

연구조직 평가기법의 실증적 활용에 관한 연구

A Study on positive application of the evaluating method of R & D organizations

이병민*, 윤석기**

Abstract

It is difficult to develop objective evaluation techniques for the productivity in an R&D organization because there exists such as time lag between inputs and outputs, difficulties of measuring the influencing factors and results of a research and of comparing R&Ds with other objects towards innovation, and problems in identifying analysis elements. Particularly, governmental research institutes, pursuing publicity, have more difficulties in evaluating research achievement than the private ones.

In evaluating the productivity of R&D organizations, this study aims at practically using the quantitative evaluation techniques by applying them to the public as well as private institutes. This will be finally contributing to decision making for effective management of R&D organization.

* 한국표준과학연구원, 정책연구그룹장, 경영학박사.

** 한국표준과학연구원, 정책연구그룹.

I. 서 론

우리나라의 기술개발체제는 어느정도의 '양적인 시스템'을 구축하고 있으나 이는 어디까지나 'input'개념이지 'output'은 배제된 것으로 생산성 내지 효율성의 의미와는 아주 다르다. 그동안 우리가 연구개발의 생산성을 제고시키는 노력을 경주하는 이유도 선진국에 비해 크게 빈약한 연구자원을 가지고 이를 효율적으로 배분하여 보다 큰 성과를 거두려는데 목적이 있다. 따라서 최근 연구개발을 위한 투입, 변환, 산출요소를 가능한 정량적으로 파악하려는 노력이 활발해지고 있으며 각 연구기관의 특수성을 감안한 독자적인 평가기법을 개발하는데 주안점을 두고 있다.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 연구개발이 투입과 산출사이의 시간적 지체의 문제, 영향요인과 연구결과 측정의 어려움, 기술혁신을 달성하는데 있어서 연구개발과 다른 방안과의 대체비교문제, 연구성과를 측정하기 위한 분석단위의 문제 등의¹⁾ 어려움이 존재하는 이유로 객관적인 평가기법의 개발에 큰 어려움을 주고 있다. 특히 민간연구소 보다는 주로 '공공성'을 추구하고 있는 정부출연연구소를 위시한 공공연구소의 연구성과의 평가는 그 특성상 많은 문제점을 안고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 각각의 투입, 산출요소들을 정량화한 평가기법을 실제로 정부출연연구기관, 산업체 연구소를 대상으로 적용하여 기법의 실증적 활용을 도모하는데 있다. 물론 이러한 일련의 시도는 연구조직의 연구기획, 연구개발정책수립 등 조직의 효율적 관리를 위한 의사결정에 기여함을 최종목표로 하고 있다.

II. 연구조직의 특성과 연구생산성

1. 연구조직의 특성

연구개발 활동과 같이 그 영향이나 효과가 장기적으로 사회전반에 걸쳐 광범위하게 미치는 대부분의 연구조직 목표는 불분명하며 기업의 경우와 같이 자체적으로 체화된 평가가 불분명하므로 되도록 객관적인 평가기준을 별도로 마련하여 유지해야 한다. 이렇게 체화된 평가가 어려운 연구조직의 특성을 일반조직과 비교하면 다음과 같이 정리된다²⁾

(1) 일반적으로 목표에 대한 정의가 모호하고 복잡하며, 목표들간에 양립성이 없다. 하위

1) 이진주, "연구개발의 실적평가와 생산성", 기술관리, 20호, 1985, P.48.

2) 안중찬, "연구개발생산성의 영향요인과 측정모형", 충남대학교, 1991, pp.11~12.

없다. 하위 조직들은 종종 전체조직의 목표와 관련이 없는 목표들을 추구하기도 한다.

- (2) 방법과 목표사이의 관련이 명확하지 않다. 다시 말하면, 연구의 방법이 수단과 결과사이에 명확한 관련이 없다는 것이다. 연구개발에 있어서는 어떤 것이 성공적인 결과인지를 알아내는 것조차 어려울때가 많다.
- (3) 연구개발조직에서는 어떤 연구결과를 얻기 위한 기술이나 전략이 여러가지가 있을 수 있다.
- (4) 산출에서부터 투입으로의 피드백(feed back), 또는 투입에서부터 산출으로의 피드워드(feed forward)가 거의 없거나 전혀 없어서 투입과 산출사이의 원인관계를 시험할 방법이 없다.
- (5) 하위조직들의 결합정도가 빈약하여 외부환경으로부터의 영향은 각각 분산되어서 전달되므로 영향요인의 적은 부분을 제외하고는 거의 묵살되어버린다. 더구나, 하위조직들의 자율적 특성으로 인하여 외부의 영향력이 조직 전체로 파급되기가 힘들다.
- (6) 연구개발 성과에 대한 여러가지 서로 다른 기준이 조직내의 여러부분에서 동시에 적용될 수 있다.
- (7) 조직구조와 연구개발 활동단위사이의 관련이 모호할 경우가 많다. 연구개발활동의 과정은 다소 자유분방한 면이 있음에도 그 조직구조는 계층구조이거나 경직된 구조를 갖고 있는 경우가 많다.

2. 연구생산성 측정의 문제점

생산활동의 합리성을 나타내는 정도를 의미하는 생산성이라는 개념은 산업혁명의 시작과 더불어 사용되어 왔으며 오늘날에는 모든 분야에서 효율을 측정하는 도구로서 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 개념정립에 있어서는 수백년간을 내려오면서 여러 학자들간에 그 정의에 대한 논란이 있었으나 아직까지도 통일된 정의는 없으며 수많은 정의가 공존하고 있는 실정이다.

한편 생산성 개념을 조직에 적용시키는데 있어서 가장 큰 애로요인은 투입, 산출요소의 정량화에 있다. 즉 투입과 산출 각각의 구성요소들간에 적절하고도 비교적 객관적인 정량화 기준을 마련하는데 큰 어려움이 있으며 또한, 생산성 측정대상마다 그 특성을 고려하여 구성요소를 선정하고 가중치를 부여하는 작업도 많은 어려움이 있다. 이와같은 생산성 측정의 본질적인 어려움 이외에도 연구조직의 특성을 고려한 연구생산성 측정상의 문제는 연구개발의 투입·산출요소가 갖는 고유의 문제 등으로 일반적인 생산성 측정보다 훨씬 어렵다는 특성이 존재한다. 이러한 원인은 앞에서 언급한 연구조직의 특성상 비롯한

부분이외에 다음과 같은 문제점들로부터 비롯된다.

첫째, 투입·산출의 측정단위의 차이로 인한 문제이다. 연구개발에 있어서 투입의 단위는 보통 금액, 연간투입인력수 등이 되지만 산출의 단위는 논문, 특허의 수 등이 되어 측정단위가 달라지게 된다. 현실적으로 투입·산출 측정단위가 일치되지 않는 이상 가장 신뢰성 있는 생산성 평가는 비슷한 투입을 사용하여 비슷한 종류의 산출을 생산하는 그룹 또는 유니트(Unit) 간의 상대적 평가방법이다.

둘째는 연구성과의 질적 측정상의 문제이다. 실제로 연구성과의 측정에 있어서 질적인 측면을 직접적으로 평가할 수 있는 기준이나 방법이 개발된 사례가 없으며 아직까지는 해당분야나 연구내용별로 전문가의 주관적 평가가 병행되고 있다. 셋째는 투입과 산출 간의 시간지체(time lag)로 인한 문제이다. 연구개발의 결과는 산업이나, 제품, 또는 연구개발의 성격에 따라 시간지체의 차이가 있으나 일반적으로 시간지체가 큰 것으로 알려져 있다. 특히 기업연구소와 같이 제품의 개발이나 개선을 목적으로 하는 연구개발보다는 주로 공공성에 역점을 두고 있는 정부출연연구소의 연구개발 생산성 측정이 더욱 어렵다는 것이 일반적인 견해이다.

이상과 같은 문제점이외에도 기술혁신을 달성하는데 있어서의 연구개발과 외부기술도입, 모방등과 같은 다른 방안과의 대체비교 문제, 연구성과를 측정하기 위한 분석단위의 문제 등이 연구생산성 측정에 어려움을 주고 있다. 아울러 생산성 평가는 평가지표, 평가자, 평가대상과 평가범위를 어떻게 설정하는가에 따라 달라지므로 연구개발의 특성에 맞게 평가요소를 설정하는 것이 매우 중요하다.

3. 연구생산성의 측정모형

일반적으로 연구생산성을 측정하는 접근방식으로는 크게 보아 양적측정 (quantitative measurement), 준양적측정(semi-quantitative measurement), 질적측정(qualitative measurement)의 3가지이다. 이들 모형들은 각 측정대상에 따라 적용되고 있지만 양적 측정방식은 연구개발의 특성상 단기적으로 목표가 뚜렷한 제품관련 프로젝트 이외에는 적용이 거의 불가능하기 때문에 기초연구나 탐색연구에서 많이 활용되는 질적 평가에 의한 연구생산성의 상대적 비교가 유일한 대안이 되는 경우가 많다. 더구나 생산성의 개념이 종래의 효율성 위주의 개념에서 유효성과 효율성을 모두 포함시키는 개념으로 변화됨에 따라 질적평가 방식의 중요성이 점차 커지고 있다.

이에 따라 이 분야의 최근 연구동향은 조직론적인 차원에서 연구생산성에 영향을 미치는 변수를 도출하여 이 변수들간의 관계로 연구생산성을 평가하려는 효율성보다 유효성의 측면에서 접근하려는 방식이 주류를 이루고 있다. 이와 같은 접근방식은 평가의 중점

을 어디에 두느냐에 따라 5개의 모형으로 분류된다.³⁾

가. 목표모형(Goal Model)

목표달성도가 높을수록 조직의 유효성이 크다는 가정하에 생산성을 측정하는 방식으로 공식적인 목표달성도에 중점을 두고 있다. 연구개발조직의 기본적인 목표는 간행물, 기술보고서, 알고리즘 등을 생산해 내는 것이라고 가정하고 이러한 산출과 관련된 측정수단 개발에 중점을 두고 있다. 이에 관한 여러가지 연구논문들의 결과로 보면 유효성 측정도구로서는 과학자나 엔지니어 당 인용비율, 특허생산비를 등을 많이 사용하고 있음을 알 수 있다.

나. 시스템자원 모형(System Resource Model)

시스템자원 모형은 연구개발조직에서 연구개발의 기본적 진행과정, 특히 자원의 취득과정에 중점을 두고 있으며 따라서 연구개발조직의 단위 유니트(unit)와 외부환경 사이의 커뮤니케이션(communcation)이 중요한 성과측정의 도구가 된다.

이는 조직이 외부환경으로부터 얻을 수 있는 자원의 수준이 최적화될수록 조직은 더 유효하게 된다는 것이다.

이 시스템자원 모형은 투입과 산출사이에 명확한 관련이 있을 때 가장 유용하게 되며, 이 모형을 연구개발 유효성 측정에 사용한 좋은 예는 과학적 내용분석을 과학적 활동의 산출평가에 사용한 예가 될 것이다.

다. 내부과정 모형(Internal Process Model)

이 모형은 1960년 베니스(Bennis)가 주장한 이래 연구개발조직의 유효성 평가에 가장 많이 사용되고 있다. 이 모형에서는 분석의 초점이 내부환경, 특히 내부적인 긴장의 정도, 원활한 작업관계 등에 모아지고 있다. 이후 1968년 펠츠(Pelz)와 앤드류(Andrews)는 과학자와 엔지니어들의 성과에 관한 연구에서 내부과정에 의한 변수들이 효율성에 가장 좋은 지표라는 것을 발견하였다. 이 변수들은 조직의 자유도, 연구활동의 다양성 등을 내용으로 하고 있었다.

라. 전략적 구성원 모형(Strategic Constituencies Model)

전략적 구성원 모형은 조직의 전략적 구성원⁴⁾ 들의 기대나 필요를 조직이 어느정도까

3) Michael M. Crow. " Technology and Knowledge Transfer in Energy R&D Laboratories ", Evaluation and Program Planning. Vol.11, No 1(1988) pp.86-88.

4) 전략적 구성원이란 조직의 주요 구성원으로서 자원제공자,산출의 사용자 등을 말하며, 구성원의 범위는 조직의 내부,외부를 막론하고 조직에 실질적으로 영향력을 행사하는 집단을 의미한다.

지 충족시켜 주느냐 하는 관점에서 유효성을 측정하는 접근방식이다. 이 모형은 현재까지는 많이 사용되지는 않고 있으나, 잠재적인 활용도는 크다고 볼 수 있다. 연구개발 유효성 평가에 이 모형을 적용하는 방법은 동료에 의한 평가에 의존할 수 밖에 없게 된다.

마. 종합모형(Integrated Model)

1976년에 몰나르(J.J.Molnar) 등 몇몇 학자들은 몇개의 연구결과를 조사한 결과 어떠한 모형도 유효성을 충분히 설명하지 못하고 있다고 주장하였다. 특히 볼머(Vollmer)는 목표모형의 생산성 측정지표를 내부과정모형의 지표와 결합시켜 연구개발의 유효성을 측정하기 위해서는 연구개발성과의 양과 질을 동시에 평가해야 할 뿐 아니라 연구개발 조직 내부에서의 지식의 흐름도 평가해야 한다는 결론을 유도하였다. 어빈(John Irvine)과 마틴(B.R.Martin)은 기초연구의 생산성을 측정하기 위해서는 목표모형에서 간행물의 양과 질, 전략적 구성원 모형의 동료평가 등을 포함하는 부분적 지표의 사용을 주장하고 1983년 이를 실증적으로 사용하는 연구를 수행한 바 있다.

연구생산성이란 직접 관찰이 불가능하고 양적으로 평가하거나 객관적으로 규격화시킬 수도 없으며 본질적으로 주관적이며 개인의 주관이나 선호에 따라 달라질 수 있고 동일 평가지표에 대한 평가도 각각 다를 수 있다. 따라서 어떠한 관점에서 어떠한 평가 지표로 생산성을 평가하는가에 따라 다양한 결과가 도출되기 때문에 적절한 평가모델 및 평가지표의 선정은 연구생산성 평가에서 대단히 어려운 작업이며, 지속적으로 평가기준등을 보완·수정하는 것이 필요하다.

III. 연구생산성 평가기법의 모델링과 실증적 활용

1. 평가모형의 설정

본 연구에서 연구생산성 평가의 객관성 확보를 위해 양적 측정(quantitative measurement) 접근방식을 선택하였으며 보완적으로 질적인 평가결과를 요소의 가중치로 차별화하였다. 앞에서 제시한 5가지 모형 중 첫번째의 목표모형을 기본으로 하였으며 개인보다는 연구조직 단위를 중심으로 한 부서평가에 주안점을 두었다.

연구조직의 연구잠재력을 평가할 수 있는 투입요소(Input factors)로는 연구원수, 연구장비, 연구비, 기술정보, 연구원의 자질, 연구조직 운영방식, 관리자의 능력, 기타 연구환

경 등 많은 요소를 거론할 수 있으나, 정량적으로 평가할 수 있고 중점적인 요소로서 연구개발 효율화에 가장 크게 기여하는 연구인력, 연구장비, 연구비 등 3개를⁵⁾ 연구조직의 연구잠재력을 평가할 수 있는 투입요소로 설정하였다.

이러한 요소의 투입으로 연구조직이 산출하는 연구성과에는 일반적으로 논문발표 및 기술보고서, 공업소유권 취득, 기술료 수입, 기술축적, 연구능력 배양 등이 있는데 이를 연구조직의 연구성과로 평가할 수 있는 산출요소(Output factors)로 설정 하였으며 연구생산성(Productivity)은 투입요소 대비 산출요소의 크기로 평가하였다.

가. 연구자원 투입요소

1) 연구잠재력

연구조직이 연구를 수행하기 위해 투입되는 연구자원에는 연구장비가 있는데 이들 연구인력과 장비를 연구조직의 연구수행 잠재력이라 할 수 있다. 연구인력은 직급, 학위, 경력 등으로 구분된 요소들로 구성되어 있는데 학위 및 경력은 직급요소의 부수적 구성항목으로 보아 여기서는 직급요소만 채택하였다.

연구장비의 경우 연구잠재력을 직접 정량화하는 것은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 연구업무 수행능력에서 차지하는 연구장비의 비중을 연구인력으로 환산하였다. 즉, 연구조직이 보유하고 있는 일정액의 장비가액에 해당하는 연구장비의 연구잠재력을 연구원 1명의 연구수행 능력과 동일한 것으로 간주하였으며, 연구장비의 수명을 평균 10년으로 하여 정액법에 의한 연간 감가상각비와 연구원의 연간 인건비를 같은 금액으로 등식화하였다.

2) 연구비

연구비는 재원에 따라 출연연구비, 특정연구비, 수탁연구비 등으로 구분되고 비목에 따라서는 인건비, 여비, 해외훈련비 및 전문가초청비, 기술도입비, 연구기자재구입비, 시약 및 재료비, 시설비, 유인물비, 기술정보활동비, 전산처리비, 개발보전비, 시제품제작비, 위탁연구개발비, 제잡비 등으로 구분되나 본 연구에서는 이러한 연구비 항목별 특성에 따른 구분없이 총연구비를 기준으로 하여 연구비 항목을 설정하였다. 특정연구비와 수탁연구비에 포함된 개발보전비는 경상운영비로 흡수되고 있으나 사실상 개발보전비가 연구조직의 연구수행 활동을 통해 집행되고 있다는 점을 감안하여 연구비 항목에 포함시켰다.

5) 日本能率協會, “研究所 運營 活性化 實例集”, 1987. p. 429.

나. 연구성과 산출요소

연구성과는 양적인 것과 질적인 것으로 구분된다. 양적성과에는 논문, 저서, 보고서, 특허 등이 있고, 질적 성과에는 해당분야의 과학기술발전에 대한 일반적 공헌, 국내·외의 인정효과, 사회적으로 얼마나 가치있는 것인가의 사회적 효과, 혁신성·생산성 등의 연구개발 효과 등이 있다. 질적성과는 전문가들의 주관적 평가에 의존할 수 밖에 없기 때문에 연구성과 관련요소에는 양적성과만 포함시켰

다.6) 연구성과로서의 논문은 국외·국내 학술지 게재, 학술회의에서 논문발표, 대학학술지에 논문게재를 가장 높게 평가하였으며 구두발표를 낮게 평가 하였다. 산업재산권 취득은 특허, 실용신안, 의장등록, 기타 등으로 구분하고 특허 취득 및 출원을 가장 높게 평가하고 의장등록 이하는 낮게 평가하였다. 또한 기술개발 성과에 의해 산업체로부터 받는 기술료 수입은 일정한 액수를 기준으로 몇 단계로 구분하였고 기술료수입 금액이 많은 경우일수록 높이 평가하였다.

다. 연구생산성 산출방법

연구생산성은 앞에서 설명한 바와 같이 연구자원 투입요소의 평가치 대비 연구성과 산출요소의 평가치의 크기로 나타냈으며 부수적으로 다수 연구조직의 집합체가 갖는 평균 연구생산성의 달성도를 백분율로 나타내어 연구생산성 달성도를 표시하였다.

연구성과 산출요소의 평가치

$$* \text{연구생산성} = \frac{\text{연구성과 산출요소의 평가치}}{\text{연구자원 투입요소의 평가치}}$$

해당 연구조직의 연구생산성

$$* \text{연구생산성 달성도}(\%) = \frac{\text{해당 연구조직의 연구생산성}}{\text{연구조직들의 평균생산성}} \times 100$$

6) 한국과학기술원, "연구 Unit의 조직과 성과에 관한 국제비교연구", 1982, P.15.

2. 평가기법의 실증적 활용

가. 연구자원 투입

연구조직의 연구자원과 연구성과를 종합적으로 평가하기 위하여 우선 연구자원을 분석하고 이를 바탕으로 연구수행능력을 평가하였다. 연구수행은 연구에 참여하는 전문인력과 그 조직이 보유하고 있는 연구장비를 통하여 수행된다. 따라서 연구인력, 연구장비 및 연구비가 주요한 연구잠재력을 구성하게 되며 연구성과의 산출에도 직접으로 영향을 미치게 된다. 연구조직의 연구잠재력 평가는 연구조직이 보유한 연구인력과 연구장비를 동등한 기준으로 환산한 후 해당 연구조직이 사용한 연구비를 합계하여 정량화시킬 수 있는 것이다.

1) 연구인력(Man Power : X_1)

연구인력의 직급별 가중치를 부여하기 위해 과학기술처의 특정연구기관 급여준칙상의 직급별 인건비를 기준으로 적용하였다. 연구조직 구성의 기본이 되고 있는 연구원(원급)의 Man Power(MP)를 1로 하였으며, 선임급은 1.4, 책임급은 2.0, 기능직은 0.9MP, 임시직을 포함한 기타 직원은 0.7 MP로 하여 이를 해당 연구조직의 직급별 가중치(W)로 부여하였다. 그리고 겸직자가 있는 경우에는 연구조직별로 배분하고 직급별 가중치를 부여하여 Man Power를 X_1 으로 설정하였다.

$$X_1 = \sum(M*W) \quad X_1 : \text{연구인력의 연구수행 잠재력(MP)}$$

M : 직급별 연구원 수
 W : 직급별 가중치

2) 연구장비 (Equipment : X_2)

연구장비가 연구수행 능력에서 차지하는 비중은 크지만 연구장비의 연구업무 기여도를 정량적으로 분석하기에는 어려움이 많다. 그러나 연구개발투자비로 연구자원을 확충하기 위해서는 연구인력을 확보하거나 연구장비를 취득하게 되므로 연구장비 취득에 투입된 비용은 연구인력 확보에 투입될 수 있는 대체적 기회비용으로 볼 수 있을 것이다. 이러한 개념하에서 연구조직이 보유하고 있는 연구장비의 수명을 평균 10년으로 보아 정액법

에 의한 연간 감가상각비와 연구원의 연간 인건비(Man Value : MV)를 같은 가액으로 등식화 하였고, 연구장비가액 1.5억원의 연구수행 잠재력을 연봉 15백만원인 연구원 1명의 연구수행 잠재력과 동일한 것으로 간주하여 연구장비의 연구수행 잠재력을 Man Power로 환산하였다.

$$X_2 = E / 10MV \quad E : \text{연구조직의 장비보유 가액}$$

$$MV : \text{Man Value (천오백만원/년)}$$

3) 연구비(Fund : X₃)

연구비는 연구를 수행하는데 필요한 비용이며 실질적인 연구의 수행을 좌우할 만큼 중요한 역할을 하므로 연구잠재력 요소로 투입된다. 연구비를 투입요소로 정량화하기 위해 앞에서 연구장비의 연구잠재력을 Man Power로 나타냈듯이 각 연구조직에서 수행되는 연구비를 연구원의 연간 인건비 천오백만원으로 나눔으로써 다음과 같이 연구비의 Man Power로 평가할 수 있다.

$$X_3 = F/MV \quad X_3 : \text{Man Power로 평가한 연구비}$$

$$F : \text{연간 연구비}$$

$$MV : \text{연구원 연간 인건비 (천오백만원)}$$

4) 종합적인 연구자원 투입요소의 계산 (X_T)

각 연구조직의 종합적인 연구자원 투입은 보유 Man Power와 Man Power로 환산한 연구장비 및 연간 연구비를 합하여 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$X_T = X_1 + X_2 + X_3 \quad X_T : \text{총투입 연구자원(인력+장비+연구비)}$$

나. 연구성과의 산출

연구조직의 주요한 연구성과 산출요소(Output factor)는 각종 학술지에의 논문발표, 산업재산권, 기술료 수입, 기술축적, 연구능력 향상 등으로 구분할 수 있을 것이다. 이러한 연구성과 산출요소들을 정량적으로 분석하기 위해 종류에 따라 다른 가중치를 부여하였는데 기술축적도, 연구능력 향상 등의 요소는 계량적인 평가가 곤란하여 반영하지 못하였다.

한편, 논문발표, 산업재산권 취득, 기술료 수입, 상호간에 상대적 중요성에 따라 최고

점수와 최저점수를 부여할 수 있으나 논문발표, 산업재산권, 기술료 수입 자체에도 가중치가 다른 여러 종류의 요소들이 있고 같은 산출요소에 대해서도 연구조직에 따라 중요도 및 난이도의 차이가 있을 수 있으므로 이러한 가중치 적용기준은 연구조직의 특성에 따라 다르게 적용할 수 있을 것이라 판단된다.

1) 논문발표

논문발표는 국내의 학술지, 학술회의, 대학학술지 발표논문과 그 밖에 기술보고 (Technical Report), 구두발표 등이 있다. 이중 독창적인 연구결과로 국외 학술지에 채택되어 발표된 논문에 제일 큰 비중을 두어 10, 국내학술지에는 8의 가중치를 부여하였다. 그 다음으로 대학 학술지에 논문을 게재하는 경우에는 7, 학술회의에 논문을 발표하여 프로시딩(proceedings)에 게재하였을 때는 각각 5의 가중치를 부여하였으며 그 밖에 기술보고에는 3,세미나에서 구두발표에는 2의 가중치를 부여하였다.

<표 1> 논문발표의 유형별 가중치

구분	논 문 발 표					
	국내학술	국외학술	학술회의	대학학술	기술보고	구두발표
건당가중치	8	10	5	7	3	2

그리고 각 연구조직에서 발표한 연간 논문수에 해당 가중치(W_i)를 곱하여 합산한 수치를 논문 부분의 연구성으로 평가하였는데 이는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$Y_1 = \sum(K * W_i)$$

Y : 논문발표로 측정된 연구성과
 K : 유형별 논문발표 건수
 W_i : 논문유형별 가중치

2) 산업재산권

산업재산권은 특허, 실용신안, 의장등록, 기타 등으로 나눌 수 있으며 해당 연구조직이 출원한 것만 포함시켰다. 이중 독창적인 개발로 연구의 성과가 가장 큰 특허에는 10의 가중치(W_i)를 부여하였고 그 다음으로 실용신안은 8, 의장등록을 비롯한 기타의 산업재산권에는 5의 가중치를 부여하였다.

<표 2> 산업재산권 종류별 가중치

구 분	산 업 재 산 권		
	특 허	실용신안	기 타
건당가중치	10	8	5

$$Y_2 = \Sigma(L \cdot W_j)$$

Y_2 : 산업재산권 출원 건수로 측정한 연구성과
 L : 종류별 산업재산권
 W_j : 산업재산권 종류별 가중치

3) 기술료 수입

연구조직에서 연구개발 성과의 실용적 기술이전이나 기술지원 사례가 있는 경우 그 댓가로 받는 기술료 수입이 있다. 기술료 수입에 대한 평가는 기술료 금액을 5단계로 구분하고 많은 액수부터 높은 가중치(W_k)를 부여하였다.

<표 3> 기술료 수입 규모에 따른 가중치

구 분	기 술 료 수 입 (단 위 : 원)				
	200만 미만	200만-500만	500만-1000만	1000만-2000만	2000만초과
건당가중치	10	12	15	17	20

$$Y_3 = \Sigma(K \cdot W_k)$$

Y_3 : 기술료수입으로 측정한 연구성과
 K : 기술료 수입 건수
 W_k : 가중치

4) 종합적 연구성과 산출요소의 계산 (Y_T)

앞에서 설명한 연구성과산출 과정을 종합표로 나타내면 각 연구조직의 1년간에 발표한 논문수, 산업재산권 취득, 기술료 수입 현황 등을 한 눈에 알아 볼 수 있고 연구조직간에 이를 비교해 볼 수 있다. 앞에서 각 연구조직의 논문발표에 의한 연구성과, 공업소유권에 의한 연구성과, 기술료 수입에 의한 연구성과를 계산하였으므로 이러한 각각의 연구성과를 합산하여 해당 연구조직의 종합적인 연구성과를 계산할 수 있다.

$$Y_T = Y_1 + Y_2 + Y_3 \quad Y_T : \text{연구조직의 종합적 연구성과}$$

다. 연구생산성의 평가

연구조직에서는 연구인력, 연구장비, 연구비 등 연구자원을 투입하여 이를 활용하므로써 연구성과를 산출하게 된다. 따라서 연구자원 투입 대비 연구성과의 산출을 계산함으로써 각 연구조직의 연구 생산성을 평가할 수 있게 된다.

먼저 각 연구조직의 Man Power에다 Man Power로 환산한 연구장비를 합산한 종합적인 연구잠재력(Total Power)과 Man Power로 환산한 연구비(Man value)를 합하여 투입량을 계산하고 연구조직의 연구성과를 투입자원량으로 나누어 연구생산성(산출/투입)을 계산한다. 그리고 모집단 전체의 연구생산성을 계산하여 모집단 전체의 평균 연구생산성 대비 각 연구조직의 연구생산성 달성도(%)를 비교 평가할 수 있다. 이를 계산식으로 나타내면 다음과 같다.

$$P = Y_T / X_T \quad P : \text{연구조직의 연구생산성(산출/투입)}$$

라. 실제 적용사례

위와같은 연구투입 및 성과의 산출식을 근거로 하여 현재 대덕연구단지내에 입주한 몇 개의 연구기관을 표본으로 하여 연구생산성 평가를 하였다. 연구기관으로는 정부출연연구소 3개 기관, 민간기업연구소 2개 기관이며 생산성 평가를 위한 실제자료를 제공받아 분석하였으며 각 연구소당 3개의 연구그룹 또는 부서를 대상으로 하고 민간연구소 중 한 기관은 규모가 작아 연구소 전체를 대상으로 하였다. 이들 연구기관들은 각각 기초연구, 응용연구 및 제품연구를 주목적으로 하는 기관이며 대체로 인사고과 기준이나 기타 평가 기준, 그리고 각 평가요소에 대한 가중치 적용 등이 비슷하여 본 기법에 따라 연구자원 투입 및 연구성과산출, 연구생산성을 정량화하면 다음과 같다.

1) 연구자원 투입

구분	연구인력(X ₁)						연구장비(X ₂)		연구비(X ₃)		총투입 연구자원 (X _T)
	책임 2.0	선임 1.4	원 1.0	기능 0.9	기타 0.7	소계 (MP)	보유장비 (백만원)	E/10MV	연구비 (백만원)	F/MV	
○ 출연(연)											
-A연구소											
• 1연구그룹	1	3	1	3	1	10.6	194	1.3	79	5.3	17.2
• 2연구그룹	1	6	6	3	6	23.3	599	4.0	406	27.0	54.3
• 3연구그룹	0.5	7	4	5	8	24.9	857	5.7	307	20.4	51.0
-B연구소											
• 1연구부	6	9	2	2		28.4	200	1.3	791	52.7	82.4
• 2연구부	10	11	8			43.4	320	2.1	1,102	73.4	118.9
• 3연구부	8	7	15	2		42.6	370	2.5	499	33.2	78.3
-C연구소											
• 1연구그룹	5	4	9	5	7	34.0	384	2.6	726	48.4	85.0
• 2연구그룹	2	4	7	10	4	28.4	120	0.8	1,060	70.6	99.8
• 3연구그룹	5	6	5	11	9	39.6	288	1.9	1,021	68.0	109.5
○ 민간(연)											
-D연구소											
• 1연구부	3	3	11	4	4	27.6	650	4.3	1,100	73.3	105.2
-E연구소											
• 1연구부	7	8	11	14	3	50.9	3,262	21.7	3,214	208.2	280.8
• 2연구부	6	10	19	5	2	50.9	1,612	10.7	10,817	721.1	782.7
• 3연구부	3	7	14	7	2	34.7	663	4.4	4,149	276.6	315.7

*MP = 인원 수 × 가중치

*MV = 15백만원(원급 년 인건비)

2) 연구성과 산출

연구실	산출형태		논문발표(Y ₁)					산업재산권(Y ₂)			기술료수입 (Y ₃ : 백만원)					총산출 연구성과 (Y _T)
			국내 학술	국외 학술	학회 의술	대학 학술	기술 보고	구두 발표	특 소	실 용 허 계	기 신 안 타 계	2 미 만 10	2 ~ 5 12	5 ~ 10 15	10 ~ 20 17	
	8	10	5	7	3	2	10	8	5							
○ 출연(연)																
-A연구소																
• 1연구그룹	1					5	3	29	2	2	26					55
• 2연구그룹	6	3	5			17	11	176	2		20					196
• 3연구그룹	2	2	5			9	5	98	1		10					108
-B연구소																
• 1연구부	4	1						42								42
• 2연구부	20	4	1					205								205
• 3연구부	24	6						252								252
-C연구소																
• 1연구그룹	48	12						504	19		190					694
• 2연구그룹	43	13						474	9		90					564
• 3연구그룹	73	18						764	22		220					984
○ 민간(연)																
-D연구소																
• 1연구부	2						4	24	2	2	36			3	60	120
-E연구소																
• 1연구부	42	7	12	26	8			672	29	33	6	584		1	3	77
• 2연구부	34	4	9	10	6			445	42	12		516	7	4		144
• 3연구부	16	2	2	15	12			299	18	4		212		4	1	88
																1,333
																1,105
																599

3) 구생산성 산출/투입)

구 분	연구자원투입 X_T	연구성과산출 Y_T	연구생산성지수 Y_T/X_T	연구생산성평균대 비달성도(%)
○ 출연(연)				
-A연구소				
• 1연구그룹	17.2	55	3.19	90
• 2연구그룹	54.3	196	3.60	101
• 3연구그룹	51.0	108	2.11	59
-B연구소				
• 1연구부	82.4	42	0.51	14
• 2연구부	118.9	205	1.72	48
• 3연구부	78.3	252	3.22	90
-C연구소				
• 1연구그룹	85.0	694	8.16	229
• 2연구그룹	99.8	564	5.65	159
• 3연구그룹	109.5	984	8.98	252
○ 민간(연)				
-D연구소	105.2	120	1.14	32
-E연구소				
• 1연구부	280.8	1,333	4.74	133
• 2연구부	782.7	1,105	1.41	40
• 3연구부	315.7	599	1.89	53
평 균	-	-	3.56	100

마. 분석결과

위의 분석에 사용된 표본집단에서 각 연구기관마다 A,C연구소는 연구그룹 단위, B,E연구소의 경우는 연구부 단위, 그리고 D연구소는 연구소 전체로 분석되어 있어 평가대상 조직단위가 다르다. 그러나 본 연구의 목적은 연구자원의 투입과 연구성과의 산출의 비, 즉 생산성을 평가하는데 주목적을 두고 있으므로 표본집단 단위의 크기가 본 연구에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다.

본 분석결과에 따르면 표본집단 중 C연구소의 3연구그룹이 연구생산성 8.98로 평균 연구생산성 3.56에 비해 연구생산성 달성도가 152%나 초과달성되었는데 비해 B연구소의 1 연구부는 연구생산성이 가장 낮은 0.51밖에 얻지 못하여 표본집단 평균에 비해, 연구생산

성 달성도가 14%로 나타났다.

연구소 전체로 볼 때 B,D연구소가 평균 연구생산성보다 크게 밀들고 있는데 이는 연구소 특성상 기인된 결과가 많은 부분을 차지하고 있다고 할 수 있다. B연구소는 연구자원의 투입에 비해 성과산출의 확률이 낮고 연구분야 자체가 선진국에 크게 의존되어 있어 산업재산권, 기술료 등의 실적이 거의 전무하기 때문이며, D연구소는 설립초기로서 안정적인 연구분위기가 아직 확립되지 못했기 때문으로 분석된다.

3. 평가제도의 운영현황

국내 연구평가제도는 최근에 들어서면서 인사고과와 인센티브 지급을 위한 수단을 중심으로 출발하였다고 할 수 있다. 그러나 연구조직의 평가는 ① 연구개발 활동의 방향설정, ② 제한된 자원의 효율적 배분·활용, ③ 연구조직 관리수단 제공, ④ 체계적인 연구개발 활동의 수행 등을 통해 유효성 및 생산성을 제고하는데 목적이 있다고 할 수 있다.

현재 정부출연연구기관들은 연구원에 대한 개인평가와 부서평가제도를 도입하고 있으며, 대학은 논문 및 연구계약고 실적평가를 주요 내용으로 하고 있다. 또한 산업체에서는 연구개발 평가와 함께 이를 기업화하였을 때의 기대수익 및 시장확보의 적합성 등을 중시하게 되므로 연구개발 기간의 단축, 공정개선 및 성능향상, 시정점유율 향상효과, 국산화 대체효과, 기업이미지 개선효과 등을 위해 정량적, 정성적인 평가기법의 도입에 많은 관심을 보이고 있다. 그러나 연구조직이 가지는 특수성과 투입, 산출의 계량화가 어렵다는 관점에서 연구생산성 평가제도의 도입·적용이 늦어지고 있다.

<표4> 연구원 및 연구부서 평가제도 운영 현황

구분	대상	성과부문 (3:높음, 1:낮음)						능력, 근무부문 (%)	추가반영
		논문,학 술발표	특 허	보고서	기술료	기업화 지원	소 계 (%)		
1	개인	2	3	2	3	2	50	50	-
2	개인 (부서)	3	2	2	2	2	30-70	70-30	재정기여도
3	개인 부서	2	2	1	2	2	60	40	계약고, 수행고 재정기여도
4	개인	2	2	2	2	1	30	70	계약고,수행고 재정기여도
5	개인 부서	2	3	1	3	2	60	40	기 타
6	"	1	3	2	3	3	50	50	기 타

4. 향후 평가의 개선방향

어떠한 대상을 평가하던지 평가의 정확성과 객관성을 유지하기 위해서는 평가기법의 선택에서부터 평가요소선정, 각 평가항목간의 명확성 및 가중치 부여, 마지막으로 평가결과 활용에 대한 문제를 신중히 검토하지 않으면 안된다. 특히 정부출연연구기관들의 경우와 같이 민간연구소에 비해 정부의 지나친 운영간섭으로 인한 자율성 침해, 목표의식이 없는 '공공성'의 모호성, 상대적으로 저하된 대우문제등 정부기능의 연장선상으로서의 출연(연)의 비효율성이 제기되어온 이후 좀 더 과학적인 생산성 측정을 위해 최근 기관평가의 실시와 더불어 측정기법의 개발에 많은 노력을 해오고 있다.

한편, 각 연구기관 주체별로 그 특성에 알맞는 평가기법을 연구하고 있으나 기관 대 기관으로서의 적절한 생산성 비교대상을 정하기가 매우 어려운 과제로 남고 있다. 평가대상이 개인이든지, 또는 부서, 기관이든지 그 특성에 맞는 평가방법을 찾아 적용할 수도 있지만 기관이 평가의 대상일 경우에는 유사기관끼리 서로의 평가내용을 비교할 수 있어야 한다고 본다.

최근 출연(연)의 경우 개인 및 부서평가가 이루어지고 있고 산업체 부설 연구소에서도 연구관련 평가제도의 도입 및 활용을 모색하고 있으나 대부분의 평가제도는 인사관리나 인센티브를 차등 지급하기 위한 기준으로 이용되고 있다. 즉 개인평가는 그런대로 이루어지고 있으나 그룹별 또는 부서별 평가는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 개인실적 평가위주의 제도하에서 발생하는 몇가지 부작용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 대형 프로젝트 수행의 어려움이다. 개인실적이 중요시되는 제도하에서는 연구원들이 대형프로젝트보다는 소규모 프로젝트 수행을 통하여 논문, 특허 및 기술료 수입등의 연구실적을 거두기가 용이하고 실제로 현행 인사고과제도에도 대형프로젝트 수행의 어떤 메리트(merit)가 반영되지 않고 있다. 즉 연구비 규모가 반영되는 수탁연구를 제외하고는 2명의 연구원이 참여하는 일천만원 규모의 프로젝트 수행이 10여명이 참여하는 수억원 규모의 프로젝트 수행보다 평가점수가 클 수 밖에 없다.

둘째로는 개인실적 위주 평가에서는 연구인력, 연구비는 비교적 잘 반영되고 있으나 보유장비나 건물의 감가상각이 고려되지 않고 있다. 연구장비의 경우, 예전에는 보통 10년의 감가상각 기간을 적용하고 있었으나 최근들어 연구기자재의 라이프사이클(life cycle) 단축으로 기술적인 수명에 따라 감가상각기간도 그만큼 줄어들고 있다.

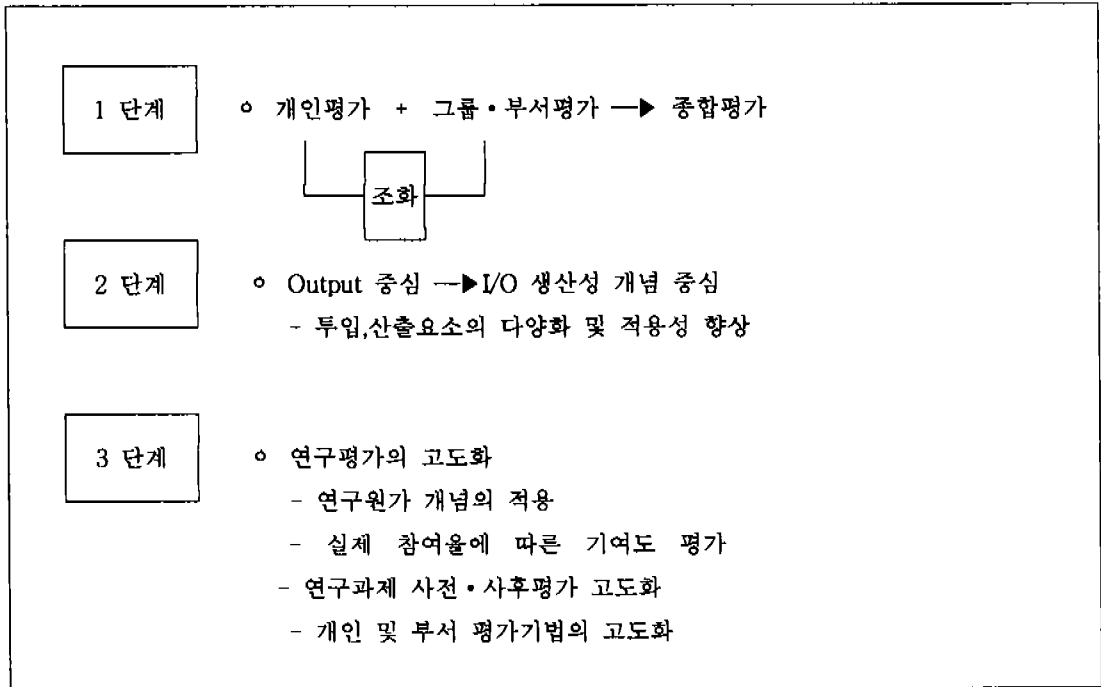
이에 따라 연구장비의 감가상각액을 연구실적에 반영해야 하지만 그룹 또는 부서 차원에서 장비가 관리되고 있으므로 개인실적 위주 평가에서는 반영이 용이하지 않다. 이와 같은 현재의 평가제도를 보완, 발전시키기 위해서 다음과 같은 3단계의 개선방안이 바람직할 것이다.

평가제도 개선을 위한 첫번째 단계로서 현재의 개인평가와 그룹 또는부서평가를 조화시키는 것이다. 즉, 개인 또는 부서의 평가점수가 서로 영향을 주도록 하며 그 비율은 적절히 반영될 수 있다. 예를 들어 P라는 연구원의 개인평가 점수가 90점이고 그룹평가 점수가 70점이라면 P연구원의 최종적인 종합평가점수는 80점이 되게 하는 방식이다.

2단계에서는 기존 업적(산출)중심에서 투입개념이 포함된 생산성 개념으로의 전환이 필요할 것이다. 이에따라 연구장비 및 시설과 같이 기존에 반영이 잘 되지 않던 연구투입요소들이 평가에 반영될 수 있게 될 것이다.

마지막 3단계에서는 위와 같은 평가기법이 지속적으로 개선하여 평가요소가 세분화되고 계량화 비율이 점차 높아감에 따라 궁극적으로 연구평가의 고도화를 이룩하게 된다.

<그림1> 평가제도의 발전 단계



연구평가의 고도화는 실질적인 운영의 합리성을 목적으로 하여 다양한 활용방안이 제시될 수 있다. 정확한 연구원가 개념에 근거하여 실제 연구업무 참여도에 따른 기여도를 분석할 수 있으며 나아가서는 역할 및 기능에 따른 전문성이 확보되어 연구성과의 질적 평가가 접목된다면 과학적이고 합리적인 인사관리가 가능해 질 수 있다.

IV. 결 론

앞에서 살펴본 바와 같이 연구생산성의 평가기법은 투입 대비 산출의 방식에서 근본적인 개념이 출발된다고 할 수 있다. 그러나 투입부분의 요소가 연구인력, 연구장비, 연구비 등에 국한되고 있는 문제라든지, 산출요소가 논문발표, 산업재산권, 기술료 수입 등 3가지 요소에 한정되어 있어 향후 이를 다양하게 적용해야 한다는 과제를 제시하고 있다. 투입 부문에서의 연구원가 개념의 도입, 산출부문에서의 기술축적 및 기술지원 성과, 기타 계량화가 어려운 연구성과에 대한 반영 등이 고려되어야 할 것이다.

최근 정부출연연구기관이 차등적인 인센티브를 지급하기 위한 수단이나 인사고과에서

업적고과의 비중을 확대하려는 방법의 일환으로 연구원에 대한 평가가 도입·적용되고 있다. 또한 교수의 승진자격으로 연구실적의 반영을 점차 확대하고 있는 대학에서의 입장, 기술개발 성과의 기업화 촉진과 조직별 연구개발 성과를 분석,관리해야 하는 산업체 부설연구소 등에서 필요성으로 연구평가 및 연구생산성 평가기법의 활용에 대한 요구가 확대되고 있다.

이러한 평가목적의 달성을 위해서는 본 연구에서 제시하고 있는 연구생산성 평가기법을 다양하게 응용한 연구계약고, 연구수행고 및 work load, 재정 기여도, 기술지원 및 기술지도 등에 대한 기여도 평가 등이 함께 병행되어야 할 것이다. 또한, 연구기관의 성격에 따라 목표가 다를 수 있으므로 평가목적에 따라 평가대상 및 평가요소, 요소별 가중치에 대한 선택적인 조합도 필요할 것이다.

현재 정부출연연구기관들은 나름대로 연구원 평가와 연구조직에 대한 평가기법을 도입하고 있으며, 대학은 논문중심의 연구실적 평가를 주요 내용으로 하고 있다. 산업체에서는 연구개발 평가와 함께 이를 기업화 하였을 때의 손익계산 및 시장확보의 적합성 등을 중시하게 되므로 연구개발 기간, 시장점유율 향상효과, 국산화 대체에 의한 해외 기술의 존도 탈피와 이에 의해 파급될 수 있는 기업 이미지 개선효과 등에 대한 정량적,정성적인 평가기법의 도입을 위해 노력하고 있다.

결론적으로 연구생산성 평가는 연구원 및 연구조직 평가에서 계약고, 수행고, 재정기여도, 논문발표, 산업재산권, 기술료 수입, 기술 축적도, 기술지원 성과 등과 같은 개별적인 평가를 종합화하는 평가기법이라고 할 수 있다. 평가는 연구조직의 특성과 연구기관의 문화, 업무수행 체계 등과 연계되어 있으므로 어떤 평가기법을 제정하여 이를 전면적으로 도입, 시행할 경우 많은 부작용과 함께 평가의 객관성을 확보하기 어렵다는 난관에 봉착하게 된다.

따라서 본 연구에서는 총체적인 평가기법의 기본골격을 중심으로 1단계에서는 현재 시행 중인 개인평가와 부서평가를 합리적으로 접목시키고 2단계에서는 투입 대비 산출의 연구생산성 개념을 정착시키고 3단계에서는 제도적인 개선과 함께 연구원개념의 적용, 연구과제 사전,사후평가의 고도화, 개인평가 및 부서평가의 확대적용 등을 내용으로 하는 연구평가의 고도화를 추구하는 것이 바람직 할 것이라는 견해를 제시하였다. 현재 국내 연구기관들이 기관별로 평가제도가 확립되면 추가로 산·학·연 평가제도 및 기법에 대한 비교 분석과 함께 연구기관 및 부서별로 적합한 4~5개의 연구생산성 평가모델 및 기법을 제시할 수 있는 보완적인 연구가 필요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 과학기술처, "국책연구사업의 효율적 추진을 위한 조사연구", 1986.
2. 과학기술처, "우리나라 과학기술개발시스템의 전개과정과 전망", 1986.
3. 과학기술처, "연구조직의 연구자원 평가모델 및 기법 개발", 1990.
4. 민철구, "출연연구소 장기발전을 위한 평가모형 접근", 1994.
5. 심영기, "연구관리체계의 '평가'부문의 효율성 증대방안", 연구관리자과정 제2기 워크샵, 1994.10.
6. 안종찬, "연구개발생산성의 영향요인과 측정모형", 충남대학교, 1991.2.
7. 이무신, "정부출연연구소와 기업부설연구소의 연구환경, 연구관리체계 및 연구 생산성 비교 연구", 기술경영경제학회지, 제2권, 제1호, 1994.8.
8. 이진주, "연구개발의 실적평가와 생산성", 기술관리, 20호, 1985.
9. 이진주, "연구개발요원의 인사관리", 기술관리 19호, 1985.
10. 충남대학교 경영대학원, "제1기 연구관리자과정", 1994.
11. 한국과학기술원, "연구 Unit의 조직과 성과에 관한 국제비교연구", 1982.
12. 한국산업기술진흥협회, "민간기술연구소 운영편람", 1993.2.
13. Augustus C.Walker, "Effective Technical Management", American Chemical Society, 1989.
14. Gregory Tassej, "The functions of Technology Infrastructure in a Competitive Economy", NIST, 1990.
15. James C.Van Horne, "Financial Management And Policy", 1983.
16. John Naisbitt & Patricia Aburdene, "Megatrends 2000", 1990.
17. Michael M. Crow, "Technology and Knowledge Transfer in Energy R&D Laboratories", Evaluation and Program Planning. Vol.11, No 1(1988) pp.86-88.
18. 企業研究會, "研究開發評價 實踐資料集", 1985.3.
19. 新井吉衡, "研究所の計劃と設計", 1985.
20. 日本能率協會, "研究所 運營 活性化 實例集", 1987.
21. 日本能率協會, "戰略的 研究開發의 活動と體制", 1983.