

효율적 연구개발 과제 선정 및 관리 평가 방법론

김진혁*, 최선규

한국정보통신대학원(ICU) 경영학부

본 연구에서는 현 연구개발 과제의 선정과 관리 체제하에서 발생할 수 있는 역선택과 도덕적 해이의 문제점을 방지하기 위한 연구개발 과제 선정·관리 체제의 효율화 방안을 고찰해 보고자 하였다. 선정과정에서는 효율화를 위한 이론적 논의와 함께 정부주도의 연구개발 사업의 선정과정의 변천을 살펴보았다. 관리과정에서는 프로젝트 수행자의 도덕적 해이를 방지하기 위한 방편으로 엄격한 성과 중심의 관리체제 도입에 중점을 두었으며, 이와 관련한 우리 나라의 현행 성과 관리체제 및 성과측정 방법에 관한 이론적 접근과 성과측정 모형 등의 성과 중심의 관리에 대한 고찰을 하였다.

1. 개요

선정과정에서 나타나는 역선택은 결국 프로젝트 발주자가 상대방의 감추어진 특성 때문에 발생하므로 프로젝트 수주자로 하여금 이러한 감추어진 특성을 자연스럽게 최대한 감소시킬 수 있는 경쟁 도입이 중요하다고 본다. 경쟁을 도입함으로써 수주자는 경쟁에서 우위를 잡기 위해 발주자에게 보다 정확하고 진실한 정보를 제공(signaling)하려고 할 것이며, 수주 신청자들 자체적으로도 견제와 감시가 자연스럽게 이루어 질 것이다. 이러한 과정을 거침으로써 발주자는 보다 정확하고 다양한 정보를 갖게 될 것이며, 이러한 정보를 바탕으로 올바른 선정과정을 거칠 수 있게 될 것이다.

관리과정의 효율화를 위해서는 연구개발에 대한 엄격하고도 면밀한 성과측정 중심의 관리를 함으로써 프로젝트 진행자의 도덕적 해이 문제를 해결해 나갈 수 있게 될 것이다. 일단 프로젝트를 맡고 나면 자칫 빠지게 되는 해이를, 연구개발 성과를 엄격히 평가함으로써 방지할 수 있을 것이다.

이 절에서는 선정과정에서의 효율화에 대한 이론적 고찰과 성과의 유형, 현행 우리 나라의 성과 관리체제, 성과측정 방법에 관한 이론적 접근, 성과측정 모형 등의 성과중심의 관리에 대한 고찰을 하게 될 것이다.

2. 과제선정의 효율화를 위한 평가방법론

1) 연구개발 과제선정의 2단계 평가

① 선호도와 효율성에 의한 1차 투자안 선정

연구개발 과제선정 계층분석과정에서 제안과제에 배정된 점수는 각 과제들에 대한 선호도를 의미한다. 소요예산을 반영한 투자효율성을 기준으로 과제를 선정하고자 하면, 이들 선호도를 소요예산으로 나눈 값을 기준으로 과제들을 내림차순으로 정돈하여 해당 연구분야의 예산 범위에 들어가는 과제들을 선정하면 된다. 그러나, 연구과제별 소요예산의 편차가 크거나 전략적 연구개발과제의 선정의 경우, 투자의 효율성만을 고려할 경우는 연구비가 비교적 적게 소요되는 소규모 과제위주로 과제가 선정되어, 투자의 효율성은 다소 떨어지지만

전략적으로 중요한 과제들은 탈락하게 된다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 과제들의 효율성과 함께 과제의 중요도, 즉 선호도를 동시에 고려한 1차 투자안 선정을 실시한 후에 정수 계획법에 의한 2차 투자안 선정의 2단계 평가를 거쳐 연구분야별 투자안을 선정한다.

제안된 과제들을 과제의 효율성과 선호도를 고려하여 선정하기 위해서는 과제선정격자를 이용한다.

② 정수계획법에 의한 2차 투자안 선정

선호도와 효율성에 의한 1차 투자안 선정 과정에서 채택되거나 기각되지 않은 나머지 과제들, 즉 효율적이지만 선호도가 낮은 과제와 비효율적이지만 선호도가 높은 과제들을 대상으로 2단계에서 정수계획법을 이용하여 1단계에서 배정되고 남은 예산을 이용하여 연구개발 과제를 선정할 수 있다. 2단계 평가에서 사용하는 정수계획법의 특수한 형태로 그 수리적 모형은 다음과 같다.

목적함수:

$$\text{Max } X_1 R_1 + X_2 R_2 + \dots + X_n R_n$$

예산제약식 :

$$X_1 B_1 + X_2 B_2 + \dots + X_n B_n \leq T$$

정수제약식:

$$X_i = 0 \text{ or } 1 \text{ for all } i$$

n: 평가대상 과제의 수

T: 가용예산

B_i : 과제 i의 소요예산

R_i : 과제 i의 선호도와 효율성의 선형 가중치

X_i : 과제 i의 선정여부(1: 선정, 0:기각)

3. 과제선정 후 관리의 효율화를 위한 평가방법론

가. 성과 중심의 연구 개발 관리의 필요성

'90년대에 들어서 연구개발 투자의 급격한 증가와 함께 특정 연구개발 사업의 효율적 관리와 연구개발의 생산성 향상 문제가 크게 제기되었으며, 이에 따라 정부는 특연사관리전담기구(과학기술정

책관리연구소)를 지정하고 연구기획·관리·평가 업무를 대항도록 함으로서 새로운 관리체제를 확립하고 있다. 그러나 아직까지도 연구성과의 관리 및 활용방안에 대해서는 적절하게 대응하지 못하고 있는 실정에 있다. 특히 최근 특정 연구개발 사업의 추진에 있어 PBS(연구과제중심운영제도)도입으로 연구결과의 평가 및 활용측면에서 성과관리의 중요성이 한층 중요하게 제기되고 있다.

나. 연구개발의 효율 및 유형

1) 연구개발 효율

연구개발의 효율은 기본적으로 연구개발투자에 대한 연구성과와 이러한 연구성과를 전제로 사업개발투자를 함으로써 얻는 사업적 성과의 곱으로 나타낼 수가 있다.

$$\text{연구개발의 효율} = \frac{\text{연구개발로부터의 출력}}{\text{연구개발에 대한 입력}}$$

$$= \frac{\text{연구성과}}{\text{연구개발투자}} \times \frac{\text{사업개발투자(연구성과를전제)}}{\text{사업적성과}}$$

2) 연구개발의 1차적 성과

연구개발의 기술적 성과(1차적 성과)는 여러 가지 측면에서 볼 수 있는데 첫째, 연구개발에 있어 당초 목표했던 기술적인 목적을 달성하는 측면을 말하는 것으로 이러한 목적 달성도를 하나의 척도로 삼을 수 있는데, 여기서는 주로 효과성 측면이 강조되고 있다. 둘째, 연구개발결과로 생산된 제품 및 공정기술의 품질이나 성능의 우수성을 하나의 척도로 고려할 수 있는데, 여기에는 개발기술의 혁신성과 독창성 같은 개념들이 포함될 수 있다. 셋째, 이러한 연구개발결과로 나타난 기술혁신으로 자체적인 생산시스템 내에서 상당한 원가절감을 가져올 수 있다. 넷째, 연구개발계획을 사전에 계획된 기간내에 달성하는 목표 달성도를 하나의 척도로 고려하는 것으로서, 이러한 기준은 특히 기술적인 성실도에 있어 효율성 측면을 강조한 것으로 볼 수 있다. 다섯째, 연구개발계획을 당초에 의도했던 비용의 한도내에서 성공적으로 완수한다는 측면을 들 수 있는데, 이것 역시 기술적 성공도의 효율성 측면을 반영한 것으로 볼 수 있다. 이외에 연구개발의 기술적 성공·실패를 가름하는 평가항목으로서 기술개발 성공 후의 시장성, 산업기술에 미치는 파급효과, 다른 연구개발에 미치는 파급효과도 고려할 수 있다.

3) 연구개발의 2차적 성과

연구개발의 기업화 성과(2차적 성과)의 성공·실패는 여러 가지 의미로 설명될 수 있으나 첫째로 연구개발결과가 상당기간 동안 순수익을, 시장점유율, 매출액 등에서 지속적인 증가를 가져왔는가, 둘째로 연구개발투자에 따른 투자비회수(Return of Investment)가 이루어 졌는가, 셋째로 연구개발결과로서 나타난 제품에 대하여 시장수요자들의 반응이 매우 좋았고, 앞으로도 계속 수요가 증가할 것으로 예상되는가 등이 고려될 수 있다.

다. 성과 측정 방법

1) 생산성 측정 접근방법

가. 계량분석적 접근방법

경제적인 계량분석기법을 활용하여 국가차원, 산업 혹은 기업수준에서의 연구개발 생산성을 정량적으로 측정하고자 하는 접근방법이다. 계량모형

개발에 관한 연구도 여기에 포함된다. 이들은 주로 계량경제 모델을 수립한 후 이들 모델에다 추계된 연구개발 자본과 경제성장의 관계를 살펴보거나 산업이나 기업별로 연구개발 생산성을 추정하고 있다.

나. 부분지표 접근방법

부분지표 접근방법은 생산성 관련 지표를 개발하거나 이들 지표들의 조합 또는 조직활동에서 나타나는 부분적 통계를 이용하여 개인, 팀, 연구단위, 연구소 등이 수행한 활동의 생산성의 정도를 측정하거나 평가하기 위한 방법을 포괄한다. 따라서 경제적 편익을 계량적으로 측정하고자 하는 접근방법을 제외한 측정지표를 활용하는 다양한 연구방법들이 여기에 포함된다.

부분지표 접근방법의 장점으로서는 1)인용(citation)과 같은 지표들은 일반적으로 발명활동 등을 평가하는 데 사용되고 있고, 2)전체학문분야나 과학적 영역을 평가할 수 있으며, 3)인용지표를 통해 학문간의 비교가 가능하다는 점을 들 수 있다. 반면, 약점으로는 1)이러한 지표를 측정하는 데 따르는 문제를 과소평가하고 있으며, 2)평가를 위해 선정된 지표들의 대표성 문제를 들 수 있다.

<표> Martin & Irvine(1983)의 부분지표

투입 측정지표	산출 측정지표
<ul style="list-style-type: none"> · 연구개발 종사 과학자의 수 · 과학자들의 강의 관련 총소요시간 · 연간 운영비 · 지원인력수(number of support staff) 	<ul style="list-style-type: none"> · 간행물수(number of publication) · 인용(citation)의 수 · 동료평가(peer evaluation)

다. 영향요인 접근방법

영향요인 접근방법은 조직의 생산성을 측정하는 목적이 조직의 생산성 향상에 있다는 가정 하에 생산성에 영향을 미치는 주요변수를 발견하고 이를 통해 연구개발 생산성을 높이는 요인을 제시하기 위한 방법을 포괄한다. 주된 방법은 설문조사나 면담 등을 통해 생산성에 영향을 미치는 변수들을 발견하고 주된 생산성 영향요인들을 도출하고 있다.

2) 성과 측정모형

연구개발 생산성의 개념정의에서 생산성을 연구개발 활동에 포함된 효율성과 효과성을 포함한 개념으로 볼 때, 이들의 측정기준을 무엇으로 할 것인가가 결정될 필요성이 있다. 효과성을 예로 들면, 어떠한 기준으로 효과성을 측정할 것인가 하는 문제이다.

효율성의 기준은 양적인 산출 대비 투입의 비율로 기준이 명백하나 효과성의 경우는 많은 기준이 존재할 수 있다. 효과성(effectiveness)을 측정하기 위한 기준과 관련된 기존 연구들은 다음과 같이 5개의 모형으로 구분한다.

가. 목표모형(Goal Model)

조직성과의 측정방식으로 공식적인 목표 달성에 중점을 둔 모형이다. 연구개발 조직의 주된 목표는 간행물(publication), 기술적 보고서(technical report), 알고리즘(algorithms) 등을 산출

하는 것이라는 가정 하에 이러한 산출과 관련된 측정수단 개발에 중점을 두고 있다.

이러한 모형과 관련된 효과성 측정의 형태로는 과학자나 엔지니어 일인당 인용비율(citation rate), 특허생산비율 등이 많이 사용되고 있다.

ㄴ. 시스템자원 모형(System Resource Model)

시스템 자원모형은 연구개발의 기본적 과정, 특히 자원의 획득이나 산출의 흐름이 무리없이 운용되면 연구소가 효과적이라는 점을 강조하고 있다. 따라서 연구개발 조직의 단위(unit)와 외부환경 및 관련된 산출사이의 의사소통 정도가 중요한 성과 측정수단의 하나가 된다.

시스템자원 모형은 Seashore & Yuchtman(1967)에 의해 개발된 것이며 이 모형을 연구소 성과평가에 사용한 연구로는 Chen(1978)의 지식-인사 사회교환모형을 들 수 있다. Seashore & Yuchtman의 시스템자원 모형은 조직 효과성은 조직이 자원획득을 위한 환경이용 능력을 극대화시키고 자원획득을 최적화 시킬 때 최고수준이 된다는 주장 하에 이루어지고 있다. 조직이 외부환경으로부터 얻을 수 있는 자원의 수준을 최적화 할수록 조직은 더욱 효과적이 된다는 것이다. 연구개발 효과성의 측정을 위해 이 모형을 적용한 가장 대표적인 사례로는 과학적 활동의 산출을 평가하기 위해 과학적 내용분석(scientific content analysis)을 사용한 경우를 들 수 있다. Lipetz(1965)는 시스템 수준의 의사전달에 대한 측정을 토대로 하여 연구소의 효과성을 측정하는 방법을 제시하였다. 이러한 방법에 내포된 의미는 과학, 기술적 지식의 생산은 과학시스템 내에서 개념들이 이전되어야 비로소 가능하다라는 점이다.

ㄷ. 내부과정 모형(Internal Process Model)

조직의 효과성을 측정하기 위한 내부과정 모형(Bennis, 1960; Nadler & Tushman, 1980)은 연구소의 효과성 평가에 가장 많이 사용된 것이다. 이 모형에서는 연구소의 효과성 및 성과평가에서 분석의 초점을 조직내부 환경, 특히, 연구개발 조직업무의 관련성과 업무성과의 원활함에 두고 있다.

Stahl(1975)은 조직론적 변수들을 사용하여 3개의 공군소속 연구소들의 효과성 및 성과를 평가하였다. 이들 변수에는 연구소의 작업집단(working group)의 특성, 감독자 관련변수, 조직특성이 포함되었고, 연구목적상 효과성은 의사전달(communication), 감정(emphathy) 그리고 작업량(work load)의 합수로 파악되었다. Moser(1983)은 400명의 연구개발 관리자에 대한 연구에서 연구개발 단위에서 조직의 효과성을 구성하는 11개 변수를 발견하였다. 이들 변수에는 시너지(synergy), 고용자 경력개발, 고용자 전문성 개발, 조직단위의 적응성(unit adaptability), 건강성, 정보 흐름, 창조성, 협력, 동기부여, 작업단위의 효율성, 성취인정 등이 포함되었다.

ㄹ. 전략구성원 모형(Strategic Constituencies Model)

전략구성원 모형은 연구소의 전략구성원을 동료 연구소직원, 동료 과학자와 엔지니어로 가정하고, 조직이 전략 구성원의 기대나 필요를 어느 정도까지 충족시켜 주느냐 하는 관점에서 효과성을

측정하고자 하는 접근방법이다.

이 모형은 연구소 효과성 연구에 많이 이용되지는 않으나, 잠재적으로 유용성이 큰 모형이라 할 수 있다. 연구개발 조직에 이 모형을 부분적으로 적용한 연구로는 동료평가에 많이 의존한 Stahl & Steger(1977)이 있다. 이 경우 연구성과는 동료평가의 함수로 측정되었다.

ㄹ. 통합모형(Integrated Model)

통합모형은 앞에서 살펴본 모형들이 연구조직의 효과성이나 변인(variation)을 충분히 설명하지 못하고 있다는 경험적 연구결과(Molnar & Rogers, 1976; Stasser & Denniston, 1979)를 바탕으로 하고 있다. 이러한 경험적 연구결과에 대응하여 몇몇 연구자들은 하나 이상의 구조공간(construct space)로부터 도출된 측정지표로 효과성을 측정하려고 시도하여 왔다. 통합모형은 이러한 접근방법을 의미한다.

Vollmer(1966)는 목표모형의 효율성 또는 생산성 측정지표를 내부과정 모형의 측정지표와 결합시켜 연구개발 조직내부에서의 지식흐름과 함께 연구개발제품의 양과 질을 동시에 평가하여야 한다는 결론을 도출하였다.

Martin & Irvine(1983)은 연구소의 성과를 측정하기 위해서 간행물의 수와 질, 연구소 동료평가, 그리고 전략구성원 구조공간이 포함되는 '부분적 지표(partial indicator)'를 제안하고 이를 실증적으로 적용하는 연구를 수행하였다. 부분적 지표를 사용한 이유로는 효과성이나 성과를 정확히 측정할 수 있는 하나의 지표나 이들 지표집단이 존재할 수 없기 때문에 다양한 차원에서 효과성이나 성과의 개념을 반영할 수 있는 부분적 지표를 사용하여 측정하는 것이 바람직하다는 주장이다.

또한 Crow(1988)는 에너지 관련 연구소의 효과성평가를 위해 중요한 성취지표(목표달성지표), 동료평가(통합지표), 전략구성원지표(통합지표), 사례연구분석(내부과정 지표) 등의 부분적 지표를 통합하는 모형을 적용하였다.

3) 측정방식

연구개발 생산성을 포함하는 성과평가 방법은 측정방식에 따라 양적측정(quantitative measurement), 준량적 측정(semi-quantitative measurement), 질적 평가(qualitative assessment)의 3가지 접근방식으로 구분할 수 있다(Streer, 1975; Cameron, 1978; Pappas & Remer, 1985).

양적측정은 다른 연구활동과의 비교가 가능하도록 측정 알고리즘이나 미리 정해진 비율에 따라 계량화하여 측정하는 방식이며, 질적평가는 전문가의 주관적 판단에 의존하는 방식이다. 그리고 준량적 측정은 양자의 중간적 입장에서 사용하는 측정방식으로 어떤 공식 대신 질적판단(qualitative judgements)을 사용하되 이를 일정한 공식에 따라 계량화하는 방식이다.

이들 세가지 접근방식은 각각 상대적인 장단점을 가지는데 양적측정방식은 평가의 객관성을 유지할 수 있고 비교가 용이하며, 계량화 과정에서 유용한 정보가 산출될 수 있다는 장점이 있다(Frame, 1983; R몰시, 1978; 한국과학기술원, 1993). 그러나 연구개발 활동 자체가 계량화하기 힘든 특성을 갖고 있기 때문에 전반적인 효과성이나 특수한 연구개발실적 등은 양적 지표로 측정하기 어려운 단점

이 있다. 따라서 업무의 복잡성과 독창성, 그리고 추상성 등이 높은 영역인 기초연구에 가까울수록 질적평가가 적당한 반면, 상품개발에 가까운 연구일수록 양적측정 방식을 이용하는 것이 바람직하게 된다. 측정하고자 하는 연구개발의 특성과 문제의 성격에 따라 양적 방식 혹은 질적 방식의 병행 혹은 이들 양 극단중의 한 점을 선택할 수 있다.

라. 연구성과의 활용

연구개발결과가 그대로 상업화로 이어지는 경우와 연구개발을 중도에 중단한 경우, 예정대로 과제가 종료되어도 상업화가 안된 경우와는 추적평가 방법이 달라지게 된다. 일반적으로 기업의 경우 연구개발성과가 상업화된 추적평가는 연구개발의 투자효율 즉 경제성 평가를 실시하여 상업화에 따른 수익과 연구개발투자와의 비교평가가 중심이 되지만, 정부출연의 경우 과학기술 및 학술 그리고 사회·경제에 미치는 효과가 중요하게 된다. 즉 기초연구의 경우 그 연구가 원인이 되어 다른 일련의 연구가 유발되는 경우, 그리고 일반적인 연구라도 데이터베이스를 다년간에 걸쳐 축적함으로써 다른 연구자들에게 이용되는 경우 등도 상당히 중요하게 평가되어야 할 것이다. 또한 상업화가 안된 경우 추적평가는 간접적 성과에 대한 평가가 중심이 되는데, 정량적 평가가 어렵다. 이 경우 논문, 특허, 노하우 등의 기술적 성과와 연구원의 연구능력향상과 같은 직접적인 1차 성과도 없지 않으나, 주목해야 할 사항은 오히려 2차 성과로서 연구개발성과의 이전효과와 파급효과가 중요시 된다고 하겠다.

일반적으로 추적평가는 연구성과와 그 주어진 효과를 구체적으로 평가하는데 그 목적이 있기 때문에 가능한 한 정량적으로 나타내는 것이 바람직하다. 그러나 때로는 정량적 파악이 곤란한 항목도 많고 또한 정량적으로 표현한다고 해도 그것이 지닌 의미가 과제별로 다른 경우가 많다. 그러한 상황을 고려해서 평가방법으로는 체크리스트법보다는 오히려 적극적으로 정량적 표현을 시도하고 있는 평점법을 채택하고 여기에 가중치를 두는 방법이 적당하다고 판단된다. 또한 추적평가는 "효과·성과"만에 한정된 최종평가의 성격을 지니고 있기 때문에 평가표는 이를 충분히 고려할 수 있는 구성으로 하고, 평가항목도 이에 따라 선택하는 것이 중요하다

4. 결론

연구개발 선정 상에서 발생하는 역선택의 문제와 관리 과정상에서 나타나는 프로젝트 진행자의 도덕적 해이문제에 대한 이론적 방법론을 살펴보았다. 선정체계를 효율화하기 위하여는 과제의 신청과 선정에 경쟁원리를 강화하고 과제선정을 위한 평가자 선임 및 관리를 강화하며, 실질적인 동료평가시스템을 정착시키는 것이 필요하다. 또한 평가항목의 적정성 유지와 선정시스템의 일상화와 투명화 역시 정착되어야 할 중요한 문제이다. 관리 과정상에서의 문제를 해결하기 위해 연구개발 수행자에게 충분한 인센티브를 제공하는 것을 고려할 수 있다. 연구개발로 파생되는 특허권 및 저작권 등의 지적재산권에 대한 소유권을 인정해 주는 것이 중요하다고 보며, 최종성과물의 저널 공표를 의무화하는 것 또한 주의 깊게 생각되어야 할 것이다.

참고문헌

과학기술정책관리연구소 (1995) '일본의 새로운 관점에서 연구개발 효율화' 과학기술정책관리연구소
 오재건. '연구성과 관리체계의 확립방안' 과학기술정책(정기간행물)
 오재건. '특연사 연구성과의 평가 및 관리방안' 과학기술정책(정기간행물)
 이장재. '연구개발조직과 생산성:연구개발 생산성의 개념과 측정 접근방법' 과학기술정책(정기간행물)
 최정혁(1998) '개발경쟁력 강화를 위한 동태적 성과 지표에 관한 연구' 한국과학기술원
 주상호. '연구개발관리에 있어서 경영과학적 접근방법의 응용' 과학기술정책관리연구소
 조황희(1994) "국가연구개발사업의 생산성 향상을 위한 기존 관리시스템에 관한 연구" 한국과학기술원 산업공학과
 Ines MacHo-Stadler(1997) 'An Introduction to the Economics of Information : Incentives and Contracts' Oxford Univ Press
 Brown, M. G. and Svenson, R. A., "Measuring R&D Productivity", Research Technology Management, vol.31, No.4, 1988