

국가연구개발사업의 성과분석

-공업기반기술개발사업을 중심으로

서상혁, 산업기술평가원

1. 서 론

1. 연구의 배경, 목적 및 내용

연구개발 활동을 통한 기술혁신의 창출이 한 국가의 대외 경쟁력과 경제성장을 결정짓는 주요 인자로 대두됨에 따라 전세계적으로 연구개발에 대한 정부의 개입이 점차 높아지고 있는 추세이다. 특히 근년에 들어 연구개발의 복잡화, 조직화, 장기 대형화, 고비용화 경향이 뚜렷해지면서 산·학·연 등 연구개발 주체간 협력 형태를 띠는 국가주도의 기술개발지원사업에 많은 관심이 모아지고 있다. 국가기술개발지원사업의 정당성은 시장실패(market failure) 이론에서 찾을 수 있다. 즉 자원의 배분은 시장의 원리를 따를 때 가장 효율적인데 과학기술의 개발에는 이 원칙이 적용되지 않으므로 정부가 관여할 필요가 있는 것이다. 그리고 시장실패의 이유로서 외부효과(externalities)와 고위험(high-risks)이라는 연구개발의 속성이 흔히 거론된다.

정부가 기술개발 활동을 지원하는 것에 대한 반론의 여지는 그리 크지 않다. 보다 중요한 점은 국가기술개발지원사업이 소기의 성과를 거두고 있는가에 대한 평가이다. 국가기술개발지원사업을 효과적·효율적으로 추진하기 위해서는 국가과학기술자원의 투입을 확대하여야 할 뿐만 아니라 투입된 자원에서 최대의 성과가 산출되도록 자원의 효율적인 관리, 즉 평가관리 기능이 필수적인 요소로 대두하였다.

일찍이 연구개발 평가의 중요성을 인식한 선진국에서는 1980년대에 들어서 이에 대한 실증적인 자료를 수집·활용하고자 노력하고 있다. OECD 회원국들은 공식적인 모임을 통하여 과학기술 관련 연구사업의 평가방법, 평가절차, 그리고 기획과 실행 및 결과의 활용이 적절히 이루어진 평가상황 등에 대한 서로의 평가경험을 공유하고 있으며¹⁾ 최근에는 프랑스, 이탈리아, 노르웨이 등 유럽 10개국에 1994년부터 'TAFTIE(The Association For Technology Implementation in Europe)'라는 모임을 결성하여 국가기술개발지원사업 평가의 제 측면에 대해 논의하고 있다²⁾. 이처럼 세계 각국은 사업의 확대, 수정 및 중단결정 그리고 사업관리의 효과성과 자원사용

1) OECD, *Evaluation of Programmes Promoting Technological Innovation*, 1989.

2) TAFTIE, *TAFTIE Guidelines on Performance Indicators for Evaluation and Monitoring*, 1997.

의 효율성 향상을 위하여 국가기술개발지원사업의 평가에 지대한 관심과 노력을 기울이고 있다.

본 연구는 구체적으로 아래와 같은 배경을 갖고 추진되었다.

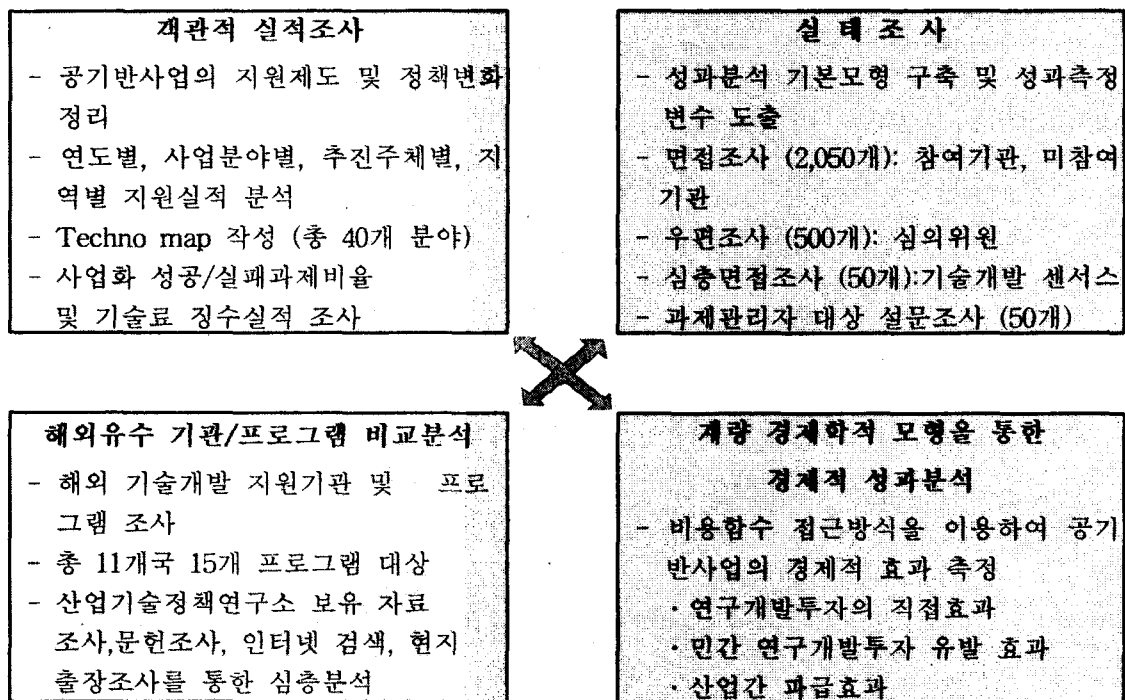
첫째, 공기반사업의 재정 책임성(fiscal accountability)을 강화시켜야 한다.

둘째, 공기반사업의 지원 체계(supporting mechanism)와 차별화(differentiation)를 강화시켜야 한다.

셋째, 공기반사업을 미래 지향적(advanced nature)으로 변화시켜야 한다.

이상과 같은 필요성 하에서 시작된 본 연구의 목적은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 기술개발지원사업의 효과에 대한 종합적 분석
 - 공기반사업의 10년간 변천과정 및 추진실적 분석
 - 공기반사업의 기술적·경제적 성과 및 사회적 기여도 분석
 - 사업성패에 영향을 미치는 요소의 파악과 영향정도 측정
 - 계량경제학적 모형을 통한 공기반사업의 경제성 측정
- 해외 우수 기술평가관리 시스템의 비교 분석
 - 외국의 국가기술개발지원사업 운영 실태 조사
 - 기술지원 시스템의 주요 항목별 비교 분석
- 기술개발지원사업 추진상의 문제점과 향후 추진방안 모색
 - 공기반사업 추진상의 문제점 도출
 - 공기반사업의 향후 추진방향 제시



<그림 1 > 연구의 내용·범위 및 방법

본 연구 목적을 달성하기 위한 연구의 내용·범위 및 방법을 도식화 하면 <그림 1>과 같다.

2. 성과분석을 위한 표본 설계와 기본 모형

본 연구를 위한 실태조사의 대상은 크게 3가지로 구분된다. 즉 조사대상집단을 공기반사업에 참여하였거나 참여 중인 기관(기업, 대학, 연구소, 협회·조합 등), 지원대상과제 심의위원, 그리고 공기반사업을 수행하지 못한 기관으로 분류하고 이들 각각에 대하여 조사방법과 조사내용을 달리하였다.

상기 3개 집단 중 첫 번째 집단에게는 공기반사업의 성과와 개선점을, 두 번째 및 세 번째 집단에게는 개선점을 중심으로하여 조사하였다. 이 밖에도 공기반사업 참여기관 중에 약 50개 기관을 대상으로 동사업의 문제점과 향후 개선방안에 관하여 심층조사하였으며, 이 조사는 외부 조사기관에 위탁하지 않고 본 연구진과 당 연구소 실장급 이상의 연구원들이 직접 현지방문을 통해 면접조사하였다.

이상과 같은 조사대상별 규모, 방법, 조사자 등을 요약하면 <표1>과 같다.

<표1> 실태조사 표본추출 및 조사방법

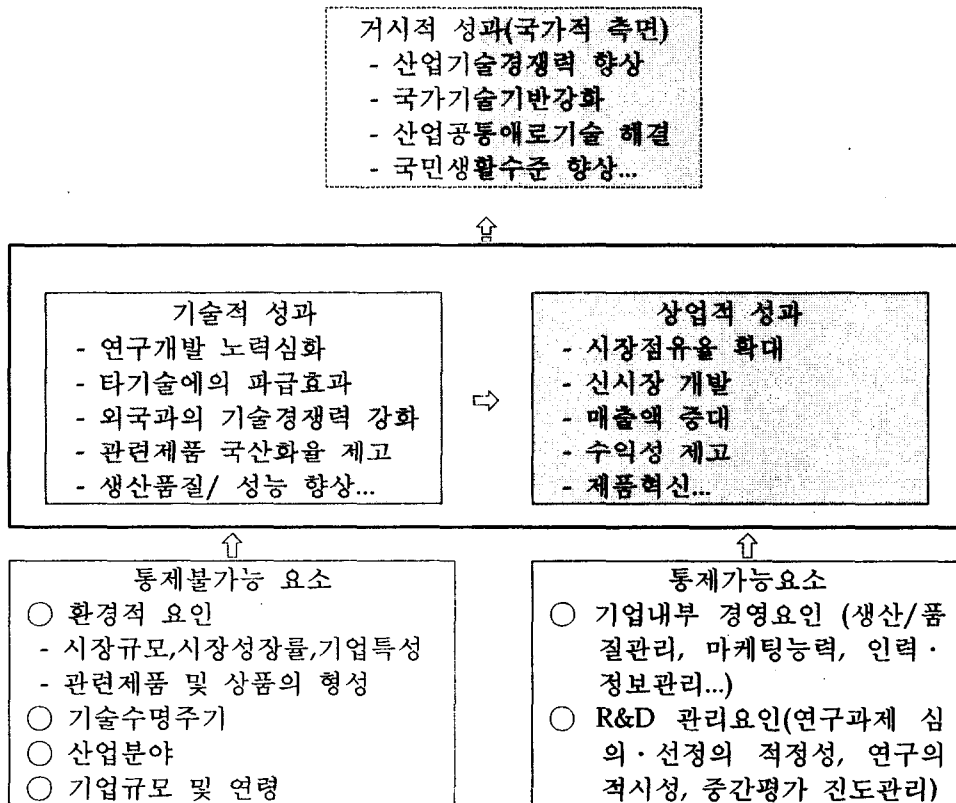
구 분	모집단	표본크기	조사주관	조사방법
완 료 과 제	4,020	1,200	전문조사기관	면접조사
수 행 중 과 제	1,731	800	전문조사기관	면접조사
Techno Census	-	50	ITEP	심층면접조사
심 의 위 원	2,300	500	ITEP	우편조사
미 참여 업체	-	50	ITEP	면접조사

이 조사는 조사 준비절차인 조사내용 결정, 조사대상자 list-up, 사전연락 등의 과정을 제외한 실제조사기간은 약 5개월 정도 소요될 정도로 광범위하고 다양한 조사형태로 구성되었다. 또한 조사내용의 명확성, 방법의 적절성 등을 검증하기 위하여 각 조사형태별로 예비조사(pilot-test) 및 사전조사(pretest)를 거쳤다.

본 연구에서 조사한 내용은 대상집단별로 상이하지만 대체로 공통적인 내용들을 중심으로 조사항목들을 서술하면 다음과 같다. 첫째, 공기반사업에 관한 일반사항으로서 동사업의 인식계기와 참여이유, 타부처의 연구지원자금과의 차별성 정도, 동사업의 지원효과에 대한 만족도에 대해 질문하였고, 동사업에 대한 이미지 Profile은 어의차별 척도(Semantic Differential Scale)를 이용하여 질문하였다. 둘째, 기술개발과제의 일반사항에 대해 질문하였다. 셋째, 동사업 기술개발과제의 수행에 따른 성과측정을 위해 기술적성과, 상업적성과, 종합적성과 등의 세부항목에 대해 질문하였다. 단 이 문항은 성격상 공기반사업을 완료한 기업만을 대상으로 하였다. 넷째,

기업의 R&D 및 경영실태 관련 사항을 질문하기 위해 동사업 과제를 수행하면서 운영해 온 연구관리실태 등에 대한 평가항목과 기업의 전반적인 경영실태에 대한 평가항목으로 구성하였다. 다섯째, 사업의 단계별 지원제도, 운영에 관한 세부 내용들이 어떻게 비쳐지고 있는지 조사하였다. 산업기술수요조사부터 과제선정 및 평가, 사후관리까지의 절차별 지원방법에 대한 수혜자들의 의견 파악, 사업의 문제점 도출 및 해결방안을 중심으로 세부항목을 구성하였다. 끝으로 동사업의 성과를 정량적으로 측정하는 질문항목으로서 수행과제의 기술성능별 달성률, 종합적 기술개발 달성률, 매출액발생 효과 및 인력감축효과, 고용창출효과, 무역수지 개선효과, 국산화 효과 등이 포함되었다. 이 문항들은 조사대상자가 직접 수치로 응답하도록 제시되었다. 단 이 질문도 현재 수행 중인 과제와 수행도중 중단된 과제는 해당되지 않아 과제 완료기관에 한해서만 질문하였다.

이상의 조사내용을 가지고 구성된 성과분석 항목간 상관관계 모형을 제시하면 다음 <그림2>와 같다.



<그림 2> 성과분석의 기본 모형

II. 공기반사업의 성과분석

1. 공기반사업 지원실적 분석('87~'97)

공기반사업은 '87년 출범 당시 기술개발사업, 유망중소기업 기술지원사업, 과제

관리평가사업 등 3개 사업으로 출발하였으나 점차 세부사업들이 증가하여 '98년 현재 8개 사업으로 구성되어 있다. ('98년도 예산 : 196,211백만원)

본 절에서는 공기반사업의 주요 사업별 지원실적을 간략하게 소개하면, <표2>와 같다. 주요 사업중, 항공우주기술개발사업을 제외하고는 대부분의 세부사업의 지원규모가 확대되어 왔으며 특히 중기거점사업과 선도기술개발사업 규모가 두드러지게 성장하였다. 또한 세부사업별 연도별 지원추이를 간략히 기술하면 '93년부터는 중기거점사업의 지원비중이 점차 커져 '97년에는 전체의 48%에 달하게 되었다. '98년도 예산규모 역시 공통핵심기술개발사업에 852억원, 중기거점개발사업에 742억원이 편성되어 있어 공통핵심기술개발사업과 중기거점기술개발사업이 거의 비슷한 지원규모를 보이고 있다.

<표2> 공기반사업의 주요 세부사업 실적 및 내용

사업구분	'87~'97년 (지원금:백만원)	주요 사업내용
공통핵심기술개발사업	477,758	○ 산업현장의 공통핵심기술, 국산화 시급 기술
중기거점기술개발사업	242,293	○ 주력산업의 핵심기술
국제공동연구개발사업	15,270	○ APEC국가간 공동연구 등
선도기술개발사업(G7)	206,760	○ 미래 유망선진 기술개발
항공우주기술개발사업	102,068	○ 중형항공기, 다목적 실용위성 개발
부품연구소 지원	56,400	○ 전자부품연구소, 자동차부품연구소 기반구축 및 기술개발
중소기업기술지원사업	46,812	○ 유망선진기술사업, 신기술보육사업, 지역산학연컨소시엄, 산업디자인포장기술개발
청정생산기술개발사업	12,000	○ 환경친화적 제품생산을 위한 청정생산 기술 개발
연구 관리 평가	12,853	○ 산업기술수요조사, 기술과제의 평가관리 등
합 계	1,172,214	

* 중소기업기술지원사업 중 지역산학연컨소시엄, 유망선진기술사업, 신기술보육사업은 '95년부터 산업기술기반조성사업으로 이관되어 지원 중에 있음.

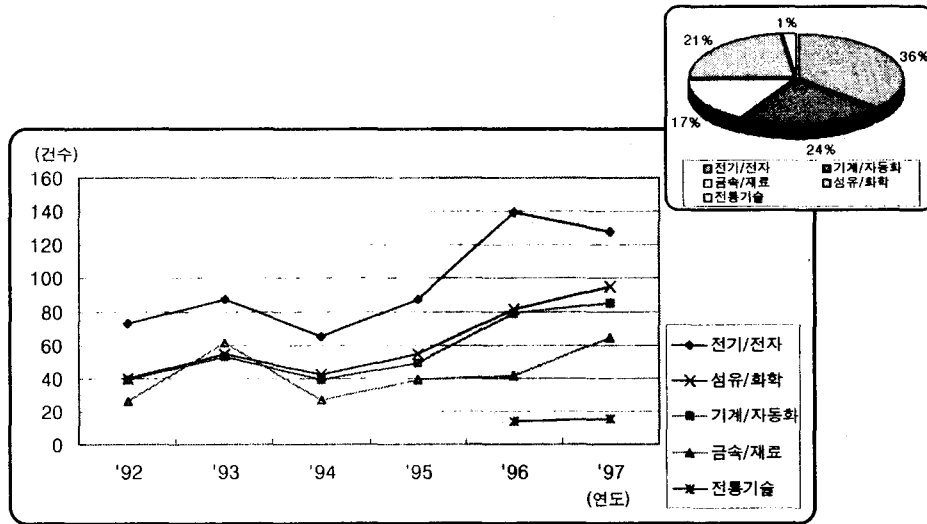
* 음영이 된 부분은 산업기술정책연구소에서 관리하고 있는 사업임.

'87년부터 '97년까지 지원된 과제³⁾의 기술분야별 지원현황은 <그림3>에서 보는 바와 같다. 전체적으로 보면 전기·전자가 36%, 기계·자동화 24%, 금속·재료

3) '87-'97년까지 지원된 신규과제 건수를 기준으로 비교 분석하였음.

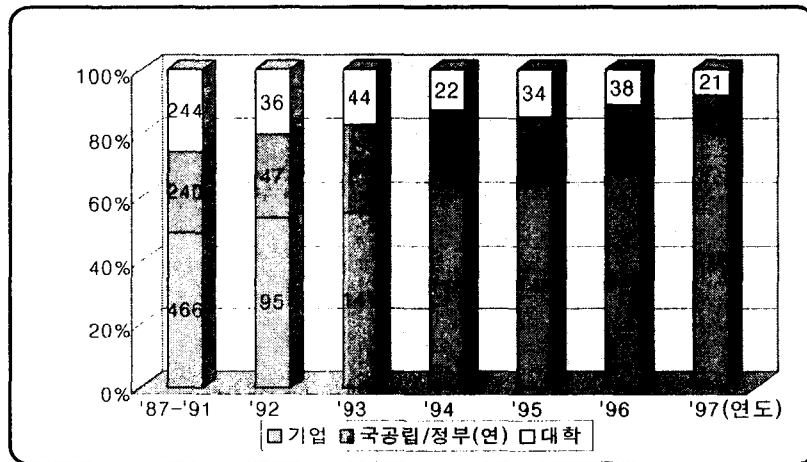
19%, 섬유·화학 21%를 차지하여 전기·전자분야의 지원비중이 단연 가장 큰 것을 알 수 있다. 또한 전통고유기술에 현대적인 첨단생산기술을 접목하여 산업화를 촉진시키고자 '96년부터 전통기술분야(도자기, 한지, 모시, 김치 등)를 지원하기 시작하였으나 아직 비중은 작은 편이다.

연구개발 수행주체인 주관기관 형태별 수행실적을 보면(<그림4>참조) 사업초기에는 많은 과제가 대학에서 연구개발을 주관하고 기업이 참여하는 형태를 취하였으나 점차 기업이 과제를 수행하는 주체가 되어가고 있는 현상이 뚜렷하게 나타나고 있다. 이는 '80년대 말이나 '90년대 초기만 해도 기업의 연구개발능력이나 인식 자체가 미흡하였으나 점차 연구개발 분위기가 확산되어가고 있다는 점과 수요조사 과제도출 시 기업의 수요를 출발점으로 하는 Bottom-up방식의 도입에 기인한 것으로 판단된다.



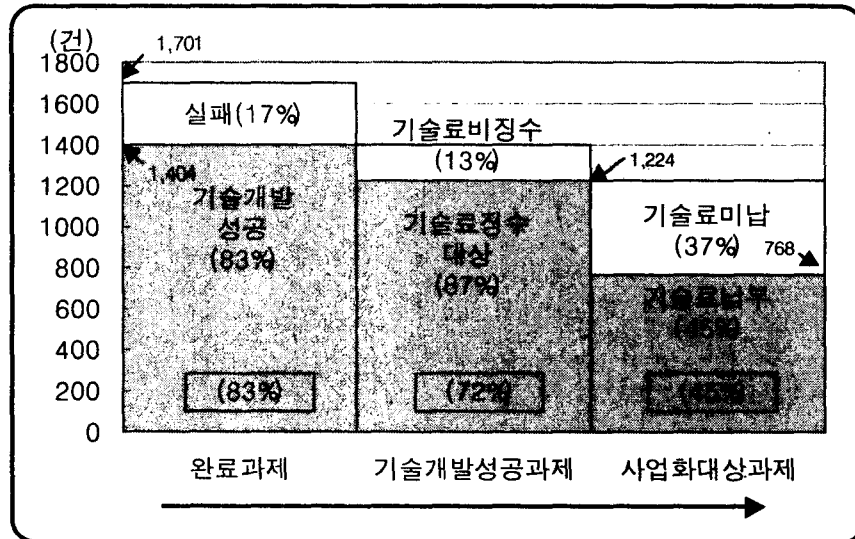
<그림3> 기술분야별 지원현황

'97년의 경우만 보아도 기업이 주관기관인 과제수가 210개, 정부출연연구소 및 국공립연구소는 29개, 대학은 21개로 이러한 추세는 계속될 것으로 전망된다.



<그림4> 주관기관 형태별 지원실적

'97년도까지 지원된 신규과제 수는 총 2,526건이었으며 이중 825건이 현재 진행 중이고, 1,701건이 완료되었다(<그림5>참고). 완료된 1,701건의 과제 중 1,404건이 개발목표를 달성하여 개발목표 달성도는 82.5%이었다. 그중 기반성이 높은 기술료 비정수과제를 제외하면 실제로 상업화 대상과제는 1,224건으로 나타났으며 현재 기술료를 납부하고 있거나 완료된 과제는 768건(총 309억원으로 나타났다. 기술개발 성공과제 1,701건 중 45%만이 기술료를 납부하고 있는 셈이다.

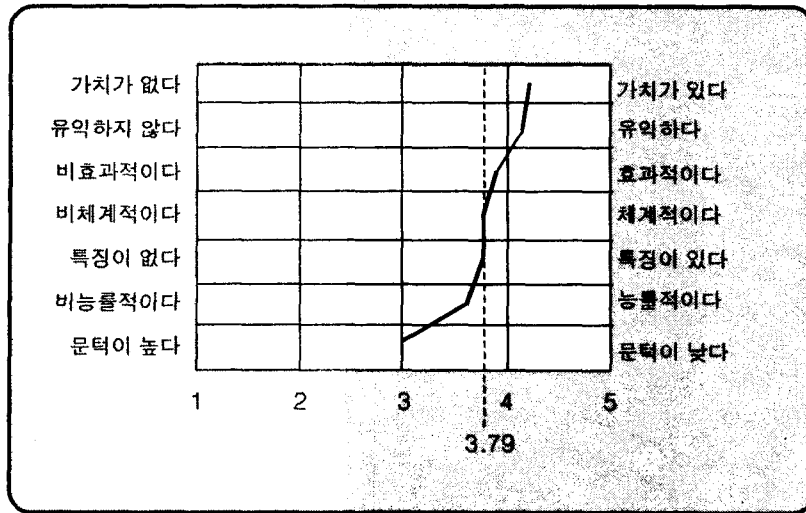


<그림5> 사업화 단계별 분포

2. 실태조사 결과

1) 공기반사업의 이미지

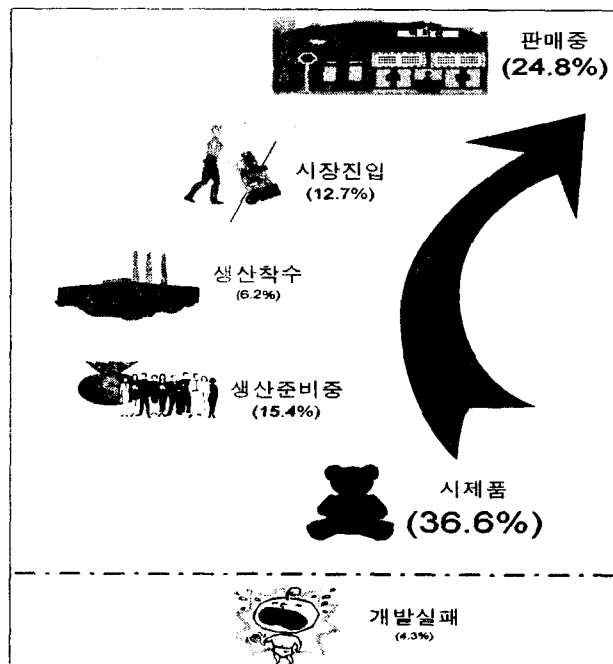
의미차별화 척도(Semantic Differential Scale)를 사용하여 공기반사업의 Image Profile을 분석한 결과, '분턱이 높다'는 느낌만 약간의 부정적인 측면이 보이고, '가치성, 유익성, 효과성 등'은 긍정적인 측면이 강하게 나타났다. 특히 공기반자금의 '유익성'과 '가치성'에 대한 응답은 4점(5점 만점)이상의 높은 점수를 가졌다(<그림 6> 참고).



<그림6> 공기반사업의 이미지

(N=1,998~2,012)

공기반사업으로 지원된 과제 중 기술개발후 상품화 과정을 거쳐 시장에서 판매중인 단계에 이른 경우는 전체의 약 1/4을 차지하였으며, 생산준비 중 이상의 단계에 속하는 과제는 전체의 약 60%에 달하는 것으로 나타났다. 한편 시제품 개발에 머물러 있는 과제도 상당한 비율(약 37%)을 차지하였다. 지난 10년간 지원된 과제들 중 시장에서 매출액을 발생시키고 있는 과제의 비율(약 25%)이 그리 높은 것은 아니라고 볼 수 있으나, 국가가 기술개발을 지원하는 근거의 하나인 개발위험도 측면을 고려한다면 비중의 높낮이에 대한 성급한 판단은 적절치 않은 일일 것이다(<그림 7> 참조).

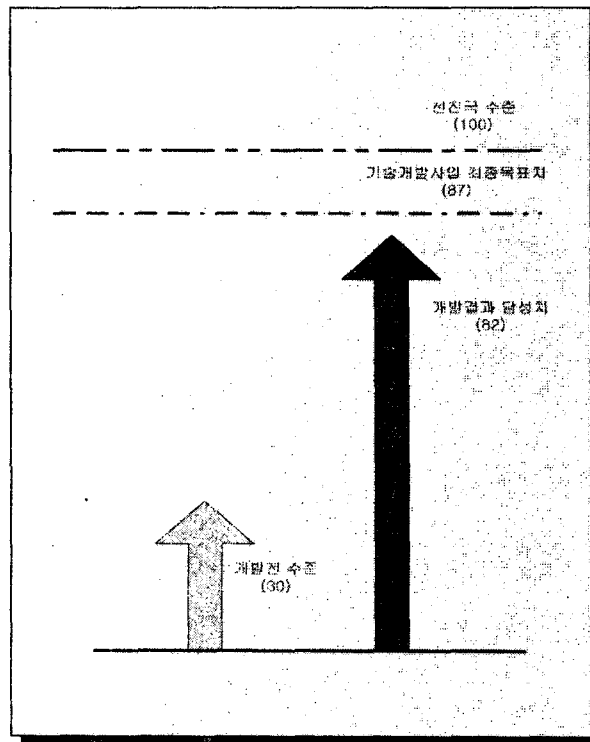


<그림7> 기술개발의 현재단계

(N=1,933~1,952)

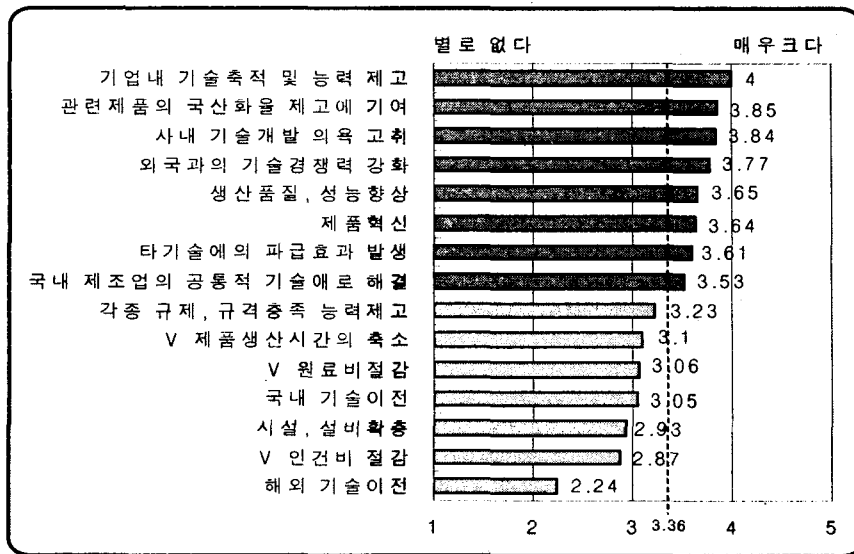
2) 기술적 성과

기술개발을 착수하는 시점에서 설정한 목표와 선진국 수준(100점 기준)에 비해 실제 개발결과는 어느 정도로 평가되는지 알아보았다. 조사분석 결과 세계 최고수준을 100으로 볼 때 공기반사업의 개발전 수준 평균은 30, 기술개발 최종목표치 평균은 87, 기술개발 달성치 평균은 82로 산출되었다. 이를 알기 쉽게 그림으로 나타내면 다음 <그림 8>와 같다. 그런다음 기술개발 목표달성률을 산출하기 위하여 개발달성치를 목표치로 나누어 계산하였다. 이때 과제별로 기술개발전 수준이 다른 점을 고려하여 다음과 같이 달성치와 목표치에서 기술개발전 국내수준을 뺀 값을 사용하였다.



<그림8> 기술개발 목표 달성치

기술적 성과를 구성하고 있는 15개 성과변수들의 개별평균값을 비교해 보면, 기업내 기술축적 및 능력 제고(5점만점, 4.0), 관련제품의 국산화율 제고에 기여(3.85), 사내 기술개발의욕 고취(3.84) 등이 높은 점수를 얻었다. 반면에 기술력 향상에 의한 생산의 효율성 제고 성과라고 볼 수 있는 생산시간 절감, 원료비 절감, 인건비 절감 등은 상대적으로 저조한 것으로 나타났다. 특히 개발기술의 해외기술이전(2.24)은 가장 낮은 점수를 받음으로써 공기반사업의 결실이 해외로 이전되는 경우는 아직 크게 미흡한 것으로 보인다(<그림9> 참조).



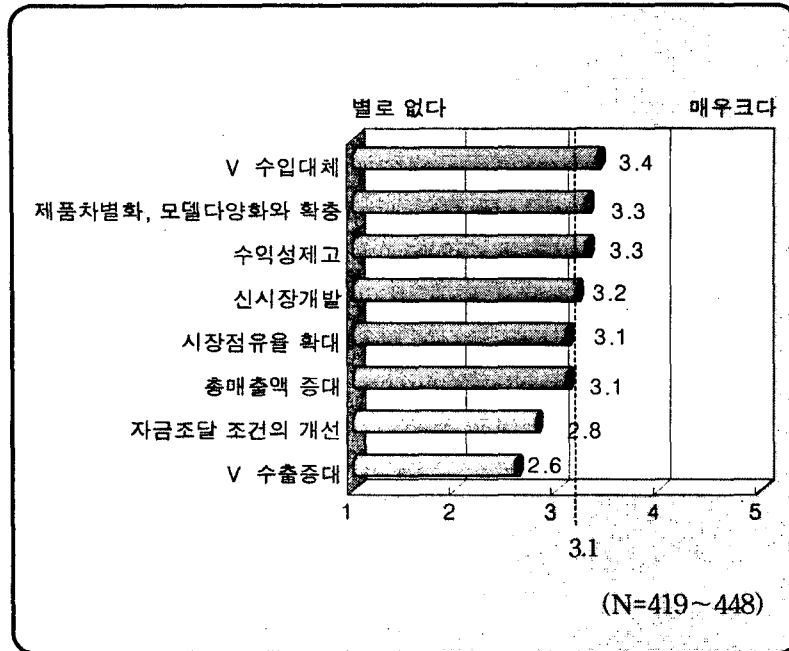
<그림9> 기술적 성과 측정변수들의 평균

(N=555~720)

3) 상업적 성과

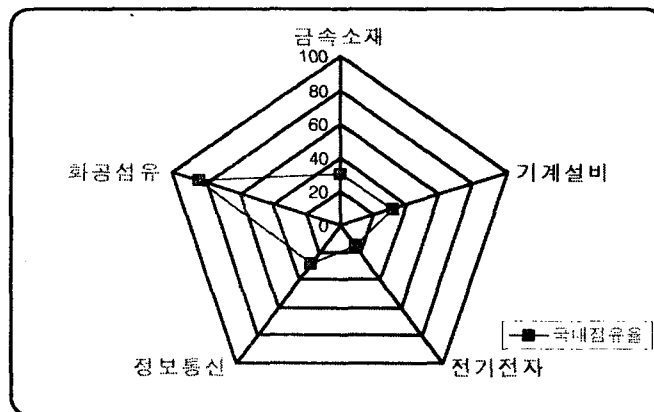
공기반사업을 통하여 상품화되어 발생한 총 매출액을 알아본 결과 총 2조 이상의 매출액 증대효과가 있었던 것으로 집계되었다. 매출액 증대효과 측정문항은 기술개발을 끝까지 수행한 기업에 한하여 질문하였으며, 응답가능한 과제에 해당하는 751건 중 253건의 과제에 대하여 분석되었다. 지금까지 산업기술평가원(ITEP)을 통하여 지원된 총 사업비가 약 5,000억원이지만 최근에 지원된 사업은 아직 매출단계에 이르지 못했을 것으로 예상한다면, 이러한 결과는 투자대비 매출액 비율이 약 400%에 육박하는 것(2조/5,000억)으로 볼 수 있겠다. 또한 지금까지 발생한 매출액에 이어, 아직 매출이 발생하지 않았으나 향후 예상 매출액이 발생될 것이라고 응답한 기업의 과제는 전체 약 34.8%인 262건의 과제이며, 예상 매출액은 약 4.9조원이었다.

상업적 성과를 구성하고 있는 8개 성과변수들의 개별 평균값을 비교해 보면, 성과가 가장 높게 나타난 변수는 수입대체 효과(3.46), 제품차별화·모델다양화와 확충(3.35), 수익성 제고(3.31) 등이다. 반면 성과가 가장 낮은 변수는 수출증대효과(2.66)인 것으로 나타났다(<그림10> 참조). 수출증대효과가 가장 낮은 것은 앞의 기술적 성과에서 기술개발결과의 해외기술이전이 가장 낮은 것과 일맥상통한다. 즉 공기반사업으로 개발된 결과는 기술자체이든 상품이든 아직 세계시장에 진출하기보다는 국내에 머무는 경향이 있다.



<그림10> 상업적 성과

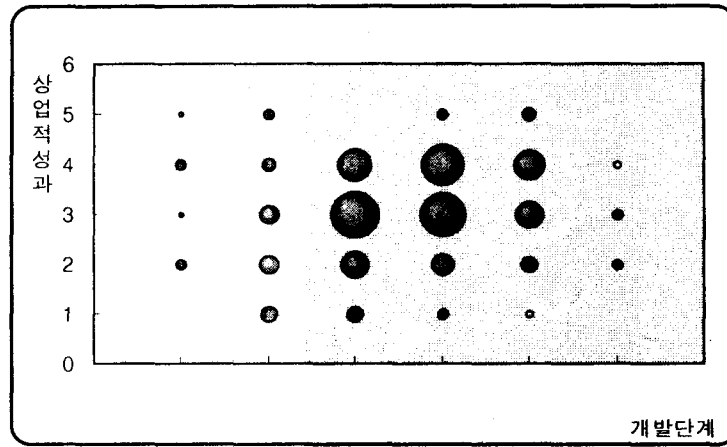
개발결과의 국내점유율을 산업분야별로 보면 <그림11>와 같이 화공섬유분야의 국내점유율이 다른 분야보다 월등히 높게 나타났다. 다음으로 금속소재, 기계설비, 정보통신분야가 30%대의 국내점유율을 보였고, 전기전자분야가 가장 낮은 비율을 점했다. 화공섬유분야의 경우 선진국과의 기술수명주기격차가 낮으므로 국내 개발결과가 아직은 좋은 성과를 보이고 있는 것이라고 풀이된다.



<그림11> 산업분야별 개발결과의 국내 점유율

기술을 개발하는 시점에 그 기술이 TLC(기술수명주기)상 어느 단계에 해당된 것인지 알아보고 이를 상업적 성과와 교차분석해 보았다. 그 결과 <그림12>과 같이 응용시작기와 응용성장기 단계에 있던 기술과제들의 상업적 성과가 높게 나타났다. 이에 반해 기술개발기와 쇠퇴기 단계에 처해 있던 기술과제들의 상업적 성과는 낮았다. 이를 앞에서 본 개발단계별 기술적 성과분석 결과와 비교해 보면 대체로

유사하게 나타났으나, 상업적 성과는 응용기 뿐만 아니라 기술성숙기에 진입했던 과제들도 여타의 단계보다 높은 성과를 보였음을 알 수 있다.



<그림12> 개발 단계별 상업적 성과

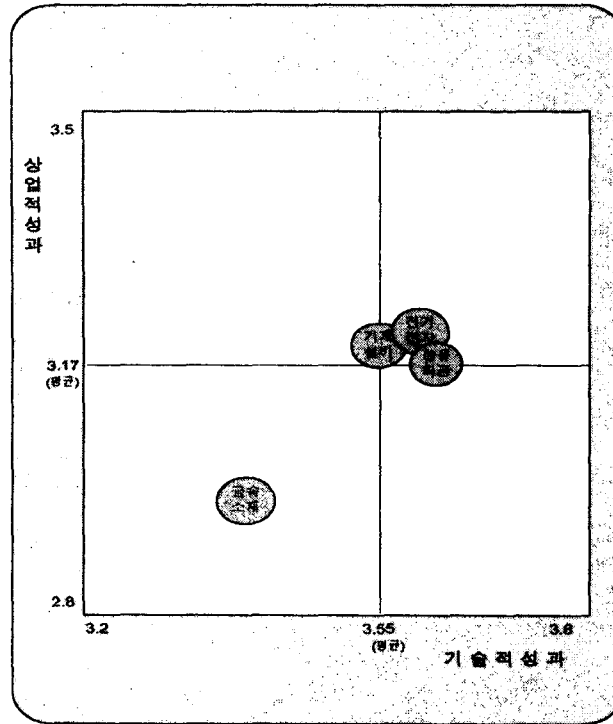
상업적 성과를 요약하면, 기술개발단계상에는 응용시작기와 응용성장기의 기술의 상업적 성과가 높게 나왔고 화공·섬유분야의 시장점유율이 상대적으로 나은 것으로 나왔다. 또한 제품의 수출증대보다는 수입대체 효과가 뛰어났다(<표3> 참고).

<표3> 상업적 성과 요약

	☺	☹
개발 단계	응용시작기, 응용성장기	개발기, 쇠퇴기
분야별 시장점유율	화공·섬유	전기·전자
성과 항목	수입대체	수출증대
전체	○ 전 분야에 걸쳐 기술적 성과보다 저조함	

4) 기술적/상업적 종합성과 및 기타 성과 요약

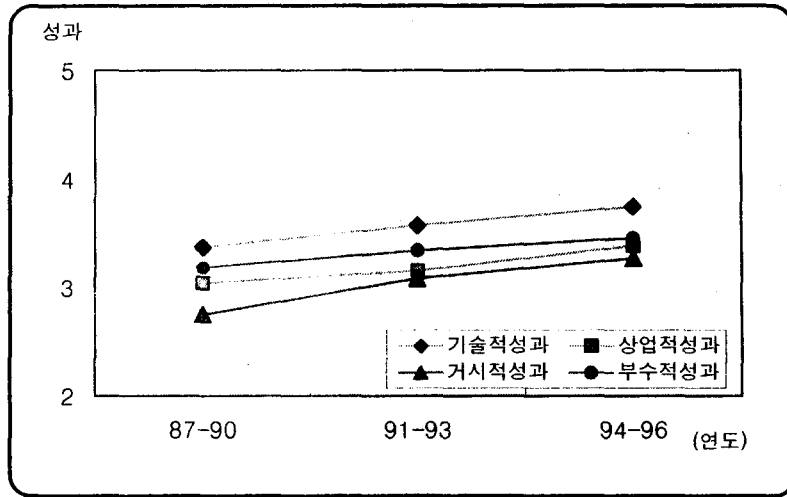
기술적·상업적 성과를 산업분야별로 종합비교해 본 결과, <그림13>와 같이 기계설비, 전기전자, 섬유화공분야의 성과는 평균치를 약간 웃도는 반면 금속소재분야는 기술적·상업적 성과 공히 눈에 띄게 저조하였다.



<그림13> 산업분야별 기술적/상업적 성과

이렇게 금속소재분야의 상업적 성과가 특히 저조한 것은 분야의 특성상 기술 개발 투자시점에서부터 상업적인 효과가 발생되기까지 소요되는 기간이 타산업분야에 비해 길고, 개발결과가 타산업에의 요소기술 혹은 부분품으로 사용되기 때문에 풀이할 수 있다. 또한 기술적 성과가 저조하게 나타난 원인은 철강산업을 제외한 대부분의 국내 금속소재산업의 기술기반이 취약할 뿐만 아니라, 규모가 영세하기 때문이라고 짐작된다. 그러나 금속소재산업은 타산업에 미치는 파급효과가 대단히 크므로 정부의 효과적인 기술개발 유인책이 필요한 분야라고 할 수 있다.

성과의 차이를 과제시작시기별로 비교한 결과, 모든 성과요소에 걸쳐 최근에 시작된 과제가 더 높은 성과를 보이는 것으로 나타났다(<그림14> 참조). 그 이유로서는 그간의 축적된 경험과 홍보에 의해 최근에 이룰수록 사업기획이나 연구평가관리 전반에 걸쳐 사업이 더욱 효율화되었기 때문이 아닌가 생각된다.



<그림14> 과제 시작시기별 개별성과

기술적·상업적 성과를 산업분야별로 종합비교하면 기계설비, 전기전자, 섬유 화학분야의 성과는 평균치를 약간 웃도는 반면 금속소재분야는 기술적·상업적 성과 공히 눈에 띄게 저조하였다.

<표4> 기술적·상업적 성과 및 기타 성과 요약

	😊	☹️
분야별 종합	전기·전자(상업적 성과) 섬유·화학(기술적성과)	금속·소재
세부사업별	중기거점	공통핵심
지역별	수도권	금속·소재
	경상지역	금속·소재(기술적성과), 전기·전자, 섬유·화학 (상업적성과)
	기타지역	금속·소재 (특히 상업적성과)
거시적성과	국가적 기술기반강화	환경, 에너지, 자원문제 해결
부수적성과	수행기관의 대외이미지 향상, 시설확충효과	

과제유형별, 즉 지원된 과제가 공통핵심과제인가, 중기거점과제인가에 따라 전체적으로 중기거점과제가 공통핵심 및 국제공동연구과제 보다 약간 더 높은 성과를 보였다. 지역별로 비교하면, 수도권에서는 섬유·화학분야가 상대적으로 우수하고 각 산업별로 비교적 고른 분포를 보이고 경상지역은 정보·통신산업이 강세(특히 기술적 성과를)를 보이나 섬유분야가 저조하며 기타지역은 정보·통신분야가 기술적·상업적 성과 공히 월등히 높고 금속소재의 상업적 성과가 저조한 것으로 나타났다.

III. 성과 영향 요인 분석

성과분석에 이어 여기서는 성과요인분석을 실시한다. 즉 지금까지 제시된 종합적 성과와 분야별, 시기별, 지역별... 성과의 영향요인이 무엇이고 그 요인들이 어떻게 영향을 미쳤는지 분석하고자 한다. 이러한 분석의 결과는 향후 공기반사업 관리 업무에 실무적인 지침을 제공해 줄 것으로 판단된다. 분석방법은 Factor분석과 Reliability Test를 통한 변수정화, Multiple Regression Analysis와 LISREL분석을 통한 상관관계분석 등을 위주로 한다.

1. 상업적 성과에 대한 영향요인분석

기술적 성과, R&D관리실태요인, 경영실태요인 등의 변수가 상업적 성과에 어떤 영향을 미치는지 파악하고자 상업적 성과를 종속변수로, 기술적 성과, R&D관리실태요인, 경영실태요인을 독립변수로 설정하여 회귀분석(Regression Analysis)을 실시하였다.

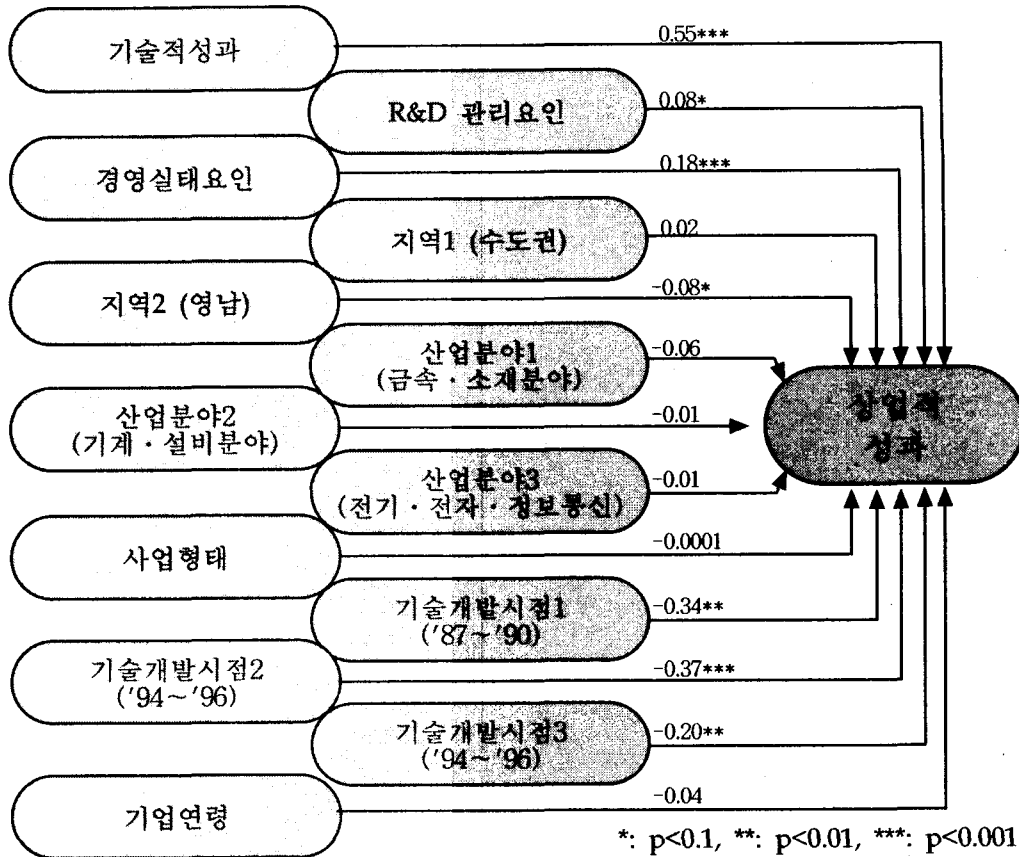
분석결과를 보면(<그림15> 참조), 기술적 성과, R&D관리요인, 경영실태요인 등 성과측정의 주요 요인들은 양의 계수를 가지고 각각 유의수준 0.01, 0.1, 0.001에서 의미가 있는 것으로 나타났다. 또한 더미변수들 중에서는 기술개발시점에 따라 상업적 성과가 달라지는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 해석하면 기술적 성과가 클수록 상업적 성과가 크다. 즉 기술적 성과 정도는 상업적 성과를 결정짓는 중요한 요소이다. 기술개발기관(특히 기업)의 경영실태와 R&D관리실태는 상업적 성과의 영향요인이다. 이 중에서 특히 경영활동이 우수할수록 상업적 성과가 크다. 지역들 중에서는 영남지역의 상업적 성과가 타지역보다 미흡하다. 사업형태(공통핵심, 중기거점)와 산업분야는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 못했다. 기술개발시점이 나중일수록 상업적 성과가 크다. 기업의 연령은 상업적 성과와 무관하다.

2. 기술적 성과에 대한 영향요인분석

상업적 성과에 이어 R&D관리요인, 경영실태요인 등의 변수가 기술적 성과에 어떤 영향을 미치는지 파악하고자 기술적 성과를 종속변수로, R&D, 경영실태요인 등을 독립변수로 설정하여 회귀분석을 실시하였다.

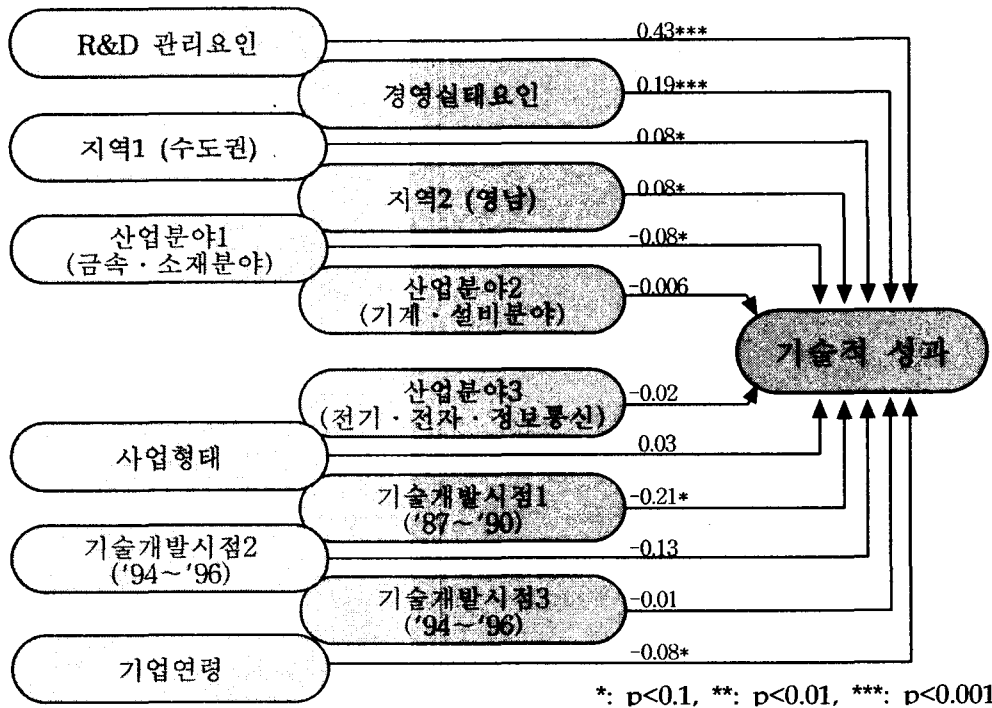
분석결과, R&D관리요인, 경영실태요인 등이 기술적 성과에 유의한 영향을 끼치는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 더미변수 중에서는 산업분야 중 금속소재분야가, 기술개발시점으로 보면 사업초창기인 '87-'90년에 기술개발을 시작한 과제들이, 기업의 연령으로 보면 오래된 기업이 기술적 성과에 음(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다(<그림16> 참조). 이들을 해석하면 다음과 같다.

R² : 0.5096



<그림15> 상업적 성과에 대한 영향요인분석

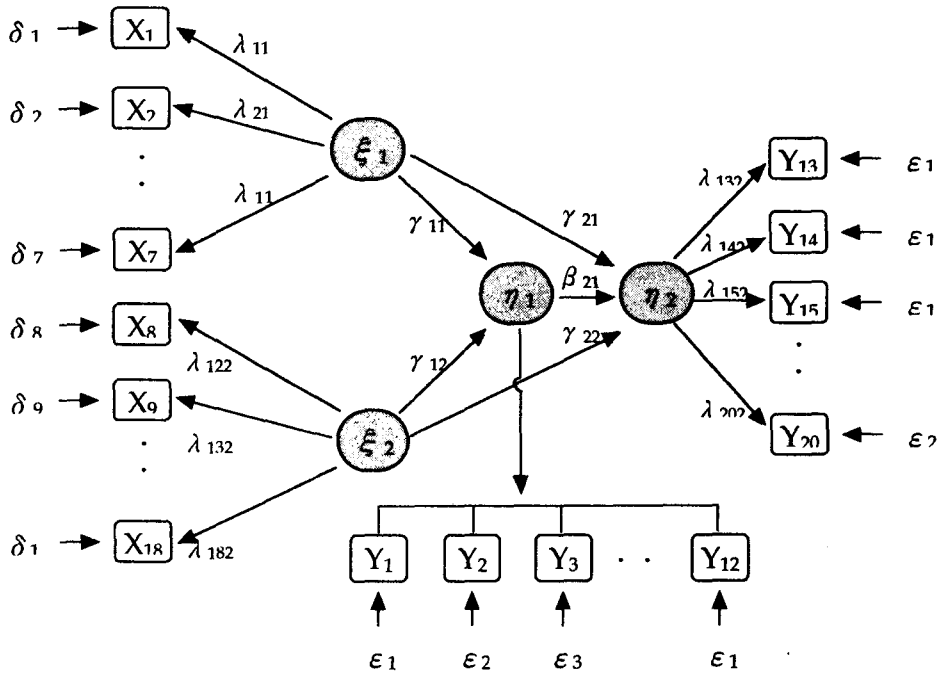
R² : 0.3545



<그림16> 기술적 성과에 대한 영향요인분석

기술개발기관의 R&D관리실태와 경영실태가 기술적 성과의 중요한 영향요소이다. 이 중에서 특히 R&D관리요소가 높은 기여도를 갖는다. 산업분야들 중에서는 금

속·소재분야가 타분야 보다 저조한 기술적 성과를 나타냈다. 사업형태(공통핵심, 중기거점)는 기술적 성과에 대해 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못했다. 기술 개발시점이 오래된 것일수록, 그리고 업체의 연령이 많을수록 기술적 성과가 더 낮다.



<그림17> LISREL분석의 경로모형

3. LISREL을 통한 성과요인 분석

지금까지 중회귀분석(Multiple Regression Analysis)을 통하여 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향정도를 분석해 보았다. 여기서는 LISREL분석을 통하여 이러한 변수들을 종합분석 하고자 한다(<그림17> 참조). 이 분석을 사용하는 이유는 변수간의 인과관계 및 모델 전체의 적합도 검증과 인과관계의 경로계수 측정·평가 (외생변수 → 기술적 성과 → 상업적 성과)를 위해서이다.

○ 모형방정식

$$\eta_1 = \gamma_{11} \xi_1 + \gamma_{12} \xi_2 + \zeta_1$$

$$\eta_2 = \beta_{21} \eta_1 + \gamma_{21} \xi_1 + \gamma_{22} \xi_2 + \zeta_2$$

ξ_1 : R&D 관리실태

ξ_2 : 경영실태

η_1 : 기술적 성과

η_2 : 상업적 성과

$X_1 \sim X_6$: R&D 관리실태 측정 변수

$X_7 \sim X_{11}$: 경영실태 측정 변수

$Y_1 \sim Y_{12}$: 기술적 성과 측정 변수

$Y_{13} \sim Y_{20}$: 상업적 성과 측정 변수

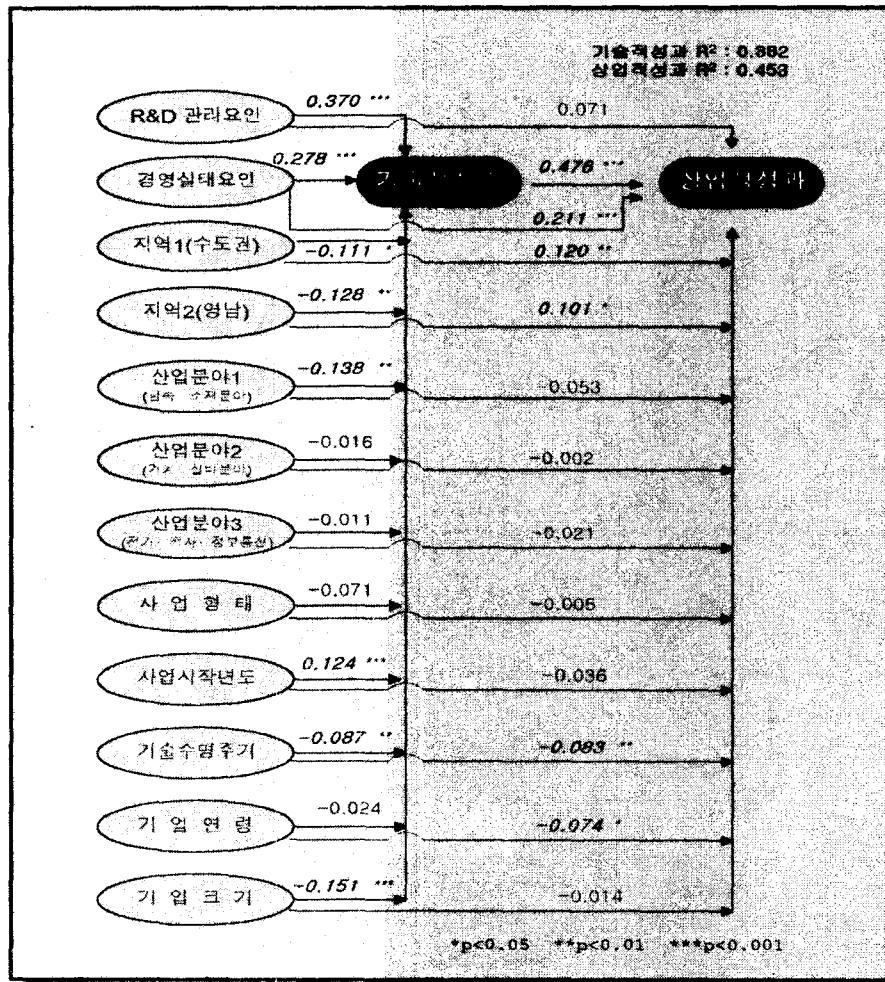
λ : 요인부하량

δ, ϵ : 측정오차

γ, β : Parameter

상업적 성과, 기술적 성과, R&D관리실태요인, 경영실태요인 및 기타 성과관련변수들(지역, 산업분야, 사업형태, 사업시작년도, 기술수명주기 격차, 기업연령, 기업크기 등) 상호간의 인과관계를 밝히기 위하여 LISREL을 이용하여 분석한 결과는 <그림18>과 같다.

한편 <그림18>에 나타난 바와 같이 직접적 효과만을 중심으로 보면, 기술적, 상업적 성과에 가장 큰 영향을 주는 요인은 경영실태요인(마케팅능력, 기술기획, 경영전략 등)이었다. 그 다음의 요소는 R&D관리실태요인(연구의 적시성, 진도관리, 인력의 적절성 등)이다. 또한 사업시작년도가 늦을수록, 즉 최근에 시작된 과제일수록, 기업의 규모가 작을수록 상업적 성과가 더 높았고, 기술수명주기는 개발초기에 가까울수록 기술적, 상업적 성공도가 높았다(<그림18> 참조). 이상의 내용을 요약하면 기술집약형 중소기업의 성공도가 높다는 결과를 도출할 수 있다.



<그림18> LISREL을 이용한 성과영향요인분석 결과

이상의 성과 영향 요인 분석 결과를 요약하면, 다음 표와 같다.

- 기술적, 상업적 성과에 공히 가장 큰 영향요인은 경영실태 요인임.
 - 특히 마케팅능력, 기술기획, 경영전략 등이 주요 요소임.
- 그 다음의 중요한 영향 요소는 R&D 관리 요인임.
 - 연구의 적시성, 진도관리, 인력의 적절성 등이 주요 요소임.
- 선진국과 기술수명주기 격차가 작을수록 기술적, 상업적 성공도가 높음.
- 기업 규모가 작을수록 상업적 성과가 높음.
- 이상을 요약하면 기술집약형 중소기업의 성공도가 높으며, 기술개발기관의 경영활동이 성과를 좌우하는 주요 요소임.

IV. 공기반사업의 개선점과 향후 추진방향

1. 공기반사업의 공과 요약

공기반사업이 국내 기술기반의 강화와 공통애로기술개발 지원을 통한 산업경쟁력 제고에 크게 기여하였다. 성과를 투입/산출 금액측면에서 보면 그간 지원된 기술개발자금의 약 4배에 가까운 매출액이 발생하였고, 향후 예상 매출액까지 합산해 보면 약 10배에 이르는 투자 대비 매출액이 발생될 전망이다. 기술적 성과는 기술의 축적, 제품 국산화를 제고, 기술개발의욕 제고 등의 측면에서 특히 우수하게 나타났으며, 제품 국산화율은 기술개발착수시점 30%에서 완료시점 63%로 증가되었다. 상업적 성과로서는 수입대체효과가 가장 높으며, 거시적 성과로서는 국가적 기술기반 강화가 두드러지게 높은 성과를 거둔 것으로 평가되고 기술개발착수시점별 성과분석 결과를 보면 개발시기가 최근에 가까울수록 우수한 성과를 보인다. 이는 그간 공기반사업의 평가관리체제와 기업의 기술경영이 지속적으로 개선되었기 때문이라고 풀이될 수 있겠다.

반면, 공기반사업의 기본방향 및 정체성에 관하여 불명확하다는 인식과 함께 "문턱이 높다"라는 부정적 이미지가 아직 높다. 기술적 성과측면에서는 기술력 향상 자체의 성과는 높으나 이로 인한 생산의 효율성 제고측면은 아직 미흡한 편이고, 특히 해외 기술이전 성과는 매우 미미하다. 상업적 성과측면에서는 수출증대효과가 가장 낮게 나타났고, 전 분야에 걸쳐 기술적 성과보다 성과가 저조하였다. 거시적 성과로서는 환경, 에너지 분야에 대한 사회적 기여도가 저조하고 공기반사업 평가관리제도 전반에 대해서는 긍정적인 반응을 얻고 있으나 심의위원회 운영, 기술료 징수 등에 대해서는 비교적 부정적인 응답경향을 보였다. 그리고 기술료 징수는 징수시기와 징수비율 등의 측면이 불만요인으로 나타났다.

2. 공기반사업의 개선방안

공기반사업의 기본취지, 현실적 수요 및 실제 지원상황을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 중점 지원범위를 재설정한다.

<표5> 세부사업별 연구관리 시스템(안)

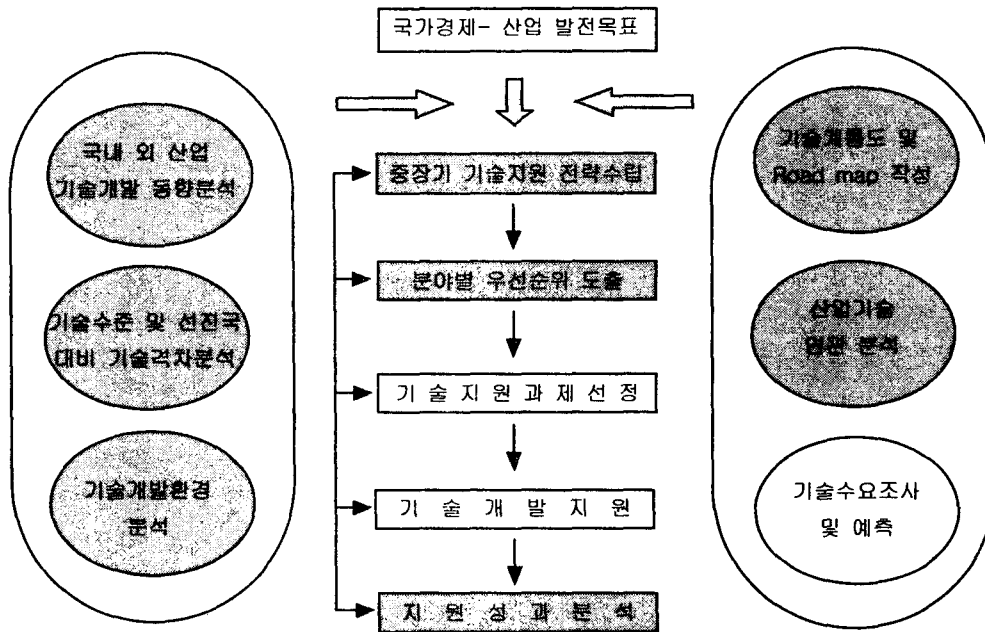
구 분	기반기술개발사업	제품혁신기술개발사업	전략기술개발사업
연구기획	Bottom-up+Top-down 방식의 기술 수요조사	Bottom-up방식에 의한 기업 수요과제 발굴	Top-down 방식의 종합 연구기획
지원체제	계획 공고	분기별 기업 자유응모	계획공고
연구주관 기관	대학, 연구소	기업에 한정	대학, 연구소, 기업
연구형태	단독연구	기업 단독연구 (연구소, 대학은 기업의 위탁연구 수행)	연구 컨소시엄 구성
정부지원 비율	100%	40~66%	40~100%

먼저 「기반기술개발사업」은 독자적 상품화가능성은 적으나 산업 전반에 걸쳐 기술적 파급효과가 큰 공통기반기술개발 (Technology Diffusion Strategy)으로 설정하고 기존의 공통핵심기술개발사업 중 기술료 비징수 사업을 더욱 확대하여 분리 운영한다. 「제품혁신기술개발사업」은 기업화를 전제로 한 응용연구, 개발연구로서 기술적 파급효과는 적으나 수출전략제품, 수입대체기술개발 (Demand Pull Strategy)로써 현행 공통핵심기술개발사업, 국제공동연구개발사업, 벤처기업기술지원사업을 통합하여 운영한다. 「전략기술개발사업」은 새로운 기술이 존재하고 상품화가 요구되는 복합적, 융합적 시스템기술로서 차세대 주요 성장산업으로 전개될 가능성이 높은 국가 전략적 기술개발사업(Technology Push Strategy)으로 중기거점기술개발사업, 첨단대형기술개발사업 등의 사업을 발전시켜 나간다.

이들 사업의 사업별 연구관리시스템에 대한 하나의 대안은 <표5>과 같다.

1) 사전 기술기획기능의 강화

현행의 기술수요조사, 기술예측 중심의 기술기획기능을 대폭 확대·강화하여 산업기술개발을 전략적으로 주도해 나갈 종합적 기술기획기능 수행이 가능토록 하여야 하며 이를 위하여 다음 <그림 13>과 같이 사업관리 체제가 필요하다.



<그림19> 사업관리 체계

또한, 보다 효율적인 사업관리를 위해서는 예산설정 및 조정 등과 같은 사업수행기관의 자율적 사업관리 범위 확대하고 과제접수 시 전본 접수를 탈피, 사업계획서 요약본(5쪽 분량)을 제출토록 하여 부담 경감시켜주고 행정절차 및 서류 간소화를 위해 제출서류 및 보고서 등을 대폭 축소하여 주는 변화가 필요하다. 공기반사업 관련 홍보를 대폭적으로 강화하여 참여 확대 유도하고 공기반사업을 널리 알리도록 한다.

2) 기술과제선정 및 평가관리체제의 효율성 제고

기술과제선정 및 평가관리체제의 효율성 제고를 위한 방안중 수요조사에 대한 사항을 고려한다. 수요조사는 조사 후 과제공고까지 소요기간을 단축하고, 장기적으로는 수시 접수 지원체제를 지양하여야 하며 인터넷에 안내 및 응모양식을 게재하여 과제제안 희망기업이 수시 응모토록 하며, E-mail 접수 시스템을 구축한다. 또한 과제 선정자의 실명제 실행을 검토한다.

평가관리에 대한 내용으로는 과제 심의시에 과제당 2~3명의 핵심전문가를 활용하여 책임평가위원제를 도입, 심의의 전문성과 효율성을 제고시키고, 과제평가시에 현장실태조사를 현행보다 강화하고 현재 2,000명의 심의위원 Pool을 약 2배로 확대하고 전공, 경력별 DB화하며, 특히 산업체 전문가 활용을 제고하도록 한다. 또한, 경제성, 시장성 평가 시 근거자료의 제출을 의무화하고 연구 총괄책임자의 과제수행능력 중도를 관리기관 자체평가 시에 중시한 요소로 고려하고 중간평가 시, 전문가 현장 실태조사 후 즉시 계속 지원여부를 결정하여 주고 평가관리요원 1인당 관리과제수를 축소하며, 전문성 제고를 위한 교육기회를 확대하도록 한다. 또한 평

가의 일관성 유지를 위하여 위원임기를 3년으로 하고 연 1회 심의위원 내부평가를 통하여 부적격자, 정실심의자를 매년 10%씩 교체토록 하며 대형 연구프로그램 등 국내 관련 전문가 참여율이 높은 경우 해외 전문가를 활용하여 심의를 실시한다. 심의회 개최이전에 우편심의를 거쳐 심의회 개최 대상과제수를 대폭 축소하여 깊이 있는 심의분위기를 조성하도록 한다.

3) 개발된 기술의 실용화 지원 및 기술료 징수의 현실화

개발완료 후 연구 최종평가 보고서 제출 시 사업화계획서를 동시에 제출토록 하여 상업화 가능성과 지원방법을 종합적으로 검토하고 사업화 소요자금을 융자금으로 적시 지원토록 한다. 예를들면, 담보력이 부족한 중소기업은 개발된 기술을 질권으로 기술담보권 설정 지원 혹은 기술신용보증기금에 의해 지원토록 한다. 그리고 개발된 기술의 실용화 단계 연계지원을 위하여 산업기술자금의 정책금융자금 중 일정규모(약 500억원)를 별도의 「실용화자금」으로 책정, 지원하고, 기술개발결과 의 신뢰성 강화를 위하여 개발된 과제의 성능시험 및 인증지원 활성화한다.

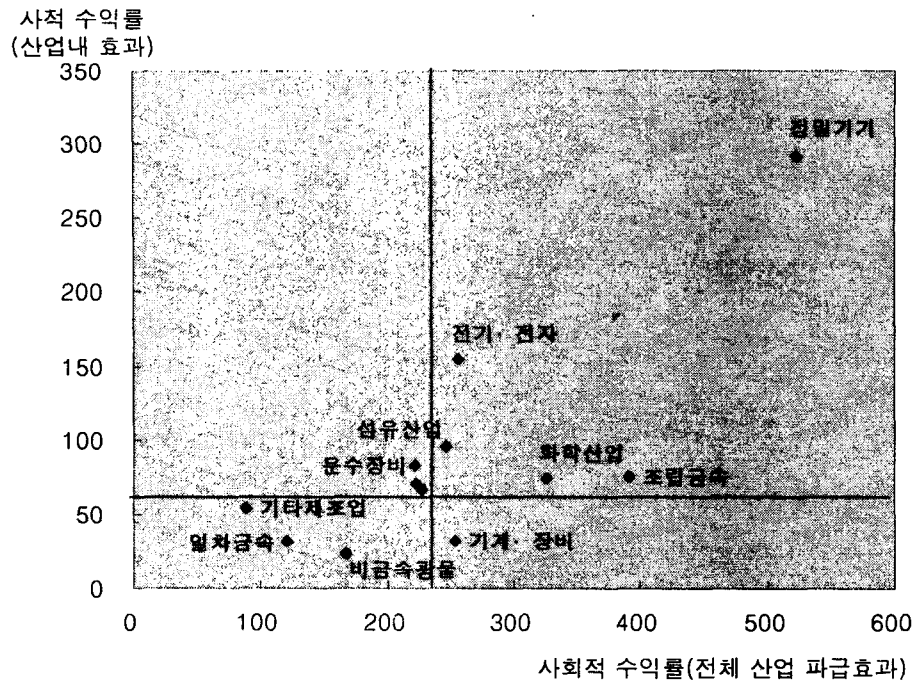
개발결과 얻어진 국산화 제품 우선구매 기업에게는 세제상의 혜택 제공하고 신규과제 제출 시에 수요업체가 공동참여하는 경우에는 우대배점 적용하고 개발결과에 대한 D/B화 및 홍보를 대대적으로 실시하여 기술의 활용, 기술이전, 구매 등을 획기적으로 촉진하도록 한다. 또한, 기술의 상업화를 위한 시험마케팅, 시장진출 전략, 시장조사 등을 위하여 외부 마케팅 전문가 연계 및 소내 기술경영 자문 서비스 신설, 운영한다.

기술료징수의 현실화를 위하여 기술료 징수의 방법과 비율을 사업형태별로 차등 적용한다. 예를들어 기반기술개발사업은 기술료 면제, 제품혁신기술개발사업은 성공조건부 분할 상환, 전략기술개발사업은 제품화 이후 매출액의 일정비율 상환하는 방법이 있을 수 있다. 장기적으로는 매출액 발생 후에 기술료를 납부토록 제도 개선, 즉 사업화 정도를 토대로 기업과 관리기관의 협의에 따라 납부하며 정률법을 적용하되 상한선을 적용하고, 매출액 발생 근거자료 제시 의무화, 납부기간 연장승인과 기업규모별, 매출규모별 기술료 비율 차등적용등의 방법을 검토한다.

4) 산업분야별 지원비중과 방향

이부분은 계량경제학적 분석(부록4)의 결과에 따라 작업한 분야로서 향후 정부의 공적자금의 정책적 지원에 대한 기본 방향에 대한 기초자료를 사용할 수 있는 내용이다. 다음 <그림20>는 공기반사업의 경제적 성과분석으로부터 도출되는 시사점을 얻기 위하여 각 산업들의 위치를 수익률 평면에 표시한 것이다. 그림에서 M_1 은 제조업 전체의 평균점이며, M_2 는 「의료·정밀기기 및 광학기기산업」을 제외한

나머지 산업들의 평균 수익률을 나타낸다.11)



<그림20> 산업별 성과

이러한 M_2 점을 기준으로 각 산업들을 분류해보면 먼저 사적 수익률과 사회적 수익률이 평균 이상인 I 사분면에는 「의료·정밀기기 및 광학기기산업」과 「전기·전자산업」, 「조립금속산업」, 「화합물 및 화학제품산업」이 속해 있는 것으로 나타나며, 사적 수익률만 평균 이상인 II 사분면에는 「섬유 및 섬유제품산업」과 「운수장비산업」이 속해 있는 것으로 나타나고 있다.

사적 수익률과 사회적 수익률이 모두 평균 이하인 III 사분면에는 「기타 제조업」과 「일차금속산업」, 「비금속광물산업」이 포함되어 있으며, 사회적 수익률은 평균 이상이나 사적 수익률은 평균 이하인 IV 사분면에는 「기계·장비산업」이 포함되어 있는 것으로 나타나고 있다.

이와 같은 특징들로 산업 및 기술분야별로 경제적 성과의 편차가 상당히 큰 것으로 나타나 산업별·기술분야별로 지원의 양태를 조정할 필요가 있는 것으로 판단된다. 산업별로는 사회적 수익률(산업파급효과)이 높은 「의료·정밀기기 및 광학기기산업」과 「조립금속산업」, 「화합물 및 화학제품산업」, 「전기·전자산업」, 「기계·장비산업」 등의 순으로 자금의 지원이 확대되어야 할 것으로 분석되며 또한 공 기반 자금 지원규모와 관계없이 산업별로 특화된 기술개발정책이 필요한 것으로 판단된다.

즉, 공 기반 자금으로 수행된 연구개발투자의 사회적 수익률과 사적 수익률 모

11) 「의료·정밀기기 및 광학기기산업」을 제외한 나머지 산업들의 평균 수익률을 측정할 경우, 사적 수익률은 67%, 사회적 수익률은 227%로, 이 산업을 포함시켰을 때 에 비해 크게 낮아지게 된다.

두 높게 나타난 정밀기기 산업과 전기전자산업은 높은 수익률을 지속적으로 유지할 수 있도록 연구개발기반의 조성 등에 정책의 중심을 두는 것이 바람직할 것이고(그림 I사분면), 사회적 수익률은 비교적 낮으나 사적 수익률이 높은 섬유산업과 운수장비산업에 대해서는, 높은 연구성과들을 확산시킬 수 있는 기술확산촉진방안을 강구해야 할 것이며(그림 II사분면), 또한 타 산업에 미치는 영향이 매우 큰 반면, 연구개발투자의 사적 수익률이 낮은 기계·장비산업은, 산업 자체적으로 연구개발투자에 수행할 유인이 크지 않으므로 자금의 확대 지원방안이 필요하다고 판단된다(그림 IV사분면).

참 고 문 헌

- 과학기술처, “국가연구개발사업의 효율적인 연구기획·평가시스템 구축을 위한 체제설립 및 운영방안에 관한 연구”, 1993.
- 과학기술처, “정부출연연구기관의 종합평가기법과 연구개발평가모형의 개발 및 특정연구개발사업의 종합평가 분석에 관한 연구-연구과제평가모형과 정부출연연구기관의 종합평가기법의 개발에 관한 연구”, 1987.
- 과학기술처, “특정연구개발사업 재도약을 위한 프로그램평가 및 발전방향 모색을 위한 연구”, 1997.
- 기술혁신연구회, “기술의 신국제 질서에 대응한 산업기술지원제도의 성과분석 및 개편방안 연구”, 1994.
- 김갑수, 현진석 외, “국가연구개발사업의 효율적 추진을 위한 정책현안과제”, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 김계수 외, “국책연구개발사업의 평가 시스템에 관한 연구”, 「과학기술정책동향」, 제 4권, 1995, pp. 65-92.
- 김준영·구동현 (1992), “한국의 자본스톡, 자본코스트 및 투자함수 추정”, 한국경제 학회 정기학술대회 발표논문.
- 서상혁, “공업기반기술개발사업의 성과분석 및 평가기법 최적화를 위한 연구(I)”(최종 보고서), 1992.
- 서상혁, “기술개발결과의 실용화 촉진방안 연구”
- 이만우, “기술개발에 있어서 정부 및 기업의 역할”, 「한국사회개발연구」, 고려대학교 아세아 문제 연구소, 사회개발총서 29권, 1991, pp.35-75.
- 이정훈, “대형국가연구개발프로젝트의 전략적 관리: 사례연구”, 박사학위논문, 한국과학기술원, 1993.
- 이진주, “정책평가를 위한 새로운 모형”, 나남출판, 1996.
- 이찬구, “연구개발사업의 메타 평가에 관한 연구”, 박사학위논문, 충남대학교, 1997.
- 이회경, 김정우 (1996), “연구개발투자의 산업간 파급효과: 한국 제조업에 대한 실증연구” 기술혁신연구, 제4권, 제1호.
- 임윤철, 이철원, 이정원, “국가혁신시스템 강화를 위한 국가연구개발사업 평가방법 연구”, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 한국과학재단, “과학기술 연구활동지원기관의 경영성과 평가모델에 관한 조사연구: 한국과학재단 자체평가제도 개발을 중심으로”, 1997.
- 한국산업기술진흥협회, “R&D 관리 종합 매뉴얼- R&D 과제수행 및 평가편”, 1992.
- 한국산업은행 (1990), “우리나라 제조업의 연도별 자본스톡 추계”, 조사월보 제416호, 7월호.
- 한국전자통신연구소, “연구개발평가모형의 개발 및 적용에 관한 연구”, 1990.
- 홍형득 외, “대형국가연구개발프로그램의 평가에 관한 연구”, 기술혁신학회, 제 1권, 제 1호, 1998, pp.125-146.
- 황용수, “정부연구개발 프로그램 평가에 관한 연구 - 주요국의 사례 비교분석과 한국에서의 시사점”, 과학기술정책관리연구소, 1993.
- Archibugi, D. and M. Pianta (1996), "Measuring Technological Change through Patent and

- Innovation Surveys", *Technovation*, Vol 16, pp. 451-468.
- Arrow, K. (1962), "Economic Welfare and Allocation of Resources for Innovation", in NBER(1962), pp. 609-625.
- Bach, L., & Lambert, G., "Evaluation of the economic effects of large R&D programmes; the case of the European space programme", *Research Evaluation*, Vol.2, No.1, 1992, 17-26.
- Bach, L., P. Cohendet, G. Lambert and M. Ledoux (1992), "Measuring and Managing Spinoffs: The Case of the Spinoffs Generated by ESA Programs", in J.S. Greenberg and H.R. Herzfeld (eds.), *Space Economics*, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- Bassant, R. and B. Fikkert (1995), "The Effects of R&D, Foreign Technology Purchase, and Domestic and International Spillovers on Productivity in Indian Firms", *The Review of Economics and Statistics*, pp. 187-199.
- Becher G., Kuhlmann, S., *Evaluation of technology policy programmes in Germany*, Kluwer academic publishers, boston, 1995.
- Bernstein, J. I. (1995), "International R&D Spillovers between Industries in Canada and the United States", *Canadian Journal of Economics, Papers and Proceedings*.
- Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1988), "Inter-industry R&D Spillovers, Rates of Return, and Production in High-tech Industries", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, Vol. 78, pp. 429-434.
- Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1989), "Research and Development and Intra-industry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality", *Review of Economic Studies*, Vol. 56, pp. 249-269.
- Bernstein, J. I. and M. I. Nadiri (1991), "Product Demand, Cost of Production, Spillovers, and the Social Rate of Return to R&D", NBER Working Paper No. 3625, Cambridge, MA.
- Bozeman, B., Melkers, J. *Evaluating R&D impacts: Methods and practice*, Kluwer academic publishers, Boston, 1993
- Bresnahan, T. F. (1986), "Measuring the Spillovers from Technical Advance: Mainframe Computers in Financial Services", *The American Economic Review*, Vol. 76, pp. 742-755.
- Brockhoff, K., "The measurement of goal attainment of governmental R&D support", *Research Policy*, Vol.12, 1983, 171-182.
- Cabinet Office, *R&D Assessment - A guide customers and managers of research and development*, United Kingdom for Her majesty's stationery office, 1989.
- Capron, H. and B. van Pottelsberghe (1997), "Public Support to Business R&D : A Survry and Some New Quantitative Evidence", in *Policy Evaluation in Innovation and Technology*, OECD.
- Chubin, D.E., "Designing research program evaluations: a science studies approach", *Science and Public Policy*, Vol.14, No.2, 1987, 82-90.
- Cozzens, S.E., "Expert review in evaluating programs", *Science and Public Policy*, Vol.14, No.2, 1987, 71-81.
- Dalpé, R., & Gauthier, É., "Evaluation of the industrial relevance of public research institutions", *Research Evaluation*, Vol.3, No.1, 1993, 43-54.
- Engle, R. F. (1983), "Wald, Likelihood Latio, and Lagrange Multiplier Tests in Econometrics", in Griliches, Z. and M. D. Intriligator, (eds.) *Handbook of Econometrics*, Vol II.

- Geisler, E., "Key output indicators in performance evaluation of research and development organizations", *Technological forecasting and social change*, Vol.47, 1994, 189-203.
- Georghiou, L., & Kraemer, F.M., "Evaluation of socio-economic effects of European Community R&D programmes in the SPEAR network", *Research Evaluation*, Vol.2, No.2, 1992, 5-15.
- Griliches, Z. (1958), "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations", *Journal of Political Economy*, Vol 6, pp. 419-431.
- Griliches, Z. (1995), "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues", in P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Blackwell Publishers Ltd.
- Griliches,, Z. (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, pp. 92-116.
- Griliches,, Z. (1992), "The Search for R&D Spillovers", *The Scandinavian Journal of Economics*, 94, pp. 29-47.
- Guy, K., Georghiou, L., "Evaluation of the Alvey programme for advanced information technology", HMSO, Lodon, 1991.
- Hall, B. H. and J. Mairesse (1992), "Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms", NBER Working Paper, No. 3956.
- Hausman, J. A. (1983), "Specification and Estimation of Simultaneous Equation Models", in Griliches, Z. and M. D. Intriligator, (eds.) *Handbook of Econometrics*, Vol I.
- Jaffe, A. B. (1986), "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value", *American Economic Review*, Vol. 76, pp. 984-1001.
- Jorgenson, D. W. (1963), "Capital Theory and Investment Behavior," *American Economic Review*, Vol. 57, 247-259.
- Klein, J.A., & Stacey, E.P., et al., "Measuring the economic benefit from R&D: results from the mass, Length and flow programmes of the UK national measurement system", *R&D Management*, Vol.26, No.1, 1996.
- Krull, W., Densi, D., Sotiriou, D., Evaluation of R&D - Current practice and guidelines, The British library document supply centre, Boston, 1994.
- Levy, D. and N. Terlechyj (1983), "Effects of Governments R&D on Private R&D Investment and Productivity: A Macroeconomic Analysis", *Bell Journal of Economics*, Vol. 14, pp. 551-561.
- Lichtenberg, F. (1992), "R&D Investment and International Productivity Differences", NBER Working Paper No. 4161, Cambridge, MA.
- Lichtenberg, F.R. (1987), "Effects of Governments Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-assessment" *Journal of Industrial Economics*, Vol. 36, pp. 97-104.
- Luukkonen-Gronow, T., "Scientific research evaluation: a review of methods and various contexts of their application", *R&D Management*, Vol.17, No.3, 1987. 207-221
- Mansfield, E. (1980), "Basic Research and Productivity Increase in manufacturing", *American Economic Review*, 70, pp. 863-873.
- Martine, B. R. & Irvine, J., "Assessing basic research: Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy", *Research Policy*, Vol. 12, 1983, pp.61-90.
- McKEON, R., & Ryan, "J.A., Evaluation of programs promoting technological innovation - The Australian experience", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 379-388
- McKinnon, J. G. (1983), "Model Specification Test Against Non-Nested Alternatives" *Econometric*

- Review*, pp. 85-110.
- Mohnen, P. and N. Lepine (1991), "R&D, R&D Spillovers and Payments for Technology: Canadian Evidence", *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 2, pp. 213-28.
- Montigny, P., "Evaluations of innovation programmes in selected European countries", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 313-332.
- Morrison, C. J., and E. R. Berndt (1981), "ShortRun Labor Productivity in a Dynamic Model," *Journal of Econometrics*, Vol.16, pp. 339-365.
- Mullins, N.C., "Evaluating research programs: Measurement and data sources", *Science and Public Policy*, Vol.14, No.2, 1987, 91-98.
- Nadiri, M. I. and T. P. Mamuneas (1994), "Infrastructure and Public R&D Investments, and the Growth of Total Factor Productivity in US Manufacturing Industries", NBER Working Paper No. 4845, Cambridge, MA.
- OECD, Impacts of national technology programmes, Paris, 1995.
- OECD, Policy evaluation in innovation and technology, Paris, 1997.
- Ormalá, E., "Nordic experiences of the evaluation of technical research and development", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 333-342.
- OTA, Research funding as an investment : Can we measure the returns?, Washington, DC, U.S. Government Printing Office, 1986.
- Pappas, R & Remer, D., "Measuring R&D productivity", *Research Management*, May-June, 1983, pp.15-16.
- Quin, F.S., Albin, A., & McGregor, M.J., "A framework for identifying the social, environmental and economic impacts of a new biotechnology: the European APPLE project", *Project Appraisal*, Vol.12, No.1, 1997, 2-10.
- Roessner, J.D., "Evaluating government innovation programs: Lessons from the U.S. experience", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 343-359.
- Roessner, J.D., "Evaluation of government innovation Programs: Introduction", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 309-312.
- Rosi H. Peter, Evaluation - A systematic approach, SAGE Publications, 1989.
- Sakakibara, M., "Evaluation of government-sponsored research into ventures in Japan", *Policy Evaluation in Innovation and Technology Towards Best Practices*, OECD, Paris, 1997, pp.225-253.
- Tanaka M., "Japanese-style evaluation systems for R&D projects: The MITI experience", *Research Policy*, Vol.18, 1989, 361-378.
- Terleckyj, N. E (1974), "Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries : An Exploratory Study. National Planning Association, Washington DC.
- Tsipouri, L., "Evaluating the economic effects of R&D in less favoured countries: the notion of complementarity", *Research Evaluation*, Vol.2, No.1, 1992, 37-35.
- Wolff, E. N. and M. I. Nadiri (1993), "Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development", *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 4, pp. 315-331.