수자원 발언대

수자원부문 기술연구의 가치평가

최 승 안 |
인하대학교 박사과정
sachoi@inha.ac.kr

1. 서 론

우리나라를 포함하여 전세계적으로 R&D 투자는 최근 급속하게 변화하고 있다. 특히, R&D 투자의 대형화와 다양화는 가치창출의 주체, 객체 및 산출물이 동질적이고 산술적이지 않고 이질적이고 다중적인 형태를 띠게 하고 있다. 이러한 R&D 투자의 새로운 특성변화에 능동적으로 대처하고, 투자 효율성을 제고하기 위해서는 적절성 여부를 보다 엄격하게 측정할 수 있는 가치평가모형의 개발이 필요하다.

미국의 경우에는 '90년대 초반 "Government Performance and Results Act (1992)"의 제정을 통해 R&D 투자 효율성 제고를 위한 제도적 장치를 구비하여 공공부문 투자의 경제적 효과를 분석 · 파악하도록 법제화하고 있으며, 모든 공공부문 기술개발 투자에도 예외 없이 적용되어 기술가치평가를 위한 노력을 배가시키고 있다.

수자원부문 기술연구는 최근의 R&D 투자의 특성을 내포하고 있을 뿐만 아니라, 이러한 연구를 실제적으로 적용하는 과정에서 보다 큰 규모의 투자가 이루어져야 하는 이중적인 특성을 가지고 있다. 따라서, 기술연구 진행의 전 과정을 통하여 투자가 적절하게 이루어지고 있는지를 판단할 수 있는 보다 객관적이고 적절한 평가기준의 필요성이 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 필요성에도 불구하고 수자원부문 기술연구의 복합적인 특성 때문에 합리적인 기술연구의 가치평가가 수행되지 못하고 있는 것이 현실이다.

본 고에서는 이러한 가치평가를 저해하는 여러 요인들을 구체적으로 규정하고, 수자원부문 기술연구 가치평가 기법의 도출을 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 기술연구 가치평가모형

기술의 가치를 평가하는 관점은 매우 다양하다. 정부 정책적 관점에서는 주로 환경과 사회경제적 영향을 평가하려는 경향이 강하고 거시경제적 관점에서는 자주 산업적인 파급효과를 평가하고는 한다. 그리고 국가 연구개발투자를 관리하는 관점에서는 제안된 기술개발과제에 대한 우선수위를 결정하는 것이 필요하다. 또 기업의 관점에서는 경제성 측면에서 기술의 가치를 평가하려 할 것이다. 기술의 가치를 평가함에 있어 이와 같이 다양한 관점이 존재하는 상황에서 일반적으로 적용 가능한 기술의 가치평가모형을 제시하기란 매우 어렵다. 왜냐하면 평가를 하고자 하는 관점이 무엇이냐에 따라 평가모형과 그 모형을 구성하

는 변수들의 범위와 각 변수에 대한 측정의 범위가 결정될 수 있기 때문이다.

2.1 기술가치의 기본 개념

기술의 가치는 기술이 가져다주는 편익과 비용의 차이로 나타낼 수 있다. 이러한 편익과 비용의 개념과 범위는 어떤 절대적인 기준에 의해 결정되는 것이 아니라 가치평가의 목적에 따라 달리 정의될 수 있다.

편익에는 크게 사적 편익(private benefits)과 사회적 편익(social benefits) 두가지 개념으로 구분이 가능하며 기술의 속성상 사회적 편익이 사적 편익보다 큰 것이 일반적이나, 분석의 목적에 따라 선택적으로 사용하여야 한다. 기술가치 평가에 있어 가장 근본적인 어려움 중 하나는 이렇게 가치평가의 대상이 되는 기술과 그 효과를 현실적으로 명확하게 정의하기가 용이치 않다는 점이다. 따라서 기술의 가치평가가 불가피하게 요청되는 경우에는 평가의 대상범위를 현실적인 목적에 부합되도록 규정할 필요가 있으며, 다양한 평가목적과 범위에 따라 달리 정의될 수 있고 평가를 위한 모형도 이러한 차이를 충분히 반영할 수 있어야 한다.

이러한 두 가지 개념의 편익 중 어느 것을 선택하느냐는 가치평가의 목적에 따라 결정되는 것이 합리적이라 생각된다. 비근한 예로서 개별 기업의 기술개발투자 결정을 위한 기술연구 가치평가가 이루어진다면 개별 기업의 관심사는 당연히 사적 편익의 규모일 것이다. 아무리 사회적 편익이 크다 하더라도 개별 기업의 입장에서는 투자결정에 아무런 도움이 될 수 없기 때문이다. 반면에 기술영향평가 (technology assessment)를 위해서는 기술의 사적 편익보다는 사회적 편익의 개념을 사용하는 것이 합리적일 것이다. 기술영향평가는 기술이 가져다주는 경제적 혜택뿐 아니라 장기적인 관점에서 기술이 사회 전반에 미치는 긍정적 또는 부정적 영향이 무엇인지를 명확하게 밝히는 데에 목적이 있기 때문이다.

2.2 국내외 기술연구 가치평가현황

미국에서 기술 가치평가 관련 업무를 담당하고 있는 기관은 지적재산 등 무형자산을 평가하는 감정평가회사와 회계사무소 등이 있으며, 그 외에도 민간부문에서 컨설팅 기업, 브로커 등이 기술이전을 목적으로 기술의 가치평가에 참여하고 있는 것으로 알려져 있다. 특히, 공공기관 중 대표적인 기술 가치평가 기관으로는 국립기술이전센터(NTTC ; National Technology Transfer Center)가 있다.

대규모 민간기관을 중심으로 기술 가치평가가 이루어진 미국과 달리 일본은 1990년대 후반부터 정부 조도로 추진해오고 있으며, 대표적으로 통상산업성 산하 사단법인인 일본공업기술진흥협회(JTTAS) 내에 기술평가정보센터(Center of Technology Assessment)를 들 수 있다.

국내에서는 다양한 기관들이 다양한 목적으로 기술의 가치평가에 참여하고 있다. 이 중 기술의 가치평가를 위한 체계적 수단을 확보하고 운영하고 있는 곳은 기술담보를 위한 인증 목적으로 참여하고 있는 기관들이다. 대표적으로 한국산업기술평가원(ITEP), 한국과학기술평가원(KISTEP), 기술신용보증기금(KIBO), 한국종합기술금융(KTB)를 들 수 있다.

국내외 각 기관들과 기술연구 가치평가를 위한 평가지표는 다음과 같다(표 1 참조).

2.3 가치평가모형 구축의 문제점

기술연구 가치평가에 있어 첫째로 제기되는 문제점은 기술의 신규성이다. 이러한 문제 제기는 주로 기술의 개별적 특성을 강조하는 인식에서 기인한다. 이미 사용되고 있는 기술에 대한 가치평가가 아닌, 새롭게 개발되고 응용되기 시작한 기술에 대한 가치평가는 미래의 불확실성으로 인해 정형화된 방법으로 예측하는 것이 거의 불가능하다는 것이다. 미래의 불확실성으로 인해 기술가치 예측이 보다 어려워지는 것은 당연하다.

표 1. 국내외 기술가치평가지표

국 가	기 관	평가지표
미 국	NTTC	기술의 장점, 독점적 지위, 경쟁 환경, 시장 매력도, 기술적 장애, 제조 능력, 규제 문제, 발매 시기, 조직적 요건, 투자 회수
일 본	CTA	기술의 신규성(경쟁력, 우위성), 실현 가능성(신뢰성, 확립도), 시장성(시장 규모, 수요안정성, 시장성장률), 리스크 요인, 경제성
한 국	ITEP	제품성 및 완성도, 타기술 대비 우수성, 연관기술의 보유정도, 국내외 시장동향, 경쟁기업 현황, 수익성, 사업환경의 용이성, 재무구조, 대표자능력, 개발능력, 설비현황, 담보설정범위의 적정성, 벤처기업 여부
	KISTEP	대표자의 경험 및 경력, 대표자의 자질, 경영 및 관리 능력, 자금조달능력, 기술의 독창성 및 경쟁력, 기술의 성능 및 특성, 기술개발환경, 산업재산권 보유여부, 기술의 파급효과, 목표시장의 규모, 매출실적 및 영업추진 현황, 가격 경쟁력, 시장 수용성, 시장확보 전략, 정부 및 공공기관의 인증 및 수상 여부
	KIBO	기술의 우수성, 기술 잠재력, 제품화 능력, 안정성, 브랜드 가치, 고객 충실성, 유리한 시장지위, 업무지식, 능력 의존도, 교육수준, 경험수준, 경영자 리더쉽
	KTB	종합기술력, 경영능력, 재무상태, 기술우수성, 기술 발전성, 기술 파급효과, 기술 기업화 능력, 기술 자립도, 기술 기여도, 제품 수익성, 가격 경쟁력, 품질 경쟁력, 대체 가능성

기술연구 가치평가에 있어 또 다른 문제점은 사전적인 예측모형의 개발이다. 기술가치평가는 그 편익의 정의와 측정의 어려움으로 인해 사전적이든 사후적이든 모형 구축이 어려운 것은 사실이나, 사전적인 예측모형 구축의 필요성으로 인해 모형 개발에 있어 예측 신뢰도 제고를 위한 특별한 주의가 요청된다.

가치평가에 있어 또 하나의 중요한 관심사는 기술개발과 적용 전과정에 수반되는 불확실성을 어떻게 합리적으로 반영할 것인가이다. 기술개발에 있어서는 기본적으로 기술적 불확실성과 경제적 불확실성 두 가지 유형의 불확실성이 존재한다.

3. 수자원부문 기술연구 평가기법의 도출

3.1 가치평가방법론

기술의 투자가치를 분석함에 있어 가장 고전적이고 일반적으로 활용되고 있는 방법은 비용-편익분석법이다. 비용-편익분석법에서는 평가하고자 하는 기술이 가져다 줄 미래의 편익과 위험의 정도가 충분히 측정 가능하다는 것을 기본전제로 하고 있다. 그러나 실제로 모형을 적용하여 미래의 편익과 위험의 정도를 적정하게 예측하고 그 결과로 수용 가능한 기술의 투자가치를 제시하는 것이 용이하지 않다. 비용-편익분석법이 갖는 이러한 한계를 극복하기 위하여 다양한 시도가 이루어져 왔는데 대표적이고 실제로 활용되고 있는 몇 가지 방법들은 다음과 같다(표 2 참조).

3.2 기존 방법들의 한계

가치평가의 기준으로 최근 수십 년 동안 가장 일반적으로 활용되어온 방법이 비용편익분석모형이다. 이 모형에서는 미래에 발생할 수익에서 소요될 비용을 차감함으로써 산출된 이익을 기회비용이 반영된 이자율로 할인함으로써 투자의 가치를 결정하는 방법을 취한다. 이 모형이 매우 단순하면서도 명쾌한 기본적인 개념을 제시하고 있음에도 불구하고, 기술의 가치평가를 위해 이를 현실적으로 적용함에 있어서는 많은 어려움에 부딪히게 된다. 즉, 투자로부터 발생될 수 있는 경제적 이익과 미래의 불확실성이 반영된 위험의 정도를 어떻게 측정할 수 있는가하는 가장 기본

표 2. 가치평가 방법론

방법론	R&D			장 점	단 점	분석 비용
	시 간	형 태	목 적			
전문가 평가법	과거 현재 미래	전체	전체	· 상대적으로 편리함 · 잠재적 파급효과에 대한 중요한 정보를 추출 할 수 있음 · 연구자들과 다른 집단들의 역할 정립에 도움이 됨 · 기초/전략적 R&D 평가를 위한 효과적 방법	· 평가자들을 위한 방대한 정보가 필요함 · 소수 집단의 의견에 좌우됨 · 질적인 정보도출에 국한됨	중/저
사용자 조사법	과거 현재	응용	정책개발 산업혁신	· 소수집단의 문제가 해결됨 · 양적 지표개발이 가능	· 설문조사분석의 한계 · 인터뷰가 필요함	중
비용-편익 분석법	과거 (현재 미래)	응용	산업혁신	· 잠재편익의 합리적 추정이 가능 · 합리적 분석체계 제공	· 장시간이 소요 · 기본가정에 좌우됨 · 분석비용이 큼	고
사례 분석법	과거	응용	정책개발 산업혁신	· 연구개발과 성과의 상관관계 묘사 가능 · 원인분석, 역할분석 · 응용연구분석에 적합	· 일반화의 어려움 · 타 연구에 활용의 한계	
지수 분석법	과거 현재 (미래)	전체	전체	· 지표설정이 용이 · 진행중 과제의 관리감독에 적합	· 종합적 평가의 한계 · 부분적 평가	저
통합지수 분석법	미래	응용	정책개발 산업혁신	· 우선순위 선정에 적합 · 의사결정에 핵심 요인을 숙고함	· 개별적 판단에 좌우됨 · 가중치 부여의 어려움 · 정당성 확보의 어려움	저

적인 문제에 봉착하게 되는 것이다. 특히, 새로운 것을 추구하는 창조적 작업의 결과물인 기술의 가치평가 문제를 다루는 경우에 그 어려움은 한층 가중될 수밖에 없었다.

이러한 한계를 극복하기 위한 방법의 하나로 분석하고자 하는 대상 기술로부터 발생될 수 있는 경제적 이익과 위험의 정도를 합리적으로 측정하는데 부딪히는 어려움을 완화시키기 위한 실용적인 수단으로 제시된 것이 전문가평가방법이다. 그러나 이 방법은 기술의 투자가치를 분석함에 있어 가장 핵심이라고 할 수 있는 기술의 속성과 기술경쟁력에 대한 평가를 관련분야 전문가의 주관적인 판단에 절대적으로 의존해야하는 한계를 지니고 있다. 전문가들의 판단을 보다 체계적으로 파악하기 위하여 계층분석과정(AHP), 네트워크분석과정(ANP) 등 다양한 형태의 수정된 전문가평가모형을 개발 적용하려고 시도하고 있으나 전문가평가가 갖는 기본적인 한계점들은 극복되지 못하고 있다.

혜택을 받는 최종 수요자들에 대한 설문조사를 통한 사용자 조사기법은 대상의 측정오차를 유발시키는 생소함, 다차원성, 전문성, 불확실성과 같은 요인들로 인하여 가상적인 수요를 이해하지 못 할 가능성이 높으며, 대상이 되는 기술연구와 유사한 성격을 가진 기존의 기술연구의 성과를 측정하는 것을 통하여 수행되는 사례분석법은 그 사례를 찾을 수 없는 경우에는 적용이 불가능하다. 연구 활동과 결과를 요약적으로 표현해줄 수 있는 몇 가지 요인을 선정하여 자료를 통한 지표을 산출하는 지수분석법, 통합지수분석법은 그 자체의 가치평가보다는 기술연구 간의 우선순위 선정에 적합한 방법이다.

3.3 수자원부문 기술연구 가치평가 모형의 특성

수자원부문 기술연구와 평가는 광의의 R&D 투자와 평가라는 범주 내에 속하기는 하지만, 이러한 기술연구와 평가가 가지는 특수성을 충분히 고려하지 않는 접근방식은 평가결과의 객관성이나 정확성을 손상시킨다. 수자원부문 기술연구를 광의의 R&D 투자의 한 형태라는 관점에서 출발하여, 가치창출의 주체, 객체 그리고 산출물의 성격과 활용도의 관점에서 그 특성을 살펴보면 다음과 같다(표 3 참조).

3.4 수자원부문 기술연구 평가기법 기준

객관적 가치측정법으로 제일 먼저 내세울 수 있는 것은 비용-편익 분석이다. 내재적인 많은 한계에도 불구하고, 비용편익분석은 모든 측정을 화폐단위로 단일화 한다는 점에서 그 지향점이 가장 객관적이라고 할 수 있다. 수자원부문 기술연구의 가치평가에 기본적인 형태의 비용편익분석을 적용할 수 있는가 하는 것이 문제이다. 가치창출 산출물의 모든 특성들은 사실상 기본적인 비용-편익분석방법을 수자원부문 기술연구에 적용하는 것을 가로막는 요인들이라고

표 3. 수자원 기술연구 가치평가의 특성

	속 성	특 성
주체	공공부문 vs 민간부문	· 대부분이 공공부문임. · 연구의 목적이 매우 간접적이고 광범위함. · 민간연구투자가 갖는 '시장실패의 위험'(risk of market failure)이라는 내재적특성을 보완하기 위한 목적이 강함.
객체	불확실성감소 vs 생산성증가	· 불확실성과 이에 따른 사전적·사후적 피해를 경감시키고자하는 위험관리의 성격을 띰.
산출물	무형 vs 유형	· 무형의 산출물 · 가치창출의 주체가 공공부문이라는 사실과 결합되어 지식재산권을 확보하기가 어려움.
	복합구성 vs 단순구성	· 다수의 공학기술과 다수의 운영기술로 구성되어 있는 복합구성의 산출물
	조건부적 vs 비조건부적	· 임의의 경우(예, 홍수시)에만 그 효용가치를 나타낼 수 있는 조건부적인 산출물 · 최종 향유자인 주민의 입장에서는 효용가치가 낯설고, 따라서 최종 향유자를 대상으로 하는 가치측정은 신뢰도가 낮음.
	비배타적 vs 배타적	· 재화가 공공주체와 결합되어 배타적 효용을 갖지못함. · 자체로 시장가치 발현 및 관찰이 불가능해질 가능성이 높음.
	중간생산재 vs 최종소비재	· 자체로는 효용가치를 지니지 못하고, 특정 환경에서 실현될 때에만 그 효용가치를 지니는 중간생산재임. · 거의 모든 중간생산재가 같은 문제를 안고 있지만, '정보'의 가치측정과 매우 유사함.
	불확실한 내구연한 vs 확실한 내구연한	· 일정기간 유지되지만, 내구연한이 매우 불확실함. · 새로운 기술연구의 산출물이 개발되거나 현재의 연구가 전제하고 있는 환경이 바뀔 경우 효용가치가 감소하거나 사라짐.
	불특정 지역 vs 특정 지역	· 불확실하지만 가치측정이 행해지는 관점에서는 그 효용가치는 불특정 지역에서 다수로 나옴.
	가치창출의 보편성	· 가치창출의 객체가 지니는 특성을 제외하고는 많은 공공주체의 기술과 관리 그리고 제도가 결합된 연구들은 비슷한 특성을 나타냄.

표 4. 주관적 가치평가방법

	주관성 발현의 근본원인		주관성의 저감방안	
주관성의 원 천	주관성을 통계학적으로 데이터의 측정오차(Measurement Error)라는 관점에서 출발			
측정오차의 범 위	대상의 측정오차	· 대상의 생소함 · 대상의 다차원성 · 대상의 복잡성 · 대상의 불확실성	분해	· 대상의 분해
	판단의 측정오차	· 판단기준의 다차원성 · 판단주체 선정의 문제		· 판단기준의 분해
	Aggregation 과정에서의 측정 오차	대상과 판단기준의 다차원성을 극복하는 과정에서 각각의 차원을 어떻게 종합하는가에 따르는 측정오차	· 설문의 이해 용이성과 명료성 · 판단주체 선정의 객관성 · 판단주체 선정의 객관성 · Aggregation의 객관화	

할 수 있으며 결론적으로 비용-편익분석방법을 적용할 수 없다.

그렇다면 가치평가를 위한 차선의 대안을 모색하여야 한다. 차선의 대안으로 첫째, 제한적 비용-편익분석법과 또 다른 방법으로서 주관적 가치평가법이 있을 수 있다.

3.5 제한적 비용-편익분석법

수자원부문 기술연구의 모든 특성들은 사실상 비용-편익분석방법을 적용하는 것을 가로막는 요인이며, 이러한 요인들 중에서 가장 극복하기 힘든 특성은 '산출물 효용가치의 시간 · 공간적 특성'이다. 즉, 시간적 내구연한의 불확실성과 공간적 대상의 불확실성은 비용-편익분석법 적용시 가장 근본적인 장애요인이 된다. 이러한 장애요인을 극복하기 위해서 산출물 효용가치의 시간적, 공간적 불확실성을 감소시키고자 하는 것이 '제한적 비용편익분석법'이다.

기술 적용에 대한 필요성이 시급하고, 그 적용의 최종 편익이 크다고 판단되는 특정지역에 대하여 가상적인 시점에서 가상적인 지역을 대상으로(예를 들면, 2007년 기준의 서울 지역 도시홍수재해관리) 비용-편익분석을 적용하는 방법이다.

비용-편익분석이 어려운 이유를 다른 관점에서 보자면, 기술연구를 적용한 결과가 하나의 수치(A value at one point)로 나타나지 않고 구간(Values within interval)의 형태로 나타나는 것이 큰 문제점이다. 이러한 비용-편익분석의 부정형 문제를 해결하기 위하여 이 구간에 위치한 최소값을 산출하고 이러한 최소값이 적절할 경우(최소 B/C > 1) 적용된 기술연구는 최소한의 타당성을 지닌다고 해석하는 것이다.

3.6 주관적 가치평가법

주관적 가치평가법이란 비용-편익분석법이 가지는 객관성을 포기하고, 완전히 주관적인 관점에서부터 가치를 평가하는 것이다. 다만 그 주관성을 최대한 줄일 수 있는 방법을 적극적으로 도입하는 것이다(표 4 참조).

4. 결론

본 고에서는 수자원부문 기술연구 가치평가시 비용-편익분석의 적용은 어떠한 형태로 얼마나 심각한 한계가 있는지를 규명하는 것으로부터 시작하여 적용가능성을 검토하여 사용여부를 판단하고, 이를 보완하기 위한 제한적 비용-편익분석방법과 주관적 가치

평가방법을 제시하였다.

기술연구에 대한 가치평가는 그 특성상 여러 가지 어려운 점이 존재함에도 불구하고 그 중요성은 더욱 높아지고 있다. 일반적으로 기술연구의 가치평가에 있어 가장 선행되어야 할 것은 평가의 대상과 목적을 분명히 하는 것이다. 그리고 분명한 평가목적과 대상이 설정되면 평가 상황에 적합한 평가척도와 평가방법 등이 결정되어야 한다. 수요타당성 평가의 관점에서 보면, 기술연구 가치평가를 위한 가장 객관적인 방법은 비용-편익분석방법이나 분석 대상이 내재적으로 가지고 있는 한계로 인하여 바람직한 형태로 사용되어질 수 없거나 혹은 전혀 사용될 수 없는 경우가 많다.

기술연구 가치평가는 기본적으로 평가대상의 연구개발목표의 달성도를 높이고 그 성과를 향상시키고자 실시하는 것이다. 평가결과로부터 학습하고 미래에 가능한 여러 대안들을 충분히 고려하고 연구개발활동의 방향을 설정하는 평가과정이 체계적이고 효과적으로 추진된다면 보다 우수한 연구성과를 얻을 수 있고 궁극적으로 연구개발 생산성을 향상하는데 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

안두현 (2001). 기술의 투자가치분석 모형 개발을 위한 탐색 연구, 과학기술정책연구원, 정책자료 2000-08, pp.1~49.

안두현 (2001). "기술의 투자가치 분석방법 및 개선방안", 과학기술정책, 통권128호, pp.2~20.

이재억 (2002). 회귀분석에 의한 기술가치예측모형, 과학기술정책연구원, 연구보고 2002-10.

이정원 (2001). "연구개발 프로젝트 평가", 과학기술정책, 제11권 제3호, pp.2~13.

이상원, 최승안 (2006). "도시홍수재해관리기술연구 평가기법 연구와 적용", 도시홍수 재해관리기술 연구사업단, 1/4분기 성과발표회 및 자문회의 자료집.