

표준사업분류에 의한 사업유형별 연구개발 효율성 측정과 그 지표

황 석 원*

1. 정부차원의 연구개발 효율성 측정 필요성

과학기술이 경제성장에 얼마나 기여하고 있는지, 또 과학기술의 경제적 파급효과를 높이기 위해 어떠한 정책 수단이 필요한지에 대한 관심이 높아지고 있다. 여러 가지 분석과 논의가 이루어지고 있지만, 기본적으로는 연구개발 효율성 제고가 가장 중요하다. 이에 대해서는 너무나 많이 거론되어왔기 때문에 연구개발 효율성의 측정, 분석, 정책 대안 등이 충분히 구비되어 있는 것으로 생각하기 쉽다. 하지만 연구개발 효율성을 둘러싼 대부분의 정책적 논의는 중복 투자 조정을 통한 비효율 제거 등 초보적인 수준에 머무르고 있다.

예컨대 교육과학기술부는 2008년 대통령업무보고에서 국가 R&D투자 효율화 방안을 다음과 같이 밝히고 있다.

- 국가 R&D사업의 기획-재원배분-사업관리-평가-성과활용 등 전주기적 관점에서

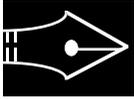
비효율 요인을 발굴 개선

- '08년 중 '공동관리규정' 등을 개정하여 형식적 평가체계를 개선하고, 각 부처의 상이한 사업관리방식을 통합·단순화

또, 지식경제부는 2008년 대통령업무보고에서 R&D 효율화 및 경제성장 기여 방안에 대해 "산업기술 R&D의 총괄부처로서 산업·IT·에너지의 R&D를 통합하는 등 정부 R&D관리를 효율화하는 한편, 성장동력에 집중하여 R&D시스템이 경제성장과 고용창출에 기여하는 방향으로 전면 개편"하겠다고 밝힌 바 있다. 구체적인 방안은 다음과 같이 제시되었다.

- 지경부 소관 R&D예산(4조 1,084억원)의 중복을 제거하고, 효율적 투자방향을 설정하기 위한「통합기술청사진」작성
- R&D 전주기를 성과지향적으로 운영할 수 있도록 R&D시스템 수율
- 출연연에 대해 연구비 제도(PBS) 개편, 자율·책임경영을 통한 연구생산성 제고, 중

* 기술경제연구센터 부연구위원(e-mail: hsw100@stepi.re.kr)



소기업 기술혁신 지원 강화 등 발전방안 수립

- 수요자의 편의성을 제고하는 방향으로 연구관리제도를 개선

연구개발의 효율성 또는 생산성 제고를 위한 관심이 많고, 여러 가지 정책 방안도 많이 제시되고 있기는 하지만, 정량적이고 체계적인 연구개발 효율성의 측정 및 분석을 바탕으로 한 정책 방안 제시는 아직 이루어지지 않고 있다.

교육과학기술부 업무보고의 내용대로 '기획-재원배분-사업관리-평가-성과활용 등 전주기적 관점에서 비효율 발굴 개선'이 제대로 이루어지기 위해서는 엄밀하고 체계적인 분석이 선행되어야 하며, 이를 위해서 사업별로 정량적인 연구개발 효율성 측정이 필요하다. 사업별 연구개발 효율성의 측정과 활용은 오래전부터 학술적으로 연구되어왔으나 아직 정부차원에서 본격적으로 수행되고 있지 않다.

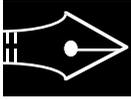
연구개발사업을 평가할 때 계획이 얼마나 잘 되었느냐보다 성과가 얼마나 나왔느냐가 중요하다는 점, 즉 성과중심에 대한 공감대는 널리 형성되어 있다. 하지만, 같은 성과라도 얼마냐 적은 시간과 비용을 들였는지에 따라 평가가 달라져야 한다는 점, 즉 효율성에 대한 인식은 아직 충분하지 않다. 제한된 자원으로 더 많은 연구 성과를 내는 것, 보다 많은 연구 성과가 상업화로 연계되어 부가가치를 창출하는 것이 곧 연구개발 효율성 또는 생산성이라고 할 수 있다.

주의할 것은 연구개발 효율성이 단기적인 경제 성과에만 치중되어서는 안 된다는 점이다. 장기적인 경제 성장과 지식 증진을 위한 과학기술의 '기초체력'을 다지는 것도 단기적인 경제 성과 못지않게 중요하다.

과학기술의 기초체력과 경제성을 조화시키려면 연구개발 효율성을 평가할 때 연구개발사업의 유형에 따라 차별화된 성과지표를 사용하는 것이 중요하다. 예컨대 교육과학기술부 소관

〈참고〉 '연구개발 효율성' 과 '연구개발투자 효율성' 의 구분

- 연구개발투자 효율성(이하 '투자 효율성')은 연구개발투자 대비 성과를 의미. 반면, 연구개발 효율성은 연구개발 '투입' 대비 '산출'을 의미.
 - 투자 효율성은 연구개발 효율성과 비슷한 개념이지만, 여러 가지 투입 가운데 연구개발투자 비용(돈)에 초점을 두는 것으로 볼 수 있음.
- 투자 효율성을 거시적으로 보면, 정부의 연구개발 투자가 경제성장, 중요소생산성, 노동생산성 등에 미치는 영향이 됨. 예컨대 연구개발 투자를 1% 늘리면 경제가 몇 % 추가 성장하는지? 이러한 수치들을 국가별로 또는 투자 유형별(기초/응용개발, 공공/민간 등)로 투자효율성 관점에서 비교할 수 있음.
- 투자효율성을 미시적으로 보면, 프로그램별, 또는 프로젝트별로 투입 비용 대비 연구성과(특히 경제적 성과)가 얼마인가를 측정하게 됨. 연구성과 가운데 경제적 성과에 초점을 맞출 경우 경제성 평가의 영역이 됨.(예컨대, 비용편익비율=BC ratio)



인 기초연구는 경제성보다 기초체력에 더 중점을 두고, 지식경제부 소관인 산업기술은 경제성에 초점을 두되, 상호 연계 방안을 마련할 필요가 있다.

기초연구 가운데 순수기초 분야는 논문, 포상, 번역 및 저술, 지식 확산을 위한 공동 연구 수행 등의 지표만으로 평가하여, 어설픈 경제성의 잣대는 배제하는 것이 바람직하다. 하지만, 목적기초 분야는 기초연구와 산업기술을 연결시켜주는 핵심 역할을 수행해야 하므로 평가지표가 달라져야 한다. 논문, 포상뿐만 아니라 산업재산권이나 기술거래 실적도 중요한 성과지표로 활용하는 것이 바람직하다.

산업기술은 철저히 경제성에 초점을 맞추는 것이 바람직하다. 로열티, 기술창업, 신제품 매출액 등을 핵심 성과지표로 하면 될 것이다. 산업과급효과, 생산성 제고 등의 지표는 비용과 시간이 꽤 들지만 대형 과제의 경우 필수적으로 측정할 필요가 있다.

주의할 것은 산업재산권은 의미 있는 성과지표지만 그것이 최종 목표는 아니라는 점이다. 특허는 어디까지는 중간단계 지표에 불과한데 지금까지 이를 지나치게 중요시해왔다고 생각된다. 특허를 위한 특허 출원이 빈발하고 특허 관리 비용은 많이 증가하는데 반해, 실제 상업화 실적은 극히 저조한 상태가 지속하여 왔다. 시급히 산업기술 관련 성과지표를 개선할 부분이다. 특허는 산업기술보다 오히려 목적기초 분야에서 더 중요하다고 생각된다. 불확실성이 크지만, 잠재적 가치도 큰 원천기술의 주요 성과는 단기간 내에 무조건 상업화를 강요해선 안 되고, 우선 특허로 관리하는 수밖에 없다. 반면, 산업기술에서는 최종 목표에 해당하는 상업화

성과지표를 강조하면, 중간단계 지표인 특허는 저절로 따라오게 되어 있다.

또 하나 주의할 것은, '기술료' 수입과 정식 기술이전 계약에 의한 로열티 수입은 많은 경우 서로 다를 수 있다는 점이다. 정부 지원 금액 전부 또는 일정 부분을 나중에 돌려받는 개념의 기술료는 연구개발 성과라고 할 수 없다. 이는 정부 지원금의 단순한 상환에 해당하는 것으로, 성과지표를 구성할 때 절대로 포함해서는 안됨에도 상당히 자주 성과 평가에 포함된다.

기초연구와 산업기술을 모두 포괄하는 연구개발의 효율성 평가는 범정부 차원에서 추진하는 것이 적절한 것으로 보이며, 객관성을 담보할 수 있는 평가기관이 효율성 평가를 수행하는 것이 바람직하다. 다시 한 번 강조할 것은, 현재 부처별로 분리되어 있는 기초연구와 산업기술의 연계를 확보해야 한다는 점이다. 국가과학기술위원회 역할이 중요하고, 국가 과학기술 정책 전체를 조망할 수 있는 정책연구기관도 필요할 것으로 생각된다.

2. 연구개발 효율성의 개념과 측정 방법

우선 연구개발 효율성 및 생산성을 어떻게 정의하고 측정할 것인지 논의할 필요가 있다.

최석식(2002)은 생산성을 연구개발을 위하여 투입한 자원에 대한 산출의 양적, 질적 정도를 의미한다고 했다. Hodge(1963)는 투입대비 산출이라는 효율성(efficiency) 개념으로 정의했고, Ranftl(1978)은 연구개발 활동에 투입된 인적, 물적 자원의 투입량에 대한 연구성과 및 연구수행능력 향상 등을 포함한 연구결과와의 비율로 정의했다¹⁾.

연구개발 생산성과 비슷한 용어로서 연구개발 성과(performance)가 있다. 장진규(2003)는 생산성과 성과는 다양하게 혼재되어 사용되고 있지만 궁극적인 내용은 동일하다고 했다. 하지만 생산성은 연구개발 성과의 양적, 질적 지표를 가능한 정량적으로 계량하여 측정하기 위한 것이므로 계량화가 어려운 장기적이고 잠재적인 연구개발의 영향과는 구별할 필요가 있다. 따라서 생산성은 보다 넓은 범주의 연구개발 성과평가 테두리 내에서 정량 분석이 가능한 투입, 산출, 결과에 대해 연구개발 성과를 측정하는 틀/framework로 볼 수 있다.

연구개발 생산성을 측정하기 위해서는 투입요소와 산출요소에 대한 세부 지표를 먼저 구해야 한다. 연구개발 활동에 대한 투입 요소는 연구개발 활동을 위해 사용되는 요소를 의미하며 연구비, 연구인력, 연구 장비, 연구시설, 시간, 지식 스톡 등이 있다. 투입요소는 비교적 정량화가 쉽고 명확한 정의가 가능하므로 산출요소에 비하여 상대적으로 세부지표에 대한 확인과 측정이 쉽다. 그러나 연구자의 노력, 창의성, 연구환경, 제도 등 측정이 어려운 투입요소들이 다수 존재하고 있음에 유의해야 한다.

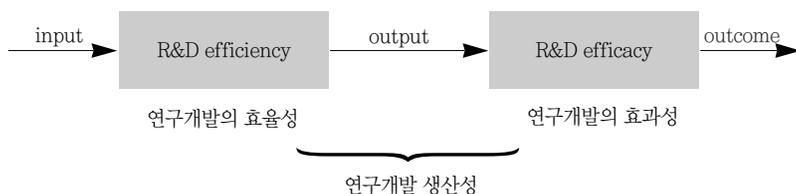
산출요소는 투입요소의 상호작용 결과물로서 새로운 지식, 보고서, 논문, 특허, 신제품, 신공정, 기술이전, 상업적 이익, 고객만족도 등의

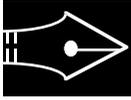
다양한 지표가 있다. 산출요소는 투입요소보다 세부 지표의 확인 및 측정이 더 어렵다. 연구 산출물의 무형적 측면으로 말미암아 측정이 곤란하기 때문이다. 연구개발 활동이 미치는 광범위한 영향을 모두 고려한 산출물 산정은 거의 불가능에 가깝다. 또, 투입과 산출 사이의 시간 격차(time lag)도 산출물 측정을 곤란하게 하는 주요 요인 중 하나다. 연구개발 활동의 성격과 분야에 따라 1~2년에 성과가 나타나기도 하고 10년 이상이 소요되기도 하는 등 매우 다양한 시간 격차가 존재하기 때문이다.

최석식(2002)은 연구개발의 직접적 산출물을 이론적 형태와 제도적 형태로 구분하고 경제적 산출물의 다양한 형태를 연구개발 결과의 활용 측면에서 분류하여 제시했다. 산출물의 이론적 형태로서는 연구보고서, 발명, 각종 메모, 기술문서, 설계도 등이 있고, 제도적 형태로서 학술 논문, 특허, 노하우, 반도체 배치 설계권, 컴퓨터 프로그램 등이 있다. 연구 결과의 활용 측면에서는 기술이전, 상품과 서비스의 제조 및 판매, 벤처기술창업 등을 들 수 있다.

공공부문은 지금까지 거론한 연구개발 활동의 산출물과 관련된 복잡한 지표들을 직접 산출(output)과 결과(outcome)의 관점에서 간단히 분류하는 방안을 생각할 수 있다. 직접 산출(output)은 연구개발 활동의 직접적 산출물로

〈그림〉 연구개발 생산성의 2단계 분해





서 논문과 특허 등 지적재산권을 의미한다. 결과(outcome)는 연구개발의 파급효과 측면에서의 성과를 의미하는데, 대표적으로 경제적 파급효과가 중요하므로 연구개발의 상업화에 초점을 두고 있다. 기술료 수입, 특허 로열티 수입, 부가가치 파급효과, 매출액 파급효과 등이 결과(outcome)가 될 수 있다.

이러한 직접 산출(output)과 결과(outcome)는 연구개발 활동을 2단계로 구분할 때, 각 단계의 산출물로 생각할 수 있다. 이러한 모형에서는 생산성을 효율성(efficiency)과 효과성(efficacy)의 2단계로 분해한다. 효율성은 투입(input)대비 직접 산출(output)을 의미하고 효과성은 직접 산출(output) 대비 경제적 산출물 즉 결과(outcome)를 의미한다. 따라서 전체 연구개발 생산성은 효율성과 효과성의 곱으로 나타낼 수 있다.

그러나 이렇게 효율성, 효과성, 생산성을 엄격하게 구분하는 것은 다소 학술적인 것으로서, 정책적 또는 실용적으로는 효율성 개념을 보다 폭넓게 사용하는 경우가 많다. 보통 정책보고서나 언론 기사 등에서는 '효율성'이라는 단어가 2단계 모형상의 효율성과 효과성을 포함한 포괄적인 의미로 흔히 사용되는 것이다. 가능하면 엄격하게 구분하는 것이 바람직하나, 현실적으로 엄격한 구분이 잘 되지 않고 있으므로 당분간은 정책을 제안할 때 현실적인 효율성 개념을 따를 수밖에 없다.

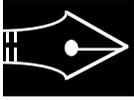
이렇게 현실적으로 통용되는 정책적 또는 실용적 개념의 효율성을 포괄적 효율성이라고 불러 보기로 하자. 어떤 면에서 포괄적 효율성은 2단계 모형상의 연구개발 생산성과 유사하다고 볼 수도 있다. 하지만, 자세히 보면 상당

한 차이가 있다. 2단계 모형에서의 생산성은 효율성과 효과성의 곱으로 정의된다. 반면 정책적 또는 실용적 의미의 포괄적 효율성을 측정할 때는, 2단계 모형상의 직접 산출(output)과 결과(outcome)를 엄격하게 구분하지 않고 동시에 고려하여 산출 지표를 정의하게 된다.

투입지표와 산출지표를 정의하게 되면 사업별 연구개발 효율성의 측정은 개념적으로는 아주 간단하다. 효율성은 투입 대비 산출이기 때문이다($efficiency = \frac{output}{input}$). 다만, 다중 투입, 다중 산출 지표를 고려해야 하기 때문에 실제 측정은 다소 복잡할 수 있다. 또, 수많은 지표 가운데 어떤 것들을 대표적 지표로 택할 것인가도 문제가 될 수 있다. 이를 위해 흔히 요인 분석 등 사전 분석 작업이 이뤄지기도 한다.

사업별 연구개발 효율성의 측정 방법 가운데 널리 알려져 있고 손쉽게 사용할 수 있는 것으로 DEA(Data Envelopment Analysis)와 AHP(Analytical Hierarchy Process)를 들 수 있다.

DEA는 평가 항목 사이의 가중치가, 별도로 결정할 필요 없이, 모형 내에서 결정이 된다. 또, 각 평가 항목의 표준 지표화도 불필요하다. 하지만 방법론상 상당한 수의 관측치, 즉 평가 대상이 필요하다. 또, 비교적 많은 수의 평가 대상 데이터가 확보되었다 하더라도, 투입/산출 변수의 개수가 제한된다. 다시 말해 평가 지표를 무한정 늘릴 수 없다. 이는 평가 대상 사업의 미세한 고유 특성을 효율성 측정에 반영하기 어렵다는 것을 의미한다. 엄격한 방법론에 의해 여러 평가 대상의 효율성을 수평 비교가 가능하도록 측정할 수 있다는 장점과 평가 지표 개수가 제한되어 각 사업의 다양성을 충



분히 고려하기 어렵다는 단점 사이에 균형을 잡을 필요가 있다. 예컨대, 평가 대상 사업을 적절하게 유형별로 구분하고 각 유형마다 서로 다른 투입/산출 지표로 정의한다면, 어느 수준까지 사업 유형별 특수성을 고려할 수 있을 것이다.

AHP는 평가 항목 사이의 가중치를 AHP 설문으로 결정한다. 평가 대상이 많아 쌍대비교가 어려울 경우에는, 평가 대상에게 점수를 부여하는 방법을 사용해야 하기 때문에, 각 평가 항목의 표준 지표화가 필요하다(예 : 0~1, 또는 0~100 사이의 값으로 표준 지표 제시). AHP는 평가 지표의 개수를 늘리는데 있어 DEA보다는 조금 더 자유롭고, 평가 대상의 개수가 작아도 무리 없이 효율성을 평가할 수 있는 장점이 있다. 반면, 사람의 주관이 개입될 수밖에 없고, 그에 따라 AHP 설문에 참여한 사람의 일관성이 문제가 되는 경우가 많다.

3. 유형별 효율성평가를 위한 사업의 분류 : 표준사업분류

어떠한 측정 방법을 사용하든 가능한 사업의 고유 특성을 많이 반영하는 것이 바람직하기 때문에 연구개발사업을 유형별로 나누어 각 유형에 따라 서로 다른 효율성 측정 지표를 사용할 필요가 있다.

이를 위한 사업 유형 구분은 '국가연구개발사업 자체평가지침'(이하 '평가지침'; 과학기술부, 2007)의 표준사업분류를 따르는 것이 바람직하다. 성과 평가와 효율성 평가는 개념적으로도 긴밀한 관계가 있고, 사용하는 성과 지표 측면에서도 공유하는 부분이 많다. 따라서 효율성 평가를 위한 사업 유형구분을 국가연구개발 자체평가에서의 유형구분과 맞추는 것이 정책적 조화를 위해 바람직하다고 본다. 향후 성과평가 시스템이 개편되고 그에 따라 사업분류 체계도 달라질 경우, 본고에서 제안하는 효율성 평가를

〈참고〉 국가연구개발사업 '자체(성과)평가'와 '효율성 평가'와의 차이

- 유사점
 - 얼마나 성과를 잘 냈는가, 또 해당 성과를 얻기 위해 얼마나 효율적으로 사업이 추진되었는가 등 양쪽 모두 넓은 의미의 성과평가라고 할 수 있음.
- 차이점
 - 자체평가는 각 사업마다 자율적인 성과 평가 지표를 채택하고 그 평가 결과도 독립적으로 도출함. 또, 대부분의 경우 투입 지표를 평가에 반영하지 않고, 주로 성과에만 초점을 맞춰 평가가 이뤄짐.
 - 반면, 효율성 평가는 본질적으로 동일한 잣대(지표)를 여러 대상에 적용하여 상호 관계속에서 투입 대비 성과를 비교하는 것임.
 - 자체 평가는 하나의 사업만 있어도 평가가 가능한 일종의 절대 평가임. 반면 효율성 평가는 여러 사업을 서로 비교하는 상대 평가임.

위한 사업 구분도 그에 따라 조정할 필요가 있을 것이다.

연구개발 단계(기초/응용/개발)를 고려한 유형 구분도 가능하나(황석원, 2006) 이는 사업보다는 '세부과제'의 유형구분에 더 적합하다. 많은 사업이 복합적 성격을 띠고 있어 내부에 다양한 연구개발 단계의 세부과제를 포함하고 있기 때문에 특정한 연구개발 단계에 있다고 하기 어렵다.

이 글에서는 표준사업분류상의 결과활용 측면(지식증진/산업기술/공공복지)과 추진목적 측면(연구개발/인력양성/국제협력/시설·장비구축)을 동시에 고려하여 모두 6가지로 사업 유형을 구분하는 것을 제안한다.

〈표〉 유형별 연구개발효율성평가를 위한 사업의 분류

	지식증진	산업기술	공공복지
연구개발	유형 1	유형 2	유형 3
인력양성	유형 4		
국제협력	유형 5		
시설·장비구축	유형 6		

원래 '평가지침'에는 모두 28가지 유형의 표준사업분류를 사용하고 있다. 이는 지식증진에 순수기초/목적기초, 산업기술에 단기/중장기, 공공복지에 공공·서비스/보건·농림수산·환경/지역 등 세부 항목을 고려한 것이다. 문제는 연구개발 효율성 측정에 28가지 사업 유형을 모두 고려하기 어렵다는 점이다. 효율성 평가를 위해서는 여러 사업 사이의 상대 평가가 필요한데, 이는 한 가지 유형에 적어도 수십개 이상의 사업이 포함되어야 함을 의미한다. 또, 평가방

법론중 DEA 같은 경우는 평가지표 개수가 많을 경우 평가대상 개수도 일정 규모 이상이 되어야 하는데, 이러한 측면에서도 한 유형에 속하는 사업의 개수가 적어도 수십 개 이상은 되어야 한다. 28가지 표준사업분류 유형을 모두 사용할 경우 한 유형에 속하는 사업의 개수가 너무 작아 적절한 효율성 평가가 어렵다.

2007년 국가연구개발사업 평가대상 사업은 모두 205개다²⁾. 따라서 6유형으로 구분한다 해도 한 유형에 속하는 사업의 개수가 평균 40개 미만이다.

4. 유형별로 차별화된 효율성 지표

1) 투입지표

투입지표로는 인력, 시간, 비용 등을 고려할 수 있다.

인력은 연구개발투자비중 상당 부분을 차지하는 인건비에 반영된 것으로 간주할 수 있다. 중복을 피하기 위해 인건비를 연구개발투자비 이외의 별도의 인력 관련 지표를 투입으로 고려할 필요는 없다. 한편, 인력은 투입 요소이면서 동시에, 연구 수행 결과 축적된 경험과 지식을 통해 더 양질의 인력으로 거듭나는 '산출' 측면도 갖고 있음에 유의해야 한다.

누적된 연구성과를 모두 고려하여 사업의 효율성을 평가할 때는 시간도 중요한 투입 지표가 된다. 예컨대, 동일한 투자비를 사용해 동일한 연구 성과를 얻는다 하더라도 기간이 1년 걸릴 경우와 10년 걸릴 경우는 큰 차이가 있다. 해당 기술을 상업화하는 경우를 생각해보면, 당장 1년후에 기술을 개발에 시장에 진출하는 것과 10년 후에 똑같은 기술을 개발해 시장에 진출하려

고 하는 것은 기회 비용 관점에서나 경쟁력 관점에서 큰 차이를 나타낼 것이다. 그러나 대부분의 경우 '사업' 단위의 효율성 평가는 1년간 해당 '사업'의 이름으로 보고된 연구 성과를 산출물로 간주하면 된다. 이런 경우에는 모든 사업의 투입 시간이 1년간으로 동일하므로 별도 투입 지표로 내세울 필요가 없다.

결국 1년 단위의 효율성 평가에서는 유일한 투입지표는 연구개발투자비가 된다.

2) 산출지표

'평가지침' 상의 핵심 성과 지표를 활용하여 효율성 평가를 위한 산출지표를 구성할 수 있다. '평가지침'에서는 38가지 성과항목 각각에 대해 많게는 13개까지 성과지표를 제시하고 있다. 이들 성과지표 가운데 적절한 산출지표를 어떻게 선정하는가가 문제이다.

'평가지침'에서는 여러 성과 항목 가운데 각 유형별 핵심 성과 항목을 지정하고 있다. 해당 핵심 성과 항목에서 적절한 성과 지표를 선정해 효율성 측정에서의 산출 지표로 하면 될 것이

다. 향후, 정부차원의 본격적인 효율성 측정이 이뤄진다면, 본고의 제안을 출발점으로 삼아 보다 많은 전문가의 의견을 수렴하고 요인분석 등 적절한 정량 분석도 수행하여 유형별 효율성 평가 지표를 보다 엄정하게 구성할 수도 있을 것이다. 필요에 따라 몇 가지의 산출지표 집합을 선정해 비교해보는 연구를 수행할 필요도 있을 것이다.

DEA 방법을 사용할 경우는 투입/산출 변수 개수가 제한되므로, 여러 성과 지표 가운데 3~8개 정도의 산출 지표를 선정해 측정해야 한다. AHP 방법을 사용할 경우는 10~15개 정도의 산출지표를 사용하는 것이 바람직하다.

이 글에서 제안하는 사업유형별 효율성 평가 지표는 다음과 같다. 각 유형별로 간단한 설명과 표를 제시한다.

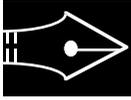
<유형 1> 지식증진-연구개발

○ 논문

- 학술지 게재 논문건수(국내+국외)

<표> 유형1(지식증진-연구개발)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	논문	- 학술지 게재 논문건수(국내+국외) - SCI급 학술지 게재 논문건수×학술지 impact factor		
	포상	- 국내의 학회 수상건수+정부 및 민간으로부터의 포상 건수		
	연구성과 확산노력	- 전체 연구비중 대학/연구소/기업 등과의 공동 연구비 비중		
	산업재산권	- 특허등록 건수(국내/국외)×특허인용도		
	기술거래	- 해당 연도의 기술이전료+로열티 수입		
투입	비용	- 연구개발투자비		



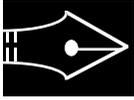
- SCI급 학술지 게재 논문건수 × 학술지 impact factor
- * SCI 급 논문의 양과 질을 한꺼번에 측정하기 위해 SCI 논문건수를 해당 논문이 발표된 학술지의 IF와 곱한 새로운 지표를 활용.
- 연구성과 확산 노력
 - 기술확산을 위한 상호 교류 정도 (전체 연구비중 대학-연구소-기업 등과의 공동 연구비 비중)
- 산업재산권
 - 특허등록 건수(국내/국외) × 특허인용도
 - * 특허의 양과 질을 동시에 측정하기 위해 등록건수를 평균 특허 당 인용지수에 곱한 새로운 지표를 사용.
- 기술거래
 - 기술료 수입액(해당 연도의 기술이전료+로열티 수입)

<유형 2> 산업기술-연구개발

- 논문
 - 학술지 게재 논문건수(국내+국외) × 평균 학술지 impact factor
 - * 논문 발표의 양과 질을 한꺼번에 측정하기 위해 학술지 게재 논문건수와 평균 impact factor를 곱한 새로운 지표를 사용. 이 경우 SCI급 학술지에 실으려면 아주 저명한 곳에 투고하고, 그렇지 않을 경우 아예 국내 학술지에 게재하는 것이 산출지표상 유리하게 됨. 지식의 국내 산업 파급 효과를 고려한다면 우수 논문의 국내 논문 게재 유인도 바람직한 측면이 있기 때문에 위의 복합 지표는 장단점이 있음.
- 산업재산권
 - 특허등록 건수(국내/국외) × 특허인용도
- 기술거래

<표> 유형 2(산업기술-연구개발)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	논문	- 학술지 게재 논문건수(국내+국외) × 평균 학술지 impact factor		
	산업재산권	- 특허등록 건수(국내/국외) × 특허인용도		
	기술거래	- 해당 연도의 기술이전료+로열티 수입		
	실용화 및 상용화	- 신제품 매출액(사업화/제품화를 통한 매출 발생 절대액수) - 기술창업 건수		
	수출입	- 수출액+수입대체액		
	산업발전 효과	- 관련 산업의 민간투자 유인 효과 - 사업화를 위한 투자유치 효과		
	생산성 제고	- 기술개발에 의한 비용절감 효과		
투입	비용	- 연구개발투자비		



- 기술료 수입액(해당 연도의 기술이전료+ 로열티 수입)

* 시장과 관련된 지표에서는 대부분의 경우 건수는 별 의미가 없기 때문에 건수로 측정하는 지표는 가급적 배제함.

* 기술수출은 기술수출을 통한 로열티수입이라는 긍정적 효과와 기술유출의 부정적 효과가 모두 나타날 수 있음. 기술수입은 기술획득이라는 긍정적 효과와 로열티 지급(기술무역 적자)라는 부정적 효과가 모두 나타날 수 있음. 따라서 기술수출이나 수입에 대해 어느 한쪽 방향으로만 유인하는 것은 문제의 소지가 있음.

<유형3> 공공복지-연구개발

○ 인증

- 승인/인증/허가 건수 (전년 대비 % 수준)

* 표준, 환경, 의료 임상시험 등 여러 분야

의 실적 '건수'를 수평 비교할 수는 없으므로, 예년의 자기 자신과 비교하여 평가하는 방안을 사용하는 것이 바람직함.

○ 시험 및 조사·관측 역량

- 시험·조사/관측 자원 확보 (전년 대비 % 수준)

* 위의 승인/인증/허가와 마찬가지로 여러 다양한 분야의 실적 '건수'를 수평 비교할 수는 없으므로, 예년의 자기 자신과 비교하여 평가하는 방안을 사용하는 것이 바람직함.

○ 실용화 및 상용화

- 기술창업 건수

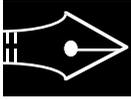
○ 사회경제적 수익 증대 효과

- 투입 대비 경제적 효과

* 생산성 제고 중 기술개발에 의한 비용절감 효과 등 몇몇 지표는 투입 대비 경제적 효과가 제대로 측정되면 그 안에 포함되는 내용임.

<표> 유형 3(공공복지-연구개발)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	논문	- 학술지 게재 논문건수(국내+국외)×평균 학술지 impact factor		
	산업재산권	- 특허등록 건수(국내/국외)×특허인용도		
	기술거래	- 해당 연도의 기술이전료+로열티 수입		
	실용화 및 상용화	- 기술창업 건수		
	인증	- 승인/인증/허가 건수 (전년 대비 % 수준)		
	시험 및 조사 관측 역량	- 시험·조사/관측 자원 확보 (전년 대비 % 수준)		
	사회경제적 수익 증대 효과	- 투입 대비 경제적 효과		
투입	비용	- 연구개발투자비		



* 환경 관련 사업의 경우, 환경 가치를 측정함으로써 사회경제적 수익을 산정할 수 있고, 이는 보건·의료, 시험/조사/관측, 주택 등 여타 공공 분야도 마찬가지임. 이들 다양한 공공 R&D 사업을 그들 고유의 성과지표를 사용해서 효율성을 측정하려면 효율성 비교 그룹을 세분화해야 하는데, 그럴 경우 효율성 측정의 의의가 감소하게 됨. 따라서 여러 다양한 성과지표를 사회경제적 수익 효과라는 지표 하나에 담아 효율성을 평가하는 것이 훨씬 바람직함.

<유형 4> 인력양성

○ 인력양성

- 현장실습교육 지원 건수

* 특정 기관이 아닌 국가 전체 관점에서 볼 때, 인력배출 실적은 무조건 많이 배출한다고 해서 성과가 좋은 것은 아님. 각 분야별 수요/공급에 대한 분석과 그에 따른 적절한 인력 공급이 필요함. 무조건적인 인력 배출 실적 경쟁은 오히려 위험할 수 있음.

<유형 5> 국제협력

<표> 유형 4(인력양성)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	국내외 연수 지원	- 국내외 연수 수혜자 수 - 연수 수혜자의 학술지 게재 논문건수 (국내+국외)×평균 학술지 impact factor - 연수 수혜자의 특허 출원 건수		
	인력양성	- 현장실습교육 지원 건수 - 기술인력 연수 지원 건수 - 양성인력의 취업률 - 지원받은 인력의 국가기술자격증 취득 건수		
	고용효과	- 고용유지율		
투입	비용	- 연구개발투자비		

<표> 유형 5(국제협력)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	국제협력	- 국제회의(학회, 워크숍, 심포지엄 등) 개최 회수×해당 회의 참여자수 - 국제협력기구 가입 건수 - 해외 협력센터 설치 건수×설치 규모(투자액) - 공동저술 논문 건수×평균 학술지 impact factor - 해외특정지역 및 기관과의 국제협약 체결 건수		
	국제인력 교류	- 유치된 해외연구자의 수(국내 거주 기간을 감안해 man-year로 환산) - 파견된 국내 연구자의 수(파견 기간을 감안해 man-year로 환산)		
투입	비용	- 연구개발투자비		

〈표〉 유형 6(시설·장비 구축)의 효율성 평가 지표

구분	평가항목	평가 지표	배점	점수
산출	연구시설 구축	- 장비구입 건수×규모		
	연구시설 활용	- 시설·장비 이용 건수(전년대비 % 수준) - 시설·장비 가동률 - 연구시설 교류의 원활성(시설·장비 공동 이용률)		
	수요자 만족도	- 이용자를 대상으로 만족도 조사 실시한 결과 (9점 척도 등 활용)		
투입	비용	- 연구개발투자비		

〈유형6〉 시설·장비 구축

○ 연구시설 구축

- 장비구입 건수×규모

* 시설구축도 산출지표로 고려해볼 수 있으나, 장비 구축과 연동되는 측면이 강하므로 장비구입만 고려.

○ 연구시설 활용

- 시설·장비 이용 건수(전년대비 % 수준)

* 다양한 시설, 장비의 성격에 따라 건당 이용 시간이 상이할 것이므로 건수의 수평비교보다는 전년대비 실적으로 평가.

- 시설·장비 가동률

* 다양한 시설, 장비의 성격에 따라 최선의 경우 가동 가능한 시간 대비 실제 가동한 시간으로서 가동률을 구해 산출지표로 사용

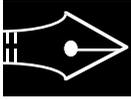
않고 있다. 기획-재원배분-사업관리-평가-성과활용 등 전주기적 관점에서 비효율을 제거하고 효율성을 높이기 위해서는 엄밀하고 체계적인 효율성 측정 및 분석이 선행되어야 한다. 사업별 연구개발 효율성의 측정과 활용은 오래전부터 학술적으로 연구되어왔으나 아직 정부차원에서 본격적으로 수행되고 있지 않다.

효율성을 논할 때 단기적인 경제성과도 중요하지만, 장기적인 경제 성과로 연계되는 과학기술의 '기초체력'도 중요하다. 과학기술의 기초체력과 경제성을 조화시키기 위해서는 연구개발 효율성을 평가할 때 연구개발사업의 유형에 따라 차별화된 성과지표를 사용하는 것이 중요하다. 예컨대 교육과학기술부 소관인 기초연구는 경제성보다 기초체력에 더 중점을 두고, 지식경제부 소관인 산업기술은 경제성에 초점을 두되, 상호 연계 방안을 마련할 필요가 있다.

기초연구 가운데 순수기초 분야는 논문, 포상, 번역 및 저술, 지식 확산을 위한 공동 연구 수행 등의 지표로 효율성을 평가하되, 가능한 경제성의 잣대는 많이 사용하지 않는 것이 바람직하다. 하지만 목적기초 분야는 기초연구와 산업기술을 연결시켜주는 핵심 역할을 수행해야 하므로 논문, 포상뿐만 아니라 산업재산권이나

5. 결론

연구개발의 효율성에 관한 관심이 많고, 여러 정책 방안도 제시되고 있지만, 정량적이고 체계적인 연구개발 효율성의 측정 및 분석을 바탕으로 한 정책 방안 제시는 아직 이루어지지



기술거래 실적도 중요한 성과지표로 활용할 필요가 있다. 한편, 산업기술은 경제성에 초점을 맞추는 것이 바람직한데, 로열티, 기술창업, 신제품 매출액 등이 핵심 성과지표가 된다. 분석에 비용과 시간이 꽤 들지만 대형 과제의 경우 필수적으로 산업파급효과, 생산성 제고 효과 등을 측정할 필요가 있다.

DEA나 AHP 어떤 방법으로도 효율성을 측정할 때, 가능한 사업의 다양성을 충분히 고려할 수 있도록 유형별로 차별화된 효율성 평가 지표를 사용하는 것이 좋다. 본고에서는 기존의 성과평가와 효율성 평가와의 연계를 고려하여 자체평가 지침상의 표준사업분류를 활용하여 사업 유형을 구분하였다. 또한 유형별로 정량 분석에 필요한 평가 대상 수를 고려하여 6가지 사업 유형을 제시하고 각각의 효율성 평가 지표를 제안하였다.

향후, 정부차원의 본격적인 효율성 측정이 이뤄진다면, 본고의 제안을 출발점으로 삼아 보다 많은 전문가의 의견을 수렴하고 요인분석 등 적절한 정량 분석도 수행하여 각 유형별 효율성 평가 지표를 보다 엄정하게 구성할 수도 있을 것이다.

【주】

- 1) 장진규(2003)에서 재인용.
- 2) 2007 국가연구개발사업 자체평가지침, 과학기술혁신본부, 2007.

【참고문헌】

과학기술부(2007), 2007 국가연구개발사업 자체평가 지침.
과학기술정책연구원(2001), 특정연구개발사

업 성과분석 및 추진체계 개선방안.
교육과학기술부(2008), 대통령 업무보고 (2008.3.).
김정호(2003), 연구개발사업의 효율성 평가, 서울대학교 석사학위논문
신태영(2004), 연구개발 투자의 경제성장에 대한 기여도, 과학기술정책연구원.
이원기, 김봉기(2003), 연구개발투자의 생산성 파급효과 분석, 한국은행.
이장재 외(2003), 정부연구개발프로그램의 평가지표 개발 연구, 한국과학기술기획평가원.
장진규(2002), 기초과학연구개발투자의 학문적?기술적?경제적 성과분석, 한국과학재단.
장진규(2003), 공공연구개발투자의 생산성 분석방법론 개발, 과학기술정책연구원
장진규, 황석원, 박동배, 박창준, 유승훈 (2006), 대형 국가연구개발 실용화사업 추진 가이드라인 작성, 과학기술기획평가원.
정성철·윤문섭·장진규(2004), 특허와 기술혁신 및 경제발전의 상관관계, 과학기술정책연구원.
지식경제부(2008), 대통령 업무보고 (2008.3.).
최석식(2002), 연구개발 경영의 이론과 실제, 지식산업사.
황석원(2006), R&D 프로그램의 유형별 경제성 평가 방법론 구축.
황용수·황석원(2004), 정부 R&D 성과평가 시스템의 진단 및 발전방향, 과학기술정책연구원.