

융합기술 관련 국가 연구개발 사업 현황과 효과적 지원전략에 대한 연구[†]

A Study on the Status and Supporting Strategy of National R&D Programs related
to the Convergence Technology

김윤중(Yun-Jong Kim)*, 정 욱(Uk Jung)**, 정상기(Sang-Ki Jeong)***

목 차

- | | |
|----------------------------|--|
| I. 서론 | IV. 지원정책 개발을 위한 융합기술의 재정의 및 유형별 지원 전략 |
| II. 해외 주요국 융합기술 연구개발 동향 | V. 결 론 |
| III. 국내 융합기술 연구개발 현황 | |

국 문 요 약

현 시대가 요구하는 과학기술들이 지속적으로 발전하고 복잡해질수록 소위 융합기술의 개념은 보다 중요해 지고 있다. 주요 선진국들은 미래사회와 세계경제에서의 우위를 점하기 위하여 그들 고유의 융합기술에 대한 비전과 전략들을 제시하고 있다. 한국의 경우, 각 정부 부처들 마다 각각의 융합기술 관련 프로그램들을 지원하며 융합기술 개발의 촉진을 위한 방향을 제시하고는 있으나 각 부처마다 융합기술의 정의에 대한 다양한 해석들로 인해 산발적인 노력이 그치는 경향이 있다. 본 논문은 정부 정책 개발형 융합기술을 정의함에 있어서 기존의 신기술 융합에 의한 기술적 시너지 창출에 그치는 것이 아니라 사회문화적 수요와 동향을 반영하여 실현 가능성이 높은 신산업·신서비스를 창출하는 광의의 융합기술 개념을 재정의 하였다. 또한 융합기술 연구를 유형별로 나눔에 있어서는, 원천성 융합기술에 대한 중장기적 투자를 통해 미래 시장을 선점하기 위한 연구(유형 I)와 특정 서비스 및 제품을 목표로 신기술을 융합하여 단기간에 기술적 성과를 상용화하기 위한 연구(유형 II), 그리고 기존 산업을 고도화하여 부가가치를 높이기 위한 연구 영역(유형 III)으로 구분하고, 거시적 지원방안에 대해서 살펴보았다.

핵심어 : 국가 연구개발 사업, 융합기술, 투자현황, 해외동향, 지원정책

※ 논문접수일: 2009.4.14, 1차수정일: 2009.5.30, 2차수정일: 2009.6.15, 게재확정일: 2009.6.17

† 본 논문은 2008년 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에 의해 연구되어 '국가융합기술 발전 기본계획('09~'13)(안)(국가과학기술위원회 운영위원회)'에 일부 반영되었던 연구내용을 학술저널의 형식에 맞게 재구성한 것임.

* 한국과학기술기획평가원 부연구위원, yjkim@kistep.re.kr

** 동국대학교 경영학과 교수, ukjung@dongguk.edu, 02-2260-3286, 교신저자

*** 한국과학기술기획평가원 산업기반평가팀장, sjeong@kistep.re.kr

ABSTRACT

As science and technology which the society requires become highly advanced and complicated, the need of so-called Convergence Technology(CovT) is getting more significant. The major developed countries are presenting their own vision and strategies of CovT to take the lead of future society and global economies. In Korea, each ministries and government offices are suggesting their own directions of promoting CovT and supporting the related programs. This paper investigates the overall status of national and international R&D activities related to CovT in order to invigorate the related national R&D programs and maximize their effectiveness. It also purports to realize the growth potential and a ripple effect of CovT, such as new business creation and fulfillment of public needs, so that secure new CovT in an early stage. Based on the analysis of the overall status of national R&D programs, we redefine and re-categorize the CovT, which is especially oriented to the development of government support policy, and present the customized strategies to each categories.

Key Words : National R&D Programs, Convergence Technology, Investment status, Global trend, Supporting policy

I. 서 론

차세대 기술혁명은 어느 한 분야에 국한되지 않는 소위 융합기술(Converging Technology)이 주도할 것으로 예측되므로, 신산업 및 신성장 분야 창출을 통한 글로벌 경쟁력 확보를 위해 신기술간 융합기술의 조기 선점이 필수적이다(Athreye and Keeble, 2000). 이에 맞춰 주요 선진국들은 수년 전부터 미래 융합기술 혁명을 주도하기 위해 국가차원의 가이드라인을 마련하고, 본격적으로 추진하고 있는 상황이다.

미국은 2002년 NT(Nano Technology), BT(Bio Technology), IT(Information Technology), CS(Cognitive Science, 인지과학) 간 「인간수행능력 향상을 위한 융합기술」 전략(NBIC, 2002)을 마련하였고, EU는 2004년 「지식사회 건설을 위한 융합기술」 전략(CTEKS, 2004)을 수립하였다. 국내의 경우 2006년에 수립된 「국가 R&D사업 Total Roadmap」은 중장기적 안목에서 국가 R&D 역량을 제고하기 위한 발전전략인데, 미래 과학기술의 주요 방향인 기술간 융합현상에 대한 체계적이고 전략적인 대응을 강조하고 있다(과학기술부, 2006). 산업간, 기술 분야간 융합화에 대비하여 원천기술 축적을 통한 기술경쟁력 강화에 주력하며, 강점을 가지고 있는 IT인프라와 기술을 기반으로 IT와 BT, NT 등의 접목을 통한 연구에 중점 투자할 것을 권고하고 있다.

이와 같은 융합기술의 중요성에 대한 인식에 기반하여 국가과학기술위원회(2006)는 융합기술 분야 R&D 육성을 위해 「국가융합기술 발전 기본방침」을 수립하였다. 이는 범부처 차원의 종합 권고사항과 각 부처 및 주체들이 추진해야 할 세부 실천사항을 제시하면서 범부처 조정·지원 시스템구축, 창조적 융합기술 전문인력 양성, 개방형 공동협력연구 강화, 첨단 융합 신산업 창출, 원천 융합기술의 조기 확보, 윤리적·사회적 수용성 제고 등에 초점을 맞추고 있다. 이처럼, ‘융합의 시대’에 대응하여 「국가 R&D사업 Total Roadmap」과 「국가융합기술 발전 기본방침」에 따른 융합기술 연구개발 관련 국가연구개발사업의 생산성 향상을 위해 국내외 환경 변화 등을 고려한 범국가적 정부 정책 마련을 시도하고 있다. 그러나 현실적으로는 다수의 정부 부처별로 유기적으로 연계되지 않은 독자적이고, 산발적인 융합기술 개발 사업들을 추진하고 있는 상황이다. 이는 융합기술에 대한 정부 부처별 이해의 차이가 존재함으로 각각이 국가의 성장 동력으로써의 융합기술을 다르게 해석하고 있다는 단적인 증거일 것이다.

우선 기존의 융합기술 관련 정의들을 살펴보면, 기술융합(technology fusion)이라는 용어를 처음 사용한 학자는 일본의 Kodama(1991)였다. 그는 기술혁신에는 두 가지 형태가 있는데 하나는 기존 기술의 돌파(Breakthrough)이고 다른 하나는 여러 기술의 돌파가 동시에 일어나면서 융합(fusion)하는 것이라고 하면서 융합형 기술혁신이 점점 더 많은 비중을 차지한

다고 주장하였다. 기술융합은 서로 다른 기술요소들을 결합할 때 개별 기술요소들의 특성이 상실되고 새로운 특성을 갖는 기술과 제품이 탄생되는 현상으로 정의된다. 기술융합에서는 융합 후 개별 요소기술의 속성이 감소한다는 점에서 개별 요소기술의 속성이 유지되는 기술통합(Technology integration)과는 차이가 있다. 달리 말하면 기술융합은 개별 요소기술의 화학적 통합을 의미하지만 기술통합은 개별 요소기술의 물리적인 통합을 의미한다고 하겠다. 따라서 기술융합의 결과 탄생한 제품은 기술통합의 결과 탄생한 제품보다 훨씬 더 급진적인 혁신을 가져오는 경우가 많다. 기술융합이라는 용어를 사용하지는 않았지만 유사한 현상을 발견한 학자는 미국 스탠포드 대학의 Rogenberg(1963)였다. 로젠버그는 1840-1910년 기간 동안 발생한 영국의 공작기계 기술혁신 역사를 분석한 결과 무기제작, 섬유, 자전거 공장 등 금속을 다루는 거의 모든 공장에서 공통적으로 드러나는 기계적 기술 문제들을 해결해 나가는 과정에서 공동 기술혁신 현상이 일어남을 파악하고 이를 기술수렴(Technology convergence) 현상이라고 불렀다. 그리고 그는 기술수렴 현상이 산업의 구조변화에 중요한 동인이 된다고 주장하였다(Rogenberg, 1982). 그는 19세기에 일어난 기술혁신의 추세를 신선한 통찰력으로 관찰하고 기술수렴이라는 용어로 표현했다는 점에서 높이 평가된다.

이처럼 기술융합, 기술수렴, 그리고 기술통합과 같은 다양한 개념들은 국가차원의 정책 개발의 취지에서 볼 때 혼동의 여지가 있으며 국가의 연구개발 정책개발의 차원에서 본 사회 및 문화현상과 미래의 수요를 고려한 보다 광범위한 개념의 재정립이 필요하고 이를 토대로 한 지원정책 마련이 요구된다.

따라서 본 논문에서는 융합 관련 연구개발을 활성화하고, 융합 기술과 관련된 국가연구개발 사업의 성과 극대화를 도모하기 위하여 향후 융합기술 연구개발 지원 정책 수립을 위한 융합 기술 개념을 재정립하고, 유형별로 구분한 뒤에 유형별 지원 전략을 제시하고자 한다. 이를 위하여 먼저 융합기술 관련 국내외 연구개발 현황을 파악하면서 효과적인 범국가적 정부지원 정책 수립을 위한 토대를 마련하는 연구를 수행하였다. 우선 해외 주요국의 융합기술 연구개발 동향을 살펴보기 위하여, 미국과 유럽연합(EU), 일본의 융합기술 연구 관련 투자 정책과 연도별 융합 관련 국제 논문을 분석하였다. 다음으로 국내 융합기술 연구개발 현황을 파악하기 위하여 정부 부처별 융합기술 추진 방향과 투자 현황을 조사하였고, 동질성 분석(Hoffman and Franke, 1986; Gifi, 1990; Greenacre and Blasius, 2006)을 활용하여 부처별 주력 융합 기술 분야와 연구개발단계의 상관관계를 분석하였다. 또한 다학제적 공동연구가 강조되는 융합 연구가 실제로 얼마나 다양한 학제 간 연구개발을 통하여 추진되고 있는지를 2006년도에 행해진 국가연구개발사업 자료를 토대로 분석을 수행하였다. 이런 조사와 분석 결과를 토대로 향후 융합기술 연구개발 지원 정책 수립을 위한 융합기술 개념을 재정립하고, 유형별로 구분

한 뒤에 유형별 지원 전략을 제시한다.

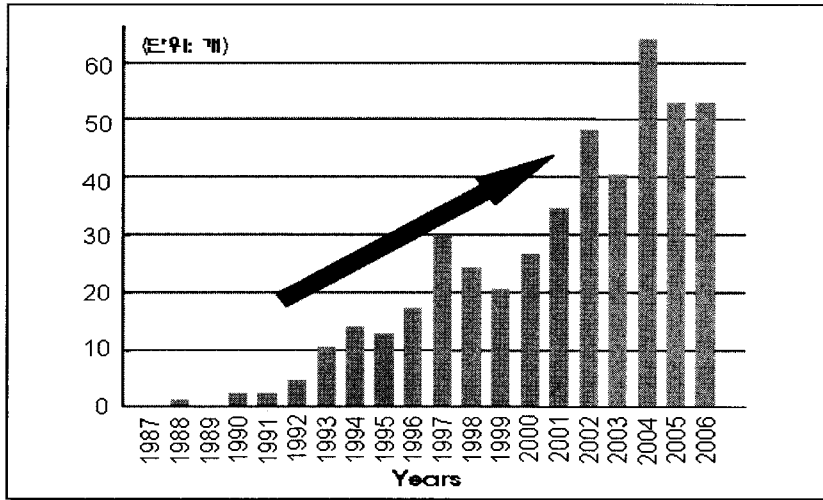
이를 위한 본 논문의 이하 구성은 다음과 같다. 2절에서 해외 주요국의 융합기술 연구개발 동향을 살펴본다. 3절에서는 국내 융합기술 연구개발 현황을 분석하는데, 부처별 추진 방향과 2006년까지 투자된 융합 관련 국가연구개발사업 투자 현황을 분석한다. 2절과 3절의 분석 결과를 통하여 융합 연구개발의 효율적 추진을 위한 시사점을 도출하고, 이를 반영하여 융합 연구개발의 추진 전략을 4절에서 제시한다. 마지막 절은 결론으로 할애한다.

II. 해외 주요국 융합기술 연구개발 동향

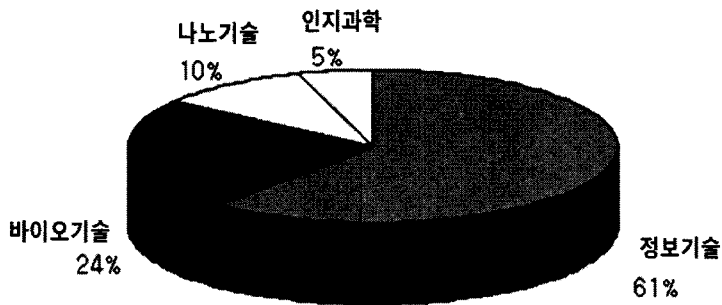
주요 선진국의 융합기술 연구개발 추진 현황을 살펴보면, 미국은 2000년 NT(Nano Technology) 주도의 신과학기술정책인 「국가나노기술주도전략(NNI)」 수립하고, 2008년 NNI 예산을 통해 나노기술과 생명과학, 재료기술, 정보기술 등을 기반으로 한 융합기술에 14.47억 달러 투자하고 있다(National Nanotechnology Initiative, 2000). 또한 2002년 NT, BT, IT, CS(Cognitive Science, 인지과학) 간 「인간수행능력 향상을 위한 융합기술」 전략(NBIC, 2002)을 마련하고 2005년 NSF의 R&D예산(1,319억 달러)중 융합기술 관련 Health & Human 서비스 부문에 293억 달러를 투자하였는데, 이는 국방부문을 제외하고 가장 높은 비중을 차지하는 것이다(Convergence Technologies for Improving Human Performance, 2002). EU는 2004년 「지식사회 건설을 위한 융합기술」 전략(CTEKS, 2004) 수립하였다. IT, NT, BT를 가능성을 열어주는 기술과 지식체제로 인식하고, 이에 인지과학, 환경과학, 시스템 이론, 사회과학, 인문학까지 포함하여 융합기술을 정의하며 융합기술이 가져올 파괴력에 대한 윤리적·사회적 규제를 강조하고 있다. 또한 범유럽 차원의 「Framework Programme 7('07 ~ '13년)」에서 나노기술 개발의 확대와 학제간 연구개발 강화를 추진하여, 전체 FP7 예산 727억 2,600만 유로 중 건강, 나노과학기술, 신물질 등에 131억 4,900만 유로를 투입할 예정이다. 일본은 「제3기 과학기술기본계획('06~'10년)」을 수립하여 IT, BT, NT, ET 등 4대 전략 분야 및 융합기술 분야에 중점 투자할 계획이다. 실제로 경제산업성은 2007년 미래형 상품·서비스의 창조에 128억엔, 타분야와 지식·기술의 융합 촉진을 위해 40억엔 등 새로운 시장을 개척하는 혁신의 창출 분야에 2,294억엔을 배정하였다.

연도별로 융합 관련 국제 논문 수 추이를 Web of Science 자료를 토대로 분석한 결과 (그림 1)과 같이 지난 20년간 가파른 성장세를 보이고 있다. Converge* AND technology*로 검색한 결과 1,468개의 논문이 검출되었고, 이 중 nano* OR bio* OR info* OR cogn*로 재검

색한 논문은 452개였다. 특히 1997년, 2002년, 2004년에 많은 증가를 나타냈다. 452개 논문에 대하여 기술분야별 분포를 분석한 결과 (그림 2)에서와 같이 IT가 61%로 가장 큰 비중을 보이고 있으며, BT 24%, NT 10%의 순서를 나타내고 있다.



(그림 1) 과거 20년간(1980~2006) 융합 관련 논문 수 추이



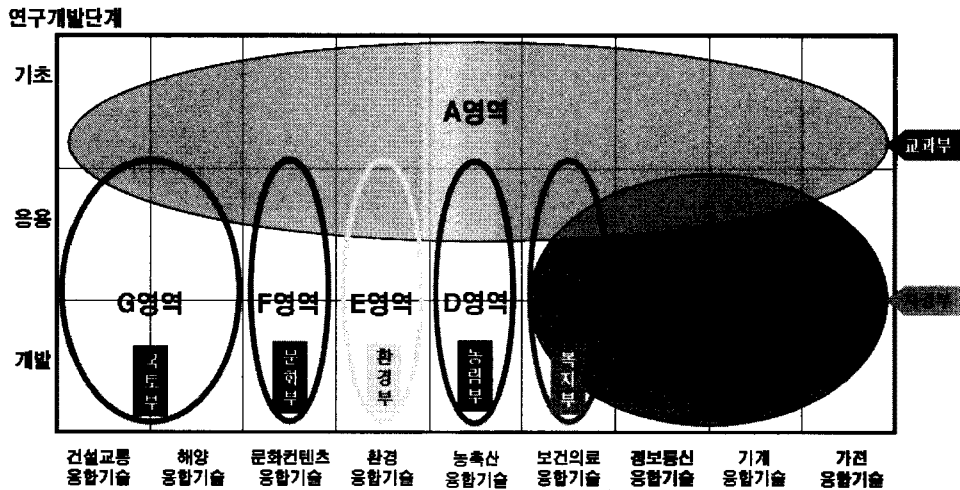
(그림 2) 융합관련 논문 중 기술별 비중

III. 국내 융합기술 연구개발 현황

1. 부처별 융합기술 추진 방향

융합기술 분야와 관련된 국가연구개발사업은 (그림 3)과 <표 1>에서와 같이 부처 특성에

따라 추진하고 있다. 이는 국가연구개발사업 현황 분석과 부처 융합기술 담당자와의 융합기술 실무추진위원회를 통해 조사되었다. (그림 3)에서와 같이 교육과학기술부(이하 교과부)는 중장기적인 기초연구 및 인력양성에 중점 투자하였다(A영역). 교과부는 2008년 2월에 구 과기부와 교육인적자원부(이하 교육부)가 통폐합되었는데, 통폐합 이전에 구 과기부는 「미래유망 파이프라이너사업」을 기획하여 본격적으로 2008년부터 추진하고 있으며, 구 교육부는 「이공분야 학술연구조성사업」내 ‘기초연구과제지원사업’과 ‘중점연구소지원사업’을 통해 융합기술 분야 기초연구를 수행하였다.



(그림 3) 부처별 융합기술의 추진 영역

B영역의 지식경제부(이하 지경부)는 보건의료, 로봇, 정보통신 분야의 IT·BT·NT간 융합 기술 연구를 중점 추진하고 있다. 구 산업자원부(이하 산자부)와 정보통신부(이하 정통부)는 지경부로 통폐합 되기 이전에 각 부처의 고유 성격에 따라 융합 관련 연구를 추진하였다. 구 산자부는 「IT융합기술산업화지원기반구축사업」, 「민군겸용기술개발사업」, 「차세대신기술개발사업」 등에서 휴머노이드 서비스로봇, 나노바이오 소재, 신개념 의료·진단 치료, 휴먼인터페이스, 나노바이오칩 센서 등의 기술개발을 지원하고 있다. 또한 구 정통부는 「IT원천기술개발사업」, 「IT성장동력기술개발사업」 등에서 나노바이오칩 센서, 휴먼인터페이스, 나노일렉트로닉스, 나노 포토닉스 등의 기술개발을 지원하였다.

보건복지가족부(이하 복지부)는 보건·의료 분야의 진단·의료기기 개발을 통한 신산업 창출을 목적으로 IT·BT·NT간 융합 연구 추진 중에 있으며 (C영역), 「유전체실용화사업」, 「보

건의료기술연구개발사업」 등에서 유전체 응용기술, 나노바이오칩 센서, 신개념 의료·진단 치료 등을 위한 기술개발을 지원하고 있다.

농림수산식품부(이하 농림부, D영역), 환경부(E영역), 문화체육관광부(이하 문화부, F영역), 국토해양부(이하 국토부, G영역)는 IT, BT 등 신기술을 활용하여 부처 고유 기술과 산업을 고도화하기 위한 연구개발을 추진 중인 것으로 부처 담당자는 제시하고 있다.

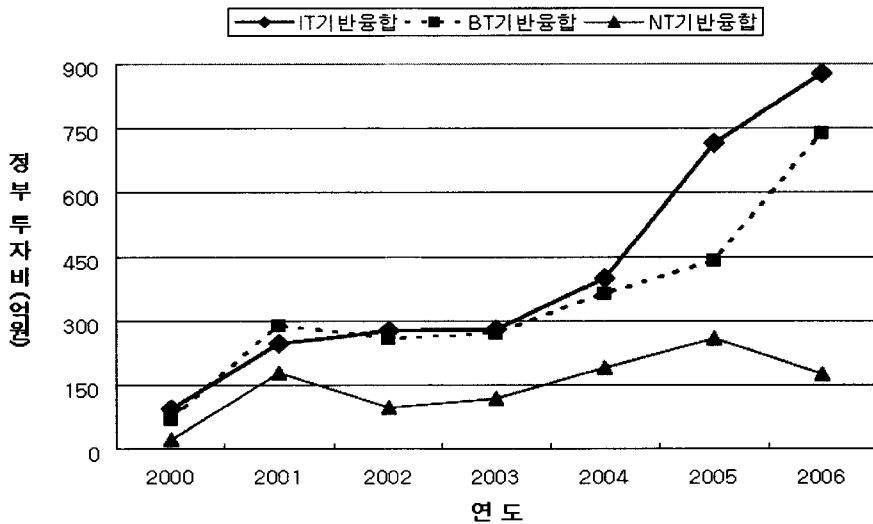
〈표 1〉 부처별 융합기술 추진 방향

| 부처명 | 중점 추진 방향 |
|-----|---|
| 교과부 | <ul style="list-style-type: none"> · 대학의 순수 기초 연구 분야 중 학제간 공동연구 중점 추진 · 미래융합 기술혁신을 통한 기술고도화 및 신시장 창출 추진 · NT, BT, IT를 기반으로 전 분야의 혁신성이 높은 핵심 원천기술 개발 · 융합기술 관련 핵심 원천기술은 과기부에서 개발하고, 실용화를 위한 연구는 타부처에서 추진하는 전략 구상 |
| 문화부 | <ul style="list-style-type: none"> · 감성, 상호 작용에 중점을 두는 CT융합기술 연구 추진 |
| 농림부 | <ul style="list-style-type: none"> · 농·축산업 분야에 활용할 BT 기반의 IT·NT 융합기술 개발 추진 |
| 지경부 | <ul style="list-style-type: none"> · NT 기반의 소재 개발에 의한 보건의료, 로봇, 정보통신 분야 융합기술개발 추진 · IT기반 BT·NT 융합기술개발 추진 · 융합기술의 사업화 지원사업 및 아이디어 공모사업을 공동 추진 |
| 복지부 | <ul style="list-style-type: none"> · 보건·의료 분야에 융합기술을 도입 · 향후 질환 극복을 목적으로 BT 기반의 헬스케어 관련 융합연구에 중점 투자 계획 |
| 환경부 | <ul style="list-style-type: none"> · 전자, 생물, 소재 등 다양한 기술이 접목된 ET의 다학제적인 특성에 의해 기술의 분류범위에 따라 다양한 융합 추진 · ET 분야 융합연구를 중심으로 R&D 추진 · '01년부터 ET 분야에 IT 기술을 활용하는 연구 진행 |
| 국토부 | <ul style="list-style-type: none"> · 건설·교통 분야의 고도화를 위한 융합 기술 추진 · 향후 융합 기술개발 관련 대형화 사업 추진 예정 · 해양산업과 해양자원 관리 분야에서 융합기술 추진 · 해양환경 보전과 안전을 위한 융합기술 추진 방안 마련 중 |

2. 융합기술 연구개발 투자 현황

2000년부터 2006년까지의 국가연구개발사업에 투자된 연구개발사업비 중 융합기술 분야에 투자된 현황은 (그림 4)와 같다. 「국가융합기술 발전 기본방침」에서 융합기술을 'IT, BT, NT 등의 첨단 신기술간 상승적 결합을 통해 미래사회 및 국가 공통의 목표 달성을 위한 과학기술적 한계를 극복함으로써 경제와 사회의 변화를 주도하는 기술'로 정의하였기에 IT, BT, NT 기반의 융합기술에 대한 투자 현황을 국가연구개발사업 조사분석 자료를 토대로 분석하였다

(국가과학기술위원회, 2000~2007: 한국과학기술기획평가원, 2006). IT, BT, NT 기반의 융합 기술을 연구하기 위한 국가연구개발비는 2002년에 다소 감소하였지만, 2000년 이후 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 2001년을 제외한 모든 해에 IT기반의 융합기술 분야에 대한 투자가 가장 많았으며, NT기반의 융합기술 연구개발 지원비는 가장 적었다. 2006년에 지원된 IT기반 융합기술 연구개발비는 877억이고, BT기반과 NT기반의 융합기술 연구개발비는 각각 739억 과 175억이었다. 이는 2000년에 투자된 IT기반 융합기술 연구개발비 93억, BT기반 융합기술 연구개발비 68억, NT기반 융합기술 연구개발비 20억에 비하면 괄목할 만한 증가 추세이다.



(그림 4) 연도별 국가연구개발투자 현황

3. 정부 부처, 융합기술 및 연구개발 단계의 연관성 분석

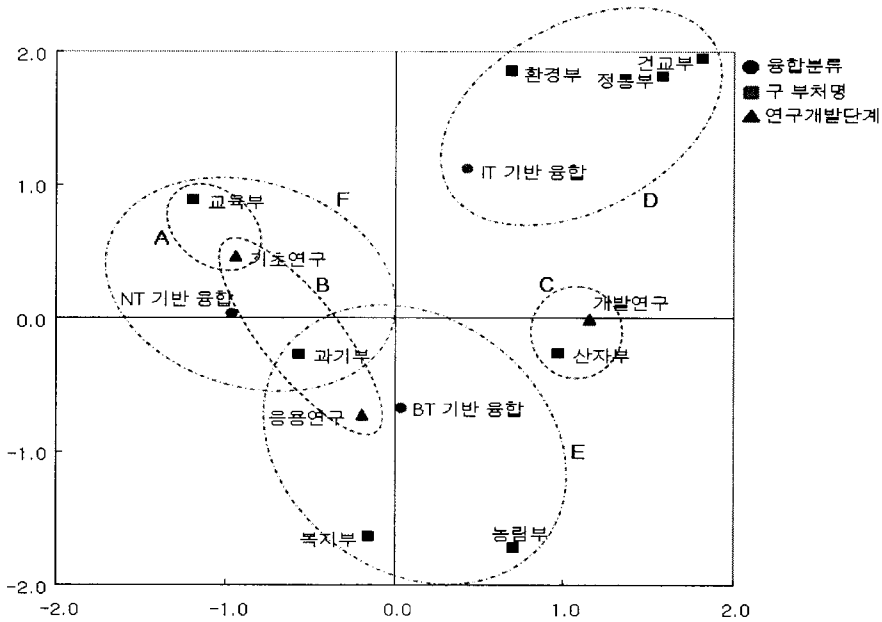
2006년 융합연구 개발을 수행한 과제수는 681개로 조사되었으며, 부처 별로 중점적으로 추진하는 융합 연구 분야와 연구개발 단계의 관계를 보기 위하여 '동질성 분석(Homogeneity Analysis)'을 수행하였다. 이 분석의 목적은 각 부처별 영역과 추진방향을 차별화((그림 3)과 <표 1>))하여 계획되고 있는 부처 별 융합연구가 실제로도 이렇게 진행되고 있는 지 확인하기 위함이다. 동질성 분석에 대한 설명은 여러 문헌(Hoffman and Franke, 1986: Gifi, 1990: Greenacre and Blasius, 2006)에서 정리되어 있는데, 요약하면 개체와 범주에 계량적으로 수치를 부여함으로써 범주형 데이터를 수량화하는 분석법으로 HOMALS로 부르기도 하며, 3개

이상의 범주형 변수들 간의 관계를 알아보는 통계 분석 방법이다. 융합연구를 수행한 681개 과제 별로 해당 지원 부처, 해당 연구개발단계, 해당 융합기술을 구분하고 각 범주에 속한 과제수를 빈도(frequency)로 파악하여 동질성 분석을 수행했다. 먼저 융합연구 지원 부처(첫번째 범주형 변수)는 2008년 2월에 정부 조직 개편이 이뤄지기 전인 참여정부의 조직 체계대로 분석을 수행하였다. 이는 현재의 교과부, 지경부, 국토부로 통폐합 되기 이전에 각 부처별로 추진한 지원형태를 파악하기 위함이다. 2006년에 융합연구개발을 지원한 부처는 과기부, 교육부, 정통부, 환경부, 건설교통부, 보건복지부, 농림부, 그리고 산자부 등 8개 부처였다. 연구개발단계(두번째 범주형 변수)는 <표 2>와 같이 OECD에서 제시하는 기준에 따라 기초, 응용, 그리고 개발연구로 구분하며, 융합연구개발 유형(세번째 범주형 변수)은 IT, BT, 그리고 NT 기반 융합으로 분류하였다.

<표 2> 연구개발단계 분류기준

| 연구개발단계 | 분류기준 |
|--------|--|
| 기초연구 | 특수한 응용 또는 사업을 직접적 목표로 하지 않고, 자연현상 및 관찰 가능한사물에 대한 새로운 지식을 획득하기 위하여 최초로 행해지는 이론적 또는 실험적 연구 |
| 응용연구 | 기초연구의 결과 얻어진 지식을 이용하여, 주로 실용적인 목적과 목표 하에 새로운 과학적 지식을 획득하기 위한 독창적인 연구 |
| 개발연구 | 기초·응용연구 및 실제경험으로부터 얻어진 지식을 이용하여 새로운 제품 및 장치를 생산하거나, 이미 생산 또는 설치된 것을 실질적으로 개선하기 위한 체계적 연구 |

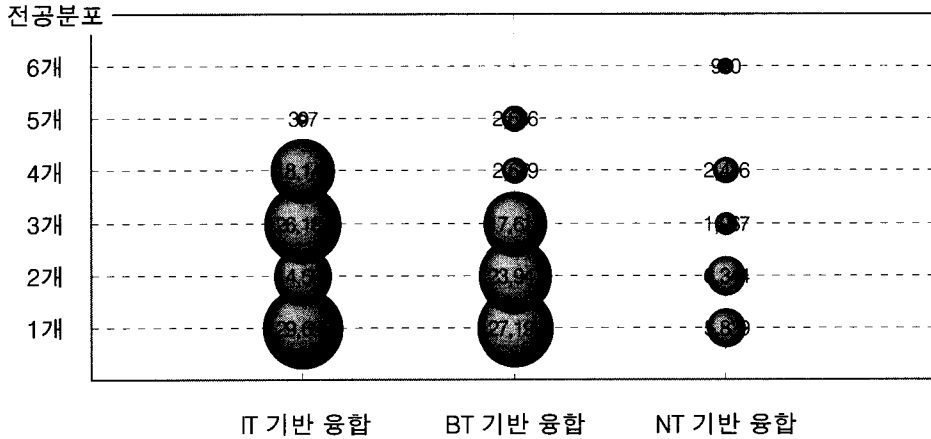
(그림 5)에서 보는 바와 같이 구 교육부는 기초연구에 근접하였고(A), 구 과기부는 기초연구와 응용연구에 치중하는 지원 형태를 나타내고 있다(B). 다른 부처들에 비하여 구 산자부가 융합 연구개발에서 개발 단계에 해당하는 연구를 가장 중점적으로 추진하는 것으로 분석되었다(C). IT 기반의 융합 연구는 구 정통부, 환경부, 건설교통부에서 상대적으로 큰 비중을 두고 수행하고 있다(D). BT 기반 융합 연구는 응용연구가 주로 수행되고 있으며, 구 과기부, 보건복지부, 농림부, 산자부에서 주도적으로 추진한 것으로 나타난다(E). NT 기반의 융합연구는 기초·원천성의 성격이 강한 것이 반영되어 구 교육부와 과기부의 지원을 통해 주로 학교에서 수행하고 있다(F). 이 결과는 (그림 3)과 <표 1>에서 부처가 제시하고 있는 융합기술 연구 추진 방향과도 대부분 일치하는 결과이다.



(그림 5) 융합기술 분류와 부처, 연구개발단계와의 관계

4. 분야별 융합기술 공동연구 전공 분포

EU에서 학제간 연구개발 강화를 추진하고 있듯이 융합기술 연구는 다학제적 공동연구를 통한 시너지 발휘가 필요하다. 실제로 정부 지원에 의한 연구개발에서 여러 학문을 아우르는 연구가 진행되었는 지 2006년도 조사분석 자료(국가과학기술위원회, 2007)를 토대로 분석을 수행하였다. 조사 분석에서는 과제 참여 연구원 현황을 ① 이학 전공자, ② 공학 전공자, ③ 농학 전공자, ④ 의학 전공자, ⑤ 인문학 전공자와 ⑥ 이외 분야의 전공자인 6개 분야로 구분하여 현황을 파악하고 있다. 예를 들어 과제 참여 연구원의 전공 분포가 공학과 의학이면 두 개 분야의 다학제 공동연구를 추진하는 것으로 간주하였다. 같은 공학 분야에서의 세부전공 간 공동연구에 대한 분석은 불가한 포괄적인 범위의 분류이긴 하지만, 대체적인 다학제적 공동 연구 현황을 파악하기에는 충분한 자료라고 판단되며, 그 결과는 (그림 6)과 같다. IT 기반의 융합 연구는 1개 학문 분야 내에서의 연구 뿐만 아니라 4개 분야의 전공자를 포함하는 연구까지 고르게 추진하고 있다. BT 기반 융합 연구는 3개 분야의 공동연구까지는 활발하게 수행 중이지만, 4개 학문 이상의 공동 연구는 부족한 상황이다. NT 기반 융합 연구는 연구개발 투자비가 상대적으로 적으며, 공동연구 전공의 개수가 1에서 4에 고르게 분포한다.



(그림 6) 융합기술 분류와 다학제 공동연구 투자현황 단위: 백만원

IV. 지원정책 개발을 위한 융합기술의 재정의 및 유형별 지원 전략

국내의 융합기술 연구개발에 대한 동향 및 현황을 분석한 결과 다음과 같이 융합기술 연구 개발의 특징 및 문제점을 진단할 수 있다.

주요 선진국은 향후 미래사회를 선도하고 세계 경제를 이끌어갈 융합기술의 비전을 제시하고, 각국의 경쟁력이 우수한 분야에 기반을 둔 발전 전략을 마련하고 있다. 미국은 NT 주도의 기술정책을 추진하고, 유럽은 과학기술과 사회과학, 인문학의 융합을 강조하고, 일본은 새로운 시장 창출을 위한 융합연구를 강조하고 있다. 주요 선진국이 추진하는 융합 정책의 초점들은 다소 다르지만, 신산업 창출, 공공 수요 충족 등 융합기술의 성장 가능성과 파급효과를 인식하여 신기술의 조기 확보에 주력하는 정부의 거시적 대응책을 마련하는 것은 공통적이라 할 수 있다.

반면, 우리나라는 각 정부 부처별로 자체 R&D계획에 따라 부처 특성에 맞는 융합기술 연구 개발 사업들을 추진 중에 있다. 세계 주요 선진국이 인식하고 있는 융합기술의 성장 가능성과 파급효과는 단순한 기술간 결합으로 이뤄지는 것이 아니라 경제·사회적 수요에 대응한 창조적 아이디어 발굴을 위한 것이므로, 사회과학·인문학을 수용하고, 기초과학을 병행 지원하는 보다 넓은 범위의 다학제적 공동연구가 융합기술 연구에서는 강조되어야 함에도 불구하고 다양한 부처들이 각자 추진하고 있는 사업들에서의 융합 기술에 대한 정의와 이해에는 미묘한

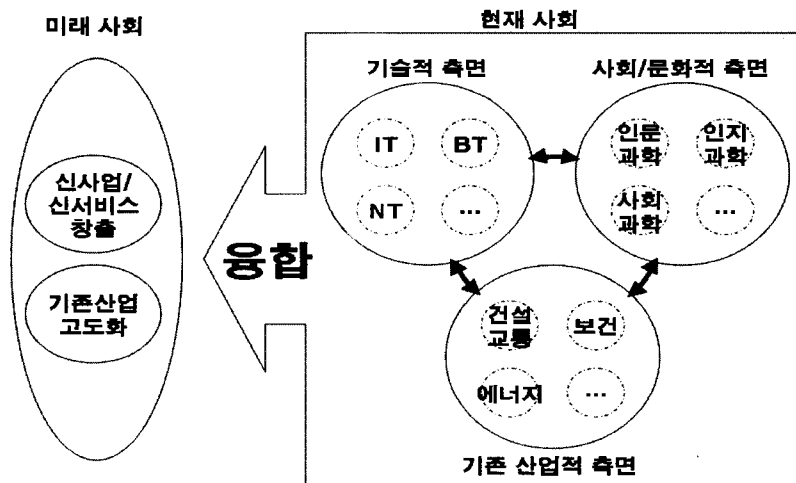
차이가 존재하여 각 부처별 산발적으로 연구개발 사업들이 추진되고 있는 경향이 있다.

이러한 점에서 볼 때 융합기술 연구개발의 효율성 제고를 위하여 정부 부처 별로 의욕적으로 추진되고 있는 다양한 부처별 융합기술 관련 사업들은 그들의 추진계획 및 현황, 국내 과학기술 역량, 경제적·사회적 관심 등 다양한 관점들을 고려한 정부 지원 목적의 융합기술에 대한 정의와 분류를 재 정립하고 범국가적인 공감대 형성을 통한 융합기술 특성 및 유형에 맞는 맞춤형 지원 전략 마련이 필요한 시점이다.

이를 위해 본 연구에서는 효율적 지원 정책 수립을 위한 우리나라의 ‘정부 정책 개발형 융합기술’을 새로이 정의하고자 한다.”

기존 「국가융합기술 발전 기본방침」에서는 융합기술을 ‘IT, BT, NT 등의 첨단 신기술간 상승적 결합을 통해 미래사회 및 국가 공통의 목표 달성을 위한 과학기술적 한계를 극복함으로써 경제와 사회의 변화를 주도하는 기술’로 정의하였는데, IT, BT, NT의 첨단 신기술간의 융합에만 초점을 두는 한계가 있었다.

본 논문에서는 융합기술을 (그림 7)와 같이 보다 광의의 정의로써 ‘IT, BT, NT 등 신기술간 뿐만 아니라, 인문/사회과학 및 인지과학 등과도 결합하여 기존 제품·산업·학문·문화간의 상승적인 조합·결합을 통해 미래 사회 수요 충족을 위한 혁명적 가치를 창출하는 신기술’로 재정의하며, 다시 정책 개발 방향의 구분에 맞도록 세가지 유형, 즉 기술융합촉진형(유형 I)·신산업 창출형(유형 II)·기존/전통산업 고도화(유형 III)의 세 유형으로 <표 3>와 같이 분류하여 이에 맞는 투자전략을 제안하고자 한다. (그림 7)에서 보는 바와 같이 본 논문에서 제시



(그림 7) 융합기술의 정의

하는 융합기술의 정의는 신기술 간의 융합을 통한 시너지 창출 뿐만이 아니라 기존 산업과 제품, 학문에 신기술과 사회·문화적 트렌드가 반영된 융합을 통하여 기존 산업과 학문을 고도화·첨단화하고, 또는 신산업, 신서비스를 창출하여 미래 사회의 수요를 충족시키기 위한 일련의 모든 활동을 포함한다. 융합기술이라 하여 단지 기술간의 융합 뿐 만이 아니라 인문사회 과학을 포함하는 것은 EU에서의 융합기술 개념과 유사하다. 그리고 현 시점에서의 사회문화 현상을 추가적으로 기술 융합에 반영하고자 하는 것은 현 시점에서의 대중적 관심과 수요를 반영해야만 미래 사회에서 요구되는 수요를 충족시킬 수 있는 새로운 서비스가 창출될 수 있기 때문이다.

〈표 3〉 융합기술의 유형별 분류

| 유형 | 정의 |
|--------------|---|
| I. 기술융합촉진형 | 미래지향적 새로운 융합기술의 발굴을 위해 기술간 융합 또는 인지과학, 인문·사회과학 등 다양한 학문과 기술간의 융합을 촉진 |
| II. 신산업 창출형 | 구현 제품, 서비스 등 타겟이 명확한 기술개발을 위해 신기술(IT, BT, NT) 간의 상승적 결합으로 기존기술·산업의 한계를 극복하고 신산업을 창출 |
| III. 산업 고도화형 | 신기술(IT, BT, NT)과의 결합·활용을 통해 기존·전통산업의 고도화를 달성하는 다학제적 복합기술 |

정부 정책 개발의 방향을 구분하기 위한 세가지 유형, 즉 기술융합촉진형(유형 I)·신산업 창출형(유형 II)·기존/전통산업 고도화(유형 III)에 대한 설명은 다음과 같다.

유형 I은 이중 신기술 또는 신기술과 학문이 결합하여 융합기술을 창출하는 기술 융합 촉진형이다. 이 유형은 명확한 구현제품이나 서비스등의 사업화 타겟이 명확하지 않더라도 보다 광범위한 학문과 기술의 융합을 촉진하기 위한 유형으로서, 미래 지향적인 유형이라는 관점에서 중장기적 접근이 필요하다. 교과부의 ‘미래유망파이오니아사업’, 기초연구사업 중 융합기술 분야 과제 등이 이에 속하므로, 창의적 아이디어 탐색을 위한 기초원천기술분야에 예산지원을 확대하고, 다양한 학문 영역의 다학제간 개방형 공동 연구 활성화 등의 제도적 지원을 확대할 필요가 있다.

유형 II는 명확한 신사업 및 서비스의 타겟을 가지고 경제·사회적 수요에 따른 신산업·서비스 구현을 위해 이중 신기술들이 결합하는 신산업 창출형으로, 구현될 신산업·서비스의 조기 창출을 위해 부처간 연계 및 제도개선 등 범정부적 추진전략 마련이 필요하다. 지경부에서 추진 중인 ‘휴머노이드 로봇’과 지경부와 복지부에 의하여 지원되는 ‘u-Health’가 대표적인 예이다. 유형 II에 속한 기술개발의 연구성과를 조기에 산업화하기 위해서는 우선 첫째, 산업화의 걸림돌이 될 제도들이 개선되어야 한다. 예를 들어, 이는 u-Health와 관련하여 재차 제

기되는 문제인데, 센서를 이용한 재택의료는 현행 의료법에서는 금지된 채로 시범 사업을 추진 중에 있으므로, 현행법에 위배된 사업이다(데일리메디, 2008). 둘째, 산업화에 근접한 중점 분야에 대하여 부처간 경쟁 및 연계를 유도하고, 투자지원을 확대하는 활성화 정책이 추진되어야 한다. 예를 들어, 아직 u-Health 분야는 기술이 표준화되어 있지 않고, 시장도 형성되어 있지 않은 상황임에도 불구하고 각 부처의 역할에 맞는 u-Health 융합연구개발에서의 역할 구분을 명확히 하여 중복 투자를 방지해야 한다는 명목으로 지경부와 복지부의 연구개발사업에 대한 중복 투자에 대한 논란이 일고 있다. 그러나 이처럼 비정형화된 기술과 시장이 유지되고 있는 분야에서는 다양한 관련 부처에서 다양한 관점의 융합 연구를 통하여 창조적인 기술 개발을 유도하는 것이 요구되며 이런 연구 활동을 통하여 시장 활성화를 도모하고, 표준이 될 기술의 선택은 시장 논리에 의하여 활성화된 시장에서 선택하도록 하는 것이 바람직하다.

유형 I과 II가 기존 「국가융합기술 발전 기본방침」의 융합기술 영역에 포함되어 있는 영역이라면, 유형III은 본 논문에서 광의의 융합기술로 정의하면서 포함된 영역이다. 유형 III은 기존·전통산업의 고도화를 위해 신기술과 기존의 산업이 결합하여 융합기술을 창출하는 산업 고도화형으로 국토부의 'u-시티', 지경부의 '미래형 자동차'가 대표적인 예이다. 이 유형은 이미 기존의 산업 추진 주체가 존재하므로 유형 II와 다르게 기존 산업을 관장하는 개별 부처가 소관 산업별 국가연구개발 특성을 고려하여 융합연구가 필요한 경우 타부처와 공동 연구를 추진할 수 있는 맞춤형 추진전략을 마련하는 것이 바람직하다.

V. 결 론

해외 주요국과 국내의 융합기술 현황의 분석 결과, 주요 선진국은 자국 사정에 맞는 융합 추진 전략을 토대로 경제·사회적 수요를 충족하기 위한 융합 연구개발을 추진하고 있으며, 융합 기술 관련 학문적 연구 성과도 해마다 증가하고 있는 추세이다. 국내 현황은 부처별로 자체 R&D계획에 따라 융합기술 연구개발사업을 추진 중인데, 부처별로 융합 기술에 대한 정의와 이해가 상이한 경우들이 존재하므로 국내 정부 정책개발 사정에 맞는 융합기술의 정의를 재정립하여 범국가적인 공감대를 형성해야 한다는 필요성이 제기되었다. 따라서 본 논문에서는 기술적·사회적으로 요구가 증대되고 있는 융합기술 분야에 대한 국가 지원의 생산성 제고를 위해 정부 정책 개발형 융합기술의 현황 분석과 정의의 재정립을 통한 유형별 추진전략을 제안하였다.

본 연구에서는 정부 정책 개발형 융합기술을 정의함에 있어서 기존의 신기술 융합에 의한 기술적 시너지 창출에 그치는 것이 아니라 사회·문화적 수요와 동향을 반영하여 실현 가능성

이 높은 신산업·신서비스를 창출하는 광의의 융합기술 개념을 재정의 하였다. 또한 융합기술 연구를 유형별로 나눔에 있어서 ① 원천성 융합기술에 대한 중장기적 투자를 통해 미래 시장을 선점하기 위한 연구(유형 I)와 ② 특정 서비스 및 제품을 목표로 신기술을 융합하여 단기간에 기술적 성과를 상용화하기 위한 연구(유형 II), 그리고 ③ 기존 산업을 고도화하여 부가가치를 높이기 위한 연구 영역(유형 III)으로 구분하였다.

이들 유형별 구분에 의한 구체적인 지원전략 방향은 다음과 같다. 유형 I 유형의 융합연구는 고위험·고수익(High-risk·High-return) 분야에서 국제원천 특허를 확보할 수 있도록 연구개발을 지원함으로써, 중장기적 미래의 신시장을 선점할 수 있다. 유형 II 유형의 융합연구는 획득된 기술을 활용하여 성숙기에 접어든 주력산업을 대체하여 융합 신산업을 창출하는 것이 주된 목표이다. 이를 위해 국가에서 시범서비스 및 선도 사업을 연구개발과 함께 추진하여 기술적 성과의 시장 안착을 앞당길 수 있다. 융합연구 III 유형의 실효성을 높이기 위해서는 가장 우선적으로 개선되어야 할 사항이 부처 간 협력체계이다. 기술 개발을 하는 부처와 실제 산업을 관장하는 부처 간의 긴밀한 협조를 통한 정책 추진이 가능하도록 관련 부처 담당자 간의 협의체 구성이 효과적이다.

본 연구의 의의 및 한계점과 향후 연구 과제로는 다음과 같이 정리 할 수 있다. 우선 본 연구는 정부의 연구개발 관련 정책의 개발이라는 목적을 염두에 두고 국외 선진국들의 융합기술에 대한 대응전략을 통해 그들의 인식을 파악하고 국내의 경우 접근 방식이 산발적이라는 문제점을 제시하면서 융합기술의 유형을 세 가지로 재 정의하고 거시적 추진 전략을 제시 하였다는데 그 의의가 있다. 그러나 각 거시적 추진 전략의 실행 방안에 대해 보다 구체적인 향후 과제들에 대한 보다 심도 있는 고민을 기울여야 할 것이다. 거시적 전략의 취지를 실행에 옮기는 과정에서의 발생 가능한 문제점들과 이들의 해결 방안에 대한 고민들은 본 연구에서 다루지 못한 한계점이자 향후의 연구 과제가 될 것이다.

참고문헌

- 과학기술부, 한국과학기술기획평가원, 국가 R&D사업 Total Roadmap, 2006.
 국가과학기술위원회, 국가융합기술 발전 기본방침, 2007.
 국가과학기술위원회, 국가연구개발사업 조사분석 보고서, 2000~2007.
 한국과학기술기획평가원, 국가연구개발사업백서, 2006.
 데일리메디 “원격의료의 허용범위”, (2008. 10. 13)

- <http://www.dailymedi.com/news/bbs/index.php?cmd=view&dbt=expert2&code=62>
- Athreye, S. and Keeble, D. (2000), Technological convergence, globalisation and ownership in the UK computer industry, *Technovation*, 20, pp. 227-245.
- Convergence Technologies for Improving Human Performance, 2002.
- CTEKS (Converging Technologies for the European Knowledge Society), 2004.
- Gifi, A. (1990), *Nonlinear Multivariate Analysis*, Wiley, Chichester, England.
- Greenacre, M. and Blasius, J. (2006), *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL.
- Hoffman, D. and Franke, L. G. R. (1986), Correspondence analysis: graphical representation of categorical data in marketing research, *Journal of Marketing Research*, pp. 213-227.
- Kodama, F. (1991), *Analyzing Japanese High Technologies: The Techno Paradigm Shift*, London, Pinter Publishers National Nanotechnology Initiative, 2000.
- Rosenberg, N. (1963), "Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910", *Journal of Economic History*, Vol. 23, No. 4, pp. 414-446.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box-Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.

김윤중

광주과학기술원에서 정보통신공학 박사학위(2006)를 취득하였고, 현재 한국과학기술기획평가원 투자전략실에 재직중이다. 주요관심분야는 IT, CT 분야 정부 R&D 투자 전략 및 투자 우선순위, 투자효율화 방안연구, Program Evaluation 등이다

정 욱

현재 동국대학교 경영학과에서 조교수로 재직 중이다. 성균관 대학교 산업공학과에서 산업공학 학사(1999), Georgia Institute of Technology에서 Industrial and Systems Engineering으로 석사(2000) 및 박사(2004)를 취득하였다. 삼성 SDS에서 SCM business consultant로 재직할 경험을 가지고 있으며 현재 주요 연구 관심분야는 통계적 데이터마닝, 효율성 및 생산성 분석, 공급사슬관리, 기술경영 등이다.

정상기

삼성종합기술원 연구원, 삼성 SDI 책임연구원을 거쳐 현재 한국과학기술기획평가원 투자전략실장으로 재직 중이다. 1992년 한국과학기술원 재료공학과에서 학사, 1994년 동대학원 석사과정을 마치고 2002년 미국 카네기멜론대학교(Carnegie Mellon University) 재료공학과에서 박사학위를 취득했다. 주요관심분야는 연구개발 평가시스템, 네트워크 분석의 활용, 연구개발 투자효율성 측정 등이다.