

창의적연구진흥사업 사업평가 및 분석

변 병 문*

(목 차)

1. 서론
2. 창의적연구진흥사업의 개요
3. 이론적 배경
4. 평가·조사방법
5. 평가자료 분석
6. 분석 및 토론
7. 결론

Summary : The objective of this research is to evaluate the Creative Research Initiative Program (CRI), a national R&D program funded by the Ministry of Science & Technology in Korea. The evaluation of CRI covers the following research questions; 1) Have it set a unique position and characteristic distinguished from other government-funded R&D programs? 2) Are the achievements of the program relevant to its goal? 3) What is its performances and how much is it achieved its goal?

The results are the followings; 1) CRI is perceived as a pure basic research, distinguished from other national basic research programs, such as the Goal Oriented Basic Research Program and the SRC and ERC. 2) CRI is a well-adapted R&D program in confront of the environmental changes and R&D needs, as well as follows the planned R&D areas. 3) CRI have performed well in the raising-up world-class research leaders and the nation-wide diffusion of creative R&D culture, while it got few performances in the overcoming the limitation of the existing technologies and the independent development of original key technologies for future

* 평택대학교 경상정보학부 교수 (e-mail : bmbyun@ptuniv.ac.kr)

※ 본 논문은 과학기술부의 연구비 지원으로 이루어졌음.

industries. However, the duration of the program, 5 year, is too short to expect concrete outcome, such as creating original technologies. Many of the outcomes of CRI gets a lot of attention from top class scientists in the world, it is expected to generate various R&D performances in the future.

키워드: 창의사업, 사업평가, 사업적절성, 사업성과, 연구리더

1. 서론

연구결과에 대한 효과적인 평가는 연구개발관리 (R&D management)에서 매우 중요한 관리과정이다. 연구개발은 다른 업무와는 달리 그것의 수행과정 (work process)을 표준화하거나, 연구활동 행위를 개별적으로 관리·통제하는 것이 쉽지 않다. 그것은 높은 전문성을 필요로 하고, 업무 수행에 수많은 불확실성이 존재하는 등 연구활동을 일반화하기가 어렵기 때문이다. 결국 효과적인 연구개발관리는 연구수행 과정에 자율성을 부여하고, 대신 연구결과를 엄격하게 평가함으로써 가능하다 하겠다.

사실 지금까지 연구개발에 대한 평가는 주로 개별과제 차원에서만 실시하고, 연구사업 (R&D program)을 대상으로 하는 평가는 거의 하지 않았다. 그러나 최근 세계적으로 정부 및 공공 연구개발사업평가에 대한 요구가 증대되고 있다. 이는 많은 경우 평가를 통해 사업의 타당성과 투자의 정당성을 인정받지 않고서는 국민적 동의를 얻을 수가 없기 때문이다. 그리하여 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 오래전부터 정부 및 공공기관에서 추진하는 국가연구개발사업에 대해 사업평가를 실시하고 있다 (Grant, 1999; Kostoff, 1988). 우리나라에서도 1990년대 후반부터 국가연구개발사업에 대해 사업평가를 실시한 예 (최기련 외, 2000; 서상혁 외, 1998; 송계충 외, 1997)를 찾아볼 수 있다. 이와 같이 국가연구개발사업에 대해 평가를 실시하는 것은 그것이 연구개발사업에 대한 투자의 타당성뿐만 아니라, 사업추진 과정에서의 객관성을 입증하는데 있어 매우 중요한 절차이기 때문이다. 또한 계속사업의 경우 중간평가를 실시함으로써, 사업 추진의 당위성을 확보하거나, 예산확보 및 감사 등에서도 객관적 자료 또는 근거로 활용할 수 있기 때문이다.

본 연구는 합리적인 연구사업평가 방법 및 절차를 검토하고, 그에 따라 창의적연구진흥사업 (과학기술부 시행 국책연구사업, 이하 ‘창의사업’이라 함)을 평가하고, 그 결과를 분석하여 앞으로 사업방향에 관한 개선안을 제시하는데 목적이 있다. 구체적으로 본 연구는 다음과 같은 3가지 연구질문 (research question)을 기반으로 하여 지난 1997년부터 2002년까지의 창의사업을 평가하고자 한다. 즉, 1) 창의사업은 그동안 다른 국가연구개발사업과 구별되는 고유한

성격과 위상을 확보하였는가? 2) 창의사업의 추진은 과학기술환경의 변화와 국가 사회적 요구에 비추어 타당성이 있는 사업인가? 또한 그동안의 사업추진 내용과 성과는 당초 사업목적과 적합성을 유지하고 있는가? 3) 그동안 창의사업 추진에 따른 성과 즉, 목표달성도는 어느 정도이며, 사업을 계속할 만큼의 타당성이 있는가? 본 연구는 이러한 평가 및 분석을 통해서 앞으로 창의사업의 성과를 보다 더 높일 수 있는 방안과 대안을 찾는 데 기여하고자 한다.

2. 창의적연구진흥사업의 개요

창의사업은 창조적 혁신역량을 제고시키고 기존기술의 연장선상이 아닌 과학에 직접 뿌리를 둔 새로운 기술혁신의 싹을 탐색·발아시키는 것을 목적으로 과학기술부가 1997년부터 시작한 국가연구개발사업이다. 또한 그것은 미래 신산업 창출이 가능한 독자적 핵심원천기술을 확보하고 창의적 연구문화 창출 및 세계적인 차세대 연구리더 육성을 사업목표로 하고 있다(김희철, 1997; 손병호와 현재호, 1999). 결국 창의사업은 세계수준의 과학기술자 육성과 이들의 독자적인 능력으로 독창적인 핵심원천기술을 확보하고, 나아가 미래 신산업의 가능성을 개척하는 것을 목표로 하는 국가연구개발사업이라고 하겠다.

그동안(1997~2002년) 정부는 창의사업 추진에 1,455억원의 연구비를 투입하였으며, 현재 전국에 57개 창의연구단을 운영하고 있다. 정부는 1997년부터 2002년까지 총 70개의 창의사업연구단을 선정하였다. 그러나 그동안 13개 연구단은 연구종료 또는 중단되었고, 2002년 말 현재 57개 연구단이 운영되고 있다¹⁾.

정부는 창의사업의 성과를 높이고자 다른 국가연구개발사업의 운영과는 다른 매우 독특한 사업운영을 하고 있다. 예를 들면 동일 과제에 대해 최장 9년간 연구비를 지원할 수 있도록 함으로써 연구원들이 장기간에 걸쳐 안정적으로 연구에 전념할 수 있도록 하였다. 또한 기초 연구 성격의 연구과제에 대해서는 예외적이라 할 수 있을 정도로 매년 5~7억원의 연구비를 지원하였고, 동일 연구실에서 창의과제 이외에 다른 연구과제는 수행하지 못하도록 하였다. 그리고 연구단 운영에 있어서 연구단장에게 자율성을 크게 부여하여 연구비의 사용과 필요한 연구원의 채용 등에서 자율성을 가지도록 하였다. 이와 같이 정부는 창의연구단에 대해 지원 정도를 획기적으로 강화한 반면, 창의사업 연구자들에게 분명한 미션과 목표를 제시하고 이를 달성할 것을 요청하였다. 즉, 정부는 연구자들이 자신의 연구분야에서 세계 최고가 될 것을

1) 정부는 2003년 6개의 창의연구단을 신규로 선정하는 한편, 기존 연구단 중에서 6개 연구단을 연구종료 또는 중단 시킴으로써, 2004년 현재도 57개 창의연구단을 운영하고 있다

요구했다. 그리고 국가가 미래 신산업분야를 개척하는데 있어 필요로 하는 핵심원천기술을 독자적인 기술력으로 확보하는 것을 목표로 하도록 하였다 (변병문 외, 2000).

정부의 지원노력과 연구자들의 확고한 각오가 어우러져, 창의사업은 놀랄만한 성과를 내고 있다. 이미 일부 창의연구단은 탁월한 연구 성과를 통해 세계 최고수준의 과학자들과 관련기관으로부터 큰 주목을 받고 있다. 또한 세계 최고 수준의 과학기술 학술지로 인정받는 Science, Nature, Cell 등에 발표하는 논문 수가 매년 증가하고 있다. 뿐만 아니라 Factor Score가 높은 SCI 저널에 매년 다수의 논문을 내고 있다. 또한 창의연구단장들은 세계적으로 권위 있는 학술대회에 초청연사 (invited speaker)로 자주 초빙을 받고, 권위 있는 기관으로부터 학술상을 받는 사례도 많아지고 있다. 그 외에도 유명 국제학술지의 편집위원이나 심사위원으로 활동하는 등 세계 최고 수준의 과학자로 인정받는 예가 매년 증가되고 있다. 이와 같이 창의사업이 세계수준의 과학자를 육성하고, 창의적인 연구문화를 국내 과학기술계에 확산시키는 데에 크게 기여하고 있다. 그러나 한편에서는 창의연구단이 기초연구를 수행하면서, 지나치게 많은 연구비를 받는 등 정부로부터 연구성과에 비해 과도한 지원을 받고 있다는 비판을 받고 있는 것도 사실이다.

본 논문에서는 창의사업 추진의 타당성과 적합성, 그리고 그동안의 사업성과 및 효율성 등에 대해 객관적이고, 체계적인 평가를 실시하고 한다. 물론 이를 위해 먼저 합리적인 평가방법과 절차를 검토 확립하고, 이에 따라 체계적인 평가를 실시하고자 한다.

3. 이론적 배경

미국, EU 등 선진국은 1980년대 초반부터 단일 프로젝트차원에서 연구개발 지원을 축소하고, 특정한 목적을 가진 전략적 성격의 R&D 프로그램에 지원을 확대하고 있다. 그 결과 연구개발 평가가 개별 프로젝트 차원이 아닌 연구개발프로그램을 대상으로 하는 사업평가가 대중을 이루게 되었다. 이러한 현상은 1990년대 이후 우리나라 정부의 연구개발 투자패턴에서도 쉽게 찾아볼 수 있다. 예를 들면 선도기술개발사업 (일명 G7사업), 창의사업, 프론티어사업, 국가지정연구실사업 등과 같은 것이 모두 전략적 사업 목적을 가진 국가 연구개발프로그램들이다. 정부는 이들 사업에 대해 개별과제 뿐만 아니라 사업을 대상으로 한 사업평가도 실시하고 있다.

이와 같이 국내·외적으로 정부 및 공공부문에서 추진하고 있는 연구개발프로그램에 대해 사업평가가 강조되는 것은 무엇보다 해당사업을 목표 및 성과지향적으로 관리해야할 필요성이 강조되고 있기 때문이다. 특히 연구개발비의 규모가 점점 커지고 투자에 대한 실패 위험이

높아짐에 따라 연구개발 활동의 전략적인 추진이 요구되고 있다. 다시 말해 정부의 재정자원을 투입하여 추진되는 국가 연구개발프로그램에 대해 정부는 책무를 갖고 사업을 추진해야 할 뿐만 아니라, 사업 추진과정과 최종성과에 대해 객관적이고 엄정한 평가를 받을 것을 요구받고 있다. 이는 공공자금의 사용에 대한 정당성과 성과에 대한 요구가 증대된 것을 반영한다. 이 외에도 국가연구개발사업이 점점 대규모화 되고, 연구개발의 실패가능성도 높아져 만약 실패할 경우 국가경제에 미치는 충격이 매우 크기 때문에 이를 미리 감지하거나, 사전에 대처하기 위해 평가는 꼭 필요한 것으로 인식되고 있다 (Ruegg, 1998).

그런데 이러한 연구개발프로그램은 단순히 기술개발 이외에도 산업경쟁력, 환경보호, 보건, 국방 등과 같은 장기적으로 다수의 경제·사회적인 목표를 가지고 추진되는 경우가 많다. 그러므로 이를 종합적으로 평가할 수 있는 평가 틀의 개발이 필요하게 되었다 (Guy et al., 1991). 그러나 연구개발사업에 대한 평가내용과 절차 및 방법이 어떻게 이루어지는가에 따라 그 결과 및 신뢰도에는 큰 차이가 있을 수 있다. 그러므로 사업의 목적과 주변 환경의 변화를 감안한 가장 적절한 평가 절차와 방법을 선택하여 평가를 실시하는 것은 매우 중요하다 하겠다.

3.1 연구개발사업의 평가범위 및 내용

연구개발프로그램 평가에 포함되는 범위로는 보통 1) 프로그램이 과연 의미 있고 적합한 것인가 하는 추진의 당위성, 2) 프로그램의 집행으로 어떠한 결과가 초래되었는가 하는 프로그램의 영향과 효과분석, 3) 프로그램이 당초의 기대목표를 달성하였는가 하는 목표 달성도 평가, 4) 프로그램 추진에 있어서 보다 좋은 방법이 있는가 하는 대안과 과정의 모색 등에 관한 이슈 등을 들고 있다 (황용수 외, 2000). 이를 정리하면 평가범위로서 사업추진의 적절성, 영향 및 효과성, 사업추진의 효율성 등으로 구분할 수 있다 (Link, 1996).

3.2 연구개발사업평가 기법

국가연구개발사업에 대해 적절성, 효율성, 영향 및 효과성 등을 평가하기 위한 사업평가기법에는 계량화가 가능한가 여부를 기준으로 하여 크게 정량적 평가와 정성적 평가, 2가지로 분류한다. 정량적 평가기법은 평가대상이 되는 연구개발사업의 투입 (비용) 및 산출 (성과)과 관련된 변수들에 대한 모형을 설정하여 계량적으로 측정하는 체계적인 분석기법이다. 이 평가 방법은 연구개발사업의 효과성 즉, 연구수행에 따른 목표달성도 등을 파악하기 위한 기법이라 할 수 있다. 1980년대 중반부터 OECD국가들을 중심으로 연구개발의 사회경제적 영향을 측정하는 데 활발하게 적용되고 있다.

반면에 정성적 평가기법은 연구정보나 인적자원의 네트워크 또는 무형적인 지적 재산, 예를

들어 학습효과, 연구문화 구축효과 등과 같은 기술혁신체제의 운용적인 측면을 중심으로 평가하는 것이다. 예를 들어 목표 달성에 대한 운영체제 기능의 기여도나 연구결과 및 과정으로부터 파급된 직·간접적인 영향의 범위 및 정도 등과 같이 계량화가 어려운 내용들이 포함된다. 그러나 실제 연구개발사업의 사업평가에서는 연구개발사업의 다양한 측면을 측정하기 위해 정량적 기법과 정성적인 평가기법을 모두 활용한다.

정성적 평가기법을 좀더 세분하면, 구체적으로 전문가 평가, 인터뷰 및 설문조사법, 사례연구 등으로 나눌 수 있다. 그리고 준정량적 평가기법에는 서지분석법, 과학기술 지표법이 있고, 정량적 평가기법에는 비용편익분석법, 계량경제법 및 경제적 영향 분석법 등이 있다.

본 논문에서 채택한 창의사업에 대한 평가기법은 정성적 평가기법을 주로 사용하였다. 구체적으로 평가를 위한 설문서를 먼저 만들고, 이를 토대로 전문가 그룹에 평가를 의뢰하는 설문조사법을 주로 활용하였다. 그리고 평가를 위한 설문서 문항을 도출하고, 설계하기 위해 창의사업 연구단장 및 과학기술계 전문가를 면담하는 방법도 부분적으로 활용하였다. 그리고 정성적 평가결과에 대한 객관성을 높이기 위해 부분적으로 관련 통계자료를 활용함으로써 서지분석법도 일부 활용하였다고 할 수 있다.

4. 평가·조사방법

4.1 평가목적 및 지침

창의사업은 당초 사업시작 6년 및 9년 후에 사업평가를 실시하여, 이를 토대로 이후 사업방향을 검토하고, 사업추진 여부를 결정하도록 하였다 (김희철, 장문호, 1998). 결국 본 연구에서 실시하는 평가는 창의사업의 프로그램평가에 해당되며, 그것은 6년차 중간평가에 해당된다고 하겠다. 이러한 창의사업 중간평가목적에 따라 본 연구에서는 다음과 같은 사항들에 중점을 두는 평가방향과 지침을 설정 하였다.

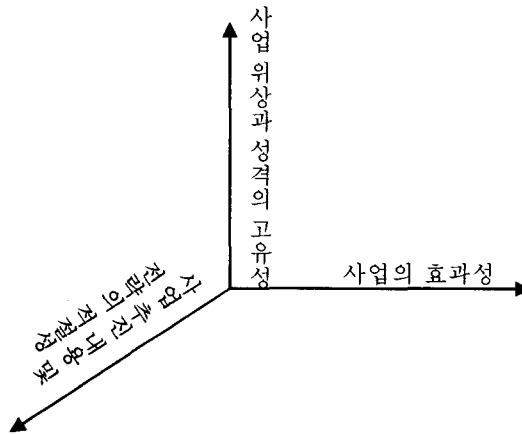
- 1) 창의사업은 과학에 뿌리를 둔 새로운 분야의 싹을 받아 탐색하는데서 출발하여 원천기술을 확보하는 것이 주된 목표이기 때문에 성과평가에서 경제적 성과보다는 기술적 성과에 초점을 맞춘다.
- 2) 창의사업의 중간평가는 창의사업의 차별성 및 고유성 평가, 사업의 목적 및 목표에의 적합성 및 타당성 평가, 사업성과 및 효과 평가에 집중한다.
- 3) 중간평가결과가 향후 창의사업운영에 관한 개선방안을 도출할 수 있도록 하기 위해 소수

의 전문가 평가보다는 창의관련 다수의 과학자로부터 평가를 받는다.

4.2 평가 기본시스템

가. 평가범위 및 내용

창의사업의 중간평가 범위 및 내용을 그림으로 표시하면 <그림 1>과 같이 표시할 수 있다.



<그림 1> 창의사업 중간평가 방향

첫째, 창의사업이 다른 국가연구개발사업과 비교하여 나름대로 차별화된 성격과 위상을 확립하고 있는지를 점진적으로 평가했다. 이는 창의사업이 성격 면에서 다른 국가연구개발사업과 중복되는 않는지를 확인 점검하고자 하는 것이다. 사실 창의사업은 연구비 규모 및 사업운영 전략 등에서는 다른 사업과 구별되지만, 연구성격 면에서는 목적기초연구, SRC 등 기초연구 관련 사업과 유사성이 높다는 지적을 많이 받아 왔다. 또한 최근에는 창의사업이 국가지정연구실사업과 유사한 면이 많다는 지적도 있다. 이러한 지적을 감안하여 본 연구에서는 창의사업이 다른 사업과 구별되는 뚜렷한 특성을 지니고 있는가를 분석 평가하였다.

둘째, 창의사업의 목적과 목표는 국내외 과학기술 환경과 여건의 변화 등과 견주어 볼 때 타당한 것인가를 분석 평가하고자 하였다. 그리고 그동안 창의연구단이 수행한 연구과제의 연구 성격과 내용, 연구결과 등은 사업목적 및 목표에 적합한 것인가 등을 평가했다. 이는 사업 목적과 목표의 설정이 적절하며, 사업내용이 실제 목적을 구현할 수 있도록 전개되고 있는가를 파악함으로써 앞으로의 사업방향에서 개선할 부분은 없는지를 파악하기 위해서이다.

셋째, 창의사업이 이룩한 전반적 사업효과를 분석 평가하고자 하였다. 이는 그동안 당초 설

정한 목표를 어느 정도 달성하였는가를 평가하기 위해서이다. 이는 창의사업의 목표를 몇 가지로 세분화하여 그 각각에 대해 분석 평가했다. 그리고 창의사업이 거둔 직접 및 간접성과의 정도를 측정 파악하고자 했다.

나. 평가대상

본 연구에서의 평가대상은 창의사업이다. 창의사업에는 현재 57개 연구단이 소속되어 있으며, 이들의 계속연구기간은 1-5년으로 서로 다르다. 왜냐하면 연구단들은 1997년 이후 2002년까지 매년 몇 개씩 추가되어 왔기 때문이다. 그러나 본 연구에서는 이들 개별연구단을 평가 대상으로 하지 않고, 57개 창의연구단의 전반적인 연구활동을 묶어 연구개발사업 전반을 평가하고자 한다.

다. 평가자

창의사업 평가를 위한 평가자 구성은 3개 그룹으로 하였다. 즉, <표 1>에서 보는 바와 같이 57개 창의연구단장을 모두 평가에 참여하도록 하였다. 그러나 이들 중 평가에 최종적으로 참여한 사람은 48명이었다. 이들 창의단장의 평가는 자체평가의 성격을 지닌다고 하겠다. 그리고 전에 창의연구단의 단계평가에 참여한 적이 있는 과학자와 창의기획위원회 위원 중에서 100명을 무작위로 선정하였다. 이들 중에서 최종적으로 평가에 참여한 사람은 40명이었다. 마지막으로 창의사업과 직접적인 관련은 없지만, 간접적으로 창의연구에 많은 관심을 가지고 있을 것으로 판단되는 국가연구개발사업에 참여하고 있는 과제책임자를 평가위원으로 포함시켰다.

<표 1> 평가 설문 조사대상자 선정 및 최종 응답 평가자

	조사 대상자	대상자 수	응답자 수	응답률(%)	응답자 구성비(%)
창의사업 관련 전문가	연구단장	57	48	84.2	36.4
	기획/평가위원	100	15(40)*	15.0	11.4
타 국가연구개발사업 연구책임자	NRL	100	38	38.0	28.8
	중점연구	25	5	20.0	3.8
	국책연구	25	4	16.0	3.0
	선도기술	25	5	20.0	3.8
	프론티어	25	5	20.0	3.8
	기타	50	12	24.0	9.1
계		367	132	32.4	

주: 창의 기획/평가위원의 응답자 총수는 40명, 이들 중 일부는 타 국가연구사업 과제 책임자와 중복 됨, 중복되지 않는 기획/평가위원 수는 15명임.

<표 1>에서 보는 바와 같이 평가자의 구성을 다양하게 한 것은 평가에서의 객관성을 확보하기 위해서이다. 그리고 평가자 그룹 간에 평가결과를 비교함으로써 보다 객관적인 분석을 하고자 해서이었다.

라. 평가방법

본 연구에서는 다수의 평가위원을 선정하여 이들에게 일정한 평가표를 제시하고, 그 평가표를 기초로 사업평가를 하도록 하는 설문조사평가방식을 채택하였다. 본 연구에서 이와 같이 설문조사 평가방식을 채택한 것은 평가기간과 평가비용이 제한되어 있었을 뿐만 아니라, 평가결과를 향후 창의사업운영에 피드백 하기 위해서는 보다 폭넓은 의견수렴을 하는 것이 적절하다고 판단하였기 때문이다.

그리고 본 연구에서는 설문조사 평가에서 부족한 면을 보완하기 위해 방문 사례조사평가를 병행 실시하였다. 구체적으로 말해 1997년과 1998년에 선정된 창의연구단 10개를 무작위로 선정하여 이 중에서 7개 창의연구단을 방문하여 창의연구단장 및 소속연구원과 면담조사 및 평가를 실시하였다. 또한 평가를 위해 창의연구단 57개 모집단 전체에 대한 확실한 자료가 필요한 경우 기 조사된 자료를 활용하기도 하였다. 또한 3년 단계평가를 받음에 있는 40여개 창의연구단의 연구성과에 관한 평가위원의 평가의견을 검토하였다.

4.3 평가결과 자료 분석방법

자료 분석은 설문 문항의 응답형태에 따라 서로 다른 방법을 채택하였다. Scale 변수의 경우 평균 및 분산을, 명목변수의 경우 빈도분석을 중심으로 하는 기술분석 (Descriptive Analysis)을 실시하였다. 또한 집단간 차이를 파악하기 위해 Crosstab Analysis와 일원분산 분석 (Analysis of Variance)을 실시하였다. 그리고 집단간의 비교분석을 위해 집단은 1) 창의연구단장과, 2) 창의사업 기획/평가위원, 3) 국책과제 책임자로 구분하였다. 이렇게 평가집단을 3개로 사전 구분한 것은 창의사업과의 관련성 수준에 따라 창의사업에 대한 인식을 파악하기 위한 것이다. 예를 들어 연구단장은 연구수행주체로서 가장 창의사업과 관련성이 높으며 평가/기획위원은 연구를 직접수행하지는 않으나 연구단의 선정 및 평가에 참여함으로써 어느 정도 창의연구사업과 관련이 있다고 할 수 있다. 반면에 국책과제책임자의 경우 창의사업에 참여하지는 않으나 다른 국가연구개발사업에 참여함으로써 간접적으로 자기가 참여한 국가연구개발사업과 창의연구사업을 비교할 수 있기 때문이다. 창의사업의 고유성이나 차별성, 운영제도의 특수성에 대한 분석을 함에 있어서 이러한 집단간 분석을 통해 주요 관련 항목에 있어서는 창의연구사업에 대해 어떠한 인식차이가 있는지를 알 수 있을 것이다.

5. 평가자료 분석

5.1 창의사업의 차별성 확립에 대한 검토·평가

창의사업의 차별성 확립 정도에 대한 평가는 창의사업의 연구 성격과 내용이 다른 국가연구개발사업과 비교하여 명확히 구별되는 정체성 (identity)을 가지고 있는가를 평가하는 것이다. 창의사업은 출범 당시 다른 국가연구개발사업과 구별되는 사업성격과 목적을 설정하였다. 그러나 지난 5년간 창의사업 추진을 통해서 실제로 다른 사업과 구별되는 차별성을 확보하였는가를 평가하는 것이 이 부분의 평가목적이라고 하겠다.

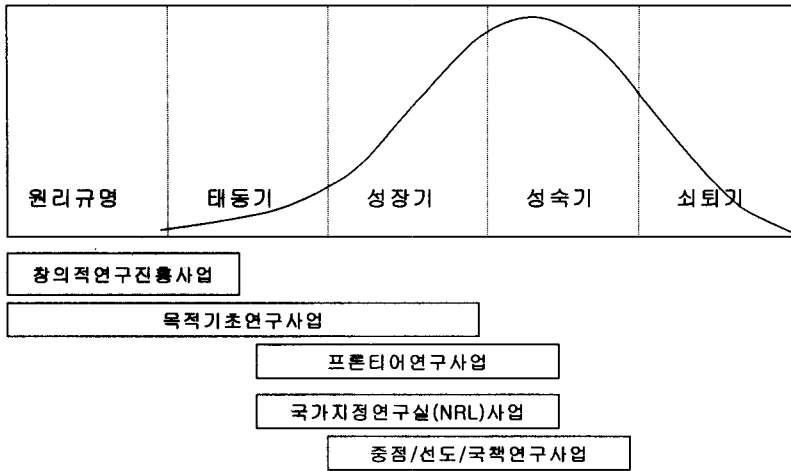
가. 기술수명주기 상에 나타난 창의사업의 차별성

본 설문평가에서는 평가자에게 <표 2>에서 보는 바와 같은 국가연구개발사업 5가지를 제시하고, 이들 각각의 사업들이 기술수명주기상의 어느 단계의 기술개발에 역점을 두고 있다고 판단하는지를 물었다. 평가자들의 응답결과를 분석한 결과 창의사업은 응답자의 51.7%가 과학원리규명 단계에 해당되는 연구를 한다고 하였다. 그리고 태동기라고 응답한 사람은 36.6%로 나타났다. 결국 창의사업은 태동기이전 단계에 속하는 연구를 수행하는 사업이라고 응답한 사람이 전체의 88.3%이었다.

<표 2>에 나타난 응답결과들을 요약하면, 창의사업은 과학원리 규명 및 태동기에 주력하고, 목적기초사업은 과학원리규명에서부터 태동기, 성장기까지 연구영역이 고루 퍼져 있다. 그리고 프론티어사업과 국가지정연구실사업은 다같이 태동기 중반에서부터 성숙기 중반까지를 연구영역으로 하고 있는 것으로 나타났다. 마지막으로 중점연구/선도기술/국책연구사업은 모두 성장기와 성숙기 전반을 연구영역으로 하고 있다. 이를 정리하여 그림으로 표시하면 <그림 2>와 같다.

<표 2> 국가연구개발사업의 기술수명주기상의 위치

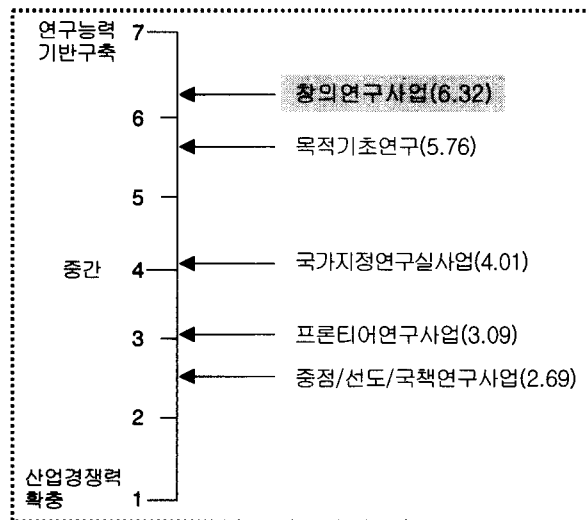
	창의사업	목적기초	프론티어	NRL	중점/선도/국책
과학원리	62 (51.7)	38 (32.5)	1 (0.8)	5 (4.2)	2 (1.7)
태동기	44 (36.6)	36 (30.8)	28 (23.7)	25 (21.2)	11 (9.3)
성장기	9 (7.5)	32 (27.3)	55 (46.6)	60 (50.8)	50 (42.4)
성숙기	5 (4.2)	10 (8.5)	32 (27.1)	28 (23.7)	50 (42.4)
쇠퇴기	0 (0.0)	1 (0.9)	2 (1.7)	0 (0.0)	5 (4.2)
계	120 (100.0)	117 (100.0)	118 (100.0)	118 (100.0)	118 (100.0)



<그림 2> 국가연구개발사업의 기술수명주기상의 위치

나. 사업목적에서의 차별성

창의사업과 타 국가연구개발사업과의 사업목적의 차이를 상대적으로 비교하기 위해 각 사업별 사업목적이 연구능력 및 기반구축과 산업경쟁력 확충 사이를 7 point scale로 세분할 때 어디에 있는가를 물었다. 조사분석결과를 보면 <그림 3>에서 보는 바와 같이 응답자들은 창의사업(6.32)은 목적기초연구사업(5.76)보다 연구능력기반구축을 보다 우선시하는 것으로 인지하였다. 반면에 중점연구개발사업이나 21C 프론티어연구개발사업은 산업경쟁력확충을 목



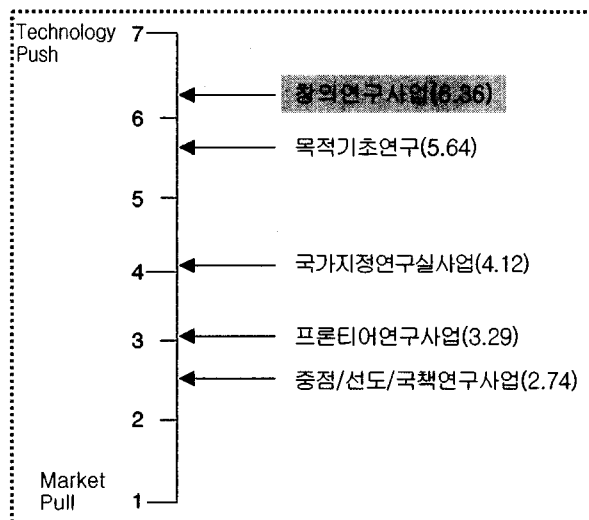
<그림 3> 사업별 사업목적의 차이

적으로 하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 국가지정연구실사업은 4.01로 중간 수준으로 나타났다. 이러한 응답결과를 보면 창의사업은 제시된 여러 가지 국가연구개발사업들 중에서 가장 연구능력 및 기반구축을 목적으로 사업으로 인식하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 창의사업은 사업목적 면에서 가장 유사하다고 하는 목적기초연구사업보다도 훨씬 더 연구능력 및 기반구축에 역점을 두고 있는 것으로 인지되고 있었다.

다. 사업 착수동기 면에서의 차별성

또한 사업착수 동기에서 창의사업이 다른 국가연구개발사업과 차별성을 지니고 있는가를 파악하기 위해 평가자에게 여러 가지 국가연구개발사업을 제시하고 이들 사업들이 Market Pull과 Technology Push 사이를 7 point scale로 나눌 때 그 위치가 어디인지를 질문하였다.

응답결과를 보면 <그림 4>에서 보는 바와 같이 Technology Push 형에 가장 가까운 사업으로 창의연구사업(6.36)과 목적기초연구사업(5.64)을 들었다. 그러나 이들 둘 중에서 창의사업이 목적기초보다 훨씬 Technology Push 형 연구사업인 것으로 평가하였다. Market Pull 형에 가까운 사업으로는 중점연구개발사업(2.74)과 프론티어사업(3.29)을 들었다. 그러나 중점/선도/국책연구개발사업이 프론티어사업보다 시장적 요인에 의해 상대적으로 더 크게 영향을 받는 사업으로 평가하였다. 국가지정연구실사업(4.12)은 Technology Push 형 연구사업과 Market Pull 형 연구사업의 중간 정도에 위치하고 있는 것으로 인식하고 있었다. 이러한 응답 결과는 창의사업은 다른 국가연구개발사업에 비해 연구자의 창의적 아이디어에 가장 많이 의존하며, 그것을 중시여기는 사업임을 짐작할 수 있다.



<그림 4> 사업별 착수동기의 차이

라. 시장창출 목표 면에서의 차별성

창의사업을 포함한 관련 국가연구개발사업이 시장창출이라는 목표를 얼마나 강조하고 있는지를 기준으로 사업별 차별성이 있는지를 파악하고자 하였다. 본 조사 평가에서는 <표 3>에 나타낸 바와 같은 서로 다른 국가 연구개발사업을 제시하고 이들이 시장창출 목표 면에서 어떻게 서로 다른가를 조사 평가하였다. 시장창출 목표는 1) 시장창출과 무관하거나 (무관형), 2) 5~10년 후의 미래시장 창출 (장기형), 3) 3~5년 내 시장창출 (중기형), 4) 당면한 현재 시장경쟁력 강화 (단기형)와 같은 4가지 유형을 제시하였다.

<표 3>에서와 같이 설문조사 자료를 분석한 결과를 보면, 응답자의 95.1%가 창의사업은 시장 창출과 무관 또는 장기형이라고 한 반면, 목적기초연구사업은 응답자의 68.1%만 여기에 속한다고 응답하였다. 이것은 창의사업이 목적기초연구사업보다 시장창출에 대한 부담이 훨씬 적다고 인식하고 있음을 보여주는 것이라 하겠다. 국가지정실연연구사업 (응답자의 85.5%)은 중기형 또는 단기형에 속하는 사업이라고 하였으며, 프론티어 및 중점연구사업은 시장 창출 면에서 다양한 성격을 가지고 있음을 보여주고 있다.

<표 3> 국가연구개발사업별 시장창출 목표에 대한 인식 차이

시장관련성	사업		창의사업		목적기초		프론티어		NRL		중점/선도/국책연구	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
현 시장 경쟁력 강화	3	2.5	11	9.2	30	25.2	41	34.7	25	21.0		
3-5년 후 시장 창출	3	2.5	27	22.7	50	42.0	60	50.8	51	42.9		
5-10년 후 시장 창출	63	52.1	29	24.4	37	31.1	7	5.9	31	26.1		
시장창출과 무관	52	43.0	52	43.7	2	1.7	10	8.5	12	10.1		
합 계	121	100.0	119	100.0	119	100.0	118	100.0	119	100.0		

창의사업과 목적기초연구사업은 시장창출과 관련성이 가장 낮다는 점에서는 유사성이 있다. 그러나 <표 3>을 자세히 살펴보면 목적기초연구사업은 창의사업에 비해 상대적으로 보다 가까운 기간 내 시장창출을 목표로 하고 있음을 알 수 있다. 결국 창의사업은 목적기초연구사업에 비해 시장창출과 관련이 상대적으로 적은 연구사업이라는 점에서 차별성을 유지하고 있다고 하겠다.

마. 창의사업의 고유 위상

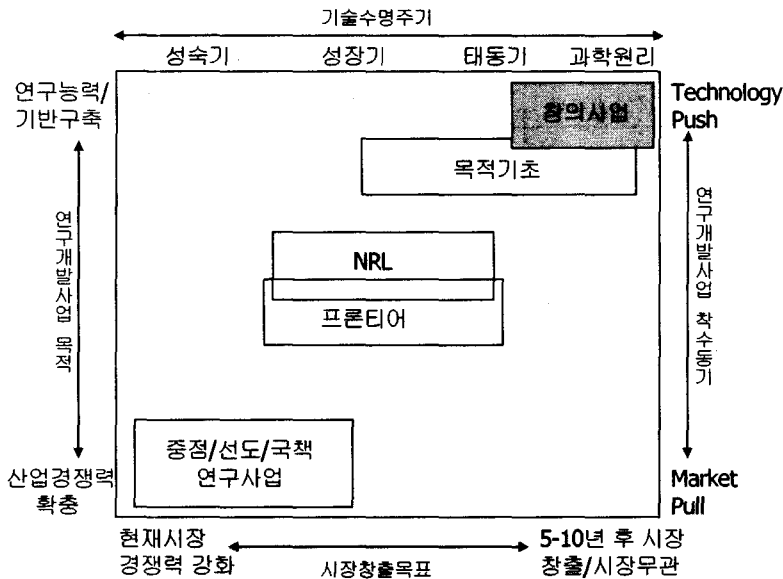
이상에서의 논의를 종합하면 창의사업은 타 국가연구개발사업과 비교할 때 몇 가지 측면에서 뚜렷한 차별성이 있음을 확인할 수 있었다. 특히 <그림 5>에서 보는 바와 같이 사업목적, 착수동기, 기술수명주기상의 위치, 시장창출 목표 등에서 뚜렷한 차별성을 보이고 있다. 비록

여러 가지 국가연구개발사업 가운데서 목적기초연구지원사업과 창의사업이 가장 가까운 위치에 분포되어 있다하더라도 그 위상은 분명히 차이가 있다. 우선 목적기초연구지원사업은 연구 성격의 폭을 기술수명주기 상에서 정의할 때 창의사업보다 훨씬 넓다. 이는 연구성격이 분명하지 않다는 것을 의미한다. 또한 시장창출과 관련해서도 목적기초연구지원사업은 그 폭이 창의사업에 비해 넓다.

5.2 사업의 타당성 및 적절성 평가

가. 사업목적 및 연구지원 분야의 적절성에 대한 검토

창의사업 목적에 나타난 특징을 살펴보면 그것은 독자적 핵심원천기술 확보, 창조지향의 연구문화 확산, 차세대 연구리더의 육성 및 미래신산업 창출 가능성 개척의 내용을 담고 있다. 그러나 그동안의 과학기술 환경의 변화에 비추어볼 때 이러한 내용들로 구성된 창의사업의 목적이 적절한 것인지에 대한 평가가 필요하다. 아울러 현재까지 이룩한 연구성과가 창의사업 목적에 부합되는가에 대한 평가도 중요하다. 또한 사업목적은 연구 지원분야 결정에도 중요하게 영향을 미친다. 그러므로 그동안의 연구지원분야가 사업목적에 비추어볼 때 얼마나 적절하였는가를 평가하고, 타당성이 있는지를 평가하는 것은 사업의 타당성과 적절성 평가에 매우 중요하다 하겠다. 그리하여 본 연구에서는 이상의 내용들에 주안점을 두어 창의사업의 타당성과 적절성을 평가하였다.



<그림 5> 창의사업의 고유 위상

<표 4> 창의사업목적 및 연구지원 분야의 적절성과 타당성

		창의단장 (n=48)	평가위원 (n=40)	국책책임자 (n=32)	평균 (n=120)	ANOVA 결과	
						F값	유의수준
사업목적	평균	6.71	4.90	4.84	5.61	24.24	0.000
	표준편차	0.65	1.85	1.60	1.66		
연구지원 분야	평균	6.63	4.93	4.72	5.55	26.66	0.000
	표준편차	0.78	1.62	1.52	1.58		

주: 1: 전혀 아니다, 4: 보통, 7: 매우 그렇다.

먼저 본 연구에서는 평가자들에게 그 동안의 과학기술환경의 변화를 감안할 때 창의사업의 목적과 연구지원분야는 얼마나 적절한가를 물었다. <표 4>에 나타난 응답결과를 보면 창의사업목적과 연구지원분야에 대한 타당성과 적절성에 대해 창의단장은 강한 긍정을 보인 반면, 다른 집단의 과학자는 약간 긍정적인 것으로 나타났다. 3집단 중에서 창의기획 및 평가위원이 국책과제 책임자에 비해 보다 긍정적 자세를 보이고 있으나 창의연구단장과는 시각차이가 큰 것으로 나타났다. 응답성향에 있어 3집단간에 통계적으로 평균에 유의한 차이가 있는가를 알아보기 위해 일원분산분석 (ANOVA)을 실시하여 얻은 F값과 그것의 확률을 살펴본 결과 모두 유의한 차이를 보여주었다.

나. 연구성과의 사업목적에 대한 적합성 평가

앞에서 언급한 바와 같이 창의사업의 목적은 독자적 핵심원천기술 확보, 창조지향의 연구문화 확산, 차세대 연구리더의 육성 및 미래신산업 창출 가능성 개척 등 4가지로 구분해 볼 수 있다.

<표 5> 창의사업목적과 연구 성과와의 적합성 정도

창의사업목적		창의단장 (n=48)	평가위원 (n=40)	국책책임자 (n=32)	평균 (n=120)	ANOVA 결과	
						F값	유의수준
핵심원천기술 확보	평균	6.56	4.90	4.72	5.52	30.33	0.000
	표준편차	0.68	1.54	1.32	1.47		
창조지향의 연구문화 창출	평균	6.56	5.35	4.78	5.68	17.01	0.000
	표준편차	0.61	1.70	1.80	1.58		
세계수준의 연구리더 육성	평균	6.58	5.75	5.34	5.98	10.91	0.000
	표준편차	0.82	1.44	1.40	1.31		
신산업창출	평균	5.96	4.47	3.69	4.86	25.98	0.000
	표준편차	1.32	1.41	1.63	1.71		

주: 1: 전혀 부합되지 않음, 4: 보통, 7: 매우 크게 부합됨.

지금까지의 창의사업의 연구성과를 세부 사업목적과 견주어 볼 때, <표 5>에서 보는 바와 같이 세계수준의 연구리더 육성이 가장 높고 (전체 평균 5.98), 신산업창출이 가장 낮았다 (전체 평균 4.86). 이는 (연구단 간에 차이는 있겠지만 전반적으로) 지금까지 창의사업의 추진이 세계수준의 연구리더육성에 주로 주안점을 두고 있었음을 간접적으로 알 수 있다. 반면에 아직 신산업창출 가능성을 통해 창의사업의 특징을 부각시키지는 못하고 있는 것으로 보인다. 결국 창의사업은 연구자를 키우는데 역점을 두는 방향으로 진행되어 왔음을 알 수 있다.

평가그룹별 응답패턴의 차이를 살펴보면 창의단장은 연구리더 육성, 핵심원천기술 확보 및 창조지향연구문화 구축 등에서 6.56이상으로 매우 높게 응답하고 있으며 신산업창출에 대해서는 5.96으로 나타났다. 반면에 평가위원 및 국책과제 책임자는 창의단장보다 연구리더 육성 (5.75, 5.34)을 제외하고 상대적으로 낮게 평가하고 있다. 특히 타 국책과제 연구책임자의 경우 신산업창출과 관련해서는 지금까지 연구성과는 보통 이하라고 평가하고 있다.

종합하면 창의사업은 창조지향의 연구문화 및 세계수준의 연구리더 육성이라는 연구성과 창출에 대해서는 집단간 공감대가 형성되어 있으나, 반면에 핵심원천기술 및 신산업창출 성과 측면에 대해서는 집단간 의견차이가 큰 것으로 나타난다. 이는 창의사업은 세계수준의 연구자 육성과 연구문화 창출에서 보다 큰 연구성과를 거두고 있는 국가연구개발사업임을 말해 준다.

다. 연구과제내용과 연구지원분야와의 적합성 검토

창의사업의 연구지원분야는 1) 새로운 현상 및 과학원리규명과 새로운 창조 분야, 2) 창의적 아이디어로 경쟁 가능한 새로운 과학기술 탐색 및 발아 분야, 3) 기존 기술의 한계극복 분야로 구분하고 있다. 본 연구 설문조사에서는 그동안 창의연구단에서 수행해온 연구내용이 위 3가지 연구지원 분야 중 어느 것에 해당하는지를 물었다. 이것은 창의사업 추진이 당초 사업 의도에 얼마나 적합하게 운영되고 있는가를 파악하기 위해서이다.

<표 6> 창의연구단 연구내용과 창의사업 지원분야와의 적합성 정도

창의사업 지원분야	구 분	창의단장 (n=48)	평가위원 (n=40)	국책책임자 (n=32)	평균 (n=120)	ANOVA 결과	
						F	유의수준
새로운 현상, 원리규명, 새로운 창조	평 균	6.21	5.10	5.09	5.54	7.99	0.001
	표준편차	1.16	1.72	1.61	1.57		
새로운 과학기술 탐색 발아	평 균	6.50	5.15	5.28	5.73	15.58	0.000
	표준편차	0.82	1.56	1.32	1.39		
기존 기술의 한계극복	평 균	5.81	4.55	4.50	5.04	13.05	0.000
	표준편차	1.17	1.43	1.48	1.48		

주: 1: 전혀 적합성이 없다, 4: 보통, 7: 적합성이 매우 높다.

먼저 응답자들은 창의사업이 계획한 3가지 연구지원 분야에 대해서 대체로 그 적절성을 높게 평가했다 (전체 평균 5.55, <표 4> 참조). <표 6>에서 보는 바와 같이 창의연구단의 실제 연구내용이 창의사업 지원분야와 가장 일치성이 높은 연구지원분야는 새로운 과학기술 탐색·발아 분야 (전체 평균 5.73)이고, 일치성 즉, 적합성이 상대적으로 가장 낮은 분야는 기존 기술의 한계극복 분야 (전체 평균 5.04)로 나타났다. 평가자 집단 즉, 창의단장과 평가위원 및 타 국책과제 연구책임자 간에 인식차이가 크게 있었다 (<표 6>에 나타난 ANOVA 분석에서 얻은 F값과 확률을 보면 집단간 평균의 차이가 있음을 알고 있음).

종합하면 연구 지원분야 중에서 경쟁 가능한 새로운 과학기술탐색발아 분야가 창의연구단의 연구내용 및 성격과 가장 적합성이 높은 것으로 나타나는 반면 기존기술의 한계극복은 상대적으로 떨어짐을 보였다. 이는 창의사업의 연구성격이 기술 (break-through technology) 보다는 과학연구 (scientific research) 성격이 강한 특성을 지니고 있음을 보여주는 것이라 하겠다.

라. 사업추진전략의 적절성과 타당성

창의사업의 추진과정에서의 전략의 적절성과 내용의 타당성을 파악하기 위해 그동안 창의사업이 국내외 과학기술환경의 변화에 대해 얼마나 적절히 대응해 왔으며, 사업추진 전략은 얼마나 적절하였는가를 <표 7>에서 보이는 추진전략을 중심으로 평가해 보았다.

<표 7> 창의사업 추진전략의 적절성과 타당성

창의사업 추진전략		창의단장 (n=48)	평가위원 (n=40)	국책책임자 (n=32)	평균 (n=120)	ANOVA 결과	
						F값	유의수준
국가적 요구에 대한 부응	평균	6.56	4.63	4.38	5.33	38.63	0.000
	표준편차	0.64	1.64	1.38	1.60		
환경변화에 대한 유연성	평균	5.96	4.12	4.16	4.87	27.01	0.000
	표준편차	1.20	1.48	1.29	1.59		
사업 착수시기	평균	3.96	4.03	3.72	3.92	0.44	0.640
	표준편차	1.33	1.54	1.39	1.41		
전체 사업비 규모	평균	2.94	4.45	4.25	3.79	18.71	0.000
	표준편차	1.11	1.53	1.04	1.43		
타 국가연구개발사업과의 차별성	평균	6.63	4.93	4.59	5.52	27.95	0.000
	표준편차	0.81	1.73	1.41	1.61		

주: 1: 전혀 아니다 (늦다, 적다), 4: 보통, 7: 매우 그렇다 (빠르다, 많다).

먼저 창의사업추진전략과 관련하여 평가자들은 대체적으로 사업목적은 적절성과 타당성이 높으며, 국가적 연구요구에 대한 부응도도 높다고 평가하고 있다. 또한 타국가연구개발사업과

의 차별성도 충분히 유지하고 있는 것으로 평가하고 있다. 반면에 사업 착수시기와 전체 사업비 규모는 보통 정도로 평가하였다.

평가그룹별로 평가시각에 큰 차이가 있다. 대체로 창의단장들은 모든 전략에 대해 강한 긍정을 보이는 반면, 평가위원과 타 국책과제 책임자들은 상대적으로 긍정의 정도가 덜한 편이다. 이러한 것은 ANOVA 결과를 보면 매우 극명하게 나타나고 있다. 특히 한 가지 재미있는 사항은 전체 연구사업비 규모의 적절성에 대해 창의단장은 부족한 것으로 평가한 반면, 다른 평가그룹들은 그렇지 않은 것으로 나타났다. 이는 그동안 창의사업과 관련하여 개별연구단에 대해 지나치게 연구비를 많이 지원하고 있다는 비난을 뒷받침하고 있는 것으로 보인다.

5.3 사업성과에 대한 평가 및 분석

일반적으로 연구개발사업성과는 학술적인 성과, 기술적인 성과, 연구역량 향상효과, 산업경쟁력 향상 효과 등 다양하게 측정할 수 있다. 그러나 먼저 사업목표에 대한 달성정도를 평가하고, 나아가 세부 분야별 성과를 평가하는 것이 적절할 것이다. 이러한 관점에 따라 본 연구에서는 먼저 창의연구사업의 사업목표 달성도 평가하고, 다음으로 세부 분야별 달성효과를 측정 평가하였다.

가. 사업목표달성 정도

창의사업 목표는 앞에서 언급한 바대로 1) 기존기술의 한계 극복, 2) 새로운 기술혁신의 창출, 3) 창의적 연구문화 창출 및 세계적 차세대 연구리더의 육성, 그리고 4) 독자적인 핵심원천기술개발로 정리할 수 있다. 본 연구에서는 창의사업의 목표를 이상과 같이 4가지로 구분하고, 이들 각각에 대한 효과가 어느 정도인가를 7 point-scale로 측정하였다. 설문평가를 정리한 결과 <표 8>과 같았다.

<표 8>에 나타난 창의사업 효과에 대한 응답자 전체의 평가결과를 보면, 세계적인 차세대 연구리더육성 효과가 5.84로 가장 큰 것으로 나타났다. 다음으로 새로운 기술혁신의 탐색·발아효과 (5.36), 신산업창출효과 (4.88), 그리고 기존한계극복효과 (4.59) 순으로 나타났다. 이는 당초 창의사업 4가지 목표 중에서 창의적 연구문화 창출 및 세계적인 차세대 연구리더의 육성 효과가 가장 두드러진 성과이었음을 보여주고 있다. <표 8>에서 ANOVA 결과를 보면, 평가자 3집단은 창의사업목표 4가지 각각에 대해 그 달성 정도를 매우 다르게 평가하고 있다. 그러나 한 가지 특징적인 사실은 차세대 연구리더의 육성이라는 목표달성도에 대해서는 창의연구단장 이외의 평가그룹도 상당히 긍정적인 평가를 하고 있다는 것이다.

<표 8> 전반적인 사업목표 달성 정도

사업목표		창의단장 (n=47)	평가위원 (n=16)	국책책임자 (n=18)	평균 (n=81)	ANOVA 결과	
						F 값	유의수준
기존기술의 한계극복	평 균	5.28	3.56	3.72	4.59	13.41	0.000
	표준편차	1.41	1.41	1.36	1.60		
새로운 기술혁신 싹 탐색 발아	평 균	6.15	4.06	4.44	5.36	24.52	0.000
	표준편차	1.00	1.52	1.38	1.51		
세계적인 차세대 연구리더 육성	평 균	6.27	5.13	5.28	5.84	5.56	0.006
	표준편차	1.34	1.50	1.48	1.48		
독자적인 핵심원천기술개발	평 균	5.7	3.56	3.89	4.88	22.55	0.000
	표준편차	1.42	0.89	1.27	1.62		

주: 1: 효과 매우 작음, 4: 보통, 7: 효과 매우 큼.

본 연구에서는 설문조사평가 외에 창의연구단을 방문하여 창의연구단장과 인터뷰를 하였는데, 여기에서 창의연구단에 참여하고 있는 연구원들은 impact factor가 높은 우수저널에 논문을 발표하고, 세계 저명학술대회에 invited talk을 하며, 연구결과가 세계 저명 기술 잡지 또는 언론에 소개되는 등의 사실을 실제로 다수 확인하였다. 실제로 이런 활동을 통해서 창의연구단장 및 관련 연구원들의 세계적인 학술 위상은 크게 향상되었다고 한다.

다른 한편, 사업목표 달성도에 있어서, 기존 기술의 한계극복 및 신산업창출을 위한 독자적인 핵심원천기술개발에 대한 효과는 보통 수준을 약간 상회하는 정도이다. 특히 평가위원 및 타 국책과제 연구책임자들은 이들 두 가지 목표 달성도에 대해 보통 이하로 평가하였다. 이것은 창의사업의 일차 목표는 세계 수준의 연구리더 육성에 있고, 기존기술의 한계극복, 또는 신산업창출을 위한 핵심원천기술개발은 사업목표라기보다는 장기적으로 추구하는 사업목적에 해당하는 것으로 구분되어야 함을 보여주는 것으로 해석할 수 있겠다.

나. 학술적 성과

학술적 성과를 측정할 수 있는 가장 좋은 방법은 해외 우수학술지에의 논문발표 실적일 것이다. 본 연구에서는 먼저 1997년 이후 창의연구단의 국내외 SCI 논문발표 실적을 조사해 보았다. <표 9>를 보면 창의연구단의 논문발표실적은 해마다 큰 폭으로 증가하였다. 1997년부터 2002년 사이에 우리나라 전체 SCI 논문 발표 수의 증가율은 연평균 13.7%인 반면, 창의연구단은 연평균 32%씩 증가하였다. 창의연구단의 논문발표 증가율이 우리나라 전체 실적보다 약 2.5배 앞서고 있다.

<표 9> 연도별 SCI 논문 증가비율

		1997	1998	1999	2000	2001	2002	연평균 증가율(%)
국가 전체	논문 수	7,852	9,568	11,076	12,245	14,673	14,916	
	증가율	21.7	21.9	15.8	10.8	19.8	1.7	13.7
창의연구	논문 수	76	169	238	395	449	513	
	증가율		122.4	40.8	66.0	13.7	14.3	32.0

자료: KISTEP 자체 조사자료.

그리고 <표 10>을 살펴보면, 2002년 창의연구단장 1인당 평균 SCI 발표 논문 수는 10.69 편이다 (창의연구단 57개 중에서 2002년에 선정된 3개 연구단은 계산에서 제외함). 그런데 이 실적을 국내 교수 1인당 논문 발표 (SCI 논문)실적 1위 (광주과학기술원의 5.34편)와 비교하면 그 수월성을 쉽게 파악할 수 있다.

이 외에도 창의연구단이 창의사업에서 연구비 지원을 받기 전에 비해, 연구비를 지원받고 난 후에 어떤 변화가 있었는지에 대해서도 주어진 자료를 기초로 <표 10>에서와 같이 추정해 보았다. 1997년 창의사업 첫째 선정된 연구단은 총 27개이었다. 그러나 현재 생존해 있는 연구단은 21개이며, 이들 21개 연구단이 1997년에 발표한 SCI 논문은 총 76편이었다. 즉, 연구단 평균 논문 발표 수는 3.62편이었다. 그런데 이 논문들은 창의사업 연구비 지원을 받은 결과, 얻어진 것으로는 볼 수 없다. 단지 이 숫자는 창의연구비 지원을 받기 전 창의연구단의 연구결과 수준을 나타내 주는 하나의 지표가 될 뿐이다.

<표 10> 창의연구단 연구비 지원 전후 SCI 논문 발표 수의 변화

	선정 연구단수 누적	SCI 논문 창출 가능 연구단 수	SCI 논문 발표 수	연간 연구단별 논문발표 평균
1997	21	21	76	3.62
1998	35	17	169	9.94
1999	40	21	238	11.33
2000	48	35	395	11.29
2001	54	40	449	11.23
2002	57	48	513	10.69

그런데 2001년 창의연구단의 SCI 논문발표실적은 어떻게 변화되었는가? 2001년 말 기준으로 창의연구단의 수는 54개이다. 그런데 이들 중에서 2001년에 신규로 선정된 연구단이 6개이

며, 그 전해인 2000년에 선정된 연구단은 8개이다. 이들 14개 신규 선정된 연구단은 2001년 SCI 논문발표 실적에 크게 기여할 수 없었을 것이다. 왜냐하면 연구를 시작해서 결과가 나오 고 그것을 해외 저널에 보내 처리하는 데는 1년 내지 2년이 소요되는 것이 보통이기 때문이다. 이렇게 보면 2001년 SCI 발표논문 449편은 54개 연구단 중에서 최근 2년 사이에 선정된 14 개 연구단을 제외한 40개 연구단의 실적으로 보아도 큰 무리가 없을 것이다.

이러한 사항을 근거로 계산하면, 2001년 창의연구단 SCI 논문 발표 수는 평균 11.23편이 된다. 이것은 창의연구시작 전의 실적이라고 할 수 있는 1997년의 창의 연구단별 SCI 논문 발표실적 3.62편과 비교하면 3배 정도 증가된 것이다. 결국 정부의 창의연구단에 대한 연구비 지원이 매우 괄목할만한 학술성과를 내게 하였다고 볼 수 있겠다.

다. 연구능력 향상효과

앞에서 창의사업의 성과 중에서 가장 돋보이는 성과는 세계적 차세대 연구리더 육성이라고 한 것은 이미 언급한 바 있다. 본 연구에서는 이에 한걸음 더 나아가 현재 창의연구단이 국내 외에서 인정받고 있는 위상에 대해 물었다.

이러한 설문에 대한 분석결과를 <표 11>에서 정리하였다. 창의단장은 전체 응답자의 37.2%가 자신이 속한 연구단의 연구능력은 세계 수준으로 인정받고 있다고 하였다. 그리고 5년 내에 세계 최고 수준으로 될 것이라고 응답한 것은 25.6%이었다. 평가위원 및 국책과제 책임자는 창의사업단 간의 연구능력의 차이가 커서 평가하기 힘들다는 평가를 내린 평가자가 28.9~30.0% 이었다. 그러나 평가위원 그룹은 5년 내 세계 최고수준으로 될 것으로 주목받고 있거나, 창의단장이 세계적인 수준이라고 응답한 비율이 44.8%이었다. 그리고 타 국책과제 책임자의 경우는 46.6%가 같은 성향의 답을 하였다. 반면, 평가위원의 18.4%와 타 국책과제 연구책임자의 23.3%는 이제 시작단계로 세계수준과는 기술격차가 크다고 하는 부정적인 평가를 하였다.

<표 11> 창의연구단의 연구능력 수준

연구단의 위상	창의단장		평가위원		국책 책임자		합계	
	n	%	n	%	n	%	n	%
세계 최고 수준으로 인정	16	37.2	3	7.9			19	17.1
5년 내 최고 수준이 될 것으로 주목받음	11	25.6	12	31.6	7	23.3	30	27.0
창의단장이 세계 수준	16	37.2	5	13.2	7	23.3	28	25.2
이제 시작 단계			7	18.4	7	23.3	14	12.6
사업단의 차이가 큼			11	28.9	9	30.0	20	18.0
합 계	43	100.0	38	100.0	30	100.0	111	100.0

또 한편으로, 2002년 말 기준으로 창의연구단의 연구경쟁력 수준에 대한 평가를 의뢰하여, 그 결과를 <표 12>와 같이 정리하였다. <표 12>에서 평가자 전체의 결과를 보면, 창의연구단의 연구개발경쟁력은 선진국과 대등하다는 것이 49.33%로 가장 많고, 다음으로 세계 정상에서 약간 뒤집이 30.67%, 최고수준은 10.67%로 나타났다. 이러한 결과를 보면, 창의연구단 중에서 선진국과 경쟁력이 있는 연구단이 전체의 약 60%에 달하고 있음을 알 수 있다. 세계 정상에서 약간 뒤진다는 연구단도 창의사업 연구지원이 일천해서라면, 앞으로 노력여하에 따라서는 세계 최고수준으로 발전할 수도 있을 것이다. 이러한 사실들을 종합할 때, 창의연구단의 연구경쟁력 수준은 현재 거의 세계 최고수준에 도달해 있거나, 곧 그렇게 될 가능성이 높은 것으로 판단된다.

<표 12> 창의연구단의 연구개발 경쟁력

연구경쟁력	구 분		창의단장		평가위원		국책과제 책임자		합계	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
세계 최고 수준	8	17.02							8	10.67
세계 대등 수준	29	61.70	4	26.67	4	30.77	4	30.77	37	49.33
세계 정상에서 약간 뒤집*	8	17.02	10	66.67	5	38.46	5	38.46	23	30.67
많이 뒤집	2	4.26	1	6.67	4	30.77	4	30.77	7	9.33
합 계	47		15		14		14		76	

주: 약간 뒤집은 세계최고수준과 3년 이하를, 많이 뒤집은 5~7년 정도 뒤지는 것을 의미함.

다음으로 창의연구단의 연구경쟁력 수준에 대한 평가자 그룹간의 차이를 살펴보면, 창의연구단장들은 전체의 78.7%가 세계 최고, 또는 대등한 수준이라고 평가한 반면, 평가위원 및 국책과제 책임자는 세계 최고수준 또는 대등하다고 평가한 것은 각각 26.67%와 30.77%이었다. 그리고 약간 뒤진다고 한 경우가 66.67%, 38.46%로 나타나 창의단장과는 인식의 차이가 큼을 보여주고 있다.

또 한편으로, 세계 최고수준이라고 응답한 사람들에게 그렇다면 몇 년이나 앞섰는가를 물었다. 그 결과 창의단장의 경우 세계정상급보다 대부분 2~3년 앞선 것으로 인식하고 있으며 4~5년 앞선 것도 2건이나 되었다. 반면, 평가위원이나 타 국책과제 책임자들은 이에 해당하는 연구단은 없다고 하였다. 그리고 선진국보다 약간 뒤진 경우에 대해서는 창의단장이 대부분이 2년 이하로 생각하고 있었으나, 평가위원이나 타 국책과제 연구책임자들은 3년 이하라고 응답하였다. 즉 창의단장의 경우 최고수준이거나 뒤진 경우 2년 이하라고 응답한데 반해, 평가위원이나 타 국책과제 연구책임자들은 세계 최고수준은 없으며, 세계 수준보다 약 3년 정도

뒤진 것으로 평가하였다. 선진국에 비해 크게 뒤지고 있다는 응답도 7건이나 있었다. 이들은 약 5~7년 정도 뒤진 것으로 보았다.

6. 분석 및 토론

앞부분에서 살펴본 바와 같이 그동안 창의사업은 매우 적절하게 추진되었으며, 사업성과 또한 우수한 것으로 평가되었다. 여기에서는 앞부분 자료 분석에서 나타난 특징적인 몇 가지 연구결과들에 대해 좀더 논의하고, 앞으로 정책의사결정에 그것들이 어떻게 반영되는 것이 적절할 것인가에 대해 살펴보려고 한다.

첫째, 그동안 창의사업은 기초연구성격의 다른 국가연구개발사업과 비교하여 차별성이 없으면서, 과제당 연구비만 지나치게 많다는 비판을 일부에서 받아왔다. 그러나 본 연구에서의 실증분석을 보면 창의사업은 우리나라의 대표적인 기초연구사업의 하나인 목적기초연구사업과 분명히 구별될 뿐만 아니라, 프론티어, 국가지정연구실사업 등 과제당 연구비 규모가 비교적 큰 국가연구개발사업과도 분명히 다른 위상을 확보하고 있었다. 창의사업은 목적기초연구에 비해 기술수명주기상의 위치에서 훨씬 태동기 초기에 가깝게 위치하였고, 연구결과의 상업화에 대한 부담에서도 크게 벗어나 있었다. 뿐만 아니라 사업목적은 철저히 연구능력 및 기반구축을 지향하고 있었고, 연구과제 제안배경은 시장의 요구가 아닌 연구자의 창의성에 전적으로 의존하는 특성을 보였다. 이러한 제반 특성이 목적기초연구사업 뿐만 아니라, 다른 대형국가연구개발사업과 비교할 때 크게 달랐다.

이와 같이 창의사업이 다른 국가연구개발사업과 차별성을 유지할 수 있었던 배경은 무엇인가? 그것은 다음과 같은 것에서 찾을 수 있을 것 같다. 먼저 창의사업은 연구과제 선정 및 결과평가 등 사업관리방식에서 당초 사업목적과 취지를 살리려는 노력을 많이 기울였다. 예를 들면 창의사업은 신규 연구단을 선정 할 때 연구책임자의 과거 연구활동과 실적을 무엇보다 중요하게 평가하여, 세계 수준의 연구경쟁력에 근접한 연구책임자를 선정하려고 하였다. 또한 연구과제가 지닌 과학기술혁신의 원천성과 독창성 (originality and creativity)을 매우 중요하게 평가하였다. 그리고 3년 주기로 실시하는 단계평가에서 연구결과의 양보다는 질을 중요하게 평가하였다. 다시 말해 연구결과가 세계 최고수준과 비교하여 어느 정도로 평가받고 있는가를 중요하게 평가하였다. 그 결과 연구원들은 연구의 진행에 있어 당초 의도한 연구목적에 따라 연구결과의 혁신성과 독창성에 주안점을 두고, 그것이 세계 최고수준에 이르게 하는데 가장 많은 역점을 두었다. 이러한 것들이 연구성격과 특성, 그리고 연구성과 면에서 창의사업을 다른 연구개발사업과 구별되게 만들었다고 판단한다.

둘째, 사업성과와 관련하여 창의사업은 세계 수준의 연구리더를 육성하고, 창의적인 연구문화를 확산시키는 데 상당한 효과를 거두었다. 이미 앞에서 언급한 바와 같이 창의연구단의 연구경쟁력은 선진국과 거의 대등한 수준에 도달해 있다. 창의연구단의 이러한 연구수준 향상은 다른 국내 과학자들에게도 큰 자극이 되었을 뿐만 아니라, 국내 전체 기초과학 연구수준을 한 단계 높이는 데에 크게 기여했다고 평가할 수 있다.

이와 같이 세계 수준의 학술적 성과와 연구자 양성을 가능하게 한 배경은 무엇일까? 그것에 관해 본 논문에서는 인과관계를 명확히 밝히는 실증분석을 행하지는 않았다. 그것은 본 논문의 연구범위를 벗어난 주제이기 때문이었다. 그러나 정부는 창의사업을 처음 기획할 때부터 사업성과를 높이기 위해 다른 국가연구개발사업에서는 찾아볼 수 없는 다음과 같은 몇 가지 특징적인 연구관리방식을 채택하였다.

- 1) 정부는 창의연구단에 대해 매년 5~7억원 정도의 상대적으로 많은 연구비를 지원하고, 대신 모든 연구원들이 다른 연구사업에는 전혀 참여하지 못하도록 하였다. 창의연구에 참여하는 연구원들은 전적으로 창의연구에만 전념하도록 강제 규정화 하였다. 이는 연구집중을 통해 연구결과의 질을 높이기 위한 조치이었다.
- 2) 필요한 모든 연구를 한 장소에서만 수행하는 것을 의무사항으로 했다. 이것은 주어진 연구비가 몇 개의 sub과제로 분할되어 종래와 같이 연구비 나누어 먹기를 방지하기 위한 조치이다.
- 3) 3년 주기로 실시되는 단계평가에서 평가대상의 하위 15%를 강제 탈락시키는 평가제도를 실시하였다. 그리고 외국인 전문가로부터 서면평가를 받도록 하고, 그 결과를 국내 평가자가 참고하도록 함으로써 연구결과를 세계 수준으로 끌어올리려는 시도를 간접적으로 하였다. 그들은 단계평가에서 탈락되지 않기 위해 전심전력을 다해 연구에 임하였다.
- 4) 연구책임자를 선정할 때 국내 최고수준의 과학자를 선정하고, 이들에게 파격적인 연구비를 지원하고, 3년 주기로 평가하여 계속 지원여부를 결정하면서 최장 9년간 연구지원을 받을 수 있도록 하였다. 기초연구성격의 연구과제에 이런 정도의 연구지원은 실로 파격적인 것이었다. 연구책임자들은 창의연구단으로 선정된 사실만으로도 국내 학계에서 상당한 인정을 받았다. 그러나 한편으로 이것은 당사자들이 연구수행에 최선을 다하지 않을 수 없도록 만드는 큰 압박 요인으로 작용하였다.
- 5) 연구비에서 인건비의 일정비율 이상을 외부 연구인력의 인건비로 사용할 것을 강제규정화 함으로써, Post-doc.을 포함한 박사과정 학생 등 연구생산성이 높은 젊고 우수한 연구인력을 연구에 적극 활용하도록 제도적으로 유인하였다.

창의사업의 팔목할 만한 성과는 이상과 같은 여러 가지 조치들이 종합적으로 작용되어 나타난 결과라 하겠다. 그러나 실제로 이러한 것들이 사업성과에 얼마나 긍정적으로 작용하였는지에 대해서는 실증분석을 통한 체계적인 연구가 추후에 필요하다고 판단된다.

셋째, 창의사업의 또 다른 사업목표 중 하나는 기존기술의 한계 극복, 또는 신산업 창출에 필요한 독자적인 원천기술 확보이다. 그런데 앞서의 자료 분석 결과를 보면 이것에 대한 달성도는 학술적 성과나 차세대 연구리더 육성 효과에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 왜 이런 결과가 나왔을까? 사업 착수 후 연구수행기간이 5년 정도에 불과하기 때문인가, 아니면 기존기술의 한계극복 또는 신산업 창출과 관련된 원천기술 확보라는 것이 창의사업 목적이거나 사업성격에 부합하지 않는 부적절한 목표이기 때문인가?

한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서는 2003년 창의연구단장을 대상으로 소속 연구단의 연구성격에 대해 조사했다. <표 13>에 정리된 결과를 보면 전체 57개 창의연구단 중에서 기초연구에 해당하는 연구단은 37개로 전체의 68.4%이다. 그리고 응용연구 및 개발연구에 해당하는 것은 각각 전체의 24.6%와 7.0%이다. 그런데 개발연구 성격에 해당하는 연구단은 2000년 이후 신규로 지정하지 않고 있다. 이러한 자료를 기초로 할 때 창의연구단의 연구성격은 기초 및 응용연구(전체의 93.0%)가 중심이라고 하겠다.

<표 13> 창의연구단의 연구성격 분포

	기초	응용	개발	계
1997	15	4	2	21
1998	10	3	1	14
1999	3	1	1	5
2000	6	2	-	8
2001	4	2	-	6
2002	1	2	-	3
계	39(68.4%)	14(24.6%)	4(7.0%)	57(100.0%)

기초 및 응용연구가 중심인 창의사업에서 기존기술의 한계 극복, 또는 신산업 창출에 필요한 독자적인 원천기술에 관한 성과가 학술적 성과에 버금갈 정도로 창출되기를 기대할 수는 없을 것이다. 그러나 지금까지와 같이 창의사업이 세계 수준의 우수한 연구자를 육성하고, 창의적 연구문화 확산을 위한 노력을 장기간에 걸쳐 지속하다 보면, 일부 창의연구단에서 기존기술의 한계를 극복하거나, 신산업 창출을 가능케 하는 새로운 기술혁신의 결과를 창출할 수

도 있을 것이다. 그런 조짐은 이미 몇몇 창의연구단의 연구성과에서 나타나고 있다. 그러나 모든 창의연구단이 신산업 창출에 필요한 원천기술을 획득하는 것을 연구목표로 하도록 압박하는 것은 타당하지 않다고 하겠다. 왜냐하면 그것은 당초 창의사업의 목적과 취지를 왜곡시킬 수도 있기 때문이다. 다만 정부 및 사업관리기관에서 기술 및 경제적으로 파급효과가 클 것으로 기대되는 연구성과를 내고 있는 일부 연구단의 연구의욕을 더욱 장려하는 정책적 노력이 필요하다고 판단한다. 예를 들면 기술 및 경제적으로 산업 활용도가 높은 연구성과를 창출한 연구단은 9년간의 창의연구를 졸업한 뒤에도 다른 국가 연구프로그램으로 연결시켜 계속 연구를 할 수 있도록 해주는 방안 등을 고려해 볼 수 있을 것이다.

7. 결론

지금까지 우리나라에서 시행된 대부분의 국가연구개발사업은 첨단산업분야의 핵심기술이나 상품 개발을 연구목표로 하였다. 창의사업에서와 같이 자연현상, 또는 과학원리를 규명하고, 이를 기초로 새로운 과학기술혁신의 싹을 탐색 받아시키는 것을 목적으로 하는 연구에 대규모 투자를 하지 않았다. 그러나 정부는 창의사업 추진에서 종래의 연구지원 행태를 크게 바꾸었다. 창의사업은 처음부터 창의적인 연구문화를 확산하고, 세계적인 차세대 연구리더를 육성하는 것을 주요 사업목적으로 하였다. 그리고 이러한 기초연구성격을 가진 연구팀에 매년 5~7억원을 지원하고, 동일한 연구 테마에 대해 최장 9년까지 연구비를 지원받을 수 있도록 사업을 운영하고 있다.

정부는 그동안 창의연구단에 대해 연구지원이 지나치다는 여론을 무릅쓰고, 이전에 다른 국책연구사업에서 찾아볼 수 없었던 정도의 많은 연구지원을 하였다. 대신 정부는 창의연구단에 대해 연구자들로 하여금 자신의 연구분야에서 세계 최고가 되도록 요구하였다. 그리고 국가가 미래 신산업분야를 개척하는데 있어 필요로 하는 핵심원천기술을 독자적인 기술력으로 확보할 것을 주문했다. 이러한 정부의 지원과 요구는 창의연구단장들에게 이전에 느낄 수 없었던 과학자로서의 긍지와 자부심을 느끼게 하였다. 그러나 한편으로는 창의연구단장에게 큰 심리적 부담을 주고, 세계 최고에 대한 도전 의욕을 촉발시켰다.

지난 5년간의 사업성과를 종합할 때, 정부는 상당한 수준의 사업효과를 거두었다. 앞에서 살펴본 바와 같이 창의사업은 당초 목표 중의 중요한 하나이었던 세계적인 차세대 연구리더 육성과 관련하여 큰 성과를 거두고 있다. 이러한 것은 주로 창의연구단의 연구결과와 그것에 관한 학술지 논문발표를 통해서 구체화되고 있다. 창의사업 연구원들이 Factor Score가 높은 SCI 저널에 발표하는 논문의 수는 매년 크게 증가하고 있다. 뿐만 아니라 세계 최고의 과학기

술학술지로 인정받는 Science, Nature, Cell 등의 학술지에 발표하는 논문 수도 크게 증가하였다. 구체적으로 창의연구단별로 발표되는 SCI 논문 수는 연간 평균 11편 이상이다. 이는 2002년 국내 최고수준으로 알려진 광주 과학기술원의 교수 1인당 SCI 논문 발표실적의 약 2배 이다. 또한 창의연구단장들은 세계적으로 권위 있는 학술대회에 초청연사로 자주 초빙을 받고, 권위 있는 기관으로부터 학술상을 받는 사례도 많다. 또한 유명 국제학술지의 편집위원이나 심사위원으로 활동하는 등 세계 최고 수준의 과학자로 인정받는 예가 매년 증가되고 있다. 이러한 것들은 창의사업이 거둔 세계 수준의 차세대 연구리더 육성에 관한 성과를 나타내 주는 지표들이라 하겠다.

뿐만 아니라 창의사업이 국내 과학기술계에 가져다 준 간접 효과 또한 는 매우 크다. 창의 연구단의 탁월한 연구성과는 국내 여타 과학자들에게 선의의 연구경쟁을 유발하고, 좋은 연구 자극을 주고 있다. 또한 창의사업은 국내 연구기관 및 기업에 창의적 원천기술개발을 위한 연구팀 운영에 대한 좋은 본보기가 되고, 창의적 연구문화를 확산시키는데 크게 기여했다. 앞으로도 창의사업은 국내 과학기술발전에 큰 영향을 미치게 될 것으로 기대된다.

그러나 그동안의 창의사업 운영이 온전한 성공을 거두었다고 평가하기에는 아직 이르다. 왜냐하면 창의사업의 궁극적 목표는 과학에 뿌리를 둔 새로운 기술혁신의 싹을 탐색·발아시키고, 이것을 기반으로 하여 기존기술의 한계를 극복하고, 신산업 창출을 위한 독자적인 핵심원천기술을 개발하는 것이기 때문이다. 창의사업의 연구성과가 아직 이 정도의 수준에는 도달하지는 못하고 있다. 그러므로 앞으로 창의사업이 보다 많은 노력을 기울여야 할 과제는 그동안 쌓아놓은 세계 수준의 연구성과와 연구경쟁력을 신산업 창출을 위한 핵심원천기술 획득으로 이어질 수 있도록 하는 것이라고 하겠다. 이를 위해 세계수준의 연구자 양성을 보다 강화하여 우수과학자의 층을 두텁게 하고, 또한 핵심원천기술획득을 목표로 하는 새로운 국가연구프로그램을 만들거나, 또는 기존의 유사 연구프로그램과 창의사업을 연계시켜 그동안의 귀중한 창의사업의 연구성과가 사장되지 않도록 하는 것이 중요하다 하겠다.

〈참고문헌〉

- 김희철 외 (1998), 「창의적연구진흥사업의 체계적 추진을 위한 기획연구」, 서울: 과학기술부.
- 변병문의 (2000), 「창의적연구진흥사업의 종합적 검토 분석 및 단계평가계획 수립에 관한 연구」, 서울: 한국과학기술평가원.

- 서상혁 외 (1998), 「공업기반기술개발사업 10년 성과분석 및 개선방안 수립연구」, 서울 : 산업자원부.
- 손병호·현재호 (1999), “창의적 혁신을 위한 국가연구개발사업 연구추진체제의 설계 : 창의적연구진흥사업 사례,” 「기술혁신연구」, 제7권 제1호, pp. 60-77.
- 송계충 외 (1997), 「정보통신 연구개발사업의 연구성과분석」, 대전 : 정보통신연구관리단.
- 최기련 외 (2000), 「선도기술개발사업 성과분석 및 추진방향에 관한 연구」, 서울 : 과학기술부.
- 황용수 외 (2000), 「정부연구개발프로그램 평가체계의 비교분석과 향후 평가체계 구축방안」, 서울 : 과학기술부.
- Grant, J. (1999), “Evaluating the Outcomes of Biomedical Research on Healthcare,” *Research Evaluation*, Vol. 8, No. 1, pp. 33-38.
- Guy, K. et al. (1991), *Evaluation of the Alvey Programme for Advanced Information Technology*, The Report Commissioned by the Department of Trade and Industry and the Science and Engineering Research Council, London : HHSO.
- Kostoff, R. N. (1988), “Evaluation of Proposed and Existing Accelerated Research Programs by the Office of Naval Research,” *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 35, No. 4, pp. 271-297.
- Link, A. N. (1996), *Evaluating Public Sector Research and Development*, Westport : Praeger Publishers.
- Ruegg, R. T . (1998), “The Advanced Technology Programme, Its Evaluation Plan, and Progress in Implementation”, *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 23, No. 2, pp. 5-10.