

창조적 혁신을 위한 국가연구개발사업 연구추진체제의 설계 : 창의적연구진흥사업 사례*

손병호* · 현재호***

〈 목 차 〉

1. 서 론
2. 창조적 혁신을 위한 연구추진체제 설계의 기본방향
3. 창의적연구진흥사업 연구추진체제의 설계
4. 창의적연구진흥사업 추진현황
5. 결 론

1. 서 론

과거 우리 나라는 선진국에서 검증된 기술을 도입하여 모방·소화하는 모방형 또는 선진국 따라잡기형(catch-up) 기술개발을 바탕으로 경쟁하여 왔다. 그러나 이 과정에서 우리 나라는 습관화된 모방적 연구풍토로 인해 창조적 원천기술개발을 등한시하였고, 이는 21세기를 눈앞에 둔 현재 우리 나라 국가경쟁력의 급격한 상실²⁾의 주요원인으로 작용하고 있다. 1995년 우리 나라의 기술무역수지는 18억달러 적자로 그 추세가 점점 심화되고 있으며, 새로운 개념의 신제품 개발에 필요한 원천기술에 있어서 선진국의 종속상태를 벗어나지 못하고 있다³⁾. 또한 기초과학 수준을 나타내는 국제학술지 발표 논문(SCI 기준) 실적은 1997년 기준

* 본고는 제14회 기술경영경제학회 동계 학술발표회에서 발표한 논문을 수정, 보완한 것이다.

** 한국과학기술평가원(KISTEP) 창의연구전문위원실 선임연구원, 경영학 박사

*** 한국과학기술평가원 창의연구전문위원실 선임연구원, 경영과학 박사

2) 1998년 4월에 스위스 국제경영개발원(IMD)이 발표한 국가경쟁력 순위에서 우리 나라는 46개국 중 35위를 기록하였는데, 이는 대만(16위)과 말레이시아(20위)는 말할 것도 없고, 중국(24위)과 필리핀(32위)보다도 뒤쳐진 것이다.

3) 예를 들면, 우리 나라가 세계최초로 상용화한 CDMA 단말기의 원천기술도 미국 쉐퍼사로부터 수입하여 디지털 휴대

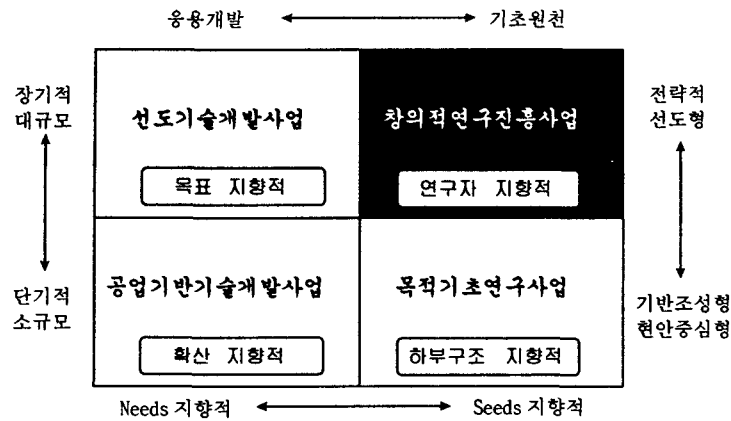
세계 17위로 미국의 1/31, 영국의 1/8, 일본의 1/7 수준이며, 인구 만명당 논문 발표수는 2.0편으로 세계 37위로 나타나 경쟁국인 싱가포르의 6.6편(20위), 대만의 3.7편(27위)에 비해 뒤져있는 실정이다(과학기술부, 1998).

이와 같이 과거처럼 외국기술의 모방·개량에 바탕을 둔 기술력만으로는 더 이상 국제사회에 경쟁할 수 없는 상황이 되었고, 독자적으로 세계적 수준의 원천기술력을 확보하지 않고서는 지속적인 경제성장을 기대할 수 없게 되었다. 따라서 지적창조력이 핵심경쟁원천이 되는 21세기 지식기반경제시대에 우리 나라가 세계시장에서 경쟁하기 위해서는 그 동안의 양적 성장 및 단기 지향의 모방적 기술개발 중심에서 질적 성장 및 장기 잠재력 배양을 통한 창조적 혁신 중심의 국가혁신체제로 전환할 필요가 있다.

최근 과학기술부는 창조적 혁신 중심의 국가혁신체제로의 전환을 촉진하기 위한 정책의 일환으로 1997년부터 '모방에서 창조로'라는 기치 아래 '창의적연구진흥사업(Creative Research Initiatives: CRI)'이라는 새로운 국가연구개발사업을 추진하고 있다. 창의적연구진흥사업은 ① 미래 신산업 창출이 가능한 독자적 핵심원천 기술 확보와 ② 창의적인 연구문화 창출 및 차세대 세계적인 연구리더를 육성하여, 미래산업사회의 국가경쟁력 확보 및 삶의 질 향상을 위한 선도적인 역할을 수행하는 것을 기본 목적으로 하고 있다(과학기술처, 1996). 창의적연구진흥사업은 핵심원천 기반기술을 개발하는 연구개발사업으로 실용화를 목표로 추진하는 응용개발연구사업인 대부분의 국책연구개발사업과 차별성이 있으며, 단일 연구목표를 설정하여 연구를 추진한다는 측면에서 전략적인 목표를 가진 연구를 추진하지 못하고 있는 과학재단의 우수연구센터사업(SRC/ERC)과 차별화 된다. 또한 구체적인 목표를 설정하여 기술개발을 추진하는 목표지향적인 프로그램인 선도기술개발사업(일명 G7사업)과는 '선도형'이라는 측면에서는 공통점이 있으나 선도기술개발사업이 수요 지향적인 반면 창의적연구진흥사업은 씨즈(seeds) 지향적이고 보다 기초원천적 성격이 강하다는 점에서 차별화된다. 대학의 기초연구역량을 제고시키기 위한 하부구조 지향적인 과학재단의 목적기초연구사업이 기반 조성적 성격이 강한 프로그램이라고 한다면, 창의적연구진흥사업은 구체적인 연구목표를 가진 전략적 선도형 프로그램으로 연구조직을 지원한다는 점에서 차별화 된다.

전화 1대를 생산·판매할 경우 70\$ 규모의 칩을 수입하고 있으며 매출액의 5.25%를 기술료로 지급하고 있다. 또한 200만원 규모의 PC 1대를 판매할 경우 소프트웨어 및 핵심부품 수입으로 1대당 약 100만원이 해외로 지출되고 있고, 새로운 개념의 제품인 DVD가 본격 출하될 경우 기술료 지출액이 제조원가의 약 7~8% 규모에 이를 것으로 전망되고 있다(조선일보, 1997년 1월 23일자, 중앙일보 1996년 5월 14일자 기사).

〈그림 1〉 창의적연구진흥사업과 타 국가연구개발사업과의 비교



본 연구의 목적은 이러한 창의적연구진흥사업을 대상으로 한 사례연구를 통해 창조적 혁신을 촉진하기 위한 국가연구개발사업에서의 연구추진체제(Research System)가 실제로 어떻게 설계되고 실행되었는가를 분석하고, 그 정책적 시사점을 제시하는 것이다. 연구개발 사업목표를 달성하기 위해 연구추진체제를 어떻게 설계하여야 하는가는 그 사업의 성패에 중요한 역할을 담당한다. 본 연구에서는 이러한 연구목적을 달성하기 위해 우선 2절에서는 창조적 혁신을 위한 연구추진체제 설계의 기본방향을 제시하였고, 3절에서는 창의적연구진흥사업 연구추진체제의 주요 특징들의 이론적 근거를 제시하고 그 주요 내용들을 설명하였으며, 4절에서는 1997년에 선정된 27개 연구단의 추진현황 조사를 실시해 실제로 사업추진 과정에서 어떻게 응용되어 반영되었는가를 설명하였다. 그리고 5절에서 결론적 토의와 맺음을 하였다.

2. 창조적 혁신을 위한 연구추진체제 설계의 기본방향

‘창조적 혁신(creative innovation)⁴⁾’은 독자적으로 원천기술을 확보하고 해당 기술을 바탕으로 사업화를 추진하여 새로운 부가가치를 창출하는 혁신을 의미하며, 외부로부터 완성된 또는 검증된 기술을 도입하여 부가가치를 창출하는 ‘모방적 혁신(imitative innovation)’

4) 창의성(creativity)은 모든 혁신(innovation)의 씨앗으로 새롭고 유용한 아이디어들의 생성을 의미하며, 혁신은 조직 내에서 창의적인 아이디어가 성공적으로 실행되는 것을 의미한다(한인수·박경환, 1998; Amabile et al., 1996; Mumford & Gustafson, 1988; Woodman et al., 1993). 본 연구의 창조적 혁신 개념은 창의성과 혁신이 합성된 개념이다.

에 대비되는 개념이다(현재호-정혁, 1997).

연구개발에 있어서 창조적 혁신 또는 창조적 성과(creative performance)를 결정하는 요인은 크게 인적 요인(personal factors)과 조직·환경적 요인(environmental factors)으로 구분할 수 있다(한인수-박경환, 1998; 현재호-정혁, 1997; Oldham & Cummings, 1996). 인적 요인은 개인의 성격이나 능력과 같은 개인 내부요인을 의미하며, 조직·환경적 요인은 개인이 가지고 있는 창의성을 발휘할 수 있는 환경조성 및 조직적인 지원을 의미한다. 인적 요인에 비해 조직·환경적 요인은 조작가능하기 때문에 전통적으로 경영자들의 관심대상이 되어 왔으며, 최근 창조적 혁신에 영향을 미치는 요인들에 관한 주요 연구들도 인적 요인보다는 개인이 속해있는 조직이나 직무환경에서 영향요인을 찾으려는 경향이 두드러지고 있다(한인수-박경환, 1998).

국가연구개발사업에서 연구추진체제가 의미하는 것이 무엇인가에 대한 정확한 개념정의는 힘들지만, 본 연구에서는 연구추진체제를 “연구조직의 연구환경 및 연구조직구성 및 운영체제”로 정의하고자 한다. 본 연구에서는 이런 관점에서 창조적 혁신을 위한 연구추진체제 설계시 인적 요인⁵⁾보다는 조직·환경적 요인에 초점을 맞추어 연구추진체제 설계의 기본 방향을 구축하고자 하였는데, 이를 연구조직의 연구환경측면과 연구조직의 구성 및 운영 측면에서 나누어 살펴보면 다음과 같다.

우선 연구조직의 연구환경측면에서 보면, 연구자 개개인의 내재적 동기부여(intrinsic motivation)를 제고할 수 있는 연구환경의 구축이 중요하다. 개인의 창조활동은 개인의 관심사, 만족, 도전적인 일의 발견 등에 의하여 내재적 동기부여가 높게 이루어질 때 극대화되고(Amabile et al., 1996; Oldham & Cummings, 1996), 이러한 내재적 동기부여는 직무환경·분위기를 어떻게 인지하느냐로 결정된다(한인수-박경환, 1998; Amabile et al., 1996; Oldham & Cummings, 1996). 기존 연구에 의하면 내재적 동기부여를 제고할 수 있는 연구환경요인으로는 창의성을 장려하는 후원적인 문화·환경(encouragement of creativity), 자율성(autonomy) 또는 자유(freedom), 충분한 자원(sufficient resources), 도전적 업무(challenge) 등이 있다(Amabile et al., 1996).

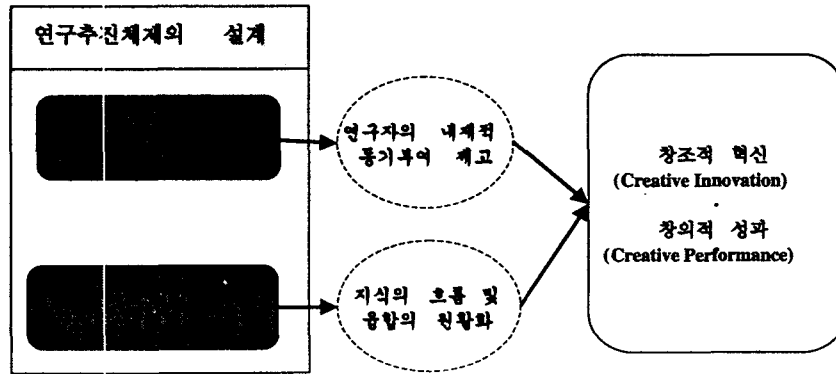
연구조직구성 및 운영체제측면에서 보면, 지식의 흐름과 융합(flow and fusion of knowledge)이 원활히 이루어질 수 있는 연구조직구성 및 운영체제를 갖추는 것이 중요하다. 개인의 창의성이 조직수준의 혁신으로 발전하기 위해서는 조직의 지식창조활동으로 발전할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 연구인력간의 지식의 흐름이 원활하게 이루어져 지

5) 창의적연구진흥사업에서 인적 요인은 연구자 개인의 창의성과 재능을 의미하는데, 이는 사업 기획시 선정평가시스템 설계에 주로 반영되었다. 이런 선정평가시스템 설계는 본 연구의 범위를 벗어나므로 인적 요인에 관한 내용은 본 연구에서 제외하기로 한다.

식의 융합가능성이 제고되어야 한다(Nonaka & Takeuchi, 1995). 기존 연구에 의하면 이러한 지식의 흐름과 융합가능성을 제고하기 위해서는 연구조직이 다양한 전문성을 가진 인력으로 구성되어 동료간의 활발한 아이디어의 개진 및 토론이 일어나야 하며(Amabile, 1988), 유연하고(flexible) 역동적인(dynamic) 조직체제를 갖추어 새로운 아이디어의 유입과 흐름을 원활하게 해야 한다(Damanpour, 1991; Woodman et al., 1993).

<그림 2>는 지금까지 설명한 본 연구의 창조적 혁신을 위한 연구추진체제 설계의 기본 방향을 보여주고 있다.

<그림 2> 창조적 혁신을 위한 국가연구개발사업 연구추진체제 설계의 기본 방향



3. 창의적연구진흥사업 연구추진체제의 설계

앞에서 설명한 것처럼, 본 연구에서 창조적 혁신을 위한 창의적연구진흥사업 연구추진체제의 기본 방향은 연구조직의 연구환경측면에서는 연구자 개개인의 내재적 동기부여를 제고할 수 있는 연구환경구축이며, 연구조직구성 및 운영체제 측면에서는 지식의 흐름과 융합을 원활하게 할 수 있는 연구조직구성 및 운영체제의 구축이다. 여기에서는 이러한 기본방향 하에 설계된 동 사업 연구추진체제의 주요 특징을 제시하고자 한다.

3.1 연구자의 내재적 동기부여를 제고할 수 있는 연구환경 구축

3.1.1 단일 연구리더 중심의 연구추진체제(research-centered System)

연구개발은 본질적으로 개인연구자의 창조적인 활동에서 출발하며, 개별 연구자의 능력과 동기부여에 의해서 창의적 성과가 결정된다(Amabile, 1983; Lovelace, 1986). 예를 들면,

일본 과학기술청 장관상을 수상한 연구자에 대한 조사연구에 따르면, 전체 응답자의 66.6%가 가장 중요한 성공요인으로 개인연구자의 자질을 지적하고 있으며, 우수 연구자의 약 60%이상이 연구과정에서 연구 포기를 생각할 정도로 수많은 어려움에 접하는데 이를 헤쳐 나갈 수 있는 집념이 중요하다고 지적하고 있다(西本昭男 외, 1994). 그러므로 동 사업의 추진에 있어서도 가장 중요한 핵심요소는 창의적인 연구아이디어를 갖고 있는 연구책임자(즉 연구리더)가 열정적으로 동 사업의 연구에 몰입하여 연구를 수행하는 것이다.

그러나 개인 연구자가 아무리 우수한 자질을 보유하고 있더라도 개인의 창의성을 발휘할 수 있도록 연구자 개인의 개성을 존중하고 자율성과 독창성을 촉진하는 자율적인 연구환경이 조성되지 않는다면 개인의 우수한 자질은 사장될 수밖에 없다. 이는 개인 또는 집단은 자율성이 허용되었을 때, 창의성이 촉진되기 때문이다(Amabile, 1988; Oldham & Cummings, 1996; Pelz & Andrew, 1966; Woodman et al., 1991). 자율적인 행동을 허용하는 것은 그만큼 우연이 일어날 확률이 높음을 의미하며, 창의적인 아이디어의 발상이 활발히 이루어질 수 있음을 의미한다(Nonaka & Takeuchi, 1995).

동 사업에서는 이러한 자율적인 연구환경을 구축하기 위해 동 사업에 선정된 연구리더(연구단장)에게 연구단⁶⁾의 구성 및 운영에 관한 여러 가지 권한을 부여하고 있다. 동 사업의 연구단장에게는 자신이 제안한 연구과제의 목표달성을 위하여 필요한 경우 참여연구인력을 공모하거나 국내외의 우수한 Post-doc.의 유치·활용, 연구내용 및 수행방법의 결정, 참여연구원의 임면 및 연봉계약 등에 관한 인사권 등 최적의 연구팀 구성에 대한 전적인 권한이 주어진다. 또한 산·학·연 기관에서 동 사업의 연구단을 유치할 수 있으나, 인사 및 회계 측면에서 유치기관(host organization)⁷⁾으로부터 독립성을 확보할 수 있도록 규정화하였다. 물론 기존 연구조직을 그대로 활용하면 기존의 연구시설 및 기기를 활용하는데 유리하고 연구인력 Pool이 커서 사업추진이 용이하다는 장점이 있다. 그러나 기존의 모방형의 연구문화에 동 사업의 연구단이 오염될 가능성이 커서 창의적 연구성과를 기대하기가 어렵기 때문에, 동 사업의 연구단은 기존 연구조직과 독립적으로 운영되도록 하였다.

3.1.2 충분하고 안정적인 연구비 지원(long-term research funding)

기존 연구들은 자원배분이 창의적 성과와 직접적인 관계를 가지고 있다고 지적하고 있다(Cohen & Levinthal, 1990; Kanter, 1983). 민간기업은 프로젝트가 전략적으로 결정될 경우 충분한 자원을 동원하는데 큰 어려움이 없다. 그러나 정부 또는 공공연구기관에 있어서

6) '연구단'이라 함은 동 사업을 직접 수행하기 위해 구성된 소규모의 연구조직을 말한다.

7) '유치기관'이라 함은 동 사업을 수행하는 연구단을 유치하여 연구공간을 제공하고 시설 및 행정 등을 지원하는 기관을 말한다.

자원 조달이 매년 회계연도와 연동되어 예산을 확보하여야 하는 상황이기 때문에 자원동원 능력이 프로젝트 성공에 있어서 절대적으로 중요하다. 특히 기초연구성과가 상용화되기까지는 약 10년 이상이 소요되기 때문에 지속적인 연구재원의 확보 없이는 창조적 혁신이 성공하기 어렵다고 볼 수 있다(현재호-정혁, 1997). 이런 측면에서 동 사업에서는 장기간에 걸쳐 충분하고 안정적인 연구비를 지원함으로써 연구자들이 연구에만 몰두할 수 있도록 하고 있다. 줄기형 연구테마⁸⁾(연구단 규모는 10~20명)는 연간 약 10억 내외, 씨앗형 연구테마⁹⁾(연구단 규모는 5~10명)는 연간 약 5억 내외의 전폭적인 연구비를 총 연구원이 개념으로 지원하고 있다.

3.1.3 일몰방식의 연구추진(sunset approach)

너무 과도한 업무부하는 창조적 성과에 부정적인 영향을 끼치지만 적절한 독려는(some degree of pressure) 도전의욕을 진작시킴으로써 창조적 성과에 긍정적인 영향을 끼친다(Amabile, 1988; Amabile et al., 1996; Kaplan, 1960). 이는 일면 자율성에 배치되는 것처럼 보이나, 자유방임적인 직무환경보다 독려(pressure to produce)의 형식으로 경영층이 관심을 가지는 환경에서 보다 창조적 성과가 촉진됨을 의미한다(Twiss, 1992).

Nonaka & Takeuchi(1995)에 따르면 일본의 따라잡기형 혁신전략을 추구하는 기업들은 높은 전략목표설정 등 위기(crisis)를 조성함으로써 조직구성원들에게 도전의욕을 진작시키는 방법을 유용하게 사용해 왔다. 한국의 현대자동차도 기술적 능력을 발전시키는 과정에서 최고경영층이 위기를 의도적으로 조성(crisis construction)¹⁰⁾하여 조직의 결속을 유도하고 위기를 기회로 전환하여 불연속적인 기술혁신을 단계별로 추구하면서 기술적 역량을 축적시켜 왔다(Kim, 1995). 특히 Kim(1995)은 자연적으로 발생된 위기보다 의도적으로 조성된 위기상황에서 조직목표가 보다 쉽게 합의·형성되고, 조직목표와 조직구성원 목표간 합의가 쉽게 이루어지며, 조직구성원의 노력투입이 더 강하게 나타나고, 지식전이가 더 빠르게 나타나며, 조직구성원간의 상호작용이 더 강하게 나타난다고 지적하고 있다.

동 사업에서는 연구종료 후 연구단을 해체하는 일몰방식(Sunset Approach)을 채택하고

8) 새로운 연구영역 등 주요 연구줄기를 개척할 수 있는 breakthrough 달성을 위한 체제적 가설검증단계의 연구로 6년 후 계속지원여부를 평가해 최장 9년까지 지원

9) breakthrough 가능성 탐색단계로 연구가설이 창의적이나 좀 더 구체화된 아이디어 검증이 필요한 연구로 3년 후 줄기형 진입여부를 평가해 최장 9년까지 지원

10) Nonaka & Takeuchi(1995)에 의하면 새로운 지식창조는 개인의 내면 뿐 아니라 외부환경과의 상호작용 속에서 이루어지며, 자기조직화 체계가 지식과 정보로 대응하지 못하고 주기성이 없는 혼돈(chaos) 상태에 직면하였을 때 새로운 지식창조가 이루어진다고 밝히고 있는데, 조성된 위기는 창조적 혼돈상태(creative chaos)를 야기하여 지식창조를 촉진한다고 볼 수 있다.

있다. 즉, 연구에 참여한 모든 연구원은 연구가 종료된 후 원 소속기관으로 복귀하며, 동 사업을 위하여 연구단 유치기관과 프로젝트베이스 계약제로 채용된 자는 계약내용에 따르고 연구조합을 구성한 경우는 사업종료와 동시에 조합 및 연구단을 해체하는 것이다. 이러한 일몰 방식의 적용논리는 연구조직이 설립 후 약 10년 이상 경과하면 연구사회에서 지명도를 확보하게 되고, 지명도를 유지하려는 관성으로 연구조직이 관료화되어 연구생산성이 저하되며, 결국 창의적인 연구를 수행하기에는 너무 노화된 조직으로 변화한다는 점에 있다. 또한 동 사업에서의 일몰 방식의 적용은 연구단에 참여하는 연구원들에게 일종의 의도된 위기(연구종료 후 연구단 해체)를 조성함으로써 연구원들이 연구종료 후에 좋은 여건의 직장을 구하기 위해서 연구를 더욱 열심히 수행하도록 하는 의미도 있다.

선진국의 연구개발시스템에서는 이미 일몰방식이 성공적이라는 평가가 내려져 있다. 일본 이화학연구소의 경우 7+7의 룰을 적용하여 14년 이후에는 연구실을 폐쇄하는 방식으로 운영하고 있다. 연구종료시점에서 연구그룹이 아무리 우수한 연구성과를 배출하고 있다고 하더라도 무조건 폐쇄하는 접근 방법을 취한다. 연구실을 폐쇄하지 않고 지속되면, 연구실장의 그늘로 인하여 젊은 연구자가 꿈을 펼칠 수 없는 환경이 지속되고, 결국 연구조직이 관료화되며, 결과적으로 연구생산성이 떨어진다. 반면 연구실이 폐쇄되면 소속연구원들이 모든 방면으로 흩어져 각자의 관련분야에서 우수한 연구자로 성장할 수 있을 것이다. 참여했던 연구원들이 모두 흩어진다고 하더라도 원래의 소속연구원들과의 인적 네트워크를 가동시킴으로써 그들의 협력이 지속되게 된다. 이런 인식에서 일본의 창조과학기술추진사업의 경우도 일몰방식을 채택하고 있다.

3.2 지식의 흐름과 융합을 원활하게 할 수 있는 연구조직 구성·운영체제 구축

3.2.1 역동적 연구조직에 의한 연구추진(dynamic & flexible research organization)

기존 연구에 의하면 유연하고 역동적인 구조를 갖춘 조직일수록 창조적 혁신이 일어날 가능성이 높다(Damanpour, 1991; Woodman et al., 1993). 연구자들은 연구개발활동에 필요한 지식과 정보를 연구보고서, 논문, 책, 다른 사람과의 토론 등 다양한 원천으로부터 수집하는데(Allen, 1977), 특히 사람의 몸에 체화되어 있는 암묵지(tacit knowledge)의 습득과 공유를 위해서는 다른 사람과의 직접적인 대화를 통한 지식 및 정보수집이 필요하다. 그러나 연구조직의 유연성(flexibility)과 유동성(fluidity)이 부족한 관료적 연구조직은 이러한 연구원들간 또는 연구조직 외부에 있는 사람들과의 직접적인 대화를 통한 전문지식의 습득과 공유가 제대로 이루어지지 않아 연구성과가 떨어지게 된다. Kusunoki(1993)은 일본의 대표적인 기초연구 수행조직인 통산성(Ministry of International Trade and Industry: MITI)

산하의 연구소와 창조과학기술추진사업(Exploratory Research for Advanced Technology: ERATO) 수행 연구조직간의 비교연구를 통해 관료적인 연구조직인 통산성 산하 연구소가 역동적인 연구조직인 창조과학기술추진사업을 수행하는 연구조직보다 지식 및 정보수집을 위한 내·외부 의사소통 정도가 적어 연구성과가 떨어진다는 것을 보여주었다¹¹⁾.

이와 같이 창의적연구진흥사업은 새로운 지식과 창의적인 아이디어의 지속적인 유입을 통한 새롭고 창조적인 과학기술창출이 활성화 될 수 있도록 연구인력의 유동성과 연구조직의 역동성을 제고시킬 수 있는 방향으로 연구단을 구성하여 운영하고자 하였는데, 이의 주요 내용은 다음과 같다. ① 주로 20~30대의 창의적이고 새로운 아이디어를 가진 젊은 연구인력으로 연구단 구성·운영, ② 연구인력을 구성할 때 창의적인 아이디어의 활발한 교류를 위해 참여 연구인력의 60% 이상을 유치기관에 소속되지 않은 외부인력(Post-doc, 파견연구원 등)으로 구성, ③ 소속기관이 없는 연구원은 연구단 유치기관에서 프로젝트 베이스 계약 제로 채용, ④ 인력의 유동성을 제고시키기 위하여 인건비 계상을 비실명으로 가능토록 함, ⑤ 세계 우수연구그룹과의 공동연구 또는 해외우수그룹에의 연구원 파견, 해외 우수과학자 유치 등의 장려 등이다.

3.2.2 한 장소 집중형 연구체제(centralized research system)

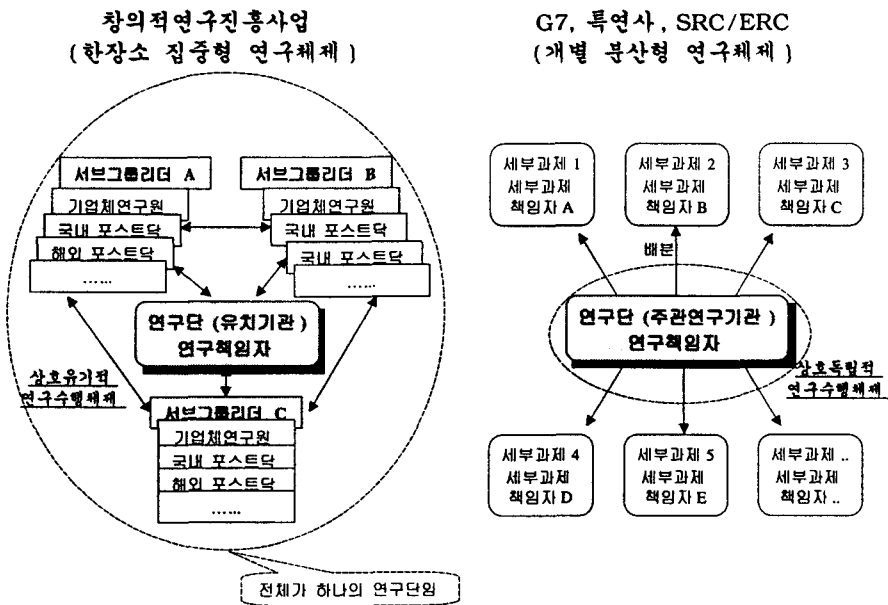
연구그룹이 다양한 전문성을 가진 인력으로 구성되어 구성원 개인의 개성과 다양성이 중시되고(Amabile, 1988; Gerstenfeld, 1977; Payne, 1990), 동료간의 활발한 아이디어의 개진 및 토론이 이루어지고 신뢰를 바탕으로 연구그룹의 응집성(cohesiveness)이 형성될 때 조직의 창조적 성과가 증대되는 것을 의미한다. 이는 개인의 독창적인 아이디어가 집단 수준에서의 상호작용을 통하여 집단 내의 지식으로 발전하여 지식창조가 촉진되기 때문이다(Nonaka & Takeuchi, 1995). 특히 새로운 지식과 창의적인 아이디어의 빈번한 교환을 통한 창조적인 과학기술의 융합과 창출을 목표로 하는 동 사업에서는 암묵지(tacit knowledge)의 흐름이 중요한데, 이는 새로운 지식창조과정에서의 출발점은 개인간의 암묵지의 공유이기 때문이다. 이러한 암묵지의 공유는 지식에 대한 상호간의 이해와 빈번한 접촉을 통해서만 이루어 질 수 있는데, 이는 한 개인이 자신과 다른 환경이나 상황에 처해 있는 다른 개인에게 체화된 암묵지를 이해하고 공유하는 것이 매우 힘들기 때문이다(Nonaka & Ray, 1993). 이러한 주장은 산업의 특성과 공간입지패턴 간의 관계를 조사한 Gonda(1997)

11) Kusunoki(1993)의 연구에서 관료적 연구조직인 통산성 산하 연구조직의 특징은 ① 1년에 1회에 한정된 연구원 모집, ② 평생고용, ③ 연공서열 기준의 승진, ④ 부서간 인력교류 미비, ⑤ 연구조직 수명의 제한이 없음 등이며, 역동적 연구조직인 ERATO 연구수행조직의 특징은 ① 연구원 수시 모집, ② 전일제 계약제(최장 5년) ③ 연구능력 및 업적기준의 승진, ④ 연구자 요청 또는 계약 갱신시점에 따른 활발한 인력교류, ⑤ 프로젝트 종료와 함께 연구조직 해체 등이다.

의 연구에 잘 나타나 있다. Gonda(1997)는 암묵지가 중요한 산업(예를 들면, 자동차, 어패럴 등)은 집적성장형의 산업성장 패턴을 나타내고, 형식지(Explicit Knowledge)가 중요한 산업(예를 들면, 전자, 전기기기 등)은 분산성장형의 산업성장 패턴을 나타낸다는 것을 보여 주었다. 즉, 암묵지가 중요한 산업은 공간입지 측면에서 군집화 경향이 강하게 나타난다는 것이다. 이와 같이 암묵지의 공유를 촉진시키기 위해서는 지식을 소유하고 있는 개인이나 집단들이 상호 빈번한 접촉을 할 수 있는 환경(예를 들면 Gonda(1997)의 연구에서 제시된 공간입지 측면에서의 군집화)을 조성해 주어야 하는데, 연구추진체제 측면에서는 모든 연구원들을 한 연구장소에 집중시켜 연구를 하게 하는 것이 그 방법이 될 수 있다.

<그림 3>에 나타나 있는 것처럼, 현재 대부분의 국가연구개발사업에 참여하는 참여연구원들의 경우 소속연구기관에 연구단을 구성하고 제안한 연구목표 달성을 위해 동일기관 또는 다른 기관에 각각의 세부연구과제를 배분하여 추진하는 '개별 분산형 연구체제'라는 틀 속에서의 협동연구 또는 공동연구의 추진체제를 이루고 있다.

<그림 3> 한 장소 집중형 연구체제와 개별 분산형 연구체제의 비교

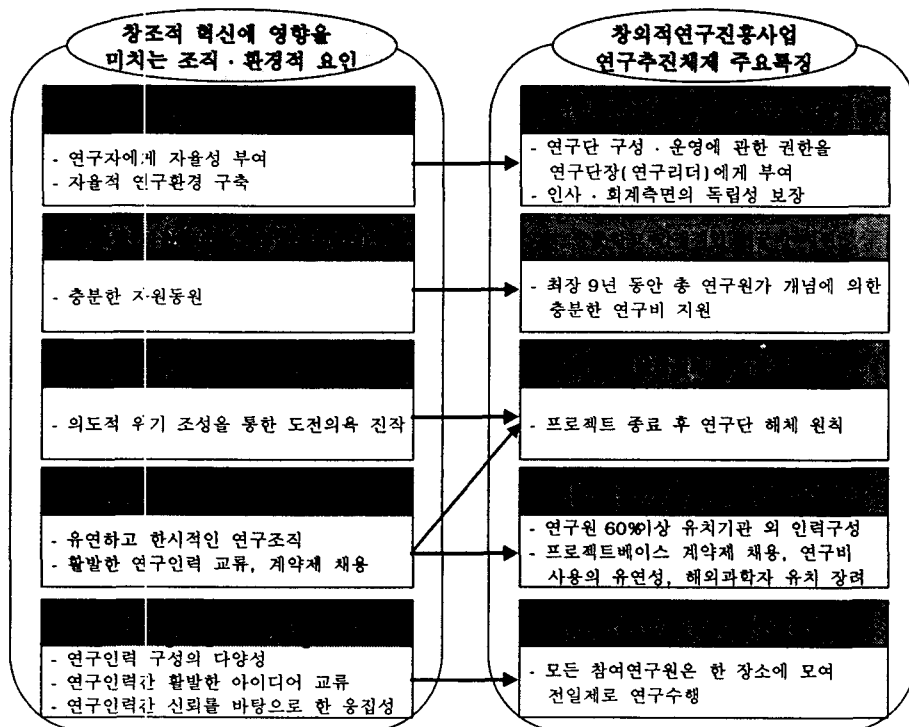


그러나 이러한 연구추진체제는 각 세부과제 수행주체 간의 아이디어 교환이나 연구자 교환 등 실질적인 협력이 효율적으로 이루어지지 않고 있다는 문제점이 제기되었다. 따라서, 동 사업에서는 모든 참여연구인력을 한 장소(유치기관내의 특정 연구공간)에 집중시켜 전일

제(full-time)¹²⁾로 연구하게 함으로써 창의적 연구를 위한 아이디어의 빈번한 교류를 도모하고, 연구원간의 암묵지의 공유를 촉진하여 연구의 시너지 효과를 증대시키기 위해 '한 장소 집중형 연구체제'의 틀 속에서 연구가 추진되도록 하고 있다. 다만 예외적으로 해외 연구분소의 운영, 국제공동연구수행을 위한 외국연구기관에의 연구원 파견 등과 같은 특수한 경우와 거대 연구시설 등의 활용 등 불가피한 경우에만 다른 연구장소에서의 연구추진을 인정하고 있다.

〈그림 4〉는 동 사업 연구추진체제의 주요 특징들이 어떤 이론적 근거(창조적 혁신에 영향을 미치는 조직·환경적 요인)에 의해 도출되었는가에 대해 지금까지 설명한 내용을 정리하여 보여주고 있다.

〈그림 4〉 창의적연구진흥사업 연구추진체제 주요 특징들의 이론적 근거



12) 동 사업에 참여하는 연구책임자 및 참여연구원은 타 과제 및 업무를 수행할 수 없고, 대학교수의 경우 주당 강의시간이 3시간을 초과할 수 없음(단, 경과조치로 이미 진행 중인 타 참여과제는 과제 협약시 1년 이내 유예기간을 둠).

4. 창의적연구진흥사업 추진현황

창의적연구진흥사업은 1997년도에 27개 연구단¹³⁾을 선정하여 성공적으로 출범하였다. 이 과정에서 국가연구개발사업 추진사상 가장 높은 15.3:1의 높은 경쟁률을 기록하면서 화제를 낳기도 하였으며, 3단계에 걸친 객관적이고 공정한 선정평가제도를 도입하는 등 연구관리 측면에서도 새로운 시도를 하였다. 선정된 27개 연구단장들에 대한 평가가 충분히 자격있는 연구자가 선정되었다는 평가와 함께 동 사업의 추이에 관심이 증가하고 있으며, 우리 나라 연구개발시스템 혁신을 위한 선도적 역할을 수행할 것으로 기대되고 있다.

여기에서는 27개 연구단의 연구추진현황을 조사한 결과를 요약하여 제시함으로써, 동 사업의 연구추진체제의 주요 특징들이 실제 사업 추진과정에서 어떻게 반영되어 나타나고 있는가를 보여주고자 하였다.

4.1 젊은 신진연구인력 중심의 역동적 연구조직 구성

1997년 12월에 출범한 27개 창의연구단의 연구인력구성현황을 조사한 결과(1998년 9월 기준), 젊은 신진연구인력 중심의 역동적 연구조직으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. 동 사업의 연구단장의 나이는 평균 42.9세로 황금기의 연구연령기(최고령 50세, 최연소 36세)를 나타내고 있고, 참여연구원들의 평균나이는 31.4세(연구단장 제외)로 역동기의 젊은 연구조직을 구성하고 있다.

동 사업에 참여하고 있는 연구인력 310명 중 박사는 177명(57.1%), 석사는 113명(36.4%), 그리고 학사는 20명(6.5%)이 참여하고 있어서 박사학위자 중심의 연구조직이 구성·운영되고 있으며, 최근 5년 이내 박사학위취득자는 122명¹⁴⁾으로 창의사업에 참여하는 박사연구인력 177명의 68.9%에 상당하고 있다. 또한 타 기관(무소속 포함)에서 창의연구단에 합류한 223명(71.9%)은 무소속의 계약제 연구인력으로 고급두뇌 고용효과가 높은 것으로 나타났는데(<표 1> 참조), 이러한 고급연구인력 고용효과는 동 사업이 철학적으로 연구단장을 중심으로 Post-Doc. 등 새로운 젊은 연구인력들을 결집시켜 연구를 추진하도록 제도화함으

13) 최종선정된 27개 연구단의 유치기관은 서울대(10개), 포항공대(4개), KAIST(4개), 고려대(2개), 연세대(1개), 울산대(1개), 전북대(1개), 배재대(1개), 생명공학연구소(1개), 표준과학연구원(1개), 삼성중기원(1개)임.

14) 박사학위 취득국가별 현황은 국내 81명(49.0%), 미국 62명(37.6%), 유럽 10명(6.1%), 일본 9명(5.5%), 기타 3명(1.8%)임.

로써, 기존연구인력보다는 새로운 연구인력들에게 연구비 수혜가 이루어지도록 정책을 결정
한데 기인하고 있다.

〈표 1〉 97선정 창의연구단 연구원 참여 현황 (소속기관별, 1998년 9월 기준)

| 구분 \ 소속 | 유치기관 | 파견기관 | 무소속 | 연구원 계 |
|---------|------------|-----------|-------------|------------|
| 줄기형 | 44 (25.3%) | 15 (8.6%) | 115 (66.1%) | 174 (100%) |
| 씨앗형 | 43 (31.6%) | 4 (2.9%) | 89 (65.5%) | 136 (100%) |
| 전 체 | 87 (28.1%) | 19 (6.1%) | 204 (65.8%) | 310 (100%) |

주: 유치기관 소속 분류에는 동일기관 박사과정 수료생 포함.

또한 1997년 12월 이후 58명의 해외교포과학자들이 귀국하여 창의연구단에 참여함으로써, 창의적연구진흥사업은 해외교포과학자의 U턴 창구역할을 수행하고 있다. 외국유명대학 유학시절 국제저명학술지에 논문게재 성과를 보이던 과학자들도 귀국하면 대부분 열악한 연구환경에 적응하지 못하고 연구의욕을 상실하는 경우가 많음을 상기할 때, 동 사업은 젊은 연구자들에게 선진국과 경쟁할 수 있는 연구환경을 제공함으로써 한국에서 뿌리를 내리는데 크게 기여할 것이다. 그리고 외국인 13명(총 참여연구인력의 4.2%)이 연구원으로 참여하고 있어 향후 제한적이나마 외국인 참여를 활성화시켜 세계를 선도할 수 있는 연구조직이 국내에 뿌리를 내릴 수 있도록 장려할 계획이다.

4.2 연구인력의 유동성 제고 및 한 장소 집중형 연구체제 정착

산·학·연 연구인력 파견 또는 이동이 활발하게 이루어지고 있는 등, 한 장소 집중형 연구체제가 정착되어 새로운 연구시스템 모델을 제시하고 있어 창의적연구진흥사업이 소프트웨어 방식의 과학기술계 개혁대안으로 활용가능함을 시사해주고 있다. 동 사업에 참여하기 위하여 파견 또는 소속기관을 변경한 연구원 수는 산업계에서 29, 연구계에서 11명, 학계에서 37명, 해외에서 58명 등 총 135명¹⁵⁾(총 연구인력의 43.5%)으로 연구인력의 이동이 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 창의연구단의 유동성은 지식창조 및 확산이 핵심인 지식경제시대에 있어서 국가혁신시스템의 새로운 모델로 평가될 수 있다.

창의연구단은 한 장소 집중형 연구체제를 원칙으로 하고 있어서 모든 참여연구원은 전일제로 근무하여야 하는데, 현재 이러한 원칙이 비현실적이라는 당초의 우려를 극복하고 순조

15) 원 소속기관이 없었던 연구원 수 제외

롭게 구현되고 있다. 실제로 일부 연구단장들은 한 장소 집중형 연구체제를 통하여 빈번한 토론 및 세미나의 개최 등이 가능하여 각 연구원들이 가지고 있는 창의적인 아이디어 및 지식의 융합이 이루어지고 있어서 당초 기대했던 것보다 큰 효과를 발휘하고 있다고 평가하고 있다.

4.3 충분한 연구비 지원으로 선진국과 경쟁할 수 있는 연구환경 구축

‘1등이 아니면 의미가 없다’의 철칙이 적용되는 과학기술분야에서 선진국과 경쟁하려면 선진국과 경쟁할 수 있는 연구환경이 구축되어야 한다. 현재와 같이 열악한 연구환경 하에서는 우리 나라 과학자들은 우수한 아이디어를 가지고 있더라도 이론연구분야를 제외하고는 대부분 선진국과 경쟁할 수 없다. 동 사업에서는 선진국 연구자와 동등하게 고가연구장비의 구입, 박사후 연구원 등을 고용하여 연구를 추진할 수 있는 충분한 연구비(인건비를 포함하여 연구원 1인당 약 6천 5백만원)를 지원함으로써 선진국과 경쟁할 수 있는 연구체제를 구축할 수 있도록 하고 있다.

4.4 독립적인 창의연구단 위상확보

현재 창의적연구진흥사업은 당초 철학과 취지에 맞게 추진되고 있다. 대부분의 창의연구단(27개 연구단 중 25개 연구단)은 유치기관 내에서 기관장 직속 또는 단과대학이나 부설연구소 산하 독립적인 연구소로 공식조직화되어 있어, 연구단장이 자율적으로 연구단을 운영하고 있으며, 인사 및 회계 측면에서 유치기관으로부터 독립성을 확보하고 있다.

5. 결 론

본 연구는 창조적 혁신을 촉진하기 위한 국가연구개발사업에서의 연구추진체제가 어떤 이론적 근거에 의해 설계되었으며, 이것이 실제 사업추진과정에서 어떻게 반영되었는가를 과학기술부의 ‘창의적연구진흥사업’을 대상으로 한 사례연구를 통해 제시하였다.

모방형의 기술개발이 아니라 독창적인 고유기술개발이 중요하다는 논의가 여기저기서 분출되기 시작하고 있다. 과거 경제성장을 위해 30여년 이상 채택해 온 모방형의 기술혁신전략으로는 더 이상의 경제성장을 도모하기 어렵다는 판단이다. 과거 선진국 기술의 도입·소화·개량을 중심으로 한 기술혁신은 제조업 경쟁력 확보를 위한 생산공정기술 또는 노하우

의 효율적 확보를 위하여 유효한 전략이었다. 대응자금제도(matching fund)를 기본으로 한 정부-민간 공동연구프로그램들은 정부연구개발투자를 산업계 기술수요와 연계되어 효과적으로 추진되었다. 1980년대 중반까지 정부출연(연)은 국내에서 최고의 기술력을 확보할 수 있었기에 기술혁신의 중심 축에 위치하여 산학연 협력의 거점 역할을 수행할 수 있었다. 예를 들면, 80년대 초반 퍼스널 컴퓨터의 개발, 워드프로세서의 개발, 메모리반도체의 개발, 전자교환기의 개발 등은 출연(연) 중심으로 추진되었고, 훗날 우리나라 첨단 전자산업이 독자적인 기술력을 갖출 수 있는 토대가 되었다. 1990년대에 접어들면서 산업계 및 학계의 연구개발역량의 급속한 성장과 함께 연구개발투자 효율성 이슈가 부각되면서 산·학·연간 역할분담 보다는 경쟁촉진 논리에 의해서 국가연구개발사업이 추진되었다. 투자 효율성 논리에 입각한 정부연구개발사업은 목표지향적인 프로그램으로 기획되었고 질보다는 양을 중시하는 풍토가 관습화되었다. 예를 들면, 대학교수들의 경우 해외 SCI 등 학술지 논문발표 건수 등에 있어서는 상당히 발전하였으나 질적으로는 큰 발전이 이루어지지 못하였다. 21세기를 맞이한 시점에서 우리나라 과학기술의 발전을 위해서는 지난 30여년 동안 관습화된 연구개발문화 및 풍토에 대한 혁신을 통하여 창의적 연구환경 조성을 위한 노력을 추진해야 한다.

이와 같이, 모방형 기술혁신 풍토에서 창조형 기술혁신 풍토로 발전시켜야 하는 국가적 명제를 가지고 있는 현재의 상황에서 본 연구에서 제시한 창조적 혁신을 위한 국가연구개발사업 연구추진체제의 몇 가지 주요 특징들은 창조적 혁신역량 제고를 위한 국가혁신체제 구축 및 연구개발정책 수립 관점에서 중요한 의의를 지닌다.

국가혁신체제 측면에서는 우선 지식의 흐름과 융합이 원활히 이루어질 수 있도록 유연하고 역동적인 연구조직체제가 구축되어야 한다. 현재 출연(연) 중심의 산·학·연 협력체제가 구축되어 있으나 하청·위탁관계가 대부분이고 지식흐름의 가장 효율적인 수단인 인력교류 등 보다 본질적인 협력시스템은 구축되어 있지 못하다. 새로운 지식과 창의적인 아이디어의 지속적인 유입과 교류를 위해서는 연구인력의 유동성 확보가 필요한데 우리 나라 국가혁신체제에서는 이 점이 매우 취약한 상태이다. 따라서 산·학·연·해외간 연구자 파견형 공동연구를 지원함으로써 지식의 흐름(knowledge flow)을 촉진시켜 기술혁신을 가속화하는 국가연구개발 프로그램(일명 '지식유동화 제고 프로그램')의 추진이 필요한데, 이런 측면에서 창의적연구진흥사업에서의 산·학·연 연구인력의 이동 및 파견, 유치기관에 소속되지 않은 연구인력의 채용 등을 특징으로 하는 역동적인 연구조직, 한 장소 집중형 연구체제, 연구종료 후 연구조직을 해체하는 일몰방식 등은 국가혁신체제 내에서의 지식의 흐름과 융합이 활발하게 이루어질 수 있도록 하는 정책대안으로 검토될 수 있다.

국가연구개발정책 측면에서는 연구수행의 자율성 보장과 장기간의 안정적인 연구비 지원

이 중요하다. 창의적인 연구를 활성화하기 위해서는 연구조직구성 및 운영, 연구수행방법 등에 대해 연구책임자에게 최대한의 재량권을 부여하고 정부나 소속기관으로부터의 독립성을 보장해주어야 한다. 다만 정부에서는 최대한의 자율성을 보장하되 철저한 연구성과 평가를 실시해야 한다. 또한 과거 모방연구의 경우는 3년 정도의 연구비 지원으로 실용화가 가능하다고 할 수 있지만, 창조적 혁신은 약 10년 정도의 시일이 소요되기 때문에 장기간의 연구가 결실을 맺을 수 있도록 지속적으로 충분한 연구비를 지원할 수 있는 체제를 구축하는 것이 중요하다(현재호-정혁, 1997). 이런 측면에서 동 사업에서의 연구단 구성·운영의 자율성 및 독립성 보장과 장기간의 충분하고 안정적인 연구비 지원은 창조적 혁신을 활성화하는 구체적인 정책대안으로 고려될 수 있을 것이다.

본 연구는 창조적 혁신을 위한 실제 국가연구개발사업 연구추진체제의 설계 및 실행 사례 연구를 통해 여러 가지 정책적 시사점을 도출할 수 있었지만, 본 연구에서 제시한 연구추진체제의 주요 특징들이 실제로 창조적 혁신에 얼마나 공헌하였는가는 분석하지 못하였다. 아직까지는 동 사업이 출범한지 얼마 안되었기 때문에 이런 분석을 하기 어렵지만, 앞으로는 동 사업의 연구추진체제가 어떻게 연구원들의 내재적 동기부여제고와 지식의 흐름 및 융합의 원활화에 긍정적인 영향을 미쳐 창조적 혁신 또는 창의적 연구성과에 긍정적인 영향을 미치는가에 대한 실증연구를 수행하여 그 효과를 검증해 볼 필요가 있다. 이는 Kusunoki(1993)의 연구처럼 동 사업의 연구단과 연구추진체제상 비교되는 다른 연구조직과의 비교연구나 동 사업의 연구단 및 연구원들만을 대상으로 한 사례 및 실증연구 등 다양한 방법을 통해 수행될 수 있을 것이다. 예를 들면, 역동적인 연구조직인 동 사업의 연구단과 관료적 연구조직인 기존 연구조직과의 비교연구, 한 장소 집중형 추진체제와 개별 분산형 추진체제와의 지식의 흐름 및 융합의 원활화 정도와 창의적 성과 비교연구, 그리고 상황변수로 작용될 수 있는 연구과제의 유형에 따른 필요한 지식의 유형(암묵지 vs. 형식지)이 미치는 영향에 관련된 연구 등이다. 또한 자율성의 보장이 실제로 창조적 혁신에 긍정적인 영향을 줄 것인가에 대한 실증연구도 필요한데, 이는 책임과 리더십이 전제되지 않는 자율성은 자유방임형이 되기 쉬워 오히려 창의적 연구성과 산출에 방해가 될 가능성도 고려해야 하기 때문이다.

마지막으로 국가적으로 창조적 혁신역량제고는 매우 중요한 사안이라 할 수 있고 국가혁신정책을 개발하는데 있어서 매우 유용한 자료가 되기 때문에 국가수준에서의 창조적 혁신역량 또는 창의적 연구문화를 측정할 수 있는 측정지표 개발연구도 필요하다.

참 고 문 헌

1. 과학기술처, 「창의적연구진흥사업 기본계획(안)」, 과학기술처, 1996.
2. 과학기술부, 「'97 과학기술 논문발표 국제순위 분석」, 과학기술부, 1998.
3. 한인수, 박경환, “기술혁신을 촉진하는 심리적 작업환경의 측정: 척도의 신뢰성과 타당성 검증 중심으로”, 「기술혁신연구」, 제6권 제1호, 1998. pp. 163-186.
4. 현재호, 정혁, 「창조적 혁신의 성공조건: 인공 씨감자 대량생산기술 혁신사례분석」, 과학기술 정책관리연구소(STEPI) 정책자료 97-07, 1997.
5. 西本昭男의 2인, 「우수한 연구자가 구비한 조건과 연구활동의 특성: 장관수상자의 특성에 관한 분석」, NISTEP 제2조사연구그룹, 조사연구자료-38, 1994.
6. Allen, T. J., *Managing the Flow of Technology*, Cambridge, MA: MIT Press, 1977.
7. Amabile, T. M., “The Social Psychology of Creativity: A Componential Conceptualization”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 45, 1983, pp. 357-376.
8. Amabile, T. M., “A Model of Creativity and Innovation in Organizations” In B. Staw & L. L. Cummings(eds.), *Research in Organizational Behavior*, Vol. 10, 1988, pp. 123-167.
9. Amabile, T. M., R. Conti, H. Coon, J. Lazenby and M. Herron, “Assessing the Work Environment for Creativity”, *Academy of Management Journal*, Vol. 39, 1996.
10. Cohen, W. M., & D. A. Levinthal, “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, 1990, pp. 128-152.
11. Damanpour, F., “Organizational Innovation: A Meta-analysis of Effects of Determinants and Moderators”, *Academy of Management Journal*, Vol. 34, 1991.
12. Gonda, K., “Spatial Allocation of Industrial Resources in terms of Emergence of New Knowledge”, Working Paper, International Science and Technology Policy Research Unit, Tokai University, 1997.
13. Kanter, R. M., *The Change Master*, New York: Simon & Schuster, 1983.
14. Kaplan, N., “Some Organizational Factors Affecting Creativity”, *IRE Transactions in Engineering Management*, Mar., 1960.
15. Kim, Linsu, “Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor”, *Organizational Science*, 1995.

16. Kusunoki, T., "Organizational Innovation in the Japanese Basic Research: Challenges and Problems", *Hitotsubashi Journal of Commerce & Management*, Vol. 28, 1993.
17. Lovelace, R. F., "Stimulating Creativity Through Managerial Intervention", *R&D Management*, Vol. 16, 1986, pp. 161-174.
18. Mumford, M. D. and S. B. Gustafson, "Creativity Syndrome: Integration, Application and Innovation", *Psychological Bulletin*, Vol. 103, 1988, pp. 27-43.
19. Nonaka, I., and T. Ray, *Knowledge Creation in Japanese Organizations: Building the Dimensions of Competitive Advantage*, First Theory-Oriented Research Group, NISTEP, 1993.
20. Nonaka, I., and H. Takeuchi, *The Knowledge Creating Company*, New York: Oxford University Press, 1995.
21. Oldham, G. R., and A. Cummings, "Employee Creativity: Personal and Contextual Factors at work", *Academy of Management Journal*, Vol. 39, No. 3, 1996, pp. 607-634.
22. Payne, R., "The Effectiveness of Research Teams: A Review", In M. A. West & J. L. Farr(eds.), *Innovation and Creativity at Work*, John Wiley & Sons Ltd., 1990.
23. Pelz, D. C., and F. M. Andrew, *Scientists in Organizations*, John Wiley & Sons, 1967.
24. Twiss, B. C., *Managing Technological Innovation*, 4th Edition, Pitman Publishing, 1992.
25. Woodman, R. W., J. E. Sawyer and R. W. Griffin, "Toward a Theory of Organizational Creativity", *Academy of Management Review*, Vol. 18, No. 2, 1993, pp. 293-321.