ISSUE PAPER 2008-02

Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning

융합기술 연구개발조직의 발전방안

– 한 · 미 · 일 사례 비교분석을 중심으로 –

하 태 정

- 작성 배경
- 분석의 틀
- 기존 문헌 고찰
- 한 · 미 · 일 융합기술 연구개발조직 사례 비교분석
- 정책적 시사점

kistep 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

kistep 한국과학기술기획평가원

[발 간 사]

융합기술이 과학기술의 새로운 패러다임으로 부각되면서 미국, EU, 일본 등 선진국은 국가 차원의 다양한 육성전략을 수립하여 추진하고 있으며, 우리나라도 융합기술 종합발전계획('07년~'11년)등의 수립·추진을 통하여 융합기술 육성을 본격화 하고 있다. 융합연구가 확대됨에 따라 기존 연구개발조직과 차별적인 특성을 갖는 융합연구개발조직의 효율적인 구성과 운영을 위한 분석과 연구결과의 필요성이 대두되고 있다.

이에 본 이슈페이퍼는 기존 연구개발조직과 차별되는 융합연구개발조직의 특성을 문헌고찰 및 심층적인 사례분석을 통해 고찰하고, 이를 통해 국내 및 주요국에서 추진되고 있는 주요 융합연구개발조직에 대한 정책적 시사점을 도출하고자 하였다.

본 이슈페이퍼에서 도출된 분석결과와 정책적 시사점들은 연구현장에서 융합연구를 실제로 수행하는 연구조직 뿐만 아니라 국가연구개발사업의 효율성 제고를 위해 지원방안을 수립하는 정책결정자 모두에게 전략수립을 위한 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

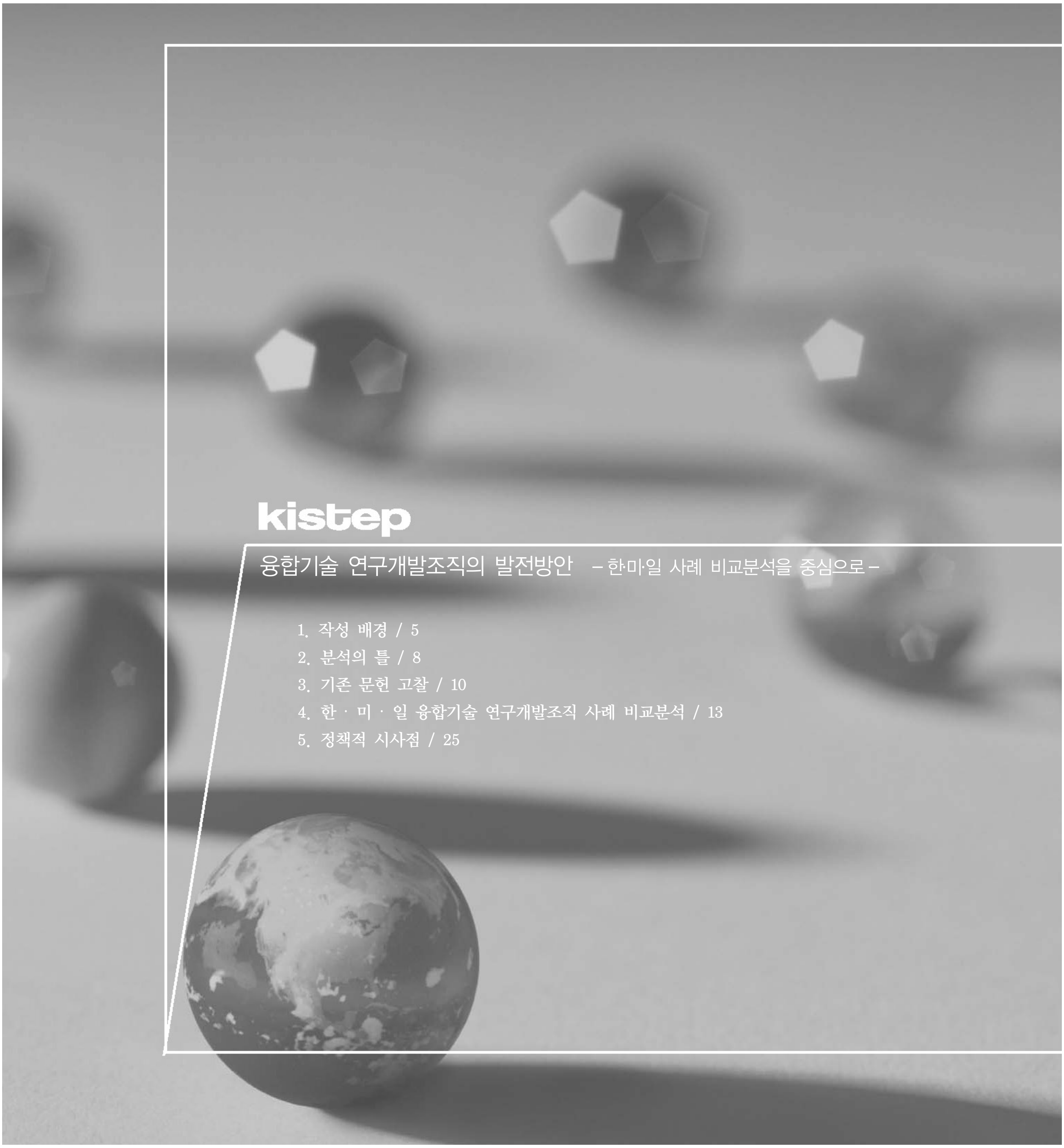
마지막으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 견해이며, kistep의 공식적인 의견이 아님을 밝힌다.

2008년 4월

한국과학기술기획평가원 원장 **조 영 화**

ISSUE PAPER 2008-02

Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning



kistep

융합기술 연구개발조직의 발전방안 －한·미·일 사례 비교분석을 중심으로－

1. 작성 배경 / 5
2. 분석의 틀 / 8
3. 기존 문헌 고찰 / 10
4. 한 · 미 · 일 융합기술 연구개발조직 사례 비교분석 / 13
5. 정책적 시사점 / 25

1 작성 배경

▷ **최근 기술융합의 중요성 및 경제사회적 파급효과에 대한 인식 제고로 주요 선진국을 중심으로 다양한 기술융합 현상에 대한 연구개발활동이 급속히 확산되는 추세**

▷ **미국, 유럽, 일본 등 주요 기술 강국들은 대표적인 기술융합 분야를 선정하고 국가 차원에서 이들 영역에 대한 적극적 육성을 도모**

◎ 미국은 'NT, BT, IT, CS(인지과학)' 등의 4가지 기술 간에 이루어지는 상승적인 결합에 주목하고 이들 NBIC 융합 위주의 연구개발 활동을 추진

◎ 유럽은 NBIC 등 자연과학 영역 이외에 인문사회 영역까지 포괄한 폭넓은 차원에서 공통의 목표를 추구하며 서로에게 가능성을 제공해 주는 구현기술(Enabling Technology) 및 지식체계로서의 기술융합화 현상에 주목

◎ 일본에서는 2000년대 초반부터 4년마다 실시되고 있는 과학기술기본 계획에 융합부문에 대한 내용을 포함시켜 지속적으로 연구개발 활동을 추진

▷ **우리나라는 2003년 과학기술부 주도로 세계 수준의 과학기술력 확보를 목적으로 융합기술 연구개발이 처음으로 시작**

◎ 2006년에는 범부처적인 차원에서 융합기술 종합발전계획(2007년~2011년)이 수립되어 2007년부터 본격화

〈표 1〉 부처별 기존 융합기술 연구개발 추진 현황

부 처	중점분야	사업 추진현황
과기부	NT, BT, IT	– 미래 융합기술 혁신을 통한 기술고도화 및 신시장 창출 – 창의적인 개인연구 및 집단연구를 통한 융합형 인재양성 – 바이오기술개발사업(바이오퓨전사업) : 생명현상에 대한 시스템적 네트워크 및 유전체 정보 분석을 통한 질병 치료 예방 기반 조성 (‘06년 예산: 148억원) – 양성자 기반 공학기술개발(‘06년 예산: 75억원) – 국가핵심연구센터(NCRC) 사업 : 미래지향적 융합기술 분야에서 지식과 경쟁력을 창출할 수 있는 연구센터 육성 (‘06년 예산: 108억원)
문광부	CT기반	– CT 융합기술로 실현하는 감성파워 코리아 추진 • 감동, 체험, 향유 지향의 문화 콘텐츠 환경 조성
산자부	IT, NT	– 신산업 육성을 위한 융합 부품소재발전방안(‘06.5.30) 수립 심의·확정 – BIT 로드맵 개발 추진 (2002. 5) – 바이오 산업경쟁력 강화 전략회의 (2002. 6) : 주요 내용으로는 BIT 산업화 지원센터 구축, 바이오 칩 등 핵심기술 개발 – 신기술 융합사업(‘06년 예산: 55억원) : NBT, NIT, BIT 등 융합 신기술 지원 – BIT융합기술산업화지원기반구축(‘06년 예산: 53억원) – 디지털산업기반 구축: 디지털 융합 신산업 기술개발, BIT 융합기술 산업화 지원 기반 구축 (‘06년 예산: 250억원)
정통부	IT, BT, NT	– IT기반 융합 부품소재 육성계획(‘06.5.30) 수립 심의·확정 • 미래 융합 원천기술 개발에 주력하여 2015년 세계 융합 기술 3대 선진국 도약 – IT융합기술인프라구축 : 디지털 컨버전스 센터, 인력양성 등 총 사업비 700억원 예상 (‘06년 예산: 45억원) – IT원천기술개발사업(‘06년 예산: 974억원) – IT 융합기술 중장기 발전 전략 : 오감통신 도우미(NT–IT), 건강환경 도우미(IT–BT) 등 융합기술 개발을 통한 정보통신 분야의 지속적인 성장을 이루기 위한 전략 수립, 총 사업비 4230억원 규모 예상 (‘06년 예산: 390억원)
복지부	BT, IT, NT	– 헬스케어 관련 융합부분
환경부	IT,BT, NT, ET	– 환경기술(ET)은 전자, 생물, 소재 등 다양한 분야의 기술이 접목된 다학제적인 특성을 나타내므로 기술의 분류범주에 따라 다양한 융합 추진 – 미래원천 기술 개발 사업: ET–NBIT 등 신기술 융합기술 환경 부하를 획기적으로 줄일 수 있는 신개념의 환경기술 등 발굴 지원
건교부	건설기반	– 건설 + IT, NT, RT, ET : 신기술을 건설 교통 분야에 융합 추진 • 첨단융합건설기술개발사업(‘06년 예산: 100억원)
해수부	IT, BT, NT, ET, MT	– MT(해양학, 지구물리학, 화학뿐만이 아니라 전기공학, 전자공학, 조선공학, 토목공학 등의 기술이 융합된 다학제적 과학기술)와 IT, BT, ET, NT 등 핵심 단위 기술들과 융합 추진

출처 : 융합기술 종합발전계획 수립방안(안), 10개 부처, 2006. 4.
신기술융합사업 추진계획, 과학기술부, 2003. 5.

그러나, 이처럼 국내외 주요국을 중심으로 추진되고 있는 기술융합화 관련 강력한 정책적 Initiative에도 불구하고 실제 융합연구를 수행하는 연구개발 현장에서는 인력, 예산, 연구관리, 평가 등에 관한 정보나 이해가 매우 일천한 상황

- 특히, 융합연구를 실제 수행한 최소단위인 융합연구개발조직의 구조, 특성, 연구관리 등에 관한 기존의 연구결과나 경험에 대한 정보는 거의 전무한 상태

우리나라의 경우, 기존의 융합연구개발정책이 연구개발 현장의 한계와 제약을 충분히 반영하고 있지 못한 측면이 적지 않음

- 실제 연구개발 수행주체인 연구자들이 직면하게 되는 융합연구 관련 기획, 인력, 예산, 조직구조, 연구문화, 리더십, 전략 등에 관한 경험이나 노하우(know-how)가 대단히 미약한 수준임

이에 본 보고서에서는 국가적으로 많은 관심과 기대 속에 추진되고 있는 융합 관련 국가연구개발사업의 효율성 제고에 기여할 목적으로 실제 연구개발 현장 곧 실험실, 연구개발팀, 연구소 등 융합연구개발조직에 관한 보다 심층적인 사례연구를 통한 정책적 시사점을 도출하고자 함

- 무엇보다 실제 융합 연구개발활동의 수행 주체인 융합연구개발조직의 특성 및 구조, 운영방식 등에 대한 분석을 수행하여 기존 연구개발조직과의 공통점과 차이점을 구명하고, 이에 기초한 융합연구개발조직의 전략 및 정책적 지원방안을 제시하고자 함

2 분석의 틀

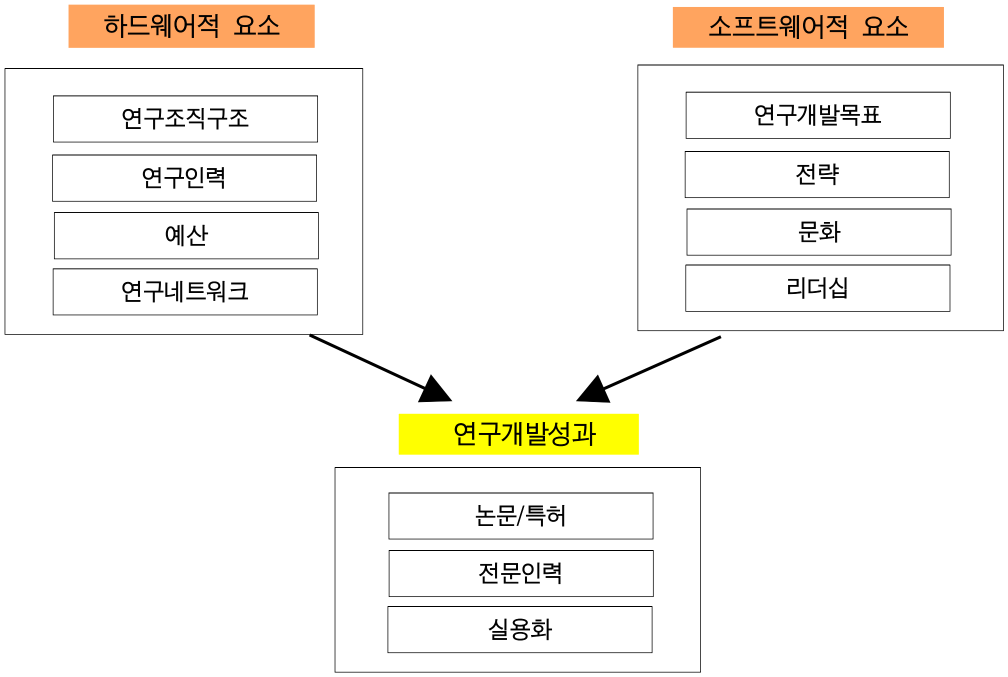
- **국내외 주요국에서 추진되고 있는 융합 관련 연구개발활동이 아직은 실용화 단계까지는 이르지 못하고 주로 기초연구 분야에 집중되고 있는 상황을 고려하여, 연구개발조직의 분석대상을 융합기술 연구를 수행하고 있는 대학과 연구기관으로 국한**

- **연구개발조직의 구체적인 분석내용은 아래 〈그림 1〉의 분석틀 가운데 다음과 같은 두 가지 측면에 초점을 맞추기로 함[1)]**

  - 첫째, 연구개발조직을 구성하고 있는 하드웨어적 구성요소인 조직구조, 연구인력, 예산조달방식, 연구네트워크 등에 대한 현황과 특징 등을 파악

  - 둘째, 연구개발조직의 운영 측면에서 연구개발 목표 및 전략의 구체성과 이들에 대한 연구진들 간의 공유, 상호 커뮤니케이션 방식 등을 포함한 연구문화, 연구개발 조직의 리더십 등 소프트웨어적 요소들에 대한 분석을 수행

1) 연구개발조직을 분석할 때는 주로 구조적 측면, 운영적 측면, 그리고 성과 측면 등의 3가지 영역이 주요 분석대상이 됨. 그러나 본문에서 지적한 바와 같이 아직은 융합연구의 성과가 가시적으로 나타나는 경우가 많지 않은 관계로 여기서는 주로 연구개발조직의 하드웨어적 요소 및 소프트웨어적 요소의 실태파악 및 특성의 비교분석에 초점을 맞춤



〈그림 1〉 연구개발조직의 분석틀

본 보고서의 목적 달성을 위해 다음과 같은 2가지 분석기법을 적용

◎ 첫째, 융합연구개발조직이 기존 연구개발조직에 비해 어떠한 특성을 가지고 있고, 또 가져야 하는 지를 파악하기 위해 연구개발조직의 연구수행방식 발전과정에 대해 문헌고찰 수행

◎ 둘째, 미국, 일본, 그리고 우리나라의 주요 융합연구개발조직에 대한 Benchmarking 연구를 수행

– Benchmarking 수행절차로서 실제 융합연구개발을 수행하고 있는 연구개발조직들을 선정하고, 이들의 연구개발시스템 전반에 관한 문헌고찰, 자료분석, 방문 인터뷰 등 수행

3 기존 문헌 고찰

연구개발조직의 연구수행 방식의 발전과정은 몇 가지 특징적인 차이에 따라 세대 구분이 가능

- R&D와 기술관리 유형에 따라 연구개발 방식의 발전단계를 1세대에서 3세대까지 구분 (Roussel *et al.*, 1991)
- 최근 디지털 혁명, 복합화・융합화 시대에 접어들면서 등장한 제4세대 연구개발조직의 개념 및 특성이 대두 (Miller & Morris, 1999)

먼저, 제1세대 연구개발조직은 연구개발관리에 대한 전략적 체제의 결여로 특징 지워짐

- 연구개발관리는 일반관리자를 배제하고 과학자들에 의해서만 이루어졌으며, 과학자들은 R&D 그 자체에만 관심을 가지고 R&D 결과의 활용성은 거의 고려하지 않음
- 수많은 아이디어 중에서 일부만 사업화된다는 점에서 제1세대 연구개발관리는 높은 불확실성(uncertainty)을 내포
- 이 외에도 제1세대는 전략적・통합적 기능이 결여되어 기업 및 단체의 전체적인 목표와 R&D를 유기적으로 연결지을 수 있는 통찰력이 부족
  - 그 결과 상품개발이 완료된 이후에 마케팅과 재정적 기능이 순차적으로 이루어졌기 때문에 R&D에 대한 모든 정보는 상품을 개발하는 연구자들만이 가지고 있었고, 상품개발 이후 조직의 내・외부적인 정보의 피드백(feedback)은 전혀 이루어지지 않았음 (Jorge Niosi, 1999)

둘째, 제2세대 연구개발관리는 기업이나 연구기관에 의한 목적지향적 관리체계로 조직기능 상호간의 연결관계를 강화시키고, 조직에 대한 보다 질서 있는 관리를 추구

◎ 2세대 R&D는 프로젝트 관리에 의한 기술개발을 추진하고 프로세스를 도입함으로써 직관적 관리에서 목적지향적인 관리체계로 변화하는 과도기적 단계라고 할 수 있음

◎ 막연한 우연을 기대하기 보다는 불확실성을 감소시키고 비용・시간통제를 강화시키는 방식으로 R&D 연구에 책임성을 부여

– 2세대에서는 R&D를 사업적 니즈에서 보다 체계적으로 조화시키려는 노력이 이루어짐

– R&D 활동은 불연속적인 활동으로 인정받아 프로젝트로서 관리되며, 프로젝트에 대한 비용편익적 분석 및 진도의 통제가 시작됨

셋째, 제3세대는 연구개발의 모든 과정이 전사적 전략(enterprise strategy) 차원에서 통합(integration)되어 이루어진다는 점에서 다음과 같은 특징을 지님

◎ 첫째, 시장에서 지배적 위치(dominant position)를 차지할 수 있는 경쟁력을 갖춘 상품을 개발하기 위해 대규모 시장조사와 같은 방법을 통해 “고객의 욕구(needs)"를 파악하여 이를 신상품 개발에 반영하기 시작

◎ 둘째, 제3세대에서는 기업 전체의 목표 차원에서 장단기적 포트폴리오(portfolio)를 구성하고, 우선순위 선택을 통한 기술로드맵을 도입하여 기업전체 차원의 자원을 배분하여 R&D의 불확실성과 위험성을 줄이고자 함

◎ 셋째, 전략적 선택, 내부적 피드백과 R&D를 통합하는 방식을 사용하여 일반관리자와 연구개발관리자 간 상호작용 및 커뮤니케이션이 상품개발과 마케팅, 재정적 기능 등과 같이 순차적이거나 독립적으로 이루어지기 보다는 전사적 전략의 차원에서 통합적으로 수행됨

넷째, 제4세대 연구개발관리의 가장 큰 특징은 조직의 외적 기반인 경쟁 아키텍처(competitive architecture)와 조직의 내적 기반인 조직역량 (organizational capability)의 개발을 강조

◎ 최근 디지털 혁명, 복합화·융합화 시대에 접어들면서, 고객의 암묵적 니즈에 대한 보다 정확한 파악이 요구되고 있고, 불연속적 혁신 및 새로운 지배제품의 창출이 기업경쟁력 제고의 핵심성공요인으로 대두되면서 제4세대 연구개발관리가 등장하기 시작

이처럼 연구개발조직들은 지식, 정보, 기술, 시장 등 조직 내외부의 환경변화와 이에 대응하기 위한 조직의 목표 및 전략의 변화에 따라 끊임없이 연구개발 수행전략 및 관리방식의 변화와 혁신을 요구받고 있음

4 한 · 미 · 일 융합기술 연구개발조직 사례 비교분석

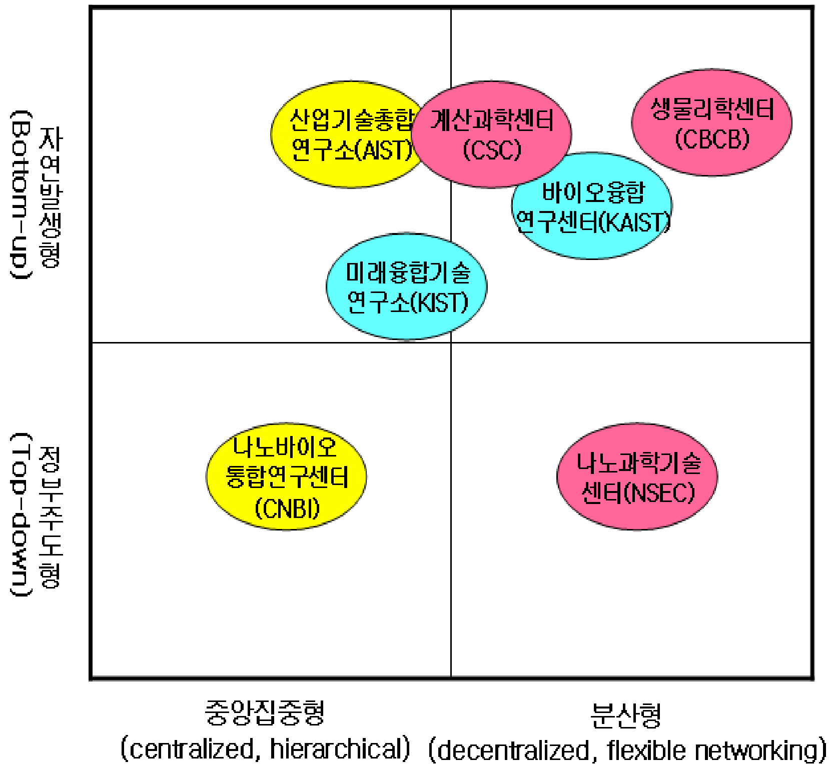
1. 분석대상의 선정

본 분석에서 융합연구개발조직의 사례로서 국제간 비교분석을 수행한 사례는 총 7개임

- 미국의 콜롬비아대학 나노과학기술센터(NSEC), 일리노이대학 생물리학센터(CBCB), 국립재생에너지연구소의 계산과학센터(CSC)
- 일본의 산업기술연구소(AIST), 동경대학 나노바이오 통합연구센터(CNBI)
- 한국의 한국과학기술원(KAIST) 바이오융합연구센터(BioCentury), 한국과학기술연구원(KIST) 미래융합기술연구소

한·미·일 3국에서 대표적인 융합연구 사례로 이상과 같이 7개를 선정한 기준은 크게 다음의 3가지로 요약할 수 있음

- 첫째, 융합연구개발조직의 구조 및 특징, 운영전략, 연구예산 등이 형성과정에 의해 크게 영향을 받는다는 가정 하에 정부주도형(top-down) 및 자연발생형(bottom-up)의 대표적인 사례를 선정
- 둘째, 연구개발조직 구조 및 운영에 있어서 중앙집중형(centralized, hierarchical) 및 분산형(decentralized, flexibly networked)의 특징을 보여주는 각국의 대표적 사례를 선정하고자 하였음
- 셋째, 이들 외에도 사례분석 대상을 선정하는 과정에서 해당 연구개발조직의 그 동안의 연구성과, 발전과정, 연구개발 선도성 등을 함께 고려하였음



〈그림 2〉 융합연구개발조직의 유형 분류

2. 국제간 사례 비교분석

◎ 한, 미, 일 3국의 대표적인 융합 관련 연구개발조직의 구조와 특징을 앞서 제시한 〈그림 1〉의 분석틀에 기초해 비교분석을 수행한 결과 다음과 같은 특징과 시사점을 도출할 수 있었음

(1) 융합연구개발조직의 발생 측면에 따른 특성

융합연구개발조직을 발생 측면에서 보면, 연구기관 혹은 연구자의 자발적 주도로 형성된 Bottom-up 조직과 정부 주도하에 형성된 Top-down 조직 등 두 가지 유형이 존재

Bottom-up 조직은 연구자 사이에 자연스럽게 융합기술 연구에 대한 필요성과 연구목표에 대한 공감대가 형성되어 소속기관 내에 조직이 구성된 경우로 우리나라 KAIST, KIST의 융합연구 조직과 일본 AIST의 경우가 대표적 사례

- 우리나라와 일본의 차이점은 우리나라는 해당 기관의 융합기술 연구조직이 융합기술에 대한 국내외 논의가 활성화된 최근에 구성된 반면, 일본은 이러한 논의가 있기 전부터 연구자들 사이에 융합기술 연구가 진행되었고 최근에 조직이 체계화되었다는 것임
- 여기서 주목할 점은 이러한 자발적 조직들은 대개 기관 차원의 적극적인 지원을 받고 있으며, 최근 각국 정부가 지원하는 융합기술 프로그램을 수행하는 형태로 발전하고 있다는 것임

반면, 정부 주도하에 구성된 Top-down 연구개발조직의 대표적 사례로는 미국 컬럼비아 대학의 NSEC와 일본 동경대의 CNBI를 들 수 있음

- 이들 조직은 정부가 지원하는 프로그램에 의해 설립된 조직으로 각각 미국 나노기술 연구개발 촉진 프로그램인 NNI와 일본 문부과학성의 나노기술 중심 첨단 융합연구개발 프로그램이 지원하고 있음
- 이들은 정부가 지원하는 융합기술 관련 연구개발 프로그램을 한시적으로 지원받고 있으나, 지원 기간은 5년 이상으로 타 연구개발 프로그램에 비해 장기적인 것이 특징

(2) 융합연구개발조직의 구조와 인력 측면에 따른 특성

기존 연구개발조직들의 구조를 살펴보면 다양한 조직의 목적만큼이나 다양한 형태를 가지고 있음

- 연구개발조직의 구조가 조직목적을 성취하는 데 얼마만큼 적응적이고(adaptive)이고 전략적인 모습을 갖느냐가 연구원의 창의성, 조직 구성원간의 커뮤니케이션, 성과창출 등에 직접적인 영향을 미치고 있기 때문

이러한 이유로 기존 연구개발조직을 조직 목적과 구조라는 두 요인간의 유의성(significance) 관점에서 분류하면 크게 다음의 3가지로 분류 가능함 (DeSanctis *et al.*, 2002; Argyres & Silverman 2004)

- 첫째, 학제중심(discipline-oriented) 연구조직구조로 연구개발조직 내 각 부서가 화학, 재료공학, 생물학 등과 같이 학제별로 분리되어 연구개발 활동이 수행됨

- 둘째, 프로젝트기반 연구개발조직 구조로 조직구조 내에서 연구개발부서는 광범위한 연구범위를 걸친 프로젝트들을 동시에 수행함
  - 프로젝트 책임자들이 각 프로젝트 추진에 전권을 행사하며 프로젝트 팀내 각 연구자들은 높은 수준의 자극과 도전의 연구환경 가운데 연구를 수행하는 장점이 있음

- 셋째, 혼합형 연구개발조직 구조로 연구개발조직의 목적에 따라 학제중심 조직구조와 프로젝트기반 조직구조의 성격을 어느 정도씩 혼합한 형태를 띠는 경우임

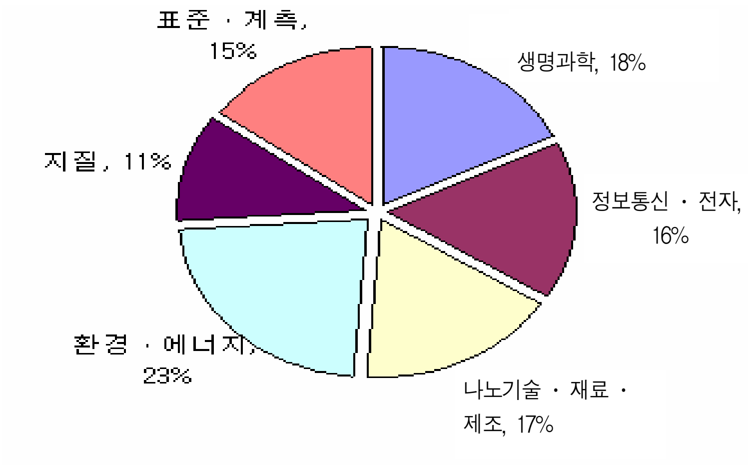
연구개발조직의 3가지 유형 중, 본 연구의 분석대상이 되고 있는 융합연구개발조직의 구조는 혼합형 구조를 따를 가능성이 가장 높은 것으로 판단됨

- 미국의 NSEC, 일본의 AIST, 한국의 KAIST 바이오융합연구센터 등 대부분의 융합연구개발조직에서는 다양한 학문적 배경을 가진 융합연구 참여자들이 각자의 학제(discipline) 내에서 연구를 지속하면서, 동시에 특정한 목적을 가진 융합연구개발 프로젝트에 공동으로 참여

융합연구개발조직의 인력구성은 조직의 목적 및 연구주제에 따라 다양한 스펙트럼을 보여주고 있음

- 미국 일리노이대학의 CBCB 경우, 분자분광학(molecule spectroscopy), 효소 메커니즘, 전자·광자 전송, 단백질·RNA 폴링 등 핵심 연구분야별로 생물학, 화학, 물리학, 전기공학 등 다양한 학제 기반 연구자들이 참여하고 있음

- 일본의 AIST 인력구조를 학제 관점에서 살펴보면, 생명과학, 정보통신·전자, 나노기술·재료·제조, 환경·에너지, 지질, 표준·계측의 6개 분야에 비교적 고르게 분포하고 있음



〈그림 3〉 AIST의 인력구성

(3) 연구예산 측면에 따른 특성

융합연구개발조직이 소속된 기관의 특성과 재원의 성격에 따라 조직의 연구개발 수행 형태 및 임무가 달라지는 경향이 있음

- 대학과 같이 상대적으로 기간 내에 성과창출의 압박이 덜한 기관의 경우, 융합기술 연구 분야의 주제와 참여 연구진이 매우 광범위하게 형성됨

- 반면, 정부 출연금에 의해 운영되는 출연연과 같은 조직에서는 출연연 각 기관의 임무 달성을 위해 보다 가치지향적으로 연구개발 목표를 설정하고 있으며, 상위 기관에 의해 가시적인 연구성과 창출을 요구받고 있음

※ KIST 미래융합기술연구소, AIST 연구 랩(Lab) 조직들은 기관의 고유 설립 목적에 의해 좀 더 목표 중심의 연구수행이 요구되고 있음

융합기술이 갖고 있는 불확실성을 감안하여 타 연구 분야보다는 보다 중장기적으로 접근할 필요가 있음

※ 미국과학재단(NSF)의 '나노과학기술센터(NSEC) 지원프로그램'의 경우 연구수행기관별로 연간 약 2백만 달러의 연구비를 지원하고 있는데, 연구비 수여기간은 5+5로 5년간의 성과평가 후 5년간을 추가로 연장할 수 있어 보다 중장기적이고 안정적인 융합연구가 가능하도록 지원하고 있음

〈표 2〉 컬럼비아 나노과학기술센터(NSEC)의 연간예산규모

자금원천	연간지원규모 (US $)	비고
미국과학재단의 NSEC 프로그램	2M	기간은 기본 5년과 성과평가 결과에 따라 5년 연장
반도체협회(SRC) 산하 NRC의 NRI 프로그램 + 뉴욕주	1M	
계	3M	

출처: NSEC Managing Director와의 인터뷰 자료

(4) 연구목표 및 기획 측면에 따른 특징

- **우리나라와 일본의 융합연구개발 목표 설정 방식은 일련의 가치사슬 체계를 형성함으로써 창출되는 연구성과가 여러 산업으로의 상업적 응용이 가능하도록 연구목표를 설정하고 있음**

- **반면, 미국의 경우 최종적으로는 상업적 응용을 염두에 두고 있지만, 상대적으로 보다 기초 분야와 과학적 탐구 영역에서의 새로운 융합기술 분야를 창출하는 것에 초점이 맞춰져 있음**
  - 따라서 당장 상업적 응용 가능성이 낮더라도, 연구조직에 참여하는 연구진들의 활발한 커뮤니케이션과 공동의 문제해결 방법 탐색을 통해 공동연구 문화를 만들어 내는데 무게중심이 실리고 있다고 할 수 있음

- **연구목표의 차별성은 각국이 처한 상황에 크게 의존하고 있는 것으로 판단됨**
  - 미국은 모든 과학기술 분야에서 수월성을 확보하기 위해 기초부터 응용개발까지 전 범위를 연구개발 대상으로 삼고 있음
  - 반면, 미국 이외의 국가에서는 한정된 자원과 역량 때문에 특정 기술 분야에 대해 가급적 빠른 성과를 얻기 위해 선택과 집중 전략을 취할 수밖에 없는 상황

- **하지만 융합기술 분야가 상대적으로 연구개발 리스크가 크고 프론티어 영역에 있기 때문에 지나친 가치창출 지향은 실질적인 학제간 연구개발의 활성화와 동 분야에 대한 새로운 학습모델 창출의 실패로 이어질 수 있음**
  - 미국 융합기술 연구개발의 원동력으로 작용하는 NNI가 뚜렷한 성과 창출을 지향하기 보다는 장기간에 걸쳐 예측하기 어려운 성과가 실현될 가능성이 있는 기초연구에 주목하고 있는 것도 이러한 이유 때문임

융합연구 분야는 상대적으로 불확실성이 큰 영역이므로 이를 낮추기 위한 연구기획 기능의 강화가 더욱 요구되고 있음

- 융합기술에 참여하는 다양한 학제적 배경을 가진 연구진들이 수행하는 연구방법은 제각기 차이가 나고 연구기획에 있어서도 서로 다른 특징을 가지고 있으므로, 이를 통합·조정하여 동일한 목표를 달성하기 위한 정밀한 연구기획이 필요
- KAIST 융합기술 연구조직 내의 별도의 연구기획팀의 편성이나 AIST의 이노베이션 추진실 등은 원활한 학제적 공동연구를 활성화하기 위한 제도적 장치의 한 사례임
- 특히, AIST는 Top-down 연구주제의 선정에 있어서 지적재산권 조사분석의 결과를 구체적으로 반영시키는 방식은 우리나라 융합기술 연구조직의 연구기획에 있어서도 큰 시사점을 제시

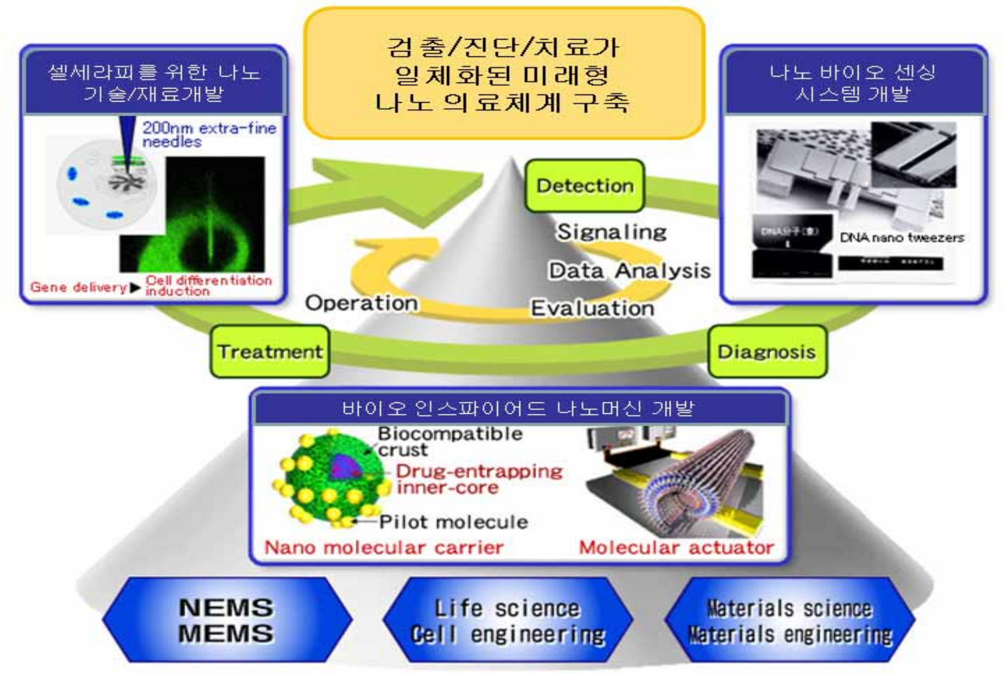
(5) 연구문화 및 커뮤니케이션 측면의 특징

융합연구개발조직은 연구의 특성상 활발한 연구정보 교류를 위해 대면 접촉의 기회를 늘리고 있음

- 융합기술 연구는 참여하는 연구자간 활발한 의견 교환과 창의적 사고에 의해 진전될 수 있으므로, 연구진들이 직접 만날 수 있는 기회를 제공하는 것이 매우 중요

융합기술 관련 별도의 조직을 편성할 때, 대부분의 사례에서 가능한 한 동일 건물 내에 연구진들을 배치하여 공동 세미나나 대학원생의 교환 등을 통해 연구정보 교류가 활성화될 수 있는 인프라를 구축하고 있었음

※ 일본 동경대학의 CNBI는 내부 연구인력 간 커뮤니케이션 활성화를 위해 동경대 내에 약 2,000평방미터의 연구공간을 확보하여 참여 연구팀 대부분이 한 공간에서 연구활동을 수행할 수 있도록 연구시설 구축



〈그림 4〉 CNBI의 핵심 연구분야

◎ 타 연구조직과의 네트워크 형성 시 대면 접촉의 한계로 인해 홈페이지 개설이나 공동 연구개발 프로그램 수행 등을 활용하고 있음에도 불구하고, 실질적인 연구개발에 있어서 대면접촉이 가장 중요한 요소로 평가되고 있음

미국 콜로비아대학 NSEC의 융합 관련 공동연구 수행전략은 핵심 연구주제별로 정기적인 워크샵과 외부인사 초청 콜로키움 등으로 참여연구자들이 첨단의 연구를 짧은 시간 효과적으로 수행할 수 기반을 제공하고 있는 커뮤니케이션에 있음

※ 커뮤니케이션의 활성화에는 노벨 물리학상을 받은 Hortst Stormer 교수, 화학분야에서 프리슬리(Pristely) 상을 받은 Flynn 교수, 그리고 물리학과와 전기공학과 교수를 겸직하는 Tony Heinz 교수 등 원로 또는 중견 교수들의 적극적인 참여가 원동력이 되고 있음

(6) 리더십 측면의 특징

융합연구개발조직의 원활한 연구개발 수행과 공동연구의 활성화를 위해 선도과학자(leading scientist) 및 조정자(coordinator)의 역할이 강조되고 있음

우리나라, 미국, 일본 등 사례연구에서 공통적으로 연구조직의 초기 출범 시 선도과학자의 역할은 매우 중요하게 작용

- 선도과학자는 융합기술 연구분야의 비전 제시와 세부 연구주제 선정 시 결정적인 역할을 하고 있으며, 내외부 연구진의 네트워크 구심점으로 작용
  - ※ KIST 신경과학센터의 출범은 KIST 연구원들의 출연연을 둘러싼 환경변화에 대한 위기의식과 더불어 전임 박호군 원장의 강력한 의지에 의해 가능하였으며, 출범 당시 뇌과학 분야의 세계적 석학인 신희섭 박사를 센터장급으로 영입한 것이 효과적인 전략이었음

- 융합연구와 같은 새로운 분야에 대한 참여는 연구자들로 하여금 일정 부분 이상의 리스크를 안게 하므로, 선도과학자의 리더쉽은 이러한 리스크를 줄여주는 의미를 가지고 있음

조정자는 융합기술 연구조직에 참여하는 여러 분야 연구자의 역할을 분담하고 새로운 연구자의 참여를 결정하는데 매우 중요하게 작용

※ 미국 콜로비아대학의 NSEC의 경우, 경영센터장인 Yardley 교수의 연구자들 간 커뮤니케이션의 활성화를 위한 적극적인 중개자(intermediary) 또는 조정자(coordinator)로서의 역할 수행. 그는 외부 조직과 자문위원회(advisory group), 그리고 내부 의사소통을 매개하는데, 기업의 조직관리 기법을 적용하면서 적극적이고 성공적인 역할 수행 중

- 특히 우리나라와 같이 일련의 가치사슬체계를 형성하고 있는 조직에서는 초기 단계에서 연구개발을 주도하는 학제적 그룹과 이후 단계에서의 주도 그룹은 달라질 수밖에 없음

– 따라서, 학제적 그룹 간의 활발한 의견 교환과 연구개발 피드백을 촉진하기 위해서는 조정자의 역할이 매우 중요

(7) 특성 종합비교 (기존 연구개발조직 vs. 융합연구개발조직)

지금까지 제시한 사례분석 결과와 연구개발조직의 발전과정 및 특징들에 대한 문헌고찰 등의 내용에 기초해 볼 때 융합연구개발조직은 기존 연구개발조직에 비해 다음과 같은 특징이 강조되고 있음

◎ 첫째, 융합연구개발조직은 다학문적, 혼합형 연구개발조직 구조를 가지고 있으며 보다 유연한 연구네트워킹을 지향하고 있음

◎ 둘째, 예산 지원 및 배분에 있어 대부분의 사례에서 예상과는 달리 중앙집중형 예산구조를 보이고 있었는데, 이는 융합연구개발조직이 아직은 태동기 단계에 있기 때문일 수도 있음

◎ 셋째, 기존 학제 기반 연구개발조직이 명확한 연구목표 설정 및 수행전략을 가지고 있는 것에 비해 융합연구개발조직은 보다 유연한(flexible) 목표 및 전략을 취하고 있음

◎ 넷째, 기존 연구개발조직의 최고의사결정자는 전략적 관리자적 성격이 강했다면 융합연구개발조직에서는 혁신주도형 선도자(leader) 및 조정자(coordinator)의 역할이 강조되고 있음

◎ 다섯째, 융합연구개발의 성과관리 및 평가에 있어 융합연구가 내재적으로 안고 있는 상대적으로 큰 위험(risk)에 대한 보상 및 평가기간의 유연성이 고려될 필요가 있음

〈표 3〉 특성비교: 기존 연구개발조직 vs. 융합연구개발조직

구분	기존 연구개발조직	융합연구개발조직
연구조직구조	학제/프로젝트 기반 분산형구조	다학문적(multidisciplinary) 유연한 네트워킹 구조
연구인력구성	단일학제중심 연구인력	다학문적 연구인력
예산 지원 및 배분	기초: 중앙집중관리 응용개발: 연구조직관리	중앙집중관리 단계
연구 네트워크	학제중심	학제간, 커뮤니티 중심
전략 및 목표	명확한 목표/전략	유연한 목표/전략
연구문화	학제간 제한적 커뮤니케이션	학제간 빈번한 상호작용
리더십	전략적 관리자	혁신주도형 선도자/조정자
성과 관리 및 평가	사전 목표 및 진도 기준에 따른 정기적 평가	위험(risk)에 대한 보상 및 평가기간의 유연성

5 정책적 시사점

- 이상의 분석결과에 기초해 융합기술 연구개발조직이 성공적으로 연구목적을 달성하기 위한 필요로 하는 조건들을 조직구조, 연구예산 등의 지원제도, 조정(coordination), 연구네트워킹, 위험관리(risk management) 등으로 구분하여 시사점을 정리하면 다음과 같음

1. 연구개발 수행조직의 역할 측면

1 연구개발조직의 구조 및 운영전략상의 유연성(flexibility) 강화

- 융합연구개발은 내재적 속성상 연구목적 및 주제가 다양한 학제에 걸쳐 있고, 다양한 학문적 배경을 가진 연구자들이 각자의 학제적 지식과 방법론에 기반으로 공동연구를 진행하기 때문에 다양한 이해관계가 상충될 수 있으므로 보다 많은 유연성이 요구됨

- 서로 다른 학문적 배경을 가진 연구자들이 각자의 창의성을 최대한으로 발휘하고 상호간에 원활한 커뮤니케이션을 가능케 하는 유연한 연구문화 조성도 매우 중요
  - ◎ 융합연구개발조직은 기존의 연구개발조직에 비해 구조적으로 보다 수평적인 형태(horizontal structure)를 갖는 것이 효율적
  - ◎ 의사결정구조도 기계적이고 관료적인 계층구조를 갖기 보다는 유기적이고 계층구조가 최대한 단순화 한 방식으로 조직될 필요

2 선도과학자 및 조정자의 역할 강화

- **융합연구조직의 초기 출범 시 선도과학자는 융합연구 분야의 비전 제시와 세부 연구주제 선정 등에 결정적인 역할을 하고 있으며, 내외부 연구진의 네트워크 구심점으로 작용**
  - 연구자들이 기존 학제를 벗어나 새로운 융합연구 분야에 참여하는 것은 연구자로 하여금 일정 부분 이상의 리스크를 부담하게 하므로 선도과학자의 리더십은 이러한 리스크를 줄이는데 기여

- **조정자는 융합기술 연구조직에 참여하는 여러 분야 연구자의 역할을 분담하고 새로운 연구자의 참여를 결정하는데 매우 중요하게 작용**

3 연구 참여주체간 활발한 연구정보 교류를 통한 네트워킹 연구개발 구축

- **정보통신, 바이오, 첨단 소재 등의 복합적·융합적 과학기반산업들의 등장과 급속한 기술변화로 인해 특정기업의 단독 연구개발 수행에 대한 위험성 확대**
  - 이는 급변하는 환경 속에서 어떤 조직도 혁신에 필요한 모든 지식을 보유하지 못하기 때문에 조직 전체 뿐 아니라 공급자·고객·외부파트너들과의 협력을 통해 R&D 활동에 필요한 전반적 지식을 획득해야 한다는 것을 의미

- **융합기술 연구는 결국 이에 참여하는 연구자들의 활발한 의견 교환과 창의적 사고에 의해 진전될 수 있으므로, 연구진들이 직접 만날 수 있는 기회를 제공하는 것이 매우 중요**
  - 융합연구개발조직들은 연구주제의 특성상 다양한 학제 기반 참여 연구자들 간의 활발한 연구정보 교류를 위해 대면 접촉의 기회를 확대

2. 정부 지원정책 측면

1 연구자 참여제고를 위한 연구예산 등의 지원제도 확충

융합연구는 기존 분야의 전문가들을 모이게 할 인센티브로서 외부의 지원 또는 견인이 필요

- 바쁜 전문가들이 소규모로 개별적인 차원에서 공동연구를 할 수 있지만, 여러 분야의 전문가들이 지속적으로 의사소통을 하기 위해서는 충분히 그럴만한 동기와 여건이 필요
  ※ 미국 NSF의 NSEC 프로그램 지원에 의한 컬럼비아대학 NSEC

연구예산이라는 외부지원 외에도 다양한 학제의 연구자들간 정보교류 및 공동연구를 촉진하기 위한 연구개발 협력시스템 구축 필요

- 연구개발과 가치사슬 관점에서 기초–응용–개발–실용화 등의 전체 과정을 통합하고 조정할 수 있는 협력시스템 구축을 위한 제도적 지원이 요구됨

2 융합연구에 수반되는 연구관리 위험해소를 위한 정책적 지원 필요

융합연구 분야는 연구 과정 및 성과의 불확실성이 상대적으로 크고, 이에 비례하여 연구 참여자들이 직면하는 연구자원 포트폴리오, 전문영역 구축 등과 관련된 연구관리 위험도 증가

- 특히, 융합연구개발조직에 참여하는 연구들의 경우 경력 축적 및 향후 진로 선택에 있어 어려움을 겪을 위험성이 상대적으로 더 많음

융합연구에 참여하는 연구자들이 직면하는 연구위험 관리를 위해서는 두 가지 측면에서 지원이 필요

◎ 연구비 예산지원의 안정성 확보

- 융합연구의 단계상 단기간에 가시적인 연구성과가 나오기 어려운 상황을 고려하여, 타 연구개발 프로그램에 비해 좀 더 장기적인 예산지원 프로그램을 구축할 필요

◎ 성과평가 방식의 보완

- 융합연구 참여자들이 직면하는 연구 과정 및 성과의 불확실성이 기존 학제 내 연구수행에 비해 상대적으로 크므로 이에 대한 위험수당(risk premium) 차원에서 다양한 성과평가방식을 통해 연구자의 위험을 줄여줄 필요

3 협력연구 시스템 강화 및 우수 융합연구인력의 육성

향후 우리나라가 융합기술 강국으로 도약하기 위해서는 정부가 다음의 두 가지 기본적인 역할에 충실해야 할 것으로 보임

◎ 첫째, 다분야 기술의 융합이라는 본질적 속성상 산·학·연 협력 네트워크 강화와 이를 통한 연구주체들의 자발적이고 창의적인 협력연구 시스템 및 문화를 구축하도록 지원 강화 필요

◎ 둘째, 성공적인 융합기술 연구개발을 위해서는 학제간 기술을 이해·통합하여 혁신을 주도하고 관리할 수 있는 전문인력의 육성이 무엇보다 중요

- 이를 위해서는 학제간 벽을 뛰어넘는 대학 및 대학원 교육의 혁신을 통해 제대로 된 융합기술 전문가를 육성하는 데 정책적 역량을 집중할 필요가 있음

참고문헌

김선창 (2007), KAIST Institute for the BioCentury(KIB): Direction and Action Plan.

산업기술총합연구소(2007), 일본의 과학기술동향과 과학기술의 역할: 2005~2006 연차보고서.

산업기술총합연구소(2007), 제2기 연구전략 2006년/2007년 판.

산업기술총합연구소(2006), 산총연의 산학관 제휴활동의 전략과 전개: 이노베이션을 위해.

이공래, 황정태(2005),“다분야 기술융합의 혁신시스템 특성 분석”, 과학기술정책연구원 연구보고서.

일본과학기술정책연구소(2005), 과학기술의 중장기 발전 관련 부감적 예측조사.

정진화 외(2004),“신기술 융합화에 따른 산업패러다임 변화와 우리의 대응”, 산업연구원.

하태정(2006), 미래 기술 트렌드의 핵심: 컨버전스, 과학기술정책 Vol. 16, No. 2.

한국과학기술기획평가원 (2007),‘융합기술 종합발전 기본계획 2006’, 한국과학기술기획평가원·과학기술부

히타치종합계획연구소(2006), “융합”형 기술개발의 가속화에 의한 국제경쟁력향상.

Allen, Thomas (1970), "Communication networks in R&D laboratories.", R&D Management, 1(1), 14-21.

Argyres, Nicholas S. and Brian S. Silverman (2004), "R&D, Organization Structure, and the Development of Corporate Technological Knowledge", Strategic Management Journal, Vol. 25.

DeSanctis G, Jeffrey T. Glass and Ingrid M. Ensing (2002), "Organizational Designs for R&D", Academy of Management Executive, Vol. 16, No. 3.

Kodama, F.(1991), Analyzing Japanese High Technologies: The Techno Paradigm Shift, London: Printer Publishers.

Miller, William L. and Morris, Langdon (1999), 4th Generation R&D: Managing Knowledge, Technology and Innovation, New York, John Wiley.

National Research Council of the National Academies (2006), A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative, The National Academies Press: Washington.

Niosi, J. (1999), "Fourth Generation R&D: from Linear Models to Flexible Innovation", Journal of Business Research, 45.

OECD (1993), Technology Fusion: A Path to Innovation, The Case of Optoelectronics, Paris: OECD.

Roco, M and Bainbridge, W (2002), Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science, US National Science Foundation

Rosenberg, N.(1982), Inside the Black Box - Technology and Economics, Cambridge: Cambridge University Press.

Silberglitt, R., et al. (2006), The global technology 2020, in-depth analysis, RAND.

White, P.A. (1980), Effective Management of Research and Development, Macmillan Press, New York.

http://www.meti.go.jp (일본 경제산업성)

http://www.aist.go.jp/ (산업기술총합연구소)

<2006년도 발간목록>

◎ kistep 홈페이지(www.kistep.re.kr)내『이슈페이퍼』코너에서 원문을 보실 수 있습니다.

발간호	제 목	저자 및 소속
2006-01	기업 R&D의 양극화 현황진단과 정책과제	문혜선 (kistep)
2006-02	미국의 이공계 대학 교육 혁신정책 추이와 시사점	김기완 (kistep, 現 KDI)
2006-03	국가연구개발사업 평가체계의 효과적 구축을 위한 제언	오동훈 (kistep)
2006-04	국가연구개발사업 지식관리 현황 분석과 정책과제	윤권순 (지식재산연구원)
2006-05	韓·美 FTA 관련 주요 과학기술정책 이슈와 시사점	백철우, 손병호 (kistep)
2006-06	국가연구개발사업의 새로운 성공모델 탐색 : FTTH 기술개발 사례 분석	이병헌 (광운대)
2006-07	통신·방송 융합 관련 주요 과학기술 정책 이슈와 시사점	김윤종, 정상기 (kistep)
2006-08	기초연구 결과물의 활용과정 분석 및 평가방식 개선에 관한 제언	양혜영 (kistep)
2006-09	융합기술분야 연구개발 활성화를 위한 정책제언	유경만 (kistep, 現 기초연)
2006-10	자립적 지방화를 향한 지역혁신사업 추진 전략	한주연 (kistep)
2006-11	산학협력 활성화 방안 - 산학협력 선순환구조 구축을 중심으로 -	송완흡 (포항공대)
2006-12	SBIC 현황 및 성과분석을 통해 고찰한 기술금융 정책의 이슈와 시사점	장용석 (죠지 워싱턴대학)

<2007년도 발간목록>

발간호	제 목	저자 및 소속
2007-01	한국형 기술영향평가의 기본방향 정립 및 정책활용도 제고	임현, 유지연 (kistep)
2007-02	'제3세대' 혁신정책 패러다임의 등장과 정책과제	이장재, 오해영 (kistep)
2007-03	자체평가의 신뢰성 향상을 위한 국가연구개발사업 표준성과지표 개선방안	박지현, 정상기 (kistep)
2007-04	이공계 박사의 노동시장 특성과 유동성 분석	김진용 (kistep)
2007-05	민군 기술협력 강화를 위한 정책방안 모색	이춘주 (국방대학원)
2007-06	주요국의 R&D 투자동향 분석 및 시사점	박수동 (kistep)
2007-07	기술확산 촉진을 위한 표준화와 특허풀 연계 전략	윤성준(kistep), 길창민(IITA)
2007-08	국가연구개발사업 사전타당성조사의 효과성 제고방안	이윤빈 (kistep)
2007-09	와해성 기술혁신의 현황진단 및 정책적 지원방안	채재우(한국기계연구원) 이길우(kistep)
2007-10	주요국의 고위험 혁신적 연구지원 정책 동향 및 시사점	차두원(kistep), 김현철(한국과학재단) 손병호(kistep)
2007-11	공공연구기관의 연구성과 관리·활용 현황 및 활성화 방안	고윤미, 김병태 (kistep)
2007-12	과학기술예측조사를 위한 미래사회 전망 방법론 개선방안	임현, 안병민 (kistep)
2007-13	기술금융 선진화를 위한 기술유동화 도입방안 - 기술신탁을 중심으로 -	이승현 (한국지식재산연구원)
2007-14	국내 기업의 연구개발활동 통계의 비교와 시사점	박선영(kistep) 조성표(경북대)
2007-15	국내 과학기술인력 규모 분석	김진용, 이정재 (kistep)

<2008년도 발간목록>

발간호	제 목	저자 및 소속
2008-01	새 정부 과학기술정책 이슈와 과제	이장재, 이정재 (kistep)

저자
소개

■ 하 태 정
- (現) 과학기술정책연구원(STEPI) 부연구위원
- 연세대학교 경제학 박사('00)
- Tel) 02-3284-1775
- e-mail) hhhtj@stepi.re.kr

kistep Issue Paper 2008-02

| 발 행 | 2008년 4월
| 발행인 | 조 영 화
| 발행처 | 한국과학기술기획평가원
서울시 서초구 양재동 275 동원산업빌딩 8~12층
전화 : 02) 589-2200 / 팩스 : 02) 589-2222
http://www.kistep.re.kr
| 인쇄처 | 드림디앤디 [TEL : 02)2268-6940 / FAX : 02)2268-6941]