



Convergence Research Review

융합연구리뷰

융합연구 Collaboration 과정의 알파와 오메가에 대한 질적 탐구
융합연구정책에 대한 시사점 도출

기업 경영환경이 융합기술 성과와 사회적 가치에 미치는 영향
15대 국가전략 융합기술 관련 사업을 중심으로

한국 융합혁신의 특징
산업 및 국가간 비교를 중심으로



9 772465 845007
ISSN 2465-8456

목차

융합연구리뷰 | Convergence Research Review
2015 November vol.1 no.8

03 편집자주

04 융합연구 Collaboration 과정의 알파와 오메가에 대한 질적 탐구

융합연구정책에 대한 시사점 도출

38 기업 경영환경이 융합기술 성과와 사회적 가치에 미치는 영향

15대 국가전략 융합기술 관련 사업을 중심으로

76 한국 융합혁신의 특징

산업 및 국가간 비교를 중심으로

표지 이야기

인문 사회 예술과 산업까지 포괄하는 융합시대에 다가가고 연구하는 모습을 표현



융합연구정책센터

Convergence Research Policy Center

발행일 2015년 11월 2일

발행인 하성도

발행처 한국과학기술연구원 융합연구정책센터
02792 서울특별시 성북구 화랑로 14길 5
tel. 02-958-4984 | <http://crpc.kist.re.kr>

편집 (주)디자인플림 tel. 051-202-9201



| 편집자주 |

2000년대 후반에 접어들면서 미국, EU 등 주요 국가들은 차세대 성장동력으로서 융합연구를 제시하였으며, 우리나라 또한 미래사회의 경제·사회적 다양한 수요를 충족시키기 위한 과학, 기술, 문화 등과의 창조적 융합을 강조하며 2008년 국가융합기술발전 기본계획, 2014년 창조경제실현을 위한 융합기술 발전전략을 수립하며 융합연구에 대한 지원을 아낌없이 수행하고 있다. 이렇듯 융합연구에 대하여 국가적 차원의 정책적 지원이 이루어지고 있는 만큼 융합연구와 관련하여 미래 아젠다를 지속적으로 발굴하고, 정책 현안에 대해 선제적으로 대응할 수 있는 융합 연구 정책 분야의 연구 필요성이 증대되고 있기에 본 센터에서는 융합연구정책 분야 학술연구의 장을 마련하고, 우수·신진 연구자의 참신한 융합연구정책 연구를 발굴하여 정책 및 전략 방향 수립에 반영할 수 있는 융합연구정책 Fellowship 프로그램을 운영하여 융합연구 활성화를 도모하고자 하고 있다.

이번 호에서는 융합연구정책 Fellowship으로 선정되어 5월부터 8월까지 총 4개월간 신진 연구자들이 수행한 연구 중 연구주제의 창의성 및 적절성, 연구내용 전개의 논리성과 일관성, 연구방법의 타당성 및 적절성, 연구자료의 신뢰성, 연구결과의 활용성 및 기여도의 측면에서 우수한 결과로 선정된 3개의 연구 논문을 소개한다.

첫 번째 논문은 융합연구를 수행 중인 연구자들을 대상으로 한 설문 및 심층 인터뷰를 바탕으로 융합연구자들의 연구행태에 대한 질적인 이해를 시도하여 융합연구의 과정(융합연구의 시작-중간-마무리)에서의 중요한 점들을 정리하였으며, 이를 바탕으로 연구자들이 극복해야 할 과제와 정책적으로 해결해야 할 과제들을 제시하였다.

두 번째 논문은 균형성과표 모델을 활용하여 나타난 기업경영환경의 변화에 따른 융합기술의 사업성과와 사회적 가치간의 상관관계를 분석함으로써 상대적으로 지금까지 연구가 덜 되었던 기업적 관점에서의 융합연구를 통한 파급효과를 극대화할 수 있는 방안을 제시하였다.

세 번째 논문은 특허 출원 정보를 바탕으로 산업유형에 따른 산업내 융합혁신 및 산업간 융합혁신의 특징을 파악하고, 이를 다른 동아시아 국가들과 비교해 봄으로써 우리나라 고유의 융합혁신 특징을 파악할 수 있는 방안을 제시함과 동시에, 산업유형별 융합혁신을 극대화 할 수 있는 방향을 제시하였다.

위 세 연구 결과물을 정책적으로 반영하기 위해서는 추가적으로 다듬고 보강해야 할 부분이 많은 것이 사실이나, 새로운 시각으로 융합연구에 대한 정책적 제안을 하였다는 것만으로도 의미가 있다. 본 리뷰를 통해 향후 융합연구정책에 대하여 다양한 분야의 연구자들이 관심을 갖고 이처럼 새로운 시각으로 많은 제안을 함으로써 진정 융합연구가 활성화되고 이를 뒷받침 할 수 있는 최선의 정책들이 만들어질 수 있기를 기대해 본다.

융합연구 Collaboration 과정의 알파와 오메가에 대한 질적 탐구

: 융합연구정책에 대한
시사점 도출

✎ 한국과학기술평가원 **황광선** (kshwang@kistep.re.kr)



I. 서론

1. 연구의 배경

융합[convergence, 融合]은 무엇인가? 산업융합 촉진법(2011년 제정) 제2조 1항에 따르면, "산업융합"이란 산업 간, 기술과 산업 간, 기술 간의 창의적인 결합과 복합화를 통하여 기존 산업을 혁신하거나 새로운 사회적·시장적 가치가 있는 산업을 창출하는 활동을 말한다. 정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법(약칭: 정보통신융합법) 제2조 2항에 따르면, "정보통신융합"이란 정보통신 간 또는 정보통신과 다른 산업 간에 기술 또는 서비스의 결합 또는 복합을 통하여 새로운 사회적·시장적 가치를 창출하는 창의적이고 혁신적인 활동 및 현상을 말한다. 2008년 11월 국가과학기술위원회(현재의 국과심)는 '융합'의 정의를 "미래사회의 경제·사회적 다양한 수요를 충족시키기 위한 과학, 기술, 문화 등과의 창조적 융합"으로 정의한 바 있다. 학술자료에서 가장 많이 언급된 융합의 정의는 이종 또는 동종 간 융합을 통해 새로운 것이 창출된다는 정의이다. 본 연구에서는 융합의 의미를 포괄적으로 사용한다. 융합을 '서로 다른 이종의 기술과 지식이 결합하는 것'으로 정의한다¹⁾.

1) 융합을 지칭하는 용어로 '복합', '조합', '결합', '복수학제(다학제)', '학제간', '퓨전' 등 다양한 용어가 사용되고 있다. 그럼에도 불구하고 융합이 의미하는 바에 대해서는 연구자 및 학자들 간에 어느 정도의 공통된 합의를 이루어 가고 있다. *복수학제(Multi-disciplinary Research): 개별 분야별로 연구를 수행하며 2개 이상 학문의 공동 참여 연구, *학제간 연구(Inter-disciplinary Research): 단일 학문 분야로 해결하기 어려운 문제의 해법을 강구하기 위해 2개 이상의 학문으로부터 나오는 개념, 이론, 관점, 방법론 등을 결합하여 수행하는 연구



정부의 투자가 증대되는 시점에서 국가적 전략측면에서 체계적이고 일관성 있는 융합연구 정책의 방향 설정 및 담론 형성이 절실한 시점이다. 자연발생주의 시각에서 볼 때, 시장에서 기술의 융합이 이루어지는 이유는 기술융합을 기반으로 상품화에 따른 시장 진출 가능성이 보이기 때문이다. 정부에서 융합연구 정책을 추진하는 것은 시장의 수익성에 가려진 융합 기술을 국가 전략적인 차원에서 찾아내어 개발하거나, 정부정책을 통한 융합기술 발전의 가속화를 꾀하기 위함으로 볼 수 있다. 즉, 융합연구정책 추진의 배경에는 ‘융합’을 새로운 기회(창조경제 관점에서의 ‘성장동력’)로써 우리 사회 및 경제에 “긍정적”(a good thing) 정책수단이 된다는 암묵적 공감대가 있다. 하지만, ‘융합’이 가지는 발전적 방향성은 인정되더라도, 필요이상의 ‘융합연구정책’은 남용될 여지가 있다. 융합은 그 자체가 목적이 아닌 특정 목적과 미션달성을 위한 수단 또는 연구과정에서 나타나는 현상이지만 융합 활성화를 내세우면서, 융합을 위한 융합이 나타난다는 지적이 있는 것도 그런 이유이다²⁾.

2) “현재 정부가 추진하는 융합연구 활성화 정책 중에는 진정한 의미의 융합이라기보다는 단순한 공동 협력, 협동 수준을 벗어나지 못한 것도 있는 것이 사실이다. 아마 정책을 추진하는 사람들도 그 사실을 인지하고 있을 것이라 예상된다. 융합이라는 것은 쉽지가 않다. 시간도 필요하고 자연스럽게 나타나는 현상이지 의도한다고, 강요한다고 해서 바로 나타날 수 있는 현상이 아니라고 생각한다.”[1]



본 연구는 이러한 융합연구의 정책적 시류를 배경으로 융합연구정책의 ‘진정성’ 이 아닌 ‘형식성’에 대한 우려를 인식함에 따라 과학기술 연구자들의 융합연구 행태에 대한 현장의 이야기를 탐구하고자 하였다. 융합연구는 어떻게 시작되는가? 융합연구자를 어떻게 만나는가? 융합연구를 진행하면서 생기는 마찰이나 문제는 무엇이 있는가? 융합연구의 결과를 연구자들은 어떻게 처리하는가? 라는 질문들을 통하여 융합연구 알파(시작)와 오메가(끝)의 일련의 과정에 대한 시론적 이론을 정립하는 데에 있다. 그간 선행연구들은 융합의 의미[2], 융합연구정책에 있어 조직의 중요성[3], 융합연구인력[4], 융합연구의 발전방향[5], 등 의미 있는 연구들을 보여왔다. 하지만, 융합연구자들의 연구행태를 질적으로 이해하는 시도는 찾아보기 어렵다. 본 연구의 관심은 “무슨(what)” 융합연구를 하는가가 아니라, “어떻게(how)” 융합연구를 하는가에 있다. 융합연구의 시작에서부터 연구의 과정, 그리고 활용까지 이어지는 프로세스에 관하여 44명의 융합연구 수행경험이 있는 과학기술분야 연구자 인터뷰를 진행하였다. 기존 연구들의 양적 탐구에서 놓치기 쉬웠던 연구자들의 면면을 심층인터뷰하여 현상학적으로 이해하고 분석함으로써 융합연구의 시작/과정/마무리의 단계에서 정부의 정책적 노력이 어느 부문에 집중되어야 하는지에 대한 시사점을 주거나, 정책개선에 앞서 융합연구자의 생태계를 이해하는 초석을 제공할 것이다.

II. 논의의 배경

1. 융합기술 정책

1) 융합기술 정책의 흐름 및 내용

우리나라 R&D 역사는 수십 년을 거슬러 올라가지만, 융합R&D는 비교적 최근의 일이다. 융합연구는 기존의 기술만으로 극복하기 어려운 문제를 해결하기 위하여 학문적 필요에 의한 자연스러운 연구자들의 결합이 시초이다. 1990년대에는 뜻이 있는 연구자들끼리 바이오, 광 등 응용하려는 분야를 이해하기 위한 스터디 그룹의 형태가 주를 이루었다³⁾. 예를 들어, 1990 년대에 MEMS(Micro Electro Mechanical System : 초소형 전자 기계 시스템)라는 기술이 대두되었는데, 이전까지 전자공학은 해당 분야에 적용 산업이 있었기에 그 분야에서 최고의 성능을 갖는 부품이나 완제품을 구현하기 위한 독자적인 연구만으로 충분했다. 하지만 보다 작은 전자 기기, 빠른 성능의 기기, 선명한 기기, 전자기기이지만 의료용이라든지 혹은 다른 새로운 니즈(needs)에 부합하는 것들에 대한 사회적 요구가 증가함으로 인해 자연스러운 기술 융합으로 MEMS 및 나노기술이 개발되게 된 것이다. 최근 5년간의 국가R&D 사업내 융합 현상을 보면 국가과학기술표준분류 중분류 369개중에 300개 이상의 기술이 단일과제에서 같이 연구되는 현상이 나타나고 있다[1]. 이는 기술 간의 융합은 오래전부터 진행되고 있는 자연스러운 현상이라는 해석이 가능하다.

3) 인터뷰를 통한 다양한 연구자들의 회고가 이를 뒷받침한다.

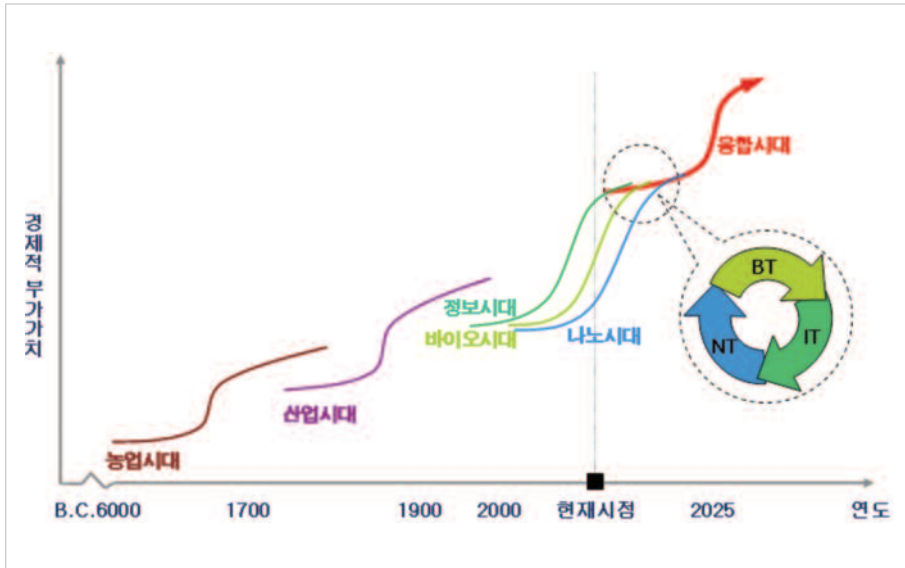


그림 1. 시기별 산업시대의 변화

출처: 이상엽(2007)6]

융합기술에 대한 범부처의 중장기계획은 「국가융합기술 발전 기본방침(2007)」으로 제시되었으나, 실질적인 융합기술 개발 전략은 노무현 정부 때인 2008년 교육과학기술부(현, 미래창조과학부) 주관의 「제1차 국가융합기술 발전 기본계획(2009~2013)」이 처음이다. 2011년에는 지식경제부(현, 산업통상자원부)에서 ‘산업융합촉진법’을 제정하여 융합을 추진하기 위한 법적 근거를 확보한 바 있다. 2012년에는 “제1차 산업융합발전 기본계획(2013~2017)”을 수립하여 IT융합확산전략, 나노융합2020사업 등 산업별 융합 촉진 전략을 시행 중에 있다. 2014년에는 “창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략(제2차 국가융합기술 발전 기본계획)”이 수립되어 시행중에 있다.

표 1. 융합기술 발전을 위한 15대 국가전략 융합기술

구분	기술·미래상	국가전략 융합기술
경제 성장 (7개)	고성장 스마트 기술	빅데이터, 차세대반도체, 융합형콘텐츠, 스마트자동차
	미래유망 융합기술	서비스로봇, 생산시스템 및 생산성 향상, 차세대 소재
국민 행복 (8개)	건강한 삶	건강관리 서비스, 유전체 정보 이용, 신체기능 복원 및 재활치료
	지속가능한 청정 생활	지구환경 통합 모니터링 및 관리, 오염물질제어 및 처리, 신재생에너지
	걱정없는 안전사회	식량자원보존 및 식품안전성 평가, 재난재해 예측 대응

출처: 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략 (2014)

표 2. 정부 융합기술 정책 현황

구분	주관부처	참여부처	수립시기
국가융합기술 발전 기본방침	국가과학기술 위원회	교육인적자원부, 문화관광부, 산업자원부, 보건복지부, 건설교통부, 과학기술부, 농림부, 정보통신부, 환경부, 해양수산부	2007.04.30
제1차 국가융합기술 발전 기본계획(2009~2013)	교육과학기술부	교육과학기술부, 농림수산식품부, 보건복지가족부, 국토해양부, 문화체육관광부, 지식경제부, 환경부	2008.11.18
제1차 산업융합발전 기본계획 (2013~2017)	지식경제부	기획재정부, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림 수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 환경부, 국토해양부, 방송통신위원회, 국가과학기술위원회, 중소기업청	2012.08.16
창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략 (2014~2018)	미래창조과학부	기획재정부, 미래창조과학부, 교육부, 문화체육관광부, 농림축산 식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 해양수산부, 중소기업청, 특허청, 농촌진흥청	2014.02.27
IT융합 확산전략 (2013~2017)	지식경제부	기획재정부, 지식경제부, 교육과학기술부, 농림수산식품부, 보건 복지가족부, 국토해양부, 문화체육관광부, 행정안전부, 국방부, 방재청, 경찰청	2012.09.07
나노(NT)융합산업 발전전략	교육과학기술부	교육과학기술부, 지식경제부	2009. 3. 17

우리나라의 융합관련 정책은 미래창조과학부 주도의 융합기술 정책과 산업통상자원부 주관의 융합산업 정책으로 분리되어 추진되고 있으며, 각 부처별로는 기술분야별 중장기계획의 세부과제로 추진되는 경우가 많다. 크게 융합기술(혹은 기술융합)과 산업융합 2개 분류로 나누어지는데, 아직 선진국 대비 낮은 융합기술 및 산업 수준에 따라 융합연구를 활성화하기 위한 전략과 추진과제로 R&D 투자 확대 및 융합R&D 활성화를 위한 인프라 구축을 공통된 내용으로 담고 있다.



표 3. 융합관련 정책 주요 내용 요약

구분	제1차 국가융합기술 발전 기본계획	창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략	제1차 산업융합발전 기본계획	IT융합 확산전략	나노융합산업 발전전략
비전	창조적 융합기술 선점을 위한 신성장 동력 창출 및 글로벌 경쟁력 제고	창의와 도전의 융합 R&D를 통한 창조경제 구현	'미래 大융합 시대'의 글로벌 리더		2015년까지 나노융합 산업 3대 강국 도약 - 경제사회의 지속 가능 발전을 위한 융합산업기반 구축
목표	<ul style="list-style-type: none"> · 원천융합기술 수준 향상 · 국내 융합기술수준 : (07) 50~80% → (13) 70~90% · 미래 주도형 융합 신산업 창출 	<ul style="list-style-type: none"> · 창조적 R&D를 통한 융합기술 선도국 도약 · 국내 융합기술수준 : (12) 70~80% → (18) 80~90% · 체계적 융합R&D 기반 구축을 통한 융합R&D 활성화 	<ul style="list-style-type: none"> · 인문과 기술의 소통으로 "더 앞서 가는 산업 강국" · 건강하고 편리한 "더 풍요로운 생활 한국" · 인간과 자연이 동행하는 "더 든든한 안심 대국" 	<ul style="list-style-type: none"> · IT융합 확산을 통해 ① 산업의 새로운 성장동력을 확보하고 ② 국민의 삶의 질을 획기적으로 개선 · 이를 통해 반복적 세계 경제위기, 저성장 기조 등 불안요소에 대응하고 극복할 수 있는 안정적 성장 기반 확보 	<ul style="list-style-type: none"> · 세계 나노 융합산업 시장 15% 점유 · 나노기술 전문기업 500개, 글로벌 중핵 기업 10개 육성 · 30개 이상 세계 최고 나노융합기술 확보 및 혁신제품 창출
추진전략	<ul style="list-style-type: none"> · 원천융합기술의 조기확보 · 창조적 융합기술 전문인력 양성 · 융합 신산업 발굴 및 지원 강화 · 융합기술 기반산업 고도화 · 개방형 공동연구 강화 · 범부처 연계·협력 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> · 미래유망 원천기술 개발 및 기술사업화 촉진 · 사회적 문제해결을 위한 융합기술 연구 본격 추진 · 창의적 융합인재 양성 · 융합인프라 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> · 더불어 풍요로운 산업융합 강국 견인 · 스마트 융합으로 살기좋은 생활 구현 · 녹색 융합을 통한 지속성장 역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> · 주력산업의 글로벌 경쟁력 제고 · 생활밀착형 IT융합 서비스 시장 창출 · IT융합 성장 인프라 확충 	<ul style="list-style-type: none"> · 수요지향형 핵심 R&D 추진 · 인프라 활용기반 조성 및 인력양성 · 산학연 협력 추진 주체 정립 · 민간투자 활성화 · 나노융합산업화 촉진시스템 구축

융합 지향에 대한 정책적 노력은 다른 계획 및 법률에서도 나타난다. 과학기술기본계획에서는 “과학기술 연구개발의 추진 및 협동·융합연구개발 촉진”을 강조하고 있다. 과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률 제32조에서는 “연구기관 및 연구회는 협동·융합연구개발 등의 효율적 추진을 위하여 소속 인력을 교류할 수 있도록 노력하여야 하며, 교류 인력에 대한 적극적인 지원시책을 수립하여야 한다”고 규정하고 있다. 산업기술혁신 촉진법 제26조의2에서는 “산업통상자원부장관은 산업기술과 디자인, 인문·사회과학 등 다른 분야와의 융합을 통한 새로운 시장의 창출을 촉진하기 위하여 산업기술과 디자인, 인문·사회과학 등 다른 분야와의 융합기반 구축에 필요한 시책을 마련하여 추진할 수 있다”고 명시하고 있다.

정책방향에 따라 융합의 범위가 달라져 왔으나, 전반적으로 점점 그 범위는 확대되고 있다. 이명박 정부에서는 IT와 주력산업과의 융합전략을 중점 추진하였다면 박근혜 정부에서는 창조경제 활성화를 중심으로 인문, 예술까지 포함한 융합을 강조하고 있다. 기술간의 융합뿐만 아니라 기술과 산업, 기술과 인문이 융합할 수 있는 융합의 다양성을 인정하고 있다. 융합정책 초기에 비해 최근의 융합정책은 사회문제해결형 융합기술과 신성장 동력 창출을 위한 기술간산업간의 융합을 통한 신산업 창출을 강조하고 있다. 이러한 추세는 선진국의 융합정책과도 일맥상통하고 있다고 볼 수 있다. 융합의 논의 범위가 확산되고 있는 것은 자연스러운 현상이고 융합 R&D의 활성화를 위해서도 바람직하다고 전문가들은 동의한다. 이는 기존의 연구 활동으로 해결하기 어려운 문제나 현상이 발생하고 그 문제를 해결하기 위한 새로운 방식의 확대는 자연스러운 현상이라고 판단하기 때문이다.

융합기술은 다양한 관점에서 분류해 볼 수 있다. 대표적으로 활용목적에 따른 분류<표 4>와 기술 분야별 분류<표 5>가 있다.

표 4. 활용목적별 융합기술의 유형

분류	정의
원천기술창조형	이종 신기술 또는 신기술과 학문이 결합하여 새로운 기술을 창조하거나 융합기술을 촉진하는 유형
신산업창출형	경제 사회 문화적 수요에 따른 신산업 서비스 구현을 위해 이종 신기술과 제품/서비스가 결합하는 유형
산업고도화형	신기술과 기존 전통산업이 결합하여 현재의 시장 수요를 충족시킬 수 있는 산업 및 서비스를 고도화하는 유형

출처: 국가융합기술발전 기본계획(2008)

표 5. 기술분야별 융합기술의 유형

분류	정의
NT기반 융합기술	물질을 나노미터 크기의 범주에서 조작 분석하고 이를 제어함으로써 새롭거나 개선된 물리적 화학적 생물학적 소재 소자 또는 시스템 창출
BT기반 융합기술	생명공학과 타 첨단 기술의 융합을 통해 새로운 제품/서비스를 창출하거나 기존 제품의 성능 향상
IT기반 융합기술	IT기술 기반으로 NT, BT 등 이종기술간 융합을 통하여 신제품/서비스를 창출하거나 기존 제품의 성능을 향상
CT기반 융합기술	문화와 이공학적 기술을 융합시켜 가치있는 콘텐츠를 제공하여 삶의 질을 향상시키고 상품의 부가가치를 배가하는 기술
ET기반 융합기술	에너지와 환경기술이 타 첨단 기술과의 융합을 통해 새로운 에너지 및 환경 산업/서비스를 창출하거나 기존 기술 및 제품의 성능을 향상시키는데 필요한 응용기술

출처: 국가융합기술발전 기본계획(2008)



융합연구정책을 시행하는 주체도 다양해지고 있다. 국가과학기술위원회 융합연구본부, KIST 융합연구정책센터, 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 등의 융합연구개발(R&D)을 위한 인프라가 출연연구소에 조성되었고, 인력양성과 연구를 위해 대학에서는 서울대 차세대융합기술원, KAIST 문화기술대학원, 연세대 글로벌 융합기술원 등이 설치되어 운영되고 있다. 정부 출연 연구기관 및 대학은 특정 분야를 중심으로 융합기술에 대한 연구를 수행하고 있다. 정부 출연(연)은 융합기술 관련 연구조직의 구성을 통해 강점이 있는 분야를 기반으로 한 융합기술 연구를 추진하고 있고, 대학은 융합 관련 대학원 및 연구소 설립 등을 통해 융합기술 인력 양성 및 다학제 연구를 진행 하는 편이다. <표 6>은 대학 및 출연(연)에서 대표적으로 진행하는 융합연구이

표 6. 국내 출연(연) 및 대학의 융합기술 개발 추진현황

구분	기관명	추진현황
출연(연)	표준과학(연)	· 나노바이오융합연구단을 통해 실시간 생체 현미경 등 나노 수준의 바이오 측정 연구개발 등을 수행
	생명공학(연)	· 바이오나노연구단을 통해 단백질칩, 나노입자 및 생체소재, 나노바이오분야 등의 연구개발에 집중
	전자통신(연)	· 융합기술연구부문을 통해 IT-NT, IT-BT, NIT 등의 분야에서 IT 중심의 융합 기술 연구개발 수행
	KIST	· 미래융합기술연구소를 설치· 운영
	ETRI	· 대형 연구과제에 연구역량을 집중하고, 연구기획부터 사업화까지 연계할 수 있는 연구수행 체제 구축
대학	KAIST	· 학제간 교육· 연구과정을 운영하고 있으며, 나노· 바이오· IT융합연구소를 각각 설치· 운영
	서울대	· 경기도에서 광고 테크노밸리 내 설립(08.3)한 차세대 융합기술연구원 내에 '융합기술전문대학원' 설립 추진 · 5개학과(나노바이오융합기술, 디지털융합문화, 지능형융합시스템, 환경 및 인프라융합기술, 뇌융합기술)를 '09년 개설 추진
	기타	· 일부 대학에서 융합기술분야와 관련된 학과를 설치 및 운영 중이며 최근에는 대학원석· 박사 학위과정에서 융합관련 학과가 늘어나고 있는 추세 - 디스플레이-반도체물리학과(고려대), 휴대폰학과(성균관대)등 - 나노반도체공학과(한양대), 냉동공조에너지학과(부산대), 바이오융합기술학과(서강대), 신기술융합학과(건국대) 등

출처: 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략 (2014)

정부의 융합 활성화에 대한 의지에 힘입어 융합R&D 예산도 매년 증가하고 있으며, 2012년에는 약 2조 8천억 규모로 전체 R&D 예산의 17.7%에 달하고 있다[1]. 수행주체별 융합R&D 현황을 보면 2013년 기준으로 출연연 37.4%(1조 2,253억원), 대학 30.7%(1조 81억원), 중소기업 11.9% (3,903억원) 순으로 투자되고 있다.

표 7. 정부연구개발사업중 융합R&D 투자액과 과제수 변화추이(2009~2013)

(단위: 억원,개)

구분		2009년	2010년	2011년	2012년	2013년
정부연구개발사업	지원금액	124,145	136,827	148,528	159,064	169,139
	과제수	39,471	39,179	41,619	49,948	50,865
융합R&D	지원금액	16,274	19,162	22,635	28,920	32,789
	과제수	4,065	5,193	5,871	9,377	11,267
융합R&D비중	지원금액	13.1	14.0	15.2	18.2	19.4
	과제수	10.3	13.3	14.1	18.8	22.2

출처: 김홍영·박소희 (2015)[1]

출연(연)의 융합과제가 많은 것은 정부정책이 출연(연)에게 융합R&D를 유도하기도 하였지만, 출연(연)이 유사기술분야(동종기술)가 혼합되어 있는 조직구조와 인력구조를 갖고 있기 때문이기도 하다[1].

그간 융합연구정책의 성과를 종합하면, 우리나라의 융합기술의 성과는 양적으로는 분명히 성장했으며, 융합기술 R&D 추진을 위한 연구 인프라 구축은 어느정도 진행되고 있다고 평가된다[1].

다.

2) 융합이론[7]

기술의 융합 현상을 설명하는 주요 이론으로 혁신이론관점, 연계 및 협력관점, 기업 역량관점이 있다.

Lind는 융합의 동인을 혁신과 기술변화로 보고, 범용기술이 적용되는 분야에서 기존 시스템과는 전혀 다른 시스템의 창출로 설명하고 있고, Kodama는 융합을 현 기술과 타 기술과의 조합으로 이루어지는 복합적·비선형적(non-linear) 혁신 과정으로 보고 접근하고 있다. Greenstein & Khanna은 융합의 원인 및 상호작용을 기업이 융합에 대응하는 양상과의 관련성으로 설명한다.

연계 및 협력 관점에서 Hacklin는 외부조직과의 협력 및 네트워크 형성을 융합 추진의 필수적 요건으로 보고 있고, Haeussler는 융합과 혁신에 소요되는 비용과 위험 부담의 목적으로 외부 조직과의 연계 활성화를 강조하고, Hamel는 외부와의 연계는 외부지식의 학습 관점에서 중요하다고 역설한다.

기업 역량 관점에서 Rochenhauser는 융합현상을 기업의 차별성과 가치 지향적 전략을 중점으로 기업을 경영하고자 하는 기업가적 역량의 포트폴리오로 파악하고, Lei는 융합관리를 위한 동적 역량의 필요성을 제시하고 있다

2. 선행 연구

본 연구의 범위는 무엇이 융합되고 있는지⁴⁾에 대한 것이 아닌, 융합은 어떻게 이루어지는가에 대한 연구자들의 행태적인 부문이다. 그간 선행연구들은 융합의 의미[2], 융합연구정책에 있어 조직의 중요성[3], 융합연구 인력[4], 융합연구의 발전방향[5,8], 융합연구 활성화 방안 [9-11] 등 의미 있는 연구들을 수행해 왔다. 특히 융합연구의 활성화 정책에 비례하여 융합연구를 활성화하기 위한 조건 요인을 찾는 연구가 증가하고 있다. 융합연구를 활성화하기 위한 정부의 역할은 국가적인 제도 지원 강화로 수렴된다. 예를 들어, 예산 지원 확대[5], 정치적 융합R&D 로드맵 수립[12], 융합교육 등이 주요 성공 요건이다.

표 8. 국내 융합R&D 관련 주요 연구

저자	논문 제목	방법	주요 내용	주요 결과 및 정책 제언
경정은 외 (2011)[5]	융합연구의 새로운 발전 방향 모색	사례 비교	·NSF와 NRF 사업 비교 - 사업규모, 내용, 운영 방식 ·융합연구의 발전방향 제언	명확한 비전 제시, 국가 차원의 아젠다 전략 지원과 상향식 지원 병행, 파트너십과 소통을 통해 시너지 극대화, 그랜트 방식으로 고위험 원천연구 지원, 사회경제적 기여도가 높은 과제 중점 지원, 전문인력 양성, 사업기획시 연계성 강화, 명확한 사업설명
한승환 외 (2011)[9]	학제간 융합연구 촉진을 위한 실증분석	설문 조사	·연구자 인식 설문조사 - 지식융합, 철학, 협력, 논문게재의 장애	종합적·체계적인 계획 하에 융합연구 비전 제시, 연구자들의 지식과 이해도 제고와 개방적 태도, 지식융합수준을 학술지 심사기준으로 반영, 균형적인 발전 추구
김윤종 외 (2009)[7]	융합기술 관련 국가 연구 개발 사업 현황과 효과적 지원전략에 대한 연구	질적 분석	융합기술 재정의, 융합기술 연구 유형화	·광의의 개념으로 융합기술 재정의 ·유형1: 미래시장 선점을 위한 원천성 연구 ·유형2: 신기술 융합으로 단기간에 기술적 성과를 상용화하는 연구 ·유형3: 기존 산업을 고도화하여 부가가치를 높이기 위한 연구

4) 진영현(2014)는 특허 부문의 네트워크 분석을 통해 우리나라의 기술융합은 '전기공학'과 '화학'을 중심으로, 산업융합은 전기전자와 정보 분야가 활발하다고 주장하고 있다[13]. 김홍영·박소희(2015) 역시 네트워크 분석을 활용하여 어떤 기술이 융합이 잘 되는지 보여주는데, 5년간 융합R&D 빈도가 높은 기술은 주로 생명분야와 식품분야 기술이며, 그 중에서도 의생명과학, 임상의학 분야, 분자세포생물학, 식품과학, 식품영양과학 기술분야 등이 융합R&D 대상으로 자주 활용되고 있는 기술들이다. 또한 최근 5년간 연결정도가 높은 기술은 신재생에너지, 융합바이오, 소프트웨어, 고분자재료 등으로 분석은 보여주고 있다. 특히 소프트웨어, 신재생에너지, 융합바이오 기술 분야는 다른 두 기술 분야를 연결시켜주는 매개 역할도 높은 수준으로 나타난다[1].

표 9. 국내 융합R&D 관련 주요 연구

저자	논문 제목	방법	주요 내용	주요 결과 및 정책 제언
안연식 (2010)	국가기술전략 관점에서의 기초 융합 연구개발 기획 선진화 방안 연구	사례 연구	기초 융합 현황분석 및 기획프로세스 선진화방안	· 융합연구 관련 정책 프레임워크 구축 및 관리 · 연구 조직, 연구 기반, 학문 및 학제 기반 등 인프라 개선
이광호 외 (2013)	융합연구사업의 실태 조사와 연구개발 특성 분석	정량 분석	융합연구사업과 융합연구조직의 현황 및 특성 분석	국내외 융합R&D사업 실태조사, 융합R&D조직 특성분석, 융합R&D 정책방향 제언
이종만 외 (2008)	과학기술분야 융합 기술 인력현황 및 이동 행태 분석	정량 분석	융합기술개발 및 융합기술인력 현황과 연구원 인력이동 행태 분석	융합기술인력의 유동성 강화, 글로벌 수준의 인력 양성, 공동협업연구 및 전환교육, 인프라의 체계화 및 개선 등 제언
주형근 외 (2012)	융합기술 의미의 고찰과 e-비즈니스의 연구 방향	서술	융합기술의 글로벌 e-비즈니스 연계방안 제언	· 제도적 차원의 폭넓은 정책개발과 추진 미흡 · 지속적인 투자 확대, 출연연을 융합기술형 R&D체제로 변화, 전 과정에 필요한 융합신산업창출 전략 수립
강정석 (2014)	융합연구 성과에 영향을 미치는 요인에 관한 실증분석	설문 조사	출연(연) 융합 활동 실태 파악, 융합 촉진 방안 도출	· 기술개발의 역량 강화, 융합리더십의 발휘, 균형적인 종합연구 · 학문분야 간 역할 및 책임 정립, 연구자간 공유 기반 구축, 리스크 관리 필요
노종범 (2009)	융합 연구개발 활성화를 위한 효율적인 프로세스에 대한 연구	설문 조사	융합연구 유경험자들의 요구사항, 연구개발 프로세스 현황 파악	· 연구수행자의 참여와 의견을 적극 수렴하고 반영하는 시스템 구축, 적합한 연구 수행 절차 및 효과적인 로드맵 수립 · 전문가 평가위원회의 질적 제고 평가를 위한 사전 교육의 실시 · 연구결과의 확산 및 이전 등 연구 성과 활용 촉진 노력 제고
경정운 (2012)	정부의 역할이 융합 연구 효과에 미치는 영향요인에 관한 연구	설문 조사	· 연구자 인식수준 분석 · 학문분야 간 인식 차이 분석	· 융합연구효과를 창출하기 위한 정부역할의 수준이 대체로 미흡 · 정부의 융합연구에 대한 중장기 계획 수립, 학문분야 간 차별화 전략 제시
배형준 (2014)	이공계 융합연구 수행의 영향요인 및 연구 성과 영향분석	정량 분석	이공계 대학교수의 개인 특성배경, 연구환경 및 조직특성에 관한 경성자료 수집 및 분석	· 융합교육 정책의 추진이 융합연구 성과 증진에는 효과가 있으나 교육적 효과의 측면에서의 실효성에는 의문 · 다양한 분야의 지식, 기술, 이론, 관점을 결합해야 문제를 해결할 수 있는 연구과제의 개발 및 활용 등의 교육방식 혁신 필요

또한 융합연구자들의 배경 및 전문성에 차이가 있다 보니, 융합연구의 성공을 위한 주요 요인으로 “연구자들 간의 의사소통”이 꼽혔다[14,15]. 소통은 서로 다른 학문적 기반을 가지고 있는 연구자들에게 이해의 길을 터주고 협력을 증진시켜 상호 전문성 교류를 활성화시킨다. 이러한 의사소통 중심의 연구들은 연구팀의 구성, 공동의 기반구축, 리더십 등의 관점에서 융합 연구 촉진방안을 모색하고 있다[16]. 예를 들어, 팀 구성에 있어서는 공동의 동기를 가지고 있고 상호 보완적인 연구자들로 구성이 되어야 하고, 팀이 구성원이 공동의 언어를 사용하려고 노력해야 한다. 또한 연구팀의 창의성과 단합을 이끌어내기 위한 리더의 목표설정, 회의 등이 중요하다. 한국의 연구자를 대상으로 조사한 결과, 융합연구자들은 친한 사람 위주로 연구망이 형성되고, 다자간의 연구연결의 어려움을 발견하고 있다[17]. 이로 인하여 거미줄 같은 연구망이 아닌, 중앙 집중적 융합연구팀이 구성되는 경우가 발생하게 된다.

위 연구들이 공공연구기관을 대상으로 한 연구였다면, 최재영 외(2014)는 기업의 융합기술개발에 영향을 미치는 요인을 규명하고, 융합기술개발활동을 통한 기업의 성과 창출 과정이 어떻게 이루어지며 어떤 요인들에 의해 결정되는지를 파악하였다. 융합 활동을 수행하는 1,649개 기업을 대상으로 융합기술개발성과에 미치는 영향요인을 기업의 내부적 특성, 혁신활동 특성, 협력활동 특성, 외부 환경적 특성, 제도 및 정책 특성으로 구분하였다[6].

가장 최근인 김홍영·박소희(2015)의 질적 연구 부문[1]은 본 연구에 몇 가지 선행 지식을 전달하고 있다. 첫 번째는 융합연구는 기술의 융합도 필요하지만 기술을 가지고 있는 연구자들의 융합이 더 중요하다는 것이다. 둘째는 물리적 거리감이 융합연구 수행에 어려움으로 작용한다는 점이다. 이는 Kraut의 연구에 잘 나타나 있다[18]. 셋째, 서로 다른 분야간에 횡적으로 네트워킹할 수 있는 여건(만남의 기회, 연구내용의 노출 등)을 대폭적으로 지원하여 다양한 배경의 연구자 네트워크가 형성될 수 있게 해야 한다. 박기범·황정태(2007)의 연구에서도 융합연구과정에 대한 질적인 행태를 엿볼 수 있다[19].

“융합 연구의 시작은 어느 한 분야에서 다른 지식의 필요성에 의해 내생적으로 발생한다[6]. 연구의 수행은 한 분야의 전문가가 필요한 외부 지식을 익힘으로써 이루어지며 융합 연구의



전문 인력은 등장하지 않는다. 내생적으로 발생한 연구는 두 분야 중 어느 한 쪽 또는 양 쪽에서 비약적인 기술 혁신이 일어날 경우 새로운 탐색 가능성을 열게 되고, 비로소 타 영역과 구별되는 경계를 지닌 독자적 연구영역으로 등장한다. 이 과정에서 다학문적 연구는 학제 간 연구로 성격이 바뀌며 융합 연구에 필요한 전문 인력이 양성되기 시작한다. 그리고 이 연구 영역으로부터 의미있는 결과가 도출되고 지속적으로 기존 연구와 상호 작용하면서 분야가 확대될 경우 하나의 학문 영역으로까지 발전할 수 있다.”

본 연구는 많은 선행연구들이 규명한 양적인 현상 외에, 융합연구과정 혹은 융합연구자들의 연구행태를 질적으로 이해하는 학문적 시도를 한다. 융합연구정책의 대상은 융합연구자인데 융합연구자의 행태를 이해하는 연구가 왜 그동안 거의 전무할까? 우선 흥미로운 점은 융합연구정책 관련 해외 논문 탐색에서 의외로 주요 융합연구에 대한 연구가 해외에서는 드물다는 것이고, 융합연구 관련 실증 분석은 국내 학자에 의한 연구가 많다는 것이다[11,17]. 해외 연구는 주로 사례연구(case study)가 많다[20]. 필자가 유추해 보건데, 융합연구자의 행태를 이해하는 연구가 부족한 주된 이유는 국내 융합연구정책의 역사가 짧고, 사회적으로 당연하게 받아들이는 융합 활성화 동의에 따라 활성화를 위한 요인 탐구에 연구자들의 관심이 집중되었기 때문인 것으로 사료된다.

Ⅲ. 연구 설계

1. 연구 모형

융합연구정책의 핵심은 과학기술 각 분야의 기술들이 효과적으로 융합되어 새로운 지식 및 기술을 창출하기 위해 정부가 어떤 전략과 정책을 추진하는가에 있다. 본 연구는 이러한 전략과 정책의 기본이 “융합연구 현장 깊숙이” 있다는 인식 하에, 융합연구의 과정을 질적으로 탐구해 보았다. 융합연구는 어떻게 시작되는가? 융합연구자를 어떻게 만나는가? 융합연구를 진행하면서 발생하는 마찰이나 문제는 무엇이 있는가? 연구자들은 융합연구의 결과를 어떻게 처리하는가? 등에 대한 답을 얻고자 한다.

연구모형은 아래와 같다. 융합연구의 도입단계에서는 융합연구의 시작이 왜 어려운지, 새로운 연구자를 만나기가 어떻게 어려운지, 만남 이후 지속가능성은 어떠한지에 대한 이해 및 분석을 시도한다. 융합연구의 과정 부분에서는 융합연구자들의 네트워킹 방법, 갈등 구조 등에 대한 탐색을 시도한다. 마지막으로 융합연구의 마무리 부분에서는 융합연구의 결의 처리, 활용에 대한 연구자들의 행위를 분석한다. 시작/과정/마무리 단계를 통하여 정부의 정책적 노력이 어디에 집중되어야 하는지에 대한 시사점을 줄 것이다.

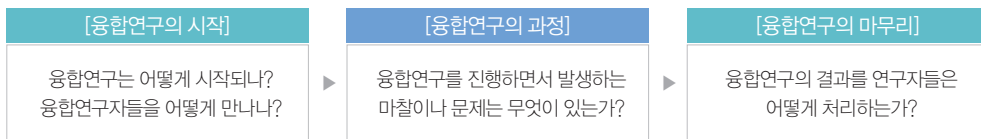


그림 2. 연구모형

2. 연구자료 및 분석방법

연구대상은 한국연구재단에서 집행하는 과학기술분야 융합연구 관련 주요 4개 사업⁶⁾과 국가과학기술연구회 융합연구단에서 시행하는 사업⁵⁾에 참여하는 연구자들이다. 한국연구재단과 국가과학기술연구회로부터 받은 융합R&D 참여 과학기술 연구자 명단 중 연구책임자 위주로

5) 신기술융합형성장동력 3개 연구단, 신산업 창조 프로젝트 11개 사업단, 미래유망융합기술파이오니어 30개 사업단, 기반형융합연구 2개 연구단

선별된 대상은 총 94명(연구재단으로부터 56명, 연구회로부터 38명)이었다. 본 연구는 서면인터뷰 방식을 취했고⁶⁾, 반구조화된 개방형 질문지를 이메일을 통하여 연구자들에게 전달하고 전화연락을 통하여 서면인터뷰 배경 설명을 충분히 하였다. 서면인터뷰 기간은 2015년 6월 15일부터 7월 8일까지 진행되었고, 이 기간 동안 총 2번의 독려 전화를 하였다. 서면인터뷰 내용의 신뢰도 및 타당도를 보강하기 위해 7월에 3명의 연구자를 직접 만나 인터뷰를 진행하였다. 3명의 직접 면담을 포함하여 총 인터뷰에 응한 연구자는 총 44명이다.

인터뷰 분석방법은 “질적내용분석(qualitative content analysis)”이다. 내용분석은 두 가지 접근법으로 구분 되는데, 질적(해석적) 접근법(interpretative approach to content analysis)[21]과 양적(실증적) 접근법(positivistic approach to content analysis)[22]이 있다. 전자는 귀납적인 방식으로 텍스트를 이해하는 접근법이다. 질적 내용분석은 스크립트를 바탕으로 정량적인 핵심어를 도출하는 양적내용분석에 대비하여 연구대상자의 행위를 면밀히 분석하는 장점이 있다. 본 연구는 스크립트 사이사이(line by line)의 정성적 이해를 통한 분석을 하였다. 정성적 이해의 방법은 44명의 전체 인터뷰 스크립트를 전후로 왔다갔다하면서 내용을 충분히(thoroughly) 인지하는 것이다. 이러한 인지 과정을 5~6번 거치면 인터뷰의 무슨 내용이 어느 지점에 있는지 쉽게 인지하는 자료의 전이가 충분히 이루어진 상태가 된다⁷⁾.

분석결과의 타당성을 높이기 위해 1차로, 연구 분석 시에 동료 연구자에게 핵심적인 융합 연구의 행태, 중요성, 애로사항을 분석해 줄 것을 부탁하였고, 필자의 분석과 상호 비교하여 공통의 발견을 위주로 분석을 취합하였다. 2차로, 분석결과를 인터뷰 응답자 2명에게 의뢰하여 지나친 해석의 오류를 발견하고 수정 및 보완하는 과정을 거쳤다.

분석결과의 전개는 인터뷰 스크립트의 정성적 이해를 바탕으로 한 주요 행태 및 관계, 각 단계에서의 중요한 사안, 연구과정에서의 애로사항 등을 분석 및 요약하여 보여주고, 주요 인터뷰 내용을 인용하여 주장을 뒷받침하는 형식을 취하였다. 인터뷰에 응한 연구자 정보를 보호하기 위해 인용한 해당 인터뷰의 연구자 정보는 생략하였다.

6) 상호교류의 장점이 강한 직접인터뷰보다 서면인터뷰를 선택한 것은 국가과학기술 연구자들은 서면을 통해 논리정연하게 자신의 생각을 정리하는데 익숙해 있다는 과학기술 연구자의 조연에 따른 이유가 가장 크다. 두 번째 이유는 초기 과학자 컨택을 시도하였으나, 시간적 제약에 따른 연구자들의 부담이 있었다.

7) 이러한 자료 전이 과정은 2주(하루 평균 4시간) 정도 소요되었다.

IV. 분석 결과

1. 융합연구자 기술통계

서면인터뷰 응답자 44명 중 응답자 특성에 표기를 하지 않은 2명을 제외한 42명의 융합연구자의 인적사항은 다음과 같다. 남자가 37명, 여자는 5이고, 연령대는 40대가 19명, 50대가 20명, 60대가 3명으로 나타났다. 연구경력 7년에서 15년 사이가 9명, 나머지 33명은 15년 초과 연구경력을 지니고 있었다. 소속은 대학 11명, 출연(연)이 30명으로 분포되어 있다.

표 10. 응답자 특성

성별	남자: 37, 여자: 5	나이	40대: 19, 50대: 20, 60대: 3
소속	대학: 11, 출연(연): 30	연구경력	연구경력 7~15년: 9, 15년 초과: 33명

융합연구과정의 이해에 앞서 융합R&D를 개괄적으로 이해해 보고자 하였다. 융합R&D는 일반R&D와 어떤 차이가 있을까? 일반R&D에서는 연구자가 비교적 용이하게 기술의 상용화를 예측할 수 있는데 반해, 융합R&D에서는 타 분야 기술 발전의 예측이 어려워 융합과정에서 응용하는 것이 어려운 것으로 나타났다. 그러나 일부 연구자들은 일반연구와 융합연구의 큰 차이를 못 느끼고, 단지 연구 진행 방식의 차이(예를 들면, 미팅, 세미나 등)만 있을 뿐이라고 답하기도 하였다.

“일반 연구의 경우 본인이 대부분의 연구 내용을 직접 이해하고 수행할 수 있으며, 필요한 타 분야의 기술은 상용화된 기술 혹은 제품을 적용할 수 있고 적용된 결과를 예측할 수 있음. 융합연구의 경우, 필요한 상용화된 타 분야 기술 발굴이 어려워 본인의 연구 방향에 적합하도록 타분야에서의 연구 수행이 필요하며, 상용화된 기술이 있다고 하더라도 그 기술을 본인의 연구에 어떻게 응용할지, 응용한 후 어떤 결과가 나올지 예측이 매우 어려워, 해당 분야 전문가와의 연구 목표 및 문제에 대한 상호 이해가 매우 중요합니다.”

“융합연구과정이 일반 R&D 연구과정과 큰 차이점은 없음. 다만 일반 R&D연구보다는 더 많은 주기적인 미팅, 회의, 세미나, 포럼 등을 개최하면서, 서로에 대한 학문적 거리 및 심리적 거리는 줄이는 방향으로 진행하는 것이 필요합니다.”



2. 융합연구과정에 대한 이해

1) 융합연구 단계별 어떤 일들이 이루어지나?

융합연구자 44명의 인터뷰 내용을 분석한 결과, 융합연구는 다음 <그림 3>의 과정으로 압축하여 정리된다. 융합연구는 보편적으로 필요성 인지 → 1차 전문가 접촉 → 2차 전문가 접촉 및 연구동향 파악 → 융합연구목표 설정·사전기획 및 융합연구팀 섭외·확정 → 과제 신청 및 선정 → 세부 연구내용 수립 → 정기적 워크샵 및 사업 진행, 진행과정 파악을 위한 연구자파견, 진행과정 상 충돌 → 기술시험 → 결과에 대한 Cross-check → 연차평가 준비 및 평가 → 연구성과, 특허분석, 시장분석, 펀드투자 연계, 성과 홍보의 과정을 거친다.

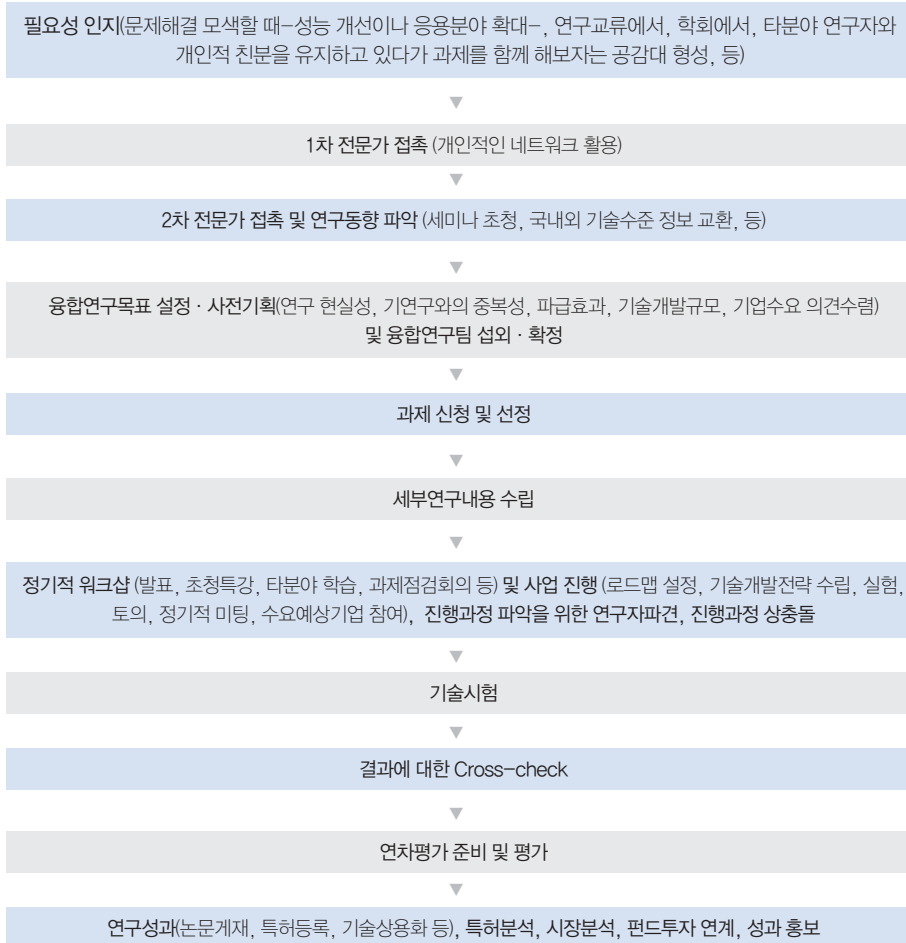


그림 3. 융합연구과정에 대한 이해모형

2) 융합연구의 시작

융합연구는 어떻게 시작되는가? 융합연구자들은 팀을 어떻게 구성하게 되는가? 융합연구의 시작단계에서 이루어지는 일들은 무엇이고 연구의 시작에 있어 어떤 점이 중요한가?

융합연구의 시작은 일반R&D와 마찬가지로 “필요성의 인지”이다. 이 필요성의 인지는 크게 두 가지 형태로 조성된다. 연구자의 개별적 아이디어 혹은 기관 간 교류 및 문제해결 차원에서 발생하는 필요성과 사회적 필요에 의한 정부기획으로 생기는 필요성이 있다. 전자는 연구자가 개인적인 관심을 가지고 기술개발을 하는 과정에서 필요한 기술을 가진 사람을 찾아서 만나게 되면서 시작되는데, 주로 소규모 과제로 이어지게 되고, 후자는 보통 대규모 과제로 진행된다. 인터뷰에 따르면, 현재 국내 융합연구는 국가기획에 의한 과제형태가 주를 이루고, 개인적 흥미에 의해 소규모로 진행 되거나 실질적인 현장의 필요를 해결하기 위한 경우는 거의 없다.

“다양한 분야의 융합 연구를 위해서는 어떠한 정부의 계기가 있지 않으면 이루어지기 힘든 것 같습니다”

“융합연구의 시작이 자연스러운 결합은 아닌 것 같습니다. 한국에서는 연구자들이 여유가 없습니다. 정부에서 문제가 있다 풀어라 합니다.”

“국내 융합 연구는 학문적 필요보다는 신산업 창출을 목적으로 요소기술 조합을 통한 사업화 시제품을 개발하는 데 초점을 맞추고 주관 기관의 주도하에 기획되는 측면이 강합니다.”

연구자 개인의 기술적 필요에 의한 시작과 국가기획에 의한 시작이 복합적으로 나타나는 경우도 있다. 또한 연구비 확보를 위해 시류에 따라 키워드를 보유한 기관이 기획을 주도하고 관련 연구기관을 섭외하는 과정을 통해 융합연구가 시작되는 경우도 있다.

“현재 진행 중인 융합연구는 초기 보유하고 있던 아이디어에 따른 구상과 과제 기획의 계기로 인하여 자연스럽게 시작되었다.”

국가 연구과제 선정 이후에 융합연구팀은 다양한 경로를 통하여 구성된다. 주관기관에서 공개적으로 연구자를 모집하거나, 알고 있는 연구자의 인맥을 통해 타 분야의 연구자를 만나게



되는 경우가 대부분이다⁸⁾. 이러한 첫 번째, 전문가들 그룹 형성 이후, 보다 심층적인 기술내용 교류를 위해서 혹은 1차 접촉 시 만났던 타 연구자의 학문적 배경을 구체적으로 파악하기 위하여 초청세미나, 학회 내 특별 심포지엄을 열기도 한다. 참여 연구자들이 확정 되면, 융합연구단의 리더는 과제를 제안하거나 주요 도메인의 기관에서 연구책임자를 맡게 된다.

융합연구가 시작되는 단계에서 중요한 것은 무엇일까? 연구자들은 공통적으로 미래의 실수요자에 대한 충분한 검토, 과제(연구) 목표 및 역할 분담, 리더십, 참여연구자의 역량, 소통, 인맥 등이 중요하다고 말한다.

첫째, 앞서 융합연구와 일반연구의 차이점 중 하나가 융합연구는 타 분야의 전문성과 함께 연구를 진행하다보니, 타 기술에 대한 발전상을 예측하기가 쉽지 않다는 것이다. 따라서 연구시작 단계에서 융합연구의 결과물을 사용할 미래의 수요자에 대한 면밀한 분석이 이루어져야 한다. 실제적인 활용가능성에 초점을 두고 각 전문가들이 검토하여 합의된 비전을 가지고 시작해야 한다. 이러한 연구자들의 검토 및 합의는 연구 범위와 연결된다. 정부의 요구사항(연구의 경향)이나 수요기업의 요구사항과 보유 및 개발 기술의 매칭에 따라서 융합연구를 시도하는 연구자들의 연구범위는 달라질 수 있다.

둘째, 과제(연구) 목표 및 역할 분담이 중요하다. 주제와 목표를 분명히 하지 않으면 각자의 개별 연구로 진행 될 가능성이 크다고 연구자들은 지적하고 있고, 연구 목표는 기초연구 · 응용연구 · 상용화연구의 특성을 반영하여 수립하고 수요자 또는 연구비 제공자의 의도에 부합되도록 선정해야 한다고 역설한다. 역할 분담 문제는 연구 종료 시, 융합연구를 통해 얻어질 성과에 대한 배분 협의문제와 직결된다.

“융합연구에서 미리 역할 분담만 처음부터 명확히 정의한다면 나중에 이해관계 충돌은 별로 일어나지는 않는 것 같습니다.”

8) 일부 연구자들은 융합연구의 시작단계에서 전문가참여 연구팀 구성에 있어 문제점을 지적하기도 한다.

“ 다양한 분야의 전문가들에게 참여할 수 있는 기회를 줄 수 있도록 오픈된 시스템에서 진행되는 것이 아니고, 팀을 이미 구성한 후에 진행하므로 타 분야에 우수한 실력을 가진 분들이 있다 하더라도 끼여들기 쉽지 않다.”

따라서 대형 사업의 경우, 사업의 성공가능성을 높이기 위해서 기획 단계 또는 사업 신규선정 전에 공청회를 열어 전국에 참여자를 공개 모집, 공개 경쟁하는 것도 필요하다는 개선안이 제기되고 있다.

“융합연구를 통해 얻어진 특허의 경우 기관별 배분 문제 등이 발생하는 경우가 종종 있고, 논문의 경우에도 저작권 이슈가 제기되기도 하기에, 연구 시작 전 이에 대한 협의가 명확히 전제되는 것이 필요합니다.”

셋째, 융합연구팀 리더의 역량이다. 융합연구의 리더는 각 분야의 기술 핵심을 잘 이해하고 이들 기술을 100% 활용해서 최종 목표를 달성하기 위한 안목이 있어야 한다. 목표를 달성하기 위한 리더십이 있는 인사가 필요하고 연구능력 뿐 아니라 강력한 연구관리능력도 중요한 요소라고 인터뷰 응답자들은 말한다.

넷째, 융합연구를 원만히 시작하기 위해서는 참여연구자들의 역량이 중요하다. 융합을 할 수 있으려면, 넓게 알아야 한다는 것이 주된 견해이다. 많은 것을 본 경험은 타 분야를 이해할 수 있는 기초가 튼튼해진다는 것을 의미한다.

다섯째, 서로 다른 분야에의 관심과 이해, 상호간의 부족한 부분을 메꿀 수 있는 여건, 현재 상태를 개선하고자 하는 동기부여, 원활한 소통이 중요하다. 융합연구자 간의 소통의 중요성은 이미 선행연구[1,14,15]에서 강조되어 왔다.

“다른 성격의 연구기관과 전공이 모이다 보니 그 사람을 이해하는데 시간이 소요되었습니다. 이 후 연구내용을 이해하는데 소요되고 이러다 보면 3년의 시간은 그냥 지나가게 되었습니다.”

“융합연구 진행의 전제 조건은 서로 간에 원활한 소통이 전제되어야 한다. 이래야 정말 우수한 연구 인력의 능력을 최대한 활용할 수 있다. 융합연구의 문제점은 서로의 소통이 잘 안될 경우 발생하기 쉽다.”

마지막으로 인맥의 중요성도 연구자들 사이에서 나타난다.

“15년전 타 분야 사람들과 매달 각자의 분야를 소개하는 모임을 가졌고, 그런 인연으로 가까이 지내게 되었다.”



3) 융합연구의 중간

융합연구는 이후 어떻게 진행이 되는가? 융합연구를 진행하면서 발생하는 마찰이나 문제는 무엇이 있는가?

융합연구 과제협약이 체결되고, 융합연구팀이 형성된 이후, 융합연구가 진행되는 방식에는 크게 두 가지가 있다. 하나는 각 참여연구원이 주관연구기관에 파견되는 것이고, 다른 하나는 각 연구자들이 각자의 연구실에서 연구를 진행하고 필요 시 모임을 갖는 것이다.

각 참여연구원이 주관연구기관에 파견하는 방식은 소통의 극대화라는 측면에서 강한 장점을 지닌다.

“현재 저희 UGS융합연구단은 한국전자통신연구원(주관기관), 한국건설기술연구원(참여기관), 한국철도기술연구원(참여기관), 한국지질자원연구원(참여기관) 이렇게 네 개의 출연(연)이 함께 과제를 수행하고 있으며, 현재 주관기관인 한국전자통신연구원에 모두 모여 연구를 수행하고 있습니다. 각 출연(연) 연구진이 대전 한국전자통신연구원으로 파견을 나온 형태입니다. 따라서 매일 같은 공간에서 만나고 회의하고 소통하기 때문에 연구 수행의 이해와 속도가 매우 빠르고 편리한 장점이 있습니다.”

각 연구자들이 각자의 연구실에서 연구를 진행하다가 필요 시 모임을 갖는 경우도 있다.

“각 기관에서 연구개발이 어느 정도 진행된 이후에는 총괄기관에 open lab.을 만들고 여기에 각 참여기관의 핵심인력을 1주일에 2~3일 정도 상주하게 합니다.”

이 외에, 최근에는 공동연구시설을 특정 장소에 설립하여 융합연구를 진행하는 경우도 있다. 이는 대규모 사업이거나, 정부의 지원을 받는 경우이다.

융합연구의 진행과정 상 마찰이나 이해관계의 충돌이 그리 많지는 않다는 것이 전반적인 연구자들의 경험이다. 진행과 정상 충돌 혹은 문제가 생긴다면 다음 네 가지로 정리된다. 첫째, 진행과정에서의 충돌은 상호 연구가 이해되지 않을 때 발생한다. 이런

경우에는 목표 방향과 각 연구자가 진행하는 내용에 대한 회의를 통해 충돌을 극복하기도 한다. 둘째, 서로 간의 역할과 책임문제를 놓고 갈등이 발생한다. 예를 들어, 어떤 디스플레이 융합기술 연구에서 최종 영상의 질(quality)이 기구의 진동과 소프트웨어에 의해 영향을 받는다고 할 때(기구의 진동 연구자 쪽에서는 ‘이 정도 밖에 진행할 수 밖에 없으니 후단에서 소프트웨어로 처리하라’고 하고), 다른 쪽에서는 ‘이 문제는 진동 연구자쪽에서 해결해야 한다’는 갈등이 발생하기도 한다. 셋째, 연구과정에 필요한 시간과 비용이 분야별로 크게 차이가 나서 이에 대한 배분 문제가 가끔 제기된다. 넷째, 연구진행 속도의 차이로 인한 갈등도 발생한다.

융합연구를 진행하는 과정에서 연구자들이 중요하게 생각하는 것은 참여 연구원 간 신뢰, 비정기적 미팅, 연구자 간 배려 및 마음 소통, 인력교류, 담당역할에 대한 기술적 이해 및 타 분야 기술방향 이해이다.

첫째, 신뢰 문제는 융합연구 뿐 아니라, 다른 배경을 가진 사람들의 일반적인 협업에서도 매우 중요한 이슈이다. 신뢰의 정도에 따라 협력의 수준이 달라진다.

“융합연구를 위하여 타 분야의 연구를 존중하고 자신의 연구 분야를 고집하지 않는 한 새로운 융합기술을 찾기 위한 토론이 가능하고 방문연구나 시료의 제공이 수월하게 이루어진다. 가장 중요한 부분으로는 각 연구자간의 신뢰가 모든 거리감을 극복할 수 있으며 장기적인 융합연구의 필수조건이라는 것을 확신한다.”

둘째, 월간보고, 분기미팅, kick-off, 워크샵, 평가 미팅, 연구 방향 설정 및 문제 해결을 위한 비정기적 미팅 등은 참여 연구원 서로를 이해하고 연구방향을 동기화하는 주요 수단이다. 미팅을 통해 기술의 내용을 교류하는 측면도 있지만, 나홀로 연구를 사전에 방지하는 차원에서 미팅이 열리기도 한다.

“각 분야의 핵심 연구자가 모두 모이는 과제 회의를 매달 1년여 진행한 결과 어느 정도 연구 방향 및 인식을 동기화할 수 있었고, 타 분야 기술에 대한 이해 및 이를 자신의 연구 분야에 어떻게 이용 할 수 있는지를 이해할 수 있게 되었다.”



“융합연구를 진행할 때의 문제점은 타 분야 연구자들과의 적극적인 협조가 필요한데, 가끔, 이분들이 융합의 목적에 맞지 않는 나홀로 연구에 치중하는 경향이 있습니다. 이를 방지하기 위해 1달에 1회씩 (혹은 필요시 2회) 만나서 그 간격을 좁히고 융합의 방향에 집중하게 하려고 노력하고 있습니다.”

셋째, 융합연구자들은 연구과정에서 물리적 거리가 문제이기보다 연구자 간의 배려 및 마음 소통이 중요하다고 역설한다. 물리적 거리도 분명 융합연구에 영향을 미치는 요소이기는 하다[15]. IT의 발전으로 거리적 문제가 어느 정도 해결되고 있지만, 융합연구자들은 융합연구 초기 단계의 경우 밀접한 대면 접촉, 긴밀한 학문 간 교류와 이해가 지향점을 명확히 하는데 필요하고 한다. 특히 융합연구 과정에서 만남은 회의와 실험으로 크게 볼 수 있는데, 단순 진행상황 회의는 기술의 도움으로 물리적 거리를 좁힐 수 있으나, 실험이나 연구는 현장의 느낌이 중요하므로 물리적 거리의 문제로 접근할 것이 아닌 소통의 문제로 접근할 필요성이 제기되는 이유이다.

“융합연구는 회의와 실험 등으로 이루어지는데, 회의의 경우에는 초연결 사회로 진입되면서 지리적인 문제는 상당히 해소 될 것으로 보입니다. 그러나 융합 연구를 위한 공동실험은 정보 공유와 단순한 회의에서 그치는 것이 아니라, 공동으로 실험을 하면서 이루어지는 것이기 때문에 초연결 사회에 관계없이 융합연구를 할 수 있는 공동 실험실 운영이 필요해 보입니다.”

“상대방에 대한 배려 없이 자기 주장만을 고집한다면 물리적 심리적 학문적으로 가까이 있어도 융합이 어렵다고 생각합니다. 사람이 문제이지 지원정책이 없어서 융합이 안 되는 것은 아니라고 생각합니다.”

“서로 사람간의 거리가 가장 중요한 점이라고 생각된다. 연구원들 간의 심리적 가까움이 형성되면 학문적 거리나 물리적 거리가 모두 동시에 해결되는 것을 느낀다. 결국, 시간이 지날수록 서로 간에 긴밀한 협력과 기술 융합이 이루어지고 있다.”

넷째, 융합연구 과정에서 인력교류의 중요성도 인지된다. 연구자들은 융합연구의 성공요인 중 하나가 연구자 간의 인적교류라고 생각하고 있었다. 실제로 파트너의 기술을 직접 경험해봐야 기술적인 진보가 이루어진다는 것이 연구자들의 주장이다.

“일반 R&D의 경우 많은 부분이 단일 연구실에서 이루어지고, 필요에 따라 외부 자원(시설, 장비 등)을 활용하는 방식으로 이루어짐에 반해, 융합연구는 시작부터 끝까지 같이 해야 하는 일들이 주를 이루므로 인력교류가 매우 필요하다.”

마지막으로 담당역할에 대한 기술적 이해 및 타 분야 기술방향 이해가 필요하다. 각 분야에서 일반적으로 관심을 가지는 주요 연구 방향과 타 연구 분야와의 융합 연구 과정에서 필요한 연구 방향이 전혀 다를 수 있다는 점을 서로 이해해야 한다. 또한 다양한 분야의 연구진이 참여하다 보니 연구의 중요도나 기술의 핵심성 여부에 따라 연구 진행에 차이가 나는 것에 대한 조율이 필요하다.

“공학 분야 연구에서는 실험이나 공정에 대한 새로운 변화를 지속적으로 시도하고 이를 통해서 문제를 해결하려는 경향이 있으나, 바이오 분야의 경우 검증된 프로토콜에서 벗어나지 않으려는 경향이 있는 것으로 보이고, 연구 초기에 이러한 차이를 이해를 못하여 연구 방향 설정에 혼선이 있었던 경험이 있다.”

4) 융합연구의 마무리

융합연구의 결과를 연구자들은 어떻게 처리하는가? 융합연구의 마무리는 대체로 프로토타입 제작, 특허 등록, 논문 게재, 기술 이전이나 수탁과제의 형태로 이루어진다. 융합연구결과는 NTIS 실적이 등록되고 내부 전산시스템상에 저장된다. 과제 종료후에도 성과물(특허, 논문, 기술이전 실적 등)은 과제 마무리단계에서 계속 진행(특허 출원중, 논문 게재 진행중 등)되고 있을 수 있고 기술이전의 경우 몇 년이 지나 발생하기도 한다. 연구자들은 공동 연구 결과 및 아이디어에 대해서 논문의 경우 공동저자, 특허는 공동 발명자 및 해당 기관 간의 공동 특허 출원 협약을 체결하여 지식재산권을 확보하고 있다. 융합연구의 마무리 단계는 일반R&D와 비슷하게 사업화를 통한 국가 산업 및 경제에 기여하는 데에 초점을 맞추고 있다.

“요즘 거의 모든 연구는 최종 목표가 상용화인 듯합니다. 이는 많은 연구자들이 인식하고 있습니다. 융합연구를 통해 원천, 길목특허를 확보한 뒤 기업에 기술이전 및 사업화를 통하여 연구결과를 활용하려고 합니다. 5년의 연구 중 1단계 3년이 끝나고 2단계 2년 과정의 연구를 시작하는 시점입니다. 다수의 기업이 참여하여 1단계 기간에 발생한 특허를 기술이전 받고 2년간 양산 기반기술 개발 및 조기 사업화를 준비해 나가고 있습니다.”



3. 융합연구정책을 위한 주요 이슈

기존 문헌들은 융합연구정책에 있어 조직의 중요성[3], 융합연구 인력[4]을 보여주고, 융합연구활성화를 위해 예산 지원 확대[5], 융합R&D 로드맵 수립[12], 융합교육, 연구자들 간의 소통[14,15]이 중요함을 주장하고 있다. 본 연구의 질적 탐구가 정부의 융합연구정책에 시사하는 바는 무엇인가? 융합연구행태를 분석한 결과, 융합연구가 시작되고 진행 되는 과정에서, 융합연구가 “잘” 되기 위한 주요 조건은 상당 부분 연구자들에게 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 연구의 시작단계에서는 개발될 결과물의 실효성에 대해 미래의 실수요자에 대한 충분한 검토, 과제 목표 및 역할 분담, 리더십, 참여연구자의 역량, 소통 등이 중요한데, 이는 대부분 연구책임자와 참여연구자의 역량, 관계, 노력의 문제로 나타난다. 또한 연구 중간 단계에서 연구자들이 중요하게 생각하는 것은 참여 연구원간 신뢰, 비정기적 미팅, 연구자 간의 배려 및 마음 소통, 인력교류, 담당역할에 대한 기술적 이해 및 타 분야 기술방향 이해이다. 이 역시 제도 차원에서의 환경 조성도 일부 필요한 것으로 보이지만⁹⁾, 연구자들 개인의 역할이 상당한 영향을 미친다.

그렇다면 제도적으로 지원해 줄 사안 혹은 융합연구정책을 수립하여 시행하는 정부가 고민해야 할 사안은 무엇인가? 인터뷰에 의한 질적 탐구를 통해 융합연구과정의 행태에서 두드러진 특징이 몇 가지 나타났다.

먼저, 융합의 필요성 인지가 대부분 국가기획에 의해 주도된다는 점은 재고해 볼 여지가 있다. 국가적으로 필요한 융합연구를 전략적으로 선도한다는 논리는 인정되지만, 정부 주도로 아젠다가 정해지고 그에 대한 적절한 검토가 없는 기획이 줄속으로 이루어지는 것이 문제가 될 수 있다는 과학기술계의 지적이다. 장기적인 관점에서 과학기술 연구자들의 자발적인 융합연구에 대한 배려도 필요할 것으로 보인다.

“정부나 관련 유관단체의 강압에 의해서 융합연구가 시작되고 있다. 필요에 의하여 융합연구가 수행된다면 얼마나 좋겠는가? 융합연구가 필요치 않은 분야에조차도 강압적인 융합연구의 수행을 강요받고 있다.”

“정부에서는 제품개발과 상용화 분야에서 융합연구를 통해 새로운 장을 열어가려는 시도를 많

9) 예를 들어, 융합 연구자들 간의 소통을 강화하기 위해 정부는 연구자교류 지원 사업을 강화할 수 있을 것이다. 하지만, 인터뷰에서도 드러났듯이, 여기에서 소통의 의미는 연구자들의 자발적인 이해와 관심, 배려인 것을 상기해 볼 때, 제도적 유인책보다는 문화 조성이 더 나은(better) 정책 수단일 수 있다.

이 하고 있는데 실제 현실을 들여다보면 융합이 아니라 연합 또는 연계를 통한 통합 수준이다. 융합과 통합은 완전히 다른 개념이다. 통합은 더하기 개념이라면 융합은 곱하기 개념이다. 즉 통합의 경우 1 + 1에 의한 결과가 최소 1이상 최고 3이하가 된다면 융합은 1 X 1에 의한 결과는 0에서 무한대에 해당하는 것이다. 여기서 중요한 것은 많은 경우에 결과가 0이 될 수 있다는 인식이 중요하다.”

특히, 융합연구의 결과에 대해 조속한 성과 기대를 하는 것도 연구자들의 융합 환경 조성을 저해한다는 것이 연구자들의 주장이다.

“융합R&D란 인위적으로 장려를 통해 활성화된다고 보기 어렵다. 융합R&D가 활성화 될 수 있는 연구 분위기 및 환경조성이 중요하고, 가시적 성과여부를 투자확대의 기준으로 하는 것도 저해 요인이다. 학제간 또는 기술간 자유로운 교류 분위기 형성이 융합연구 활성화에 가장 중요할 것으로 판단된다.”^[1]

“융합연구는 일반 R&D 사업보다 연구비가 많이 소요되고 출장도 참 많은 것 같습니다. 그리고 저희는 융합 실용화사업을 수행하다 보니 단기 (2년)에 기술이전이라는 실적을 내야 되는데 참 많은 부담감이 따릅니다.”

“융합연구는 새로운 분야를 탐색하는 경우가 대부분이므로, 매우 리스크가 큰 분야이다. 그럼에도 불구하고 융합연구에서 기대하는 산출물이나 일반연구에서 기대하는 산출물이 비슷한 형편이다. 예를 들어 융합연구에서 단시일 내에 기술이전을 해야 한다던가 하는 기대를 하는 것은 적절하지 않다고 생각한다.”

“융합연구는 각 분야의 이해, 도입, 성숙의 기간이 필요하므로 일반 연구주제와 같이 단기간의 성과를 내기 보다는 시간을 가지고 이러한 과정들이 무르익어 진정한 융합연구가 도출되도록 기다려 주는 이해가 필요하다고 생각한다.”

따라서, 융합연구자들은 융합연구과제 평가가 일반R&D평가와는 일부 구분될 필요가 있다는 데 뜻을 같이 하고 있다. 예를 들어, 연구성과를 요구하는 기간의 연장이나 융합연구 성과에 대한 평가 개선이 제기된다.

“매년 과제를 평가하여 계속 진행 여부를 결정하기 때문에 도전적이고 장기적인 연구 목표 수립이 불가능하며, 참여 연구원들이 해당 과제에 전념하기 어렵다. 융합연구는 장기 지원을 전제로 해야 하며, 평가 주기도 최소 3년으로 길게 잡아야 한다.”

“융합연구를 장려하지만, 평가 단계에서 타 학과와 공동 연구한 논문의 점수는 참여 학과 수로 나누어 절반 이하의 점수로만 인정해 주는 모순적인 상황이다.¹⁰⁾”

13) 「제3차 R&D혁신 토론회」 (2014. 12. 12)에서 모 대학 교수



다음으로 융합연구를 수행하는 연구자들은 후속연구 지원 필요성에 대한 강한 의견을 드러내고 있었다. 일반 R&D에서도 후속연구에 대한 지원은 연구성과관리 부문에서 중요한 정책이다. 기초에서 응용, 개발 그리고 사업화로 이어지는 일련의 후속작업은 매우 중요한 정책적 사안이다. 사업화를 위해서는 가장 중요한 것이 제품으로 넘어가는 단계에 대한 비용과 시간 투자로 정부의 역할을 주문하고 있다.

“국가의 연구 지원이라 함은 연구비 지원과 평가로만 끝나는 것이 아니라, 단계에 따른 적절한 지속적 지원과 기다림도 함께 이루어져야 할 것이다. 개인적 경험에 의하면 5년(3년+2년) 중 4-5년 정도는 해야 본격적인 실용화 연구가 시작될 수 있다고 본다. 따라서 융합연구사업의 종료와 함께 지원을 종료할 것이 아니고 실용화를 위한 사업으로 지원이 이어지면 좋겠다.”

“융합연구의 마무리 단계에 있어 원천기술의 확보성공이란 가시적인 성과를 거두긴 하였지만 기술이전이나 상업화에 이르는 길이 쉽지만은 않은 것 같습니다. 대학과 기업이 요구하는 수준 정도의 간격이 워낙 커기 때문입니다. 정부 측에서 융합연구의 마무리단계에서 상업화를 위한 실용연구에도 후속적으로 지원하여 주었으면 합니다. 3-5 억원정도의 연구비 규모로 2-3년 정도 실용화를 위한 연구비 지원을 계속해주면 개발된 원천기술의 상용화가 이뤄질 가능성이 매우 큼니다. 이런 추가 지원이 없으면 원천기술이 상업화에 이르지 못하고 사장될 우려가 있습니다.”

“정부 과제로 수행된 경우는 과제 관리 차원에서 피드백이 일어나고 있습니다. 하지만 후속 과제가 발생하지 않기 때문에 연속적인 발전적 피드백이 다음 단계로 넘어가는 일이 거의 없습니다. 정부가 고수하고 있는 중복성 원칙이 기술의 단계별 성숙을 고려하지 않고 있기 때문에 융합연구팀이 정부 과제로 계속 운영되면서 이어지는 경우는 많지 않습니다. 다만 연구진의 노력으로 사업화가 추진이 되면 민간자금이나 투자가 발생하여 연속으로 진행이 될 수 있기 때문에 피드백을 지속적으로 진행하여 기술적 사업적 업그레이드를 기대할 수 있습니다. 하지만 연구자는 소속기관과의 관계가 있기 때문에 기술이전을 끝으로 연속성을 상실하게 되는 경우가 많고 기술이전 된 내용들이 실제로 사업화로 이어진다고 해도 추가적인 피드백이 이어지는 경우는 많지 않습니다.”

마지막으로 기술적인 융합을 위한 연구자들의 노력에 대한 제도적 지원이다. 융합연구자들은 일반 R&D에 비하여 타 분야에 대한 이해 및 공부에 많은 시간을 할애한다. 따라서 정부는 융합을 기획하여 융합연구의 기회를 제공하는 것 외에, 연구자들의 기술 융합을 위한 노력에 대한 이해를 바탕으로 연구자의 노력을 직접 뒷받침 해주는 제도적 지원을 마련해야 한다. 예를 들어, 타 분야 공부를 위해 각 연구 분야의 실무 연구자, 연구원 및 학생들의 교류가 활성화 될 수 있도록 지원을 할 수 있을 것이다(예를 들어, 상호 교차 소속, 안전사고 등 보험 문제 등). 또한 효과적인 융합연구지원방식으

로 융합연구에 참여하는 연구자들(연구책임자와 참여연구원 포함)이 PBS(연구과제중심제도, Project Based System) 등에 얽매이지 않고, 창의적인 연구를 할 수 있도록 충분한 자금을 지원하는 것도 필요할 것이다(예를 들어, 융합연구에 참여하는 연구원들의 참여율을 100%에 가깝게 설정하여 재정 문제에 신경 쓰지 않고 연구에 집중할 수 있도록 하는 제도).

위의 제도적 지원을 위한 주요 이슈 외에, 융합연구자들이 느끼는 주요 애로사항을 정리하였다.

표 11. 기타 융합연구 현장의 애로사항

애로사항 혹은 문제점	인터뷰 발췌
연구자와 연구자가 소속된 기관과의 관계	<p>"기관에 소속된 연구자와 자신의 기관 (같이 연구하는 다른 분들) 이익이 충분히 고려되어야 하기 때문에 의사결정이 쉽지 않습니다."</p> <p>"융합연구의 시작은 출연연과 같은 기관의 성과를 국가과학기술위원회와 같은 상위 기관 성과로 인정하고 그 성과는 참여기관 모두의 성과로 중복 인정해 주어야 할 것 같습니다. 그렇게 되면 어느 기관에서, 어느 연구내용에서, 어느 기관이 연구비를 많이 가져가는 등의 문제는 사라질 것 같습니다."</p> <p>"융합연구의 경우, 기관에서 원하는 것과 연구원들이 원하는 것이 서로 다를 수 있음. 특히 기관이 바라보는 관점 때문에 형식적인 융합이 될 수도 있음."</p>
융합과제 선정 시의 연구자 전문성	"과제 선정 과정에서 각 참여 주체의 역할과 전문 역량, 협업의 효율성 등을 면밀하게 검토(융합연구팀을 구성해야 과제 수주 가능성이 높아진다는 단순한 이유로 융합연구가 추진되는 경우도 많으므로)."
연구비 수주를 위한 융합연구 수행	"각 기관에서 실제로는 상대 기관의 연구내용에 대해 큰 관심이 없음에도 불구하고, 해당 연구팀 또는 기관의 연구비 수주액을 늘리기 위해 융합연구를 수행하는 경우가 있을 수 있다."
인위적인 물리적 거리 좁히기	"요즘은 융합 연구시 반드시 한 공간에 모여서 일을 하도록 정부가 강요를 하는데 현실적으로는 전혀 도움이 되지 않는 것 같습니다."
융합연구관리제도의 변화	"실패에 대한 관용이 없는 경직된 연구관리제도의 문제도 있음. 성공이 연구과제의 목적이기는 하지만 발전과 진보가 융합연구에서는 더욱 중요하기 때문에 이런 관점을 연구관리제도에 도입하지 않는다면 과제 수행 위주의 융합연구 수준에서 벗어나지 못할 것임"
융합연구를 위한 파견 인센티브제도 합리화	"융합연구시 사업단이 있는 기관으로 파견을 갈 때, 젊은 연구원(선임급, 원급)이 파견을 감. 특히 지역간 이동 파견시, 많이 꺼려함. 파견자의 인센티브의 경우도, 지역간 이동/파견의 경우나, 같은 지역내 파견의 경우 동일하게 월 100만원 이상 줌. 그런데, 같은 지역내 기관의 정문사이 거리가 3분도 걸리지 않는 곳으로 파견 가는데도 동일한 인센티브 적용하는 것에는 문제가 있음. 차라리, 같은 지역내 인센티브를 대폭 줄이고, 지역간 이동 파견자에게 더 많은 인센티브를 주는 것이 융합연구 활성화를 위해 효과적일 것으로 판단함."
기술재산권의 확보나 사업화 지원이 부족	"상용화 및 사업화를 위한 발명자에 대한 기술재산권의 확보나 사업화 지원이 부족하므로 수많은 기술이 데스밸리를 넘지 못하고 사장되는 경우가 많으므로 이에 대한 국가적인 대책 필요"
융합연구 평가	"상용화 연구에 논문실적이 평가항목에 크게 반영되고 있어 연구업무 수행에 큰 어려움"

4. 주요 융합기술정책 과제의 중요성

“창조경제 실현을 위한 융합기술발전전략”이 2014년 초에 수립되어 추진 중에 있다. 그간에는 융합기술의 확보·고도화를 위해 융합연구에 집중투자, 기술수준 향상, 인프라 구축 등 상당한 성과를 이룬 것으로 평가된 가운데, 이 계획에서는 개발물의 실용화 연계, 부처간 R&D 협력 등 다소 미흡한 점을 보완하고 새로운 융합기술 R&D 전략 확보를 위한 전략방안이 담겨 있다. 창조경제 실현이라는 비전 하에, 두 개의 목표로 ‘창조적 R&D를 통한 융합기술 선도국 도약’ 과 ‘체계적 융합연구 기반 구축을 통한 융합연구 활성화’가 설정된 바 있다.

본 연구에서는 2015년 7월 현재 주요 융합기술발전 과제의 중요성 및 필요성에 대한 설문을 44명의 과학기술분야 연구자에게 의뢰하여 평가해 보았다. 연구자 전체의 의견이 아니므로 결과 해석에 조심스러운 면도 있지만, 향후 과제의 방향성을 위한 참고는 가능하다.

표 12. “창조경제 실현을 위한 융합기술발전전략” 과제 중요도 전문가 평가

추진과제	중요과제	하지 말아야 할 과제	종합
① 미래유망 원천기술 개발 및 기술사업화 촉진			
시장 선점 및 신산업 창출 융합기술, 高위험-高수익형 기술, 既 연구개발 결과 중 우수기술 등 미래성장을 견인할 융합원천기술 개발	33	1	32
기술혁신형 중소기업의 異種기술간 융복합을 통한 신기술신제품 등 신성장 동력 창출	24	4	20
미래戰 대비를 위한 융합기술 개발을 위해, 民軍 겸용기술 뿐 아니라 민간 우위 기술의 군용 활용으로 협력 확대	21	3	18
단기간 개발·사업화하고 10년 내 관련 신산업 창출을 도모하는 ‘신산업 창조 프로젝트’를 본격 추진	18	8	10
R&D 전문관리기관의 기능 강화, 기술컨설팅 지원 확대, 인큐베이팅R&D 확대 등 기술사업화 역량 확보를 위한 지원 강화	10	7	3
농수축산업, 관광 등 기존 산업에 융합기술을 접목하여 생산업 향상 및 부가 가치 창출 극대화	12	7	5
② 사회적 문제해결을 위한 융합기술연구 본격 추진			
‘창조경제 포털’ 등을 통해 사회적 문제 해결형R&D 과제를 발굴하고, ‘사회문제 해결을 위한 융합기술 콘테스트’(가칭)을 개최하여 사회문제에 대한 관심 유도	7	8	-1
사회적 약자나 질병·물부족 등 개도국의 사회적 문제 해결을 위해 적정 기술(appropriate technology) 개발 확대	16	3	13
온실가스, 황사, 미세먼지, 적조, 나노안전성 연구 등 글로벌 이슈에 대응하기 위한 국제 공동연구를 강화	28	1	27
기술개발 뿐만 아니라, 사회적 문제의 근본적 해결을 위한 관련 법·제도·인프라의 일괄 개선 추진	18	1	17

추진과제	중요과제	하지 말아야 할 과제	종합
③ 인문학과 과학기술과의 융합 확대			
인문학적 지식을 바탕으로 인간관점(감정·행동 등)을 반영*한 창의적 융합기술개발 지원	12	4	8
인문학을 활용한 과학기술의 발전(인문학 for 과학기술), 과학기술을 활용한 인문학 발전(인문학 발전 by 과학기술)	12	5	7
경제·인문사회 분야 출연(연)과 과학기술분야(기초산업) 출연(연)이 공동으로 참여하는 융합 연구과제 추진	13	5	8
나노, 바이오 등 대표적 융합기술이 안전성, 생명존엄 등에 미치는 영향을 평가하는 융합기술영향평가제도를 도입	9	8	1
과제 기획·평가 등에 인문·예술 등의 전문가 참여를 확대하고, 인문학과 과학 전문가가 공동 참여하는 협동연구 및 협력체계 활성화	6	8	-2
④ 창의적 융합인재 양성			
향후 5년간(2014~2018년) 4만 6천명 수준의 융합기술 R&D 인력 부족 해소를 위해 융합인력을 집중 육성	19	6	13
융합인재교육(STEAM), 미래형 과학교실 설립, 융합영재교육원 및 융합영재고 신설 등을 통해 미래 융합인력을 양성	6	9	-3
비즈니스 마인드를 가진 과학기술 전문가를 집중 양성하고, 새로운 융합트렌드에 대응하는 융합인력 재교육 강화	12	9	3
⑤ 융합 인프라 고도화			
R&D 역할 분담, 공동 추진 등 부처간 융합 관련 상시 협의체를 운영하고, 융합기술의 체계적 발전을 위한 법적 근거 마련	15	3	12
나노팜 개선방안 수립 등 융합연구 인프라를 지속 보완·개선	4	7	-3
융합연구정책센터(KIST)를 융합정책을 선도하고 범부처 협의회를 지원하는 융합연구 싱크탱크(think tank)를 육성·지원	2	9	-7

융합연구를 수행하거나 수행한 경험이 있는 연구자(대학 혹은 출연(연)들은 미래성장을 견인할 융합원천기술 개발, 이종기술간 융·복합을 통한 신기술·신제품 개발, 융합기술 개발을 위해 민군 협력 확대, 글로벌 이슈에 대응하기 위한 국제 공동연구, 사회문제의 근본적 해결을 위한 관련 법·제도·인프라의 개선이 중요하고 향후 정부에서 관심을 가지고 지속적으로 추진해야 할 정책이라고 평가하고 있다.

한편, 연구자들은 ‘창조경제 포털’, 융합기술 콘테스트 등을 통한 사회문제에 대한 관심 유도, 인문학과 과학 전문가가 공동 참여하는 협동연구, 융합인력을 양성, 나노팜 개선방안 수립 등 융합연구 인프라 개선 등은 융합연구정책 부문에서 상대적으로 그 중요성 및 필요성이 낮다는 인식을 보여 주었다.



V. 결론

4. 주요 융합기술정책 과제의 중요성

본 연구는 융합연구 전반에 대해 이해 하고, 연구자들이 해결해야 할 부문과 국가에서 제도적으로 뒷받침 해주어 할 부문에 대한 정책담론을 형성하고자 하였다.

연구결과, 대부분의 연구의 시작, 중간, 마무리의 단계에서 융합연구자들이 보이는 행태는 연구자들의 개인적인 역량, 관계, 노력의 문제로 나타난다. 연구의 시작단계에서는 개발될 결과물의 실효성에 대해 미래의 실수요자에 대한 충분한 검토, 과제 목표 및 역할 분담, 리더십, 참여연구자의 역량, 소통 등이 중요하고, 연구 중간 단계에서는 참여 연구원간 신뢰, 비정기적 미팅, 연구자 간의 배려 및 마음 소통, 인력교류, 담당역할에 대한 기술적 이해 및 타 분야 기술방향 이해가 중요하다.

연구자들은 제도적인 접근이 필요한 부문으로 크게 세 가지 쟁점에 대하여 이슈를 제기하고 있다. 하나는 융합연구의 방향성과 성과평가에 대한 부문이고, 다른 하나는 융합연구에 대한 후속지원 강화에 대한 부문, 세 번째는 융합을 위한 연구자들의 노력에 대한 제도적 지원에 관한 것이다. 후속지원사업에 대한 정부의 지원은 선행연구에서도 강조되었던 요인으로 정책적 고민이 필요하다. 방향성은 학문적 필요와 사회적 필요 사이의 적정선에 대한 고민이 될 것이고, 성과 및 평가는 최근 범부처 R&D 혁신방안(2015년 6월 수립)의 질적평가 지향으로부터 영향을 받을 것으로 사료된다. 융합연구 연구자들을 위한 미시적인 제도 지원들은 본 연구와 같은 질적 탐구에서 나올 수 있는 의미 있는 이슈로, 융합연구정책의 수요자인 과학기술 연구자들의 입장을 최대한 반영해야 할 것이다.

이 외에, 연구자들은 소속된 기관과의 관계, 융합과제 선정 시 연구자의 전문성, 연구비 수주를 위한 융합연구 수행, 인위적인 물리적 거리 좁히기, 융합연구관리제도의 변화, 융합연구를 위한 파견 인센티브제도 합리화 등에서 개선의 필요성을 제기하고 있었다.

위의 세 가지 큰 방향성이 융합연구정책에서 상응하고, 앞서 적시했던 각 단계별 융합연구의 중요 사안이 정책 수립에서 고려된다면 융합연구의 활성화를 보다 더 기대해 볼 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 김홍영 · 박소희. (2015). 융합R&D 추진현황 분석 및 활성화 방안, KISTEP.
2. 김윤중 · 정욱 · 정상기. (2009). “융합기술 관련 국가연구개발사업 현황과 효과적 지원전략에 대한 연구”, 기술혁신학회지, 12(2): 413-429.
3. 이광호. (2013). 융합R&D 사업의 실태조사와 연구개발 특성 분석, 과학기술정책연구원.
4. 이준만 · 허태영 · 이정배 · 황규희 · 엄기용. (2010). “과학기술분야 융합기술 인력현황 및 이동행태 분석”. 한국콘텐츠학회 논문지, 10(5): 446-459.
5. 김정운 · 김영우 · 한승환. (2011). “융합R&D의 새로운 발전 방향 모색: NSF의 환경 속의 생명복합성과 NRF의 학제간 융합 R&D지원사업 비교”, 한국정책과학학회보, 15(1): 151-177.
6. 이상엽. (2007). 융합기술발전계획 수립을 위한 기획연구, KISTEP.
7. 최재영 · 문혜선 · 조윤애 · 정성균. (2014). 한국의 기술융합 발전 트렌드 및 융합기술개발 결정요인 분석, 산업연구원.
8. Klein, J.T. (1996). *Crossing Boundaries: Knowledge, Disciplinarity and Interdisciplinarity*. University Press of Virginia, Charlottesville, VA.
9. 한승환 · 김정운. (2011). “학제간 융합R&D의 촉진을 위한 실증분석: 학문간 인식 차이를 중심으로”, 한국정책학회보, 20(1): 151-178.
10. Stokols, D., Misra, S., Moser, R.P., Hall, K.L., Taylor, B.K. (2008). The ecology of team science: understanding contextual influences on transdisciplinary collaboration. *American Journal of Preventive Medicine*. 35:96-115.
11. Jeong, S. & Lee, S. (2015). What drives technology convergence? Exploring the influence of technological and resource allocation contexts. *Journal of Engineering and Technology Management*. 36: 78-96.
12. 안연식. (2010). “국가기술전략 관점에서의 기초 융합 연구개발(R&D) 기획”, 유라시아연구. 7(1): 25-45.
13. 진영현. (2014). 기술 · 산업의 융합현상에 관한 실증적 고찰. KISTEP.
14. Thompson, J.L. (2009). Building collective communication competence in interdisciplinary research teams. *Journal of Applied Communication Research*, 37(3):278-297.
15. Collin, A. (2009). Multidisciplinary, Interdisciplinary, and Transdisciplinary Collaboration: Implications for Vocational Psychology. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*. 9:101-106.
16. Repko, A.F. (2008). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*. Los Angeles: Sage Publications.
17. Lee, J., Om, K., Choi, M., Song, C. & Kim, K. (2014). Scientists and engineers in convergence technologies in Korea: where are they going and how do they collaborate? *Technological and Economic Development of Economy*. 20(3):434-456.
18. Kraut, R., Egidio, C., and Galegher, J. (1990). Patterns of Contact and Communication in Scientific Research Collaborations. In Galegher, Kraut & Egidio (eds), *Intellectual Teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work*, 149-172. Lawrence Erlbaum.
19. 박기범 · 환정태. (2007). 융합연구의 형성과 발전과정의 고찰을 통한 국내연구현황 분석, 과학기술 정책연구원.
20. Llerena, P., Meyer-Krahmer, F., 2003. Interdisciplinary research and the organization of the university: general challenges and a case study. In: Geuna, A., Salter, J.A., Steinmueller, W. (Eds.), *Science and Innovation: Re-thinking the Rationales for Funding and Governance*. Edward Elgar, Cheltenham, UK, pp. 69-88.
21. Berg, B. L. (2001). An introduction to content analysis *Qualitative research methods for the Social Sciences* (4 ed., pp. 238-267). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
22. Neuendorf, K.A. (2002). *The content analysis guidebook*: SAGE Publications, Incorporated.

기업 경영환경이 융합기술 성과와 사회적 가치에 미치는 영향

: 15대 국가전략 융합기술 관련 사업을 중심으로

▣ 주식회사 화승소재 기획원가팀 팀장 **이진석** (k8415@pusan.ac.kr)

01

서론

융합기술(convergence technology)이란, 2개 분야 이상의 과학기술이나 학문분야를 결합하여 그 시너지 효과를 극대화할 수 있는 기술을 의미한다. 2008년 중장기적 국가 융합기술 발전 기본계획¹⁾이 수립된 이후, 국내 융합기술과 관련된 정책과 학문연구가 현재까지 지속적으로 이루어지고 있을 만큼 우리나라 미래기술과 향후 성장산업에 대한 관심은 높아지고 있다. 정부는 2014년 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략²⁾으로 15대 국가전략 융합기술을 선정하고 5대 확보전략을 통해 융합기술에 대한 적극적인 정책안을 제시하면서 융합기술 연구 분야에서 정부기관-학계-기업에 이르는 상호 협력체계가 구축되고 있다.

정부가 주도하는 융합기술 관련 정책이 성공적인 결실을 맺기 위해서는 관련정책에 대한 협력체계 구축도 중요하지만, 궁극적으로 민간기업의 융합기술 사업화가 성공적으로 이루어져야 한다. 국가전략 사업의 일환으로 추진될 만큼 미래 국가경제에 중요한 영향을 미칠 융합기술에 대하여 그동안 많은 정책적 검토와 학술적 연구가 이루어지고 있는데 특히, 융합기술 정책과 이에 대한 추진실적 및 성과는 지속적으로 발표되고 있다³⁾. 하지만, 이러한 추진실적과 성과는 대부분 정부정책과 기술연구 분야에 국한되어 있으며, 실제로 융합기술을 적용하여 사업화를 꾀하고 있는 민간기업에 관한 추진성과의 조사나 학술적 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다.

1) 국가융합기술 발전 기본계획('09-'13), 국가과학기술위원회(2008)

2) 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략, 국가과학기술심의회(2014)

3) 한국과학기술연구원, 융합연구정책센터 홈페이지 참조.

민간기업의 융합기술 사업화 성공여부를 판단하기 위해서는 다양한 관점에서 조사 및 분석이 이루어질 필요성이 있는데, 기업마다 처한 기술적 여건이나 경영환경이 다르고 영위하고 있는 사업영역 또한 기업마다 상이하기 때문에 사업화의 성과를 판단하기 위해서는 보다 신중한 접근이 필요하다. 하지만 기업마다 융합기술에 대한 공시를 별도로 시행하고 있지 않고 있으며, 기업 재무제표 상 전체 경영성과에서 융합기술에 대한 성과를 별도로 평가하는 것 역시 용이한 일이 아니기 때문에, 민간기업의 융합기술 사업화 성과에 관한 구체적인 조사나 연구분석은 그 중요성에 비해 수행의 제약이 따르는 것도 사실이다.

본 연구에서는 이러한 연구분석의 제약조건에도 불구하고 융합기술과 관련된 사업을 영위하는 기업들이 어떠한 경영환경에서 융합기술을 성공적으로 사업화할 수 있으며, 이러한 성과가 궁극적으로 사회적 가치에는 어떠한 영향을 미치는가에 관하여 다각적인 측면에서 분석을 시도하고자 한다. 즉, 기업의 경영환경과 융합기술 성과와의 관련성, 그리고 기업의 경영환경 및 융합기술 성과가 각각 사회적 가치에는 어떠한 영향을 미치는가에 관한 주제를 가지고 연구모형을 설정하고 실증적 분석을 진행한다. 이를 위해 정부가 발표한 15대 국가전략 융합기술 항목별로 사업화와 관련된 기업표본을 선정하고, 기업집단별로 분류하여 각 기업이 처한 기술경영 환경과 융합기술 성과수준을 분석한다. 분석을 위해 참고문헌을 중심으로 융합기술 사업평가를 위한 평가항목을 선정하여 본 연구를 위한 분석모형을 설정한 후, 이미 공시나 발표 및 게재가 되어 있는 관련 자료를 토대로 변수를 측정한다. 이러한 과정을 통해 이제까지 구체적으로 조사 및 분석되지 않았던 민간기업 경영환경과 융합기술 성과와의 관련성에 관하여 다양한 관점에서 분석이 이루어질 수 있다. 이후 본문에서는 융합기술에 대한 성과분석을 다룬 선행연구를 먼저 살펴보고, 본 연구의 분석모형을 제시한다. 그리고 변수의 조작적 정의와 조사방법 등 연구모형에 대한 분석방법을 구체적으로 제시한 후, 분석결과와 결론을 각각 제시한다.

02

선행연구

본 장에서는 국내 융합기술 성과와 관련된 연구분석은 어떤 내용으로 이루어지고 있는지 개괄적으로 살펴본다. 기술의 융합현상 프레임은 크게 기술 간 융합과 산업 간 융합으로 구분될 수 있는데 전자는 주로 해당기술의 특허로 볼 수 있으며, 후자의 경우는 융합기술에 의한 해당산업의 경제적 효과로 볼 수 있다[1]. 융합기술에 대한 성과를 R&D의 실행수준으로 볼 수도 있는데 미래창조과학부와 융합연구정책센터가 발표한 국가 융합기술 R&D 조사분석에 관한 보고서⁴⁾에 의하면, 2012년도 미래창조과학부 주요 연구개발 사업과제 중 융합연구로 분류된 과제는 총 2,133건으로, 3,219억원의 연구비가 투자된 것으로 나타나 융합연구에 대한 투자수준은 높은 수준임을 확인할 수 있다[2]. 그리고 국가 융합기술 R&D 성과분석에 관한 조사보고서⁵⁾에 의하면, 2012년을 기준으로 융합연구로 분류된 연구개발 사업과제의 논문, 특허 실적은 전체 국가연구개발 논문, 특허 실적에 비해 상대적으로 투자 대비 높은 성과를 나타내어 국내 융합기술에 관한 연구역시 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있다[3].

민간기업을 대상으로 융합기술의 성과를 분석한 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 최승일·송성빈(2014)의 연구에서는 융합경영을 시행해 본 기업을 대상으로 융합역량과 경영성과간의 관련성을 분석하였는데, 기업의 융합기술 개발역량과 융합교육 학습역량이 재무적 성과와 비재무적 성과에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다[4]. 박경용 외(2014)의 연구에서는 중소 또는 중견기업을 대상으로 융합형 기업역량강화 프로그램을

4) 국가 융합기술 R&D 조사분석(미래창조과학부, 융합연구정책센터, 2014)

5) 국가 융합기술 R&D 성과분석(미래창조과학부, 융합연구정책센터, 2014)

개발하여 기업 간, 그리고 산학연 네트워크 비즈니스 모델에 대한 전문가 연계 프로그램의 실시효과를 분석하였다[5]. 분석결과, 기업의 융합역량을 증대시키기 위한 기업지원 프로그램은 실시효과가 나타나는 것으로 나타났다. 김선영(2013)의 연구에서는 나노융합중소기업의 기술협력이 기술혁신성과에 미치는 영향을 유형별로 분석하였는데, 제품혁신활동에서 경쟁업체, 연구기관과의 협력이 기술혁신 성과에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 공정혁신활동에서는 공급업체, 대학, 연구기관과의 협력정도가 기술혁신 성과에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다[6]. 이병헌 외(2013)의 연구에서는 정부의 기술개발 지원이 중소기업의 기술혁신 성과에 미치는 영향을 분석하였는데, 중소기업의 시장환경이 적대적일수록 정부지원에 따른 중소기업 기술혁신 성과는 높아지는 것으로 분석되었다[7]. 송성빈(2014)의 연구에서는 융합의 영향요인과 기업의 경영성과의 관련성을 분석하였는데, 융합의 영향요인을 내부요인과 외부요인으로 구분하였다[8]. 내부요인으로는 융합리더십, 예산지원, 그리고 리스크관리 등으로 정의하였고, 외부요인으로는 융합지식공유, 융합인프라 등으로 정의하였다. 또한 융합역량요인으로 기술개발역량, 융합교육 등으로 정의하고 기업 경영성과를 재무적 성과, 품질성과, 그리고 역량성과로 구분하여 각 요인들과의 관련성을 분석하였다. 분석결과, 내부요인과 외부요인, 그리고 융합역량요인 모두 기업의 경영성과에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편, 융합기술과 관련된 기업 내부적인 역량 및 교류가 융합성과에 미치는 영향을 분석한 연구를 살펴보면, 강수현 외(2010)의 연구에서는 기업에서 개인역량의 융합 매커니즘을 중심으로 개인이 갖춰야 하는 개인역량에 관하여 조사하였는데, 개인이 갖춰야 하는 융합역량은 기업설문 응답결과 논리적, 분석적인 사고와 서로 협업하는 자세, 문제해결능력, 다양한 분야의 변화하는 기술에 대한 지식(시장경제 흐름에 대한 지식) 등인 것으로 조사되었다[9]. 신호범(2014)의 연구에서는 대구와 경북지역의 중소기업을 대상으로 융합교류회 활동의 성과와 활성화 방안을 분석하였는데, 융합교류회의 성과가 높은 기업에서는 융합역량을 위한 전략수립, 조직시스템, 기술력, 인재육성, 그리고 조직문화 등의 인프라가 잘 구축되어 있음을 확인할 수 있었다[10]. 황규현(2014)의 연구에서는 중소기업의 융합교류 특성과 기술사업화 영향요인 간 관련성에 관하여 분석하였는데, 융합교류 활동의 주체, 참여동기, 참여도 수준은 기술사업화 영향요인인 학습능력, 연구개발능력, 제품화능력, 그리고 마케팅능력에 전부 또는 부분적으로 영향을 미치는 것으로

나타났다[11]. 양현봉·박종복(2011)의 연구에서는 중소기업 융합활동 실태와 활성화 방안에 관한 분석을 실시하였는데, 기업 간 교류활동은 매출성과와 비용저감 효과에, 기업의 내부역량은 연구효율 성과에 각각 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다[12]. 기업의 외부환경 중 수익창출구조의 악화에 대한 부담은 매출성과 및 연구효율 성과, 그리고 비용절감 효과에 모두 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며 기업성장 단계가 성숙기에 접어들수록 이러한 현상이 두드러진다는 사실도 확인할 수 있었다. 그리고 이 연구에서는 중소기업 융합활동 활성화 방안도 제시하였는데 그 내용으로는 중소기업 융합추진을 위한 법적기반 강화, 체계적인 중소기업 융합지원제도 마련, 중소기업 융합관련 인프라 구축, 융합활동 성과제고를 위한 자체적 대응방안 마련 등을 각각 제시하였다. 산업연구원의 연구보고서(2012)⁶⁾에서는 중소기업의 융합활동을 촉진시키기 위해서 융합추진 단계별로 체계적인 지원제도를 제시하였는데 융합과제 발굴단계에서는 융합교육 확대와 교류전문가 육성, 그리고 융합교류그룹 결성지원을, 기술개발 단계에서는 융합기술 개발자금의 확충을, 사업화 및 전개단계에서는 신용보증 특례지원 및 특허신청에 따른 특허료 감면과 융합기술제품 판로개척 지원 등을 각각 제시하고 있다[13].

IT기술에 대한 융합기술 성과를 분석한 연구를 살펴보면, 최행수(2014)의 연구에서는 웰니스 산업에 속한 기업을 대상으로 IT융합에 대한 성과를 분석하였는데, IT융합의 성과는 기업의 제품 및 서비스 상용화 단계와 IT융합 도입목적에 따라 각각 상이하게 나타나고 있음을 확인할 수 있었다[14]. 원상호와 양해술(2015)의 연구에서는 ICT융합과 관련된 기업을 대상으로 융합기술의 성공요인을 분석하였는데, ICT 융합의 성공요인은 제품과 서비스의 차별화, 융합기술의 확보, 융합기술에 대한 CEO의 리더십, R&D에 대한 적극적 투자, 그리고 협력 네트워크 구축 등인 것으로 나타났다[15]. 최상민과 문태수(2015)의 연구에서는 융합기술 성과를 내부 프로세스 개선, 기술개발 속도, 그리고 특허 및 지식재산권 등으로 규정하고 ICT역량이 융합능력과 융합기술 성과에 미치는 영향을 분석하였다[16]. 분석결과, ICT역량은 융합능력에 긍정적 영향을 미치며, 융합능력이 궁극적으로 융합기술 성과에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

6) 중소기업 융합활동 실태분석 및 시사점-중소기업 간 기술융합을 중심으로(산업연구원, 2012)

03

연구모형

본 연구를 위하여 기업 경영환경에 관한 설명변수를 먼저 정의하고, 각각의 경영환경 관련변수가 융합기술 사업성과 및 사회적 가치에 미치는 영향을 분석할 수 있는 연구모형을 개발한다. 기업의 경영환경을 설명하는 변수들은 균형성과표(Balanced Scorecard, 이하 BSC) 모델⁷⁾을 토대로 기업의 내외부적 융합기술 환경을 설명할 수 있는 상황변수⁸⁾이다. 즉, <그림 1>에서 보는 바와 같이, 기업의 경영환경을 크게 내부환경과 외부환경으로 구분하고 내부환경은 다시 내부프로세스, 조직, 고객, 그리고 재무관점으로, 외부환경은 정부의 정책과 시장여건으로 나누어 각 항목에 속한 융합기술 환경을 설명하는 상황변수들로 연구모형을 설정한다.

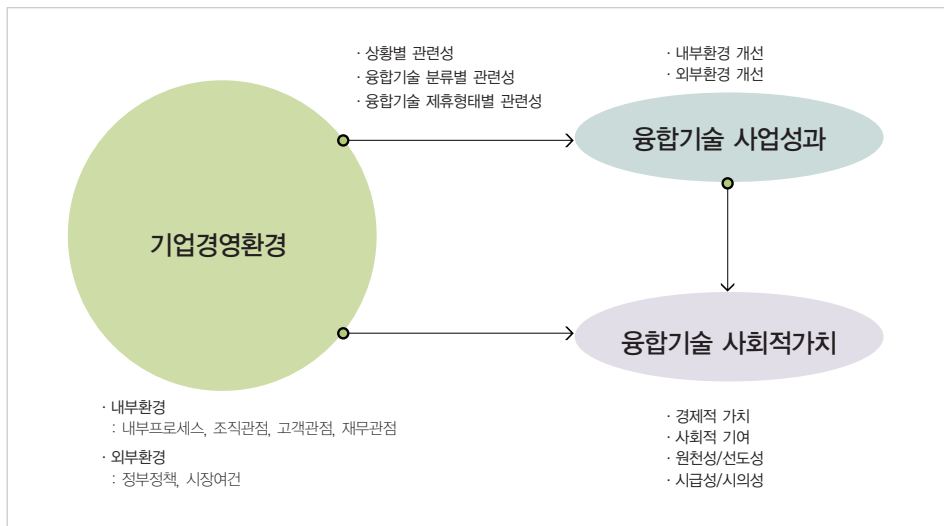


그림 1. 분석을 위한 연구모형

7) 기업의 재무적 요인과 비재무적 요인을 통해 경영성과를 측정하는 모델로서 조직의 학습과 성장, 내부 프로세스, 고객, 그리고 재무로 구분되는 네 가지 관점으로 성과가 각각 측정되기 때문에 보다 체계적으로 기업의 내외부적 경영환경을 고려할 수 있는 모델이다 [20,21].

8) 명목적도나 서열적도, 계량화된 척도 등으로 측정하는 것은 기업의 다양한 경영환경을 종합적으로 분석함에 있어 제약이 있다. 따라서 어떤 상황의 해당여부로 측정할 수 있는 여러 가지 상황들을 고려함으로써 보다 다양한 상황변수들을 분석모형에 포함시킬 수 있다 [25,26].

융합기술의 사업성과로서 측정되는 성과변수는 기업 경영환경이 개선되는 정도를 나타낸다. 즉, 내부환경인 내부프로세스, 조직, 고객, 재무관점, 그리고 외부환경인 정부정책 및 시장여건이 어느 정도 개선되었는지를 의미한다. 따라서 본 연구모형을 통해 융합기술을 위한 기업의 환경을 보다 다양한 관점에서 살펴보고 융합기술 성과와의 관련성을 구체적으로 분석한다. 그리고 경영환경-융합기술 성과 간 관련성뿐만 아니라, 경영환경과 융합기술 성과가 사회적으로 어떠한 가치를 제공할 수 있는지를 분석하기 위해 <그림 1>에서 나타낸 것처럼, 융합기술의 사회적 가치를 의미하는 성과변수가 추가로 설정된다. 융합기술의 사회적 가치는 기존 참고문헌을 토대로 융합기술의 경제적 가치, 사회적 기여, 원천성/선도성, 그리고 시급성/시의성으로 구분하여 경영환경 및 융합기술 성과가 각각의 수준에 미치는 영향을 분석하게 된다.

(모형 1-1)은 기업의 경영환경과 융합기술 사업성과간의 관련성을 분석하는 회귀분석 모형이며, 기업 내부환경인 프로세스(*PROCESS_i*), 조직환경(*ORG_i*), 고객관점의 경쟁력(*CST_i*), 재무환경(*FNC_i*), 그리고 외부환경(*EXTN_i*)이 각각 융합기술 사업성과(*PERFORM_i*)에 미치는 영향을 분석하게 된다. (모형 1-2)는 기업 경영환경이 모두 갖추어진 상황(*ALL_i*)과 모두 갖추어지지 않은 상황(*NOTHING_i*)이 융합기술 사업성과에 미치는 영향을 분석하는 모형이다.⁹⁾

$$PERFORM_i = \alpha_i + \beta_1 PROCESS_i + \beta_2 ORG_i + \beta_3 CST_i + \beta_4 FNC_i + \beta_5 EXTN_i + \beta_6 SIZE_i + \beta_7 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 1-1)

$$PERFORM_i = \alpha_i + \beta_1 ALL_i + \beta_2 NOTHING_i + \beta_3 SIZE_i + \beta_4 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 1-2)

(모형 2-1)은 (모형 1-1)과 동일한 설명변수로서 기업 경영환경과 융합기술의 사회적 가치(*SCValue_i*) 간 관련성을 분석하는 모형이며, (모형 2-2)는 (모형 1-2)와 동일한 설명변수로서 각 경영환경 상황이 융합기술의 사회적 가치에 미치는 영향을 분석하는 모형이다.

9) 모형 1, 모형 2, 모형 3에 걸쳐 별도의 모형을 설정한 이유는 변수 *ALL_i* 과 *NOTHING_i*이 모두 하나의 모형에 포함될 경우, 성과변수와 각 설명변수간의 관련성 분석에 있어 신뢰성이 낮아질 수 있기 때문이다.

$$SCValue_i = \alpha_i + \beta_1 PROCESS_i + \beta_2 ORG_i + \beta_3 CST_i + \beta_4 FNC_i + \beta_5 EXTN_i + \beta_6 SIZE_i + \beta_7 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 2-1)

$$SCValue_i = \alpha_i + \beta_1 ALL_i + \beta_2 NOTHING_i + \beta_3 SIZE_i + \beta_4 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 2-2)

(모형 3-1)은 융합기술 사업성과 즉, 기업의 내부환경과 외부환경의 개선 성과가 각각 융합기술의 사회적 가치에 미치는 영향을 분석하기 위한 모형이다. 내부환경의 개선 성과변수는 내부프로세스 개선 성과(PFM_PCS *i*), 내부조직 개선 성과(PFM_ORG *i*), 고객에 대한 경쟁력 향상(PFM_CST *i*), 그리고 재무성과 개선(PFM_FNC *i*)으로 각각 구성되어 있다. 외부환경 개선 성과변수는 정부정책이나 외부시장 여건이 개선된 정도(PFM_EXTN *i*)를 설명하는 변수이다. (모형 3-2)는 모든 융합기술 성과가 달성된 상황(ALL *i*)과 모두 달성되지 않은 상황(NOTHING *i*)이 각각 융합기술의 사회적 가치에 미치는 영향을 분석하기 위한 모형이다. 상기 연구모형 모두 변수 간 관련성 분석에 있어 기업규모(SIZE *i*), 기업업력(YEAR *i*), 그리고 융합기술 유형(TECH *i*)을 설명하는 통제 변수들이 포함되어 있다¹⁰⁾.

$$SCValue_i = \alpha_i + \beta_1 PFM_PCS_i + \beta_2 PFM_ORG_i + \beta_3 PFM_CST_i + \beta_4 PFM_FNC_i + \beta_5 PFM_EXTN_i + \beta_6 SIZE_i + \beta_7 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 3-1)

$$SCValue_i = \alpha_i + \beta_1 ALL_i + \beta_2 NOTHING_i + \beta_3 SIZE_i + \beta_4 YEAR_i + \sum TECH_j + \varepsilon_i$$

.....(모형 3-2)

기업환경-융합기술성과-사회적 가치의 상호 관련성을 다양한 측면에서 분석하기 위하여 본 연구에서는 추가분석을 실시한다. 이를 위해 연구대상 기업과 관련된 15대 국가전략 융합기술에 대하여 기업표본을 융합기술 유형별(NT, BT, IT 등), 제휴형태별(기업-기업, 기업-정부기관, 기업-학계 등)로 각각 구분하고, 본 연구모형에서 분석하고자 하는 상호 관련성이 표본 집단별로 어떻게 확인되는지를 분석하고자 한다. 이러한 과정을 통해 융합기술 유형별, 제휴형태별 상호 관련성이 추가적으로 설명될 수 있는지 확인하게 된다.

10) 본 연구모형에 포함되는 통제변수에 관한 구체적인 설명은 <표 4>에서 제시하는 조작적 정의를 참조하기 바람.

04

분석방법

본 연구분석을 위한 표본을 구성하기 위해 융합기술과 관련된 사업을 영위하는 200개 기업을 선정하였다. 융합기술의 범위는 KIST융합연구정책센터에서 공개하고 있는 NBIC¹¹⁾ 기술별 분류에 속하는 융합기술로 설정하였고, 표본조사를 위한 데이터로 본 연구에서 분석하고자 하는 변수의 측정이 가능한 259개 융합기술 사업정보를 사용하였다. 자료의 수집기간은 2015년 4월말부터 7월 중순까지 약 3개월 정도가 소요되었으며, 융합기술 사업정보는 신용평가기관에서 제공하는 기업정보, 언론보도자료, 증권사 기업분석자료, 융합기술 관련 자료, 그리고 해당기업 홈페이지 등을 통해 수집되었다.

표본의 수집방법은 우선 대상기업의 매출액, 인원 수 등의 기업규모 정보와 해당기업이 추진하고 있는 융합기술명, 융합기술 분류(BT, IT, NT 등), 그리고 기술제휴 형태(기업-기업, 대기업-대기업, 기업-대기업, 기업-학계, 기업-정부기관)를 먼저 각각 분류하였다. <표 1>부터 <표 4>는 본 연구를 위한 변수의 조작적 정의를 설명하고 있다. 먼저, 기업 경영환경의 측정은 내부프로세스 환경의 경우 제품화능력, 생산화능력, 그리고 연구개발능력에 관한 항목에 해당되는지의 여부로 측정되었다[11]. 내부조직 환경의 경우, 파트너십과 학습능력 보유여부로 측정되었으며[11,13], 고객에 대한 경쟁력은 마케팅 능력, 기술력, 경쟁우위, 그리고 비전을 갖추고 있는지 여부로 측정되었다[11,17-19]. 재무환경은 수익성, 자산효율성, 안정성, 그리고 유동성 재무지표에 의해[20,21], 외부환경의 경우 정부정책 지원여부와 매출확보에 대한 시장여건 해당여부로서[11,13] 각각 측정되었다.

11) Nano Technology, Bio Technology, Information Technology, and Cognitive Science.

융합기술 사업성과는 기업의 내부환경 및 외부환경 5가지 부문에 관한 개선성과 세부항목¹²⁾에 대하여 리커트 7점척도로 측정되었다[13,14,16]. 융합기술의 사회적 가치는 경제적 가치, 사회적 기여, 원천성/선도성, 그리고 시급성/시의성에 해당되는 항목에 대하여 리커트 7점척도로 측정되었다[14,22]. 통제변수는 기업규모의 경우 해당기업 매출액으로, 기업업력의 경우 설립이후 사업을 영위하고 있는 기간으로 측정되었으며, 융합기술의 분류¹³⁾는 전체 7가지 분류(NT, IT, BT, NT-IT, IT-BT, NT-BT, NT-BT-IT)에 해당되는지 여부로 측정되었다. 변수측정의 객관성을 확보하기 위해 전문분야가 다른 5인의 평가팀과 2인의 외부 자문단을 구성하였고 평가팀은 모두 동일한 표본으로 정해진 기간 내에 측정을 실시하였다. 실시결과 측정항목별 의견차이가 있는 부분은 평가팀 전원의 동의를 거쳐 해당항목 측정치를 수정하는 과정을 거쳤으며, 측정 결과물을 상호 공유하여 이상 유무를 재확인 후, 최종적으로 외부 자문단의 의견을 수렴하였다. 융합사업 과제에 대하여 선행연구에서 융합지수 도출과 관련된 방법론을 제시하고 있으나[24], 대부분 기술 부문으로 한정하고 있어 일반기업을 대상으로 기업 경영환경을 보다 포괄적으로 다루고 있는 평가방법론은 현재까지 거의 찾아보기 힘든 실정이다.

기업 경영환경과 관련된 설명변수를 다양한 상황변수(1,0)로 설정한 이유는 기업의 내외부적 경영환경을 보다 다각적으로 측정하고자 함이다. 상황변수는 주로 기업의 경영전략을 다룬 연구에서 주로 사용되는데, 기업의 다양한 내외부적 상황을 고려하여 기업성과와의 관련성을 분석하는 연구모형에서 주로 다루어지고 있다[25-27]. 예를 들어, 내부프로세스의 경우 단순히 한 가지 척도로 측정하기보다는 내부프로세스를 구성하고 있는 세 가지 항목(제품화능력, 생산화능력, 연구개발능력)이 충족될 수 있는 경우의 수를 고려함으로써 보다 다양한 상황에 대한 성과와의 관련성을 분석할 수 있다.

12) 자세한 내용은 변수의 조작적 정의 참조.

13) 본 연구에서 융합기술의 분류는 기본적으로 융합연구정책센터 홈페이지에서 소개하고 있는 분류를 참고하였으며, 융합기술을 분류하는 방법에 있어서 기존의 신기술 융합뿐만 아니라 사회문화적 수요와 동향을 반영하여 실현 가능성이 높은 신산업, 신서비스를 창출하는 광의의 융합기술의 관점에서 융합기술이 새롭게 분류되어야 한다는 주장도 있다[23].

표 1. 변수의 조작적 정의(1)

구분	변수정의	내용	측정방법	참고	
융합기술을 위한 경영환경	<i>PROCESS i</i>	내부 프로세스	제품화, 생산화, 연구개발 능력을 모두 갖춘 상황	$A(1,0) \times B(1,0) \times C(1,0)$	황규현(2014)[11]
	<i>ORG i</i>	내부 조직환경	파트너십과 학습능력을 모두 갖춘 상황	$A(1,0) \times B(1,0)$	산업연구원(2012) 황규현(2014)[11, 13]
	<i>CST i</i>	고객관점 환경	마케팅능력, 기술력, 경쟁우위, 비전을 모두 갖춘 상황	$A(1,0) \times B(1,0) \times C(1,0) \times D(1,0)$	김상기(2013) 여인국(2013) 황규현(2014) Porter(1985) [11, 17-19]
	<i>FNC i</i>	재무적 환경	수익성, 자산효율성, 안정성, 유동성을 모두 갖춘 상황	$A(1,0) \times B(1,0) \times C(1,0) \times D(1,0)$	Kaplan and Norton(1994)[20]
	<i>EXTN i</i>	외부환경	정부정책, 시장여건이 모두 갖춰진 상황	$A(1,0) \times B(1,0)$	산업연구원(2012) 황규현(2014)[11, 13]
내부 프로세스 환경	A	제품화능력 보유한 상황	제품공정상의 핵심기술 보유하고 있음	각 사항에 중 2가지 이상에 해당되면 1, 아니면 0	황규현(2014)[11]
			보유기술의 제품 연계-구현이 가능함		
			제품기능의 기술적 분석자료 확보가 가능함		
			기술사업화 관련 외부기관과 협력이 이루어짐		
	B	생산화능력 보유한 상황	R&D → 제조과정 반영이 원활함		
			생산기술의 체계적 관리가 이루어짐		
			생산관리시스템 보유		
			신공정을 통한 효율성 향상(원가절감) 가능함		
	C	연구개발능력 보 유한 상황	R&D인력 보유		
			지속적인 R&D투자		
			신기술 개발에 필요한 핵심기술 보유		
내부 조직환경	A	파트너십 보유한 상황	파트너 기관 간 유대협력 관계 유지	각 사항에 중 2가지 이상에 해당되면 1, 아니면 0	산업연구원(2012) 황규현(2014) [11, 13]
			융합활동 수행 경험 보유		
			공공기관 추천 및 지원이 이루어짐		
	B	학습능력 보유한 상황	기술개발 트렌트 지속적 모니터링 실시		
			외부지식에 대한 흡수능력 보유		
			암묵지에 대한 흡수능력 보유		

표 2. 변수의 조작적 정의(2)

구분	변수정의	내용	측정방법	참고	
고객에 대한 경쟁력	A 마케팅능력 보유한 상황	시장세분화에 대한 지식 보유	각 사항에 중 2가지 이상에 해당되면 1, 아니면 0	황규현(2014) 김상기(2013) Porter(1985) 여인국(2013) [11, 17-19]	
		영업사원의 마케팅 능력 보유			
		신속한 신제품 판매능력 보유			
	B 기술력 보유한 상황	지식재산권 등록 활발함			
		기초연구, 제품개발, 공정, 품질수준 우수			
		후발주자와 기술격차가 큼			
	C 경쟁우위가 있는 상황	시장진입에 큰 문제가 없음			
		시장에 대체품이 거의 없어 경쟁력 높음			
		구매처에 대한 교섭력이 높음			
		공급처에 대한 교섭력이 높음			
	D 비전 설정여부	융합기술에 대한 경영이념, 가치, 목표 등이 명확함			해당되면 1, 아니면 0
	재무환경	A 수익성			매년 안정적인 매출과 이익 수준을 유지하고 있음
B 자산효율성		투자규모 대비 매출액 규모가 큼			
C 안정성		부채비율이 낮은 수준임			
D 유동성		신규사업을 위한 자금조달에 큰 문제가 없음			
외부환경	A 정부정책 지원 여부	지원기관과 기술사업 네트워크가 잘 구축되어 있음	각 사항에 해당되면 1, 아니면 0	산업연구원(2012) 황규현(2014) [11, 13]	
		정책, 지원 등이 지속적으로 이루어짐			
		정부의 R&D투자지원 원활함			
		기술상용화를 위한 정부지원 이루어짐			
	B 매출확보 위한 시장여건	향후 시장성장이 예상됨			
		시장의 기술혁신 수용가능성이 높음			
산업특성상 시장진입 매력도가 높음					

표 3. 변수의 조작적 정의(3)

구분	변수정의	내용	측정방법	참고	
융합 기술 성과	<i>PERFORM_i</i>	전체 성과	5개 부문 융합기술 성과 측정치의 합계	Ln(Σ 측정치)	산업연구원(2012) 최행수(2014) 최상민과 문태수 (2015) [13, 14, 16]
	<i>PFM_PCS_i</i>	내부 프로세스 개선 성과	기업 내부 프로세스 개선	리커트 7점 척도 평균	
			제조 및 생산성 향상		
			공정 프로세스 개선을 통한 제품과 서비스 혁신, 품질개선		
			연구개발 및 생산능력 개선을 통한 제품화 능력 확보		
	<i>PFM_ORG_i</i>	내부 조직환경 개선 성과	기업경영에 대한 사고 개선	리커트 7점 척도 평균	
			융합기술 파트너십 강화		
			융합기술에 대한 기업학습능력 향상		
	<i>PFM_CST_i</i>	고객관점 환경 개선 성과	브랜드 인지도 상승	리커트 7점 척도 평균	
			신제품 개발능력 강화		
			정부지원에 해당하는 기술과제 극복		
			기술혁신을 통한 특허 및 지식재산권 향상		
			사업아이템의 다양화		
			경쟁우위 강화		
	<i>PFM_FNC_i</i>	재무적 환경	융합기술에 의해 개발된 제품에 의해 매출증대가 예상됨	리커트 7점 척도 평균	
융합기술 투자규모 대비 매출액 규모가 큼					
융합기술에 따른 수익과 이익 대비 차입금 규모가 적음					
융합기술을 위한 자금조달에 큰 어려움이 없음					
<i>PFM_EXTN_i</i>	외부환경	해당 융합기술에 대한 정부지원 강화예상	리커트 7점 척도 평균		
		융합기술 사업화 네트워크 구축			
		융합기술에 따른 제품이 시장에서 좋은 반응을 얻고 있음			

표 4. 변수의 조작적 정의(4)

구분	변수정의	내용	측정방법	참고	
사회적 가치	$SC_{Value\ i}$	전체 가치	4개 부문 융합기술 성과 측정치의 합계	$\ln(\sum \text{측정치})$	국가과학기술심의회 운영위원회(2014) 최행수(2014) [13,14,16]
	$E_Value\ i$	경제적 가치	융합기술의 실용화 및 사업화에 기여할 수 있음	리커트 7점 척도 평균	
			신산업 및 기존산업 고도화에 기여할 수 있음		
			융합인프라의 고도화에 기여할 수 있음		
	$C_Value\ i$	사회적 기여	일자리 창출에 기여하고 있음	리커트 7점 척도 평균	
			인간중심의 사회문제 해결에 기여할 수 있음		
			사회적 약자, 지역공동체에 대한 기여도가 있음		
			지역 및 사회적 인지도 상승		
	$T_Value\ i$	원천성/ 선도성	선도적 기술력 향상에 기여하고 있음	리커트 7점 척도 평균	
			창의적 융합인재 양성에 큰 도움이 됨		
$P_Value\ i$	시급성/ 시의성	현재 시점에서 해당 융합기술이 사회적 문제해결에 기여할 수 있음	리커트 7점 척도 평균		
		인문학과 과학의 융합확대를 위해 해당 기술의 출현시점은 적절함			
통제 변수	$SIZE\ i$	기업규모	해당기업 매출액	$\ln(\text{매출액})$	
	$YEAR\ i$	업력년수	해당기업 사업영위 업력년수	$\ln(\text{년수})$	
	$TECH\ i$	융합기술분류	NT, IT, BT, NT-IT, IT-BT, NT-BT	해당분류에 속하면 1 아니면 0	

05

분석결과

1. 항목별 분석결과

1) 전체표본의 구성

연구대상 표본은 전체 200개 기업들의 융합기술 사업정보 중 15대 융합기술에 해당되는 259개 사업을 표본으로 설정하였다. 실제 사업을 추진하고 있더라도 해당기업의 재무정보 공시나 구체적인 사업내용을 확인할 수 없는 사업정보는 표본에서 제외되었다. <표 5>에서 보는 바와 같이, 15대 국가전략 융합기술 중 12개 융합기술이 표본에 속하고 있으며, 융합기술 분류별로는 나노기술(NT)에 해당되는 사업이 가장 많고, 융합기술 제후 형태별로는 정부나 공공기관과의 제휴사업이 가장 많은 것으로 나타났다. 융합기술 사업을 영위하는 기업의 재무정보는 KOSPI 및 KOSDAQ 상장기업을 포함한 외부감사 대상기업 등으로부터 금융감독원에 공시된 자료를 바탕으로 1995년부터 2014년까지의 재무제표를 활용하였다.

표 5 표본의 구성

15대 융합기술		융합기술 분류		융합기술 제휴형태		재무정보 공시	
융합형콘텐츠	7	NT	141	중소기업 간	53	KOSPI	103
스마트자동차	19	BT	43	대기업 간	38	KOSDAQ	56
융합서비스로봇	7	IT	16	중소-대기업	54	KONEX	2
첨단생산시스템	10	NT-IT	5	기업-학계	27	외감대상	76
차세대다기능소재	94	NT-BT	21	기업-공공기관	87	기타	22
건강관리서비스	19	BT-IT	24	/	/	/	/
유전체정보/신약개발	39	NT-BT-IT	9				
신체기능복원/재활	5						
온실가스저감/관리	20						
오염물질제어/처리	13						
신재생에너지	21						
식품첨가물대체	5						
합 계	259		259				

2) 융합기술 분류별 측정결과

① 기업 경영환경

〈표 6〉에서는 기업 경영환경 관련 변수의 측정결과 융합기술 분류별로 융합기술 추진에 있어 경영환경이 적합한 상황의 빈도수 해당 표본 집단에서 측정항목에 속하는 상황의 빈도수¹⁴⁾를 나타내고 있다. 나노기술(NT) 사업의 경우 제품화능력, 생산화능력, 기술력, 경쟁우위, 그리고 시장여건에서 전반적으로 상황적합 빈도수가 높았으며, 바이오기술(BT)과 정보기술(IT) 사업의 경우 내부프로세스 및 고객 경쟁력 항목에서 상황적합 빈도수가 높았다. 나노기술과 정보기술이 결합된 사업(NT-IT)과 나노기술, 바이오기술, 그리고 정보기술이 모두 결합된 사업(NT-BT-IT)에서는 표본 수가 많지 않지만 전반적으로 높은 상황적합 빈도수를 나타내고 있다.

14) 해당 표본 집단에서 측정항목에 속하는 상황의 빈도수.

표 6. 융합기술 분류별 경영환경 상황적합 빈도수

기업 경영환경		NT	BT	IT	NT-IT	NT-BT	BT-IT	NT-BT-IT
전체표본		141	43	16	5	21	24	9
내부 프로세스	제품화	128	34	13	4	18	18	8
	생산화	116	30	12	4	13	11	7
	연구개발	95	33	15	4	17	20	7
내부조직	파트너십	87	30	14	5	15	18	7
	학습능력	89	35	10	4	14	18	5
고객관점 경쟁력	마케팅	94	22	13	5	11	18	6
	기술력	110	34	15	4	17	18	7
	경쟁우위	101	29	14	4	11	18	5
	비전	79	31	15	5	12	14	9
재무환경	수익성	92	25	12	5	11	20	6
	자산효율성	81	11	10	2	7	12	4
	안정성	83	30	11	5	15	14	4
	유동성	72	21	11	4	7	16	3
외부환경	정부정책	58	28	11	4	8	15	6
	시장여건	102	33	15	4	10	18	7

② 융합기술 성과

〈표 7〉은 융합기술 분류별로 성과와 관련된 변수측정 결과를 제시하고 있다. 성과측정 결과의 수치는 리커트 7점척도를 기준으로 성과변수를 구성하는 각 항목에 대하여 융합기술 분류별로 측정치의 평균값을 산출한 결과이다. 융합기술 분류별 전체성과는 정보기술(IT)에 해당되는 사업군이 가장 높게 나타났으며, 나노-바이오-정보기술(NT-BT-IT)에 해당되는 사업군과 나노-정보기술(NT-IT) 사업군이 다른 사업군에 비해 전반적으로 높은 수준인 것으로 확인되었다. 한편, 나노기술과 바이오기술이 결합된 경우(NT-BT) 성과가 가장 낮은 것으로 나타났다. 그리고 정보기술(IT)과 나노-정보기술(NT-IT) 사업의 경우를 제외하고는 재무성과가 대체적으로 낮은 수준인 것으로 확인되었다.

표 7. 융합기술 분류별 성과측정 결과

기업 경영환경	NT	BT	IT	NT-IT	NT-BT	BT-IT	NT-BT-IT
전체표본	141	43	16	5	21	24	9
척도	7	7	7	7	7	7	7
전체성과	3.50	3.44	4.12	3.85	2.64	3.43	4.09
내부프로세스 성과	3.56	3.42	4.59	4.00	2.66	3.38	4.33
조직성과	3.76	3.79	4.12	4.33	2.79	3.63	4.15
고객에 대한 경쟁력	3.63	3.45	4.25	4.17	2.80	3.62	4.29
재무성과	3.14	2.80	3.84	3.70	2.34	3.25	3.41
외부환경 개선성과	3.41	3.74	3.81	3.06	2.62	3.27	4.29

③ 융합기술에 의한 사회적 가치

〈표 8〉은 〈표 7〉과 마찬가지로 융합기술 분류별로 리커트 7점척도에 의해 융합기술의 사회적 가치에 관한 측정결과를 제시하고 있다. 전체 사회적 가치에 대한 측정결과는 정보기술(IT) 사업군이 가장 높게 나타났으며, 나노-바이오기술(NT-BT) 사업군이 가장 낮은 것으로 나타났다. 경제적 가치의 경우도 정보기술(IT) 사업에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 사회적 기여의 경우 바이오기술(BT)이 가장 높게 나타났다. 원천성/선도성 및 시급성/시의성 역시 정보기술(IT) 사업에서 가장 높게 나타났다.

표 8. 융합기술 분류별 사회적 가치 측정결과

기업 경영환경	NT	BT	IT	NT-IT	NT-BT	BT-IT	NT-BT-IT
전체표본	141	43	16	5	21	24	9
척도	7	7	7	7	7	7	7
전체 사회적 가치	3.37	3.54	4.01	3.78	2.74	3.31	3.65
경제적 가치	3.61	3.74	4.15	3.80	2.53	3.24	3.89
사회적 기여	2.87	3.39	3.21	3.13	2.71	2.68	3.07
원천성/선도성	3.76	3.88	4.12	4.00	2.72	3.62	3.83
시급성/시의성	3.26	3.17	4.56	4.20	3.02	3.71	3.84

3) 융합기술 제휴형태별 측정결과

① 기업 경영환경

〈표 9〉에서는 융합기술의 제휴형태별 기업 경영환경의 상황적합 빈도수를 측정한 결과를 제시하고 있다. 내부프로세스의 경우 대기업 간 융합기술 제휴형태가 제품화, 생산화, 그리고 연구개발 환경이 잘 갖춰진 것으로 나타났으며, 기업과 학계가 서로 제휴하는 형태와 기업과 공공기관이 제휴하는 형태에서도 내부프로세스 환경이 전반적으로 잘 갖추어진 것으로 나타났다. 내부조직 환경의 경우 대기업 간 제휴형태와 기업-학계의 제휴형태에서 파트너십과 학습능력이 잘 갖춰져 있는 것으로 확인되었다. 고객에 대한 경쟁력과 재무환경에 있어서도 역시 대기업 간 제휴형태가 상황적합 빈도수가 높았으며, 외부환경의 경우 대기업 간 제휴형태와 기업-공공기관 제휴형태가 상황적합 빈도수가 높은 것으로 나타났다. .

표 9. 융합기술 제휴형태별 경영환경 상충적합 빈도수

기업 경영환경		중소-중소	대기업-대기업	중소-대기업	기업-학계	기업-공공기관
전체표본		53	38	54	27	87
내부 프로세스	제품화	40	36	47	24	76
	생산화	30	35	40	20	63
	연구개발	27	36	37	22	69
내부조직	파트너십	24	36	38	22	56
	학습능력	26	36	34	22	57
고객관점 경쟁력	마케팅	24	37	36	18	52
	기술력	31	38	46	20	70
	경쟁우위	27	37	36	19	63
	비전	22	33	34	22	54
재무환경	수익성	23	36	31	20	61
	자산효율성	23	23	27	11	43
	안정성	26	26	37	18	55
	유동성	13	31	27	17	46
외부환경	정부정책	7	27	22	15	59
	시장여건	27	36	43	20	63

② 융합기술 성과

융합기술 제휴형태별 성과측정 결과를 살펴보면 <표10>에서 제시한 바와 같이, 전반적으로 대기업간 융합기술이 가장 높은 것으로 나타났고 기업-공공기관 제휴형태와 기업-학계 제휴형태가 융합기술 성과가 높은 것으로 나타났다. 파트너십과 학습능력 개선성과에 있어 대기업간 제휴 외에 기업과 학계가 제휴하는 형태에서 성과가 높은 것으로 나타났고, 고객에 대한 경쟁력 개선성과 역시 대기업간 제휴형태와 기업-공공기관 제휴형태가 가장 높은 것으로 나타났다. 정부정책과 시장여건 등 외부환경 개선성과의 경우, 기업-공공기관 제휴형태가 가장 높은 것으로 나타났으며 대기업간 제휴형태 역시 다른 형태에 비해 상대적으로 성과가 높은 것으로 확인되었다. 반면, 중소기업 간 제휴형태의 경우, 전반적으로 융합기술 성과가 다른 형태에 비해 상대적으로 낮은 수준인 것으로 확인되었다.

표 10. 융합기술 제휴형태별 성과측정 결과

기업 경영환경	중소-중소	대기업-대기업	중소-대기업	기업-학계	기업-공공기관
전체표본	53	38	54	27	87
척도	7	7	7	7	7
전체 사회적 가치	2.68	3.98	3.43	3.63	3.73
내부프로세스 성과	2.70	4.16	3.51	3.34	3.88
조직성과	2.93	4.34	3.67	4.14	3.83
고객에 대한 경쟁력	2.70	4.07	3.58	3.75	3.92
재무성과	2.41	3.55	3.05	3.37	3.24
외부환경 개선성과	2.67	3.77	3.34	3.55	3.79

③ 융합기술에 의한 사회적 가치

융합기술의 제휴형태별 사회적 가치의 측정결과를 나타내면 <표 11>과 같다. 융합기술 성과와 마찬가지로 대기업 간 기술제휴 형태가 전반적으로 사회적 가치에 기여하는 부분이 많은 것으로 나타났으며, 기업-학계 제휴형태와 기업-공공기관 제휴형태에서도 전반적으로 사회적 가치가 높은 수준인 것으로 확인되었다. 특히, 경제적 가치와 기술의 원천성 및 선도성의 관점에서 대기업 간 기술제휴가 다른 형태보다 사회적 가치가 높은 수준인 것을 알 수 있다. 반면, 중소기업 간 제휴형태의 경우에는 다른 제휴형태에 비해 상대적으로 사회적 가치가 낮은 수준인 것으로 나타났다.

표 11. 융합기술 제휴형태별 사회적 가치 측정결과

기업 경영환경	중소-중소	대기업-대기업	중소-대기업	기업-학계	기업-공공기관
전체표본	53	38	54	27	87
척도	7	7	7	7	7
전체 사회적 가치	2.69	4.15	3.30	3.51	3.54
경제적 가치	2.84	4.50	3.40	3.58	3.68
사회적 기여	2.46	3.28	2.88	3.24	3.09
원천성/선도성	2.87	4.77	3.66	3.77	3.77
시급성/시의성	2.62	4.05	3.26	3.46	3.62

2. 기업 경영환경과 융합기술 성과간 관련성 분석결과

1) 전체표본 회귀분석 결과

〈표 12〉는 기업 경영환경과 융합기술 사업성과간 관련성 분석결과를 나타내고 있으며, 본 연구에서 제시한 (모형 1-1)과 (모형 1-2)에 대한 회귀분석 결과를 제시하고 있다. 융합기술 분류나 제휴형태와 관계없이 전체표본을 대상으로 분석하였으며, 결과변수인 융합기술 성과의 경우 본 연구의 조작적 정의에서 제시한 바와 같이 항목별 측정값의 합계로서 설명변수와의 관련성이 분석되었다. 따라서 〈표 12〉의 분석결과는 이후 제시될 융합기술 분류별, 제휴형태별 관련성 분석결과와 상이할 수 있다. .

표 12. 기업 경영환경과 융합기술 성과간 관련성 분석결과

설명변수 (기업 경영환경)	융합기술 성과(모형1-1)	융합기술 성과(모형1-2)
	<i>PERFORM i</i>	<i>PERFORM i</i>
	β (t)	β (t)
Intercept	2.448*** (11.41)	2.858*** (13.13)
<i>PROCESS i</i>	.136** (2.26)	
<i>ORG i</i>	.228*** (3.75)	
<i>CST i</i>	.108 (1.53)	
<i>FNC i</i>	.007 (1.11)	
<i>EXTN i</i>	.176*** (2.96)	
<i>ALL i</i>		.142 (1.52)
<i>NOTHING i</i>		-.521*** (-7.99)
<i>SIZE i</i>	.003 (.244)	.025 (1.96)
<i>YEAR i</i>	-.024 (-.486)	-.032 (-.690)
<i>Adj-R²</i>	.319	.346
F-value	10.507	14.894
(p)	.000	.000
관측치	259	259

주1) *, **, ***는 각각 유의수준 0.1, 0.05, 0.01수준에서 통계적으로 유의미함.

주2) 각 변수의 조작적 정의는 〈표 1〉, 〈표 2〉, 〈표 3〉, 그리고 〈표 4〉를 각각 참조할 것.

전체표본 분석결과, 내부프로세스와 조직환경은 융합기술 성과에 각각 긍정적 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 정부정책이나 외부시장 여건과 같은 외부환경이 갖추어진 상황일수록 융합기술 사업성과에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 모든 기업 경영 환경이 부적합한 상황(*NOTHING*)일수록 융합기술 성과에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다

한편, 지면관계 상 본문에서 연구결과로 제시하지는 않았지만, 기업 경영환경별로 해당 성과를 별도로 분석하였는데, 내부프로세스 환경과 개선성과와의 관련성에서는 제품화 능력, 생산화 능력, 그리고 연구개발 능력이 모두 갖춰진 상황일수록 융합기술과 관련된 프로세스 개선성과도 높아지는 것으로 나타났다. 그리고 조직환경과 개선성과와의 관련성에서는 파트너십과 내부학습능력이 갖춰진 상황일수록 융합기술 관련 내부조직 환경이 개선되는 것으로 나타났다. 고객에 대한 경쟁력 부분에서는 내부적인 기술능력이나 융합기술에 대한 비전이 명확할수록 융합기술관련 경쟁력도 높아지는 것으로 나타났으며, 재무환경 부분에서는 기업의 유동성 수준이 높을수록 융합기술 관련 재무성과도 높아지는 것으로 확인되었다. 정부정책과 시장여건과 같은 외부환경의 경우는 외부환경 개선성과와 별다른 유의미한 관련성을 발견할 수 없었다.

2) 융합기술 분류별 관련성 분석결과

<그림 2>는 <표 12>에 대한 추가분석으로 융합기술 분류별로 기업 경영환경과 융합기술 성과간의 상관관계를 기업 경영환경 항목별 상황적합빈도수와 전체 융합기술 성과간의 상관계수¹⁵⁾로 산출하여 도식화하였다. 나노기술(IT)의 경우, 고객 경쟁력과 융합기술 성과와 높은 상관관계를 나타내, 고객에 대한 경쟁력이 융합기술 성과에 중요한 영향을 미치는 것으로 확인되었고, 바이오기술(BT)의 경우 내부조직 환경과 고객 경쟁력이, 정보기술(IT)의 경우 외부환경이 융합기술 성과와 높은 상관관계를 나타내는 것으로 확인되었다. 결과적으로 융합기술 분류별로 융합기술 성과에 중요한 영향을 미치는 경영환경 요인은 각각 다른 것으로 나타났다.

15) 전체 259개 표본 중, 7가지 분류별로 표본 집단을 구분하였을 때 표본 수가 적은 집단이 존재하여 일관된 회귀분석은 어렵다고 판단하여, 분류집단별 변수 간 상관관계분석을 통한 상관계수로서 관련성을 추가분석 하였다. 1에 가까울수록 높은 상관관계가, 0에 가까울수록 낮은 상관관계를 의미한다.

나노-정보기술(NT-IT)의 경우는 외부환경이, 바이오-정보기술(BT-IT)의 경우는 내부 조직 환경과 외부환경이, 그리고 나노-바이오-정보기술(NT-BT-IT)의 경우는 고객 경쟁력과 외부환경이 융합기술 성과에 중요한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 한편, 나노-바이오기술(NT-BT)의 경우는 기업 경영환경과 융합기술 성과 간 별다른 상관관계를 확인할 수 없었다.

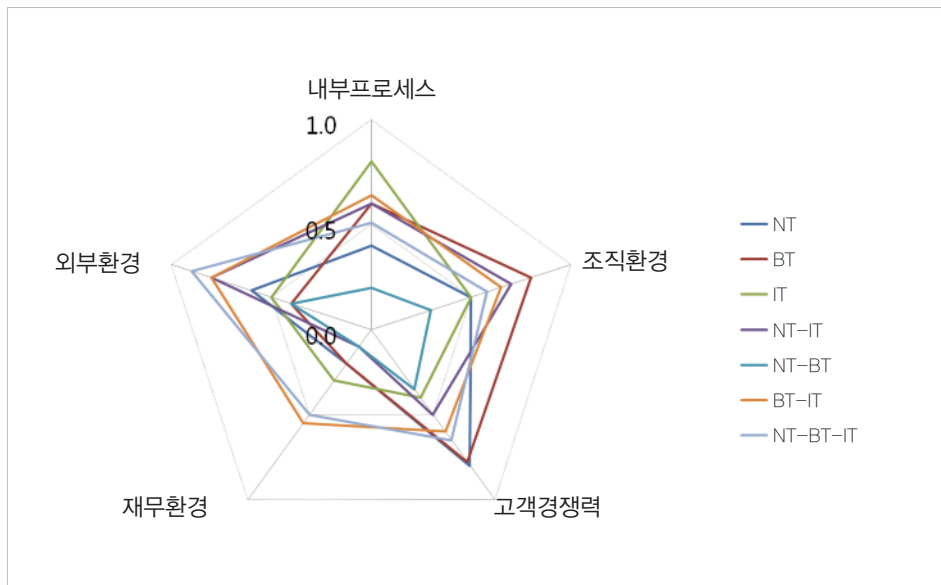


그림 2. 융합기술 분류별 기업 경영환경과 융합기술 성과 간 상관관계 분석

3) 융합기술 제휴형태별 관련성 분석결과

〈그림 3〉은 융합기술의 제휴형태별로 기업 경영환경과 융합기술 성과간의 상관관계를 분석한 결과이다. 먼저 중소기업간 기술제휴의 경우 고객에 대한 경쟁력이 융합기술의 사업성과와 가장 높은 상관관계를 나타내었고, 대기업간 기술제휴의 경우, 융합기술의 사업성과와 별다른 상관관계가 확인되지 않았다. 중소기업과 대기업의 기술제휴의 경우에는 외부환경요인이 융합기술의 성과와 상관관계를 나타내었고, 기업과 학계의 기술제휴의 경우 기업의 재무환경이 융합기술 성과와 높은 상관관계를 나타내었다. 기업과 공공기관의 기술제휴의 경우 고객에 대한 경쟁력이 융합기술의 성과와 가장 높은 상관관계를 나타내고 있다. 이러한 분석결과는 〈그림 2〉의 분석결과와는 상이한 결과를 제시하고 있으며, 특히 대기업 간 기술제휴의 경우 융합기술 사업성과가 대기업이 영위하고 있는 기존사업보다 상대적으로 낮은 수준임을 유추할 수 있다.

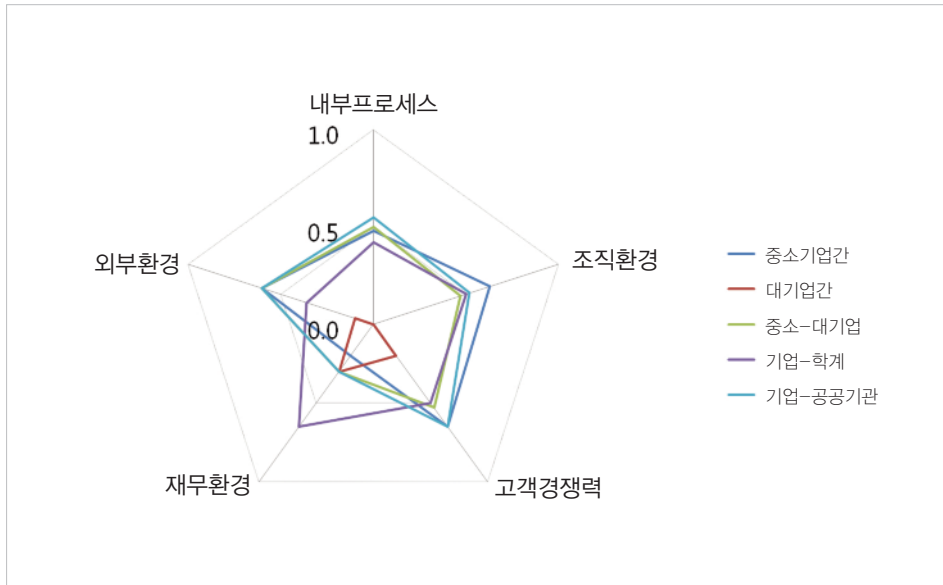


그림 3. 융합기술 제휴형태별 기업 경영환경과 융합기술 사회적 가치 간 상관관계 분석

3. 기업 경영환경과 융합기술에 의한 사회적 가치와의 관련성

1) 전체표본 회귀분석 결과

〈표 13〉은 기업 경영환경과 융합기술 사회적 가치간 관련성 분석결과를 나타내고 있으며, 본 연구에서 제시한 (모형 2-1)과 (모형 2-2)에 대한 회귀분석 결과를 제시하고 있다. 〈표 12〉의 분석결과와 같이 융합기술 분류나 제휴형태와 관계없이 전체표본을 대상으로 분석하였으며, 결과변수인 융합기술 사회적 가치의 경우 본 연구의 조작적 정의에서 제시한 바와 같이 항목별 측정값의 합계로서 설명변수와의 관련성이 분석되었다. 따라서 〈표 13〉의 분석결과도 마찬가지로 이후 제시될 융합기술 분류별, 제휴형태별 관련성 분석결과와 상이할 수 있다.

전체표본 분석결과, 내부조직 환경과 외부환경이 갖추어진 상황일수록 융합기술의 사회적 가치에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 내부 경영환경과 외부 경영환경이 모두 갖추어진 상황일수록, 높은 수준은 아니지만 사회적 가치와의 유의미한 관련성을 확인할 수 있었다. 반면, 모든 기업 경영환경이 부적합한 상황(NOTHING)일수록 사회적 가치에도 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 13. 기업 경영환경과 융합기술 사회적 가치 간 관련성 분석결과

설명변수 (기업 경영환경)	사회적 가치(모형2-1)	사회적 가치(모형2-2)
	<i>SCValue i</i>	<i>SCValue i</i>
	β (t)	β (t)
Intercept	1.994*** (9.67)	2.283*** (10.58)
<i>PROCESS i</i>	.106* (1.84)	
<i>ORG i</i>	.185*** (3.16)	
<i>CST i</i>	.123* (1.82)	
<i>FNC i</i>	.042 (.652)	
<i>EXTN i</i>	.175*** (3.07)	
<i>ALL i</i>		.163* (1.76)
<i>NOTHING i</i>		-.387*** (-6.00)
<i>SIZE i</i>	.018 (1.30)	.041*** (3.22)
<i>YEAR i</i>	.001 (.013)	-.001 (-.012)
<i>Adj-R²</i>	.345	.330
F-value	11.660	13.951
(p)	.000	.000
관측치	259	259

주1) *, **, ***는 각각 유의수준 0.1, 0.05, 0.01수준에서 통계적으로 유의미함.
주2) 각 변수의 조작적 정의는 <표 1>, <표 2>, <표 3>, 그리고 <표 4>를 각각 참조할 것.

2) 융합기술 분류별 관련성 분석결과

<표 13>에 대한 추가분석으로 융합기술 분류별 기업 경영환경과 융합기술의 사회적 가치간의 관련성을 분석하였다. <그림 4>에서 제시된 바와 같이 각 분류집단별 기업 경영환경 변수와 사회적 가치 간 상관관계 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 먼저 나노기술(NT)의 경우는 외부환경이 융합기술의 사회적 가치와 높은 상관관계를 나타내고 있었으며, 바이오기술(BT)의 경우는 내부프로세스와 내부조직 환경이 융합기술 사회적 가치와 높은 상관관계를 나타내고 있었다. 정보기술(IT)의 경우는 내부프로세스가, 나노-정보

기술(NT-IT)과 바이오-정보(BT-IT)기술의 경우는 내부프로세스와 외부환경이, 나노-바이오-정보기술(NT-BT-IT)의 경우는 고객에 대한 경쟁력이 융합기술 사회적 가치와 높은 상관관계를 가지고 있는 것으로 확인되었다. 한편, 나노-바이오기술(NT-BT)의 경우는 <그림 2>의 분석결과와 마찬가지로 기업 경영환경과 융합기술 성과 간 별다른 상관관계를 확인할 수 없었다.

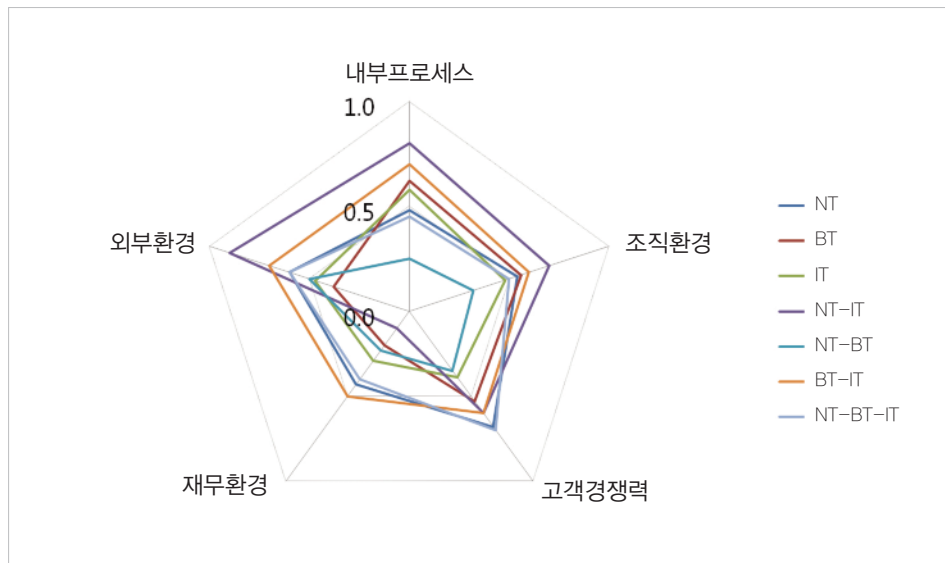


그림 4. 융합기술 분류별 기업 경영환경과 융합기술 사회적 가치 간 상관관계 분석

3) 융합기술 제휴형태별 관련성 분석결과

<그림 5>는 융합기술의 제휴형태별로 기업 경영환경과 융합기술의 사회적 가치 간 상관관계를 분석한 결과이다. 중소기업 간 기술제휴의 경우, 고객에 대한 경쟁력 부분이 융합기술의 사회적 가치와 상관관계가 존재하는 것으로 확인되었고, 대기업 간 기술제휴의 경우 <그림 3>의 분석결과와 마찬가지로 융합기술의 사회적 가치와 별다른 상관관계가 나타나지 않았다. 중소기업과 대기업 간 기술제휴의 경우, 외부환경요인이 융합기술의 사회적 가치와 가장 높은 상관관계를 나타내었고, 기업과 학계가 기술제휴를 하는 경우 고객에 대한 경쟁력과 외부환경이 융합기술의 사회적 가치와 상관관계가 있는 것으로 확인되었다. 마지막으로 기업과 공공기관이 기술제휴를 하는 경우, 고객에 대한 경쟁력이 융합기술의 사회적 가치와 가장 높은 상관관계를 나타내었다. 이러한 분석결과들은 <그림 4>의 융합기술 분류별 상관관계 분석결과와는 상이한 결과를 제시하고 있으며 대

기업간 기술제휴가 융합기술 성과뿐만 아니라 사회적 가치에도 별다른 상관관계를 나타내지 않음으로써 기존 사업이 가져다주는 사회적 가치에 비해 융합기술의 사회적 가치가 크지 않은 것으로 해석될 수 있다. 이 같은 해석은 융합기술의 성과가 실질적인 성과에 비해 주관적으로 인식되지 않을 수 있는 부분과 사회적 가치가 일반인들에게 아직 잘 인식되지 않았을 가능성을 남겨두고 있다.

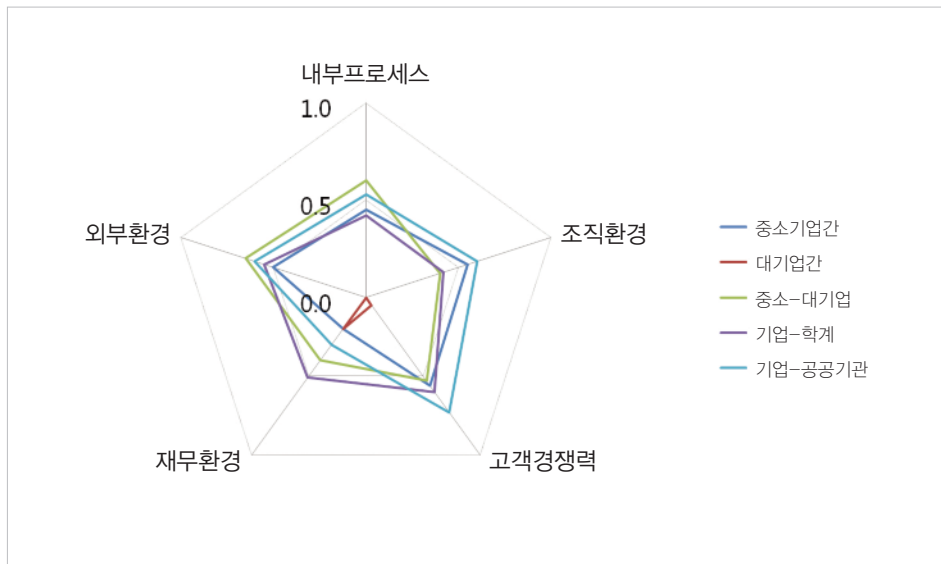


그림 5. 융합기술 제휴형태별 기업 경영환경과 융합기술 사회적 가치 간 상관관계 분석

4. 융합기술 성과와 사회적 가치와의 관련성

〈표 14〉는 (모형 3-1)과 (모형 3-2)에 대한 분석결과로서, 표본기업을 대상으로 융합기술 사업성과가 사회적 가치에 어떠한 영향을 미치는가에 관하여 분석한 내용을 제시하고 있다. 먼저, (모형 3-1)과 (모형 3-2)에 대한 분석결과를 살펴보면 내부프로세스 개선성과와 조직환경 개선, 그리고 고객에 대한 경쟁력과 외부환경 개선성과는 각각 전체 사회적 가치에 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 모든 성과가 달성된 상황과 사회적 가치와의 관련성도 유의적으로 높은 관련성을 나타내는 것으로 확인되었고, 기업 규모에 따라서 사회적 가치에 미치는 영향이 존재한다는 사실도 확인할 수 있었다.

사회적 가치에 미치는 영향을 좀 더 세부적으로 살펴보면, 내부조직 개선성과와 외부환경 개선성과는 경제적 가치, 사회적 기여, 원천성/선도성 및 시급성/시의성에 이르는 모

든 사회적 가치 부분과 높은 관련성을 나타냄으로써 사회적 가치에 대한 공헌도가 큰 것으로 확인되었다. 그리고 고객에 대한 경쟁력이 강화될수록 경제적 가치에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 높은 수준의 유의성은 나타나지 않았지만, 내부프로세스의 개선은 융합기술의 원천성/선도성 및 시급성/시의성에 각각 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었고 재무성과의 개선은 경제적 가치와 사회적 기여, 그리고 융합기술의 시급성/시의성에 각각 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 14. 융합기술 성과와 사회적 가치 간 관련성 분석결과

설명변수 (융합기술 성과)	사회적 가치 (모형3-1)	사회적 가치 (모형3-2)	경제적 가치		사회적 기여		원천성/선도성		시급성/시의성	
	SCValue <i>i</i>		E_Value <i>i</i>		C_Value <i>i</i>		T_Value <i>i</i>		P_Value <i>i</i>	
	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)	β (t)
Intercept	1.694*** (11.21)	2.226*** (15.58)	.225 (1.48)	.822*** (5.47)	.257 (1.36)	.809*** (4.53)	.218 (1.24)	.734*** (4.30)	.540*** (2.73)	1.011*** (5.17)
PFM_PCS <i>i</i>	.114** (2.15)		.085 (1.54)		.074 (1.13)		.134** (2.19)		.179** (2.59)	
PFM_ORG <i>i</i>	.286*** (6.05)		.336*** (6.79)		.342*** (5.82)		.249*** (4.54)		.207*** (3.34)	
PFM_CST <i>i</i>	.121** (2.23)		.205*** (3.64)		.097 (1.44)		.132** (2.11)		.049 (.701)	
PFM_FUNC <i>i</i>	.073 (1.61)		.083* (1.76)		.099* (1.74)		.040 (.758)		.107* (1.80)	
PFM_EXTN <i>i</i>	.208*** (3.35)		.170*** (3.41)		.221*** (3.70)		.245*** (4.42)		.228*** (3.64)	
ALL <i>i</i>		.243*** (6.11)		.281*** (6.70)		.276*** (5.55)		.229*** (4.82)		.250*** (4.58)
NOTHING <i>i</i>		-.646*** (-15.53)		-.697*** (-15.93)		-.663*** (-12.75)		-.651*** (-13.10)		-.588*** (-10.33)
SIZE <i>i</i>	.023*** (2.71)	.025*** (3.06)	.016* (1.74)	.018** (2.10)	-.003 (-.314)	-.001 (-.184)	.039*** (3.83)	.040*** (4.08)	.029** (2.52)	.029*** (2.63)
YEAR <i>i</i>	.042 (1.22)	.023 (.717)	.063* (1.76)	.045 (1.33)	.080* (1.89)	.061 (1.53)	.029 (.743)	.011 (.295)	.013 (.290)	-.006 (-.148)
Adj-R ²	.646	.682	.669	.690	.509	.555	.610	.628	.501	.511
F-value	38.026	57.550	41.900	62.088	21.941	33.731	32.648	45.363	21.273	28.439
(<i>p</i>)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
관측치	259	259	259	259	259	259	259	259	259	259

주1) *, **, ***는 각각 유의수준 0.1, 0.05, 0.01수준에서 통계적으로 유의미함.

주2) 각 변수의 조작적 정의는 <표 1>, <표 2>, <표 3>, 그리고 <표 4>를 각각 참조할 것.

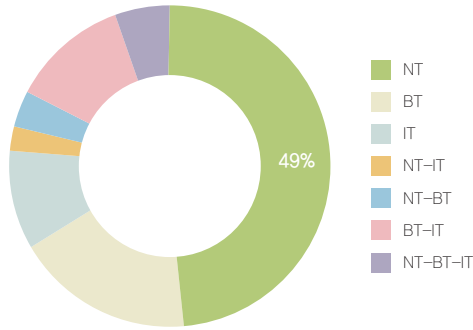
5. 분석요약

1) 기업 경영환경-융합기술 성과-사회적 가치 간 추가분석

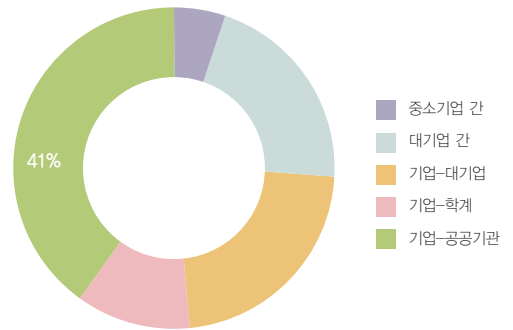
본 장에서는 본 연구에서 분석하였던 결과들을 토대로 기업 경영환경-융합기술 성과-사회적 가치 간 관련성에 있어 어떠한 경영환경 조건에서 융합기술 사업성과와 사회적 가치가 발생하는지에 관한 추가분석을 실시한다. 이를 위해 표본에서 융합기술 성과와 사회적 가치 측정결과가 모두 높은 80개의 표본을 별도로 추출하여 성과가 높은 상황에서의 영향요인을 재확인해본다. <그림 6>에서는 전체 259개 표본 중 상위 80개 표본을 기준으로 융합기술 분류별, 제휴형태별 특징과 기업 경영환경 주요 영향요인들을 요약한 결과를 제시하고 있다. 먼저 융합기술 분류별로 살펴보면, 융합기술 성과와 사회적 가치 모두 높은 상황에서는 나노기술(NT)이 가장 많은 비중(49%)을 차지하는 것으로 나타났다. 나노기술과 기존 에너지, 자동차, 신소재, 의료기술, 전자/전기 산업분야 기술 등이 결합된 상황에서 높은 성과가 나타나는 것으로 조사되었다.

융합기술 제휴형태에서는 융합기술 성과와 사회적 가치 모두 높은 상황에서 기업-공공기관 제휴형태가 41%로 가장 많은 비중을 차지하였다. 이러한 결과는 정부의 국책사업이나 공기업, 지역 공공기관 등의 지원이 이루어질 때 융합기술의 사업성과와 사회적 가치에 모두 긍정적 영향을 미치고 있다는 사실을 뒷받침한다. 기업 경영환경을 살펴보면, 내부프로세스 환경의 경우 상위 성과달성 기업에서 제품화 능력, 생산화 능력, 그리고 연구개발 능력 모두 갖추고 있었음을 확인할 수 있었다. 한편, 파트너십과 조직 구성원의 학습능력과 같은 내부조직 환경 역시 융합기술 성과와 사회적 가치에 중요한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 고객에 대한 경쟁력에 있어서도 성과가 높은 상황에서는 마케팅, 기술력, 경쟁우위, 융합기술에 대한 비전이 모두 중요한 영향요인으로 확인되었으며, 기업의 재무환경 역시 융합기술 성과달성에 중요한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 마찬가지로 정부정책이나 시장여건과 같은 기업의 외부환경 역시 성과를 달성하고 있는 상위기업들에게서는 모두 중요한 영향요인이 되고 있었으며, 결과적으로 융합기술 성과나 사회적 가치에 영향을 주는 사업들은 대부분 기업 경영환경에 필요한 요인들을 대부분 갖추고 있음을 확인할 수 있었다.

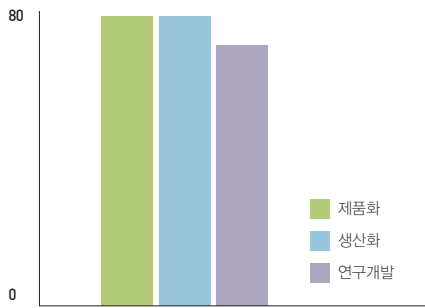
[융합기술 분류별]



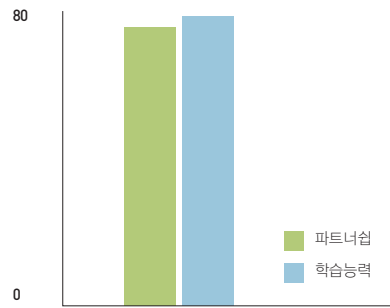
[융합기술 제휴 형태]



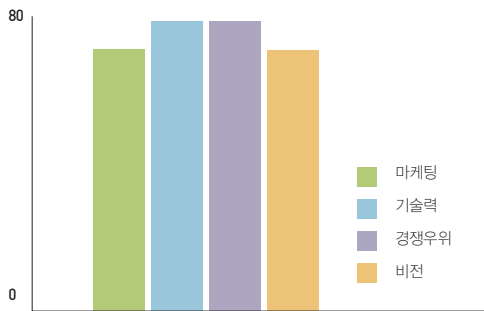
[내부프로세스]



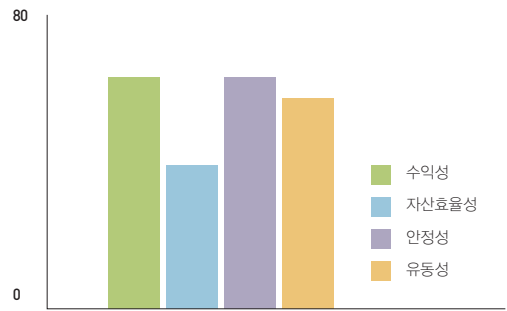
[내부조직]



[고객경쟁력]



[재무환경]



[외부환경]

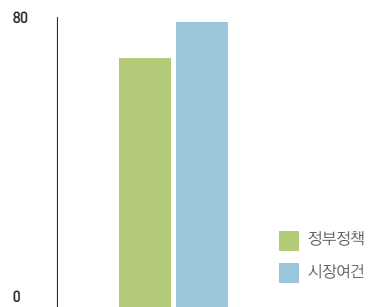


그림 6. 기업경영환경-융합기술 성과-사회적 가치 종합분석

2) 정책적 시사점

지금까지의 분석결과를 토대로 융합기술 관련 정책적 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 분석결과에서 확인할 수 있듯이 15대 국가전략 사업은 다양한 분야의 기술을 포괄하고 있지만, 현실적으로 융합기술 분류별로 살펴본 바와 같이 성과가 높고 경영환경이 잘 갖추어진 사업과 그렇지 못한 사업에 있어 편중현상이 심화되고 있다는 부분은 향후 정책적 과제로서 고려해야 할 사항으로 판단된다.

둘째, 융합기술의 제휴형태별 역시 기업-공공기관 기술제휴를 제외하고 성과달성에 있어 경영환경이 잘 갖추어진 형태가 그리 많지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 사실은 중소기업이나 대기업간 제휴에 있어서 내외부적 경영환경을 지원할 수 있는 보완책이 마련되어야 한다는 사실을 시사한다. 융합기술 사업을 영위하는 형태는 본 연구에서 제시한 바와 같이 다양한 형태가 존재하기 때문에 정부의 정책이나 지원제도가 이러한 다양한 형태에 적합한 기술제휴 지원정책으로 연계되어야 한다는 것이다.

마지막으로 기업의 융합기술 성과가 어떻게 사회적 가치에 영향을 미치는가에 관해서도 정책적으로 고려해야 할 사항이 많다. 기업이 융합기술 사업을 영위하는 목적은 사회적으로 큰 가치를 가져다주기 위함이며, 융합기술은 국가경제의 미래를 책임질 수 있을 만큼 현 시점에서 매우 중요한 과제임에 틀림이 없다. 사회 각 분야에 걸쳐 15대 국가전략 사업이 결실을 맺고 큰 사회적 가치를 가져다주기 위해서는 기업의 경영환경-융합기술 성과-사회적 가치 간 상호 관련성을 보다 면밀하게 분석하여 이에 적합한 정책으로 연계되어야 할 것이다. 특히, 융합정책에 있어서 기술분야만을 강조할 것이 아니라 기업의 경영환경이 융합기술 사업을 추진하기 위해서 어떠한 상황에 처해 있는지, 그리고 상황별로 어떤 정책이 기업에 적합할 것인지를 관련분야 전문가들이 모여 논의해야 할 시점이다. 융합기술의 인프라는 기술적 측면만 강조되어서는 바람직하지 않고, 기업의 경영상황과 정부의 정책, 그리고 기술적 협업이 모두 조화롭게 이루어져야 한다. 이런 측면에서 이번 연구는 융합기술 관련 민간기업 정책수립에 많은 시사점을 가져다줄 수 있을 것이라 기대한다.

06

결론 및 시사점

본 연구에서는 기업 경영환경이 융합기술의 성과와 사회적 가치에 미치는 영향에 대하여 다양한 관점에서 분석을 시도하였다. 이를 위해, 융합기술 사업관련 259개의 표본설정을 중심으로 내외부적 기업 경영환경 관련 설명변수들을 설정하고 각각의 변수가 융합기술 성과와 사회적 가치에 미치는 영향을 분석하였다. 이러한 과정을 통해 현재 융합기술을 사용하여 사업을 영위하는 민간기업에 어떠한 정책적 시사점을 제시할 수 있는지를 살펴보았다.

기업 경영환경과 융합기술 성과와의 관련성 분석결과, 내부프로세스와 조직환경은 융합기술 성과에 각각 긍정적 영향을 미치고 있는 것으로 나타났고, 정부정책이나 외부시장 여건과 같은 외부환경이 갖추어진 상황일수록 융합기술 사업성과에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 모든 기업 경영환경이 부적합한 상황일수록 융합기술 성과에 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기업 경영환경 각 부문별로 개선성과를 별도 분석한 결과, 정부정책과 시장여건과 같은 외부환경을 제외하고 내부적 환경 모든 부문에서 경영환경이 갖추어진 상황이 융합기술 성과에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 융합기술의 분류와 제휴형태별로 내외부적 경영환경과 융합기술 성과 간 관련성을 분석하였는데, 분석결과 각 표본 집단별로 기업 경영환경이 성과에 미치는 영향은 각각 다른 것으로 확인되었다.

기업 경영환경과 사회적 가치와의 관련성을 분석한 결과, 내부조직 환경과 외부환경이 갖추어진 상황일수록 융합기술의 사회적 가치에도 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 내부 경영환경과 외부 경영환경이 모두 갖추어진 상황일수록, 높은 수준은 아니지만 사회적 가치와의 유의미한 관련성을 확인할 수 있었다. 반면, 모든 기업 경영환경이 부적합한 상황일수록 사회적 가치에도 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 융합기술의 분류와 제휴형태별로 내외부적 경영환경과 융합기술 사회적 가치 간 관련성을 분석하였는데, 융합기술 성과의 분석결과와 마찬가지로 각 표본 집단별로 기업 경영환경이 사회적 가치에 미치는 영향은 각각 다른 것으로 확인되었다.

융합기술 성과가 사회적 가치에 미치는 영향을 분석한 결과, 내부프로세스 개선성과 조직환경 개선, 그리고 고객에 대한 경쟁력과 외부환경 개선성과는 각각 전체 사회적 가치에 긍정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 사회적 가치를 네 가지 부문(경제적 가치, 사회적 기여, 원천성/선도성 및 시급성/시의성)으로 구분하여 분석한 결과, 내부조직 개선성과와 외부환경 개선성과는 네 가지 부문과 모두 높은 관련성을 나타냄으로써 사회적 가치에 대한 공헌도가 큰 것으로 확인되었다. 그리고 고객에 대한 경쟁력이 강화될수록 경제적 가치에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

마지막으로 본 연구에서 분석하였던 결과들을 토대로 기업 경영환경-융합기술 성과-사회적 가치 간 관련성에 있어 어떠한 경영환경 조건에서 융합기술 사업성과와 사회적 가치가 발생되는지에 관한 추가분석을 실시하였다. 분석결과, 융합기술 분류별로는 나노기술(NT)이 다른 기술에 비해 융합기술과 사회적 가치에 높은 성과를 가져다주는 것으로 나타났다. 융합기술 제휴형태별로는 기업-공공기관 제휴형태가 융합기술 성과와 사회적 가치에 높은 성과를 가져다주는 것으로 확인되었다. 기업 경영환경별로는 대부분의 내외부적 환경요인들이 갖추어졌을 때 융합기술 성과와 사회적 가치가 발생하는 것으로 나타나 융합기술 성과나 사회적 가치에 영향을 주는 사업들은 대부분 기업 경영환경에 필요한 요인들을 대부분 갖추고 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 의미는 다음과 같다.

첫째, 융합기술 성과를 민간기업을 대상으로 분석한 연구가 많지 않은 실정하기에 본 연구는 많은 연구 제약 조건에도 불구하고 기존의 시도되지 않았던 다양한 표본을 수집하여 다각적인 분석을 실시하였다. 이러한 부분은 향후 융합기술 성과와 관련된 연구에 참고가 될 수 있을 것이다. 둘째, 민간기업을 대상으로 하여 기업 경영환경을 중심으로 심층적으로 융합기술 성과와 사회적 가치와의 관련성을 분석함에 따라 본 연구결과가 향후 융합기술 관련 정책에 많은 정보와 방향을 제시할 수 있는 참고자료가 될 수 있다는 점이다.

그럼에도 불구하고 본 연구가 가지고 있는 한계점은 다음과 같다. 첫째, 융합기술을 영위하는 기업의 수가 많지 않기 때문에 보다 다양한 표본을 수집하는 부분에서 한계가 있었다. 특히, 융합기술 성과와 관련된 정보와 연구보고서는 대부분 국가정책과 관련된 경우가 많아 일반기업에서 연구자료를 확보하기가 어려운 현실이다. 이러한 부분은 향후 기업지원제도 등을 통해 보다 다양하고 자세한 융합기술 정보가 제공될 수 있는 토대가 마련되어야 함을 시사한다. 둘째, 기본적으로 데이터 수집 상 최대한 객관성을 확보하기 위해 이미 발표되거나 공시된 정보들을 활용하였고 선행연구나 다양한 전문가 의견을 참고하였지만, 측정방법론이 선행연구로 많이 제시되지 않아 변수측정 과정에서 주관적인 판단이 개입될 수 있는 여지는 남아있다. 따라서 향후 많은 관련 연구를 통해 측정방법론이 지속적으로 개발되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 진영현, 정상기, 박정일, 배용국, 강지희(2014). 기술·산업의 융합현상에 관한 실증적 고찰, 한국과학기술기 획평가원.
 2. 융합연구정책센터(2014). 국가 융합기술 R&D 조사분석.
 3. 융합연구정책센터(2014). 국가 융합기술 R&D 성과분석.
 4. 최승일, 송성빈(2014). 기업의 융합역량이 경영성과에 미치는 영향, Journal of Digital Convergence, 제 13권 제1호, pp.177-184.
 5. 박경용, 박은영, 황정구, 이의진, 차은주, 임광신(2014). 기업의 융합 역량강화를 위한 실증사례 연구, HCI 2014 학술대회논문집.
 6. 김선영(2013). 나노융합중소기업 기술협력이 기술혁신성과에 미치는 영향에 관한 연구 : 흡수역량을 조절효과 로, 한국기술교육대학교 대학원 석사학위논문.
 7. 이병현, 이수욱, 위세안(2013). 정부의 기술개발 지원이 중소기업 기술혁신 성과에 미치는 영향, 벤처창업연 구, 제9권 제5호, pp. 157-171.
 8. 송성빈(2014). 융합이 기업 경영성과에 미치는 영향분석, 창원대학교 대학원 박사학위논문.
 9. 강수현, 이홍주, 임춘성(2010). 융합기술 환경에서 기업성과 향상을 위한 개인역량요인 분석, 한국전자거래학 회지, 제15권 제3호, pp.183-193.
 10. 신호범(2014). 대구경북 중소기업 융합교류회 활동의 성과분석 및 활성화 방안연구, 금오공과대학교 컨설팅대 학원 석사학위논문.
 11. 황규현(2014). 중소기업 융합교류 특성과 기술사업화 영향요인에 관한 연구, 한성대학교 지식서비스&컨설팅 대학원 석사학위논문.
 12. 양현봉, 박종복(2011). 중소기업 융합활동 실태 및 활성화 방안-기업 간 기술융합을 중심으로, 산업연구원 연 구보고서.
 13. 산업연구원(2012). 중소기업 융합활동 실태분석 및 시사점-중소기업 간 기술융합을 중심으로, KIET 산업경제.
 14. 최행수(2014). 웰니스 산업의 IT융합 이용성과에 관한 연구, 한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원 석 사학위논문.
 15. 원상호, 양해술(2015). ICT기반 융합기업의 성공요인 및 정책방향에 대한 연구, Journal of Digital Con- vergence, 제13권 제4호, pp.39-50.
 16. 최상민, 문태수(2015). ICT역량이 융합성과에 미치는 영향, 그리고 융합능력의 매개효과 분석, 인터넷전자상 거래연구, 제15권 제1호, pp. 159-176.
 17. Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage, New York, NY; Free Press.
 18. 여인국(2013). DEA를 이용한 R&D 사업의 효율성 비교 : 원천기술개발사업을 중심으로, 산업경영시스템학회 지, 제36권 제3호, pp. 126-132.
 19. 김상기(2013). 기술수준평가 특성분석 및 평가지표에 관한 연구, 한양대학교 대학원 박사학위논문.
-

-
20. Kaplan, R. S., and D. P. Norton(1992). The balanced scorecard—measures that drive performance, *Harvard Business Review*, (70), pp. 71-79.
 21. Kaplan, R. S., and D. P. Norton(1996). *The Balanced Scorecard*, Harvard Business School Press.
 22. 국회심의제출의안(2014). 창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략, 국가과학기술심의회 운영위원회.
 23. 김윤중, 정욱, 정상기(2009). 융합기술 관련 국가 연구개발 사업현황과 효과적 지원전략에 대한 연구, *기술혁신학회지*, 제12권 제2호, pp. 413-429.
 24. 김병철(2014). 일관성 있는 기술융합지수 산출방법 연구, *Journal of Digital Convergence*, 제12권 제12호, pp.227-232.
 25. 이진석(2011). 산업경쟁요인에 따른 경쟁전략의 적합성이 기업성장에 미치는 영향, 부산대학교 대학원 박사학위논문.
 26. 지성권, 이진석, 신성욱(2013). 산업경쟁요인에 따른 경쟁전략과 기업성과간의 관련성 연구, *회계학연구*, 제38권 제1호, pp. 1-41.
 27. 이진석(2014). 방송사업의 경쟁전략 적합성과 경영성과 간 관련성 연구, *방송과커뮤니케이션*, 제15권 제3호, pp. 5-53.
 28. 한국과학기술연구원 홈페이지, www.kist.re.kr

한국 융합혁신의 특징

: 산업 및
국가간 비교를 중심으로

▣ 경북대학교 경영학 박사과정 김국태

I. 서론

오늘날 기술융합(technology convergence)을 통한 기술혁신의 중요성이 강조되고 있으며, 이에 따라 우리 정부도 기술혁신에서의 융합 잠재력이 높은 정보기술(IT), 나노기술(NT), 생명공학기술(BT), 환경기술(ET), 그리고 콘텐츠기술(CT)을 5대 성장산업으로 선정하였다. 특히, IT기술을 중심으로 하는 기술간 융합은 많은 관심을 받아왔다. 예를 들면, IT기술과 기계기술간 융합은 메카트로닉스, 바이오와 IT간 융합은 바이오인포매틱스라는 새로운 기술영역을 만들어냈다. 이렇듯 융합혁신의 중요성에 대한 인식에도 불구하고, 우리나라의 융합혁신의 특징을 면밀히 들여다본 연구가 드물다는 사실은 흥미롭다.

융합혁신이란 “새로운 제품, 프로세스 및 서비스를 창출하기 위해 다양한 기술을 수평적 또는 수직적으로 통합하는 것”을 의미한다[1]. 수평적 통합이 다양한 필드의 기술들을 폭 넓게 활용하는 산업 간 융합혁신(inter-industry convergence)을 의미한다면, 수직적 통합은 특정 필드 내 기술을 활용하는 산업 내 융합혁신(intra-industry convergence)을 의미한다. 따라서 본 연구는 산업 내 융합혁신의 정도뿐 만 아니라, 산업 간 융합혁신을 함께 살펴봄으로써, 우리나라 융합혁신의 전반적인 특징을 구체적으로 파악하고 이를 바탕으로 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

본 연구는 2001년부터 2012년까지 미국출원 특허서지 정보를 바탕으로, 우리나라 혁신의 전반적인 트렌드에서부터, 산업내 및 산업간 융합도, 나아가서는 타 국가와의 비교에 이르는 광범위한 분석을 수행하였으며, 그 의미는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 산업의 유형을 구분함에 있어 기술특징과 기술궤도에 기반을 둔 5가지 산업유형[2]을 사용함으로써, 연구결과가 기술을 기반으로 한 융합현상을 묘사하였다. 둘째, 본 연구는 2001년부터 2012년까지 12년간의 패널 데이터를 구축함으로써 우리나라 융합혁신의 트렌드 변화를 추적할 수 있

다. 셋째, 융합혁신을 측정함에 있어 미국특허의 분류코드인 USPC (The United States Patent Classification)를 사용함으로써, 미국특허를 보유한 다양한 국가 간 비교가능성을 높일 수 있었다. 넷째, 실제로 본 연구에서는 동아시아 3개국 (일본, 중국, 대만)과의 직접적인 비교분석을 통해 한국의 융합혁신의 특징이 산업에 따른 특징인지, 나라별 특성에 따른 것인지를 평가할 수 있었다. 마지막으로, 본 연구에서 제시한 융합혁신 매트릭스는 우리나라의 산업별 및 산업간 융합혁신의 특징을 한눈에 보여줌으로써, 정책적 의사결정에 있어 기초자료로서의 가치가 높다.

II. 이론적 배경

01 융합혁신의 개념

19세기 말 Rosenberg가 ‘기술 융합(technological convergence)’이라는 개념을 제시한 이래로, Kodama, 이광래 등이 기술융합의 개념을 발전시켜왔다[3-9]. 그들은 융합혁신을 오늘날 산업에 있어서 특정 기술에서의 강력한 리더십에 기반을 둔 현상으로 보았으며, 이러한 융합혁신이 개별 기업들의 급격한 성장뿐만 아니라, 다양한 산업내의 모든 기업들의 점진적인 성장에도 기여한다고 주장하였다. 본 연구에서는 융합혁신을 “새로운 제품, 프로세스 및 서비스를 창출하기 위해 다양한 기술을 수평적 또는 수직적으로 통합하는 것”으로 정의하고, 산업 내 및 산업간 융합을 분석하였다. 또한 기술융합의 중심으로 여겨지는 IT기술을 중심으로 세계의 제조업 기반 혁신을 주도하고 있는 아시아 국가들의 기술 융합을 비교분석하였다.

02 산업의 유형 구분

Pavitt는 영국의 기술혁신 성공사례 2,000개에 대한 분석결과를 바탕으로, 산업별 기술혁신 궤적 및 경로의 특성을 반영하여 산업의 유형을 공급자지배형(supplier dominated), 규모

집약형(scale intensive), 과학기반형(science based), 그리고 전문기술형(specialized supplier)으로 구분하였다[10]. OECD(1993)는 여기에 노동집약형과 자원집약형의 개념을 더하여 5가지 유형(자원집약형, 노동집약형, 전문기술형, 규모집약형, 과학기반형)을 분류하였다[11]. 한편, Tidd는 Pavitt와 OECD의 산업유형구분 기준을 기업수준에서 적용하여 공급자지배형 기업, 규모집약형 기업, 정보집약형 기업, 전문기술형 기업, 과학기반형 기업 등으로 구분하기도 했다[2]. 본 연구는 산업수준과 기업수준의 융합특성을 모두 반영하고자, Tidd가 제시한 5가지 구분을 활용하여, 산업을 공급자지배형(supplier dominated, Sd), 정보집약형(information intensive, Ii), 전문기술형(specialized suppliers, Ss), 규모집약형(scale intensive, Si), 과학기반형(science based, Sb)으로 구분한다. 이들 5개 산업의 특징은 다음과 같다.

공급자지배형 산업의 경우, 기술혁신이 설비공급자에 의해 주도된다. 이는 산업내의 플레이어에 의해서 이루어지는 기술혁신보다 산업 외부에 존재하는 설비공급자나 원자재 공급자의 기술혁신의 영향이 크게 나타난다는 것을 의미한다. 공급자지배형 산업은 공정기술의 혁신이 혁신의 주류를 이루기 때문에 생산원가의 절감에 초점을 두는 기술궤적을 걷는 경향이 많다.

정보집약형 산업은 비교적 최근에 등장한 산업으로서 금융, 소매, 출판, 여행, 컨설팅, 정보통신 등 지식집약서비스를 일컫는다. 이 산업에서의 기술혁신 원천은 내부 소프트웨어 부서나 외부 IT 하드웨어 공급자라고 할 수 있다. 정보집약형 산업의 기업들은 정보를 가공하고 이를 소비자에게 전달하는 복잡한 시스템을 운영하게 된다.

전문기술형 산업은 여타 산업과 밀접한 관계를 맺으면서 복잡한 형태의 기술궤적을 갖는다. 각종 설비를 비롯하여 공작기계, 농업기계, 가정용기기 등 다양한 제품과 서비스가 이 산업에 속한다.

규모집약형 산업은 철강, 자동차, 화학제품 등 생산라인에서 대규모로 생산해야 경쟁력을 확보할 수 있으므로 소수의 대기업이 지배하는 과점형태를 보인다. 규모집약형 산업에서의 기술혁신은 엔지니어링 공급자나 산업내 기업들의 자체 연구개발에 의해 이루어지는 경향이 높다. 엔지니어링 공급자는 로봇, 프레스 등 공작기계를 제작하는 업체이거나 소프트웨어와 생산시스템을 설계하는 기술서비스 업체를 포함한다. 규모집약형 산업 내 기업들은 생산비와 연관성이 높은 공정기술을 바탕으로 이윤을 확대하려는 경향이 있으므로 공정혁신이 제품혁신에 비해 강세를 보이는 경우가 많다.

마지막으로, 과학기반형 산업은 과학에 기초를 두고 있는 산업으로, 생명과학이나 항공, 우주, 의약품 등이 대표적이다. 이러한 산업 내 기업들은 기초과학의 연구결과가 바로 산업활동에 적용되는 특성을 가지고 있으므로 과학적인 지식이 기술혁신의 원천이 된다.

이상의 5개 산업유형에 속하는 세부 업종은 <표 1>가 같으며, 모두 39개 업종을 포함한다.

표 1. 산업유형과 세부업종

유형	세부업종
공급자주도형	식품가공, 섬유, 금속가공제품, 유리 및 세라믹, 비금속, 조명기기 등
정보집약형	음향기기, 통신기기, 사무기기, 기타 IT 서비스 등
전문기술형	엔진, 농업기계, 건설광산기계, 공작기계, 특수산업기계, 일반산업기계, 서비스산업기계, 송배전기기, 전기산업기기, 가정용기기, 전자부품, 병기, 조선, 철도차량 등
규모집약형	석유화학, 무기·유기화학, 페인트, 고무, 플라스틱, 기초금속, TV, 자동차, 기타 수송기계 등
과학기반형	의약품, 농업화학, 정밀계측기기, 유지·화장품, 우주항공, 기타 화학제품 등



03 산업내 및 산업간 융합혁신 : 동종기술융합 대 이종기술융합

산업부문별 기술혁신체제(sectoral innovation system; SIS)는 정계, 학계, 산업계, 연구계 등 동종산업 내 다양한 이해관계자들의 요구와 투자, 그리고 지식기반의 유기적 연계를 의미한다[12]. 하지만 기술융합을 통한 기술혁신은 동종 산업내 기업들의 상호협력을 통해서만 이루어지는 것이 아니라, 이종 산업간의 결합으로도 새로운 기술혁신의 기회가 창출될 수 있다. 따라서 동종 산업뿐만 아니라 이종 산업분야와의 네트워크화(network) 또는 수직적·수평적 상호연계(sectoral/lateral inter-linkage)를 통하여 기존 산업의 기술에만 머무르기 보다는 협력과 경쟁을 통한 기술융합을 통해 새로운 기술혁신을 탐색하는 것이 중요하다.

동종 기술융합은 동일한 산업내 기업들간의 융합으로, 비교적 유사한 기술간의 융합을 의미한다. 예를 들면, 인터넷전화기술(Voice over Internet; VoIP)은 최근 통신분야에서 나타나는 기술융합으로 개별 기술인 전화회선망을 이용한 음성서비스와 데이터망을 이용한 데이터 전송서비스라는 정보통신 산업내 두 기술간 융합이라고 할 수 있다.

반면, 이종 기술융합은 서로 다른 산업의 기술들이 융합되어 새로운 기술을 낳는 것을 의미한다. 예를 들면, 나노바이오기술은 이종산업인 생명공학기술과 나노기술의 융합으로 의학, 약학 분야에서 주목받고 있는 기술이다.

본 연구는 앞서 구분한 5가지 산업유형 내 세부업종 간 융합을 기술궤적이 유사한 동종 기술융합으로 보고, 5가지 산업유형 간 기술융합을 기술궤적이 서로 다른 이종 기술융합으로 규정한다.

III. 연구방법

01 자료 수집

본 연구는 미국특허 통계를 활용하여 혁신을 파악하였다. 특허는 새로운 제품 및 서비스의 프로토타입과 아이디어의 발명이라는 혁신의 상류(upstream) 부분을 반영한다. 한편, 미국특허는 일반적인 한국특허에 비해 출원과 등록, 유지 등에 많은 노력과 비용이 소요된다는 점을 감안할 때, 혁신의 중요성이 높으며 그 활용의 정도가 비교적 높은 기술혁신이라고 기대할 수 있다. 또한 미국 특허를 보유한 다른 국가간의 비교를 가능케 한다는 장점도 있다. 특허자료 기간은 2001년부터 2012년까지 총 12년이며, 5개 산업과 39개의 하위산업으로 수집하였다. 데이터베이스 소스는 한국특허정보원의 키프리스(kipris)와 미국특허청의 USPTO를 함께 보완적으로 활용하였다. 한편, 같은 기간에 해당하는 일본, 대만, 중국의 자료도 추가로 수집하였다. 이는 세계의 제조업 및 혁신에 있어서 중요한 역할을 하고 있는 동아시아 국가들 간의 기술혁신 특징이 어떠한 차이를 보이는지 파악하기 위함이다. 결론적으로, 본 연구의 특허자료는 산업별, 시기별, 국가별이라는 세 가지 차원으로 구성되어 있으므로 융합혁신에 있어서 산업에 따른 트렌드 차이, 시기에 따른 트렌드 변화, 국가별 트렌드 차이 등 융합혁신에 관한 포괄적 분석을 제공한다.

02 산업유형과 기술혁신분류 간 매칭

본 연구는 기술혁신 궤도의 특성이 유사한 산업별로 유형화한 Tidd의 5가지 유형구분을 사용한다[2]. 한편, 기술혁신의 측정을 위해 미국특허 분류기준인 USPC의 subclass [2]코드를 사용하였다. 따라서 산업유형별로 기술혁신의 특성을 파악하기 위해서는 산업에 해당하는 기술코드를 매칭해야만 한다. 선행연구에서 제시한 연계표에 내용을 바탕으로 아래 <표2>와 같이 산업유형과 미국특허분류를 매칭하였다[13,14].

표 2. 5개 산업유형에 대한 분류체계 연계

산업유형		미국특허분류(USPC)
공급자주도형 Supplier dominated (Sd)	식품가공	099, 131, 426
	섬유	002, 008, 012, 019, 024, 036, 066, 068, 087, 139, 442
	금속가공제품	007, 016, 029, 030, 051, 052, 059, 070, 072, 208, 211, 312, 413
	유리 및 세라믹	065, 215, 501
	비금속제품	063, 134, 206, 383, 428
	조명기기	313, 314, 315, 362, 372, 445
정보집약형 Information intensive (Ii)	음향기기	181, 346, 381, 725
	통신기기	178, 340, 341, 342, 343, 367, 370, 375, 379, 398, 455
	사무기기	345, 347, 355, 358, 360, 365, 369, 382, 400, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 718, 719, 720
	기타 서비스	116, 273, 380, 434, 473, 700, 701, 704, 705, 706, 707, 714, 715, 716, 717, 726
전문기술형 Specialized suppliers (Ss)	엔진	123, 431, 474, 475, 476, 477
	농업기계	056, 111, 172, 267
	건설광산	037, 100, 125, 166, 175, 241, 254, 256, 269, 285, 292, 294, 299, 403, 404, 405
	공작기계	081, 082, 083, 112, 228, 234, 242, 248, 249, 270, 407, 408, 409, 411, 451, 483, 492
	특수산업기계	060, 092, 095, 096, 108, 110, 250, 261, 271, 290, 373, 376, 415, 416, 418, 505
	일반산업기계	074, 101, 118, 122, 137, 192, 193, 194, 223, 251, 366, 384, 417, 432, 464
	서비스산업기계	109, 221, 222, 225, 235, 463, 472, 482
	송배전기기	307, 310, 322, 323, 363
	전기산업기기	200, 218, 219, 318, 320, 324, 361, 377, 388, 392, 438
	가정용기기	062, 234, 237, 239, 454
	전자부품	136, 174, 257, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 349, 439
	병기	086, 089, 102, 124
	조선	114, 440, 441
철도차량	104, 105, 213, 238, 246, 295	
규모집약형 Scale intensive (Si)	석유화학	044, 055, 201, 202, 203
	무기 및 유기화학	117, 204, 205, 209, 210, 423, 506, 532
	페인트	427
	고무	520, 530
	플라스틱	106, 264, 425
	철강 및 금속	075, 148, 164, 216, 226, 266
	TV	348, 386
	자동차	180, 280, 293, 296, 297, 298, 301, 303, 305
기타 수송기계	190, 198, 224, 227, 278	
과학기반형 Science based (Sb)	의약품	128, 424, 800
	유지 및 화장품	510, 512, 516
	농업화학	435, 436, 504
	기타화학제품	149, 252, 401, 419, 420, 422, 429, 430, 433, 502, 503, 508, 518, 585, 588
	정밀계측기기	033, 073, 177, 351, 352, 353, 356, 359, 368, 374, 378, 385, 399, 494, 601, 602, 604, 606, 607, 623, 702
	우주항공	244, 410

03 융합혁신의 측정

본 연구에서는 기술융합도를 측정함에 있어, 산업내 및 산업간 융합도를 구분하였다. 먼저 산업내 기술의 융합도는 미국특허 분류코드인 USPC sub-class를 기준으로 산업내 하위산업 간 융합특허의 수를 산업내 총 특허의 수로 나누어 측정하였다. 이 때 산업내 융합특허는 하나의 산업내의 하위산업에 걸쳐서(2개 이상) USPC 특허코드를 가지고 있는 특허를 의미한다. 예를 들면, 하나의 특허가 전문기술형 산업내 엔진에 해당하는 USPC와 전자부품에 해당하는 USPC를 동시에 보유하고 있다면 이는 산업내 융합특허로 볼 수 있다. 따라서 산업내 융합도는 산업내 특허 중 융합특허가 차지하는 비중이 된다.

한편, 산업간 융합혁신의 경우 여러 가지 경우의 수를 고려해야 한다. 본 연구에서는 5개의 산업유형을 2개의 산업씩 짝을 맞추었을 때 나타날 수 있는 경우의 수를 모두 고려하여 Sb-Ii(공급자주도형-정보집약형), Sb-Ss(공급자주도형-전문기술형), Sb-Si(공급자주도형-규모집약형), Sb-Sd(공급자주도형-과학기술반형), Ii-Ss(정보집약형-전문기술형), Ii-Si(정보집약형-규모집약형), Ii-Sd(정보집약형-과학기술반형), Ss-Si(전문기술형-규모집약형), Ss-Sd(전문기술형-과학기술반형), Si-Sd(규모집약형-과학기술반형)의 10쌍으로 산업간 융합혁신을 분석하였다. 산업간 융합도의 측정은 쌍을 이루는 두 산업 내 총 특허의 수에서 두 산업에 걸쳐 USPC를 보유한 특허의 수가 차지하는 비중으로 측정하였다.

$$\left\{ \text{기술융합도} = \frac{\text{융합특허의 수}^*}{\text{총특허의 수}} \right\}$$

* **산업내 융합특허**(intra-industry convergence patents): 하나의 산업내 다양한 기술영역의 USPC를 동시에 가지고 있는 특허

* **산업간 융합특허**(inter-industry convergence patents): 두개의 산업에 해당하는 기술영역의 USPC를 동시에 가지고 있는 특허

IV. 연구결과

01 한국의 혁신 트렌드 변화

우리나라 혁신활동의 전반적인 트렌드와 미국특허에서 차지하는 비중을 파악하기 위해 5개 산업유형에 따라 US특허의 변화를 파악하였다. <그림 1>은 전체 미국특허에서 한국이 차지하는 비중의 변화를 보여준다.

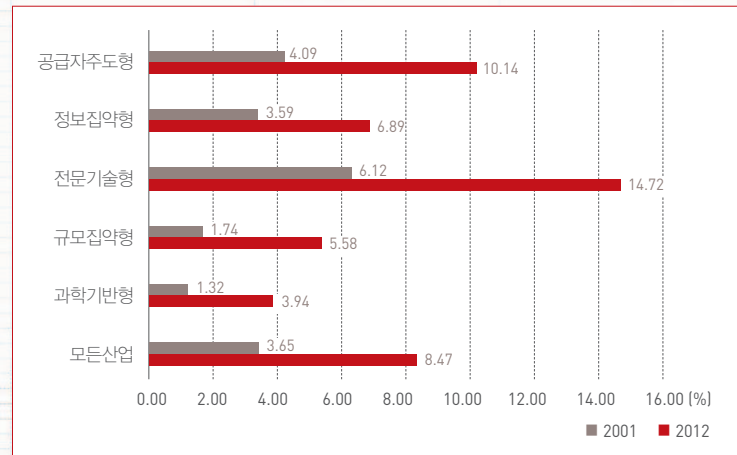


그림 1. 산업유형별 미국특허에서 한국이 차지하는 비중 변화

위의 그래프에서 확인할 수 있듯이, 산업 전반에 걸쳐 한국이 미국특허에서 차지하는 비중이 상당히 증대되었음을 확인할 수 있다. 2001년에 3.65%였던 것이 2012년에는 8.47%에 이르렀다. 산업별로 특징을 살펴보면, 전문기술형 산업에서 한국이 주도적인 역할을 하고 있음을 확인할 수 있다. 과거 6.12%에서 최근 14.72%로 빠르게 증가되었으며 그 비중도 단일 국가로서 상당히 높은 수치로 볼 수 있다. 반면, 과학기반형 산업에서의 혁신성은 여전히 낮다고 할 수 있다 (1.32% → 3.94%). 공급자주도형 (4.09% → 10.14%), 정보집약형 (3.59% → 6.89%), 규모집약형(1.74% → 5.58%) 등 나머지 산업유형에서도 유사하게 미국특허에서 한국이 우선권을 갖는 특허의 비중

이 높아지고 있음을 확인할 수 있다. 이는 서구권에 비해 아시아 국가들이 제조업에서 차지하는 비중이 높아짐에 따른 결과로 이해될 수 있다. 한편, 각 산업유형 별 혁신 추세를 그래프로 나타내면 <그림 2>와 같다.

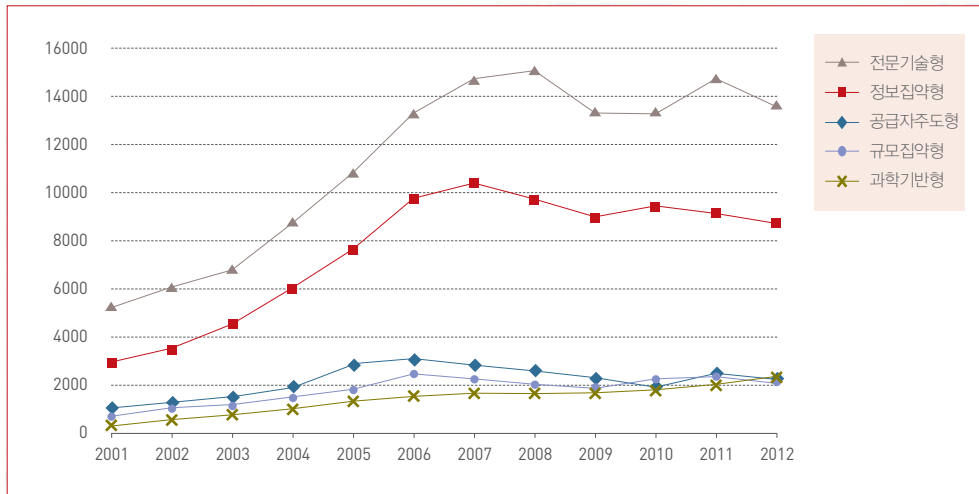


그림 2. 산업유형별 미국 특허 수 변화 추이

<그림 2>에 나타나는 것처럼, 시간의 흐름에 따라 우리나라의 각 산업별로 혁신활동이 점차 증가함을 알 수 있다. 특히, 전문기술형 산업과 정보집약형 산업에서 특허활동이 가장 활발하게 이루어진다는 점을 알 수 있다. 구체적으로 들여다보면, 2008년에 시작된 세계금융위기의 여파로 2009, 2010년에 특허 활동이 주춤하였다. 이를 기반으로 전문기술형과 정보집약형 산업은 경제환경에 영향을 많이 받는다는 것을 유추해 볼 수 있다.

우리나라의 혁신활동이 가장 활발한 정보집약형 산업과 전문기술형 산업과 함께 혁신성이 가장 낮은 규모집약형 산업의 혁신활동의 동아시아 국가들과 비교해 보면 다음 <그림 3>과 같다.

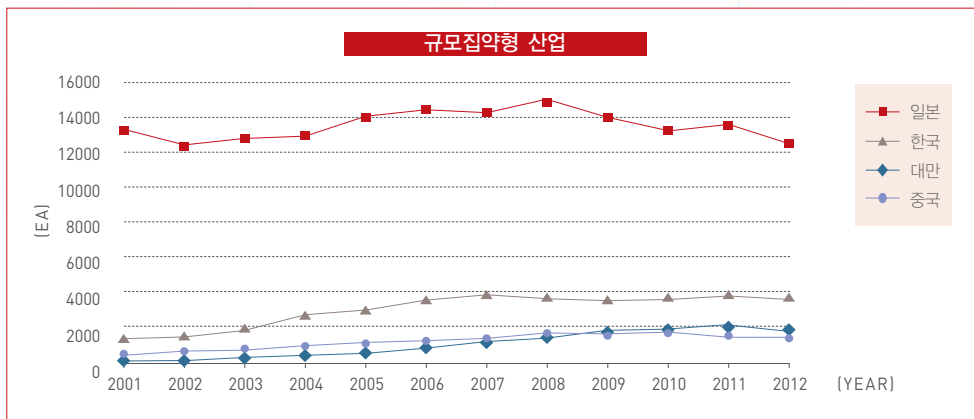
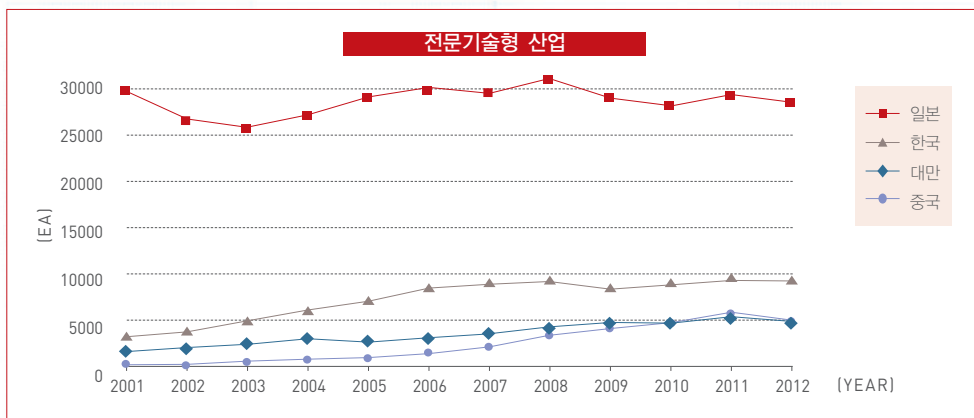
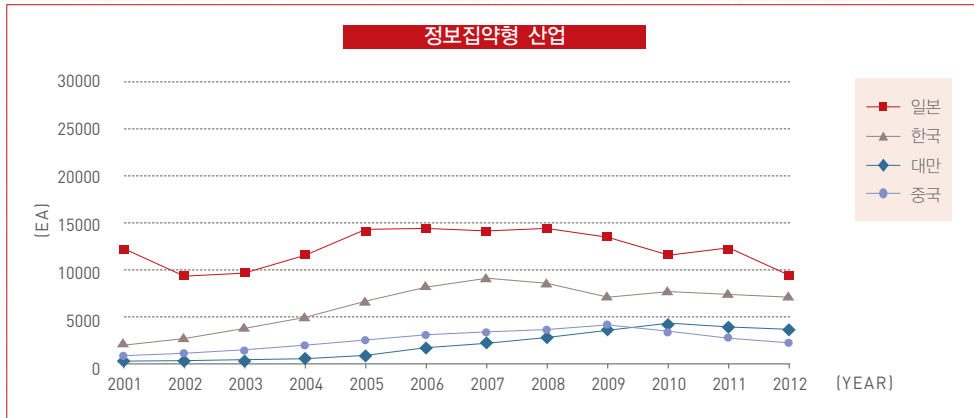


그림 3. 미국특허 트렌드의 국가간 비교: 정보집약형, 전문기술형, 규모집약형 산업

한국, 일본, 대만, 중국간 혁신활동을 비교해본 결과는 다음과 같다. 첫째, 일본이 다른 국가들에 비해 산업유형에 관계없이 가장 많은 혁신활동을 하고 있다. 하지만 다른 국가들이 점진적으로 혁신활동이 증가하고 있는데 반해, 일본의 경우 정체하거나 줄어드는 경향을 발견할 수 있다. 둘째, 중국의 혁신활동이 대만을 추격했음을 알 수 있다. 세 가지 산업 모두에서 2009년을 기점으로 중국이 대만을 추월함을 알 수 있으며, 그 이후에는 격차를 더 넓히고 있다. 같은 맥락에서 한국과의 격차도 점차 좁혀지고 있다고 할 수 있다.

02 한국의 융합혁신

우리나라 융합혁신 특허의 총수를 산업별로 살펴보면 다음 <그림 4>와 같다. 시간이 지남에 따라 총 특허의 수와 함께 융합특허의 수도 점차 증가하고 있으며, 앞서 특허활동 트렌드에서 살펴본 것과 마찬가지로 세계경제의 불안요소에 직접적인 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 한편, 융합 특허의 절대적인 수가 증가하는 것에 비해 융합도는 시간이 지남에 따라 증가하고 있지는 않는 것으로 보인다. 이는 일반적인 믿음과는 상충되는 것이다. 과거에 비해 기술간 융합이 활발하게 이루어지고 있다는 일반적인 가정과는 달리, 실제로 융합혁신의 이 전체 혁신에서 차지하는 정도는 과거에 비해 크게 늘어나지 않았다. 다만 혁신활동이 전반적으로 증가하는데 따라 융합혁신도 그만큼 증가하고 있는 것으로 이해할 수 있다.

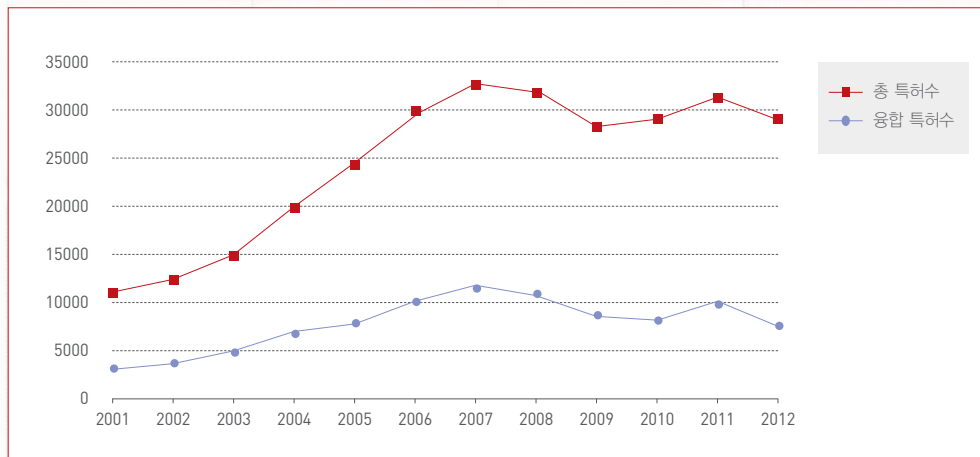


그림 4. 한국의 융합특허 추이

03 한국의 산업내 융합혁신

한국의 산업내 혁신 융합도를 살펴보면 <그림 5>와 같다. 앞서 언급한 것처럼, 융합특허의 수는 증가한 데 반해, 융합도(융합특허/총특허)는 상대적으로 증가했다고 보기 어렵다. 한편, 시간에 따른 융합도의 추세나 특징도 분명하게 나타나지 않았다. 그래프를 통해 확인할 수 있는 두드러진 특징은 전문기술형 산업내에서의 융합정도가 매우 높다는 사실이다. 융합혁신의 정도가 40~50%에 다다른다. 즉, 2개의 특허 중 1개는 융합특허라고 볼 수 있다는 것을 의미한다. 이는 전문기술형 내 하위산업의 종류가 다양한데 따른 것으로도 볼 수 있지만, 전체 특허의 수도 비례해서 증가하게 되기 때문에 융합의 정도가 상대적으로 높다고 보는 게 타당하다.

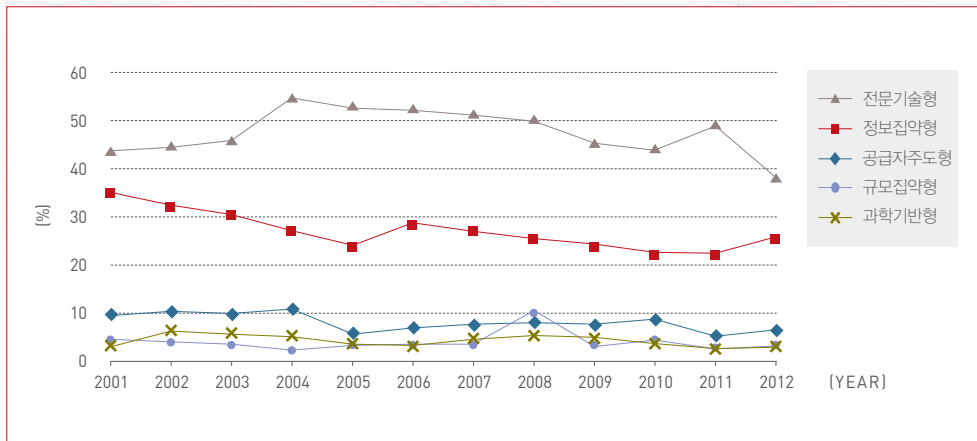


그림 5. 산업유형별 미국 특허 수 변화 추이

두 번째로 융합도가 높은 산업은 정보집약형 산업으로 30%내외의 융합도를 보이며 시기에 따른 특별한 추세는 보이지 않는다. 하지만, 이를 <그림 4>의 결과와 함께 해석하면, 융합도 자체는 높아지지 않았지만 전체적인 융합특허의 수가 증가하고 있는 것도 분명 의미 있는 일이다. 왜냐하면, 일반적인 특허에 비해, 융합특허의 경우 그 노력과 비용이 상대적으로 많이 든다고 할 수 있기 때문에 전체적인 혁신성의 증가는 일반적인 특허에 의해 주도될 가능성이 높기 때문이다. 그럼에도 불구하고 융합도가 유지되거나 크게 낮아지지 않는다는 결과는 그만큼 비례하여 융합혁신도 증가하고 있음을 의미한다.

한편, 규모집약형, 공급자주도형, 과학기반형 등과 같은 산업에서도 시간에 따른 특별한 추세나 동향을 찾아보기는 힘들다. 세 산업 내 융합도는 10%미만으로 나타난다. 이러한 결과는 산업자체의 특성이 가지는 구조적인 힘이 얼마나 크게 작용하는지를 반증한다고 할 수 있다. 이상의 산업들은 구조적으로 융합이 이루어지기 힘들기 때문에 아무리 시간이 지나도 융합혁신이 크게 증가하지 않는 것으로 해석할 수 있다.

종합하면, 한국의 산업내 혁신은 전문기술형 산업과 정보집약형 산업에서 활발하게 이루어지는 반면, 규모집약형, 공급자주도형, 과학기반형 산업유형에서는 산업내 기술간 융합이 상대적으로 적게 이루어졌다. 이러한 특징은 한해에만 나타나는 것이 아니라, 자료 전체기간인 12년 동안 일정하게 유지되어왔다. 이는 산업 고유의 특징이 융합혁신에 지대한 영향을 미치며 이는 시간이 지남에 따라 크게 달라지지 않는다는 것을 확인시켜준다.

04 한국의 산업간 융합혁신

한국의 산업간 기술융합의 정도를 살펴보면 <그림 6>와 같다. 융합도가 가장 높게 나타난 산업 쌍은 의외로 규모집약형 산업과 과학기반 산업의 융합으로 각각 산업내 융합도는 10%내외였던 반면에 두 산업간 융합도는 50%에 육박하는 것으로 나타났다. 이는 석유화학, 무기, 유기화학과 관련한 규모집약형 산업이 기타화학제품, 의약품 등과 같은 과학기반형 산업과 서로 밀접한 관련성이 있기 때문인 것으로 보인다.

두 번째로 산업 간 융합도가 높은 산업은 전문기술형 산업과 규모집약형 산업의 조합이었다. 대략 45% 수준의 높은 융합도를 보이는데 이 역시, 전문기술형 산업에 해당하는 여러 기술, 가령 기계관련 기술에 있어서, 철강, 비철금속 등의 기술이 기반이 되어야 하기 때문인 것으로 보인다. 반대로 규모집약형 산업에 해당하는 자동차 및 수송 기계에 있어서도 전자부품과 엔진과 같은 전문기술이 필요하다는 것을 유추할 수 있다. 이렇듯 두 산업간의 높은 관련성으로 인해 융합도가 매우 높게 나타나는 것을 알 수 있다.



그림 6. 한국의 산업간 융합특허 추이

세 번째는 전문기술형 산업과 과학기반형 산업 간의 융합이다. 평균적으로 40%내외의 융합도를 보여준다. 이는 전문기술형에 속하는 기계 및 엔진, 전자부품 기술이 과학기반형 기술 중 우주항공이나 정밀계측기기와 관련성이 깊기 때문인 것으로 볼 수 있다.

한편 이상의 결과를 종합해 봤을 때 규모집약형 산업과 과학기반형 산업은 산업내 융합정도는 낮은 반면, 다른 산업과의 융합이 많이 이루어지는 기반기술이라는 점을 확인할 수 있다.

다음으로, 정보집약형 기술을 중심으로 한 산업간 융합혁신도 흥미로운 결과를 보여준다. 2001년부터 2006년까지는 규모집약형 산업과의 융합이 높게 나타났지만, 2007년을 기점으로 전문기술형 산업과의 융합이 보다 높게 나타났다. 여러 가지 이유가 있겠지만, 과거에 비해 자동차산업이 기계산업보다 오히려 전자 및 정보산업과 더 많이 연관되고 있고 이러한 산업들에서 특허활동이 활발하게 이루어지기 때문에 이러한 트렌드가 나타난 것으로 해석해 볼 수 있다.

다음으로 과학기반형 산업과도 25%내외의 융합도를 보여주었다. 한편, 공급자주도형 산업과의 융합은 전체 10쌍의 융합도 중에서도 가장 낮게 나타났다. 즉, 정보집약형 기술이 모든 산업과 활발한 융합이 이루어진다는 일반적인 가정이 틀렸으며, 특히 식품가공, 섬유와 같은 전통적인 공급자 주도형 산업에 있어서는 정보집약형 기술이 여전히 중요하게 활용되지 않고 있다는 점을 시사한다.

기타 공급자 주도형 산업과 다른 산업간의 조합은 대체로 10%내외의 적은 융합도를 보여주었다. 이는 공급자 주도형 산업의 경우 산업내에서 융합도 많이 이루어지지 않고, 다른 산업과도 융합이 잘 이루어지지 않는 고립적인 기술이 많다는 점을 알 수 있다. 이는 산업내 융합은 적지만 다른 산업과 융합이 활발한 규모집약형 산업이나 과학기반형 산업과 차별화되는 부분이다.

05 한국의 융합혁신 매트릭스

이상으로 살펴본 한국의 산업내 및 산업간 융합정도를 한눈으로 비교해볼 수 있게 제시한 것이 <표 3>이다.

표 3. 한국의 융합혁신 매트릭스 (2008-2012 평균, 단위: %)

	공급자주도형	정보집약형	전문기술형	규모집약형	과학기반형
공급자주도형	8.26	7.59	11.03	10.70	11.05
정보집약형	7.59	25.40	28.73	26.05	21.66
전문기술형	11.03	28.73	45.27	44.61	41.29
규모집약	10.70	26.05	44.61	6.06	48.90
과학기반형	11.05	21.66	41.29	48.90	5.37

융합혁신 매트릭스상에서 가장 높은 혁신은 과학기반형-규모집약형 산업간 융합으로 48.90%에 달한다. 한편, 전문기술형 산업 내 융합도가 45.27%로 그 뒤를 잇는다. 정보집약형 산업을 중심으로 보면, 정보집약형 내 기술융합은 25.40%인 반면, 전문기술형과의 산업간 융합은 28.73%로 나타난다. 한편, 공급자 주도형 산업과의 융합은 7.59%으로 나타났으며 이는 과학기반형, 규모집약형 산업내 융합 다음으로 낮은 융합도를 보여준다. 규모집약형과 과학기반형 산업은 산업내 낮은 융합도와는 달리 두 산업간 융합이 매우 높고 다른 산업과도 융합이 비교적 높게 나타난다는 것을 알 수 있다. 한편, 공급자 주도형 산업의 경우 산업내 융합도 8.26%로 낮고, 다른 산업과의 융합도 상대적으로 낮은 산업으로 고립형 기술이 많다고 볼 수 있다. 이러한 특징은 시기에 따라 큰 차이가 나타나지 않는데, 그만큼 산업 고유 특징이 쉽게 변하지 않는다는 것을 의미한다.

06 동아시아 국가에 따른 산업간 융합혁신의 차이분석

앞서 제시한 기술융합의 특징은 한국의 고유한 특징이라고 할 수 있는가? 그렇지 않으면 산업에 특성에 따른 세계 보편적인 특징인가? 이를 규명하기 위해 세계의 혁신을 선도하고 있는 동아시아 주요국가(일본, 중국, 대만)의 산업간 기술융합을 추가로 살펴보았다. <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>은 정보집약형 기술을 기반으로 한 국가별 융합도 차이를 시각적으로 제시해준다.

<그림 7>은 정보집약형과 공급자주도형 산업간의 융합도를 보여준다. 그래프를 통해 알 수 있듯이, 우리나라와 마찬가지로 일본, 중국, 대만에서 모두 두 산업 간의 융합도는 10%미만으로 낮게 나타났다. 일본의 경우 융합도의 변화가 크지 않고 안정적인 반면, 중국 대만의 경우, 시기에 따른 융합도의 변화폭이 높게 나타났다. 상대적으로 대만의 융합도가 다른 국가들에 비해 조금 낮게 나타나기는 하였지만 전반적으로 국가별 차이는 크지 않는 것으로 보인다.

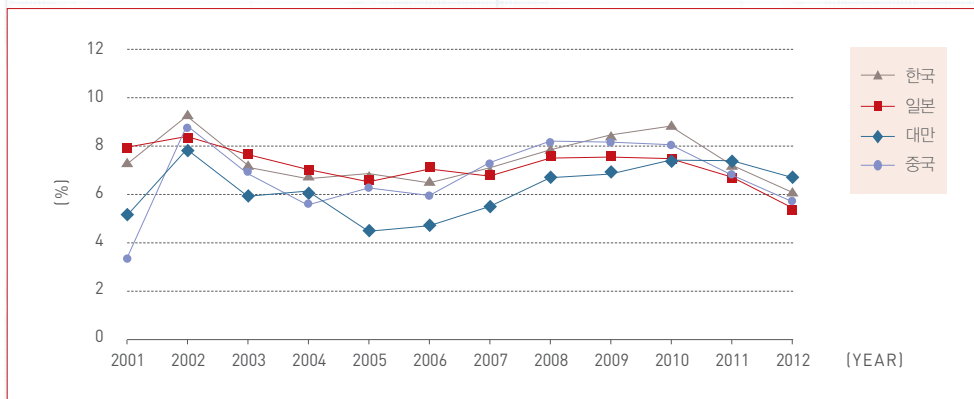


그림 7. 정보집약형과 공급자주도형 산업간의 융합도

<그림 8>은 정보집약형산업과 전문기술형산업 간의 융합을 보여준다. 흥미로운 점은 중국의 융합도가 매우 높다는 점이다. 특히, 2001년부터 2005년까지는 중국의 융합도가 일본을 앞선다. 반면에 대만의 융합도는 상대적으로 낮게 시작했다. 하지만 시간이 지날수록 국가에 따른 이런 융합도의 차이는 점점 좁혀져 2012년에 이르러서는 국가간 차이가 거의 없어졌다고 할 수 있다.

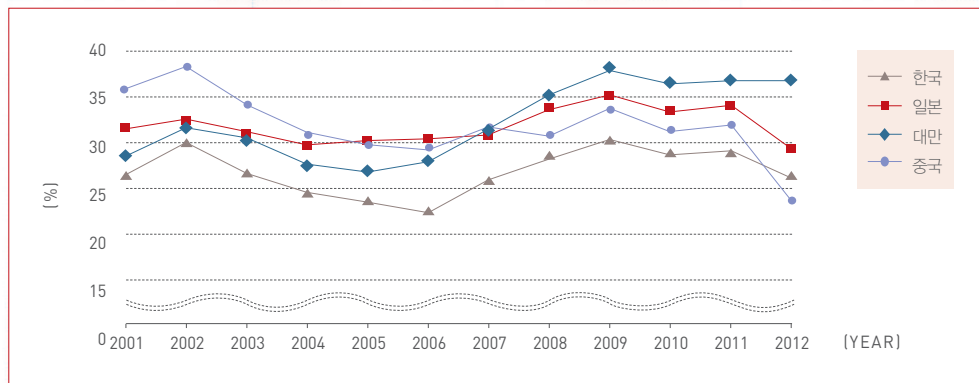


그림 8. 정보집약형과 전문기술형 산업간의 융합도

<그림 9>는 정보집약형산업과 규모집약형산업 간의 융합을 보여준다. 두 산업간 융합도 역시 국가별 차이는 크게 나타나지 않는다. 전반적으로 30%내외의 융합도를 보인다. 일본은 이번에도 가장 안정적으로 변화하고 있음을 알 수 있다. 이례적으로 중국의 두 산업간 융합은 2002년, 2004년도에 35%에 육박하는데 가능한 설명 중 하나는 국가정책에 따른 결과로 해석할 수 있다. 중국의 경우 다른 나라들에 비해 국가의 정책 및 지원 방향에 따라 산업의 특성을 깨고 이례적인 혁신트렌드를 보일 가능성이 있다.

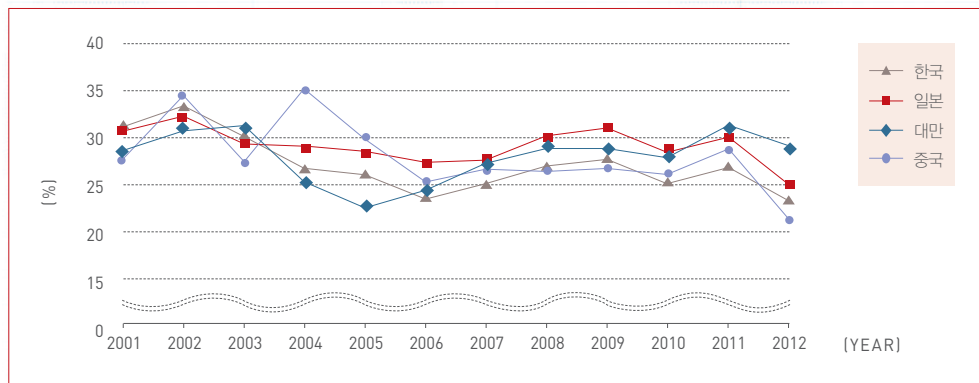


그림 9. 정보집약형과 규모집약형 산업간의 융합도

마지막으로 <그림 10>은 정보집약형산업과 과학기반형 산업간의 융합을 보여준다. 이번에도 국가별로 25%내외의 융합도를 보였다. 시기에 따른 추이를 보면 중국에서 2004년과 2005년에 다른 국가들에 비해 융합도가 높게 나타났으며, 이는 앞서 설명한 것처럼, 국가의 방향성에 따른 결과로 추론할 수 있다. 한편, 해당 산업간 융합은 다른 나라와 미세한 차이이기는 하나 대만이 좀 더 높게 나타났다고 할 수 있다. 우리나라의 경우는 다른 세 국가에 비해 가장 낮다고 할 수 있다. 이는 우리나라에서 정보집약형 기술과 과학기반형 기술 간 융합이 상대적으로 취약하다는 것을 알려준다.

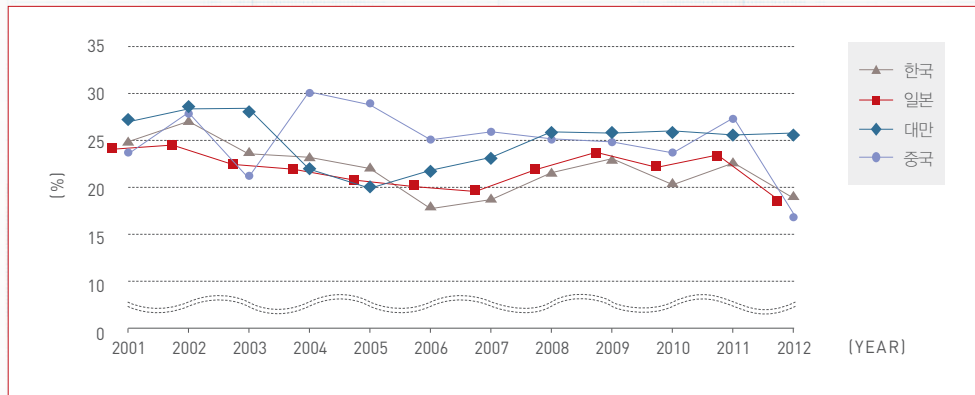


그림 10. 정보집약형과 과학기반형 산업간의 융합도

국가 간 비교를 종합해보면, 결론적으로 국가에 따른 차이보다는 산업 고유의 특성이 기술융합에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 국가별로 뚜렷한 기술융합의 특징이 보이지 않고 대체로 유사한 패턴을 고수한다. 이는 기술융합이 기술적인 특징에 크게 좌우되며, 국가에 따른 차이(예를 들면, 국가별 주요산업 및 정책)에는 크게 영향을 받지 않는다고 할 수 있다.

V. 결론

01 연구결과 요약

본 연구는 한국의 융합혁신의 특징을 면밀하게 들여다보는데 주안점을 두었으며, 거시적인 관점에서 산업 간 및 산업 내 융합혁신의 트렌드와 패턴을 발견하는 것을 목표로 하였다. 이를 위해 미국특허로 출원된 한국 및 주변국(중국, 일본, 대만)의 특허서지정보를 파악한 후, 미국특허 분류 코드를 산업유형에 따라 매칭시켰다. 특허를 통해 살펴본 한국의 혁신 트렌드와 각 산업내 및 산업간 융합의 두드러진 특징은 다음과 같다.

첫째, 한국의 혁신성이 증대되고 있으며, 세계적으로 주도적인 위치를 차지하고 있다. 미국특허에서 한국이 차지하는 비중을 살펴봤을 때, 그 비중은 해마다 증가하고 있으며, 특히 전문기술형의 경우 미국 전체 특허의 14%이상이 한국에 우선권이 있는 특허로 나타났다.

둘째, 미국특허를 기준으로 볼 때, 한국은 일본에 비해 절대적인 특허수가 많이 부족하지만, 그 격차를 줄여나가고 있으며, 중국, 대만 등과의 격차를 유지하고 있다. 한편, 중국의 경우 2009년을 기점으로 대만을 추월하였다.

셋째, 한국의 전체적인 융합특허는 점차 증대되고 있지만, 융합도는 비슷한 수준에 머무르고 있다. 융합특허의 절대적인 수치는 전체 특허수와 함께 증가하고 있어, 융합도는 비슷한 수준에 머무르거나 오히려 줄어드는 형태를 보인다.

넷째, 한국의 산업내 융합도는 전문기술형, 정보집약형, 기타 산업의 순으로 나타난다. 산업내 융합은 전문기술형에서 50%내외로 매우 높게 나타나며, 정보집약형 산업내에서는 30%내외로 나타난다. 한편, 공급자주도형, 규모집약형, 과학기반형 산업의 경우 모두 10%미만으로 낮게 나타난다.



다섯째, 한국의 산업간 융합도는 규모집약형-과학기반형 산업, 전문기술형-규모집약형 산업, 전문기술형-과학기반형 산업의 순으로 나타났으며, 공급자주도형-정보집약형 산업에서 가장 낮게 나타났다. 규모집약형과 과학기반형 산업의 경우 산업내 융합도는 낮지만, 상호간 혹은 다른 산업간의 융합이 많이 이루어진다는 점을 확인할 수 있다. 이는 이 두가지 산업유형에 속하는 기술이 여러 산업에 기반기술로 활용될 여지가 많거나, 이 두 산업에 속하는 기술이 다른 산업의 기술을 저반기술로 활용하는 경우가 많음을 의미한다. 한편, 정보집약형 산업에 속하는 기술은 전문기술형 산업과의 융합이 가장 높았으며, 공급자주도형 산업과의 융합은 가장 낮게 나타났다. 공급자주도형 산업은 다른 산업과의 융합에 있어서 모두 10%이내의 낮은 융합도를 보여주는데, 이는 공급자주도형에 속하는 기술이 산업 내에서도 산업 간에서도 적용되지 못하는 고립적인 특성을 지니는 경우가 많음을 의미한다.

여섯째, 융합혁신의 차이가 국가별 특성에 기인하는 부분은 크지 않으며, 대부분 산업 고유의 특성에 기인한다. 한국의 산업간 융합의 특징이 한국에서만 나타나는 현상인지, 보편적인 현상인지를 살펴보기 위해, 일본, 중국, 대만의 산업간 융합도를 측정하고 결과 국가에 따른 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

02 시사점

본 연구의 결과는 다양한 시사점을 지닌다. 첫째, 본 연구에서 제시한 융합혁신 매트릭스는 정책개발의 기초자료로 활용될 수 있다. 융합혁신을 촉진하기 위한 정부 연구개발산업의 추진전략을 개발하는데 있어 기초자료로 활용할 수 있다.

둘째, 연구개발 조직의 개방적 협력 방향을 제시할 수 있다. 융합혁신의 기술특성이 파악됨에 따라 연구개발조직이 융합 연구개발의 추구하기 위한 다른 산업 및 기관과의 협력 방향을 모색할 수 있다. 또한 산업유형별로 다른 융합패턴이 있으므로 기술혁신의 패러다임 변화와 궤적 변화가 무엇에 의해서 이루어지는가를 유추해볼 수 있다.

셋째, 융합혁신 연구의 질적 향상을 도모할 수 있다. 특허서지 정보를 바탕으로 한 본 연구의 분석방법을 바탕으로 향후 빅데이터 분석기법을 인용한 보다 정밀한 연구의 밑거름을 제공할 수 있다.

넷째, 본 연구의 분석도구와 데이터를 활용하여 보다 구체적인 산업에 대한 융합을 살펴볼 수 있다. 본 연구에서 사용한 융합도 측정방식을 관심 산업을 중심으로 좁혀서 적용할 수 있다. 예를 들어 자동차 산업에 대한 깊이 있는 연구를 하고 싶은 연구자라면, 자동차 산업을 중심으로 다른 기술이 어떻게 융합되고 있는지를 본 연구의 방법론을 적용하여 분석할 수 있다.

종합하면, 본 연구의 결과는 '정부에서 수행하는 연구개발사업이 융합혁신을 촉진하기 위해 융합혁신의 어떤 특징을 고려해야하는가?', '기업이나 개별 연구조직은 어떤 전략적 선택을 하는 것이 융합혁신을 추구하는데 가장 효과적인가?' 와 같은 핵심적인 질문에 대한 간접적인 해답을 제공해준다.

03 연구의 한계 및 미래연구방향

첫째, 본 연구는 융합혁신의 트렌드 및 패턴을 추적하기 위해 12년간이라는 비교적 긴 시간의 데이터를 활용하였다. 그럼에도 불구하고, IMF와 같은 중요한 이벤트를 포함하지 못하고 있으므로, 융합혁신 트렌트의 큰 변화를 추적하는 데는 한계가 있다. 보다 많은 기간을 포함할 경우 융합혁신이 어떤 계기로 높아지게 되었는지와 같은 의미있는 정보를 더 얻을 수 있을 것이다.

둘째, 특허서지상의 분류코드를 활용하는데 따른 한계 또한 존재한다. 이론적으로 융합혁신은 기술원천들 간에 이루어지므로 특허인용정보를 활용하는 것이 보다 적합하다. 본 연구는 미국특허의 코드정보가 해당특허가 인용한 특허들의 코드와 비교적 일치한다는 가정을 기반으로 하고 있으나, 향후 연구에서는 특허인용정보를 분석에 활용하는 것이 바람직하다.

셋째, 본 연구는 동아시아 국가들과의 비교에 그쳤다. 한국을 비롯하여 일본, 중국, 대만은 전세계 제조업의 대부분을 차지하는 매우 중요한 국가들로 본 연구의 비교 대상이 되었다. 하지만, 독일, 미국과 같은 기업의 혁신활동을 추가 분석하는 것이 필요하다. 예를 들면, 본 연구에서 나타나는 융합혁신의 패턴이 동아시아 국가들에서만 나타나는 특징일 수 있다는 점이다. 소프트웨어와 IT기술을 기반으로 한 인터넷 기업이 많은 미국과 특정 전문기술을 많이 보유한 강소기업에 기반한 독일의 경우, 본 연구에서 제시한 전통적 제조업 기반의 동아시아 국가들과는 상이한 융합혁신 패턴을 보일 가능성이 크다.

마지막으로, 특정 산업으로 좁혀서 분석하는 연구가 추가적으로 필요하다. 본 연구는 전체산업을 포괄한 기초연구로서 산업별 구체적 시사점을 제공하지는 못한다. 의료산업, 자동차산업 등 구체적인 산업을 지정하여 해당산업을 중심으로 주변산업과의 융합 매트릭스를 그려봄으로써 해당 산업에 맞는 시사점과 정책방향을 모색하는 작업이 추가적으로 필요할 것이라 생각된다.

참고문헌

1. Teece, D. J. (1976). Vertical Integration and Vertical Divestiture in the US Petroleum Industry, Stanford Institute for Energy Studies.
2. Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2001). Managing Innovation, Chichester: John Wiley& Sons.
3. Rosenberg, N. (1963). "Technological change in the machine tool industry, 1840-1910", Journal of Economic History, vol. 23, no. 4, pp. 414-446.
4. Rosenberg, N. (1982). Inside the Black Box -Technology and Economics, Cambridge: Cambridge University Press. Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2001). Managing Innovation, Chichester: John Wiley& Sons.
5. Kodama, F. (1986). "Inter-disciplinary research: Japanese innovation in mechatronics technology", Science and Public Policy, vol. 13, no.1, pp. 44-51.
6. Kodama, F. (1991). Analyzing Japanese High Technologies: The Techno Paradigm Shift, London: Pinter Publishers.
7. Kodama, F. (1994). Emerging Patterns of Innovation, Boston: Harvard University Press.
8. Lee, Kong-rae and Hwang, Jung-tae (2005). A Study on Innovation System with Multi-technology Fusion (in Korean), Seoul: STEPI Policy Study 2005-17.
9. Lee, Kong-rae (2007). "Patterns and processes of contemporary technology fusion: the case of intelligent robots", Asian Journal of Technology Innovation, vol. 15, no. 2, pp. 45-65.
10. Pavitt, K. (1992). "Paths: exploiting technological trajectories", Managing Innovation, London: Wiley.11. 한승환 · 김정운. (2011). "학계간 융합R&D의 촉진을 위한 실증분석: 학문간 인식 차이를 중심으로", <한국정책학회보>, 20(1): 151-178.
11. OECD (1993). Technology Fusion: A Path to Innovation, The Case of Optoelectronics, Paris: OECD.
12. Malerba, Franco(2002). Sectoral Systems of Innovation and Production. Research Policy, 31(2): pp. 247-264.
13. 이공래 외(2008). "한국 선도산업의 기술혁신경로 창출능력." 정책연구: 1-348.
14. Lee, Kong-rae and Rhee, Wonkyung (2008). "Identifying leading industries and firms of Korea based on patent and export statistics, Asian Journal of Technology Innovation, vol. 16, no. 2, pp. 169-187.



CONVERGENCE RESEARCH POLICY