을 포함하여 총 13명의 해외 우수대학의 국제 석학을 글로벌 숙명 자문위원단(Sookmyung Advisory Board (SAB)) 위원으로 임명하였으며, 이를 통해 BK21 플러스 사업 기간 중 여러 SAB 위원을 숙대 화학과로 초청하여 총 23회 동안 대학원생 교육 및 연구 교류를 진행하였다.

글로벌 교육네트워크(SNOW)를 통해 세계 우수 명문 대학(미국 Harvard 대학 외 세계 유명 10개 대학)과 활발히 교류하여 사업 기간 중 총 17건의 국제공동 연구 및 2건의 장단기 연수를 성공적으로 수행하였다. 이러한 노력의 결과로 CHEMICAL SOCIETY REVIEWS (IF=40.182), Journal of the American Chemical Society (IF=14.357), Molecular Cell (IF=14.248), Annual Review of Physical Chemistry (IF=13.738), Angewandte Chemie International Edition (IF=12.102), Journal of Physical Chemistry Letters (IF=8.709)을 포함하여 총 9편의 최상급 SCI급 학술지에 논문을 발간하였음. 또한, 글로벌 교육네트워크(SNOW)를 통해 진행된 연구 및 교육의 결과로 참여 대학원생은 총 41회 국제학술대회에서 학술발표를 진행하였고, 6건의 국제학회 수상을 통하여 이 사업팀의 교육 프로그램의 질적인 우수성을 입증하였다. 교육의 국제화를 추진한 사업팀의 전략은 대학원생의 연구 능력 증진 및 글로벌 연구 마인드 함양이라는 사업팀의 교육 목표를 성공적으로 달성할 수 있었으며, 그 결과로 교육 및 연구 부분에서 위와 같은 우수한 성과를 달성할 수 있었다.

(3) 산학협력의 질적인 우수성

숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀은 산학협력연구와 인적 교류의 활성화를 통해 산학협력의 우수성을 추구하였다. 우선, 산학과의 공동연구 및 학생 교류에 관한 MOU 협약을 체결하여 산학협력 연구와 인적 교류를 확대하였다. 구체적으로, (주)삼양사와 '광개시제 개발' 관련 공동연구, (주)삼성 바이오시밀러와 '단백질 제약' 관련 공동연구, 씨케이송 연구소와 '박막 필름형 마찰전기 소자 개발' 관련 공동연구, 위즈맥과 '분자층 증착기술 및 수정 진동자 저울을 이용한 실시간 생체분자 진단/제어를 통한 바이오센서 개발

' 관련 공동연구를 진행하였다. 또한, 삼성, 포스코, 한화, 삼양사, 효성, LG, 씨케이송 연구소 등 여러 산업체와 연구기술 세미나를 개최해 산학연계 과제를 창출하고 공동연구를 활발하게 모색하였다.

사업팀은 기술이전 및 사업화 촉진을 위한 산학 협력기반 강화에도 큰 노력을 기울였다. 연구진의 연구개발 성과에 대한 특허 취득을 위해 학교 산학협력단의 변리사팀이 연구 발명제안서 작성과 검토를 지원하였다. 이를 통해 사업 기간 중 이 사업팀에서는 국제특허 5건을 출원하고, 국내특허 12건을 등록하는 우수한 성과를 얻을 수 있었다. 또한, 국가연구개발과제에서 도출된 연구결과물의 기술이전을 위해 기술자문 및 산업체 교류를 지원한 결과, 기술이전 2건을 실제로 달성할 수 있었다. 구체적으로는, '박막 필름형 힘 센서 평가 방식 노하우 및 평가 기기' 노하우를 씨케이송 연구소로 10,000천 원에 기술이전을 하였고, '분자층 증착기술 및 수정 진동자 저울을 이용한 실시간 생체분자 진단/제어를 통한 바이오센서 개발' 관련 노하우는 (주)위즈맥으로 100,000천 원에 기술이전을 하였다.

사업팀은 활발하게 산학협력 연구과제 수주를 위해 노력하였다. 산학 맞춤형 인재양성 및 산학연계 공동연구를 위해 사업팀은 BK21 플러스 사업참여 기간 동안 산학협력 연구비 4건을 수주하였다. 이렇게 수주한 산학협력 연구비는 (재)삼성미래기술육성재단에서 수주한 “생체분자 네트워크 연구를 위한 Fluctuating Thermodynamics 분야 개척”, (재)포스코청암재단에서 수주한 “기능성 유기형광 복합체기반 신개념 테라노스틱스 개발”, (재)삼성미래기술육성재단의 “에너지-구동 생체분자 과정 연구를 위한 Fluctuating Thermodynamics 분야 확립”, 과학기술일자리진흥원에서 수주한 “QCM기반의 실시간 생체분자 분석/제어를 통한 바이오센서 분석 장비 개발” 등을 포함한다.

(4) 지역사회에 대한 기여

숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀은 지역사회에 기여하기 위해 과학의 대중화를 위한 강연을 실시하였다. 우선, 고등학교를 방문하여 초청 강연을 하였는데, 사업팀 소속 참여교수와 참여대학원생들이 융합화학 분야의 대중화를 통한 사회적 기여를 위하여 용산구청과 협력하여 재능기부의 형태로 청소년들에게 지속해서 강연하였다. 성심여고와 경기외고에 수차례 방문하여 융합화학 분야를 알려 과학적 소양을 갖춘 차세대 인재를 양성하는데 기여하였다. 이 강연은 일회성 행사로 그치지 않고 2015년부터 매년 1회 이상 지속해서 시행하였다.

이 사업팀은 수시 합격자를 대상으로 청소년 초청 강연도 하였다. 사업팀 참여교수들이 주최하고 참여 대학원생들이 기획하여 숙명여자대학교 화학과 수시합격생들의 화학 지식 함양을 위한 교육을 2019년 1월 14일부터 17일까지 총 나흘 동안 성공적으로 진행하였다.

사업팀에서는 청소년 진로탐방 및 연구실 견학 프로그램을 시행하였다. 진로를 결정하는 시기의 청소년을 대상으로 화학 연구자의 필요성과 응용 가능성을 설명하여 과학의 대중화에 기여하였고, 청소년 대상 오픈랩 및 진로탐방 프로그램을 운영하여, 성심여고 학생들이 숙명여대 화학과 연구실 및 슈퍼컴퓨팅센터를 방문하여 실제 진행되고 있는 연구 과정을 간접적으로 체험하고 과학 관련 진로탐방 교류를 활발히 진행하였다. 또한, 참여 대학원생들이 경기외고에 방문하여 고등학생들과 멘토십을 체결하고 학생들이 화학 연구에 대한 흥미를 유발하게 하는 등 진학관련 조언을 제공하였다.

사업팀은 또한 K-MOOC 온라인 강좌를 지원하여, 융합화학의 온라인 강좌 제작에 참여하였다. 사업팀의 참여 대학원생인 최의진, 이유빈 학생은 누구나 무료로 수강할 수 있는 온라인 강좌인 K-MOOC 프로그램에 참여하여 '화학으로 본 세상이야기' 강좌 수강생들의 질문에 대한 온라인 답변 업무를 수행하였고, 융합화학의 온라인 강의를 위한 동영상 프로그램 제작과정을 교육 받았으며, 이와 관련한 노하우를 확보하였다.

사업팀은 기술이전 및 산학연계 과제를 통한 사회 기여에도 활발한 노력을 기울였다. (주) 위즈맥에 "고감도 수정진동자저울 제작기술"과 관련한 노하우 및 특허(수정 진동자 저울을 이용한 용액 속 고분자화 반응에 의한 박막 형성 공정을 모니터링 하는 방법/출원번호: 10-2018-0105115)를 정액기술료 100,000 천원에 이전 함으로써, 융합화학 기반의 질병 진단 센서 개발에 기여하였다. 이러한 모든 활동을 통해 이 사업팀은 다양한 형태로 지역사회에 기여를 하여 BK21 플러스 사업을 통한 우수 성과를 창출하였다.

숙명여자대학교 바이오 융합화학 연구 기반 차세대 여성 LEADER 양성사업팀은 참여 대학원생들의 연구성과를 대외에 발표할 기회를 적극적으로 지원하여 연구의 질적인 우수성을 달성하였고, 하버드 대학 등 세계 우수 명문 대학과의 활발한 교류를 통해 글로벌 교육네트워크를 확립하여 교육의 질적 우수성을 달성하였다. 사업팀에서 수행한 우수연구의 기술이전 및 사업화 촉진을 통해 산학 협력기반을 강화하였고 과학의 대중화에도 큰 노력을 기울이는 등 BK21+ 사업을 통해 전체적인 대학원 역량을 크게 향상시켰다. 이러한 우수성은 창의적인 연구와 교육으로 세계를 주도하는 핵심 대학원 양성을 성공적으로 수행하였다는 점에서 그 의미가 크다고 하겠다.

마. 시사점

3단계 BK21 플러스 사업을 지속적으로 수행한 우수 사업단(팀)은 새로운 과학적 원리를 규명하고 창의적인 아이디어를 창출하여 사업단(팀) 내에서 연구 수월성을 추구하고자 하는 분위기가 확고히 형성되었다. 서울대학교 사업단은 인류 삶을 위한 새로운 식물세포 유전체 편집

기술을 개발하고 단일분자 화학반응 정보를 실시간으로 검출하는 실험적·이론적 근거를 세계 최초로 제시하여 독창적인 연구 성과를 창출하였다. 울산대학교 사업팀은 높은 양자효율과 우수한 발광특성을 나타내는 인광체 개발 원천기술을 확보하고, 구조-특성 상관관계의 근본적인 이해를 확립하였다. KAIST 사업단은 반도체 분야 꿈의 소재로 불리는 2차원 층상 구조의 그래핀을 3차원으로 제작하는 신기술을 개발하여 고용량의 전지 음극재에 적용하였고, 계산화학을 이용하여 합성이 매우 어려운 감마-락탐 제조 기술을 성공적으로 개발하였다. 중간평가를 통해 새롭게 진입한 숙명여대 사업팀은 바이오 융합화학을 기반으로 질적 우수성을 보이는 연구 성과를 다수 확보하였다.

BK21 사업은 대학원생들이 핵심 문제를 직접 발굴하고, 과학적 사고를 기반으로 하여 능동적으로 문제를 해결해 나가는 선도형 인재를 양성할 수 있는 새로운 교육 과정과 제도를 확립하는 계기가 되었다. 서울대학교 사업단은 사회적 이슈가 되는 첨단 연구주제를 교과과정에 적극적으로 도입하여 대학원생의 기초 실력 배양과 동시에 첨단 연구 수행에 직접적 도움이 되는 교육 과정을 운영하고 있다. 울산대 사업팀은 다양한 장학제도의 운용과 현장 맞춤형 교육 프로그램을 개발하여 사업팀 참여대학원생들이 국내 정밀화학분야 유명 연구 기관 및 대기업에 성공적으로 취업하고 있다. KAIST 사업단은 전공 적합도가 높은 해당 기업에 최적화된 맞춤형 교육 프로그램을 설계하여 참여 학생들에게 실무 경험을 쌓게 하고 기업과 대학 간의 학제적 지식과 기술을 갖춘 전문기술 인력을 육성하여 취업의 질적 우수성을 높이고 있다. 숙명여대 사업팀은 교육의 국제화를 통해 대학원생의 연구능력을 증진함과 동시에 글로벌 연구 마인드를 함양하여 교육과 연구 모두에서 우수한 성과를 달성하고 있다.

BK21 사업을 수행하는 화학 연구단(팀)은 보건, 의료, 에너지, 환경 등 우리가 직면하고 있는 다양한 산업 및 사회문제를 해결하기 위해 산학협력 연구를 활발히 수행하였다. 서울대학교 사업단은 반도체, 디스플레이, 이차전지 소재 등 국가산업의 핵심이 되는 화학 소재, 국민 건강 증진을 위한 보건 의료분야, 신재생에너지 및 친환경 소재 분야 기업과 산학협력 연구를 수행하여 지속 가능한 사회를 위한 연구에 매진하고 있다. 울산대학교 사업팀은 울산시와 산학융합지구 연구 인프라를 조성하여 정밀화학 사업 기술개발, 기술이전, 사업화 등을 수행하고 있고 동시에 지역사회 기술교육 수요에 부응하는 교육프로그램을 개발하는 등 질적 수준이 높은 산학협력을 수행하고 있다. KAIST 사업단은 지역사회 및 국내외 과학 난제 해결을 위해 다양한 인적·물적 교류를 통한 산학협력을 도모하여 실무현장에 바로 투입할 수 있는 인재를 확보하여 취업률을 높이고 있다. 숙명여대 사업팀은 대학 산학협력단의 지원으로, 기술이전 및 사업화 촉진을 위해 노력하여 연구결과물이 기술이전이 되도록 활발한 기술자문 및 산업체 교류를 끌어내는 성과를 얻고 있다.

BK21 사업을 통해 각 사업단(팀)은 과학의 대중화 등 새로운 프로그램을 개발하여 지역사회에

대한 기여를 하고 있다. 서울대학교 사업단에서는 화학 분야 대중강연, 콘서트, 출판 등에 참여하여 깊이 있는 지식을 대중에게 전달하고 소통하려는 노력을 시도하고 있고, 공개강연 및 체험 캠프 등을 통해 과학의 사회적 저변 확대에 노력을 기울이고 있다. 울산대학교 사업팀은 산학협력 연구 및 교육, 보유 장비 공동 활용 등 사회와 각종 인적·물적 교류를 수행하고 사회문제 해결 프로그램에 활발히 참여하며, 과학 교육 및 대중화를 위한 노력을 활발히 전개하고 있다. KAIST 사업단은 기술 독립을 위한 아이디어를 어려움이 있는 지역사회에 제공하여 뛰어난 사업단의 기술 역량을 적극적으로 사회에 환원하고 있다. 숙명여대 사업팀은 지역 고등학교를 방문하여 지속적으로 과학 대중화 강연을 하여 과학적 소양을 갖춘 차세대 인재를 양성하고, 산학연계 과제를 통해 창출한 우수성과를 꾸준히 기술이전하는 성과를 이루어 내고 있다.

이상을 종합해 보면 BK21 사업을 지속해서 수행하는 사업단(팀)들이 화학 분야의 연구, 교육, 산학협력, 지역사회 기여 등에서의 우수한 성과 창출에 더해 새로운 모델이 제시되고 있음을 알 수 있다.

2 자연과학 - 물리

3단계 BK21 사업을 수행한 물리학 분야 사업단/사업팀 중 4단계 BK21 사업에도 선정되어 BK 사업의 성과가 학과의 연구 및 교육 역량 향상에 지속적으로 기여하고 있는 것으로 판단되는 사업단/사업팀을 우수사례로 선정하였다. 이러한 사업단/사업팀들의 3단계 BK21 사업에서 수행한 연구, 교육, 국제화, 산학협력 활동의 결과가 4단계 선정 평가에도 좋은 영향을 미쳤을 것이므로 BK21 사업의 취지에 맞는 우수사례로 판단된다. 전국 단위와 지역 단위, 국립대와 사립대는 서로 처한 상황이 다르므로 각자의 상황에서 선택한 전략이 성공적인 결과를 가져온 사례를 조사하고 정리하는 것은 맞춤형 지원 체계를 구축하는데 도움이 될 것이다.

전국 단위 사업단 중에서는 수월성 위주로 3단계 BK21 사업의 2019년 종합평가에서 1위를 차지한 KAIST 사업단을 우수사례로 선정하였다. 전국 단위 사업팀 중에서는 2019년 종합평가에서 3위 이상을 차지한 사업팀들 중 유일하게 4단계 BK21 사업에 선정된 동국대학교 사업팀을 우수사례로 선정하였다. 지역 단위 사업단 중에서는 지역 사립대 중에서 유일하게 3단계 BK21 사업과 4단계 BK21 사업에 연속해서 선정된 울산대학교 사업단을 우수사례로 선정하였다. 각 사업단/사업팀이 중점적으로 역량을 투입한 활동과 그 성과를 파악함으로써 BK21 사업의 방향 설정에 기여할 것으로 판단된다.

가. KAIST 물리학과 ‘선도물리교육사업단’

(1) 연구

KAIST 사업단은 지식 창조를 통하여 인류의 과학기술 발전을 이끌 물리인재 양성, 국가와 인류의 미래를 위한 새로운 지식 창조 및 도전적 문제 해결, 세계 최고 수준의 물리 연구 집단 형성이라는 목표를 가지고 사업단을 운영하고 있다.

연구 부분에서 국제적 평가와 논문 피인용지수에서 저평가된 상황을 타파하기 위해서 1) 학문적 핵심 문제를 선점하고, 2) 이를 바탕으로 KAIST 물리학과의 독보적인 연구 브랜드를 갖추는 것이 필요하다고 진단하였다. 학문적 핵심문제는 기존의 학문영역을 단번에 확장시키거나 새로운 학문영역을 개척할 수 있는 중요한 문제로서, 노벨상 수상자들은 보통 이러한 학문적 핵심문제를 해결한 과학자들이다. 그간의 과학 발전을 고찰하여 보면, 이러한 학문적 핵심문제를 선점하여 연구하는 것이 중요했었다는 것을 알 수 있다. 이러한 연구비전을 바탕으로 학문적 핵심문제를 도출하고 해결함으로써, 국가와 인류의 미래에 이바지 할 수 있는 세계 최고 수준의 물리 연구집단을 형성하고자 하였다.

대표적 성과로서 “휘어진 물질에서 증폭된 광전기 효과 발견” 연구를 수행하고 그 결과를 세계적인 학술지인 Nature Nanotechnology에 게재하였다. 비스무트 철산화물(BiFeO_3)이라는 물질을 얇은 막으로 만들었을 때, 서로 다른 구조를 갖는 영역들이 공간적으로 분리되고, 이들 사이의 경계면에 강하게 휘어진 부분이 존재함을 관측하였다. 이러한 계면에 빛을 조사하면 빛에 의해 에너지를 받아 잠시 자유롭게 움직일 수 있게 된 전자가 원래 자리에 다시 속박되기 전에 전기력에 의해 흘러나갈 수 있어서 100배만큼 향상된 광전류를 생성함을 규명하였다.

휘어짐에 의해 생성된 전기장(flexoelectric field)은 휘어진 정도에 비례하여 휘어진 방향으로 나타날 것이라고 기존에는 이해하였다. 하지만, 새로운 연구를 통해서 수십-나노미터 정도의 곡률로 강하게 휘고 시스템을 구성하는 물질이 반전대칭성이 깨진 경우에는 휘는 방향과 무관하게 물질의 특정방향으로 전기장이 생성될 수 있음을 최초로 보였다. 이는 그동안 간과되어 왔던 새로운 대칭성의 발견이기에 전기기계적 현상론에 있어 학문적 중요키워드를 선점한 성과로 여겨지고 있다. 또한, 새롭게 개발된 각도-분해형압전감응 힘 현미경(Angle-resolved PFM) 기술은 10nm 이하의 공간 분해능을 가지고 강유전 분극의 분포를 도시화할 수 있어, 독보적인 연구 경쟁력을 확보하는 계기가 되었다. 이러한 결과는 2015년도 KAIST 대표연구 우수성과 10선에 선정된 바 있다. 연구를 주도한 양찬호 교수 연구팀은 다강체 비스무트 철산화물 박막 연구를 KAIST 물리학과에서 지난 10여년간 지속적으로 수행하여 이러한 성취의 근간이 되었으며, 후속 연구에서도 세계적인 수준의 성취를 이어가고 있다. 다강성 삼중점의 발견과 상자성-반강자성의 전기적 스위칭을 상온에서 실현한 바 있으며 [Nature Physics (2017)], 강유전성

위상학적 결함을 이용한 신개념 메모리 소자를 창안하였다 [Nature Communications (2018)]. 특히, 도핑된 비스무트 철산화물에 산소결함을 생성하고 제어하여 고농도/고이동도 산소이온 고체전해질로도 활용할 수 있음을 보여 (관련기술 특허출원, 2019), 최근 4대 과기원 소재-부품-장비(소부장) 우수기술 이전 설명회에 KAIST를 대표하는 기술로 소개되었다.

(2) 교육

KAIST 물리학과는 지난 40여년간 우리나라에서 물리학 박사를 가장 많이 배출한 학과로서, 국내 물리학 및 인접 분야의 차세대 고급인력 양성과 우리나라 과학기술 선진화에 중추적 역할을 담당해왔다. BK21플러스 사업을 통하여, 인류의 발전을 이끌 신지식 창조를 위한 물리인재 양성을 가치로, 대학원 중심의 교육 역량을 강화하여 졸업생들이 학계, 연구계, 산업계에서의 국제적 경쟁력을 갖추도록 노력하고 있다.

KAIST 사업단은 대학원생 주도의 BK21 Young Physicists Workshop를 2008년 처음으로 만들어 POSTECH과 공동 개최하였고, 2009년부터는 서울대학교까지 확장하여 KAIST-POSTECH-SNU 물리학과 대학원생들의 공동 워크숍으로 발전시킨 바 있다. 더 나아가 2018년에는 고려대학교 물리학과까지 영입하며 발전을 이어나가고 있다. 참가 대학원생들은 해마다 직접 워크숍을 기획하여 각자의 연구 성과를 발표하고, 타학교 학생들과의 연구 인적 네트워크를 형성하며, 학술대회의 운영 경험을 축적하는 성과를 이루었다. 이 사업은 BK21플러스 이전 사업인 BK21 사업에서부터 현재까지 지속하고 있으며, 지난 사업기간 동안 매년 행사를 개최하였고 우수발표에 대해 시상 및 상금을 지원하였다.

Young Physicists Workshop은 BK21 사업과 BK21플러스 사업을 거치며 지속적으로 이어져왔고, 이에 BK21 사업의 대표적 아이টে็ม으로 자리매김한 바 있다. 이러한 대학원생 주도 워크숍 개최 경험을 바탕으로, 4단계 BK21 사업에서는 대학원생 주도 국제 학술행사 개최를 계획하고 있다. 미국, 유럽, 일본 등 선진국 학생은 물론 아세안 국가 학생들을 KAIST로 초청해 학술행사를 주기적으로 여는 것을 장기 목표로 하고 있다. 이러한 과정을 통해 대학원생들의 국제학술활동이, 단순하고 수동적인 학회참가를 넘어, 향후 필요하게 될 학술행사 기획 및 운영에 대한 경험 습득이라는 능동적이고 자기주도적인 교육효과로 이어지기를 기대하고 있다.

KAIST 물리학과에서는 석박사통합과정을 전면 실시함에 따라 소수의 산학협력 교육프로그램 학생들을 제외하면 석사과정 학생을 별도로 선발하지 않고 있다. 따라서 입학 시점에 이미 졸업 후 진로가 결정된 산학협력 교육프로그램 위주의 석사학위 취득자 취업률 통계보다는 박사학위 취득자 위주의 취업률 통계에 초점을 맞출 필요가 있다.

사업기간 동안 사업단은 2014년 8월부터 2019년 8월까지 총 138명의 박사를 배출하였고

이는 1년 평균 27.6명에 해당하는 실적이다. BK21플러스 사업에 참여하는 대학원생에 대한 취업실적을 취업기관별로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- ▷ 국외 대학 및 연구소의 박사후연구원 (10명)
- ▷ 국외 기업 연구원 (1명)
- ▷ 국내 연구소의 연구원 (9명)
- ▷ 국내 우수 대학 박사후연구원 (18명)
- ▷ 대기업 연구원 (18명)

2000년대 초반 학:연:산 취업 비율은 20% : 40% : 40% 정도였다. 사업단 취업 계획의 성공적인 수행에 따라 상대적으로 낮은 학계 진출 비율이 증가하여 2017년도의 경우 38% : 31% : 31% 로 크게 개선되었고, 현재에는 48% : 26% : 36% 이 되었다. 이는 연구중심대학의 창의적 인재교육이라는 사업목표와 일치하며, 전공 적합도가 높은 취업이 이루어지고 있음을 보여주는 예이다.

(3) 산학협력

KAIST 사업단은 기술이전 및 사업화 부분에서도 우수한 성과를 내고 있다. 2018년에 “레이저 스펙클을 이용한 식품 내 세균 및 미생물 탐지장치 및 방법”이라는 기술을 산업체에 이전하고 280,000,000원의 기술이전계약을 체결하였다. 레이저 스펙클을 이용한 식품 내 세균 및 미생물을 탐지하기 위해 고안된 것으로 간섭성이 강한 광원이 굴절률 분포가 복잡한 매질 내에서 다중산란을 만들어 내고, 이 매질 내에 세균 또는 미생물이 생명활동할 때 발생하는 작은 움직임을 정밀하게 탐지할 수 있는 장점이 있다.

한편, 사업단의 박용근 교수는 End-Run 과제 지원과 교원창업 프로그램의 지원을 받아 2015년에 토모큐브라는 회사를 설립하였다. 디지털 홀로그래픽 기술과 3차원 회절 토모그래피 분석 기법을 이용하여, 염료를 사용하지 않고 살아있는 세포의 3차원 영상을 고속 정밀 측정하는 기술을 개발하여 응용연구를 진행하고 있다. 설립 2.5년 만에 소프트뱅크 벤처코리아, 한미사이언스 등 전문 Venture Capital로부터 투자를 유치하고, 현재까지 민간 투자금을 260억원 이상 유치하였다. 2016년 정식 제품 출시 이후로, MIT, 하버드의대, 독일 암센터 등 전 세계 연구, 의료 기관에 100대 이상의 토모큐브 장비가 설치되어 의학 연구와 진단에 활용되고 있다. 관련 전문 인력을 33명 채용하여 고용 창출에도 큰 기여를 하고 있으며, 현재까지 15억원 이상의 매출 실적을 내고 있다.

(4) 국제화

KAIST 사업단은 국제화에도 많은 노력을 기울였다. 사업기간 동안 참여교수가 국제학회에서 기조 강연 30회, 초청 강연 364회 진행하였고, 국제 학술대회를 총 30회 유치하였으며, 국제기관 콜로키움 및 세미나 초청을 114회 진행하였다. 사업단 참여교수 중 6명(Yannis Semertzidis, 공홍진, 김병윤, 박용근, 이용희, 장기주) 이 국제학회 석학회원이며, 국제학회이사, 조직위원 및 국제학술지 편집위원 활동이 86건 (BK21플러스 사업 전 대비 32% 증가)에 이르고 있다.

나. 울산대 물리학과 '신물질 창제 연구인력양성사업단'

(1) 연구

울산대 물리학과는 신물질 연구에 특화된 연구인력양성사업단을 운영하고 있으며, 지난 BK21 플러스 사업을 수행하는 과정에서 대표적 연구성과로 두 논문이 2017년 국가연구개발 우수성과 100선에 선정되었다. 그 성과 중 하나는 “점진적으로 도핑된 ZnO층을 가지는 고효율 역구조 태양 전지”이다. 현재 유기 태양전지의 가장 큰 문제점은 짧은 수명과 무기물 태양전지에 비해 상대적으로 낮은 에너지 전환효율이다. 울산대 사업단에서는 ZnO를 활용하는 역구조 유기 태양전지의 성능을 향상시키기 위해 ZnO를 여러 가지 metal-carbonate 물질로 도핑을 하여 성능 향상을 꾀하는 방법에 대한 연구를 진행하였다. Sol-gel 기반의 금속산화물 전구체에서 일반적으로 사용하는 믹싱 방법 대신에 더블 코팅 방식을 신규 도입하여 균일한 도핑이 아닌 표면에서 하단까지 점진적으로 도핑 밀도가 변하도록 하였다. 연구 결과 cesium, potassium, sodium, lithium등이 포함된 metal-carbonate에서 향상된 성능의 태양전지 효율을 얻는 등 점진적 도핑 방법이 ZnO 주름 층의 전자 추출 효율을 안정적으로 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 또한, lithium carbonate가 도핑된 ZnO 전자수송층을 사용한 태양전지에서 10.08%의 에너지 변환 효율 값이 측정되었다. 이 같은 측정값은 발표 당시 PTB7과 PC71BM을 활성층 물질로 이용한 유기태양전지 중에서는 세계 최고의 효율로 그 성과를 인정받아 동 연구 분야 1위 저널인 Energy & Environmental Science에 게재되었다.

또한, 울산대 사업단은 “Bi 도핑된 n-type SnSe 단결정 제조를 통한 성능지수 $ZT=2.2$ 달성 연구”를 수행하여 세계적 저널인 Nature Communication에 게재하였다. 열전효과를 응용한 열전소자의 개발은 그것의 소형, 간단함, 긴 수명, 무소음 및 무공해 등의 장점 등으로 군사, 의료기기, 전기전자 장치 등으로 그 활용범위가 확대되고 있다. 열전소자를 보다 널리 상용화하기 위해서는 열전성능지수 ZT 값을 높이는 것이 요구되고 있지만 대부분의 열전소재는 $ZT=1$ (효율 5%)을 넘기지 못하고 있다. 이를 극복하는 한가지 방법으로 많은 실험 그룹이 성능이 우수한 n-형 열전 반도체를 구현하기 위해 상당한 노력하였지만 성공하지 못하고 있었다. 울산대

사업단은 학교 물리학과 연구팀을 주축으로 SnSe의 Sn 자리에 Bi를 치환함으로써 침대 매트릭스형 결정구조를 그대로 유지하면서 Bi가 도핑된 n-형 SnSe 반도체를 제조하는 데 성공하였고, 733 K에서 성능지수 $ZT=2.2$ 를 달성하였다. 본 연구 성과는 독일의 Stuttgart 대학의 Anke Weidenkaff 교수에 의해 Nature Energy지의 News & Views에서 그 성과의 중요성이 소개되었다.

(2) 교육

울산대 사업단은 앞서가는 연구를 위한 첨단 기술을 증시하는 철학을 가지고 있으며, 이를 교육에도 적극 반영하여 ‘특화된’ 연구 기자재 디자인 및 제작을 진행하였다. 창의적 연구에는 그 목적에 맞는 ‘특화된’ 연구 기자재가 반드시 필요하고, 이를 위해서는 연구 기자재를 직접 디자인 및 제작할 수 있어야 한다. 선도적이며 창의적 연구에는 목적에 꼭 맞는 기자재가 상업적으로 존재하지 않을 확률이 높기 때문이다. 울산대 사업단 구성원은 앞선 기술이 앞선 연구를 선도한다는 철학을 서로서로 공유하고 있으며, 이는 신입 교원 초빙 시 주요 선정 기준이 되어 왔다. 이런 철학을 구현하기 위해 대학원에 “고급물리실험” 과목을 신규 개설하고, 물리학 공통 기초과목(고전역학, 양자역학, 전자기학, 고급물리실험)에 포함시켜 운영하였다. 개인 혹은 팀 별로 스스로 정한 주제에 대해 학과/학교 내 구비된 장비를 스스로 다루어 실험에 적용하여 결과를 도출하고, 최종 결과를 보고서/논문 형식으로 제출하는 교육을 시행하였다. 이러한 교육의 결과로 연구장비 디자인 및 제작에 성공하여, 주사터널링현미경 (STM), 분자빔 에피택시 (MBE) 증착 장비, 미니 핫 프레스, 제벡계수 측정 장치, 계산용 리눅스 클러스터 등을 성공적으로 자체 개발하여 연구에 적극 활용하고 있다.

울산대 사업단은 특히 우수한 외국인 대학원생의 발굴 및 교육에 많은 노력을 기울였다. 그 결과로, 최근 10년간 울산대 물리학과에서 박사학위를 받은 외국인 졸업생들의 경우, 9명의 졸업생들이 본국에서 상위권 대학의 교수로 재직하고 있다. 외국인 졸업생들을 대상으로 ‘외국인 졸업생 방문연구 프로그램’ 등을 통하여 꾸준히 교류를 유지하고, 이들 졸업생 교수들의 추천으로 해외 우수대학원생들을 유치하는 선순환 효과가 나타나고 있다. 현재 울산대 사업단의 내·외국인 학생의 비율은 50:50으로 유지하고 있으며, 이러한 환경이 내국인 학생들의 국제화 교육에도 큰 도움이 되고 있다.

또한, BK21 플러스 사업의 지원을 받은 2명의 베트남 출신 박사(Van Thiet Duong 박사, Tri Khoa Nguyen 박사)가 베트남 하노이 근처에 소재한 삼성전자에 취업하였다. 해외 진출 한국기업은 한국에서 학위를 한 현지인 석박사 인재를 선호하고 있다. BK21 플러스 사업에서 양성된 외국인 석박사급 인재를 글로벌 기업으로 성장한 한국 기업에게 공급함으로써 BK21 플러스 사업 성과의 폭이 매우 넓음을 인식할 수 있는 예이다. 더 나아가, 외국인 졸업생 교수들

통한 현지 한국기업에 대한 인력공급과 현지에서의 산학협력이 기대된다.

(3) 산학협력

울산대 사업단은 지난 사업기간 동안 7건의 특허를 등록하였고, 그 중 1건이 기술이전 되었다. 이중 기술이전은 미니 핫 프레스 장치 특허 전용 실시권 이전에 대한 것이다. 본 기술은 분말로부터 단결정을 제조하기 위한 다기능 열압 기계에 관한 것이며 어닐링 목적으로도 사용될 수 있다. 이 장치는 저, 고 또는 초고진공에서 작동하거나 고압의 가스, 가스 흐름, 또는 공기 중에서도 범용적으로 활용될 수 있다. 분말 재료와 몰드 사이의 상호 작용을 피하기 위해 흑연 박막으로 코팅된 몰드에 분말을 배치하여 샘플을 몰드로부터 꺼내기 쉽게 하였다. 작동 온도를 제어하기 위해 실린더 히터와 물 냉각을 사용하였다. 또한, 외부로의 열 흐름을 피하기 위해 방열 차폐 및 저열 전도 판을 사용하였다. 핫 프레스는 덩어리 시료의 형상화에 활용되는 장치로서, 층상구조의 2차원 반도체 시료 제작에 많이 활용될 수 있다. 압력 방향으로 층상면이 정렬되기 때문에 정렬된 다결정 시료 제작에 활용될 수 있다. 과정을 중시하고 기술을 중시하는 교육의 결과물로서 울산대 사업단의 철학과 매우 정합한다. 국내특허에 등록된 본 기술은 현재 미국특허 출원 후 심사 중이다.

(4) 국제화

울산대 사업단은 2013년부터 본격적으로 다양한 해외 연구소 및 대학들과 교류 중이며, 한쪽의 일방적인 교류가 아닌 상호교류를 원칙으로 다양한 프로그램을 운영하였다.

2016년부터 프랑스 CNRS의 IPCMS 연구소와 공동 workshop을 개최해왔고, 울산대 대학원생들의 파견 연구 등 꾸준한 상호교류를 유지하고 있다. 2018년에는 에너지 관련 연구를 위해 MOU를 체결하였다.

2013년부터 본격적으로 Hanoi University of Science and Technology (HUST), Vietnam National University (하노이, 호치민), Hanoi National University of Education (HNUE) 대학들과 연구원 방문연구 프로그램, 공동 workshop 개최, 해당 대학이 주관하는 국제학회 참여 등 다양한 교류를 통해 긴밀한 관계를 유지하고 있다. BK 21 플러스 사업으로 30여명의 우수한 베트남 학생들이 울산대 물리학과에 진학하였다.

또한, 2014년부터 해외 신진연구인력들이 1~2개월의 방문연구를 수행할 수 있는 지원프로그램을 성공적으로 운영하였다. 중국 북경에 소재한 Beihang 대 대학원생 6명과 베트남 소재 대학으로부터 13명이 2개월씩 방문연구를 수행하였다. 논문 게재와 추가 인적교류로 연계되어 국제화의 발판이 되어 국제화의 대표적 성공 프로그램으로 평가받고 있다.

다. 동국대학교 반도체과학과 ‘신기능 이미징 반도체 나노구조물 소자 및 응용 연구팀

(1) 연구

동국대 연구팀은 다양한 이미징 반도체 나노구조물 제작, 독창적인 신개념 소자 개발, 그리고 차세대 시스템 반도체 회로 응용 등과 관련한 창의적 연구를 수행하였다. 대표적 연구성과 중 하나는 ‘액체 타입의 엑스레이 이미징 신틸레이터 개발’을 들 수 있다. 연구팀은 이 연구를 통해 유·무기 하이브리드 물질 내에서 발생하는 ‘전자 전달에 의한 X-선 발광’이라는 독특하고 새로운 메커니즘을 이용하여, 기존에 상용화 되어있는 물질을 대체할 수 있는 저비용·고효율 방사선 신틸레이터를 성공적으로 개발하였다. 이러한 연구결과는 세계 유명 학술지 ‘Light: Science & Applications (IF: 14.0)’ 및 많은 국외 과학 전문 채널 (예, EurekAlert, ScienceCodex, Perovskite-Info, Bioengineer 등)에 소개된 바 있으며, 현재 관련 특허 확보를 통한 산업체 기술이전을 추진 중에 있다.

또한, 동국대 연구팀은 최근 큰 이슈가 되고 있는 ‘차세대 다중정보 및 가중치 연산’을 위한 신개념 반도체 양자소자를 개발하여, 나노과학기술 분야 국제저명학술지인 Nano Letters(IF : 11.234)에 소개한 바 있다. 이 연구에서는 ‘굴곡 패터닝 기법’을 이용하여 ‘실리콘 양자 포물체’를 형성하였고, 그것을 이용하여 ‘3진수 및 4진수의 표현과 연산’이 가능한 ‘상온 동작 실리콘 양자소자’를 성공적으로 개발하였다. 이러한 결과는 기존 CMOS 소자의 2진수 체계를 넘어 n진수 체계의 전자정보를 쉽고 빠르게 처리할 수 있는 ‘차세대 고차원 수 체계 복합·다중정보 연산 및 로직 회로’ 구현을 위한 핵심 지식으로 활용될 수 있다는 점에서 매우 큰 가치가 있다.

미래지향적 안목으로는 기존 Microelectronics에서 사용하고 있는 ‘전자(Electron)의 전하 (Charge) 자유도’에 ‘스핀(Spin) 자유도’를 추가적으로 이용하고자 하는 Spintronics 연구가 활발하다. 이러한 성질을 이용할 수 있는 물질이 ‘자성반도체’인데, 본 연구팀은 기존의 자성반도체 제작 방식이 갖는 가장 큰 단점인 ‘전이금속 도핑에 의한 반강자성체 클러스터 형성’의 문제를 해결할 수 있는 효과적인 방법을 고안하였다. 2차원 나노 반도체 박막 내 비자성 호스트 입자의 이온상태를 조절함으로써, 전이금속을 도핑하지 않아도 호스트 입자가 자발적으로 스핀 모멘트를 발생하여, 궁극적으로는 상온에서도 강자성 특성을 유지할 수 있게 하는 획기적인 방법이다. 이러한 연구는 나노과학 분야의 우수 학술지인 ACS Nano(IF : 14.588)에 소개된 바 있으며, 동국대 연구팀은 “2차원 나노 박막은 기존 3차원 벌크 구조에 비해 스핀 수명과 확산 거리가 길다는 장점이 있기 때문에, 그동안 Spintronics 분야의 큰 걸림돌이었던 스핀 전송효율 개선 문제를 효과적으로 해결할 수 있을 것이다.”라고 전망하였다.

위와 같은 연구 성과들은 세계 우수 연구기관들로부터 많은 주목을 받고 있으며, 특히 일본

University of Tokyo, 호주 Monash University, 인도 Chennai Institute of Technology 등으로부터 긴밀하고 구체적인 국제연구협력을 요청받은 바 있다. 이는 동국대 연구팀의 연구경쟁력이 이미 세계적 수준에 도달하였음을 보여주는 실질적인 예로서, 'BK21Plus 사업을 통한 국가 과학기술 경쟁력 제고'에 대한 우수 성공 사례라 할 수 있다.

(2) 교육

동국대 연구팀은 차세대 반도체 전문 인력 양성을 위해 다양한 교육 프로그램과 강의 자료를 개발하였다. 한국정보디스플레이학회에서 주관하는 “제10회 KIDS 디스플레이 스쿨 (2019년 7월15일-8월6일)”에서 약 100여명의 학부/대학원생들을 대상으로 차세대 디스플레이 및 센서 backplane 분야 강의를 통해, 미래 디스플레이 및 센서 응용을 위해 연구되고 있는 다양한 TFT 소자 물리와 동작 원리에 대한 이해를 돕고 BK 사업과 관련된 연구 결과를 소개하고 홍보하였다. 해당 강좌는 디스플레이의 기초와 응용에 걸쳐 5개의 과목으로 구성되어 있고, 삼성디스플레이와 LG 디스플레이를 비롯한, 디스플레이 업계에 취업을 희망하는 학생들에게 큰 관심을 받고 있는 강좌로, 실제 LG 디스플레이 입사시에는 가산점을 부여하고 있다. 또한, 해당 강좌의 강의를 통해서, 양자 특성을 이용한 미래 전자 소자에 사용될 다양한 재료의 특성 및 물리적 현상을 평가 할 수 있는 방법에 대해 교육하였고, 차세대 flexible 및 stretchable 정보 소자 기술, 다양한 분석기법 및 보상회로 기술에 대해서 강의를 하여 많은 관심을 일으켰다.

(3) 산학협력

동국대 연구팀은 다양한 분야에서 산업체와의 협력 연구를 통해 교육 및 연구 부분에 실무형 전문 인재 양성 및 산업체 기술력 향상에 기여를 하였으며, 몇 가지 대표적인 우수 산학협력 성공 사례를 다음과 같이 기술할 수 있다.

OLED(Organic Light Emitting Diode, 유기발광다이오드)를 이용한 디스플레이는 OLED의 우수한 성능 때문에 점차 그 산업규모가 확대되고 있다. 그러나 OLED의 치명적인 단점 중의 하나는 화소수가 많아질수록 균일도가 떨어져서 46인치 이상의 대형화면에서는 균일도를 맞추기 위해 화소를 보정하는 기술이 필요하다. 즉, OLED 발광화소를 이용하는 디스플레이 중간 중간에 수광화소를 삽입하여 주위에 있는 발광화소의 균일도를 정확히 맞추어 주는 센싱기술이 필수적으로 삽입되어야 한다. 기존의 센싱 기법은 전류를 많이 사용할 뿐만 아니라 성능도 낮기 때문에 많은 문제점을 가지고 있었다. 이를 극복하기 위해 동국대 연구팀과 (주)LG디스플레이 간에 산학협력을 체결하여 저전류의 특성을 가지면서 동작속도도 빠르고 노이즈에도 강한 OLED용 저전류 센싱 기술을 3년에 걸쳐 개발 완료하였다. 개발된 기술은 실제 회사의 제품에도 적용하여 회사의 원가절감, 수출향상 등에 큰 공헌을 하였다. 본 산학협력을 통해 개발된 기술은 아

래와 같이 총 3개로 설명할 수 있다.

첫째로, 동국대 연구팀에서 개발한 이머징반도체 기법으로 기존의 센싱회로에 비해 약 50% 전류소비를 줄이는 방법을 제안하였고 공동으로 특허출원을 하였다. 전류소비를 줄이기 위해 OLED를 구동하는 전류를 전압으로 간단히 바꾸는 기법이 제안되었으며, 이를 위해 성능이 우수한 새로운 개념의 전류-전압 변환기 회로가 제안되었다.

둘째로, 동작속도를 높이기 위해 새로운 연산증폭기를 개발하여 2번째 특허를 출원하였다. 제안된 연산증폭기는 입력단의 임피던스를 크게 하여 전체 회로에 흐르는 전류의 값을 최소화하였고, 초소형 커패시터를 이용하여 전류를 전압으로 변환하였다. 이를 위해 새로운 개념의 회로도가 제안되었으며, 이 회로를 제안한 학생은 특채로 (주)LG 디스플레이에 입사하였다.

셋째로, 회로에 생기는 노이즈를 감소하는 기법을 제안하여 3번째 특허를 출원하였다. OLED 수광회로의 특징 중의 하나는 반드시 스위치를 삽입하여야 한다는 것이다. 이 스위치가 ON-OFF를 반복할 때 마다 큰 노이즈가 발생하는데, 이 노이즈를 줄이기 위해 노이즈 우회회로를 개발하였다. 실험결과 기존의 회로보다 약 30% 노이즈 감소 효과를 얻었으며, 이를 실제 제품에 적용하였다.

LG 디스플레이와의 총 3년의 산학 연구 기간동안 우수한 3개의 특허를 출원하였을 뿐만 아니라 제안된 3개의 기술은 모두 실제 제품에 적용하여 OLED 디스플레이의 성능을 배가시키는데 큰 공헌을 하였다. 또한, LG 디스플레이와의 산학 연구에 참여한 대학원생들은 졸업 후 전문 분야에 취업하여 실무형 인재로서 산업체 발전에 이바지하고 있다.

동국대 연구팀은 (주)에스엔텍(2013.09. ~ 2016.08.)과 “터치패널 제작용 연속공정 PECVD 장비 개발”을 위한 산학 협력 과제를 통하여 BK 사업과 관련된 연구 결과를 공유하고 전달함으로써 차세대 공정 장비 개발에 기여하였다. 연구팀에 참여하는 교수와 대학원생들은 다양한 산화막 및 질화막 공정조건 연구 및 박막 특성과 광학적 특성 시뮬레이션과 평가/분석 연구를 수행하여 터치 센서가 응용되는 차세대 디스플레이의 투명 무반사 코팅 박막에 대한 광학적 메커니즘과 공정 문제 해결하여 우수한 성과물을 도출하고 제품 품질 향상에 기여하였다.

동국대 연구팀은 (주)삼성디스플레이(2015.04. ~ 현재)와도 “산화물 박막 트랜지스터에 적용되는 반도체 층 및 계면의 물성과 결함 특성 연구”를 산학 협력과제 형태로 수행하고 있다. 차세대 디스플레이 적용을 위한 산화물 능동구동 전자 소자에 적용되는 다양한 고이동도 산화물 박막의 물리적/전기적 특성을 전자구조 기반으로 이해할 수 있었고, 이를 통해 산업체의 신규 소재 도입 및 신규 공정 확립에 기여하고 있다. 특히, 산화물 박막의 결함 정량 측정/분석 기술을 공동 개발하고 특허를 공동 출원함으로써, 삼성디스플레이의 차세대 디스플레이 제작 공정 확립 및 모니터링을 위한 신규 평가 방법에 대한 기술을 확립하고 있다.

라. 시사점

BK21 사업은 학과 차원의 장기적 연구 활동 지원 사업이므로 물리학과 단위의 목표를 설정하고 집단 연구의 전략을 실행할 수 있는 환경을 제공하였다. KAIST 사업단은 세계 최고 수준의 물리 연구 집단 형성을 목표로 학문적 핵심 문제를 선점하고, 이를 바탕으로 KAIST 물리학과의 독보적인 연구 브랜드를 갖추고자 하였다. 울산대 사업단은 신물질 연구에 특화된 연구 집단 형성을 목표로 태양전지, 열전소자 등에 응용되는 신물질 특성 분석 및 개발 연구에 집중하였다. 동국대 사업팀은 차세대 반도체 개발 연구 집단 형성을 목표로 다양한 이머징 반도체 나노구조물 제작, 독창적인 신개념 소자 개발, 그리고 차세대 시스템 반도체 회로 응용 등과 관련한 창의적 연구를 수행하였다.

BK21 사업은 대학원 중심의 교육 역량 강화 사업이므로 미래 사회가 요구하는 물리학 분야 고급 인력을 배출할 수 있도록 새로운 교육 시스템을 구축하는 기회를 제공하였다. KAIST 사업단은 인류의 발전을 이끌 신지식 창조를 위한 물리인재 양성을 목표로 대학원 중심의 교육 역량을 강화하여 졸업생들이 학계, 연구계, 산업계에서의 국제적 경쟁력을 갖추도록 노력하고 있으며, 전공 적합도가 높은 취업이 이루어지고 있다. 울산대 사업단은 앞서가는 연구를 위한 첨단 기술을 중시하는 철학을 가지고 있어 '특화된' 연구 기자재 디자인 및 제작 교육을 진행하였으며, 우수한 외국인 대학원생의 발굴 및 교육에도 많은 노력을 기울여 다수의 외국인 졸업생들이 본국에서 상위권 대학의 교수로 재직하고 있다. 동국대 사업팀은 차세대 반도체 전문 인력 양성을 목표로 산업계에서 많은 관심을 가지고 있는 미래 전자 소자에 사용될 다양한 재료의 특성 및 물리적 현상을 평가 할 수 있는 방법에 대해 교육하였다.

BK21 사업은 연구 성과의 기술이전 및 사업화를 위한 산학협력 연구를 장려하고 있어 물리학의 연구 및 교육 성과가 산업체와 연결되는 다양한 기회를 제공하고 있다. KAIST 사업단은 활발한 기술이전을 진행하고 있으며, 소속 교수가 직접 토모큐브라는 회사를 설립하여 물리학 분야 고급 인력의 고용 창출에도 기여하고 있다. 울산대 사업단은 새로운 기자재 관련 교육과 연계된 특허 등록 및 기술이전을 진행하여 대학원 교육과 산학협력의 성과가 서로 상승작용을 일으킬 수 있다는 것을 보여주고 있다. 동국대 사업팀은 (주)LG디스플레이, (주)에스엔텍, (주)삼성디스플레이 등의 다양한 산업체와의 차세대 반도체 분야 협력 연구를 통해 실무형 전문 인재 양성 및 산업체 기술력 향상에 기여하고 있다.

BK21 사업은 해외 인력들과의 교류를 통한 국제화를 장려하고 있어 물리학 분야 해외 대학 및 연구 기관과의 다양한 국제협력이 활성화되고 있고 국내 물리학자들의 국제적 인지도가 향상되고 있다. KAIST 사업단에서는 참여 인력의 국제 학술대회, 국제학회, 국제학술지 활동을 적극 지원하여 사업단 인력의 국제적 인지도가 향상되었다. 울산대 사업단에서는 프랑스, 베트남, 중국의 다양한 해외 연구소 및 대학들과 상호교류를 원칙으로 다양한 교육 및 연구 프로그램을

운영하여 국제적 감각을 갖춘 물리인력 양성 및 국제공동연구 활성화에 기여하고 있다.

BK21 사업의 장기적인 지원 아래 물리학 분야 사업단/사업팀은 학과 차원의 장기적인 발전 전략을 수립하고 이에 부합하는 연구 역량 강화, 인력 양성 시스템 구축을 진행하였다. 또한, 기술이전 및 산업체와의 협동 연구 등과 같은 산학협력과 해외 기관과의 인적 교류 및 협력과 같은 국제화를 활발하게 진행하여 산학협력과 국제화가 연구와 교육 활동의 수단이자 성과로 자리매김하게 되었다. BK21 사업이 기초과학으로서 물리학 분야의 국내 연구 수준 향상 및 고급 연구 인력 양성과 함께 물리학의 사회적, 경제적, 국제적 영향력 향상에도 기여한 것으로 판단된다.

3 자연과학 - 생명

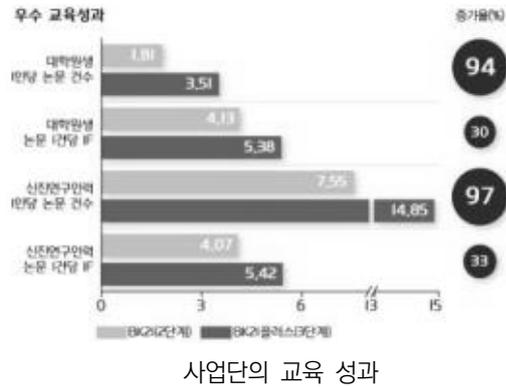
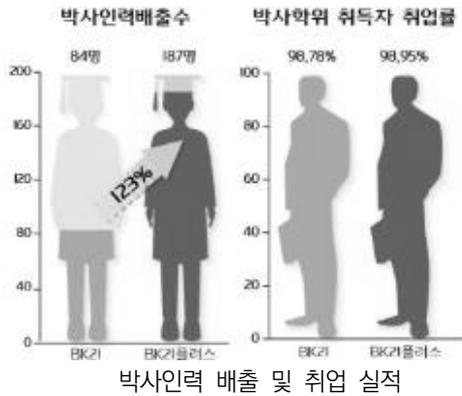
가. 생체기능시스템 사업단 (연세대학교 생명과학부)

(1) 선정 사유

연세대학교 BK21플러스 생체기능시스템사업단은 1단계 BK21부터 BK21플러스 사업단을 수행하면서 바이오경제 시대를 견인할 융합성(Integration), 창의성(Creativity), 수월성(Outstanding), 글로벌 소통능력(Networking)을 갖춘 ICON 인재교육과 함께 연세바이오그룹을 아시아 10위/세계 50위권의 연구중심대학으로 육성하는 것을 목표로 출범하였다. 지속적인 교육/연구 인프라 확대, 창의적/글로벌 인재교육 프로그램의 도입, 과감한 제도혁신과 상호 협력과 경쟁을 통해 함께 성장하는 조직문화 정착을 통해 세계 선도적 고급 인재 양성 기관 및 연구중심 대학으로 도약한 사업단으로 성장하여 우수 사업단으로 선정하였다.

(2) 사업단 우수 교육성과

연세대학교 BK21플러스 생체기능시스템사업단은 창의성, 도전성, 전문성을 갖춘 인재양성 교육제도 확립, 글로벌 소통능력을 갖춘 인재교육시스템 확보, 첨단 바이오산업 현장맞춤형 교육체계 정착, 연구윤리의식이 함양된 가치 창출적 교육공동체 구축 등 4개 교육 목표로 바이오경제 시대를 견인할 ICON 인재를 양성하였다. ICON인재 양성을 위하여 BK21플러스사업 학사관리제도를 혁신하였다. 주요 성과로 혁신적 교육제도내규 마련, 미래 선진화 교육과정 프로그램 구축, 글로벌 미래 선도형 논문심사제도 구축, 멘토,멘티형 밀착 학생지도 제도 도입, 학석사, 학석박사 연계제도 강화 추진, 상시적 강의평가제도 도입등 2단계 BK21 사업과 비교하여 혁신적인 학사제도를 운영하여 우수 교육성과를 달성한 결과 박사인력 배출 실적인 123% 증가하는 괄목한 성과를 달성하였다.



본 사업단의 교육 우수 성과는

○ 대학원생 1인당 논문 건수

- 2단계 BK21에서는 1.81편, BK21 플러스에는 3.51편의 논문 건수를 달성하여 94% 증가율을 보였다.

○ 대학원생 논문 1건당 인용지수 (impact factor, IF)

- 2단계 BK21에서는 4.13, BK21 플러스에는 5.38로 2단계 BK21 대비 30% 증가하여 사업단의 논문의 질적 성장을 이루었다.

○ 신진연구 인력의 1인당 논문 건수 및 논문 1건당 IF

- 2단계 BK21 대비 1인당 논문 건수는 97% 증가 하였고, 논문 1건당 IF 는 33% 증가하였다.

ICON 교육 기반 우수 취업 성과는

- 사업단의 ICON 인재교육을 바탕으로 대학원생의 취업은 산업체 82명, 정부 출연기관 13명, 교육 기관 36명이 취업하는 성과를 달성하였다.

[바이오 관련 산업체 취업기관: 63% (82명)] 삼성바이오에피스, CJ제일제당, SK케미컬, LG화학, LG생명과학, LG생활건강, 셀트리온, 종근당, 녹십자, 롯데, 한국야쿠르트, 한미약품, 풀무원, 바이엘크롭사이언스, 씨젠, 삼양사, 메디톡스, 삼진제약, 일동제약, 대웅제약, 대상, 오투기, 코오롱생명과학, 등 제약, 식품, 화장품, 바이오텍 등의 다양한 업계에 국내 최고 기업들의 연구개발 부서에 전문 연구원으로 취업하였다.

[정부출연기관 취업: 9% (13명)] 질병관리본부, 한국원자력연구소, 한국생명공학연구원, 한국과학기술기획평가원, 식품의약품안전처, 국립산림과학원, 한국기초과학지원연구원, 한국과학기술연구원, 미국국립보건원 등 전문연구원으로서 국가의 정책과 운영에 중요한 기반 연구를 수행하고 있다.

[교육기관 취업: 28% (36명)] Cambridge University(영국), Johns Hopkins School of Medicine(미국), Yale University(미국), University of Washington(미국), Georgia Institute of Technology, Purdue University(미국), University of Southern California(미국), UC Berkeley(미국), Columbia University(미국), MIT(미국), UC San Diego(미국), MD Anderson Cancer Center(미국), Harvard 의대(미국), Technische Universitat Munchen(독일) 등 세계적으로 명성있는 해외 대학에 많은 졸업생이 박사후연구원으로 취업하여 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

○ 신진연구인력의 취업 우수 성과

[타 기관으로의 우수진출 사례] 한국외국어대학교 바이오공학과 조교수, 경상대학교 생명과학부 조교수, 울산대학교 의과대학 융합의학과 조교수, 국립암센터 융합기술연구원 책임연구원, Tobacco Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences(중국) 조교수, University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore(파키스탄) 조교수, 연세대학교 세브란스병원 연구조교수, CJ제일제당 선임연구원, 한국생명공학연구원(KRIBB) 선임연구원, 한국기초과학지원연구원(KBSI) 선임연구원, (주)제노홀릭스 부사장을 배출하였다. ICON 인재교육을 바탕으로 과감한 교육제도혁신과 상호 협력과 경쟁을 통해 세계 선도적 연구중심 대학으로 성장한 우수 사례라 할 수 있겠다.

(3) 사업단의 우수 연구성과

생체기능시스템사업단은 학문/기술융합을 통한 글로벌 미래이슈 해결 중점연구집단 육성, 생명과학분야 세계 최고 수준의 논문발표를 통한 학문적 수월성 확보, 우수한 대학원/신진연구인력 양성 및 글로벌 수준의 연구 인프라 구축, 차세대 원천기술 개발 및 산업화 연계시스템 선진화로 국가 신성장동력 창출 선도 등 4대 연구 목표를 안정적으로 추진하여 Y-Bio 1050 달성을 통한 바이오분야 세계 선도적 연구중심대학으로 성장하여 주요 연구 우수 성과 사례를 소개한다.

우수 연구 성과는

- 수월성 확보한 세계 최고 수준의 논문 발표

- 사업단 참여 교수들이 Nature Biotechnology, Advanced Materials, Nature Cell Biology 등 세계 최고 수준의 논문을 발표하였다.

[대표논문]

1. 김지현 교수

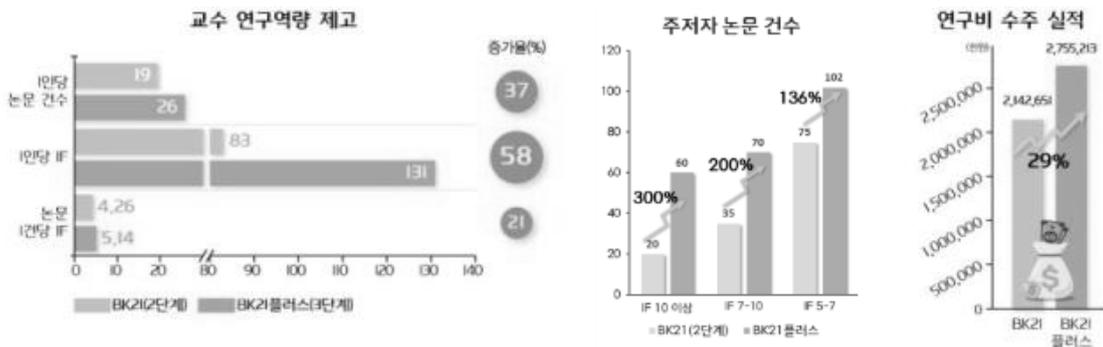
Rhizosphere microbiome structure alters to enable wilt resistance in tomato (Nature Biotechnology 36(11); 1100-1109(2018년 11월), IF 31.864, ES 0.15813)

2. 조승우 교수

Triboelectric nanogenerator Accelerates Highly Efficient Nonviral Direct Conversion and In Vivo Reprogramming of Fibroblasts to Functional Neuronal Cells (Advanced Materials 28(34);7365-7364(2017년 2월), IF 25.809, ES 0.040936)

3. 박현우 교수

Regulation of Hippo pathway transcription factor TEAD by p38 MAPK-induced cytoplasmic translocation (Nature Cell Biology, 19(8); 996-1002(2017년 7월), IF 17.728, ES 0.08252)



○ 참여 교수의 연구 역량

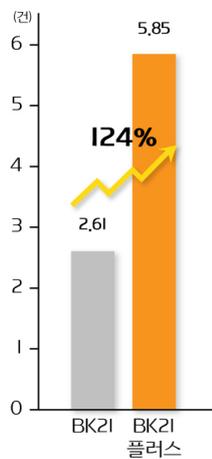
- 참여 교수의 1인당 논문 건수, 1인당 IF, 논문 1건당 IF 값이 2단계 BK21 연구 성과와 비교하여 각각 37%, 58%, 21% 증가하는 성과를 달성하였다. 참여 교수의 주저자 논문 건수에서 IF 10이상 논문이 300% 증가였고 사업기간동안 참여 교수진의 연구비 수주 실적도 2단계 BK21와 비교하여 29% 증가하였다. 연세대학교 생체기능시스템사업단은 7년간의 BK21 플러스 사업단을 운영하면서 연구논문의 양적 성장뿐만 아니라 세계

최고 수준의 논문을 게재하는 등 논문의 질적 성장도 괄목하게 증가하여 바이오 분야에서 세계적인 미래이슈 해결이 가능한 중점연구집단으로 성장하였다.

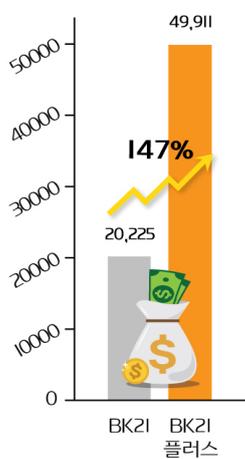
○ 참여 교수의 산업화 실적

- 차세대 바이오 원천기술 개발 및 산업화 연계시스템의 선진화를 통해 지적재산권 확보 (124% 증가) 및 기술이전 (147% 증가), 산학협력 연구, 교원창업 (900% 증가) 등이 획기적으로 증가하여 국가 신성장동력 창출에 선도적으로 기여하였다.

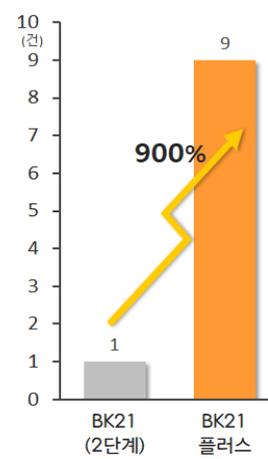
인당 특허 등록 건수



기술이전



교원 창업



나. 농생명산업차세대인재육성 사업단

(4) 선정 사유

농생명산업차세대인재육성사업단은 지식 창조형 글로벌인재 육성, 농생명산업을 견인할 현 장밀착형 전문실무인재 육성, 농생명과학 분야의 최고수준의 인력 양성을 목표로 BK21 1단계 부터 시작하여 2020년 BK21 플러스까지 21년간 사업단을 운영하였다. BK21 플러스 사업을 통해 구축한 연구 및 교육을 위한 인적 물적 자원을 이용하여, 도래하는 창조적 지식기반의 녹색혁명산업시대의 주역이 될 “농업생명분야 세계 TOP10 인재양성의 교육비전을 실현하고자 하였다. 그 결과 농생명산업차세대인재육성사업단은 농생명분야 세계 top10 글로벌 인재육성 을 목표 교육과정 혁신, 대학문화 개방, 취업효율성 제고 등 추진 전략을 성공적으로 달성하여 명실상부한 세계 최고의 농생명공학분야의 교육과 연구 기관으로 자리매김을 하여 우수 사업단 으로 선정하였다.

(2) 사업단 우수 교육성과

농생명산업차세대인재육성사업단의 교육 역량 강화를 위하여 그림 1에 연구단의 비전과 목표에 제시한 3대 추진 전략을 중심으로 교육과정 혁신: 벤치마킹 대학(Purdue, Missouri, Copenhagen대학)과의 복수박사학위제 및 글로벌 수준의 교육체계 도입을 통하여 교육 혁신을 이루었다. 친한국 외국인 농생명공학 학자 배출(현지 교수 및 연구원), 중국 강남대(발효분야 중국1위)/베트남 하노이 농과대학(VNUS; 베트남 농업분야 1위) 대학과 정기적인 학술 및 인력 교류, 미국 유타대학을 비롯한 현지랩 운영 및 학생 장기 파견 공동 연구 수행 등을 통한 국제 교류 활성화를 통하여 지역 대학에 머물지 않고 대학 문호를 개방하여 국제화에 선두 연구단으로 자리매김을 하였다. 그 결과 73%의 높은 취업률로 농생명산업/학계/국가기관을 포함한 전문 인력 양성을 이루어 냈다. 또한 대학원생의 지원 실적도 1999년 BK 사업 1단계 교수 1인당 대학원생 비율 1:2.2의 수준에서 BK21 Plus 사업 기간 중 연평균 1:8.5로 농생명분야 전문 인력 양성의 요람으로 성장하였다.

본 사업단의 교육 우수 사례는

○ 교육혁신을 통한 창의적 글로벌 인재 육성

- 수요자 중심의 창의융복합교육 체계(수직적/수평적 융복합 교육)를 구축하였다.
- 복수박사학위제(미국 Purdue대학, Missouri 대학, 덴마크 Copenhagen대학, 중국 Jiangnan 대학)를 우수하게 운영하였다.
- 책임감있는 전문인력 양성(글로벌스탠다드에 부합하는 연구윤리 함양-연구윤리 교과목 운영)을 추진하였다.

○ 우수한 교육과정 구축 및 운영

- 벤치마킹 대학의 교과 비교과 과정을 기반으로 선진 교육과정 및 맞춤형 교육과정을 구축하여 철저한 대학원 교육의 질 관리를 하였다.

○ 글로벌 교육

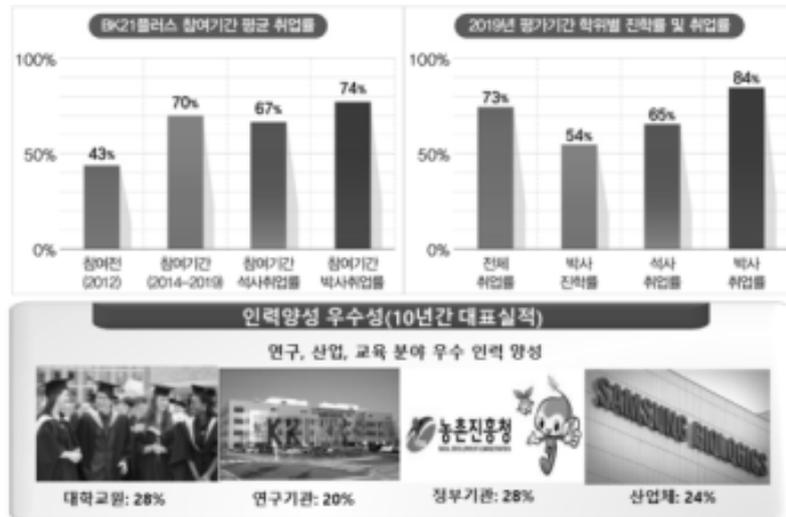
- 국립대학의 신규 교원 임용의 경직성을 극복하기 위해 현지랩 활성화 및 장기 해외연수(해외 현장실습 교과목), 국외현장실습 교과목 운영(미수료 대학원생의 장기 해외연수 지원), 대학원생 주도 해외대학과의 대학원생 심포지움 연례개최, 해외석학 특강 등의 글로벌 교육의 기회를 확대하였다.

○ 산학협동 교육강화

- 산업체 파견 및 인턴십의 지원을 강화하여 참여 대학원생을 확대하고 산업계인사의 교육 참여 기회를 확대하였다

○ 취업 및 진로확대

- 2012년 석박사 취업률 45%에서 BK21Plus사업 종료시점 74%로 향상하는 큰 성과를 이루어 지역 대학의 한계를 극복하는 성과를 이루었다.



- 교육·연구·산업 연계 선순환적 교육시스템을 통해 높은 진로율 제고하였다.
- 단계 BK21 사업에 비해 BK21 PLUS사업을 통해 높은 취업률 달성하였다.
- 진로의 질적 우수성 확보
 - : ‘산·학·연·관’에 대한 우수 인력을 배출함으로써 국가 농생명공학 기반 산업, 교육, 연구, 정책의 발전에 큰 기여를 하였다. 박사 취업률 84%, 대학교원 28%, 연구 기관 20%, 정부 기관 28% 등 우수 인재를 양성

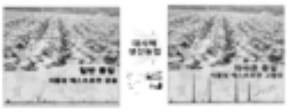
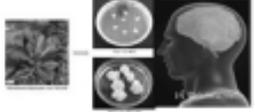
(3) 사업단의 우수 연구성과

우수인재의 수도권 집중화와 이공계 기피현상 등으로 지방의 기간산업이 붕괴위기에 처해 있는 엄중한 현실에서 이러한 시대적 어려움을 극복하고 응용농생명공학 산업을 경남 지역의 신성장 동력으로 키우기위해 지역거점대학의 연구역량을 세계적인 수준으로 향상시키고, 글로벌 연구 그룹 육성, 혁신연구성과 창출, 개발 기술의 실용화에 전력하여 지역 농생명산업을 진흥시키기 위한 구심점으로 도약하기 위하여 기초연구-특허(원천기술)-상용화(기술이전) 선순환 모델 연구 비전을 바탕으로 기초연구의 결과를 기반으로 한 학문적 가치가 산업적 가치로 연결될 수 있는 선순환적 체계를 구축함으로써 지속적인 원천기술 개발 및 발굴을 지향하여 우수 연구 사례를 발굴 하였다.

○ 연구-실용화 연계 연구의 우수성

참여교수의 전공 및 연구영역을 고부가가치농생명자원개발, 농생명바이오소재 원천기술개발, 농생명공학 미래선도기술개발로 분류하여 연구그룹내, 연구그룹간의 협력연구 및 교육시스템을 구축함으로써 연구 및 교육역량을 제고하고, 원천기술개발 연구의 실용화 산업화에 기여한 우수 사례를 발굴하였다.

기초연구-원천기술(특허)-사용화(기술이전) 선순환 대표실적

대사체농업	농산물 천연단백질 기반 치료제 개발	미생물세포공장
<ul style="list-style-type: none"> • 이소플라본 유도체 고품량 공업, 공물기 및 그 제조방법(박기훈)  <ul style="list-style-type: none"> • J Agri Food Chem. (JCR 10%) • 국내 특허 2건, 국제 특허 4건 • 기술이전 - 롯데정밀, 제이씨팜 (선금: 2억 2천만원, 경상: 매출 4%) • 농림축산식품과학 기술대상(근정포장) 	<ul style="list-style-type: none"> • 오소모틴 포함하는 신경질환의 예방 및 치료용 조성물(김명욱)  <ul style="list-style-type: none"> • Mol Psychiatry. (JCR 1%) • 국내 특허 2건 • 기술이전 - ㈜한국파마 (선금: 5억원, 경상: 매출 6%) • 국가연구개발 대통령상 	<ul style="list-style-type: none"> • 천연 레티놀 대량 생산 방법 (김선형)  <ul style="list-style-type: none"> • Appl Micro Biotech. (JCR 10%) • 국내 특허 4건, 국제특허 4건 • 기술이전 - ㈜제노포커스 (선금: 1억원, 경상: 매출 5%) • 미래창조과학부 장관 표창 

학계/산업계/정부가 인정한 원천기술 개발 대표 사례

- 경상대학교 응용생명과학부는 2018년 산학협력우수사례로 교육부장관상을 수상하였다.
- 우수연구성과를 통해 저명한 국제학술지 발표, 기술이전을 수행하고 그 공로를 인정받아 근정포장, 대통령상, 미래창조과학부 장관상을 수상하는 등 사업단 참여교수들은 최근 5년간 4.5건 특허등록/교수, 67건의 기술이전 및 795백만원의 기술료 확보, 4개사 창업의 성과를 달성함으로써 원천기술개발 연구의 실용화 사업화 모델을 구축하는 큰 성과를 달성하였다.

○ 산·학·연 전문연구인력 양성의 요람으로 성장한 ‘농생명산업차세대인재육성사업단’

BK21 1단계 사업부터 BK21 플러스까지 경상대학교 농생명공학 특성화와 함께 해온 BK21 사업을 추진하여 Nature, Cell, Science 등 다수의 세계 최고 수준의 연구력 및 산업기술을 견인하는 우수 인력을 배출하여 농업분야 유수대학인 미국의 Purdue대학, 식물분자생물학 분야 유수 대학인 미국 Missouri대학, 합성생물학 분야 선도 덴마크 Copenhagen대학, 발효분야

중국 1위 Jiangnan 대학과 교육/연구분야에서 어깨를 나란히 하며 상호 협력하는 국제적 교육/연구 기관으로 성장하였다.

다. 현장밀착형 바이오테크 창의인력양성 사업팀(공주대학교 생명과학과)

(1) 우수 사업팀 선정 사유

공주대학교 BK21플러스 현장밀착형 바이오테크 창의인력양성 사업팀 2006년 2단계 BK21부터 2020년 BK21 플러스 사업까지 지역 대학에서 바이오분야에서 주목할 성과를 달성한 사업팀이다. 현장 밀착형 바이오테크 핵심인재 양성을 목표로 현장밀착형, 지역기반 산업과 연계한 강점분야 수요 중심의 교육 및 연구를 혁신하여 대학원생 및 교수의 연구 역량을 강화하였다. 바이오테크 지식이 강화된 지역이 필요로 하는 지역 인재를 양성하는 요함으로 성장여 우수 사업팀으로 선정하였다.

(2) 사업팀 우수 교육성과

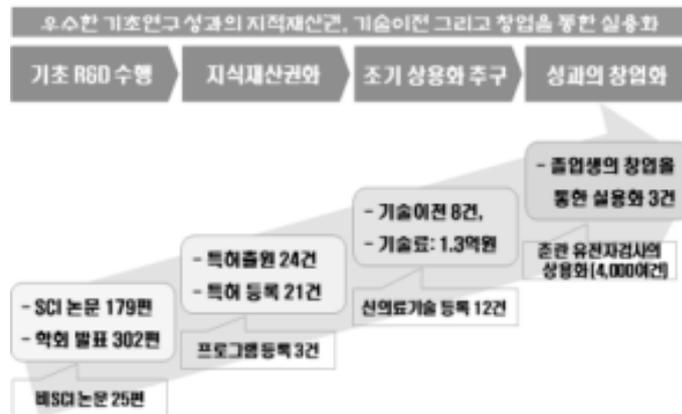
- 지역 산업과 연계된 특성화 및 차별화된 교육과정 구축(연구/교육 연계 체계)
 - 대학원 차원에서 학위과정을 학계진출, 기업진출, 공공분야진출, 특정전문기술보유자로 구분하여 운영하였고 전이가능숙련((transferable skills)을 비교과과정을 운영하여 연구자들의 능력 배양을 추진하였다.
 - 충청권을 포함한 지역사회가 요구하는 현장밀착형 바이오 핵심 전문 인력의 양성을 위하여 지역기반 사업 및 연구수요를 반영한 현장밀착형 교육과정을 개발·운영함으로써 별도의 직무연수 없이 현장실무에 투입될 수 있는 현장실무형 인재를 양성하였다.
- 참여대학원생의 취업 및 창업의 우수성
 - BK21 PLUS 사업 참여 졸업생의 취업의 우수성
 - 전체 참여졸업생의 전공분야 취업률(최근 3년)은 93.8%로 매우 우수하며, 특히 이전 사업 기간의 87.5%에 비해서도 향상되었다.
 - 다양한 국공립 연구소 및 강소형 바이오 벤처기업에 취업함으로써, 본 사업팀이 추진하는 현장 적응형 전문 인력 양성의 결실로 판단된다.
 - 국가 및 국가출연기관의 바이오 관련 연구소 및 기업에 취업하여 전공 적합도가 매우 높고 진로의 질적 우수성도 높았다.

- 창업: 졸업생의 우수한 현장 적응력을 바탕으로 3건의 창업 달성
 - 젠헤리테지 문화재병리연구소(창업일: 2017. 04. 05): 문화재 보존현장에서 실질적으로 적용 가능한 여러 창의적 연구 및 사업화를 달성하였다.
 - ㈜낙화생김(창업일: 2016. 12. 30): 프리미엄 조미김 제조가공업을 창업하였다.
 - 어업법인 씨위드 (창업일: 2019. 03. 28): 실내 김양식업을 창업하였다.

(3) 사업팀의 우수 연구성과

공주대학교 BK21플러스 현장밀착형 바이오테크 창의인력양성 사업팀은 연구 역량 강화를 위하여 교수별 연구지도 체제를 3인 집단지도 체제로 운영함으로써 융복합 연구의 내실화 및 수월성을 확대하였고 연구그룹 중심의 집단연구 체제 확립을 통한 융복합 연구의 내실화를 이루었다. 또한 연구실간 공동 참여 연구주제 발굴, 중대형연구주제의 경우 BK21 참여 교수 간 공동 과제개발 및 연구비 수주, 프로젝트 중심 및 문제해결형 연구주제 도출하는 등 지역의 연구 인프라를 집단연구지원체제로 바꾸었다. 그 결과 2018년 사업팀장인 정기화 교수님이 한국연구재단의 기초연구실(BRL) 사업을 수주하였다.

○ BK21 PLUS 사업기간 내 참여교수 연구 역량



- SCI급 논문 게재의 우수성: 7.46편/년/교수:
- 연구비 수주 실적: 4.48억원/년/교수
- 연구/실용화 질적 우수성(최근 6년): 특허등록 21건(6건/교수), 프로그램 등록 3건, 기술이전료 총 1.26억원(3천1백만원/교수)
- 최종 평가시 지역 생물팀(6개팀) 중 1위 달성

○ 연구결과의 우수 산업화 사례

최근 6년 동안 특허를 24회 출원(21회 등록)하고, 기술이전 8회 수행(기술료: 12.565만원)하였다. 신의료기술 등록 6건 인증하였고 삼성병원과의 협력연구로 희귀 유전병의 분자진단 기법에 대한 신의료기술 인증. 1건의 신의료기술 인증도 어려운 상황에서 이런 등록 실적은 높은 평가를 받을 수 있었다. 춘란 품종의 유전자검사의 상용화를 이루었다. 춘란 품종 감식 유전자 검사법을 국내 최초 확립하고, 지금까지 전국 난원에서 보유하고 있는 8,000여 춘란시료에 적용하여 춘란산업의 활성화 및 투명화에 크게 기여하였다. 분자진단 기법의 실용화를 하였다. 분자진단 신의료기술을 활용하여 국내는 물론 태국, 파키스탄 등 외국 희귀 유전자병의 진단에 유용하게 적용되고 있다. 김양식 기술의 실용화를 하였다. 김에 다발하는 갯병 등 치료기술은 양식장에서 현재 활용되고 있으며, 어업법인 씨위드를 창업하였다.

○ 과학의 대중화 및 연구결과의 사회 환원 노력

충청지역 중·고등학생을 대상으로 전공체험 교실 운영. 정보소외 지역 고교 대상 공주대학교 전공체험 프로그램 실시, R&E 지도 및 찾아가는 실험실 운영하여 지역 사회에 대한 지속적 재능기부를 수행하였다. 중소기업과 가족회사 및 산학융합랩 운영, 기술이전을 통한 기업과 상생 및 협력, 산학연 협력체계 구축하여 지역 산업체와의 교류를 증진하여 산학연 협력체계 확대하는 등 가족회사, 기술이전 및 산학융합랩 운영을 통한 기업의 애로 기술 해결 및 지역사회와 상생 방안 모색 등 지역 산업 현장밀착형 산학융합랩을 성공적으로 운영하였다.

라. 시사점

연세대학교 BK21플러스 생체기능시스템사업단은 1단계 BK21사업단부터 BK21 4단계에 이르기 까지 지속적으로 BK21 사업을 수행하면서 혁신적인 학사제도를 운영하여 우수 교육성과를 달성한 결과 박사인력 배출 실적인 123% 증가하는 괄목한 성과를 달성하였다. 연구 역량 측면에서는 연구논문의 양적 성장뿐만 아니라 세계 최고 수준의 논문을 게재 (Nature Biotechnology, Advanced Materials, Nature Cell Biology 등)하는 등 논문의 질적 성장도 괄목하게 증가하여 바이오 분야에서 세계적인 연구중심사업단으로 성장하였다. BK21 4단계에서는 연세바이오시스템 교육연구단은 바이오 융합 교육시스템 구축, 바이오 미래이슈 대응 교육·연구 고도화, 미래 바이오산업 견인 리더 양성, 국가 사회 가치 창출 및 기여를 목표로 수행하고 있다. 이번 BK21 4단계는 우수 대학원 교육 체제 개편과 교육·연구의 내실화로 교육과 연구의 질적 성장으로 세계적 수준의 연구중심대학 육성하는 비전과 목표의 방향성과 일치하고 충분히 제시한 목표 사업을 잘 수행 할 것으로 판단이 된다.

경상국립대학의 BK21플러스 농생명산업차세대인재육성사업단은 1단계 BK21사업단부터 BK21 4단계에 이르기 까지 지속적으로 BK21 사업을 수행하면서 농생명분야 세계 top10 글로벌 인재육성을 목표 교육과정 혁신, 대학문화 개방, 취업효율성 제고 등 추진 전략을 성공적으로 달성하여 세계 최고의 농생명공학분야의 선도 대학원으로 발전하였다. 농생명공학글로벌인재교육연구단은 the First 농생명공학 인재 육성을 위하여 농생명공학을 주도할 지식 창조형 글로벌 인재, 농생명공학 현장 밀착형 전문 실무 인재, 농생명공학 분야별 최고 수준 인재 양성하는 목표로 현재 BK21 4단계 사업을 수행 중에 있다. 이번 BK21 4단계는 우수 대학원 교육 체제 개편과 교육·연구의 내실화로 교육과 연구의 질적 성장으로 세계적 수준의 연구중심대학 육성하는 비전과 목표의 방향성과 일치하고 충분히 제시한 목표 사업을 잘 수행 할 것으로 판단이 된다.

현재 공주대학교 현장밀착형 바이오 핵심 미래인재양성 사업팀은 학제간 융합 학문강화, 지역 기반 사업 및 연구 수요를 반영한 현장 밀착형 교육 과정을 개발하여 혁신적인 마인드로 창의적 연구과 수요자 대응 연구역량을 갖춘 인재 양성을 목표로 BK21 4단계를 현재 수행 중에 있다. 교육 연구팀은 2010년부터 2019년까지 지난 10 년간 석사 66명, 박사 21명의 총 85명의 졸업생을 배출하여 학계, 공공기관 산업체에 진출하여 활발한 활동을 하고 있다. 이번 BK21 4단계는 우수 대학원 교육 체제 개편과 교육·연구의 내실화로 교육과 연구의 질적 성장으로 세계적 수준의 연구중심대학 육성하는 비전과 목표의 방향성과 일치하고 충분히 제시한 목표 사업을 잘 수행 할 것으로 판단된다.

4 공학

2013년 선정평가로부터 2015년 중간평가 그리고 2019년 종합평가까지 총 7년간의 3단계 BK21 플러스 사업 전 과정을 성공적으로 수행하고, 이에 기반하여 4단계 BK21 사업에도 선정된 사업단들을 고려하였다. 또한 전국과 지역, 그리고 국립대와 사립대가 처한 복합적 환경이 다르기에 사례의 다양성 및 대표성을 고려하여 각각에서 우수 사례를 선정하였다. 이들 사업단은 BK 사업을 통해 교육, 연구, 국제화, 산학협력 등 대학의 경쟁력을 위한 필수 영역에서 내실 있고 지속성 있는 역량을 강화한 것으로 판단된다. 이들 대표적인 사례를 통해 학문 단위에서 처한 환경에 따른 구체적 발전 전략을 모색할 수 있을 것으로 보인다. 기계 패널 전국 사업단에서 서울대학교 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단, 기계 패널 지역 사업단에서 전남대학교 미래융합기계시스템사업단, 정보기술 패널 전국 사업단에서 한양대학교 전자컴퓨터통신

공학과, 그리고 정보기술 패널 지역 사업단에서 경북대학교 ICT 창의인재양성 사업단을 선정하여 사업단의 교육, 연구, 국제화, 산학협력 등에 관한 질적인 우수성을 소개한다.

가. 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단 (서울대학교 기계공학부)

(1) 연구단 비전

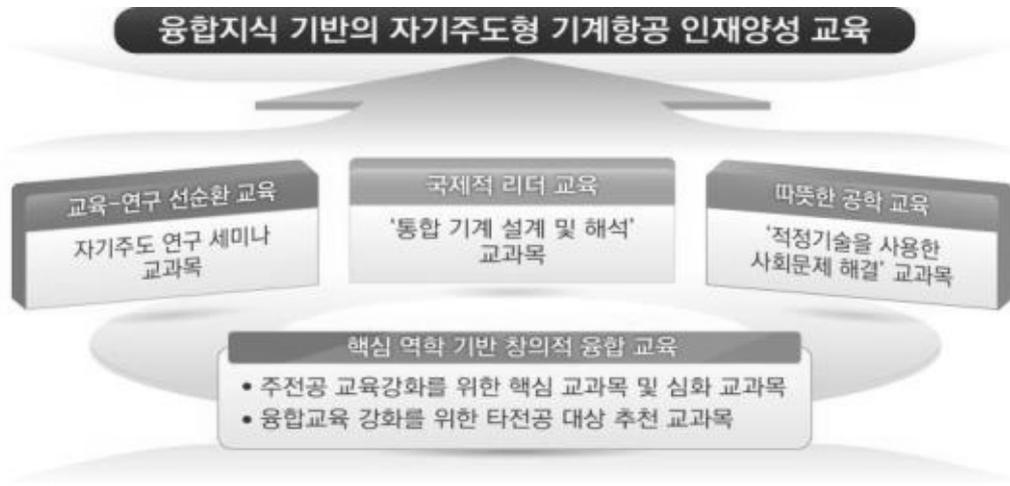
BK21 플러스 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단은 융합지식 기반으로 혁신적 미래 가치를 창조하는 기계항공공학 인재 양성을 위해 교육-연구 선순환 구현, 창의적 융합교육, 국제적 리더 교육, 따뜻한 공학 교육을 추구하는 교육비전과 융합지식기반 인재를 중심으로, 자기주도형 인재양성과 글로벌 선도형 연구를 통한, 혁신적 미래가치 창출이라는 연구비전을 바탕으로 세계 10위권의 명실상부한 세계 최고의 기계항공공학 교육/연구 기관으로 자리매김하는 것이 목표이다.

세계 최고 수준의 연구와 교육을 담당하고 있는 스탠포드 대학을 벤치마킹하고 조지아공대 및 동경대와 같은 상생발전 대학들과의 교류를 통해 수준을 향상시켰다. QS world university rankings 에서도 기계항공우주공학 분야는 2013년 29위에서 2020년 23위로 상승하였다. 또한, BK21 플러스 사업을 통해 구축한 연구 및 교육을 위한 인적 물적 자원을 이용하여, 혁신적 미래가치를 창조하고 세계가 당면한 문제를 해결하는 데 공헌할 수 있는 소중한 창조적 인재를 지속적으로 배출하였다.

(2) 교육

사업단은 융합지식 기반의 자기주도형 기계 항공 인재양성 교육을 목표로 ‘교육-연구 선순환 구현’, ‘핵심 역할 기반 창의적 융합 교육’, ‘국제적 리더 교육’, ‘따뜻한 공학 교육’을 추구하여 괄목할 만한 질적/양적 교육의 발전을 이룩하였다.([그림IV-1, 2])

[그림 IV-1] 융합지식기반 혁신적 미래가치를 창조하는 기계항공 인재양성을 위한 전략



[그림 IV-2] 기계항공 우주공학분야 QS 랭킹



사업단에서는 ‘다양한 산학연 분야에서 기계항공 분야의 융합기술 개발 및 미래가치 창조 선도를 위한 현장 적응력, 기업가 정신(entrepreneurship) 함양 및 미래 교수 역량 극대화’라는 비전을 가지고 ‘융합지식 기반 창조형 기계항공 인재의 취업의 질적 우수성 확보(또는 전공에 적합한 우수 기관으로의 취업)’에 힘썼다. 이를 목표로 ‘융합지식 함양을 위한 교육제도 개선, 산학연 연계 프로그램 개발 및 지원’하는 전략을 수행하기 위한 다양한 세부사업 또는 프로그램을 제안하고 이를 성실히 수행하였다. 또한 사업단이 수행한 취업지도/진로 개발 프로그램의 상세 내용과 취업의 질적 우수성 확보(또는 전공에 적합한 우수 기관으로의 취업)를 달성하기 위하여 졸업생 진로 추적/관리 프로그램을 만들어서 진행하였다. 이로 인해 박사 배출 실적이 크게 증가하였고, 교수임용과 연구소 진출 등 우수한 인력을 배출하였다.([그림 IV-3, 4])

[그림 IV-3] 박사 배출실적/박사 취업률/취업실적

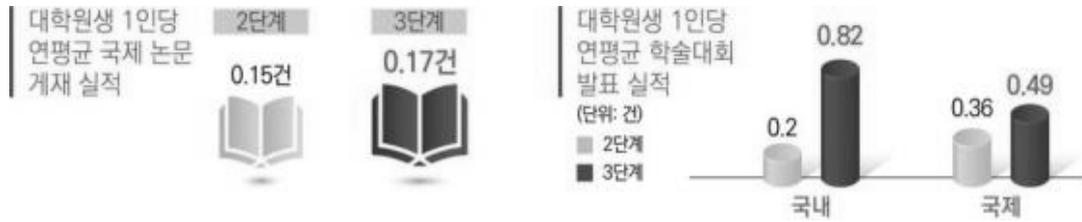


[그림 IV-4] 융합지식기반 창조형 기계항공인재 취업의 질적 우수성 확보 및 지속적 관리

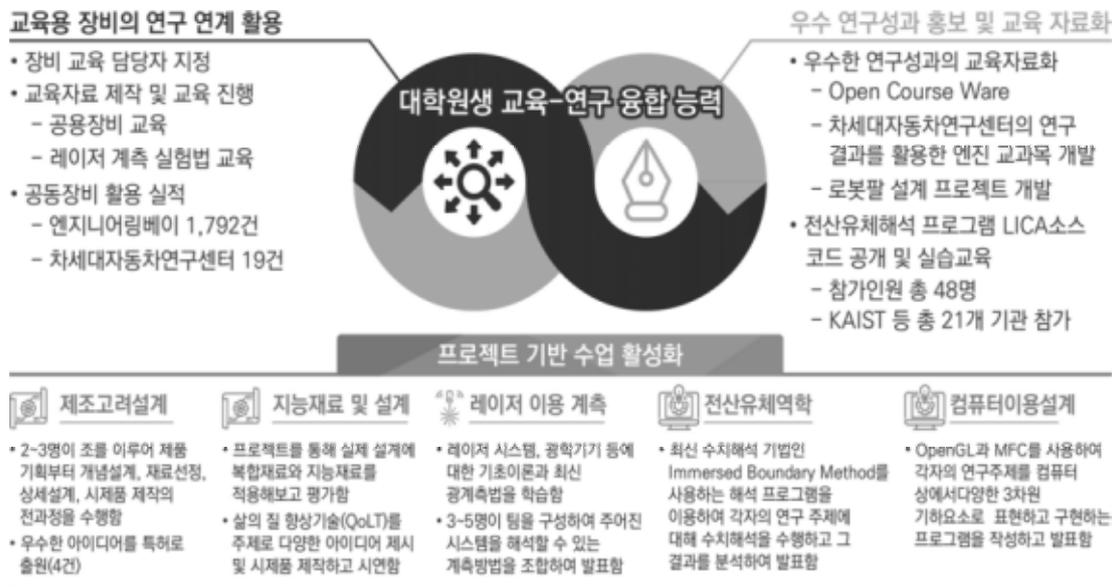


BK21 플러스 사업을 통해 양질의 교육으로 참여대학원생들의 논문실적에 있어서 양적 뿐만 아니라 질적으로도 세계적인 수준에 도달하여 논문의 질적 우수성과 직결되는 대학원생 1인당 연평균 국제 논문 게재실적 및 대학원생 1인당 연평균 학술대회 발표실적 등이 크게 증가하였다.([그림 IV-5]) 또한, 대학원생 교육-연구 융합능력 향상 지원실적도 상당히 향상되었다.([그림 IV-6])

[그림 IV-5] 대학원생 1인당 연평균 국제논문 게재 실적 / 연평균 학술대회 발표 실적



[그림 IV-6] 대학원생 교육-연구 융합능력 향상 지원 실적

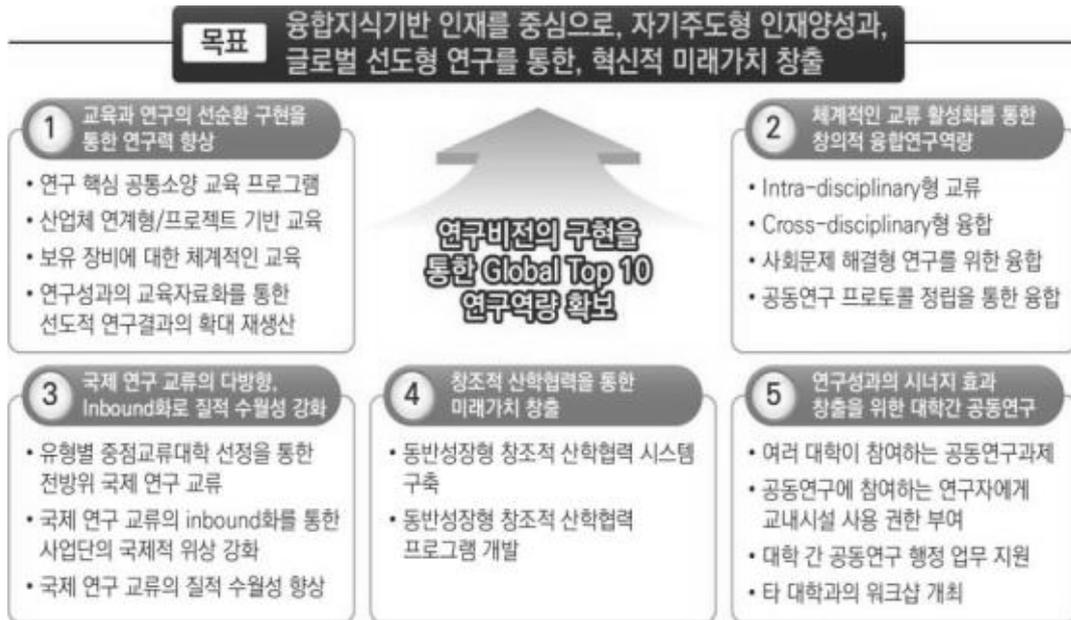


(3) 연구

사업단의 연구 비전은 융합지식기반 인재를 중심으로, 자기주도형 인재양성과, 글로벌 선도형 연구를 통한 혁신적 미래가치를 창출하여 글로벌 top 10 연구역량을 갖추는 것이다. BK21플러스 사업을 통해 다각적인 융합을 기반으로 창의적인 연구 주제를 발굴하고 혁신적인 문제 해결 방법을 찾는 노력을 기울이며, 지금까지 해오던 국내, 국외, 산학 교류들을 다각화하고 체계화 하였다.([그림 IV-7]) 학문간 융합을 촉진하여 글로벌 선도형 연구를 활성화하는 동시에, 내부적으로는 교육과 연구의 선순환 구축을 통해 효과적으로 연구자들의 연구역량을 강화하고 지원 시스템을 구축하여 연구 몰입도를 높임으로써 창의적인 문제 해결 능력을 향상 시키는 것에 초점을 맞춰왔으며, 이를 위해 전통 분야 발전, 국가 경제 주축, 글로벌 리더십, 모험적 프런티어, 공격적 융합 등 가치들의 조합에 의하여 견인되는 전략적 선택을 통하여 5개 분야(1) 미래형 운송 시스템, (2) 미래형 로봇, (3) 우주탐사, (4) 미래형 환경/에너지, (5) 바이오 의공학)를 글

로벌 선도형 연구분야로 선정하여 미래의 과학기술력 및 삶의 질 향상과 새로운 시장 및 일자리 창출, 그리고 국가 경쟁력을 제고시킬 수 있는 핵심 산업이 될 전략적 연구분야에 집중하였다. ([그림 IV-8])

[그림 IV-7] 사업단의 연구역량 향상을 위한 비전, 목표 및 전략



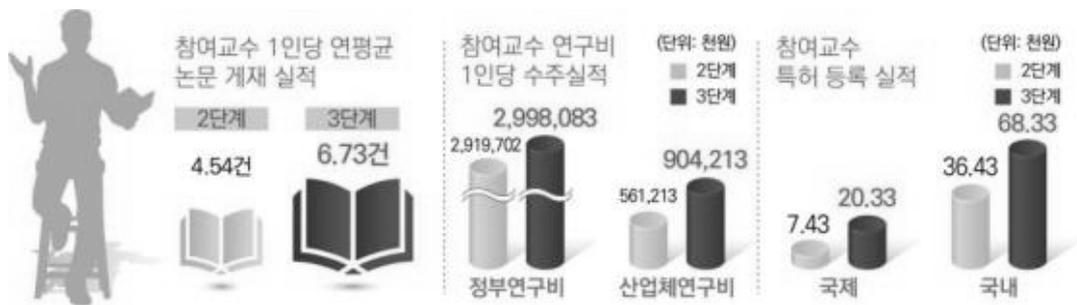
[그림 IV-8] 전략적 연구분야 선정

STAR
Strategic
Technology
Area
Resolution



BK21플러스 사업을 통해 연구 역량이 현저히 강화되어 참여교수 1인당 연평균 논문 게재 실적, 참여교수 1인당 연구비 수주실적, 참여교수 특허등록 실적 등이 크게 증가하였고, 연구단 논문의 질적인 평가기준인 환산 논문 1편당 환산보정 IF, 1인당 환산보정 IF, 1인당 환산보정 ES 등 대부분의 지표에서 크게 향상되었다.([그림 IV-9, 10, 11])

[그림 IV-9] 참여교수 1인당 연평균 논문 게재 실적 / 연구비 1인당 수주실적 / 특허 등록 실적



[그림 IV-10] BK21 플러스 사업 전후 환산보정 ES 지표 비교

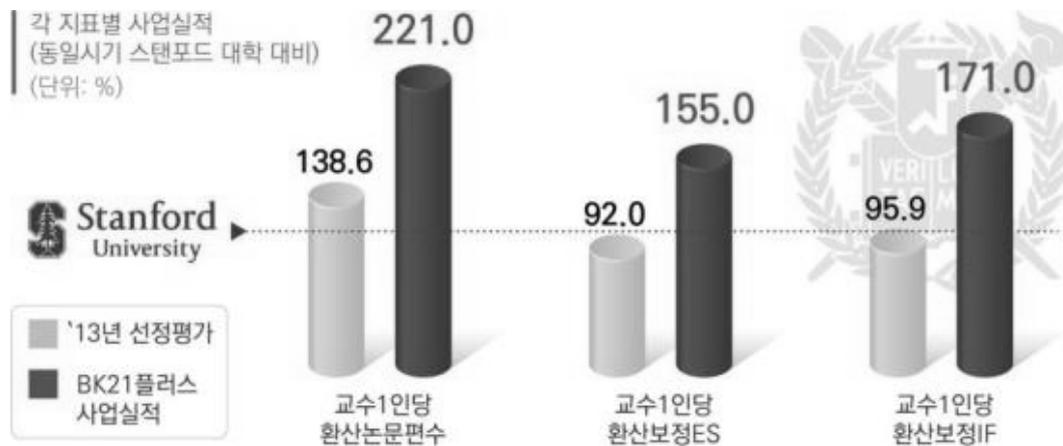


[그림 IV-11] BK21 플러스 사업 전후 환산보정 IF 지표 비교



2019년 기준으로 스탠포드 대학 기계공학과와 항공공학과와 지난 6년간의 논문 실적 (Thomson Reuters 사의 Web of Science 기준)을 사업단의 실적과 비교하였을 때, 교수 1인당 환산논문편수는 스탠포드 대학을 능가하므로 양적으로는 세계적인 수준을 뛰어넘었으며, 교수 1인당 환산보정 ES와 IF도 월등히 능가하고 있어 교수 1인당 연구의 양적인 면에서는 세계 최고 수준 대학과 어깨를 나란히 하고 있음을 알 수 있다.([그림 IV-12])

[그림 IV-12] 스탠포드 대학 대비 각 지표별 BK21플러스 사업 전후 비교



(4) 국제화

BK21 플러스 사업을 통해 글로벌 경쟁 역량을 갖는 인재를 교육하고 위상에 걸맞은 연구의 국제화를 위하여 사업단에서는 과거 해외 특정지역 대학에 편중되어 있던 접근에서 다양한 지역의 해외유수대학과 국제기구, 해외 연구소, 해외 사업체 등으로 그 대상을 다변화하기 위해 노력하였다. 또한, 교육의 국제화를 위해 (1) 대학원생 국제교류 활성화, (2) 제도국제화, (3) 해외석학초빙 및 활용, (4) 교육 인프라 국제화, (5) 온라인 국제 교육시스템 구축으로 나누어 진행하였으며, 연구의 국제 교류를 수행하기 위하여 (1) 선도추구/상생발전/견인협력 교류를 아우르는 국제연구 교류의 다방향화, (2) 해외 석학 및 우수 신진 연구 인력을 끌어들이는 국제 연구교류의 내재화(inbound), (3) 질적 수월성을 추구하며 선택과 집중의 국제연구 교류의 내실화를 진행하였다. 이를 위하여 먼저 사업단에서는 선도추구, 상생발전 및 견인협력 국제교류 중점협력대학을 선정하고 사업단 차원의 국제협력을 집중적으로 추진함으로써 내실 있는 국제교육 및 연구협력을 진행하였다. BK21플러스 사업을 통해 스탠포드대와의 선도추구 연구교류와 조지아 공대와의 공동 박사학위제로 상생발전 교류를 통해 성공적인 국제화가 진행되었다.([그림 IV-13, 14, 15])

[그림 IV-15] 사업단이 운영 중인 외국대학과의 복수학위 과정

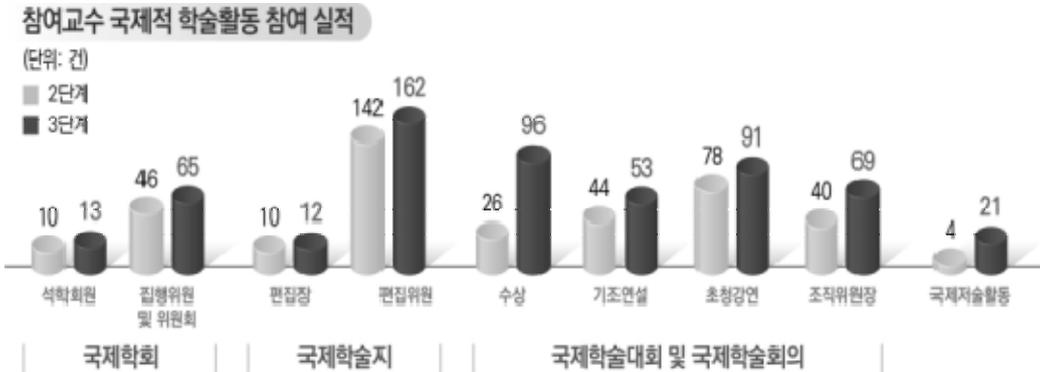


사업단은 세계를 선도하는 연구역량을 바탕으로 국제 학계를 선도하고 있으며, 더 나아가 국제 사회에 공헌하는 연구 집단이 되기 위한 중요한 전략으로, 지난 7년간의 BK21 플러스 사업기간 동안 사업단 참여 구성원들이 국제 우수 학술단체 석학회원으로 활동하며 기조강연, 초청강연, 국제학술대회 수상 등 중요한 역할을 담당하였다. 세계적 수준의 학술저널의 편집장 및 편집위원으로 활동하고 있으며 국제학술대회의 조직위원장 및 조직위원으로 국제무대에서의 중추적 역할을 수행하고 있다.([그림 IV-16, 17])

[그림 IV-16] 참여교수와 국제화 현황 개요도



[그림 IV-17] 참여교수 국제적 학술활동 참여 실적



(5) 산학협력

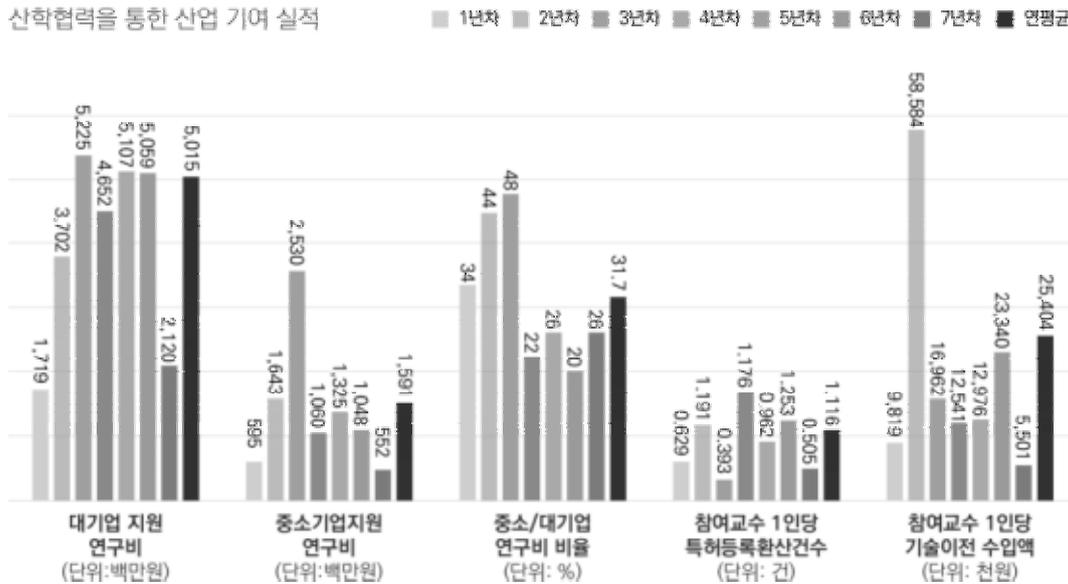
사업단이 지향하는 선도추구, 상생발전, 견인협력을 바탕으로 한 ‘대기업과 협력업체의 동반 성장을 통한 창조적 미래가치의 창출’이라는 산학협력 비전을 달성하기 위해, BK21 플러스 사업에서는 동반성장형 창조적 산학협력 연구를 위한 시스템과 프로그램을 개발하였다. 또한 산학 간 소통의 강화와 더불어 양방향 인적 및 물적 자원의 교류를 바탕으로 미래형 산학협력 모델인 동반성장형 산학 교류 모델의 실현을 위하여 노력하여 왔다. 이를 위해 10개의 대기업, 38개의 중견(소)기업, 1개의 공기업, 4개의 정부출연연구소들과 맺은 산학협력 양해각서(MOU)를 기반으로 산학협력센터를 구성하였고, SNU Tech-Career Expo 및 O3 산학협력 프로그램을 지속적으로 운영하였다. 따라서 그동안 산발적으로 진행되어 오던 산학 교류를 체계적으로 관리할 수 있도록 하였으며 산학간의 일방적이고 단편적인 관계가 아닌 동반성장형 교류를 위한 다양한 프로그램을 기획, 운영했다.([그림 IV-18])

[그림 IV-18] 산학협력 연구 및 산학 간 인적/물적 교류의 우수성



연구단의 활발한 산학협력은 대기업 연구비 수주액, 중소기업 연구비와 대기업 연구비 비율, 참여교수 1인당 특허등록 환산건수, 참여교수 1인당 기술이전 수입액은 꾸준히 증가하여 BK21 플러스 사업을 통해 활발히 진행되었음을 알 수 있다.(그림 IV-19)

[그림 IV-19] 산학협력을 통한 산업 기여 실적



나. ICT 창의인재양성 사업단 (경북대학교 대학원 전자공학부)

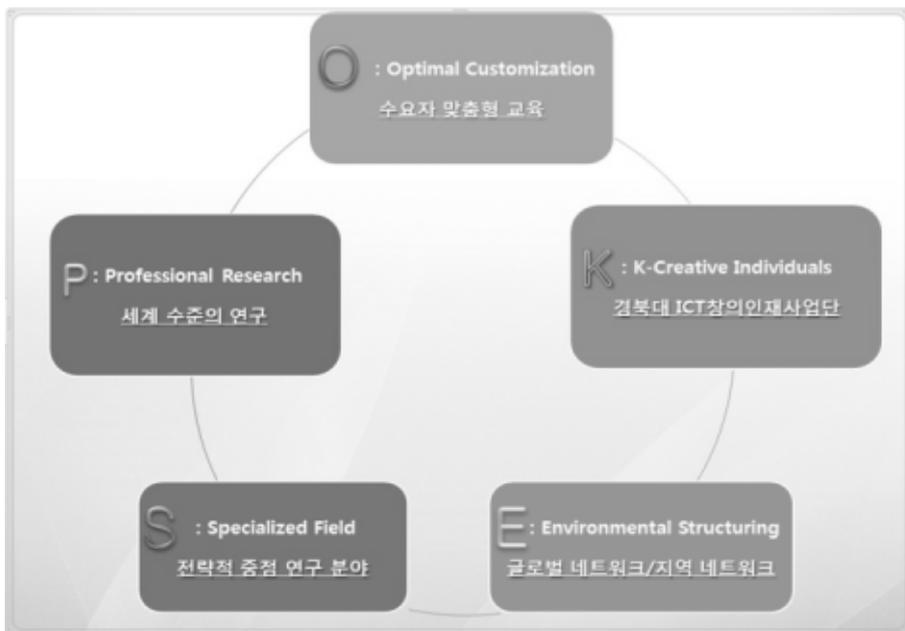
(1) 사업단 소개 및 비전

ICT 창의인재양성 사업단은 62명의 교수진을 비롯하여, 박사 과정생 73명, 석사 과정생 116명, 석박사통합 과정생 21명과 신진연구인력 9명으로 구성되어 있으며(2020.08.31. 기준), 거점국립대학으로서 지역사회와 지역특화 산업분야의 산업체로부터 요구받고 있는 사명을 반영하여 글로벌 환경에서 전문지식과 프로근성을 가지고 올바른 가치관, 창의와 도전정신으로 지역 ICT 산업의 발전에 기여할 수 있는 glocal화된 인재양성에 목표를 두고 있다.



□ 사업단의 Glocal 인재양성 목표를 달성하기 위한 HUB-SPOKE 전략

○ HUB-SPOKE 전략은 사업단이 지역 거점 대학 (HUB)로서 글로벌 인재 양성과 연구 측면의 비전과 목표를 성공리에 달성함과 동시에 사업을 통해 축적된 국제적 수준의 연구 및 교육의 결실을 지역에 효과적으로 확산(SPOKE)하기 위한 사업단의 수행 전략이다.



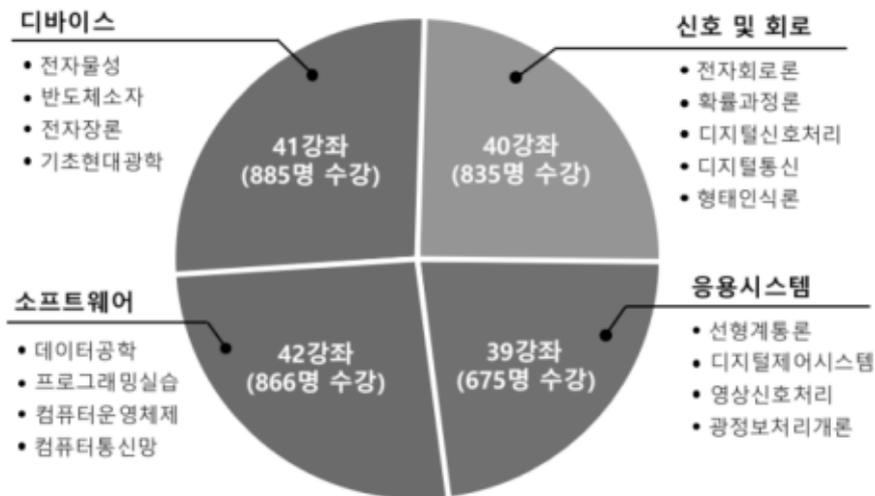
(2) 교육비전 및 성과

□ 교육비전

- 지역기반의 국제적 수월성을 가진 ICT 융합인재 양성 기관으로의 도약을 위한 "지역 특화 산업을 선도할 창의적 Glocal 인재 양성"을 목표로 하고 있다.

□ 사업단 교육 프로그램 운영 성과

- [4대 교육 분야 및 기반 과정] 융복합 연구인력 양성을 위해 전자공학 교육 체계를 4대 교육 분야(디바이스, 신호 및 회로, 소프트웨어, 응용시스템)로 그룹화 하여 특화된 교육 기반을 구축하고 지속적으로 운영하고 있다.
 - 학기당 평균 28개의 다양한 대학원 교과목을 개설하여 교육함으로써 대학원생이 본인 전공에 맞는 다양한 세부 전공 분야의 대학원 교과목을 수강할 수 있는 충분한 기회를 제공하였다.
 - 4대 교육 분야별로 필수 전공 교육을 위한 기반과목을 선정하고 대학원생이 2개 이상의 교육 분야의 기반과목을 필수 과목으로 이수하는 제도를 시행하였다.

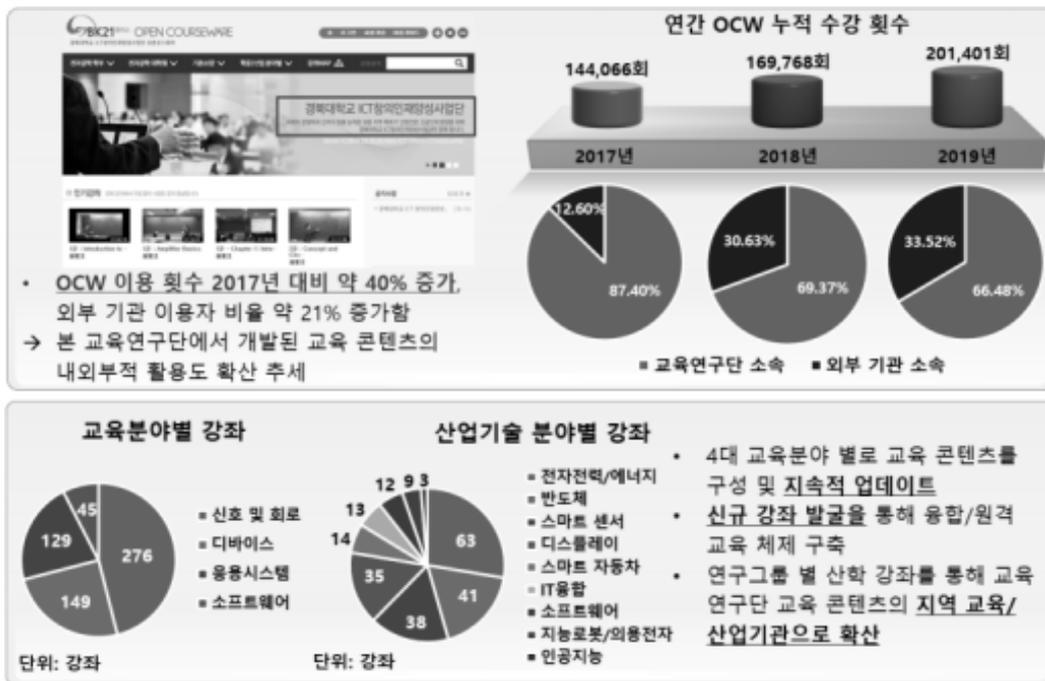


4대 교육분야 기반과목 개설현황 (2016-2020)

- [KNU-ICT 오픈코스웨어] 개발된 교육 콘텐츠를 DB화하고 국내 최고 수준의 전문 e-러닝 시스템을 구축하여 운영하였으며, 미래지향적 원격교육 플랫폼을 마련하고 교육성과를 지역사회로 확산하기 위한 노력을 이어왔다.
 - 대학원생뿐만 아니라 학부생, 타교생, 지역기업, 연구소, 교육기관 등에 교육연구단

의 교육 프로그램(강의영상, 강의자료, 세미나 영상 등)을 제공하고 있다. (2015년 8월부터 일반 공개)

- OCW 강좌의 수강 인원은 2017년 3월 8천여 명에서 2020년 3월 기준 2만 1천여 명으로 꾸준히 증가하고 있다.
- 이용자 중 산업체 및 연구소 등 외부기관 소속자의 비율이 21% 정도로 증가하였다.
- 일반 공개(2015년 8월) 이후 각 교육 분야별 기반 과목 OCW 누적 수강 현황 (2020년 3월 기준)
 - 디바이스: 149강좌, 누적 수강 횟수 28,399회
 - 신호 및 회로: 276강좌, 누적 수강 횟수 65,027회
 - 소프트웨어: 45강좌, 누적 수강 횟수 6,913회
 - 응용시스템: 129강좌, 누적 수강 횟수 22,849회



- [SPOKE 교육 인증제] 대학원생들의 교육/연구/국제화 역량 개발 성과를 효과적으로 지표화하고 객관적으로 평가하기 위한 SPOKE 교육 인증제를 구축하고 2015년부터 지속적으로 운영하고 있다.
- 대학원생 성과 관리 지표 (S, P, O, K, E)
 - S(SCI(E)) journal publication): SCI(E) 논문 환산 편수

- P(Presentation and patent): 국제/국내 학회논문 발표 및 특허 출원
 - O(Outstanding achievement): 국제/국내 수상
 - K(KNU honored graduate): 학위논문 작성 언어, 취업
 - E(Education): 기반 과목 수강 실적, 외국어 논문 작성법 강의 수강 실적
- 매 학기 약 210명의 재학생(S 70%, P 20%, O 10%)과 졸업생(S 55%, P 15%, O 10%, K 10%, E 10%)의 교육/연구 성취도를 종합적으로 평가하고 있으며, 매년 15명 이상의 우수한 대학원 재학생 및 졸업생을 선발하고 인센티브 및 연구 활동비를 지원하고 있다.
- [Qualcomm Innovation and KNU-ICT Awards] 대학원생의 연구역량 강화 및 기술/아이디어 교류를 위한 학술대회 프로그램을 개발하여 2016년부터 지속적으로 운영하고 있다.



- [BKICT-학사/업적관리시스템] 대학원생의 교육/연구 업적을 상시 관리, 분석할 수 있는 DB 시스템인 'BKICT-학사/업적관리시스템'을 2014년 자체적으로 구축하여 지속적으로 운영 중이다.
- 주요기능: 연구업적 관리, 학사일정 관리, 졸업요건 확인, 수강과목 관리, 졸업생 취업 정보

승인 성과 관리

HOME / 승인 성과 관리 / 특위논문

특위 논문

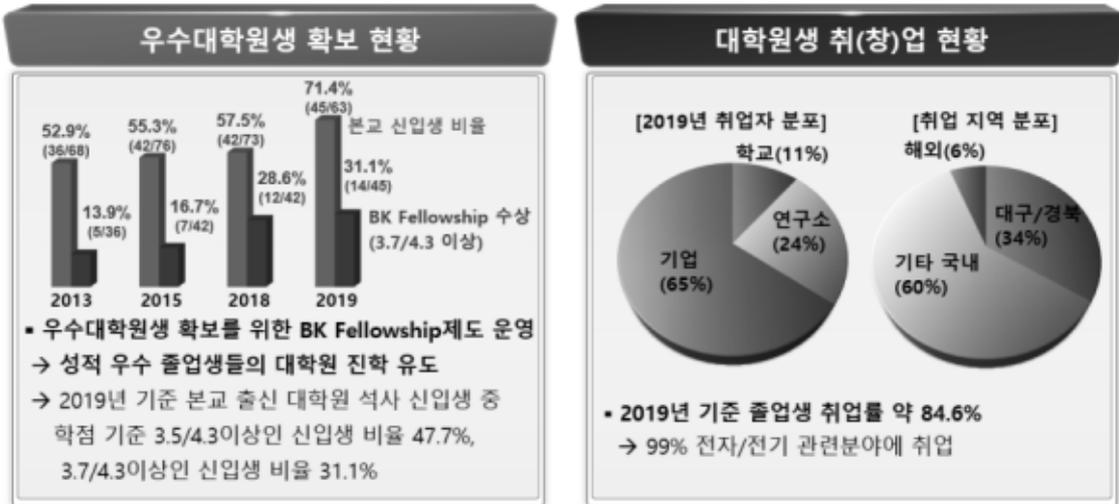
구분	계		석사과정		박사과정		박제사통합과정	
	개수	비용	개수	비용	개수	비용	개수	비용
계	338	100	227	100	104	100	7	100
한국여	82	24.3	64	28.2	18	17.3	0	0
해외	256	75.7	163	71.8	86	82.7	7	100

No.	특위	이름	특위논문제목	사출연처	출간연월	대표학생	지도교수	첨부파일	처리
338	박제	유니상(전)이태성(도)	Ultra Low Power Subthreshold SRAM using Advanced 9T1R1T1M1C1	명지	2020-08	김민준	정민태		승인완료
337	박제	김성훈	Patient-specific ECG class-Fixation based on deep co-inductive neural networks	명지	2020-08	이형진	신다을		승인완료
336	박제	윤학진	Analysis of Polycrystalline Silicon based Complementary Metal/Oxide Semiconductor Logic Inverter Area	명지	2020-08	조민수	정민태		승인완료

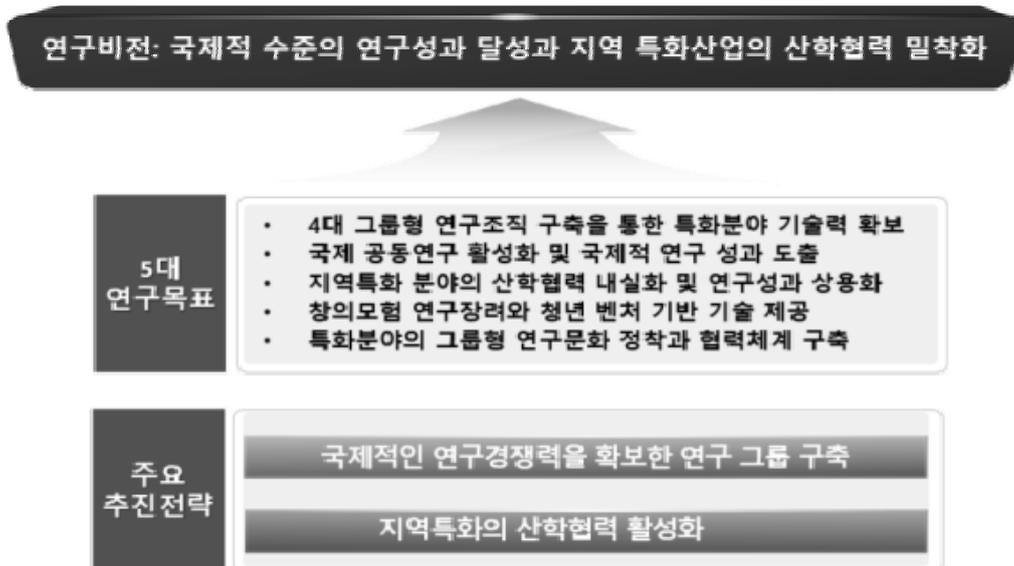
○ [우수 대학원생 확보 및 취업 실적]

- 연평균 105명 이상의 석박사급 인력을 육성하고 배출하여 높은 전공 적합성을 갖는 교육기관, 연구기관, 산업체로 진출시키고 있으며, 우수한 대학원생을 확보하고 체계적으로 교육하여 연구역량과 취업경쟁력을 높이는데 중점을 두고 있다. (사업 수행 기간 동안 사업단 소속 이력이 있는 졸업생의 취업률이 2014년 72.5%에서 사업종료 시점 84.62%로 꾸준히 증가하였으며, 취업자의 전공 적합도는 99% 이상으로 나타났다.)

- 대표적 산업체 기관: 삼성전자, 현대자동차, SK, LG, 한화, 현대중공업, KT
- 대표적 국공립 연구기관: 한국과학기술원, 국방과학연구소, 한국전자통신연구소, 한국원자력연구원
- 대표적 창업 사례: WENS(가스센서 개발), 답비전(답러닝 기반 영상처리), 아이엘비에스(웰빙 플랫폼)



(3) 연구비전 및 성과



□ 사업단의 연구비전

○ 국제적 수준의 연구 성과 달성과 지역 특화산업의 산학협력 밀착화를 목표로 하고 있다.

□ 사업단의 주요 연구목표 및 추진전략

○ 4대 그룹형 연구조직 구축: ICT융합연구가 가능하도록 SW융합시스템 그룹, 차세대 소자 및 부품 그룹, 스마트 모바일기기 그룹, IT융복합 로봇 및 의료기기 그룹 등 핵심 4대 연구조직을 구축하여 특화분야 기술력을 확보하고 국제적 연구경쟁력을 갖출 수 있는 기반을 마련하였다.

- 국제적 공동연구 활성화: 사업 참여 교수 중 국제적 우수연구 기관과 교류를 통해서 연구 성과를 도출한 우수사례를 “글로벌 선도연구실”로 선정하여 각종 국제행사의 비용을 지원하고, 해외연구기관과의 Lab-to-Lab공동연구를 적극 장려하였다.
- 지역특화 분야의 산학협력 내실화: “KNU ICT 유망기술 홍보집”을 제작하여 지역 내 기업체들에 배포하여 기술이전 등의 상용화 통로를 마련하고 “ICT창의인재양성 사업단 오픈코스웨어”를 e-러닝 시스템으로 제공하여 기업 재직자 대상 교육에 기여하였다.
- 창의모험 연구 장려 및 청년벤처 육성책 마련: 대학원 신규과목으로 “기술경영과 IT창업 전략”을 개설하고 대내외 창업과 관련한 전문가의 특강을 통해서 모험적인 연구를 장려하였다.

□ 사업단 참여교수에 대한 총괄 논문 성과

- 참여교수 1인당 환산보정 IF의 증대: `15년 성과평가 당시 0.68편 대비 `19년 종합평가에서 0.77편으로 약 13.2% 증가하여 사업단이 추진했던 연구의 양적/질적 동반 성장이 이루어졌음을 알 수 있다.
- 논문의 질적 우수성을 나타내는 환산논문 1편당 환산보정 IF는 사업초기인 `13년의 0.40에서 `19년 종합평가에서는 0.52로서 약 30%의 높은 성장률을 보여주었다.
- 3단계 BK사업 전체 참여기간의 JCR기준 Q1급 논문비중은 36.3%로서 사분위기준인 25%를 상회하였으며 `19년 최종평가에서는 46.3%의 높은 수치가 확인되어 사업단 전반적으로 연구역량이 강화된 성과를 보여주었다.

□ 사업단 참여대학원생 논문 실적의 대폭 향상

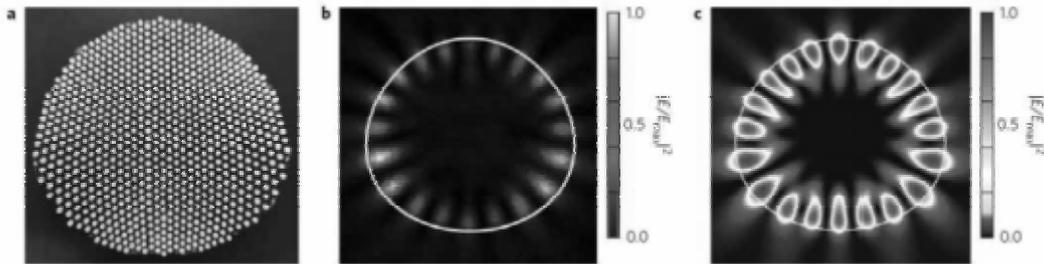
- 참여대학원생 1인당 환산보정 IF의 비약적인 발전: `15년 성과평가 당시 0.039편 대비 `19년 종합평가에서 0.077편으로 약 97%만큼 크게 증가하였다.
- 우수대학원생 배정(SCI급 논문의 주저자인 학생에 대한 장학금 추가지원책)과 같은 파격적인 장학금 배정 정책을 마련하여 추진한 결과, 대학원생을 중심으로 논문 성과가 도출되어 질적 성장이 크게 향상되었다.

□ 사업단 대표 우수 연구논문 성과

- 사업단의 참여교수인 최무한 교수는 변환광학의 원리를 이용하여 세계 최초로 “속삭임의 회랑모드”를 훼손하지 않으면서 높은 품위값을 유지하는 새로운 공진기 개념을 제시한 탁월한 연구 성과를 도출하여 세계 최고저명학술지인 Nature Photonics에 주저자 논문

문을 게재하여 학문적 우수성을 널리 인정받았다.

- 학술지 및 논문 정보: Nature Photonics, “Designing whispering gallery modes via transformation optics”, Vol. 10, p. 647-652, Sep. 2016
- 위 연구가 게재된 Nature Photonics는 Impact factor가 37.852이며, JCR IF기준 Optics분야 전체 랭킹 1위(상위 0.52 %)이며 Applied Physics분야 전체 2위인 최우수 저널에 게재된 논문 성과이다.



<본 연구의 우수성을 보여주는 Triangular Transformer Cavity의 구현 실험결과>

(4) 산학협력 비전 및 성과

□ 사업단의 산학협력 비전 및 기여도

- 교육연구단은 기업 친화적 ICT 융복합 산학협력 지원시스템을 구축하고 글로벌 인재를 양성함으로써 지역 산업체와의 지속적 동반 성장 체제를 마련하는 것을 최종 목표로 하여 산학협력을 통한 산업/사회의 문제 해결에 기여해왔다. 산학협력 기반 조성 및 체질 개선, 성과 확산, 지역산업과의 글로벌 동반 성장의 순서로 단계적 달성 목표를 수립하여 사업단, 참여교수, 센터 등 다각적 차원에서의 접근을 통해 활동을 수행하고 있다.

□ 사업단의 산학협력 주요 성과

- 지역 내 중소기업들과 우수한 선도 기술을 보유한 참여교수 간의 긴밀한 산학네트워크 형성을 지원하며 현장기업들에게 접근성이 용이한 실질적 기술정보를 제공하고 있으며, 현장 인력재교육의 창구 역할 수행을 위해 다음과 같은 사업단 주도의 산학협력 지원 프로그램을 운영하고 있다.

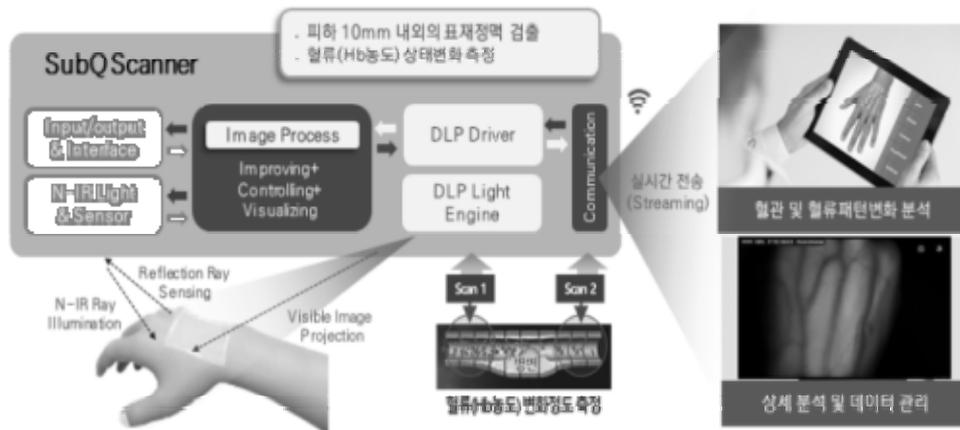
산학협력을 위한 사업단 내 체계 확립	산학지원 내용	지역산업 활성화의 지역거점대학 역할 수행
<ul style="list-style-type: none"> 지역산업 협력 위원회 연구그룹 5대 분야 산학 협력 협의체 	<ul style="list-style-type: none"> 기술 지도 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> 기술/노하우이전, 애로사항 해결 대학 산학협력기관통합지원시스템 (KNU-ETS Network) 기반 지원 OCW 운영을 통한 지역사회 교육기회 제공 <ul style="list-style-type: none"> 양질의 대학원 교육 콘텐츠 및 기술트렌드 자료 제공 '산학연'연계 지향 산학교류활동 <ul style="list-style-type: none"> 특성화 연구실/선도 연구실 산학연계 대학원 정규과정 운영 거점 센터 중심 특화 교류 활동 Qualcomm Research Award 및 KNU-ICT Research Award 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 지자체 협력 <ul style="list-style-type: none"> 대형 국가과제 유치 및 운영 지역기업 유치 목적 대규모사업 (250억원 내외) 운영 지역 중소기업 지원 기반 구축 지역 중소기업 및 창업활성을 위한 지역 거점기관 운영총괄 <ul style="list-style-type: none"> 경북대학교 테크노파크 스마트벤처캠퍼스 (사업단 참여교수 활동) 연구시설 및 장비 공동활용 <ul style="list-style-type: none"> 연구장비 공동이용 클러스터사업 수행 (장비 공동활용 9,351건)

□ 사업단의 산학협력 대표 우수 사례

○ 제품사업화 및 창업

① 참여교수-공성호 교수

- 표재정맥(Superficial Vein) 실시간 가시화, 광스캐너 제품사업화.
- 실시간 다중항목(충인, 충질소, 충유기탄소) 수질 모니터링 시스템 개발 및 사업화.
- 2019년 5월 창업, 2020년 12월 벤처캐피탈 투자유치.



② 참여교수-강순주 교수

- 세계 최초 자율사물통신기능 내장 스마트시계 개발(PAAR 와치)



http://www.etnews.com

세계 최초 자율사용통신기능 내장 스마트시계 출시 임박

[2014년 04월 28일]

세계 최초로 자율 사용통신 기능을 내장한 스마트 시계 출시가 임박했다. 자율 사용통신기능에 내장된 시계계 개발해 공개하기는 이번이 처음이다. 그동안 애플 아이치지가 공개하고, 스페이스 팰라코 및은 MWC에서 삼성의 기어2 등 스마트워치가 선보였지만 이들은 대부분 음성통신을 주요 지원한다.

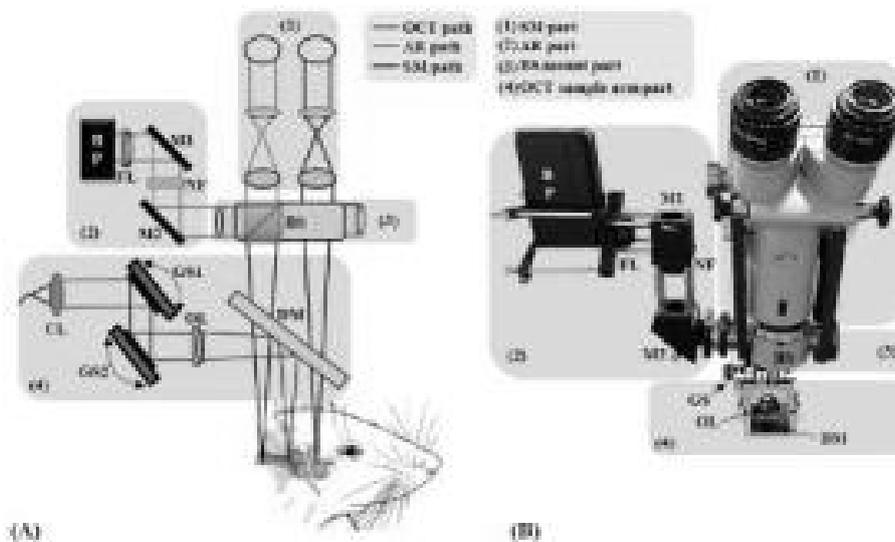


경희대 자율공학 소프트웨어 연구센터(센터장 김순주 CSOSP.org)는 최근 독자 개발한 웨어러블 단말 내장 Swr 플랫폼을 적용한 새로운 개념의 스마트 시계(모델명:SW4490 워치)를 개발, 출시를 앞두고 있다고 28일 밝혔다.

③ 참여교수-김지현 교수

실시간 2차원 디스플레이가 가능한 증강현실기반 수술용 현미경 OCT기술 개발 완료.

(주)이큐메드, (주)오즈텍 창업: 광간섭성 단층촬영기술(OCT) 기반, 3차원 단층 영상촬영 광 의료기기 및 비파괴 검사에 대한 장비 및 기술 서비스를 제공함.



○ 지역 협력 사업

- 지자체와 협력하여 다수의 대형 국가과제 수주 기획 및 운영을 수행함으로써 지역 중소기업을 지원할 수 있는 기반을 구축하고 기술 및 인프라를 활용한 기업지원을 실시함.

휴먼케어콘텐츠 개발사업	크리에이티브팩토리 지원사업	인체맞춤형 치료물 제작 기반 구축 사업
<ul style="list-style-type: none"> • 2013년~2018년 연평균예산 50억원 • 휴먼케어콘텐츠 사업 관련 핵심기술지원, 기술개발지원, 사업화지원, 산업 육성 및 지원 거점 마련 • 산업체 대상 총 68건의 개발지원 및 24건의 사업화 지원 실시 	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년~2017년 총사업비 199.4억원 • 창업자가 보유하고 있는 창의적 아이디어와 기술의 신속한 사업화를 위한 지원 • 시제품신속제작 682개사 1,887건, 입주기업 113개사, 신규창업 49개사, 고용창출 215명, 지식재산권 등록 68건 및 출원 327건 	<ul style="list-style-type: none"> • 2015년~2021년 총사업비 160억원 • 3D프린팅 기술 의료분야 활용 촉진, 시장확산 지원, 디자인·인증·제품화의 전 과정 지원 • 맞춤형 의료기기 기술사업화 지원 21건, 공동기술개발 2건, 3D프린팅 의료소재 및 제품검증 2건, 모델팩토리 2개사 확보, 의료분야 전문인력 양성 교육 20건

다. 융합 IT기반 미래가치 창조 인재양성사업단 (한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

(4) 사업단 비전

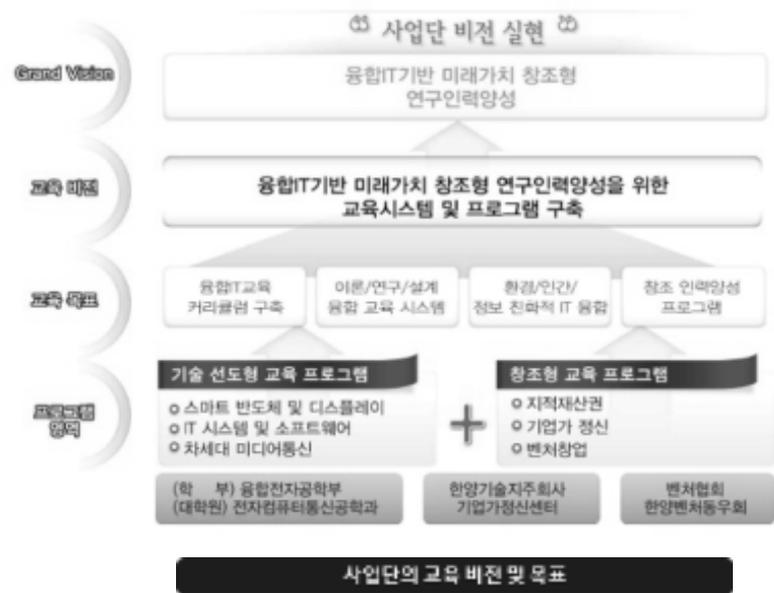
BK21 플러스 융합 IT 기반 미래가치 창조 인재양성사업단은 개별기술개발에서 벗어나 IT 기술 간의 융합을 통한 미래가치창조를 목표로 IT산업뿐만 아니라 전 산업 분야의 경쟁력을 결정하는 핵심기술인 스마트 반도체 및 디스플레이, IT시스템 및 소프트웨어, 차세대 미디어 통신을 3대 융합 IT 특성화 기술 분야로 설정하여 미래가치창조 융합 IT 인력 양성을 목적으로 구성된 사업단이다.

사업단의 비전인 선도적, 통섭적, 혁신적인 교육 및 연구 프로그램 "융합 IT 기반의 미래 가치 창조형 연구 인력 양성" 을 이루기 위하여, 차세대 신산업 핵심IT기술간 융합을 통한 원천기술 확보 및 산학연계 미래가치 창조형 글로벌 전문인력 양성을 최종 목표로 하고, 세계적 수준의 융합 IT 기술 역량 확보, 국제적 연구역량 향상을 통한 글로벌 연구중심 대학(QS 세계대학평가 전기·전자 분야 70~90위권 진입)과 글로벌시장 선도형 미래가치 창조 인력 양성을 세부목표를 설정하여 목표를 이루어 왔다.

(2) 교육역량

사업단은 미래가치 창조에 필요한 융합IT 교육을 실시함으로써 국가의 차세대 성장을 견인할 수 있는 고급 연구 인력을 양성하기 위해, 융합IT 교육 커리큘럼을 구축하고, 이론·연구·

설계 융합 교육시스템 구축, 환경 친화적·인간 친화적·정보 친화적 IT융합인력을 양성하였으며, 글로벌시장 선도형 미래가치 창조 인력양성 프로그램을 운영하며 미래가치를 창조할 수 있는 창의적인 전문 인력 양성에 힘써왔다.



창조형 연구인력 양성을 위하여 한양대학교 대학원과 교내 인프라를 융합하여 스마트 반도체 및 디스플레이, IT 시스템 및 소프트웨어, 차세대 미디어 통신의 3대 융합IT 특성화 기술 분야의 기술 선도형 교육 프로그램을 구축하였다. 2015년부터 2019년까지 510과목이 개설되었으며, 두 분야의 융합적인 성격을 띤 과목이 102과목이 넘는 3대 융합 IT 특성화 분야를 집중 육성한 것을 보여준다.

구분	참여대학원생 졸업, 취업 및 진학 현황							취업률 (%) (D/E)×100	진학률 (%) (C/F)×100
	졸업자 (G)	입대자 (B)	진학자(C)		취업자 (D)	취업 대상자 (E=G-B-C)	진학 대상자 (F=G-B-D)		
			국내	국외					
2014년 8월 졸업자	석사	31	0	2	1	24	28	89.13	
	박사	18	0			17	18		
2015년 2월 졸업자	석사	78	1	7	0	50	70	77.78	
	박사	20	0			20	20		
2017년 2월 졸업자	석사	36	0	7	1	28	28	100	100
	박사	3	0			3	3		
2017년 8월 졸업자	석사	23	0	2	0	15	21	76	25
	박사	4	0			4	4		
2018년 8월 졸업자	석사	13	0	0	0	8	13	76.19	0
	박사	8	0			8	8		
2019년 2월 졸업자	석사	41	1	1	0	32	39	85.11	12.5
	박사	8	0			8	8		

참여대학원생의 배출 및 취업률(진학률)

아울러 벤처 및 기업가 정신을 함양하는 창조형 교육프로그램도 구축한 결과, 박사과정 배출 비율을 향상시켰다. 수적 증가에만 노력하지 않고, 우수한 석사 지원양성과 더불어 연구의 질적 향상과 연속성 확보를 위해 박사과정과 석박사 통합과정 위주로 확보하여 사업 전 54%에서 최고 61%까지 증가하여 연구의 연속성과 완성도를 높이기 위한 혁신을 진행하였다. 대학원생 취업률 역시 목표치에 근접한 80%를 달성한 것은, 어려운 경제 상황에도 불구하고 사업단의 적극적인 특화된 프로그램들이 큰 효과를 보여준 것이다. 실제 산업체 연구과제 활동을 통해 취업한 사례로 삼성전자, 삼성디스플레이, LG전자, DB하이텍 등과 과제 진행과 관련한 취업사례가 산업체 과제활동이 취업으로 연계된 대표적인 사례이다. 특히, 대학의 역량을 취업지원 관점에서 평가한 청년 드림 대학 평가 4회 연속 최다 최우수대학에 선정(2014,2015,2017,2019년)될 만큼 종합적으로 질적 우수성이 높음을 시사해준다.

취(창)업분야	취(창)업자 수 (명)
교육기관(대학)	3
연구기관	11
창업/경영	2
해외 산업체	3
국내 산업체	56
기타	21
계	96

2019년 교육단 소속 졸업생의 진로 분포



최우수 청년드림 대학교 수상

대학원생 연구실적의 우수성 또한 꾸준히 양적 및 질적 성장을 이루어 냈다. 사업수행 마지막 2년(2018,2019년) 동안 국제 저명 학술지 1인당 논문 환산편수는 연평균 17%의 꾸준한 양적 성장 및 1인당 환산보정IF는 연평균 18%의 향상으로 논문의 질적 성장도 동반되었다.

항목	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	전체기간실적
대학원생 논문 1편당 환산보정 IF	0.27121	0.33065	0.39875	0.33411	0.40745	0.45815	0.44585	0.37724
대학원생 1인당 환산보정 IF	0.04125		0.04246		0.03812		0.04096	

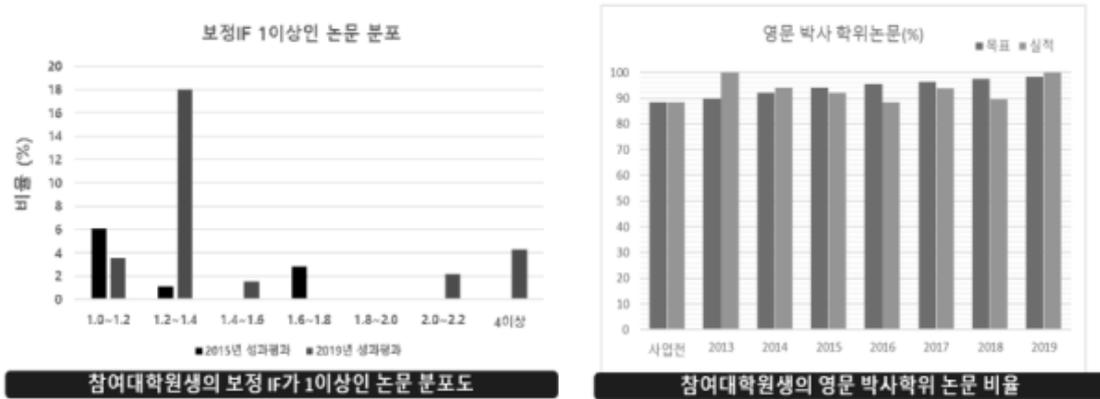
참여대학원생 논문 실적

대학원생의 논문 총 건수 94건 중 54%인 51건의 논문이 참여 학생이 주저자로 참여하는 등 학생들이 주도적으로 작성하는 논문의 비율이 매우 높음을 알 수 있으며, 이러한 논문의 질적 향상은 사업단이 진행해 온 논문지도의 강화, 연구 성과에 따른 인센티브제도 도입, 연구조교 기회 확대 및 처우개선 등 적극적인 지원의 결과로 판단된다.

사업단 참여 대학원생의 전체 논문의 보정 IF가 1이상인 논문 분포는 아래 그래프와 같으며, 사업초기인 2015년 성과평가 10% 대비 최근 1.5년(2018.3~2019.6) 29.5%로 195% 증가한 결과를 보여주며, 이는 대학원생 연구 및 논문 실적의 질적 향상을 보여주는 대표적 결과라 할 수 있다.

참여 대학원생의 영어박사논문 작성율은 2018년 89.65%, 2019년 100%로, 이는 2008년 신입생부터 BK21 참여 대학원생의 박사학위 논문을 영어로 작성할 것을 대학원 내규로 의무화 하였으며, BK 참여 박사 과정생을 대상으로 영어논문 작성을 강력히 권장했기 때문으로 분석 된다.

우수대학원생을 유치하고 지원함은 물론, 교육기간동안 재정적 어려움 없이 교육과 연구에 몰두할 수 있도록 장학금 지원혜택도 대폭 강화하였다. 2015년에는 본교 출신 석사 과정생에게 4학기동안 등록금 50%를 감면하는 HY-IN 장학제도가 신설되어 2015년 2학기 신입생부터 수혜를 받고 있다.



사업년도	2013년 2학기	2014년 1학기	2014년 2학기	2015년 1학기
수혜인원(명)	286	320	317	259
장학금(원)	1,071,721,800	1,155,881,000	1,179,173,400	1,046,157,500
사업년도	2016년 1학기	2016년 2학기	2017년 1학기	2017년 2학기
수혜인원(명)	266	313	293	291
장학금(원)	1,071,721,800	1,095,354,655	1,015,751,915	1,012,929,400
사업년도	2018년 1학기	2018년 2학기	2019년 1학기	
수혜인원(명)	272	284	267	
장학금(원)	988,003,000	1,052,832,800	1,057,213,100	

사업기간 장학금 지급 규모

(3) 연구역량

사업단은 3대 융합 IT 특성화 기술 분야를 상호 융합함으로써 미래가치 창조를 위한 세계적 연구중심 대학으로 성장하기 위해, 미래가치 창조를 위한 융합 IT 기술을 연구하고, 국제적 연구역량 향상을 통해 글로벌 연구중심 대학과 유기적 산학협력을 바탕으로 하는 세계 융합 IT 시장주도 기술개발을 연구 목표로 설정하여 이루어 왔다. 3대 융합 IT 기술 분야인 스마트 반도체 및 디스플레이, IT 시스템 및 소프트웨어, 차세대 미디어 통신 분야에서 새로운 수요를 창출하고 미래시장을 주도하기 위한 융합IT 기술을 기반으로 한 미래가치 창출형 연구추진을 심화시켰으며, 연구여건 개선과 내부 경쟁 체제를 구축하여 연구의 질적 가치 향상을 도모하였다.

차세대 융합IT 3대 연구 특성화 분야의 연구·개발 역량 조기 확인을 위해 전자·컴퓨터분야 연구에 있어 세계적 대학과 국제 협력(공동연구 및 인력양성)을 강화하여 전기·전자분야 QS 세계 대학평가 순위에서 2013년 136위에서 B21 플러스 사업 4,5차년도에는 100위권 진입 목표를 달성하였으며, 6,7차년도 평균 92위를 차지하며, IT분야 세계적 연구중심 대학으로 성장하고 있음을 보여주었다.

사업단 참여 교수진은 지난 BK21 플러스 사업 전체 기간 연평균 교수 1인당 3.36억원의 정부과제 및 1.76억원의 산업체 과제비를 수주하였다. 또한, 연평균 교수 1인당 환산보정 IF 0.6745 및 ES 1.1839를 달성하였을 뿐만 아니라, 특허등록 4,5846건과 기술이전 29,596천원 등 매우 우수한 연구실적을 보여주었다.



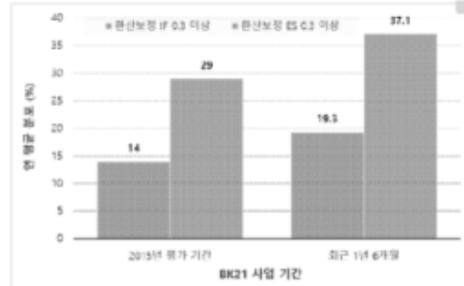
항 목	2013년	2014년	2015년	2016		2017		2018		2019*	
	실적	실적	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
참여교수1인당 정부과제수주액 (백만원)	309		361	342	418	349	405	356	365	181	161
참여교수1인당 산업체과제 수주액(백만원)	106		159	135	228	138	207	141	212	71	99
참여교수1인당 환산보정 Impact Factor	0.2530	0.8672	0.5609	0.8657	0.8689	0.8917	0.8049	0.9185	0.8968	0.4730	0.4765
참여교수1인당 환산보정 Eigenfactor Score	0.4033	1.5068	0.9447	1.4702	1.4491	1.5143	1.3451	1.5597	1.4565	0.8032	0.7342
참여교수1인당 특허등록 환산건수	2.93	3.05	3.11	4.48	7.5823	4.565	6.5207	4.66	6.160	2.375	3.0866
참여교수1인당 기술이전 (백만원)	39,981	43,731	12,726	44,17	35,248	45,05	54,517	45,95	43,74	23,43	41,98

*2019년은 6개월(2018.03~2019.08) 수치임

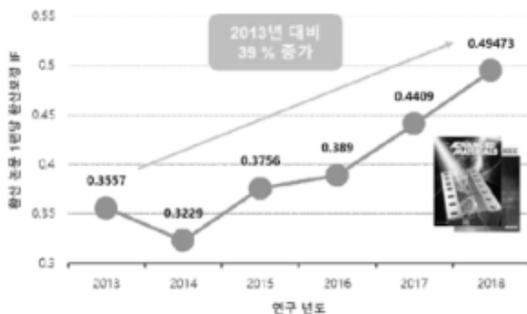
BK21 플러스 사업 연구분야 정량적 실적

구 분	중간평가 (2013.9~2015.8)	성과평가 (2016.3~2018.2)	종합평가 (2018.3~2019.8)	
Eigenfactor Score	총 환산건수	41,1025	36,0294	38,2839
	총 환산보정 ES	23.4899	25.1491	29.5755
	환산 논문 1편당 환산보정 ES	0.5796	0.6473	0.7606
Impact Factor	총 1인당 환산보정 ES	2.6099	2.803	2.1907
	총 환산건수	41,1025	36,0294	38,2839
	총 환산보정 IF	14.0723	11.969	18.5414
	환산 논문 1편당 환산보정 IF	0.3514	0.4136	0.4802
	총 1인당 환산보정 IF	1.5635	1.6791	1.3734

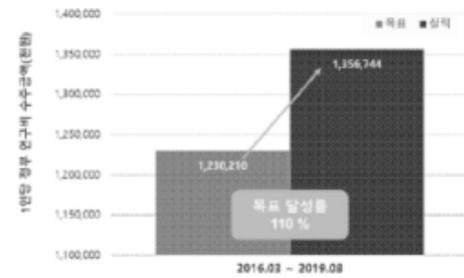
참여교수 연평균 ES/IF 실적 분석



참여교수 IF/ES 0.3 이상 분포



참여교수 환산보정 IF 변화



참여교수1인당 정부 연구비 누적 수주 금액(2016.03~2019.08)

(4) 국제화

국제화 역량강화를 위하여 사업기간동안 대학원의 외국어 강좌비율이 57%(사업단 참여교수 82.3%)로 증가되었고, 외국인교수는 5명이 임용되었으며, 지난 BK21 플러스 사업 2년 수행동안 외국인 대학원생의 수는 145명(7.43%)으로 매년 지속적인 향상되었다.

해외연수기간을 평균 1개월에서 2개월 이상으로 장기화함으로써 내실 있는 연수를 위한 기간을 제공하고, 연수기간별로 공동연구 목표와 주제를 명확히 함으로써 보다 높은 효과를 얻을 수 있었다. 특히, 사업 수행기간 동안, 미국, 일본, 싱가포르, 중국 4개국으로 연수 대상 국가의 다변화를 도모하였다.

국제화를 위하여 연구원 교류 및 물적 교류 등을 통한 국제공동연구를 꾸준히 발전시켜왔다. 2013년 1건을 시작으로 사업 4, 5차년도에는 총 48건의 국제공동연구를 진행하였으며, 2018년에는 14건 2019년 6개월간 9건의 실적을 달성하였다. 사업수혜 1.5년간 대만 CMU, 스웨덴 Chalmers University, 영국 옥스퍼드대학, 미국UCLA, 싱가포르 SUTD, 중국 칭화대, 핀란드 TUT,스페인 UAB 등 기관과 MOU를 체결하여 상호교류 이루어 왔다. 단순 MOU에서 끝나는 것이 아니라, 실제적인 학생 및 교수들의 교류를 통한 지속적인 공동연구를 위해 노력해왔다.



우수 외국인 학생 유치에 위해 난양공과대학의 멘토링 프로그램을 벤치마킹하여 우수외국인 학생의 한국에서의 초기 생활 적응을 위해 특별지도교수를 배정하고 학생들 간 멘토링 프로그램을 실시하고 있으며, 특히 상해지역 및 북경지역 명문대학의 우수인재를 확보하기 위해 상하이 센터를 활용하는 프로그램을 운영하고 있으며, 파키스탄 우수인재 영입을 위한 적극적 유치도 진행하고 있다.

사업단 참여교수는 BK21 플러스 사업을 통하여 국제학회 수상과 초청강연을 비롯한 권위 있는 국제학회 및 국제학술지 등에서 학술 활동을 수행하여, 사업단의 우수성을 널리 알려왔다. 특히 전기전자 분야의 세계 중심 대학인 난양 공대(QS 평가 6위), 상해교통대(QS평가 28위), 푸단대

(QS평가 68위), 도호쿠대(QS평가 107위)와 스마트 반도체 및 디스플레이 분야 해외 유수의 연구기관 및 대학과 동등한 위치에서 정기적인 공동 연구와 인력 교류 활동을 수행하였다.

2015년~2019년 8월까지 5년 동안 사업단 참여교수는 국제학회에서 18건의 수상하였으며, 73건의 국제학회 초청강연 실적을 거두었다. 국제학회 좌장 57건을 비롯하여 국제학회 위원회 103건 등 우수한 국제화 실적을 거두었다.

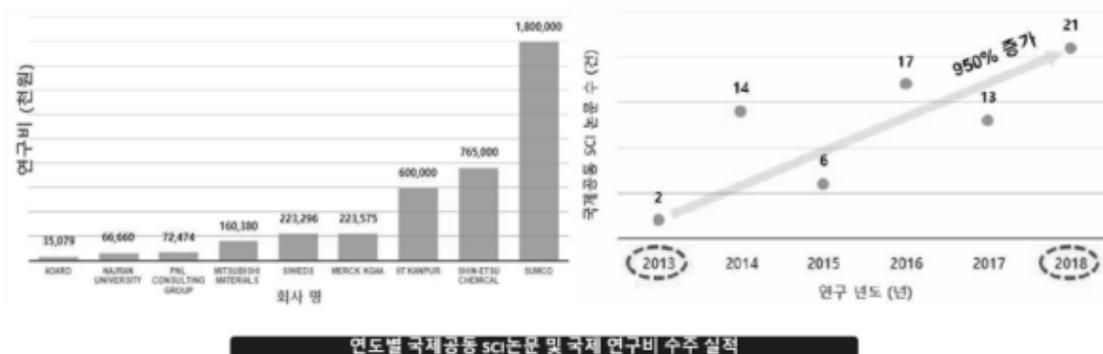
연번	교수명	학회명	수상내역	수상 일시
1	권오경	Display week 2018	2018SID	2018.05.21
2	김재훈	Society for information Display(SID)	Special Recognition Awards	2018.05.23
3	김재훈	The 16 th International Meeting on Information Display	UDC innovative Research Award in Organic Electronics	2018.08.30
4	윤동현	IEEE International Conference on Communication and Information Systems(ICCIS) 2018	우수 논문 발표상	2018.12.30
5	정재경	IMID 2018	Outstanding Poster Paper Award	2018.12.12
6	정재창	CVPR/NTIRE 2019	심사영상 장려제거 웹페이지에서 최상위	2019.06.17

참여자교수의 국제 학회 수상 경력

항목	실적
국제학회 수상	18
국제 초청강연	73
국제학회 좌장	57
국제학술지 편집위원	17
국제 저술활동	5
국제학회 위원회	103

사업기간 최근 5년간 국제화 활동 누적 실적

국제 공동 연구의 제도적 지원으로 BK21 플러스 사업기간 동안 참여교수의 국제공동 SCI논문 작성의 경우, 2013년도에 비해 2018년도 18건(2013년 대비 950%증가)을 더 작성하는 성과를 이루었으며, 활발한 국제 교류를 통해 총 39.49억 원의 연구비 수주의 성과를 이루었다.



사업단의 왕성한 국제 학술 활동 결과로 전기·전자분야 QS세계 대학 평가에서 100위권 내 (2016년 101위 → 2018~2019년 평균 92위)로 진입하는 세계적 연구 중심대학으로 성장하였다.

(5) 산학협력

지속적인 산학협력 활성화 노력을 바탕으로 BK21 플러스 사업 2015년~2019년 동안 참여교수 1인당 연평균 10.6918건의 등록 환산건수를 달성하였고, 87,080만원의 기술이전을 실현하였다.

사업단의 연구비 수주 실적은 BK21 플러스 사업초기 1,2년차 년도와 비교했을 2018년의 경우 1인당 산업체 연구비 수주 37% 향상된 우수한 증가세를 보여주었다.

항목	6년간 실적								연계기간 실적	항목	6년간 실적(천원)								연계기간 실적	
	'15년 실적평가		'18년 실적평가		'19년 실적평가		'19년 실적평가				'15년 실적평가		'18년 실적평가		'19년 실적평가		'19년 실적평가			
	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2013년			2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2013년	2014년		
국내특허	등록건수	43	104	60	137	104	111	57	818	특허 관행	기술료 수입액	984000	577800	78,100	353850	489859	231,950	289,072	2,954,534	
	등록환산건수	16,4672	41,968	28,4939	62,4858	49,4937	54,3351	28,4682	279,3588		기업수익금 관련	기업수익금	58,515	0	0	0	0	0	19,297	36,513
국제특허	등록건수	25	27	19	53	56	40	18	238	특허 이외 산업재산권 관련	기술료 수입액	0	1,050	0	0	0	0	0	22,000	23,050
	등록환산건수	61,613	44,8575	42,4694	141,6043	126,0216	112,3321	57,8721	586,798		기업수익금 관련	기업수익금	0	0	0	0	0	0	0	0
등록건수 합계		68	131	79	190	160	151	75	854	Know-how 관행	기술료 수입액	195,500	313,200	285,500	585,100	967,487	949,285	822,600	4,088,702	
등록환산건수 합계		79,0802	86,8255	70,9623	204,001	175,5153	166,6682	83,3383	865,1488		기술이전 경제실적	기술이전	27,192	0	0	58,054	0	65,625	50,282	
참여교수 1인당 등록환산건수		8,7358		14,103		9,2471		10,6918		기술이전 경제실적	기술이전	107800	382000	343000	948780	1,487486	1,181,235	1,133,672	7,048,286	
한인 참여교수 수		27		26,9196		27		80,9196		한인 참여교수 수	27		26,9196		27		80,9196			

참여교수 특허 등록 실적

참여교수 기술이전 실적

(단위 : 건, 천원)

항목	사업 전체기간 동안의 실적 (참여교수 1인당평균)									
	2년평균실적 (2013-2015)		2016년		2017년		2018년		2019년 (6개월)	
	건수	금액	건수	금액	건수	금액	건수	금액	건수	금액
산업체 연구	3.07	153,617	4.62	228,022	3.11	207,831	3.11	210,479	1.074	99,913

사업기간 동안의 산학협력 실적

사업단은 산학협력 중심의 사업단으로 기업체에 필요한 인력양성을 중점으로 하여 교과과정을 수립하고, 산학연계 트랙을 운영하여 최근 3년 동안 산업체 102명, 출연 연구소 8명, 교육계 3명의 취업 성과를 보였으며, 이 중 대다수가 전공 관련 분야의 산업체에 취업하는 등 뛰어난 질적 우수성을 보여주었다. 또한 분야별 3대 융합IT 연구특성 분야인 스마트 반도체 및 디스플레이에서 33명, IT시스템 및 소프트웨어 31명, 차세대 미디어 통신에서 49명의 분야별 고른 취업인원을 배출하여 사업단이 3대 융합IT 연구특성화의 전략적 연구와 인재 배출을 성실히 수행하고 있음을 보여주었다. 참여대학원생 가운데 인턴쉽, 현장실습, 공동연구, 취업협약을 포함하여 재학기간 중 산학협동의 기회를 얻은 대학원생들은 취업기관이나 직종의 적합성에 대한 사전 탐방의 기회를 통하여 취업에 많은 도움을 받은 것으로 나타났다.

양질의 일자리 창출과 연계한 연구방향 설정을 위한 노력을 경주한 사업단은 대학 연구실 수준의 기술 개발에서 탈피하여 미래 가치를 창조할 수 있는 실용화 기술을 개발함으로써 최근 2년간 9개의 벤처기업(스타트업 기업 포함)을 직접 창업하였고, 보유기술의 이전을 통하여 벤처기업의 기술 개발을 지원하여 왔다.

융합 IT기반 미래가치 창조 연구 및 창의 인재 양성을 위한 사업단의 비전을 대표하는 협력사례로 다음이 4개 협력 관계를 선정하였다.

과제명	삼성전자 반도체 부문과 전략산학 과제 협력 연구
기업명 및 교수명	삼성전자 / 박재근
기간	2015.07.01~2020.06.30 (총 60개월)
과제 개발비	42억원
성과 및 의의	산학협력 과정을 통해 차세대 반도체 분야에서 산업체가 필요로 하는 연구개발이 가능하고, 과제를 수행하는 박사과정 학생의 맞춤 교육 및 트레이닝을 통해 취업 후 업무의 연장으로 인한 연속성을 확보할 수 있었음
과제명	나노반도체 산학협동과정
기업명 및 교수명	SK하이닉스 반도체
기간	2013.09.01~2019.12.31
산학지원금	33억원
성과 및 의의	본 과정은 학위과정 중 기업이 필요로 하는 분야의 위탁과제를 수행하는 동시에 대학원생이 과제에 참여하여 연구를 수행함으로써 반도체분야 맞춤교육을 통한 기업의 우수신규인력을 양성할 수 있었음
센터명	시큐리티 Soc연구센터
기업명 및 교수명	(주)ICTK / 김동규
기간	2014.4.01~2023.3.31
총사업비	70억원
성과 및 의의	시큐리티 Soc연구센터는 산업체와 공동으로 설계를 수행하는 것을 가장 큰 목적으로 하고, 새로운 시스템에 들어가는 보안 기술을 개발함.
센터명	LG디스플레이 차세대 디스플레이 센터
기업명 및 교수명	LG디스플레이 주식회사 / 권오경 교수(센터장)
기간	2015.05~2019.05
총사업비	11억원
성과 및 의의	불확실성이 큰 미래 요구기술 분야를 탐색형 산학과제로 수행함으로써 산학을 통한 Resoure 효율화를 구축함.

산업체 수요기반의 문제 해결을 위한 IC-PBL+ 과목을 2019년 2학기부터 개설하고 사업 종료까지 8과목을 운영하여, 산업문제 해결에 필요한 기본 지식 뿐만 아니라 현장의 도전적인 문제를 풀기 위한 전공 심화 과정도 함께 제공하여 산업현장 맞춤형 명품인재를 육성하는 기반을 다지게 되었다.

개설학기	과목명	교강사	수요기업	사회 및 산업체 문제해결
2019-2학기	광전자소자 및 시스템특론	박진섭	(주)LG이노텍	• 디스플레이, 에너지, IoT 분야의 최신 주요 관심사인 문제 접근
	데이터변환기	박상규	(주)삼성전자	• 혼성신호집적회로의 핵심적인 부분을 이루는 데이터 변환기를 학습
	고급디스플레이광학	유창재	(주)LG디스플레이	• 디스플레이 분야의 화질 향상을 위한 다양한 접근 방법을 모색
2020-1학기	5G융합서비스	김선우	(주)SK텔레콤	• 5G 상용서비스에 부응하는 5G 융합서비스 기획 및 솔루션 제시
	바이오전자공학개론	조성호	Xandar Kardian Inc.	• 반도체 기술과 바이오 기술을 접목한 하이브리드 시스템의 설계와 분석 기법에 대한 학습
2020-1학기	혼성신호집적회로설계	한재덕	(주)삼성전자	• 반도체 설계 인력부족 수요대비 혼성신호 집적회로 설계론을 학습
	바이오유체역학	최성용	(주)큐리오시스	• 바이오/마이크로 유체소자의 구동원리 문제를 해결.

IC-PBL+ 현황 및 신설 교과목

라. 미래융합기계시스템사업단 (전남대학교 기계공학부)

(1) 사업단 비전 및 소개

□ 사업단 연구비전 및 목표 요약

전남대학교 BK21플러스 미래융합기계시스템사업단은 호남권 광역발전 계획에 따른 기계 분야의 첨단화를 위해 융합기계 교육 프로그램을 개선, 개발, 확충하고 미래융합기계시스템을 정립하며, 지역의 주력산업에 활용 가능한 차세대로봇, 지능부품/소재, 그린에너지 융합 연구 개발을 주도함으로써 지역중점 산업에 필요한 고급인력을 공급하고자 하는 것이 목표이다.

비전	새로운 지역산업 창출을 위한 고부가가치 원천기술의 창의적 융합연구를 통한 새로운 지역 산업의 창출 미래융합기계시스템을 위한 핵심 연구 수행		
센터의 연구방향	창의	융합	글로벌
	산학연 협동연구 기반 창의적 원천기술 개발 참여 학자간의 융합연구를 통하여 지역핵심 산업연계에 필요한 기술력 제공 새로운 지역산업 창출을 위한 고부가가치 세계 원천 기술 개발		
연구목표	사업단 목표 : 연구부문 전국 대학원 기계분야 Top 5 달성 사업단 프로젝트 수주 : 참여교수 총 30억/년 이상 (약 2억/인) 논문/특허 : 참여교수 1인당 5.5건/년 이상(3.5&2/인) 논문 Impact Factor : 평균 2.5 이상 참여 교수별 연구인력 : 5명/인 이상		
연구단 구성 및 연구분야	차세대 로봇 연구단	지능부품/소재 연구단	그린에너지 융합연구단
	미래융합기계시스템의 한 축을 담당할 차세대 로봇 기술의 개발 및 기초 연구	미래융합기계시스템의 다양한 기능 구현을 위한 지능부품과 소재에 대한 개발 및 기초 연구	초고효율/친환경적 그린 에너지의 개발, 공정 및 기초연구
	마이크로/나노로봇, 역로봇, 지능형로봇, 가전 로봇, 현업근로자 기반 센서 및 구동기, 전기자동차 및 연료 전지 제어, 웨어러블로봇 등	스마트 소재/부품, 마이크로/나노 가공 및 공정, 초경량 금속 구조재, 의료용 진단장치, 멀티스케일 몰드 설계 및 가공 등	그린 에너지 융복합 기술, 수소연료전지, 친환경 디젤 엔진, 고효율/친환경 촉매 연구, 환경/Bio-MEMS 관련 유동해석 등

□ 연구비전에 부합하는 연구진 및 연구단 구성

BK21플러스 '미래융합기계시스템사업단'의 기본적인 두 가지 목적은 첫째, 국가적으로는 10년 후 한국을 이끌어갈 미래 유망기술 분야에서의 핵심 고급인력양성이며, 둘째, 지역혁신 및 발전에 필요한 미래 유망기술분야 핵심 융합형 고급인력양성이다. 위 두 가지 목적을 서로 일치시킴으로써 가장 효율적인 사업이 될 수 있도록 사업단을 구성하였다. 광주지역에서는 지역 주력산업으로서 차세대로봇/정보가전산업, 지능부품/소재산업 그리고 그린에너지융합 기술 등을 지역 특화 산업으로 선정하여 전략적인 지원을 하고 있으므로 사업단의 연구목표는 광주시 주력산업에 해당하면서 정부 차세대 성장동력산업에 가장 당위성이 높은 전략산업 분야로 불

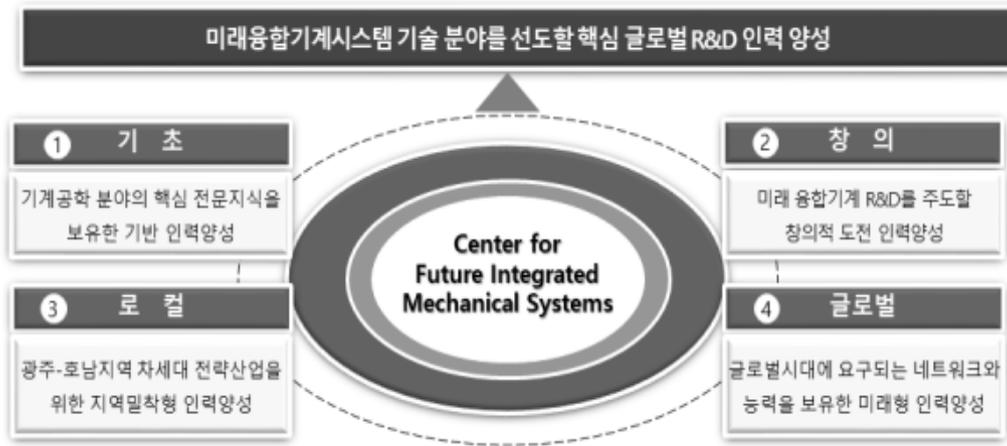
수 있다. 본 사업을 통해 명실상부한 “차세대로봇/지능부품소재/자동차융합분야 글로벌인력양성기관”으로서 자리매김을 하였고, BK21플러스 사업의 체계적인 진행을 통해 한 단계 구체화된 조직으로서의 도약하였다.



(2) 교육

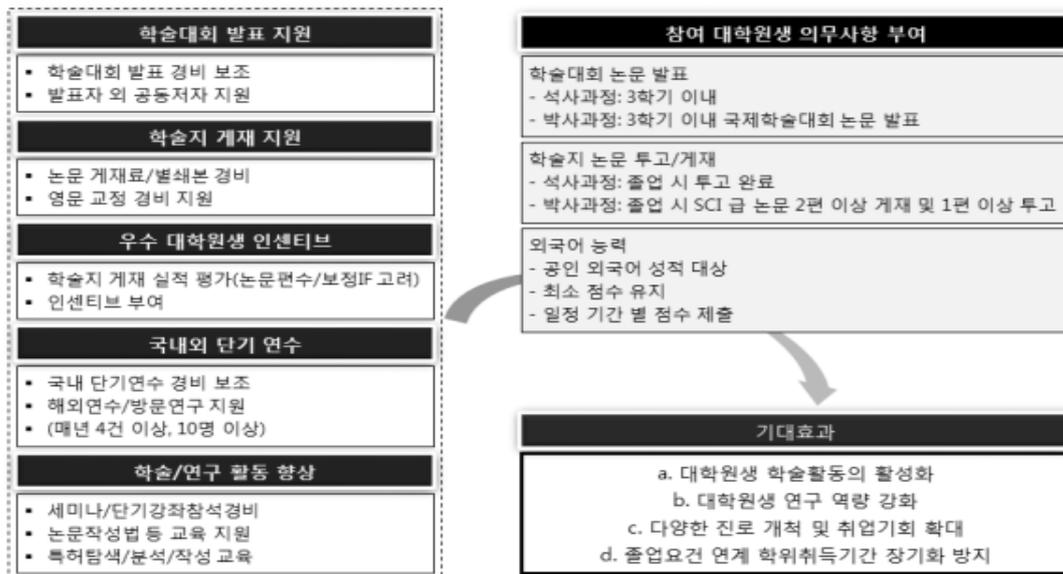
□ 사업단 교육비전 및 목표 달성을 위한 전략

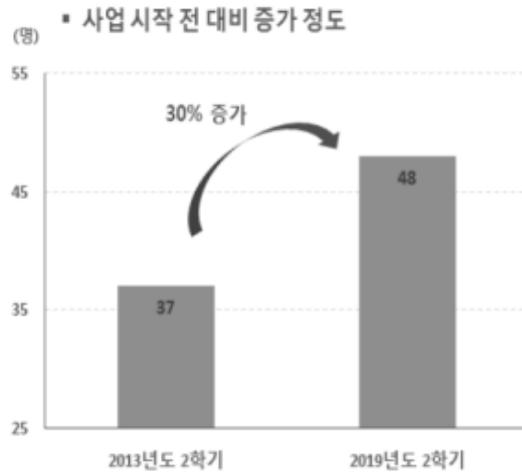
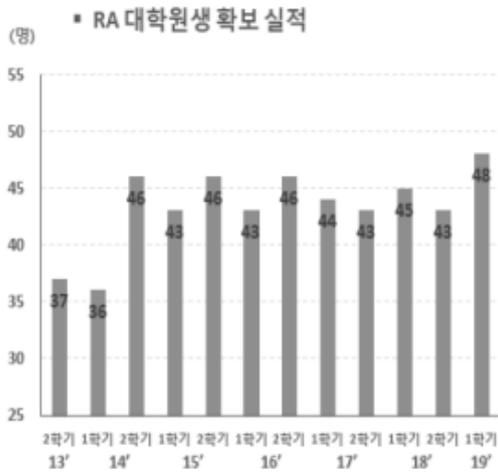
기계공학에 필요한 전체 대학원 교과목을 세부 전공을 기준으로 4개 분야로 분류하고, 세부적으로 필수, 준필수, 선택 과목으로 이수체계를 마련하여 교과과정을 운영하였다. 첨단 미래융합 기계기술 분야에 관련된 다수의 교과목을 지속적으로 설강하여 창의, 융합 및 집단연구의 중요성을 강조하였다. 매 학기 교과과정 위원회 운영을 통하여 대학원 교과과정의 지속적인 개선과 함께 변화하는 환경에 적극적으로 대응하기 위한 교과목 신설이 진행되었다. 또한, 국내외 연사를 초청하여 최신 연구 분야를 소개하는 대학원 정기 세미나가 총 51회 진행되었으며, 전체 세미나의 약 56.9%를 영어 세미나로 진행하여 대학원생들의 글로벌 역량 강화를 유도하였다. 외국어 능력 및 글로벌 역량 강화를 위한 영어 강의(외국어 강의 비율 약 42%)를 시행하였다.



□ 우수대학원생 지원/양성을 위한 사업단의 노력

전남대학교 기계공학부 학사과정의 경우, 학생들의 높은 취업률(2018년 2월 졸업자 취업률 공시: 75%)과 취업 선호로 인하여 대학원 진학률이 높지 않으며 동시에 우수 인재들의 수도권으로의 유출이 심각한 상황이었다. 하지만, 사업단에서는 우수한 대학원생의 확보와 배출 및 이를 통한 선순환 구조 마련을 위하여 사업단 자체적으로 국내외 우수 대학원생 확보를 위한 다양한 노력을 기울임과 동시에 대학 본부의 각종 프로그램 및 지원들을 적극적으로 활용함으로써 다수의 우수 대학원생들을 확보할 수 있었다. RA 대학원생을 매학기 선정함으로써 참여대학원생들의 경쟁력을 유지할 수 있도록 노력하였고, 연구 결과 발표를 위한 국내외 학술대회 참가 지원을 시행하였다. 또한, 학술적 활동 평가를 통한 우수대학원생 선정 및 각종 추가 장학금 지급을 통한 경쟁력 강화하였다.



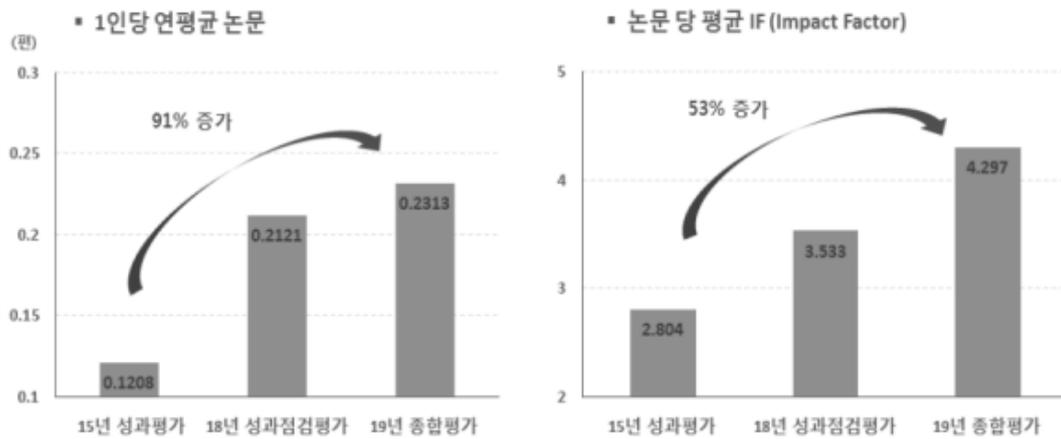


(3) 연구

□ 참여대학원생의 논문 질적 향상 기여

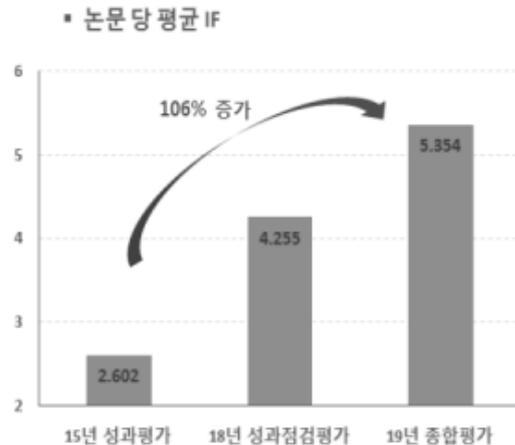
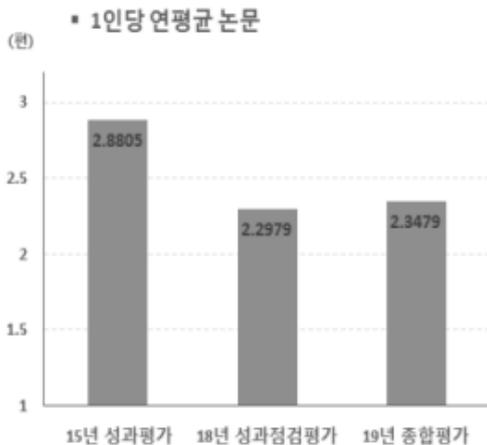
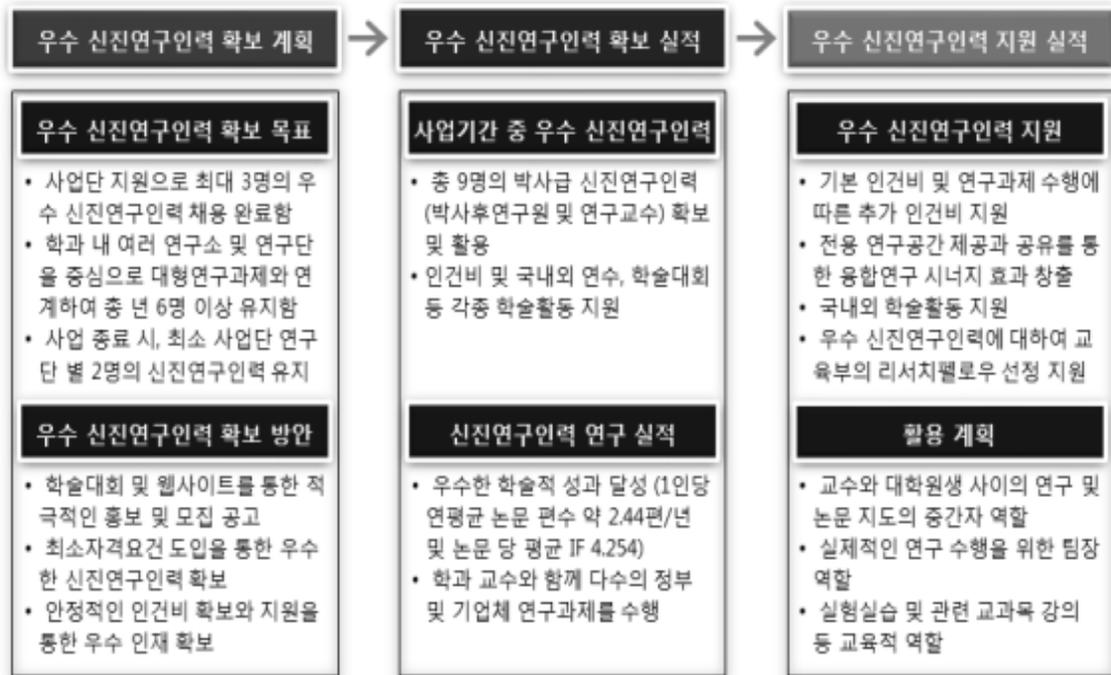
사업단 참여인력의 연구 분야는 순수 기계분야의 연구뿐만 아니라 미래기계기술에 해당하는 마이크로/나노, 바이오, 신재생에너지 및 융합분야의 연구도 활발히 수행하고 있으며, 이를 통하여 게재 논문 별 IF의 향상을 꾸준히 달성하였다. 전체 사업기간에 대한 참여대학원생 논문의 환산논문 1편당 환산보정 IF는 약 0.7443으로 이 수치는 2018년 기준 JCR 기계공학 (ENGINEERING, MECHANICAL) 분야의 수치와 비교하여 그 수준을 간접적으로 비교해 볼 경우, 기계공학분야의 총 129개의 저널 중에서 상위 약 10%에 해당하는 저널을 의미하며, 일반적인 기계공학분야에 대비하여 비교하면 질적으로 매우 우수한 논문이 다수 있음을 의미한다(기계공학분야 상위 10.85% 저널의 보정 IF: 0.7025). 전체 사업기간에 대한 참여대학원생 논문의 참여대학원생 1인당 환산보정 IF는 약 0.09247로, 사업단의 각 참여대학원생은 보정 IF가 1인 논문(예. IF 5.229 수준의 기계공학 분야 저널; 2018년 기준 JCR 기계공학분야 상위 20% 저널

평균 IF는 5.229)에 0.09247의 기여도(환산편수)를 보이는 것을 나타냈다(환산편수 0.1은 주저자 2명, 기타저자 2명의 총 4명의 저자를 가지는 논문에서 기타저자로 참여한 것에 대응됨).



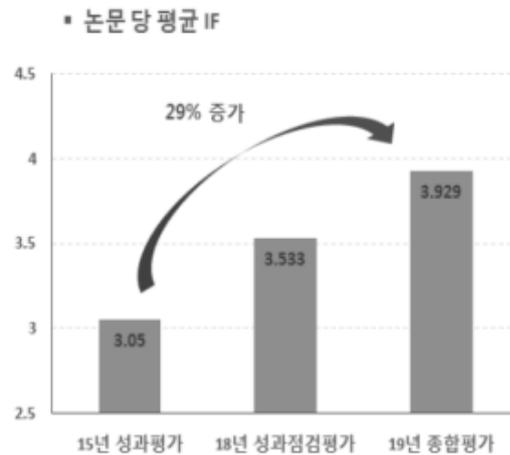
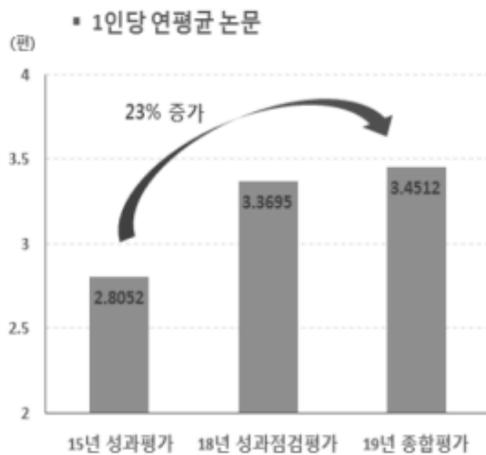
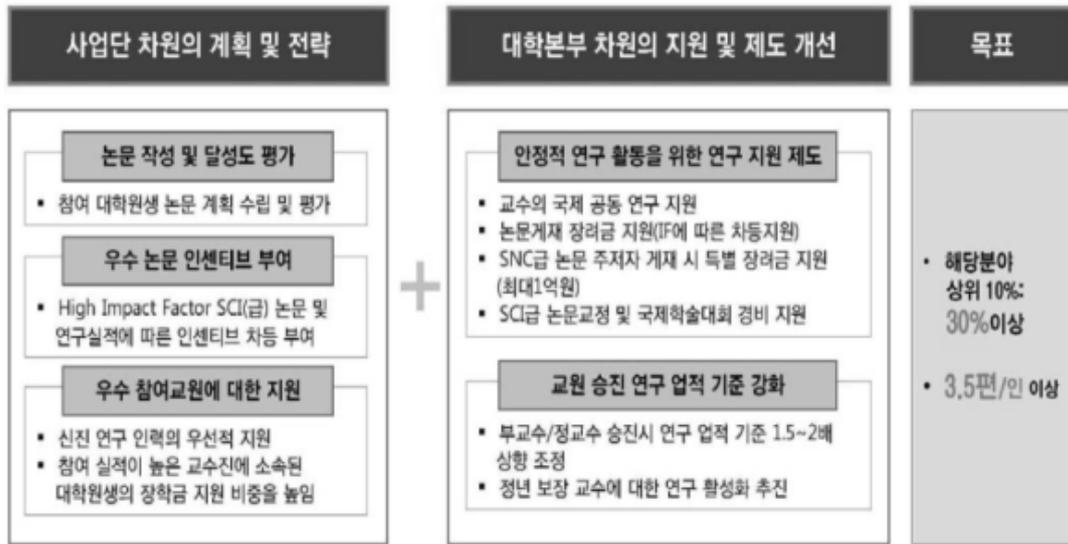
□ 우수신진연구인력 확보 및 지원

박사후연구원 및 연구교수 등의 신진연구인력을 2인/년 수준으로 유지하고자 계획하였으며, 공개모집을 통한 투명한 선발 및 학술연구활동을 지원하였다(논문 게재, 국내외 학술대회 참가 지원 등). 사업단 차원의 신진연구인력에 대한 종합적인 모니터링을 실시하여 지도교수와의 자율적인 연구 수행과 함께 연구진행 상황에 정기적인 점검이 이루어질 수 있도록 하였으며, 이를 통해 보다 효과적인 연구 결과를 도출하여 사업단에 기여할 수 있도록 하였다. 전체 사업기간 동안 총 9명의 신진연구인력을 채용하였으며, 25편의 국제 우수 학술지 논문을 게재하였다(논문의 평균 IF 4.254). 신진연구인력 1인당 연평균 논문은 약 2.4388편이며, 논문의 평균 IF: 4.254였다. 또한, 최근 3년간 IF 상위 25%에 해당하는 Q1 저널에 게재된 논문의 비율은 전체 논문 중 약 83%였다(총 18편 중 15편).



□ 참여연구진 연구역량

사업단 연구역량의 강화를 위하여 주요 학술 및 연구활동에 대한 지원을 실시하였으며, 이를 통하여 사업기간 중 사업단 참여교원의 우수한 연구 성과를 도출할 수 있었다. 연구역량 강화를 위한 학술연구 활동 지원으로는 (1) 대학 간 공동연구를 위한 융합연구 수행, (2) 창의적 연구 수행을 위한 지원 및 (3) 글로벌 연구 발굴 및 수행을 지원하였다. 사업단의 연구역량으로는 전체 사업기간 6년 동안 SCI(E) 논문 수는 총 327편 / 연 평균 약 54.5편으로 전체 사업기간 중 참여교원 1인당 연 평균 논문 수는 약 3.289편이었다.



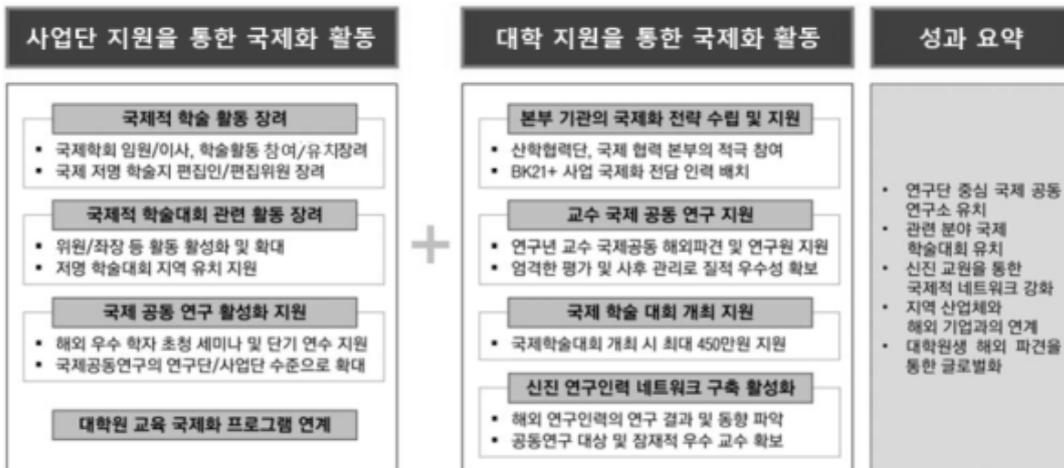
(4) 국제화

□ 글로벌 인재 양성을 위한 사업단의 국제화 강화

BK21플러스 1단계 ‘기반구축 단계(2013~2015)’에 이어 2단계 ‘도약/성장 단계(2015~2018)’와 3단계 ‘성과확산단계(2018-현재)’에서도 교육프로그램의 국제화를 성실하게 수행해 왔으며, 지속적인 경쟁체제 유지를 통해 정량적 및 정성적 측면에서의 참여대학원생의 역량을 강화하였다. 독일 Fraunhofer-IPA와의 공동연구를 통해 독일 연구원 14명 (총 807일)이 방문하여 공동연구를 수행하였고, 전남대 대학원생 4명 (총 121일) 파견 방문하여 공동연구를 수행하고, 미국 University of Washington과 공동 연구(사업비 10억원/년)를 수행하는 등 미국, 독일, 중국 등 다수 해외 우수기관들과의 학생 교환, 공동연구 및 협력 연구를 진행하였다. 독일 FhG-IPA와의 공동심포지엄 개최, 국제 자동차 심포지엄 개최, 소규모 국제학술심포지엄 개최를 통해 대학원생들의 국제 교류 활동을 지원하고, 국제 협력연구 활성화를 위한 네트워크 형성

및 교두보를 확보하였다. 또한, 미국 Argonne National Lab. 등 14개 해외우수대학/연구소에 총 40명의 대학원생을 단기 공학연수(국제학술대회 이외)로 파견하였으며, 대학원생의 국제 국제학술대회 참가를 독려하였다. 국제학술대회 참가 대학원생에 총 256건, 약 235,936 천원(사전등록비 250건 및 체재비 216건, 국내운임 134건) 지원을 통해 국제학술대회 참가를 독려하였다. 미국 Michigan Technology Univ. 교수, 일본 The University of Tokyo 교수의 초청 세미나를 포함한 48건의 해외 우수 석학 초빙강연 유치 및 대학원생의 참가를 독려하여 참여대학원생들의 글로벌 역량을 강화하였다. 중국 Jiangsu University의 Chen Shian 교수(10개월), 독일 Fraunhofer-IPA 연구원 14명(총 807일), 중국 Yanbian University of Science and Technology의 Yeong Seok Kim 교수(3회 약 6.5개월) 방문 및 공동연구를 수행하였다.

사업단의 우수한 교육 국제화 실적				
A. 대학원생 국제교류	B. 복수학위제 운영 및 협력교류	C. 해외 석학 초빙 및 활용	D. 교육 인프라 향상	E. 우수 해외 대학원생 유치
방문연구 및 공동연구 (독일, 4명 121일 파견 /14명 807일 방문)	미국 일리노이 등 3건의 복수학위제 운영	해외 우수학자 초청 세미나 48건	외국인 대학원생 비율: 최근 46.2%, 평균 42.8%	중국 4개, 베트남 1개 대학과 협력 관계 구축
대학원생 해외 단기 연수 (14건/40명)	미국 워싱턴 주립대 등 MOU 체결 18건	중국 Jiangsu Univ. Chen Shian 교수(10개월) 등 방문 연구 3건	외국어 작성 학위논문 비율: 최근 63.4%, 평균 41.5%	총 86명의 우수 대학원생 유치
대학원생 해외 장기 연수 (1건/1명)	일본 Gifu Univ.와 공동 심포지엄 중 연구 교류 10건		외국어 강의 비율: 최근 40.5%, 평균 42.0%	
			외국인 전임교원: 1명	



□ 연구의 국제화 현황 : 국제적 학술활동 참여 실적

BK21플러스 사업기간동안 총 21회의 국제학술대회/국제심포지엄 등을 개최(학술대회장)하였으며, 특히 International Symposium on Robotics 2013(참가자 600명 이상), World Hydrogen Energy Conference 2014(참가자 2,000명 이상), International Symposium on Alcohol Fuels 2015(참가자 400명 이상)는 관련 분야에서 뛰어난 지명도를 가지고 있는 국제학술대회로, 유치 활동 단계에서부터 광주시와의 긴밀한 협력을 수행하였다. BK21플러스 참여교원인 박규해 교수는 2017년 3월 진동, 구조조건성검사, 인공지능구조물 분야에 대한 기여와 연구 업적을 인정받아 미국기계학회 (ASME)의 최고 영예인 석학회원 (Fellow)으로 선임되었다. 또한, 참여교원인 박종오 교수는 2015년 4월 독일 최대 응용연구기관인 프라운호퍼 협회가 뛰어난 공적을 쌓은 인사에게 수여하는 공로상인 프라운호퍼 메달(Fraunhofer Medal)을 수여하였다. BK21플러스 참여교원 중 국제 학회 수상 실적 23건, 초청강연/기조연설 18회, 위원회/좌장 활동 31회 등 여러 국제학회 및 국제학술대회에서 다수의 참여교수가 활발한 활동을 지속적으로 수행하였다.

국제적 학술활동의 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 전문 분야에서 다양한 국제적 학술활동 수행 • 국제적인 인턴 네트워크 구성과 교류/협력 활성화 및 전담대 국제적 위상 제고 증진 • 관련 분야에서 뛰어난 지명도를 갖는 국제 학술 대회 개최 및 유치 		
국제학회/학술대회 참여 실적	국제 학술대회/심포지엄 21건 개최 (세계수소에너지학술대회 2014 등)	ASME 석학회원(Fellow) 선임 및 독일 Fraunhofer Medal 선정	국제 학회/학술대회 수상 23건 (Outstanding Paper Award Finalists - Transducers 2017)
	국제 학술대회 초청강연 18건 (Plenary Speaker - Int'l Symp. on Alcohol Fuels 2018)	국제학회 임원/위원회 활동 31건 (TPC members - IEEE MEMS 등)	국제학술대회 좌장 활동 17건 (2017 SPIE Smart Structures NDE 등)
국제 학술지 활동	국제학술지 편집위원 26건 (Technical Editor, IEEE-ASME Mechatronics (SCI) 등)		국제 저술 활동 1건 / 국제 학술지 논문심사 429건
국제적 연구활동 우수성	<ul style="list-style-type: none"> • 국제적 학술활동 뿐 아니라, 실제적인 인적/물적 교류와 협력 수행 • 사업 기간 동안 총 7건의 국제 공동 과제 수행 및 27건의 국제 공동 협력 연구 수행 • 장·단기 연구년 및 방문연구를 통해 심도 깊은 연구 수행 및 추후 공동연구 기반 마련 • 해외 유수의 대학과 MOU 체결을 통한 효과적인 국제 공동연구 제도 마련 		
국제적 연구활동 참여실적	국제 공동연구 프로젝트 수행 (총 7건 중 총 30억 이상 과제 2건)	<ul style="list-style-type: none"> • 국남아공 Univ. of the Witwatersrand, 2011.10.~2014.09. (다공성 공기유통식 차량용 브레이크 디스크) • 중국 Jinagsu University, 2013.03.~2014.02. (에너지 하버스팅용 농동 현가장치의 개발) • 미국 Univ. of California San Diego, 2013.09.~2016.08. (Fly-by-haptic 스타트워킹 햅틱 인터페이스) • 독일 Fraunhofer-IPA, 2012.08.~2018.07. (전남대학교 - Fraunhofer-IPA 국제공동연구소) 총 39.8억 • 중국 Chinese Academy of Sciences, 2013.03.~2016.02. (부전자 센서 기반의 초소형 발전 소자 연구) • 미국 Univ. of Washington, 2013.11.~2017.10. (약물 심장독성 경사시스템 개발) 33.3억 • 미국 Univ. of Arkansas at Little Rock, 2015.07.~2016.06. (Cable fault identification using acoustic waves) 	
	국제 공동 협력 연구 27건 (미국 Univ. of Maryland 등, 총 45건의 SCI(E) 논문 작성)	해외파견 국제공동연구 (미국 Harvard University, Prof. J. Vlassak, rh 교류용 열전 발전용 복합재료 나노 소자 등 연구)	연구원 교류 총 121일+807일 해외 석학 초빙 48건

(5) 산학협력

지역 내 우수 연구 인력 양성을 위한 지역혁신창의인력 양성사업(A 교수: 3년간 6억 9,800만원 및 B 교수: 3년간 약 4억 6,500만원)을 2건 수행하였고, 지역 중소·중견기업과의 산학프로젝트를 운영 중인 로봇기반 혁신선도 전문인력 양성 사업(5년간 현금 13억 7,500만원, 총 17억 9,302만원)을 수주하였다. 사업 전기간 동안 산업체로부터 39건, 총 43.5억원 (참여교수 1인당 연 4,343 만원/년명)의 산업체 연구과제를 수주하였다. 또한, 사업 전기간 동안 21건, 23억 1,200 만원 (참여교수 1인당 연 2,334 만원/년명)의 기술료를 갖는 기술이전 수행하였으며, 특히, 2015년 4월 ㈜아레스메드와의 선급기술료 10 억원 & 경상기술료 매출액의 2%의 우수 기술 이전과 2017년 10월 Biot Inc.와의 선급기술료 20 억원 & 경상기술료 매출액의 2%의 우수 기술을 수행하는 등, 기술 이전이 매우 우수하였다. 지역 기업과의 공동연구개발을 통하여 관련 제품 생산 및 수출 증대를 위한 아이디어의 제공 및 특허 출원으로 제품 생산에 실질적으로 기여하는 등 지역특화 산학협력의 연구 실적이 매우 우수하였다.



마. 시사점

서울대학교 융합지식기반 창조형 기계항공 인재양성사업단은 혁신적 미래 가치를 창조하는 기계항공공학 인재 양성을 목표로 하고 학생 논문의 질적 우수성을 높이는 등의 노력을 통해 인재 취업의 질적 우수성 확보하였다. 이로써 박사 배출 실적이 크게 증가하였고, 교수임용과 연구소 진출 등 우수한 인력을 배출하였다. 교수 1인당 환산논문편수에서 스탠포드 대학을 능가하는 등 연구의 양적인 면에서 이미 세계적인 수준을 뛰어넘었고 질적인 면에서도 꾸준히 향상하고 있다. BK21플러스 사업을 통해 스탠포드대와의 선도추구 연구교류를 수행하고 조지아 공대와의 공동 박사학위제로 상생발전 교류를 통해 성공적인 국제화를 진행하였다. 참여 구성원들이 국제 우수 학술단체 석학회원, 세계적 수준의 학술저널의 편집장 등으로 활동하며 국제무대에서의 중추적 역할을 수행해오고 있다. 산학협력센터를 구성하여 일방적이고 단편적인 관계가 아닌 동반성장형 산학교류를 실행에 옮겨왔다. 이러한 노력을 통해 QS World University Rankings 에서도 기계항공우주공학 분야는 2013년 29위에서 2020년 23위로 상승하였다.

경북대학교 ICT 창의인재양성 사업단은 지역거점국립대학으로서 글로벌 환경에서 전문성을 갖추고 지역 ICT산업의 발전에 기여할 수 있는 glocal화된 인재양성에 노력해왔다. 연평균 105명 이상의 석박사급 인력을 배출하여 높은 전공 적합성을 갖는 교육기관, 연구기관, 산업체로 진출시켜왔다. 사업 수행 기간 동안 졸업생의 취업률이 2014년 72.5%에서 사업종료 시점 84.62%로 꾸준히 증가하였으며, 취업자의 전공 적합도는 99% 이상으로 나타났다. 참여대학원생 1인당 환산보정 IF가 '15년 성과평가 당시 0.039편 대비 '19년 종합평가에서 0.077편으로 약 97%만큼 크게 증가하였고, 참여교수 1인당 환산보정 IF의 경우 '15년 성과평가 당시 0.68편 대비 '19년 종합평가에서 0.77편으로 약 13.2% 증가, 환산논문 1편당 환산보정 IF는 사업초기인 '13년의 0.40에서 '19년 종합평가에서는 0.52로서 약 30% 증가하여 연구의 양적/질적 동반 성장을 이루었다. 기업 친화적 ICT 융복합 산학협력 지원시스템을 구축하고 glocal 인재를 양성함으로써 지역 산업체와의 지속적 동반 성장 체제를 마련하여 산업/사회의 문제 해결에 기여해왔다.

한양대학교 융합 IT기반 미래가치 창조 인재양성사업단은 개별기술개발에서 벗어나 IT기술간의 융합을 통한 미래가치창조를 목표로 3대 융합 IT 특성화 분야를 집중 육성해왔다. 대학원생을 박사과정과 석박사 통합과정 위주로 확보하여 그 비율을 사업 전 54%에서 최고 61%까지 증가시켜 연구의 연속성과 완성도를 높였다. 이를 통해 청년 드림 대학 평가 4회 연속 최다 최우수대학에 선정되어 교육의 높은 질적 우수성을 시사해준다. 사업단 참여 대학원생의 전체 논문의 보정 IF가 사업초기인 2015년 성과평가 대비 최근 1.5년(2018.3~2019.6) 195% 증가하여 대학원생 연구 및 논문 실적의 질적 향상을 보여주었다. 참여 교수진 연평균 교수 1인당 환산보정 IF 0.6745 및 ES 1.1839를 달성하였을 뿐만 아니라, 특허등록 4,5846건과 기술이전

29,596천원 등 매우 우수한 연구 및 산학협력 실적을 보여주었다. 또한 국제공동연구를 꾸준히 발전시켜 2013년 1건을 시작으로 사업 4, 5차년도에는 총 48건의 국제공동연구를 진행하였으며, 2018년에는 14건 2019년 6개월간 9건의 실적을 달성하였다. 다만 CMU, 스웨덴 Chalmers University, 영국 옥스퍼드대학, 미국UCLA, 싱가포르 SUTD, 중국 칭화대, 핀란드 TUT,스페인 UAB 등 기관과 MOU를 체결하여 실제적인 학생 및 교수들의 교류를 통한 지속적인 공동연구를 위해 노력해왔다. 이를 통해 전기·전자분야 QS 세계대학평가 순위에서 2013년 136위에서 B21 플러스 사업 6, 7차년도 평균 92위를 차지하며, IT분야 세계적 연구중심 대학으로 성장하였다.

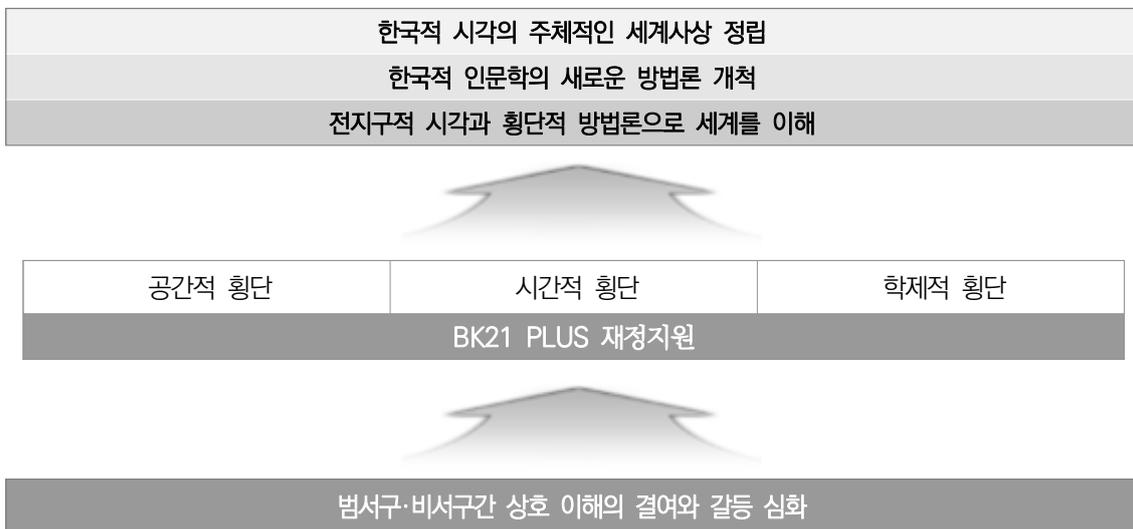
전남대학교 미래융합기계시스템사업단은 지역의 주력산업에 활용 가능한 차세대로봇, 지능부품/소재, 그린에너지 등의 융합 연구개발을 주도함으로써 지역중점 산업에 필요한 고급인력 공급을 목표로 삼았다. 학사과정 학생들의 높은 취업률 및 취업 선호, 그리고 우수 인재들의 수도권으로의 유출로 인해 대학원생 유치가 힘든 상황이었으나, 추가 장학금 지급 등 사업단 자체 노력과 대학 본부의 각종 프로그램 및 지원들을 통해 충분한 대학원생들을 확보할 수 있었다. 국제학술대회/국제심포지엄 개최, 참여교원들이 국제 학회 수상, 초청강연/기조연설, 위원회/좌장 활동 등 여러 국제화 활동을 지속적으로 수행하였다. 지역 기업과의 공동연구개발을 통하여 관련 제품 생산 및 수출 증대에 실질적으로 기여하는 등 지역특화 산학협력의 연구 실적이 매우 우수하였다. 본 사업을 통해 명실상부한 “차세대로봇/지능부품소재/자동차융합분야 글로벌인력양성기관”으로서 자리매김을 하였고, BK21플러스 사업의 체계적인 진행을 통해 한 단계 구체화 된 조직으로 도약하였다.

5 인문-사회 영역

가. 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육 연구 사업단 (성균관대학교 사학과)

(1) 사업단 소개

성균관대학교 BK21플러스 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육-연구 사업단은 세계가 직면하고 있는 다양한 문제들을 전지구적인 시각과 횡단적인 방법론을 통하여 깊이 이해하고, 그 해결책을 모색하는 취지의 사업단이다. 이러한 세계에 대한 이해를 통하여 한국적 시각의 주체적인 세계사를 정립하고, 한국적 인문학의 새로운 방법론을 진취적으로 개척하려고 하였다. 또한 이런 한국적 인문학 방법론을 세계사 교육과 연계함으로써 연구와 교육을 긴밀하게 연결시키는 교육 연구 모델을 구축하고자 하였다. 이러한 교육을 통해 배출된 창의적 인재와 연구성과들은 세계분쟁과 갈등의 치유에 중요한 역할을 담당할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 더하여 글로벌 시대 횡단적 역사학의 문제의식을 공유하는 연구자들을 통하여 소모적인 논쟁을 지양하고 사회 갈등을 해소하는 데에도 공헌할 수 있이라는 기대하에 사업단은 운영되었다. 이 사업단의 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육연구는 한국 역사학의 글로벌화를 통해 세계사회에 기여할 수 있는 고급 역사 전문인력 양성에 기여하고 있다.



(2) 사업단 우수 교육성과

글로벌 시대 횡단적 역사학 교육연구 사업단은 세계 최고 수준의 역량을 갖춘 역사학 전문 연구인력 배출을 목표로 ‘핵심인재’, ‘창의인재’, ‘통합인재’ 양성을 지향해왔다. 이를 위해 사업단은 대학원생의 국제 감각 제고를 위해 해외 장단기 연수, 국제적 학술활동 지원, 국제어 강의

개설, 글로벌 네트워킹을 이용한 해외학자 초빙 특강, Global Alliance 구축, 국제화추진위원회 등의 부문에 주력하였다. 구체적인 성과로는 장기 해외연수(12개월)에 7명을 지원하였으며, 54명에게 단기 해외연수를 지원하였다. 또한, 사업 기간 동안 총 18회의 해외학자 초청강연회를 시행하였으며, 매년 1~2회 국제학술회의를 개최하여 국제교류의 장을 마련하였다. 이 외에도 우수한 대학원생 조기 발굴과 교육을 위한 자율주도형 예비대학원생 제도를 시행하였으며, 교수지원형 역사연구팀, 자율주도형 역사연구팀 운영을 운영하기도 했다.

이 사업단은 대학원생 교육에서 다음과 같은 성과를 올렸다.

○ 대학원생 1인당 논문 건수

- 2단계 BK21에서는 0.427편, 3단계 BK21 플러스에는 0.8351편의 논문 건수를 달성하여 95% 증가율을 보였다. 또한 3단계 BK21 플러스 사업기간 동안 참여대학원생은 국제학술대회에서 총 56건의 논문을 발표하였다.

○ 신진연구 인력의 1인당 논문 건수

- 2단계 BK21에서는 1.05편, 3단계 K21 플러스에는 2.6편의 논문 건수를 달성하여 147% 증가율을 보였다.

○ 참여대학원생의 취업 우수 성과

- 최근 3년간(2017년~2019년) 대학원생 확보 실적은 석사 73명, 박사 52명이며 연평균 총 42명이다. 졸업생 배출실적은 석사 35명, 박사 11명으로 연평균 총 15명을 배출하였다. 석사 졸업생은 국내외 진학, 우수 연구기관, 산업체 등으로 진출하였으며 취업률은 80%이다. 박사 졸업생들은 우수 교육기관, 연구기관 등으로 진출하여 취업률은 100%에 달한다.

○ 신진연구인력의 취업 우수 성과

- 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육 연구 사업단의 신진연구인력 총 8명 중 5명이 국내외의 유명 대학 전임교원으로 임용되었다. 우수 성과 사례로는 신라대 전임교원 김정식, 동경외국어대 전임교원 후지이다케시, 충북대 전임교원 이찬행, 성균관대 전임교원 한영화, 성균관대 전임교원 이상동 등이다. 나머지 3명은 박사후연구원, 연구교수 등으로 재직 중이다. 또한 신진연구인력 이찬행은 우암 우수논문상을 재직 중에 수상하였다.

(3) 사업단 우수 국제화 성과

글로벌시대 횡단적 역사학 교육 연구 사업단은 범서구와 비서구의 학계를 연계하는 연구 허브를 구축하여 독자적 문제의식과 방법론에 입각한 선도적인 국제화를 실현하는데 노력해 왔다. 일본 3개, 중국 2개, 미국 1개, 러시아 1개 등 6개국 10개 기관과 학술교류협정을 체결하여 국제활동의 기반을 마련하였다. 또한 이를 발판으로 국제학술대회, 장단기해외연수 등 공동의 학술활동을 위해 협력하였다. 최근 5년간(2015년~2019년) 참여교수는 연평균 12명, 대학원생은 연평균 7.2명이 국제학술대회에서 발표했고, 대학원생은 장기해외연수 연평균 1.2명, 단기 해외연수 연평균 9명이 수행하여 글로벌 트렌드를 선도하는 수준으로 발전하였다.

(4) 사업단의 우수 연구성과

글로벌시대 횡단적 역사학 교육-연구 사업단의 연구 목표는 주체적인 세계사 연구와 이해를 바탕으로 세계의 다원적 이해에 도달하는 것이며, 마지막으로 인류의 보편적 가치형성에 공헌하는 것이다. 우리의 주체적 시각에서 범서구와 비서구의 역사적 경험을 새롭게 해석하는 연구를 산출함으로써 세계 역사학계에서 한국의 독자적 위상을 확보하고, 장기적 시야에서 한국 사회와 국가의 발전에 필요한 인문학적 기반과 독창적 지식을 제공하고자 해왔다. 글로벌시대 횡단적 역사연구를 선도할 수 있는 연구센터를 구축하여 국내외 연구역량을 집중화함으로써 연구 중심대학으로 성장한 것은 연구성과에서도 잘 나타나고 있다.

국내 최고 수준의 연구 역량 확보

세계적 수준의 연구기관으로 성장 기반 마련

참여교수 1인당 연구실적 환산편수 7.94편	참여교수 1인당 정부연구비 수주총액 1,507,313천원	해외기관연구비수주 환산총액 620,000천원	참여교수 1인당 총연구비 수주액 303,901천원
--------------------------------	--	-----------------------------	-----------------------------------

이 사업단의 연구 성과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 우선 참여교수들은 사업 기간 동안(2015년~2019년) 높은 수준의 연구 실적을 산출해 왔다. 저서를 제외한 전체 논문실적은 연평균 1인당 2.42편(환산)이고, 이 중 국제저명학술지 연구 실적은 연평균 1인당 1.05편(환산)이다. 특히 심사과정이 엄격하고 높은 수준의 연구 역량을 요구하는 국제저명학술지에 다수의 논문을 게재함으로써 학술적 사회적 임팩트를 갖춘 연구

성과를 더욱 향상시키고자 했다. 참여교수 박재우의 『고려 전기 대간제도 연구』(새문사, 2014)는 2015년 대한민국학술원 우수도서에 선정되었고, 「고려시대 김방경의 선대기록과 계보관계」(한국중세사연구, 37) 논문은 한국연구재단 우수 논문에 선정되기도 하였다. 참여교수들은 논문과 저서를 통해 본 사업단의 연구비전에 부합하는 글로벌적 시각을 견지하면서 주제적인 역사상을 정립하고자 했으며, 본 사업단의 추진전략인 시간적, 공간적, 학제적 관련성으로 횡단적 역사 연구에 주력하였다.

나. 고려대학교 경제학과 ‘한국경제의 새로운 패러다임에 관한 연구 및 전문인력양성 사업단’

(1) 사업단 개요

고려대학교 경제학과 ‘한국경제의 새로운 패러다임에 관한 연구 및 전문인력 양성 사업단’은 한국경제의 새로운 패러다임 구축에 기여하는 다양한 경제학 분야의 연구를 수행하고 이에 이바지할 수 있는 우수 연구인력 배출을 목표로 하였다. 새로운 패러다임을 구축하기 위해 세 가지의 구체적 비전(아시아/태평양 최상위 경제학 전문 연구자 양성기관으로 성장, 한국 경제의 새로운 패러다임 구축에 기여할 전문연구인력 양성, 교육과 연구의 선순환 구조 수립 및 운용)을 설정하고, 이를 기반으로 탁월한 연구 및 교육 성과를 달성하였다. 그 결과 고려대학교 경제학과는 QS랭킹 세계 60위, 국내 사립대학 1위(2020년)를 달성하는 등 여러 권위 있는 대학평가기관으로부터 세계 상위권 대학으로 평가받고 있으며, 특히 국내 사립대학 중 1위로 발돋움하게 되었다.



(2) 교육역량 향상

본 한국경제사업단은 현재 한국경제가 가지고 있는 구조적인 문제에 대한 직관과 해결책을 제시할 수 있는 우수 연구 인력을 배출하기 위해, ① 세계적 수준의 교육 프로그램 구축, ② 대학원생 및 신진연구 인력을 위한 국제 연구 네트워크 형성, ③ 한국 경제의 새로운 패러다임 연구를 위한 교육기반 조성이라는 목표를 설정하였다. 각각의 목표 달성을 위해 본 사업단에서 추진한 세부 사업은 다음 표에 제시되어 있다.

교육역량 달성을 위한 세부 프로그램

목표	세부내역
세계적 수준의 교육 프로그램 구축	<ul style="list-style-type: none"> ① 세계적 수준에 맞는 대학원 핵심 교과과정 수립 및 운영 ② 논문작성법 강의 ③ 통계패키지 워크숍, 연구센터별 워크숍 등 비교과과정 프로그램 활용을 통한 연구역량 강화, ④ 영어 및 강의 포트폴리오 개발 프로그램 운영, ⑤ 박사 후 과정·신진연구 인력에 대한 연구지원 프로그램을 구축
국제 연구 네트워크 형성	<ul style="list-style-type: none"> ① 해외 석학들과의 팀티칭(공동강의) 제도(불확실성 및 정보의 경제학, 학수번호 ECO603) 및 공동연구 인센티브제도 운영 ② 해외 우수대학과의 Ph.D. 공동 컨퍼런스 개최를 통한 학술 및 대학원생 교류 ③ 해외 우수대학과 복수학위제 운영 및 'Campus Asia(캠퍼스 아시아)'를 통한 교육 국제화
새로운 패러다임 연구를 위한 교육기반 조성	<ul style="list-style-type: none"> ① 연구센터별 특성화 교육모듈 개발 및 운영 ② 연구센터별 세미나(연평균 61.5회) 및 워크숍 수업(Ph.D. 컨퍼런스, 코딩 워크숍 등)을 통한 지식 습득 및 발표력 향상 ③ 협동교육과정(금융공학 연계과정) 개발 및 운영

체계적이고 충실한 교육 프로그램에 힘입어 사업기간 동안 184명의 석사와 42명의 박사를 배출하였으며, 특히 박사과정 졸업 전에 많은 학생들이 국제저명학술지(SSCI)에 논문을 게재하였다. 박사 졸업생 중 세계적인 출판사 엘스비어(Elsevier)가 선정, 시상하는 '아틀란스 상(Elsevier Atlas Award)'을 수상하는 영예도 안았다. 또한, 졸업생들이 국내외 유수의 대학과 권위 있는 연구 기관에 연구원으로 취업하여 국내뿐 아니라 국제적 Think-Tank에 전문인력을 제공해 오고 있다.

(3) 연구역량 향상

이 사업단은 '세계 상위권의 연구역량 달성'과 '한국경제의 새로운 패러다임 분석 및 정책 제안'이라는 사업단 연구비전을 수립하고 구체적인 목표로서 ① 경제학 분야에서 세계 상위권(30위권) 진입, ② 한국경제의 새로운 패러다임에 관한 종합적이고 체계적인 연구수행 및 ③ 교육과 연구의 선순환 구조 수립'을 설정하였다.

이러한 연구 비전을 달성하기 위해 ① 연구센터 평가 강화 및 우수연구자(참여교수, 신진연구인력 및 참여대학원생)에게 인센티브제도, ② 국제학술교류 활성화, ③ 센터 내 '공동연구원'으로서 참여대학원생 역할 강조, ④ 다양한 해외 교류 추진, ⑤ 연구센터별 특화된 주제 연구 등과 같이 구체적으로 연구 비전을 달성하기 위해 노력해왔으며, 이에 대한 구체적인 실행방안은 다음과 같다.

우선 사업단 자체적으로 평가를 실시하고, 우수한 연구 성과를 거둔 참여구성원들에게 각종 인센티브를 제공하여 연구 의욕을 고취하는데 기여하였다. 둘째, 사업기간 동안 국제학술교류 활성화에 매진하였다. 국제 학술대회의 경우 총 19건을 개최하였으며, 다양한 해외교류 프로그램을 추진하였다. 이중 일부 실적은 다음과 같다.

- ① IWYE(International Workshop of Young Economists) 및 YRW(Young Researchers' Workshop)의 일환으로 Korea and the World Economy XVII를 개최
- ② 중국 북경대 및 복단대와 학술네트워크 구축
- ③ Hong Kong University of Science and Technology 및 일본의 Keio University와 매년 국제컨퍼런스 개최함의
- ④ Hitotsubashi University 와 경제연구소와 학술대회를 개최

이러한 노력에 따라, 본 한국경제사업단은 다양한 연구성과를 이루어낼 수 있었다. 우선, 본 사업단의 대표 논문들의 논문 1편당 평균 IF는 약 1.37이며 경제학 분야만 이용한 경우 논문 1편당 IF 수치는 1.22이다. 이 수치는 경제학 전체 363개의 저널에서 IF기준으로 약 50% 이내에 해당하는 아주 높은 수치이다. 또한 보정 IF 및 환산보정 IF는 각각 0.36 및 0.63이고, 경제학 분야만 이용한 경우 0.32 및 0.56로 높은 수준을 보이고 있다. 사업단에서 발표한 논문의 질적인 우수성을 대변하는 결과로 볼 수 있다.

추가적으로 사업단의 대표 논문들은 대부분 최소 1회 이상의 인용횟수를 가지고 있으며, 평균적으로는 약 8.14건 인용된 것으로 나타났다(2019년 8월 기준). 이는 대부분의 논문이 비교적 최근에 게재된 것이라는 것을 고려할 때, 상당히 높은 수준으로 본 사업단의 연구가 단순히 학

술적인 논의에서 그치지 않고 전 세계적으로 주목받고 있음을 의미한다. 대표적으로 이종화 교수의 Wage structure and gender earnings differentials in China and India (World Development) 박철범 교수의 Is the recent low oil price attributable to the shale revolution?(Energy Economics), 김세익 교수의 Distribution-free estimation of zero-inflated models with unobserved heterogeneity(Statistical Methods in Medical Research)는 각각 상위 7.16%(363개 경제학 SSCI 저널 중 26위), 6.61%(363개 경제학 SSCI 저널 중 24위), 2.42%(124개 통계와 확률 SCI 저널 중 3위)로서 저널순위 JCR 해당 저널 분야에서 15% 안에 포함되는 최상위 저널에 발표된 논문들이다. 또한 본 사업단 소속의 이명재 교수는 '성향점수 잔차항을 최소자승회귀분석에 활용하는 처리효과 추정 방법 및 장치'라는 제목으로 특허를 출원하여, 계량경제학적 방법론의 응용을 통한 사회문제 해결에 있어 이론적/실증적 기반을 제공하였다.

(4) 우수인재배출

이 사업단은 선정평가 당시 취업률 현황 분석을 통해 취업의 질적 향상을 높이는 것을 목표로 하기도 했다. 특히, 박사학위자의 경우 교육기관 임용이 전무했다는 문제점을 인식하여 '아시아/태평양 지역 교육기관 또는 국내 대학 전임 연구인력 배출'을 최우선 목표로 설정하였으며, 석사학위자의 경우 전공 적합도가 낮다는 문제점을 인식하여 '경제관련 연구 분야 취업률 향상'을 목표로 설정하였다.

이를 달성하기 위해 본 사업단의 세부 전략은 다음과 같다.

- ① 취업 우수성 달성을 위한 컨퍼런스 및 세미나, 워크숍, 정기 세미나 등의 지속적 개최
- ② 대학원생의 신규교원 임용세미나 참여
- ③ 취업담당관의 인터뷰 지도 등 실질적인 프로그램 병행

이러한 계획들은 사업기간 동안 성실히 이행되었고, 졸업생들의 뛰어난 연구 및 교육 능력 향상에 기여하였다. 그 결과 재선정평가 당시 전무하였던 박사 졸업생의 교육기관 전임교원 임용이 실현되어, 총 4명의 전임교원을 배출할 수 있었다(국내 대학 1명, 해외 대학 3명). 또한 석사학위자 경우 취업대상자의 64.9%인 63명이 취업한 것으로 나타났으며, 이 중 경제분야 연구소 및 정부기관 취업자 비율은 68.3%로 나타나, 석사 취업자의 전공부합도 역시 높은 것으로 나타났다.

이는 '박사 졸업생의 교육기관 진출 확대'와 '석사 졸업생의 경제관련 연구 분야 취업률 향상'

이라는 사업 목표 하에 우수한 연구 역량을 바탕으로 국제적 수준의 교육을 제공한 것과 아울러 취업 지원 프로그램과 세부 전략들을 성공적으로 수행했기 때문에 가능하였다.

다. 시사점

인문-사회계열 두 사업단 사례는 우수 연구진의 연구능력을 바탕으로 한 충실한 교육이 인문 및 사회 분야에서도 국제적인 성과를 이루어낼 수 있음을 보여주고 있다. 인문학 분야에서 신진 학자들이 해외논문 출간은 쉽게 달성되기 어려운 성과로 볼 수 있다. 글로벌 시대 횡단적 역사학 교육-연구 사업단은 시야를 넓힌 연구주제로 이러한 성과를 이루어내고 있다. 이 사업단이 이루어 낸 연구능력 향상이 다른 인문학 분야의 사업단들에 비해 높은 취업률로도 연결된 것으로 해석된다.

한국경제의 새로운 패러다임에 관한 연구 및 전문인력양성 사업단이 이루어낸 성과는 그동안 국내 경제학 대학원 교육에서 보여온 성과를 훨씬 뛰어넘고 있다. 사업단이 정한 박사학위 취득자의 대학원 교육기관 임용이란 목표는 BK21 사업이 지향해야 할 중요한 목표를 집약적으로 보여주고 있다. 그리고 실제로 이 목표를 실현해 낸 것은 향후 한국의 대학원에 대한 학부생들의 인식 개선에도 큰 도움이 될 것으로 기대된다. 물론 이런 결과가 가능했던 것은 학생들이 졸업 전에 우수한 논문을 생산해냈기 때문이다. BK21 사업으로 인해 우수한 잠재연구인력을 대학원에서 선발할 수 있었으며 대학원에서 교수-학생 간의 긴밀한 공동연구가 이루어졌기 때문에 가능한 결과로 풀이된다.

6 특화전문인재와 글로벌 인재 양성

가. KAIST 문화기술대학원 '콘텐츠 사이언스 사업단'

콘텐츠 사이언스는 미래 고부가가치 창조산업으로 발돋움할 수 있는 콘텐츠 분야에 대한 통섭적 이해를 바탕으로 콘텐츠의 생성, 확산, 향유의 전주기를 체계화하는 과학-인문-예술 융복합 학문이다. 구체적으로, 문화 콘텐츠 생성 분야는 문화 콘텐츠의 제작 및 창작에 관한 원천기술 개발과 새로운 패러다임 구축을, 문화 콘텐츠 확산 분야는 콘텐츠의 문화적 배경 및 사회적 수용을, 문화 콘텐츠 향유 분야는 문화 콘텐츠의 체험과 향유를 위한 원천기술 및 응용을 연구한다. 이렇듯 콘텐츠 사이언스는 문화적 상상력과 창의성을 기반으로, 미래 창조사회에 요구되는 문화 콘텐츠 분야에 대한 통섭적 이해 및 콘텐츠의 전주기적 가치 창출을 위한 총체적 지식을 교육, 연구한다.

KAIST 문화기술대학원은 국내 최초로 국가 6대 차세대 산업의 하나인 문화기술(Culture Technology) 분야의 기술 개발 및 인재 양성을 위하여 설립된 이후 문화기술 분야의 발전을 선도하고 있다. KAIST 문화기술대학원 콘텐츠 사이언스 사업단이 BK21+ 사업 기간에 축적한 인력양성-연구-창업-국제화 성과를 아래 요약 소개한다.

(1) 콘텐츠 사이언스 분야 인력양성 성과

3단계 BK21 4차년도(2016년)부터 7차년도(2019년) 상반기까지 48명의 졸업생(참여교수 지도학생)을 배출하였고, 이는 전임교수 1인당 5.37명에 달한다. 이 중 22명의 인원이 콘텐츠 사이언스 분야 산업계로 취창업, 21명은 박사과정 진학, 2명은 프리랜서 미디어 작가로 성장했다.

참여대학원생 1인당 2016년 1.4편(이하 환산편수 합), 2017년 4.7편, 2018년 1.4편, 2019년 상반기 2.1편의 SCI(E)급 국제학술논문을 게재하였으며, ISEA, TENOR, Design Computing + Cognition, CGI, ISMIR, ECAADE, ISMAR, AUI, Soc Info, SIGGRAPH, CSCW과 같은 우수 국제 학회에서 90여 건 이상의 논문을 발표하고 국제교류를 수행했다.

참여대학원생들은 호주 Queensland University of Technology, 프랑스 CNAM-ENJMiN, UN Pulse Lab Jakarta, 핀란드 Aalto University, 영국 UCL, 미국 Santa Fe Institute 등에 장기 연수를 함으로써 국제적 연구역량을 길렀다.

(2) 콘텐츠 사이언스 연구 성과

본 사업단은 콘텐츠 사이언스 연구영역을 Visual Content Technology, Sound & Music

Technology, Interactive Technology, Computational Design, Cultural Complexity와 같이 크게 5개의 영역으로 나누어 융합형 콘텐츠, HCI, 뉴미디어, 소셜네트워크, 디지털 아트, 디지털 엔터테인먼트, 음악 콘텐츠, VR/AR 콘텐츠와 같은 창의력과 과학기술을 기반으로 하는 첨단 문화 콘텐츠 연구를 진행했다.

참여교수 1인당 2016년 5.3편, 2017년 8.2편, 2018년 5.2편, 2019년 상반기까지 4.5편의 SCI(E)급 국제학술논문을 게재했다. ACM Transactions on Graphics (impact factor(IF)=3.63), Journal of Medical Internet Research (IF=5.7), Journal of Communication (IF=3.16), Nature Scientific Reports (IF=5.58)와 같은 분야 최고 수준 학술지에 게재함으로써, 양뿐만 아니라 질적인 면에서도 국내 콘텐츠 사이언스 분야를 선도하는 성과를 거두었다.

2016년 3월 ~ 2018년 2월 기간에 참여교수 1인당 708백만원에 달하는 연구비를 수주하였고, 27건의 국내외 특허를 등록하였으며, 2018년 3월 ~ 2019년 8월 기간에 참여교수 1인당 약 424백만원에 달하는 연구비 수주실적과 총 18건의 국내외 특허 등록 및 2건의 기술이전 성과를 냈다.

남주한 교수팀은 2018년 AI 학습 대상을 음원 아티스트로 세분화한 ‘고정확도 음악특징학습 및 추천 기술’개발에 성공하여, 좁은 범위의 학습을 적용해 정확도를 높인 음원 스트리밍 서비스용 곡 추천기술을 개발하였으며, 이를 네이버와 협력해 새로운 스트리밍 앱에 적용했다.

노준용 교수 연구팀과 CJ CGV가 세계 최초로 공동 개발에 성공한 미래형 다면 상영시스템 SCREEN-X는 2016년을 기준으로 미국, 중국, 태국 등 전세계 80여 개의 극장에 설치되어 운영 중이며, 기술 및 시장 경쟁력 선점을 위해 한미, 한중 합작 영화 제작하는 등 전 세계에 관련 플랫폼 및 콘텐츠 확산을 위해 적극적으로 나서고 있다.

이병주 교수팀은 원버튼 게임(one-button game)내 레이턴시(latency)가 플레이어에게 미치는 영향을 보완할 수 있는 기법을 개발하였다. 게임의 겉보기 형태를 변화시킴으로써 플레이어는 레이턴시가 있음에도 레이턴시가 없는 환경에서와 같은 실력으로 플레이할 수 있게 하는 방식으로, 이는 레이턴시가 플레이어의 행동에 미치는 영향을 예측하는 수학적 모델의 개발을 기반으로 하며, 해당 연구는 인간-컴퓨터 상호작용 분야 최고권위 국제 학술대회 CHI2019에 게재되었다.

이성희 교수팀은 직관적인 캐릭터 리깅을 위한 스플라인 기반 인터페이스를 개발하여 기존의 페인트브러시 기반 인터페이스에 비해 소요 시간 및 품질을 획기적으로 향상시켰다. 방승배 박사과정생은 이 연구로 SIGGRAPH 2018 ACM Student Research Competition에서 대상을 수상했다.

우운택 교수팀은 깊이 데이터 복원 기법을 활용한 실제 물체에 의해 가려진 손의 26차원 관절

자세 추적 방법을 제안한 ‘깊이 정보 복원을 이용한 입자 군집 최적화 기법 기반의 물체와 상호 작용 하는 손 자체 추적’으로 2018 한국소프트웨어종합학술대회에서 최우수 논문상을 받았다.

이원재, 차미영 교수팀은 중국의 대표 마이크로 블로깅 웹사이트인 Sina Weibo를 분석하고, 해당 매체에서 알고리즘을 통해 루머, 가짜뉴스 및 선동성 글을 구별하는 방법을 제시하였다. 관련 논문인 ‘랜덤포레스트를 활용한 Sina Weibo 상 루머, 가짜 뉴스와 선동 포스트의 분류’는 2018 한국컴퓨터종합학술대회에서 우수 발표 논문상을 받았다.

(3) 창업 성과

최유진 졸업생이 공동창업한 주식회사 클라썸은 강의별 소통 플랫폼 제작 업체로 학생들과 교사의 소통을 쉽고, 간편하고 스마트하게 만들어주는 수업 별 소통 플랫폼을 제공한다. 2017년부터 서비스를 운영하였고, 2018 Microsoft Imagine Cup World Finalist로 선정되었으며 제7회 정주영창업경진대회 대상을 수상했다.

김선중 박사 졸업생은 4명의 컴퓨터와 물리, 디자인, 한의학 전공 전문가와 (주)호모미미쿠스를 창업했다. 이 회사는 포털 및 인터넷 정보 매개 업체로 자연 속에서 생물의 특징을 잡아 과학기술에 접목하는 분야인 ‘자연모사’를 활용하여 주변 자연에서 모방하고 싶은 대상을 찾아주는 ‘mimic.us’를 통해 탐색 웹서비스를 제공한다. 데이터에 찾는 방식이 획기적이어서 마우스 디자인으로 유명한 미국 디자인 업체 ‘아이데오(IDEO)’와 상용화를 제안하고 공동연구를 시작하였다. 또한, 독일 프라운호퍼와 테슬라 협력업체 ‘브라이트랩(BriteLab)’, 일본 헬스케어사 ‘인포컴(Infocom)’ 등 다양한 기업체와 자연 모사 공동연구를 진행했다.

(4) 국제화 성과

이란의 과학기술대학 Khaje-Nassir-Toosi University of Technology(이하 KNTU)과 콘텐츠 사이언스 분야 협력을 진행했다. 2015년부터 이란의 KNTU가 KAIST 문화기술대학원과 동일한 커리큘럼을 갖춘 대학원 설립에 대한 컨설팅 지원을 요청에서부터 시작되었고 각 기관 대리자가 한국과 이란을 오가며 KAIST의 문화기술대학원을 벤치마킹한 KNTU CT 설립과 신규 학위 개설에 따른 기본 골격 마련하는 등 미래의 우수 인재 확보 및 KAIST와 이란·중동 지역과의 국제교류 활성화를 위해 노력했다. 그 결과 2017년 하반기 KAIST 대학원 입학기준이 적용된 신입생이 선발되었으며 2명의 이란인 학생이 문화기술대학원에 입학했고, 이후 지속적으로 이란으로부터 학생들이 입학하고 있다.

참여교수의 대다수가 CASA, SCA, SIGGRAPH Asia와 같은 국제 저명 학술회의에서 Committee Member로 활동하고 있다. 2019년에는 남주한 교수와 박주용 교수가 미디어 아트

분야 최고 학술대회인 ISEA(International Symposium on Electronic Art) 2019에 아카데미 디렉터로 참여하여, 50개국에서 1,000여명이 참가한 큰 규모의 행사를 성공적으로 운영했다.

사업 기간동안 Keio University Graduate school of Media Design (KMD), Queensland University of Technology, Aalto University, NAIST 등과 국제학술대회 및 공동워크숍 개최를 통해 약 15개국 300여명의 외국인 학생 및 Content Technology 관련 연구원, 국내외 산업체 인사에게 문화기술대학원의 학문적 역량을 소개하고 융합연구 및 상호교류의 기회를 확대하였다. 그 결과 프랑스, 호주, 카자흐스탄, 중국, 타지키스탄 등 13명의 각국 우수 학생이 문화기술대학원에 방문하여 인턴십을 수행하였고, 이 과정을 통해 콘텐츠 사이언스 연구 분야에 대한 관심도가 높아져 진학하는 사례도 증가하였다.

나. 첨단원자력공학사업단 (포항공과대학교 첨단원자력공학부)

포항공과대학교 BK21 플러스 첨단원자력공학사업단은 신설(2010.12 학과개설) 포항공과대학교 첨단원자력공학부를 원자력분야 전문 연구중심 대학원과정으로 지속 발전시켜 세계 10위권 원자력 대학원을 구축함을 목표로 삼고 출범 하였다. 이를 위하여 세계적 경쟁력을 갖춘 원자력분야 인재양성을 위한 교육역량 강화, 세계적 경쟁력을 갖춘 원자력 연구역량 강화, 그리고 글로벌 차세대 원자력분야 리더격 인재 양성의 3가지 세부 목표를 세우고 사업을 진행한 결과 명실상부한 원자력분야 고급 전문인력 양성 기관 및 연구 중심 대학원으로 도약하였다

(1) 교육

첨단원자력공학사업단의 교육과정은 원자력 전문대학원 과정으로서 원자력공학이 전반적인 과학 기술 및 공학분야를 아우르는 종합학문의 특성을 가지고 있기에 학제 간 융합교육에 중점을 두고 원자력 인재 양성을 위한 교육역량 강화를 위해 노력하였다. 이를 위하여 본 사업단에서는 원자력 전공 및 다양한 관련 타 분야 전공 우수학생들을 선발하여 원자력공학 일반·기초·응용 지식을 집중 교육하고 국제적인 선진연구와 병행하여, 융합적 사고가 가능한 원자력 전문 고급인력을 양성함에 주안점을 두었다. 이를 위한 전략으로 새로운 가치를 창출하는 특성화 전략, 창의적 가치를 창출하는 융복합 전략, 혁신적 가치를 창출하는 고도화 전략 그리고 선도적 가치를 창출하는 글로벌 전략을 수립하여 괄목할만한 성과를 이루었다. 주요 성과는 아래와 같다.

- 전문성과 융복합 역량 강화를 위한 정규 교과과정 종합 개편

기존의 교과목 체계를 교육 역량강화를 위한 특성화, 고도화, 융복합화 및 글로벌화의 전략하에 교과목 체계를 전면적으로 개편하여 운영하였다

2019년도에는 4차 산업혁명에 부응하여 안전하고 미래지향적 원자력 에너지 기술기반을 구축하기 위해 원자력 안전과 인공지능을 융합한 교과목을 개설하였다

교과목 체계는 기본적으로 원자력의 기초가 되는 공통과목과 각 중점 연구분야 (원자력안전, 원자력물리/핵융합, 원자력환경/방사성폐기물관리)별로 필수적으로 이수해야 할 전공 선택필수 과목 및 전공 선택과목으로 나누어 구축하였다.

《중점연구분야별 교과목 체계도(2017년도 개편)》

분야	원자력안전	원자력물리	원자력환경
공통과목	<ul style="list-style-type: none"> - 원자력공학 - 원자로물리학 - 고급원자로물리학및공학 - 원자로실험 		
전공 선택필수	원자력발전공학	방사선계측	방사성폐기물관리
전공선택	<ul style="list-style-type: none"> - 열전달물리학 - 원자력열수력학1 - 원자력열수력학2 - 이상유동 - 확률론적안전성평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 플라스마물리 - 방사선안전 - 가속기의원리와기술 - 방사광과학과응용 - 방사선차폐와 - 몬테카를로분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 환경방사성오염물질 - 비정질세라믹스 - 고급방사성폐기물관리 - 방사화학 - 화학적폐기물관리및처분
전공선택 (융복합)	<ul style="list-style-type: none"> - 고급기계 인공 지능(2019년 1학기 개설) - 원자력 인공지능 기초 실습(2019년 1학기 개설) - 원자력안전-인공지능심화(2019년 2학기 개설) - 극한환경 로봇과 사회문제해결(2019년 2학기 개설) - 원전해체기술의 이해(2019년 2학기 개설) 		

○ 취업 우수성

이 사업단은 2010년 12월에 설립되어 2013년 2월부터 첫 졸업생을 배출하기 시작한 비교적 역사가 짧은 대학원임에도 불구하고 매년 취업률 100%를 기록하고 있다. 2019년 8월까지 총 51명의 졸업생(석사 32명, 박사 17명)을 배출하여 33명이 취업, 17명이 진학하였으며, 기타 1명은 군입대 하였다. 진학자 중 13명은 자대 박사과정으로 연계 진학, 4명은 해외대학 (Purdue Univ. USA, Tokyo Univ. Japan, Auburn Univ. USA, Pennsylvania State University. USA)으로 진학하였다.

취업자의 국내 취업기관은 한국원자력연구원 (5명), 한국원자력환경공단(1명), 한국연구재단 (1명) 등 국내 원자력계에서 최고 연구기관 및 산업체에 진출함으로써 본 학부 졸업생들의 수준이 원자력 분야에서 높이 인정받고 있으며, 취업기관의 전공적합성 또한 매우 뛰어남을 볼 수 있다.

○ **참여대학원생 논문의 질적 우수성**

총 사업기간 (2013년부터 2019년 8월까지) 동안 학생들이 총 159편의 SCI(E)급 저널을 출판하였고, 이 저널들은 총 피인용 횟수가 2132회 (google scholar, 2019년 8월까지 기준) 이다.

이를 IF의 정의와 같이 총 피인용 횟수를 저널의 편수로 나누어서 학생들 논문만의 IF를 계산하여 보면 13.494로 2017년 원자력 분야 총 33건의 SCI(E)급 저널의 평균 IF이 약 1.092 임을 감안하였을 때, 12.36배 정도 높은 수치로 분야에서 높은 전문성을 가진 연구결과를 발표하고 세계적으로 잘 인지되어 널리 활용되고 있다

○ **엄격한 학위논문 심사제도 운영**

박사 및 석·박사 통합과정은 학위논문 계획서를 4학기 이내에 제출을 원칙으로 하되 지도 교수의 승인을 얻는 자에 한해 최대 6학기 까지 제출을 허용하며, 국제학술지에 1편 이상의 논문을 제 1저자로 발표하여야 졸업 최소요건을 만족한다.

석사는 지도교수 포함 3인 이상, 박사 및 석·박사 통합과정의 경우 지도교수 포함5명이상 (최소 한명은 과외, 본교 대학교수가 과반수 이상)의 심사위원회를 통과하여야 한다.

○ **해외학자 정규 교과목 강의**

사업기간 중 해외 학자(6명)들은 “열전달 물리학”, “방사성 환경 오염물질”, “원자력발전 안전 기초”, “방사성폐기물 관리”, “고급 원자로물리학 및 공학” 등 16개의 강의를 하였고, 모든 강의는 100% 영어로 진행 되었으며, 평균 4.5/5.0 이상의 높은 강의 평가를 받았다.

(2) 연구

본 사업단은 아래 그림과 같이 가동 원전의 안정성을 높이며 효율적인 에너지 변환을 위한 원자력 안전 및 에너지 변환 분야, 증가하는 방사성폐기물 처리와 환경 영향 평가를 위한 방사성폐기물 관리 분야, 미래 청정 에너지원인 핵융합 기초 연구 개발 및 공학적 설계를 위한 핵물리 및 플라즈마 분야 등 세 분야의 연구 역량 향상에 역점을 두어, 첨단 원자력 시스템 설계, 운전, 폐기물 관리 및 해체까지 원자력 전 주기에 걸친 연구를 수행하였다.



각 중점 분야의 심도 있는 교육과 연구의 긴밀한 연계를 통해 원자력 고급 전문연구 인력 양성과 세계적 연구역량을 확보하였다. 다양한 산학연 공동연구 수행을 통해 기초과학 지식의 습득 및 응용 기술로의 발전을 위한 체계적인 연구 네트워크를 구축하였다. 국제 공동연구를 위해 세미나 강연, 교과목 강의 등을 통해서 우수한 해외 학자와의 지속적이고 긴밀한 교류를 수행하였다

전체 사업 기간을 통하여 차세대 원자력 발전 기술 분야를 선도할 실험실 체계를 구축하고, 원자력 안전 및 에너지 변환, 방사성폐기물 관리 및 해체, 핵물리 및 플라즈마 분야의 세 가지 중점 분야의 글로벌 네트워크 리더 그룹을 마련하였고 국제적인 수준의 연구를 수행하였다 주요 성과는 아래와 같다

- 참여교수 1인당 연구비 및 1인당 논문 편수

전체 사업기간 동안 참여교수 1인당 연구비는 7억8천만원, 1인당 논문 편수는 10.5142편으로 신생 학과로는 아주 우수한 성과를 이루었다

- 참여교수 특허 실적 및 산학간 인적 물적 교류

국내 특허 14, 국제 특허 2, 참여교수 1인당 등록환산건수 0.2427, 환산 참여교수 수 21.8749 이며, 29건의 산학협력 교류를 수행하였다

- 참여교수 논문의 우수성

본 학부 참여 교수진은 총 사업 기간 (2013년 - 2019년 8월) 동안 총 230 편의 SCI(E)급 저널을 게재하였고, 현재까지 해당 저널들의 총 피인용 횟수가 2313회 (google scholar, 2019년 8월 기준)이다. 이를 IF의 정의와 같이 총 피인용 횟수를 저널 편로 나누어서 IF를 계산하여 보면 약 10.056으로, 2017년 원자력 분야 총 33건의 SCI(E)급 저널의 평균 IF 1.092 보다 약 9.2배 높은 수치로 계산된다. 따라서 그동안 보고된 연구 성과가 국내외 학계에 영향력 있는 지표로써 활용되고 있다.

- 해외 유명 기관과의 공동연구 수행

본 사업단은 해외 유명 기관인 미국 University of Wisconsin-Madison 터키 Sabanci University, 미국 유타 대학교, 미국 국립북서부연구소, 로렌스 버클리 국립연구원, 독일 KIT(Karlsruhe Institute of Technology) 등과 국제 공동연구를 통해 괄목할만한 성과를 내었다

(3) 국제화

첨단원자력공학 사업단은 BK21 플러스 글로벌 인재 양성형에 걸맞게 세계 우수대학 연구실, 국가연구소 등의 연구 및 교육에 적극 참여하여 왔다. 그리고 글로벌 역량의 세계적인 전문 인력을 양성하기 위하여 세계 원자력 석학들을 꾸준히 초빙하여 영어로 진행되는 강의 및 학생들과의 자유로운 토론을 통해서 글로벌 역량을 키웠다. 또한 해외 석학들과 연계하여 국제적인 원자력 관련 연구소 및 외국대학교를 방문하여 공동연구를 추진하였으며, 대학원생들은 원자력 관련 국제학회나 세미나에 참석하여 연구결과를 발표하고 세계적인 과학자들과의 인적 교류를 통해 글로벌 역량 향상을 위해 노력하였다. 대표적인 성과는 아래와 같다

○ 해외석학들의 정규 교과목 개설

사업기간 중 6명의 해외 석학(Massoud Kaviani, Shripad T. Revankar, John C. Lee, Wooyong Um, Pavel Hrma, Arokiasamy J. Francis)들이 정규 과목으로 "고급원자로물리학 및 공학", "방사성폐기물 관리", "열전달 물리학"등의 과목을 강의하였으며, 총 사업기간 동안 16회 개설하여, 211명이 수강하였다

○ 국제 공동 학위 심사제도 운영

사업기간 중 졸업한 41명의 졸업생 중 17명(41%)의 학생이 해외 석학들의 공동논문 심사를 통하여 최종 학위를 취득하였다.

○ 논문 게재 및 학회 발표

참여교수 및 대학원생들은 해외기관 및 대학과의 공동연구를 수행하여 168편의 논문을 게재하였으며, 297회 학회발표를 하였다. 사업기간 중 해외석학들은 본 학부소속의 대학원생들과의 공동연구를 통해 28편의 저널, 9회의 해외학회 발표를 하였다.

○ 대학원생 해외 공동연구 및 세미나 참석

사업기간 중 대학원생들은 해외대학 및 연구기관과의 공동연구 14회, 단기 해외대학 방문 17회, 국제세미나 및 워크숍 61회 83명이 참석하여 글로벌 역량 향상에 주력하였다

○ 대학원생 장기연수(6개월 이상)

대학원생 4명 (강재혁, 한상수, Abdul RashidNur Shahidah, 박상수)을 6개월 이상 해외 연구기관(Pacific Northwest National Laboratory, Karlsruhe Institute of Technology, The National University of Malaysia, University of Sheffield)에 파견하여 국제적인 연구 경험을 쌓도록 쌓도록 하였다.

다. 시사점

특화전문인재 분야의 KAIST 문화기술대학원은 미래 유망한 산업으로 발전할 잠재력이 있는 분야에 필요한 우수 인력을 대학원 교육이 선도적으로 제공할 수 있음을 잘 보여주는 사례이다. 교수 1인당 석사 배출 인원이 많을 뿐 아니라 새로운 융복합 학문 분야에서 배출된 인력이 진학, 취업, 창업 등 다양한 경로로 균형 있게 진출하고 있어, 이 분야 고급 인재의 사회적 필요성을 증명하고 있기도 하다. 향후 학문 간 융복합 추세의 가속화가 예상되는 상황에서 3단계 BK21 사업에서 나타난 융복합 인재 사업단의 성공적인 운영은 다른 대학들이 참고할 수 있는 우수사례로 가치가 높다고 하겠다. 이 사업단은 4단계 BK21 사업에도 선발되어 사업단의 우수성을 인정받고 있다.

글로벌 인재양성 분야의 첨단원자력공학사업단은 국제화를 통한 대학원 교육의 질 향상을 이룬 우수사례라고 할 수 있다. 해외석학들의 정규 교과목 개설, 국제 공동학위 심사제도 운영, 논문 게재 및 학회 발표, 대학원생 해외 공동연구 및 세미나 참석, 대학원생 장기연수 등의 제도를 통해 내실 있는 국제화를 추진하면서 궁극적으로는 참여대학원생 논문의 질적 우수성과 높은 취업률이라는 성과를 얻어낼 수 있었다. 이 사업단 역시 4단계에도 선발됨으로써 그 우수성을 인정받고 있다.

V. 언론 속의 BK21

1. 언론별 기사 수	366
2. 언론사별 기사 내용 추이	370

V. 언론 속의 BK21

BK21 사업에 대해서는 언론도 적지 않은 관심을 보여왔다. 이번 장에서는 언론 속의 BK21 사업을 정리해 본다. “BK21”이라는 키워드를 중심으로 2010년 3월 5일부터 2021년 2월 10일 사이의 총 4,480개의 기사를 분석을 진행하였다. 자료는 한국언론진흥재단에서 운영하는 빅카인즈를 통하여 취득하였다. 빅카인즈에서 수집하는 기사의 매체범주는 아래와 같이 중앙지, 경제지, 지역종합지, 방송사, 전문지가 포함되어 있다. 자료에는 위 기간 동안의 언론사, 기고자, 제목, 키워드, 본문 등이 자료에 포함되어 있다.

중앙지

경향신문, 국민일보, 내일신문, 동아일보, 문화일보, 서울신문, 세계일보, 중앙일보, 조선일보, 한겨레, 한국일보

경제지

매일경제, 머니투데이, 서울경제, 아시아경제, 아주경제, 파이낸셜뉴스, 한국경제, 헤럴드경제

지역종합지

강원도민일보, 강원일보, 경기일보, 경남도민일보, 경남신문, 경상일보, 경인일보, 광주일보, 광주매일신문, 국제신문, 대구일보, 대전일보, 매일신문, 무등일보, 부산일보, 영남일보, 울산매일, 전남일보, 전북도민일보, 전북일보, 제민일보, 중도일보, 중부매일, 중부일보, 충북일보, 충청일보, 충청투데이, 한라일보

방송사

KBS, MBC, OBS, SBS, YTN

전문지

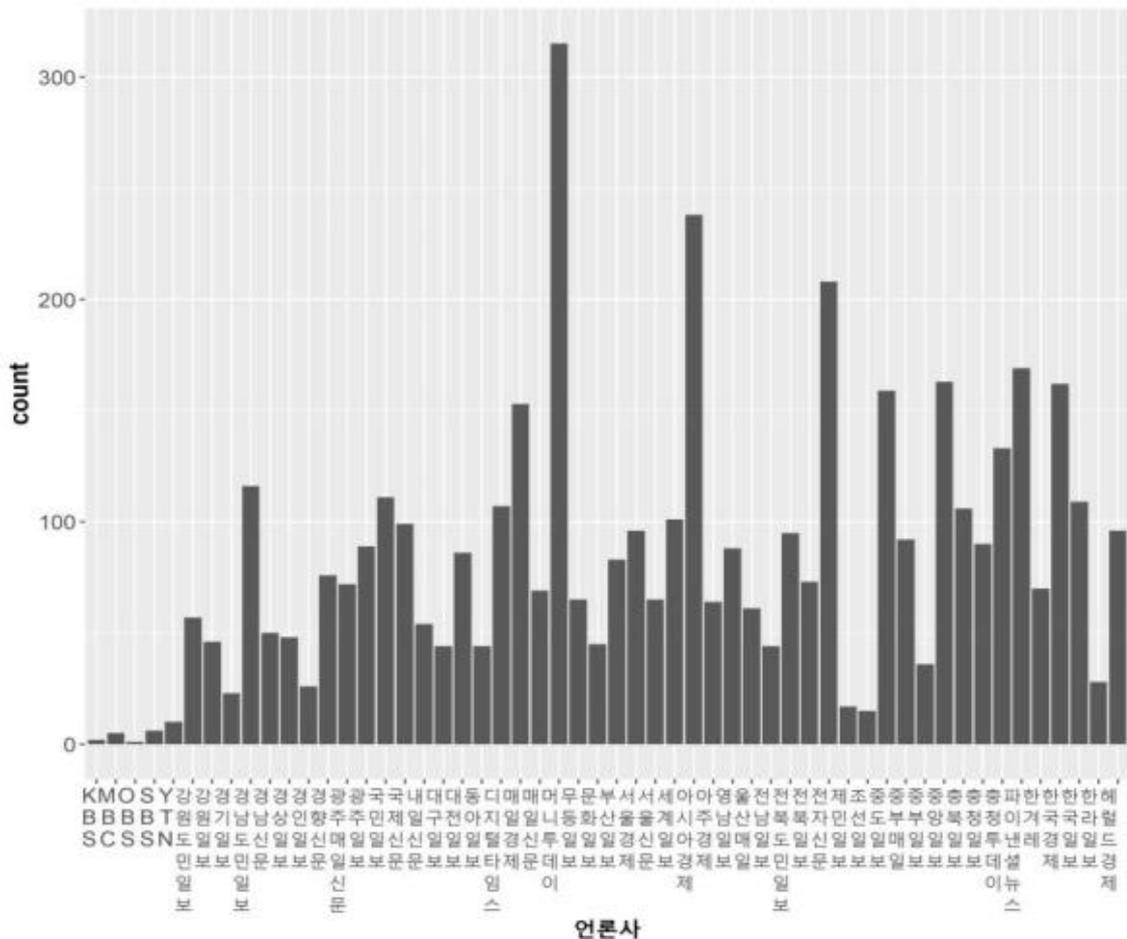
디지털타임스, 전자신문

1 언론별 기사 수

가. 언론사별 기사 분석

[그림 V-1]과 <표 V-1>은 언론사별로 전체 기간 동안의 기사 작성 건수를 나타낸다. 총 54개의 언론사가 포함되었다. 머니투데이가 315개로 가장 많이 작성하였고 다음으로는 아시아경제가 238개, 전자신문 208개 순으로 나타났다. 중앙지의 기사 건수를 비교하여 보면 중앙일보가 163개로 중앙지 중 첫 번째, 전체 중 다섯 번째로 많은 기사를 작성하였고 조선일보는 총 15개의 기사를 작성하여 전체 중 49번째의 기사 건수를 기록하였다.

[그림 V-1] 언론별 기사 건수



〈표 V-1〉 언론사별 기사 건수

KBS	MBC	OBS	SBS	YTN	강원도민일보	강원일보
2	5	1	6	10	57	46
경기일보	경남도민일보	경남신문	경상일보	경인일보	경향신문	광주매일신문
23	116	50	48	26	76	72
광주일보	국민일보	국제신문	내일신문	대구일보	대전일보	동아일보
89	111	99	54	44	86	44
디지털타임스	매일경제	매일신문	머니투데이	무등일보	문화일보	부산일보
107	153	69	315	65	45	83
서울경제	서울신문	세계일보	아시아경제	아주경제	영남일보	울산매일
96	65	101	238	64	88	61
전남일보	전북도민일보	전북일보	전자신문	제민일보	조선일보	중도일보
44	95	73	208	17	15	159
중부매일	중부일보	중앙일보	충북일보	충청일보	충청투데이	파이낸셜뉴스
92	36	163	106	90	133	169
한겨레	한국경제	한국일보	한라일보	헤럴드경제		
70	162	109	28	96		

〈표 V-2〉는 기사분류에 따른 각 언론사의 평균 기사 건수와 기사 건수의 총합을 나타내었다. 평균 기사 건수는 경제지가 161.6건으로 가장 높았고 기사 건수 합은 지역종합지가 1,995건으로 전체 중 45%를 차지하여 지역 차원에서 이 사업에 대한 관심이 특히 높은 것을 알 수 있다. 주로 경제지와 전문지에 속한 언론사들의 평균 기사 건수가 많다는 점도 흥미롭다. 이와는 대조적으로 주요 방송사 5곳은 평균 기사 건수와 전체 기사건수의 합이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

〈표 V-2〉 언론사 분류별 기사 건수

분류	평균 기사 건수	기사 건수 합	전체 대비 비율
중앙지(11 곳)	77.6	853	19%
경제지(8 곳)	161.6	1293	29%
지역종합지(28 곳)	71.3	1995	45%
방송사(5 곳)	4.8	24	1%
전문지(2 곳)	157.5	315	7%

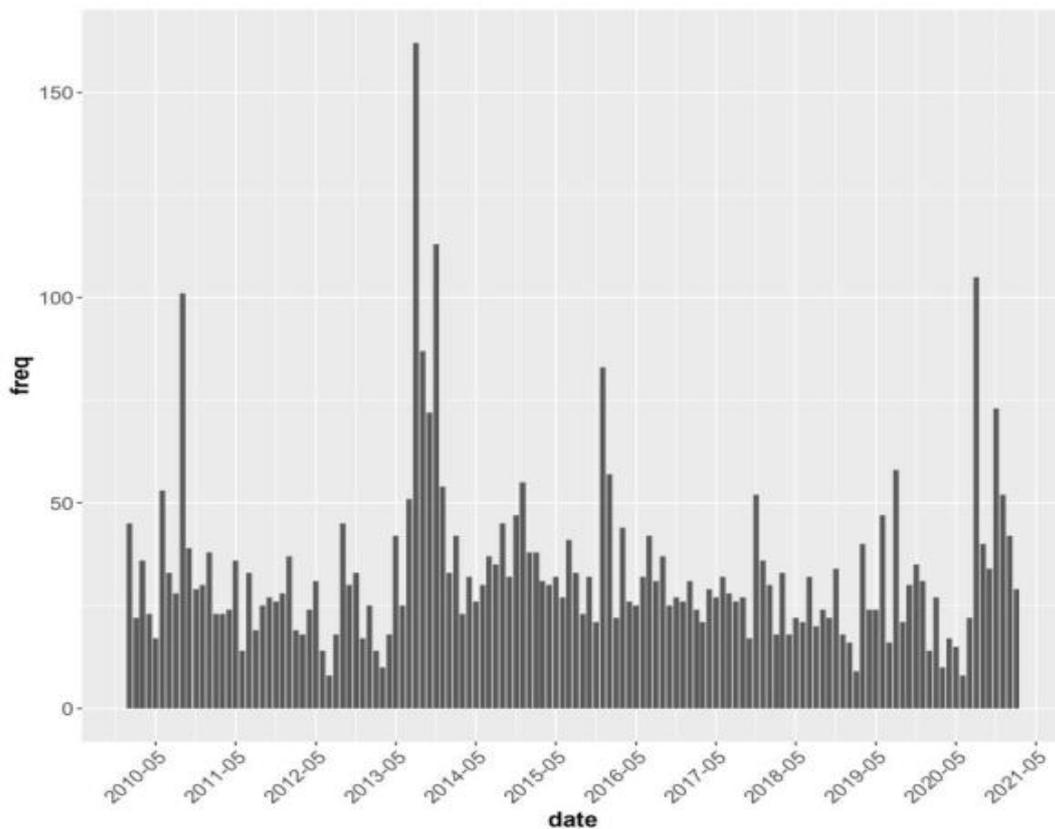
나. 기간별 기사 분석

[그림 V-2]는 2010년 3월 5일부터 2021년 2월 10일까지 자료에 포함된 모든 언론사의 BK21이 포함된 기사 발행 수를 나타내고 있다. 2010년 9월에 기사 건수가 101건으로 전후

기간과 비교하여 많은 기사 건수를 기록하고 있다. 당시 BK21 2단계 4차 연도 평가를 진행하였을 때로 이와 관련된 기사들이 많은 것을 확인할 수 있다. 2013년도 8월경에 3단계를 진행하는 시기로 BK21 플러스 사업과 관련된 선정, 탈락, 정보와 같은 기사가 많은 부분을 차지하고 있음을 확인할 수 있으며 최근 4단계 BK21사업을 진행하는 시기인 2020년 8월경에 BK21 선정과 관련된 기사 건수가 다시 늘어나는 것도 확인할 수 있다.

〈표 V-3〉은 기사 건수가 많은 기간의 기사 중 대표적인 기사를 예시로 든 것이다. 2010년 9월의 경우 BK21 2단계 4차 연도 평가와 관련하여 ‘전북대 BK21 4개 사업단 ’1위’, ‘BK21 실적부진 36곳 탈락’과 같이 개별 대학별 평가 결과 및 평가 결과에 따른 사업단의 선정 및 탈락과 관련된 기사가 많은 것을 확인할 수 있었다. 2013년 8월과 2020년 8월의 경우를 살펴보면 각각 BK21 3단계와 4단계 사업을 시작하는 시기로 ‘BK21 플러스 ’특화전문인재양성형 사업’ 시행계획 공고’, ‘대구대, BK21 플러스 사업...4개 분야 선정’, ‘두뇌한국21 4단계 사업 착수 7년간 3조 쏟는다’, ‘4단계 BK 21’ 지원 대학 예비선정 서울 주요대학이 다 끌어갔다’와 같이 특정 대학이 선정되었다는 기사들이 많이 발견되고 있다. 즉, BK21 사업과 관련한 큰 변화가 기사 건수에도 그대로 반영되는 것이다. 한편 사업이 진행되는 중에는 각 사업단이 BK21 사업을 통하여 이루어 낸 성과와 관련된 기사가 주를 이루고 있음도 확인된다.

[그림 V-2] 월별 기사 건수



2 언론사별 기사 내용 추이

BK21이 기사에서 어떠한 형식으로 언급되었는지 동향을 살펴보기 위하여 기사 제목과 내용에 따라 기사의 범주를 특정 대학, BK21 사업 자체, 간접 기사 등 세 가지 범주로 분류해 보았다. “특정 대학”은 기사의 제목이나 본문에 작성된 내용이 특정 대학을 중심으로 작성된 기사를 의미한다. 주로 특정 사업단의 성과나 사업 선정과 같은 내용을 담고 있다. “BK21 사업 자체” 범주는 BK21 사업이라는 정부 재정지원 사업 자체가 주요 주제가 되는 기사를 의미한다. 주로 BK21 사업 시작이나 선정과 같은 내용이 이 범주에 해당한다. “간접 기사” 범주에는 BK21이 직접 언급되지는 않았지만 ‘정부, 신산업 인재 육성 역사교육 강화’와 같이 기사에서 BK21 사업과 관련된 내용이 간접적으로 언급되는 기사들을 의미한다.

방송사 5사(KBS, MBC, OBS, SBS, YTN)의 기사의 내용을 분석한 결과 총 24건의 기사 중 BK21 사업 자체가 중심이 된 기사는 총 10건으로 전체 기사 중 42%를 차지하였고 BK21이 간접적으로 언급된 기사는 총 12건으로 전체 중 50%를 차지하여 간접적으로 언급된 기사의 수가 중심적으로 작성된 기사보다 많은 것으로 나타난다. 특정 대학이 언급된 기사는 총 2건으로 그 내용은 BK21과 간접적으로 연관된 내용이고 부정적인 사건을 언급한 기사였다. 방송사의 경우 다른 언론사 분류에 대비하여 특정 대학을 언급한 기사의 비율은 낮은 것으로 나타난다.

〈표 V-4〉 방송사 기사 분류

	특정 대학	BK21 자체	간접 기사
기사 건수	2	10	14
기사 비율	8%	42%	50%
예시	이대 '금수저' 대학 발언에 "조직적인 지원 특혜 없었다" 서울대, 대학원생 조교 인건비 무더기 미지급	4단계 'BK21사업' 68개 대학 562개 교육연구팀 예비선정 교육부, 미래신산업 대학원생 1만9천명 지원 대학재정지원사업 BK21 확대 개편 추진 "방학 때 4주치 임금 지급 강사 해고시 BK21 불이익" 교육부, BK21플러스 특화전문인재 양성사업단 선정 창조경제 견인할 석박사급 1만 5천 명 육성 "2차 BK21사업 참여 대학원생 취업 잘 돼" 'BK21' 500개 사업단 6년 실적 종합평가	정부, 신산업 인재 육성 역사교육 강화 소재 부품 핵심인력 적극 양성...초중고 역사교육 강화 강사 내용 없는 '깜깜이' 급조된 '1학점' 강의 명문대 교수 학생들도 "수준 낮은 연구자 주머니 노린다" [취재파일] 지방대 적자생존으로 알아서 살아남아라? - ②

중앙지 5곳(경향신문, 동아일보, 조선일보, 중앙일보, 한겨레)의 기사 내용을 분석한 결과 총 368건의 기사 중 특정 대학을 언급하며 관련 내용을 보도한 기사가 159건으로 전체 중 43%에 해당하였다. 그 내용은 BK사업에 선정되었다는 내용들과 대학 홍보와 관련된 기사가 주를 이루었다. BK21이 중심이 된 기사는 총 19건으로 전체 중 5%에 해당하였으며 간접적으로 언급된 기사는 190건으로 전체 중 52%에 해당하였다. 중앙지의 경우 중심 기사의 절대 건수는 방송사와 비슷하지만 비율로 보면 전체 기사 중 5%로 방송사와 비교하여 낮은 비중을 차지한다.

〈표 V-5〉 중앙지 5곳 기사 분류

	특정 대학	BK21 자체	간접 기사
기사 건수	159	19	190
기사 비율	43%	5%	52%
예시	건국대 철학과, HK사업에 이어 BK사업 연속 선정 덕성여대 약학대학 <약학연구소-BK21플러스 공동 국제 세미나> 개최 단국대 'BK21 플러스 글로벌인재 양성' 사업 선정 순천대, BK21 플러스 인재양성사업 대학에 선정 국민대 자율주행차, 국토부 자율주행 임시운행허가 취득 [HOT100 2018-2019] 고분자나노분야 전문인력 양성 전북대 고분자나노공학전공	석박사생 1만9000명에 연 4080억 지원 BK21계획 확정 'BK21 참여' 석사 장학금 월 70만원 강사법 시행령 통과 고용 줄인 대학에는 BK21 사업 등에서 불이익 [손호철의 정치시평]학문후속세대 죽이는 BK정책 'BK21' 사업단 21곳 선정 /7년간 매년 213억 지원 [중앙시평] BK21 사업, 발전적 변화 모색이 필요한 때 올해 1만5000명 2526억원 지원 교육부, BK21 플러스 계획 확정	교육부 "일본 수출규제 대비 핵심 인재 양성" 국고로 '노벨상 후보자' 키운다 - 박사과정 300명 선발 2년간 6000만원씩 지원 어떤 학문과 학자를 키울 것인가 [사설인사이트]연 2조원 대학 지원, '독이 든 성배' 되면 안 된다 "백운규, 국책R&D 15건 중 9건 특정 업체에 유착 의혹"

경제지 중 기사수가 가장 많은 머니투데이의 특정 대학의 성과와 관련된 기사 작성 건수가 전체 315건 중의 기사 중 223건으로 가장 많았고 약 71% 정도를 차지하였고 그 내용은 예시와 같이 BK21을 통한 성과나 행사 등을 알리는 내용이 주를 이룬다. BK21 자체가 중심이 되는 기사는 총 25건으로 전체 중 8%를 차지하여 기사 분류 세 가지 중 가장 적은 기사 건수를 기록하였다. BK21이 간접적으로 언급된 기사는 67건으로 전체 중 21%를 차지하였다.

〈표 V-6〉 경제지(머니투데이) 기사 분류

	특정 대학	중심 기사	간접 기사
기사 건수	223	25	67
기사 비율	71%	8%	21%
예시	<p>충남대, BK21플러스사업 선정 전국 7위</p> <p>건국대, 산업대학원 '의학물리융합학과' 신설</p> <p>부경대, BK21플러스 미래기반창의인재양성사업 선정</p> <p>강원대 인문과학연구소, 국제학술대회 개최</p> <p>전남대, 15일 성균관대 안대회 교수 초청 강연회</p>	<p>석 박사 2만명에 연 4000억 지원 막으려 'BK21' 4단계(종합)</p> <p>교육부, 'BK21' 연구 예산 7년간 약 3조원 투입...석 박사 2만여명 지원</p> <p>'BK21+' 연구지원금, 상위 10개 대학이 66% '씩쓸이'</p> <p>스무 살 성년된 'BK21사업' 연구 질적 성장은 '글썸'</p> <p>BK21 지원대상 542→350개로 축소 사업비 5억→16억 확대</p>	<p>"대학혁신지원사업 평가에 강사 고용 지표 10% 반영"</p> <p>"새 강사제도 안착" 기본역량진단에 '강사고용 지표' 넣는다</p> <p>'정원 감축' 대학 자율에 맡긴다 구조개혁정책 전환</p> <p>아직도 대학원생 인건비 빼돌려 유용한 교수 형사고발</p> <p>교육지원금 정보 한 눈에 '교육복지 통합조회 서비스' 개통</p>

지역종합지 6곳(강원도민일보, 경기일보, 경남도민일보, 부산일보, 중부일보, 충청일보)의 기사들을 분석한 결과 전체 405건의 기사 중 329건의 기사가 특정 대학과 관련된 기사로 나타났고 BK21이 중심적으로 다뤄진 기사는 총 4건으로 전체 중 1%에 불과하였다. 다른 언론 분류들과 비교하여 BK21 사업 자체가 중심이 되는 기사의 비중이 현저히 낮음을 확인할 수 있었다. 특정 대학을 언급하며 관련된 성과를 알리는 기사의 비중이 높아 지역에서 BK21 사업에 대한 관심이 높았음을 확인할 수 있다.

〈표 V-7〉 지역종합지 6곳 기사 분류

	특정 대학	중심 기사	간접 기사
기사 건수	329	4	72
기사 비율	81%	1%	18%
예시	<p>동아대 화학공학과 두뇌한국(BK21) 연구단 대학원생 팀, '케미컬 엔지니어링' 저널에 논문 게재</p> <p>창원대 '3단계 BK사업' 최종성과 발표회</p> <p>부산대, BK21 플러스 사업서 31개 사업단 선정</p> <p>충북대, BK21플러스 우수연구인력 부총리 표창</p> <p>경성대 강재선교수 중국에서 창신과학자 선정</p> <p>한경대 '대학기관 평가인증' 획득</p>	<p>4단계 BK21 사업과 대학의 연구생태계 조성 방안은?</p> <p>'BK 21사업' 평가 질적지표 비중 커진다</p> <p>[경기시론] 공학 인증과 BK21 사업</p> <p>BK21 사업, 전체예산 43% 상위 5개 대학 지원</p>	<p>[국정감사] 지방 거점국립대보다 '부자' 서울 사립대가 지원 더 받아</p> <p>상위 10개 대학, 국고 30% 독식</p> <p>사립대 보조금 서울 '넉넉' 지역 '짊림'</p> <p>[경제프리즘] 대학 구조조정과 청년 고용률</p> <p>청주 정체성 모색 심포지엄</p>

전문지의 기사를 분류한 결과 전체 315건의 기사 중 119건은 특정 대학에 관련된 내용의 기사였고, 21건은 BK21 중심 기사로 전체 중 7%에 해당하였다. 간접적으로 BK21이 언급된 기사는 175건으로 전체 중 56%에 해당하였다. 특정 대학 분류에 해당하는 기사 건수의 비율이 방송사 다음으로 낮았으며 언론사 중 간접 기사에 해당하는 비율은 가장 높은 것으로 나타났다.

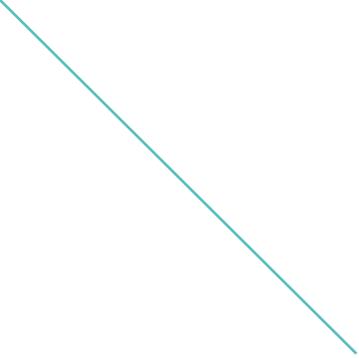
〈표 V-8〉 전문지 기사 분류

	특정 대학	중심 기사	간접 기사
기사 건수	119	21	175
기사 비율	38%	7%	56%
예시	목포대 4단계 BK21 바이오의약사업단-바이오 연구센터 · 기업 업무협약 체결 영남대, 미래부 대학ICT연구센터 선정 국민대, 세계적 수준의 비즈니스&IT융합 전문인력 양성 나선다 건국대, BK21 플러스 콘텐츠 인재 양성사업 수행 충남대 BK21, 뉴IT 산학협력 네트워킹 페어	'양보다 질로 평가' 4단계 BK21, 7년간 매년 4000여억원 1만9000명 지원 BK21플러스 평가 개편, 논문 수보다 질 본다 우수 BK21사업 성과 전시회 개최 BK21 사업 종합평가한다 BK21에 흥미없는 정부 '박사급 실적자' 대량 양산	노정혜 "신진연구자 지원 확대 희망적 연구환경 만들어 줄 것" 여성건강 전문기업 '하우동천', 나노분자생명공학연구기업 엔퓨리 인수합병 국내 이공계 박사학위자 '행정일'치여 연구활동 집중 못 해 과학기술인력정책 재편해야 '용두사미' 공대 혁신 방안 향후 대책은? 트랜스지방, 혈관질환뿐 아니라 피부질환과 지방간도 유발 대학순위 보니 여기가 세계 경쟁력 '최강'

위 언론사들 중 특정 대학에 관한 기사비율은 지역종합지 6곳이 81%로 가장 높으며 다음으로 경제지가 71%인 것으로 나타났다. 방송사는 8%로 언론사들 중 가장 낮은 비율을 나타냈다. BK21이 사업 자체가 중심이 된 기사를 높은 비율로 작성한 곳은 방송사로 작성한 전체 기사 중 42%에 해당하였다. 반면 방송사를 제외한 다른 언론사는 BK21 사업 자체가 기사화된 것은 10% 미만으로 사업 자체의 운영에 대한 관심은 상대적으로 낮았다. BK21이 간접적으로 언급된 기사는 경제지(머니투데이)와 지역종합지 6곳이 20% 내외였으며 방송사, 중앙지 5곳, 전문지는 50% 내외로 나타났다.

〈표 V-9〉 언론사별 기사 비율

	특정 대학	중심 기사	간접 기사
방송사	8%	42%	50%
중앙지 5곳	43%	5%	52%
경제지(머니투데이)	71%	8%	21%
지역종합지 6곳	81%	1%	18%
전문지	38%	7%	56%



VI. 기획에서 사업 공고까지

1. BK21 플러스 사업의 기본 방향과 특징	377
2. BK21 플러스 사업의 성과와 한계 및 향후 개선 방향	379
3. 증거기반 사업설계와 관리를 위한 제언	381



VI. 기획에서 사업 공고까지

1 BK21 플러스 사업의 기본 방향과 특징

BK21 플러스 사업은 2단계 BK21 사업의 한계를 극복하는 동시에 긍정적인 성과를 계속 확대할 수 있는 방향으로 설계되었다. 2단계 사업의 성과로서는 대학원생에 대한 안정적 재정지원으로 대학의 연구기반을 강화하고 우수한 학문후속세대 양성에 기여한 점을 들 수 있다. 그러나 2단계 사업의 한계로서는 연구역량의 양적 성장에 비해 질적 경쟁력이 미흡한 점이 지적되었다. 특히, 사업단 예산집행의 자율성 부족, 양적 성과 중심의 평가로 질적 수준 제고에 한계, 획일적인 방식의 평가지원체제로 창의적 고급인재 양성에 한계가 있었다는 점 등이 지적되었다.

이러한 한계를 극복하기 위해 BK21 플러스 사업의 목표로서는 ① 연구중심대학 기반 강화 및 글로벌역량 제고, ② 학문분야별 핵심 고급인력 및 융복합분야의 고급 전문인력 양성, 그리고 ③ 지방대학원의 교육·연구역량 강화가 제시되었다. 또한 BK21 플러스 사업의 기본 방향으로서는 ① 대학원 교육·연구의 질 제고로 연구중심대학 기반 강화, ② 지방대학원의 교육·연구역량 강화, ③ 산학협력을 통해 현장밀착형 석박사급 인재 양성, ④ 특화 분야의 융합형 고급 전문인력 양성 지원, ⑤ 대학원 질 제고를 위한 사업관리 강화, ⑥ 대학원생 연구장학금 및 신진연구인력 인건비 지원 단가 현실화 등을 제시하였다.

특히, BK21-플러스 사업에서는 대학 차원의 제도개선 노력을 유도한 것이 특징이다. 즉, 세계적 수준의 연구중심대학으로 발전할 수 있도록 대학 전체 차원의 제도개선을 유도하고자 하였으며, 선진국 연구중심대학 수준의 대학원 교육 및 연구지원 시스템, 체계화된 학사관리제도 등을 위한 대학 차원의 노력 지원을 제안하였다.

BK21 플러스 사업에서 특히 눈여겨보아야 할 대목은 중간평가에서 사업의 기본 틀을 상당 정도 개선하였다는 점이다. 중간평가에서 평가구조 개선 방향은 크게 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 학문분야별 특성 반영을 강화하였다. 공학, 인문학, 융·복합 등 학문별 맞춤형 평가를 강조하였다. 중간평가 구조 개편의 가장 중요한 특징은 학문 분야의 특성이 반영되도록 평가지표 유형을 세분화했다는 점이다. 즉, 미래기반 창의인재 양성사업의 평가지표 유형을 기존의 2개 유형에서 자연과학, 공학, 의약학, 농·생명·수산·해양, 인문학, 사회과학, 융·복합, 디자인·영상 등 특성에 따라 9개 유형으로 세분화하고, 각각의 개선안을 마련하였다.

둘째, 질적 평가를 강화하였다. SCI 논문 수 등 양적 지표 위주에서 논문의 영향력 등 질적 지표를 추가하였다.

셋째, 대학원 교육과정 내실화를 강조하였다. 기존의 연구 중심에서 연구와 교육의 균형을 강조하였다.

BK21 플러스 사업의 성과와 한계에 대한 분석과 이러한 분석에 기반한 향후 사업의 개선 방향은 다음과 같다.

2

BK21 플러스 사업의 성과와 한계 및 향후 개선 방향

가. 인재양성

인재양성 측면에서 BK21 플러스 사업의 성과는 석·박사과정생에 대한 지원 시스템을 체계화했다는 점이다. 다만, 양적인 논문 생산에 치중하여 인재양성 사업의 본질적 측면을 상대적으로 경시했다는 점과 함께 혁신성장을 선도할 수 있는 인력양성에 어려움이 있었음을 한계로 지적할 수 있다.

이러한 측면에서 향후 BK21 사업은 연구뿐만 아니라 교육에도 초점을 맞추어야 하며, 이를 위해서는 대학원생에 대한 장학금 및 생활비 지원 현실화와 함께 석·박사과정생의 역량 강화를 위한 교육과정 및 지원 시스템을 내실화할 필요가 있다. 또한, 혁신성장을 선도할 수 있는 자생적 인력양성 시스템 구축이 필요하다.

나. 연구 경쟁력

BK21 플러스 사업의 성과로서는 참여 대학원생 및 참여 교수 논문의 양적·질적 성장을 들 수 있다. 그러나 과도한 수의 대학과 사업단(팀) 선정으로 인한 지원의 분산 문제가 발생했으며, 한국 산업·사회의 문제 해결을 위한 연구보다는 양적 지표에 경도된 연구가 많았다는 한계를 지적할 수 있다. 따라서 단순한 양적 평가에서 벗어나 연구의 질을 높이기 위한 질적 평가가 훨씬 강화되어야 하며, 연구중심대학 체제 형성을 위한 별도의 재원을 마련할 필요가 있다. 또한, 한국 산업·사회 문제 해결을 위한 적실성 있는 연구에 대한 지원을 강화할 필요가 있다.

다. 국제화

BK21 플러스 사업은 대학원생들에게 국제학회 참여기회를 제공함으로써 대학 국제화를 촉진한 성과가 있으나, 국제화가 국제학회 참여, 공동연구 등 개별 활동 중심이었으며, 양적 지표에 경도된 국제화로 실질적 역량 및 국제 수준과의 괴리가 발생한 점은 한계로 지적할 수 있다. 앞으로는 단순한 양적 국제화가 아니라 실질적인 국제 공동연구가 활성화되는 방향으로 개선할 필요가 있으며, 지표 관리가 아닌 실질 성과 창출을 위한 글로벌 네트워크의 실질화가 이루어져야 할 것이다.

라. 제도개선

BK21 사업 이후 주요 대학의 대학원생 비중이 증가한 점은 매우 긍정적인 변화이다. 그러나 대학 본부의 역할이 산학협력단 중심의 과제 관리 중심이며, 다른 교내외 프로그램과의 연계가 부족한 점은 한계로 지적된다. 이에 따라 앞으로는 대학원 주도로 교육, 연구 및 제도개혁이 이루어지고, 대학원이 중심이 되어 교육연구단 간 분절화 현상을 극복할 필요가 있다.

마. 평가관리

BK21 플러스 사업은 양 중심의 지표 관리, 교육과정과 결과에 대한 평가 부족이라는 문제점을 지니고 있다. 다만, 중간평가 이후 분야 특성을 고려한 질적 평가 중심으로 전환한 점은 매우 바람직한 변화였다고 할 수 있다. 이에 앞으로 BK21 사업에서는 학문 분야 특성을 고려한 평가 지표 개발, 연구평가에서는 질적 평가 체제로의 전환, 연구 및 인력양성의 파급효과 강조, 그리고 교육과정 내실화 및 학사관리 엄격화와 관련된 평가 비중을 높일 필요가 있다.

3 증거기반 사업설계와 관리를 위한 제언

BK21 사업은 1999년에 시작된 이래 우리나라의 대표적인 대학재정지원사업으로 자리 잡았으며, 외국 정부나 학계에서도 큰 관심을 보이는 사업이다. 4단계 BK21 사업이 종료된 이후에도 이 사업은 계속될 가능성이 매우 높는데, 보다 질적으로 향상된 사업이 설계되고 관리되기 위해서는 준비 단계에서부터 다음과 같은 점들에 초점을 맞출 필요가 있다.

첫째, 고급인력에 대한 인력수급 전망을 정교화할 필요가 있다. BK21 사업은 기본적으로 인력양성사업이기 때문에, 예산을 요구하는 단계에서도 향후 기술과 산업의 변화에 따라 어느 정도의 고급인력이 필요하고, 또 어느 정도의 인력수급 불균형이 발생할지를 추계하는 작업이 필요하다. 아무리 정교하게 전망을 하더라도, 인력수급전망 자체의 특성 때문에 어느 정도 오차가 발생하는 것은 불가피하다. 그러므로 다양한 각도에서, 일회적으로 끝나지 않고 지속적으로 고급인력에 대한 인력수급전망을 실시하는 노력이 필요하다.

둘째, 대학원생 1인당 지원규모의 적정 수준에 대한 기초자료를 준비할 필요가 있다. 인력양성사업이라는 BK21 사업의 특성상 대학원생에 대한 장학금과 생활비가 전체 예산의 대부분을 차지하고 있지만, 대학원생 교육비와 생활비의 적정 수준에 대한 검토는 거의 이루어지지 않았다. 특히, 대학원생을 대상으로 한 교육비와 생활비 실태 조사조차 거의 없는 상황이기 때문에 이에 대한 기초자료를 축적할 필요가 있다. 기초자료의 수집 과정에서는 국·사립의 구분, 지역별 구분, 전공분야별 구분 등이 충분히 고려되어야 할 것이다.

셋째, 인력양성 효과를 검증하기 위한 장기간의 추적 조사가 필요하다. 인력양성사업의 특성상 정부지원의 효과가 단기간에 나타나지 않는다. 그러므로 BK21 사업의 성과를 증명하기 위해서는 사업 참여 대학원생을 중심으로 장기간에 걸친 추적조사가 필요하다. 이를 위해서는 추적조사를 위한 틀과 방법론이 시급히 개발될 필요가 있다.

넷째, 3단계 중간평가 때부터 사업의 성과로서 연구의 사회적 영향력을 강조하기 시작했다. 즉, 3단계 중간평가와 4단계 선정평가에서는 연구의 한국 사회와 산업에 대한 기여도를 평가하였는데, 아직까지 이러한 사회적 영향력을 측정하기 위한 지표나 방법론이 제대로 개발되어 있지 않은 실정이다. 이를 위한 기초연구가 활발히 진행될 필요가 있다.

다섯째, 질적 연구성과를 평가하기 위한 지표와 방법론이 개발될 필요가 있다. 3단계 중간평가 이후 기존의 양적 평가에서 벗어나 질적 평가로 전환하는 흐름이 자리잡고 있으며, 질적 평가는 4단계 중간평가부터는 중요성이 훨씬 더 강조될 예정이다. 그런데 아직까지 평가위원들이 대표업적 등에 대한 질적 평가를 부담스러워할 뿐만 아니라 양적 지표를 통해 질적 평가를 대체하려는 움직임조차 있는 실정이다. 이런 현상이 나타나는 이유는 많은 사람들이 공감할 수 있는

질적 평가의 잣대가 개발되어 있지 않기 때문이다. 질적 평가를 위한 지표와 방법론 개발을 위한 기초연구 또한 활발하게 진행될 필요가 있다.

여섯째, 융복합을 유도할 수 있는 지표를 개발할 필요가 있다. 4차 산업혁명 시대를 맞아 전통적 학문경계를 넘어서는 융복합연구의 중요성이 날로 높아지고 있지만, 융복합연구가 거의 이루어지지 않는 것이 현실이다. 융복합연구가 제대로 이루어지지 않는 이유로서는 여러 가지가 있을 수 있지만, 그 중 매우 중요한 요인이 교수에 대한 평가가 거의 전적으로 개별 학문분야 내에서 이루어지기 때문에 융복합연구가 상대적으로 불이익을 받는다는 점이다. 따라서 융복합 연구를 유도하기 위해서는 개별 학문분야를 뛰어 넘는 성과평가 방법론이 개발되어야 한다. 이를 위한 연구도 꾸준히 진행될 필요가 있다.

끝으로, BK21 각 단계마다 쟁점으로 등장했던 단과 팀의 문제, 그리고 전국 단위와 지역 단위 문제에 대한 체계적인 조사와 연구가 필요하다. 이를 위해서는 단순히 1인당 연구실적 등과 같은 단순 지표에서 벗어나 사업의 성과를 입체적으로 평가할 수 있는 지표를 우선 개발할 필요가 있으며, 이러한 지표를 중심으로 성과를 평가할 수 있도록 기초자료가 축적되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강창희 외(2013). 관광정책 및 관광사업 프로그램 평가방법. 문화체육관광부 용역보고서.
- 김용성 외(2012). 대학경쟁력 강화 지원사업군 심층평가. KDI-기획재정부.
- 김진영 외(2019) BK21 Plus 사업 심층평가, 한국재정학회-기획재정부
- 김희삼 외(2012), 글로벌 EXCEL(WCU·BK21 후속)사업 및 글로벌 수준의 박사양성 프로젝트, KDI-기획재정부.
- 송창용 외(각년도). 박사조사. 한국직업능력개발원
- 송창용 외(각년도). 석사조사. 한국직업능력개발원
- 한유경 외(2014). 2단계 BK21사업 백서. 한국연구재단
- Rosenbaum, P., and D. Rubin (1983), "The Central Role of the propensity Score in Observational Studies for Causal Effects", *Biometrika*, 70:1-55.

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의 개인적 견해이며 한국연구재단의 공식견해가 아님을 알려드립니다.