

수자원 분야 공익형 기술가치평가 시스템에 대한 연구*

류승미

한국기술교육대학교
기술경영학과 박사과정
(nirvana@koreatech.ac.kr)

성태응

연세대학교 과학기술대학
컴퓨터정보통신공학부
(tesung@yonsei.ac.kr)

최근 경제재로서 수자원(Water Resources)의 속성이 공공재 성격을 동시에 띠면서 수자원기술의 측정과 성과 관리 체계를 확보하고 활용해야 할 필요성이 제기되고 있다. 그 동안 수자원기술의 평가는 대부분 순현재가치(NPV)나 비용편익효과(B/C)를 바탕으로 경제성 평가(Feasibility Study) 혹은 기술(환경)영향평가(Technology Assessment)로 수행되어 왔으며, 연구성과의 확산과 피드백을 받을 수 있는 기술 기반 사업의 경제적 가치를 객관적으로 평가하는 모델은 체계화되지 않았다. 그리하여, 본 연구에서는 K-water(한국수자원공사)가 담당하고 있는 수자원분야의 기술적 특성에 적합한 기술평가 체계를 구축할 필요성을 느끼고, 공익형 수자원기술에 대한 기술가치평가 모델을 개발하여 사례를 실증하고자 한다.

본 연구에 적용된 K-water 평가대상기술은 공공재로서, 사회전반에 기여한 가치 및 성과를 측정하고 관리할 수 있는 도구로 활용 가능하다. 예를 들면, 사회전반에 기여한 가치를 산출하여, 편익의 파급효과에 대한 성과 홍보자료, 혹은 비용 투입 당위성에 대한 근거자료로 활용할 수 있고, 공공기술의 특성상 대규모 연구개발 투입 비용에 대한 정당성을 확보할 수 있다. 따라서, 공공재를 다루는 한국의 대표적 공기업인 K-water가 사업 운영상의 전략을 수립하고 투입개발 비용에 대한 성과산출 근거 기반을 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

본 고에서는 K-water가 담당하고 있는 수자원분야의 기술적 특성에 적합한 기술평가 체계를 기반으로, 공익형 수자원기술에 대한 기술가치평가 모델을 개발하여 사례를 실증하였다. 특히, 일본 산업기술종합연구소(AIST)의 평가방법론을 활용하여 연관 편익항목을 기준으로 비용계정에 매칭시킨 후, 기존의 비용-편익 접근법과 FCF(Free Cash Flow)법의 평가체계를 활용하는 ‘K-water 고유모델’을 제시하였으며 이를 통해 K-water 연구성과 관리체계 상의 파이프라인을 구축하는 동시에 “해수담수화” 관련 기술에 대한 검증을 수행하였다.

수자원 분야 기술의 특성을 반영한 웹기반 가치평가시스템의 설계 구성로직과 평가프로세스를 분석하며, 기술통합관리시스템 상의 공익형 및 수익형 기술가치를 산출하기 위한 각 모델별 참조정보 및 DB 연계로직도 살펴본다. 종래의 타 분야 기술가치평가 시스템이 지닌 재무적 데이터 기반의 사업가치 산출로직에 수자원 특성이 반영된 정성평가지표의 정량화 지수를 함께 반영한 하이브리드형 평가모델과 실제 웹기반 평가의 UI 구성 화면을 검토한다.

K-water의 가치평가 모형은 공익형과 수익형 수자원 기술을 구분하여 평가하게 되는데, 먼저 수익형 기술가치평가는 “기술의 경제성”이라고 하는 특성상 외부 산업유형의 수익(Profit)특성을 반영하여 화면을 설계 가능하다. 예를 들어 K-water 기술인벤토리 수도부문 기술은 수처리 멤브레인과 같이 수익 지향 기술이 다수 분포된다. 반면에, 공익형 기술가치평가는 공공의 편익(Benefit)과 비용(Cost)특성을 반영하여 화면을 설계하게 되는데, 맵과 같이 편익을 지향하는 기술을 평가하는데 활용된다.

* 본 연구는 연세대학교의 연세미래선도연구사업 일환으로 『데이터분석 기반의 지능형 가치평가 정보시스템 연구』 과제에서 연구를 지원 받았습니다.

또한 본 고에서 제시된 비용-편익 기반의 공익형 기술가치평가 모형(K-water 고유 평가모델)에 대한 적정성 검토를 위해 사회적 수명(20년)을 지닌 수자원 기술의 편익흐름 추정으로부터 실제 사례에 적용해 보았으며, 향후에는 다양한 사업환경 특성을 반영한 비즈니스 모델별 평가모형 검증은 추가적으로 수행하고자 한다.

주제어 : 웹기반 평가시스템, 수자원 분야, 공익형 기술, 기술가치평가 시스템, 연구성과평가, 기술평가, 비용 편익 분석

.....
 논문접수일 : 2018년 9월 19일 논문수정일 : 2018년 9월 28일 게재확정일 : 2018년 9월 28일
 원고유형 : 일반논문(급행) 교신저자 : 성태음

1. 개요

최근 수자원분야의 연구개발사업은 부족한 수자원을 확보하거나 치수 목적을 위해 하천구조물, 댐, 발전소, 운하, 하구둑, 유수지, 지하수관정 등의 수공구조물이나 시설을 개발하는데 역점을 두어 왔다. <표 1>에서 수자원 패러다임의 변화를 살펴볼 수 있듯이, 1960년대 초반에 가치개념으로 인식되지 않고 무한자원(자유재, 가격=0)로 인식되던 수자원이 2000년대에 들어서서 자원 또는 상품으로서의 희소성을 기반으로 한 경제제 성격을 띠게 되었다. 정부는 자원의 효율적 활용이라는 관점에서 수자원과 같은 중요한 국가 공공투자사업의 타당성 여부를 판단하기 위해 계획단계부터 경제성 분석을 실시하게 된다.

근래에는 이와 같은 공공투자사업의 시행여부를 결정하기 위해 사업계획의 입안과정 혹은 입안 후 경제성 분석을 실시하고 있으나, 수자원분야의 연구개발사업은 아직까지 그 절차 및 방법에 대한 체계가 확립되지 않았다. 또한, 수자원 분야에서 경제성 분석과 관련된 법률적 규정이 미약하고 관련 지침서 또한 미흡한 상황이라, 관련 분야의 타당성 조사 보고서를 살펴보면, 각

각 사용된 분석기간, 방법, 절차, 적용할인율, 편익, 비용의 종류, 편익의 정량화 등 여러 가지 측면에서 일관성이 부족한 측면이 존재한다.

<Table 1> Change of Paradigm in Water Resources

연대	1960~1970	1970~1990	1990~2000	2000~2010
재화의 종류	자유재 (가격 = 0)	준경제재 (저가격)	경제재 (고가격)	경제재 (초고가격)
자원	무한자원	일반 상품화	자원 상품화	희소자원화
수자원 관리	가치개념 無 경제개념 無	경제적 공급 능력 확보 공급위주	수요관리 수질관리 수급균형	수자원의 고갈 공급방법의 다양화 수요의 차별화 수질의 고급화
정책	수자원 정책 농업토목 정책	일반경제 정책	자원경제정책	자원 및 환경경제정책

* 출처: 물관리 최적화를 위한 수도요금 정책방향에 관한 연구(한국수자원공사¹⁾, 1998)

객관성과 합리성이 결여된 경제성 분석은 사업의 필요성을 충분히 제시하지 못하게 되며, 결과적으로 사업의 신뢰도를 잃게 되어 투자 우선순위에서 밀리게 되는 경우가 발생할 수 있다. 따라서, 기존 사업타당성 분석 방법론들을 토대로 하여 수자원 분야 연구개발결과물의 합리적

1) 2006년 3월 15일, ‘한국수자원공사’에서 ‘K-water’로 CI변경

평가 체계와 모델을 구축하는 것이 필요하며, 이를 통해 성과관리, 활용 및 확산을 수행할 수 있다. 그 동안 수자원 기술의 평가는 대부분 순현재가치(NPV)나 비용편익효과(B/C)를 기반으로 한 경제성 평가(Feasibility Study) 혹은 기술(환경)영향 평가(Technology Assessment) 위주로 수행되어 왔으며, 연구성과의 확산과 피드백을 받을 수 있는 기술 적용 대상 부문의 경제적 가치를 객관적으로 평가하는 모델은 체계화되지 않았다. 따라서, 본 연구를 통해 수자원 분야의 기술적, 사업환경적 특성(공공재 성격)에 적합한 기술평가 체계를 구축하고자 한다.

본 고에서는 K-water에서 연구개발한 기술의 외부 기술이전을 위한 수익형 기술가치평가 모델을 분석하고, 공익형 기술가치평가 모형의 개발 및 프레임워크 구축을 통해, 2차적 연구결과(장기)에 해당하는 기술이전(기술료 수입 증대) 또는 산업적 파급효과를 측정하기 위한 평가모형을 제시하는 데 있다.

본 논문은 다음과 같은 순서로 구성된다. 제I절에서 연구배경과 목적을 기술하기 위해, 수자원 패러다임의 변화와 국가연구개발 성과평가 및 관리를 위한 가치평가 모형의 필요성 등에 대해 서술한다. 제II절에서는 선행연구 기반의 기술평가 개념 및 유형에 대한 이론적 설명, 그리고 국내외 기술평가현황에 대한 분석과 기술가치평가 접근법에 관해 살펴보고, 이를 통해 본 연구의 필요성을 도출하였다. 또한 제III절에서는 K-water 기술가치평가 모델 구축의 개요와 연구성과 관리와 기술가치평가 모형의 필요성에 대한 설명을 기술하였으며, 제IV절에서는 K-water 기술평가 체계에 대한 분석과 공익형 K-water 기술가치평가 모델의 도출 로직과 사례 적용결과가 기술된다. 마지막으로 제V절에서는

각 절에서 분석한 연구결과를 정리하고 연구활용방안 및 시사점을 제시한다.

2. 선행연구 분석

2.1 기술평가의 개념

기술평가의 개념은 크게 기술력(등급) 평가와 기술가치평가로 구분되어 왔으며, 평가용도별 주관점이나 주요 관련기관 유형을 살펴보면 <표 2>와 같다(Seol et al, 2012; Ministry of Trade, Industry and Energy, 2017).

<Table 2> Consideration by Utilization for Technology Evaluation and Major Organization associated

구분	연구개발관리	기술지원	기술이전	기술용자
평가 목적	연구자원의 합리적 배분, 위험요인최소화	지원효과 극대화를 위한 적정화	유망기술 이전 과제의 선정	투자효과 극대화를 위한 적정화
평가 주관점	기술개발 수요, 개발가능성, 기술수준, 시장성, 경제성	기술개발 수요, 기술개발 위험도	기술성, 권리성, 사업성	시장성, 사업성, 기술가치
주요 관련 기관	기업, 연구소, 대학 등	국가(지자체 포함), 기술지원 대행기관, 기술담보기관 등	기술거래 중개기관, 기술이전 정보기관	VC, 금융기관 M&A 전문기관 컨설팅 기관 등

* 출처: 기술성평가 강의자료(한국기업기술가치평가협회, 서상혁, 2014)

2.1.1 기술등급평가

기술등급평가는 기술의 사업화 가능성을 백분율이나 등급으로 평가하는 유형으로 개별기술의 상대적 수준 또는 기업의 전체 기술역량 등의 기술적 우위성 등에 대한 평가를 수행한다. 선진국

형 모델을 보면, 평점모델, 체크리스트 모델, 전통적 자본예산기법, 지수 또는 공식을 이용하는 방법, 동태적 모델 등 여러 가지 형태의 모델이 존재한다(Seo, 2013).

기술등급평가 방법으로는 평점모형, 프로파일 모형 및 경제성 지표모형 등이 있으며, 이 중 평점모형기법이 널리 사용된다. 평점모형(Scoring Model)은 기술성의 각 평가항목에 평점을 부여하며, 평가항목 간 가중치를 적용하여 평가하는 방법이고, 프로파일 모형은(Profile Model)은 평가요소를 차트에 등급으로 표시하며, 해당기술의 장단점을 신속히 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한 경제성 지표 모형(Economic Index Model)은 기업화 성공확률, 기술적 성공확률, 시장성 등의 지표를 곱하여 수치로 표현하는 방법이다.

2.1.2 기술수준평가

기술수준이란 기술역량의 크기를 나타내는 상대적인 비교의 개념으로, 국가나 조직의 기술수준은 비교상대가 존재하거나 비교시점이 존재할 때 비로소 측정이 가능하다. 기술수준의 비교대상은 국가간·산업간·기업간 비교, 특정 제품이나 공정의 비교 등이 있다(Eom, 2015). 프로젝트에 대해서는 기술개발 예산배분을 위한 사전평가, 개발성과 측정을 위한 사후평가가 많이 이루어지고, 프로그램에 대해서는 예산 배분을 위한 사전평가와 프로그램 운영의 개선을 위한 사후평가가 주로 이루어지며, 정책에 대해서는 사후적으로 별도의 정책평가가 이루어진다. 흔히 특정프로그램의 평가에는 정성적 평가방법이나 평점법이 많이 사용되고 있다(Seo, 2013; Eom, 2015).

2.1.3 기술가치평가

기술가치평가(Technology Valuation)는 넓은 의미의 사회경제적 영향 또는 파급효과를 제외하고 미래에 창출할 직접적인 사업수익이나 과거 투입된 비용 정보를 기반으로 기술의 경제적 가치를 화폐 단위로 측정하는 평가이다(Seo, 2013; Eom, 2015; Sung et al, 2017a)]. 이 개념의 기술평가는 기본적으로 활성화된 시장(active market)에서 거래가 전제되고 거래 당사자 간에 상호 이해관계가 배제되어야 하는 평가라고 할 수 있으며, 최근 기술이전 및 사업화 촉진에 관한 법률, 산업기술기반 조성법, 벤처기업육성특별법 등에서 언급하고 있는 기술평가의 한 개념이다.

기술가치 평가방법에는 소득접근법, 시장접근법, 비용접근법 등이 있으며, 실제 거래사례 수집이 현실적으로 어려운 국내 상황을 감안하면 일반적으로 소득접근법 및 로열티공제법을 주로 적용하며, 다른 평가기법을 보완적으로 활용하고 있다(Sung et al, 2017b; Park et al, 2012).

이러한 기술가치평가는 법률에서 규정하는 기술평가 전문기관(기술보증기금, 발명진흥회, 한국과학기술정보연구원, 한국산업기술진흥원, 산업은행 등)의 평가결과를 기반으로 연구소 설립을 위한 현물출자나 기술금융(보증, 담보, 투자 등)의 용도로 활용되는 사례가 최근 증가하고 있다(Seol et al, 2012; Ministry of Trade, Industry and Energy, 2017).

2.2 국내외 기술평가 현황

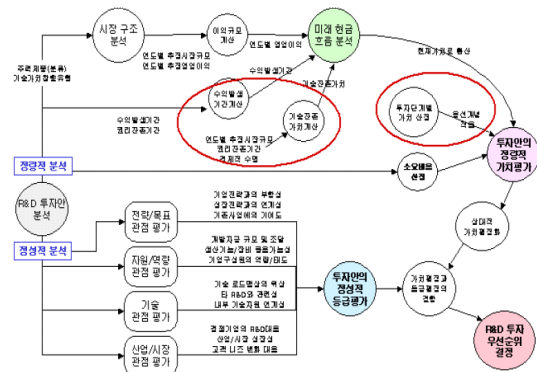
2.2.1 한국과학기술정보연구원(KISTI)

한국과학기술정보연구원(KISTI)은 최근 R&D

의사결정지원 및 기술이전 참조를 위한 웹기반 기술가치평가시스템(STAR-Value 5.0 Plus)을 활용하여 투자 우선순위, 투자가치 결정 도구를 개발한 바 있다(Korea Institute of Science and Technology Information, 2017; Sung et al, 2017b).

정량 분석의 경우, 평가대상기술의 시장구조를 분석하여, 연도별 매출액과 영업이익율을 추정함으로써 연도별 영업이익을 추정하고, 수익발생기간 동안의 추정영업이익과 수익발생기간 종료 후 해당 기술이 갖는 기술 잔존가치를 추정하여 해당 기술에 의해 창출되는 미래 현금흐름을 분석하며, 이를 통해 미래가치를 산출하여 할인율을 적용하여 정량적인 가치평가를 한다(Yoo, 2011).

정성 분석의 경우 <그림 1>과 같이 해당분야 전문가들이 4가지 관점(전략/목표, 자원/역량, 기술, 산업/시장)의 평가설문 항목에 대해 등급평가를 수행하게 하며, 이러한 정성 요인은 STAR-Value 5.0 Plus 내부에 레이더 차트 형식으로 탑재되어 있다.



* 출처: 주요 연구사업 최종보고서(KISTI, 2015)

<Figure 1> Flow chart of data associated with R&D decision-making support evaluation module

2.2.2 발명진흥회(KIPA)

발명진흥회(KIPA)는 공공기술평가지원사업, 특허기술사업화 평가수수료 지원사업, 기술금융 연계 평가수수료 지원사업을 수행하고 있다. 우선 공공기술평가지원사업은 대학, 연구소 등 공공연구기관이 우수특허기술을 발굴할 수 있도록 발명평가(기술평가)를 지원하고 이를 통해 공공연구기관의 효율적인 특허관리 및 기술이전, 사업화를 지원하는데 주요 유형은 다음과 같이 3가지로 구분이 가능하다.

- 1) 선별평가 : 보유기술 중 사업화 유망 기술을 선별하기 위한 평가
- 2) 상세평가 : 선별기술의 기술사업화 가능성 정도를 분석하기 위한 평가
- 3) 수요기업조사 : 선별기술의 예상 수요기업을 조사

다음으로 특허기술사업화 평가수수료 지원사업은 우수발명의 조속한 사업화 촉진을 위해 등록 특허, 실용신안의 우수성, 사업타당성에 대한 객관적 분석 평가를 지원하는 사업이다.

- 1) 발명의 기술성 평가 : 성능분석·경쟁기술과의 비교를 통해 기술(제품)의 우수성 평가
- 2) 발명의 사업성 평가 : 권리성, 시장성, 사업성 항목 등에 대한 종합 검토를 통해 기술(제품)의 사업타당성 또는 기업의 기술력을 평가

2.2.3 국가기술이전센터(NTTC)

미국 국가기술이전센터(NTTC: National Technology Transfer Center)에서는 자체 기술평가 프로세스에 따라 기술을 평가하고, 라이선싱 파트너를 찾아주는 역할을 한다(Korea Institute

of Science and Technology Information, 2015; Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2006). NTTC가 전 세계적으로 가장 앞선 기술 이전 전문기관이 될 수 있었던 것은 수년간의 기술이전 경험을 통한 기술발굴능력, 기술평가 능력에 있으며, 다음의 기술평가 프로세스로 수행된다.

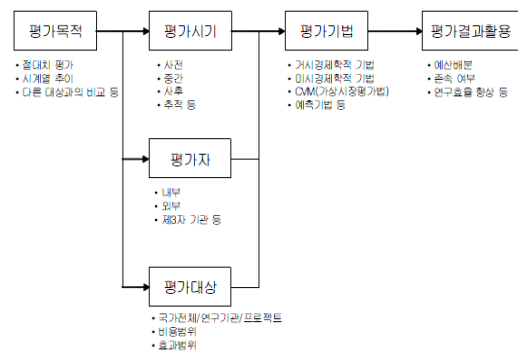
- ▶ 1단계는 기술에 대한 우선순위를 검토하는 단계이다. NTTC 기술 및 산업전문가들은 기술들의 우선순위를 결정하기 위해 기술 소유자가 제출한 기술 혹은 기술포트폴리오를 사전 스크린한다. 우선적으로 라이선싱 기회가 주어지는 기술에 초점이 맞추어지며, 각각의 기술들은 11개의 카테고리로 스크린된다.
- ▶ 2단계는 심층 분석평가 단계이다. 심층분석을 위해 데이터베이스자료, 문헌자료, NTTC 요원들에 의한 방문, 소프트웨어 도구적용, 그리고 평가결과를 종합하여 명확한 보고서를 작성한다.

2.2.4 산업기술종합연구소(AIST)

일본의 독립행정법인 산업기술종합연구소(AIST, 이하 ‘산중연’)에서는 연구의 성과평가를 실시함에 있어 비용 대비 효과의 관점을 고려한 평가방법의 유효성과 문제점 등을 명확히 하였다(Korea Institute of Science and Technology Information, 2015; Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2006). AIST의 연구성과 평가시스템은 <그림 2>와 같이 구성되며, 연구개발의 경제적 영향을 평가하는 목적을 경제산업성의 기술평가 지침에 따라 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 1) 연구개발에 대한 경제적, 사회적 요구 반영
- 2) 보다 효율적이고 효과적인 연구개발의 실시
- 3) 국민에게 연구개발의 의의와 내용 홍보
- 4) 자원의 중점적, 효율적 배분의 반영
- 5) 연구개발 실시기관의 자기개혁 촉진

경제적 영향평가는 시간적 불확실성(일반적으로 장기간을 요함), 타율성(연구개발성과를 활용하는 사람의 행동에 의존함), 다양성(경제적 가치가 모두 있는 것은 아님)이 존재하므로 예견의 확실성이 낮다.



* 출처: 연구개발성과의 경제적 영향에 관한 조사연구(한국과학기술기획평가원, 2006)

<Figure 2> Structure of Research Performance Evaluation System developed by AIST

경제적 영향평가는 <표 3>과 같이 크게 경제적 영향과 사회적 영향으로 다시 구분되며, 사회적 영향은 금액환산이 가능한 영향과 금액환산이 불가능한 영향으로 구분될 수 있다.

(Table 3) Comparison of value increase and decrease in terms of social and economic influence measurement

구분		정(+)의 가치증가	부(-)의 가치감소	
경제적	측정	시장창출 및 확대 부가가치 향상	비용 절감	
	가상과의 비교	매출감소 저지 부가가치감소 저지	비용 증가 예방	
사회적	금액 환산 가능	측정	생존율 상승 환경보전 (지구온난화 방지효과 등)	에너지 절약 오염물질 배출감소 시간 단축
		가상과의 비교	정체 해소 효과	피해 감소
	금액 환산 불가	측정	환경보전(오존층 파괴 방지효과) 국가표준의 확립	연구노력의 절감
		가상과의 비교	연구개발능력 향상 연구인재 육성 기술의 공업화	정책비용의 절감

* 출처: 연구개발성과의 경제적 영향에 관한 조사연구(한국 과학기술기획평가원, 2006)

기본적인 금액환산방식은 다음과 같이 연구개발 효과를 정량적으로 산출하여, 단위가 금액이 아닌 것에 대해서는 금액환산계수를 이용하여 금액으로 환산한다(Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2006).

$$\checkmark \text{ 경제적 영향} = \text{대상량} \times \text{연구개발의 효과} \times \text{금액환산계수}$$

연구개발의 효과 기여도 설정에는 정확성 측면의 한계가 존재하며, 정량화하는 것은 매우 어려운 문제이며, 과소평가되지 않도록 하는 것이 중요하다. 또한, 특정 연구성과의 경제적 영향 유효기간은 그 성과를 활용한 영향이 실현된 시기를 개시시점으로 볼 수 있다. 그러나, 연구개발 종료시점은 각기 다르므로, 평가시점이 연

구개발 종료 직후가 될 지, 연구개발 종료 후 일정기간의 소요가 필요할 지에 따라 달라질 수 있다.

2.3 기술가치평가 접근법

기술가치평가는 일반적으로 소득접근법, 시장접근법, 비용접근법과 같이 다음 세 가지 방식을 적용하여 수행된다(IVS, 2015).

소득접근법(Income Approach)은 기술이 상품화되었을 때, 예상매출액 및 이익을 현재 현금가치로 환산하는 방법이다. 미래에 가져올 수익으로부터 산출된 기간별 현금흐름을 적절한 할인율로 나누어 현재의 가치를 산출하는 방법으로 현금흐름할인법(DCF: discounted cash flows method)이 기본적으로 적용된다(Reily et al, 1999; Smith et al, 2005). 이 기법은 미래가치의 예측 및 기술의 기여도(기술요소: Technology Factor)를 산정하는 과정에서 고려되는 변수들이 모두 추정 및 예측에 근거하여, 주관적인 자의성 및 편차가 발생할 가능성이 있다.

시장접근법(Market Approach)은 시장에서 거래된 동일 또는 유사 기술의 가치를 근거로 평가대상기술의 가치를 평가하며, 기술평가 정보가 충분히 축적되어 있고 유사한 사례가 있을 경우 효과적으로 활용할 수 있는 기법이다(Boer, 1999; Leem et al, 2015; Kang et al, 2015). 평가대상이 되는 기술자산과 유사한 자산의 거래정보가 많은 경우 최적의 평가방법으로, 수요자 및 공급자가 상호 합의된 가격에서 거래가 발생하므로 설득력이 높다는 장점이 있으며, 실무에서 로열티공제법(Relief-from-Royalty method), 거래사례비교법(Transactions Comparison method) 등이 흔히 이용된다.

비용접근법(Cost Approach)은 과거 동일 또는 유사 기술의 연구개발에 투입된 비용을 기초로 해당기술의 가치를 판단하는 것으로, 상품화까지 추가 연구개발이 필요한 초기단계 기술이나 아직 시장이 형성되지 않은 기술을 평가할 때 활용되는 방식이다(Sung et al, 2017b). 이 방식은 평가대상기술을 개발하기까지 소요된 물적, 인적 자원의 가치를 합산한 후 물가상승률, 기술진부화율 등을 고려하여 현재 가치화하는 방법으로 측정이 비교적 용이하다는 장점이 있는 반면, 대상기술의 수익성에 근거를 두고 있지 않기 때문에 향후 기대수익(예상수익 성장률), 수익산출기간, 그리고 투자리스크 등의 중요한 요소가 고려되지 않는다는 단점을 갖고 있다.

상기 세 가지 접근법 이외에 미래 불확실성을 반영하여 옵션가치를 고려하는 실물옵션법이 있으며, 이들 방법론의 비교가 <표 4>와 같이 정리된다.

<Table 4> Major Methodologies for Technology Valuation

구분	주요 변수	적용 영역	문제점
소득 접근법	기술수명, (매출기반) 현금흐름, 할인율, 기술기여도	기술거래, 보편화된 기술시장	변수추정의 주관성 개입문제 시장요인의 영향이 큼
시장 접근법	동일 또는 유사기술의 시장거래사례 가치	라이선스 및 로열티산정	기술거래시장이 전제, 거래사례가 있어야 함.
비용 접근법	연구개발비용, 물가상승률, 진부화율, 감가상각법	공공기관의 기술이전	미래 기회수익 미반영
실물 옵션법	기초자산 변동성, 무위험이자율, 기술수명, 사업화 소요기간 및 비용	연구개발 투자, 미래불확실성이 큰 프로젝트	변수추정의 어려움

* 출처: 가치평가접근법 강의자료(한국기업기술가치평가협회, 2017)

2.4 수자원 관련 기술가치평가 현황

이상에서 살펴본 바와 같이, 기술평가의 다양한 개념은 활용목적, 평가방법(지표), 수해범위 등에 따라 달라지는데, 대상기술의 이전·거래(매매), 현물출자, 기술금융(투자, 담보, 보증), M&A, 청산, 소송 등을 위해서는 해당 기술이 직접적으로 창출하는 사업화 수익만을 고려할 필요가 있으므로 기술가치평가가 적합하다고 할 수 있으며, “경제재”로서의 수자원도 이러한 기술이전(거래)을 염두에 둔다면 수익형 기술가치평가 모델의 적용이 필요하다고 하겠다.

또한, “공공재” 성격을 동시에 띠는 수자원 분야 산업 특성을 고려할 때 상기 기술평가 유형을 단독으로 적용하기는 어려울 것으로 판단되며, 이는 <표 5>에 제시된 바와 같이 수행주체, 부가적 평가목적, 산출물 유형(중간생산재) 등을 고려할 수 있도록 개선, 보완되어야 할 필요가 있다.

<Table 5> Issues to consider technology valuation for water resources

속성(관점)	고려사항
주체 (공공/민간)	- 대부분 수행주체가 공공부문임. - “시장실패의 위험”이 갖는 내재적 특성을 보완하기 위해 필요.
부가적 평가목적	- 불확실성 기반으로 사전/사후적 피해를 경감시키는 위험관리의 성격도 도모.
산출물 (중간생산재)	- 가치창출의 주체가 공공부문이므로 지재권 확보가 어려움. - 임의 상황(예.홍수/산사태)에만 효용가치를 나타낼 수 있는 조건부적 산출물 및 결과임. - 자체로는 효용가치를 갖지 못하고 특정 환경에서 실행될 때만 효용을 가지는 중간재임. - 일정기간 유지되나, 내구연한이 불확실함

상기 고려사항들은 “공공재” 성격을 가지는 공익형 수자원 기술가치평가 모델의 객관성을 확보하기 위해 도출되었다.

최근까지 기술가치평가는 지식재산권(특허)를 중심으로 활발하게 수행되어, 기술이전·거래, 투자·담보·보증 이외에 다양한 목적으로 활용되어 왔다. 특히 특허의 시장가치를 산출하여 거래시장에서 참조자료로 활용되는 사례가 관찰되어 왔다(Reitzig, 2003, 2004; Park, 2005; Won et al, 2002). 이외에도 미디어 콘텐츠의 적정가격 산정을 위한 평가 프레임워크 도출, 논문/특허/데이터베이스 등 무형자산의 경제적 가치를 산출하는 방법론 및 실증사례에 대한 연구를 통해, 가이드라인 역할을 해왔다(Sung et al, 2016b, 2016c).

건설교통 부문 기술가치평가 모델의 구축을 통해, 건설 기술의 이전거래를 위한 평가기반을 구축한 사례가 있으며(Korean Institute of Evaluation for Construction and Transportation Technology, 2010), 회귀분석을 이용한 기술가치평가 모델을 개발한 연구결과도 있다(Lee, 2002). 일반적으로 R&D 사업의 타당성 분석에 활용되는 비용-편익 분석 모듈도 지속적으로 발전해 왔다(Park, 2009; Lim, 2009). 기타 제조부문 유망기술로 선정된 대상기술의 경제적 가치를 산출하거나 해당 부문의 사업타당성을 미리 검토하여 사업화전략 의사결정에 참조하는 등 기술가치평가의 응용 범위는 다양하게 확대되어 왔다(Sung et al, 2013, 2015).

본 고에서 연구의 필요성을 제기하는 이유는 수자원 기술의 사업환경이나 기술특성을 반영한 정형화된 기술가치평가 체계가 구축되지 않았으며, 다만 사회(환경)적 파급효과를 포함하는 광의의 비용-편익 효과를 분석하는 시도가 있었기

때문이다(Brennan et al, 1985; Kwak, 2005; Kim, 2007; Yeo et al, 2008). 따라서, K-water에서 시도한 물관리 최적화를 위한 수도요금 정책연구나 수자원사업의 타당성 분석 개선방안 연구결과로부터, 연구성과의 관리 효율성과 결과 신뢰성을 제고할 수 있는 K-water (공익형/수익형) 기술가치평가 모형을 개발할 필요가 있으며(K-water, 1998, 2008), 기존 기술가치평가 영역에서 활용되는 수익접근법(Income Approach)를 기반으로 하여 통합 평가지표 체계의 개발을 통한 수자원 기술 평가기법을 계량적으로 산출할 수 있는 체계화가 요구된다(Park et al, 2012; Kang et al, 2010).

3. 연구 방법

3.1 K-water 기술가치평가 모델 구축

최근 수자원을 경제재로서 인식함에 따라, 수자원 자체의 기술적, 공학적, 정치적, 사회문화적, 제도적 측면의 연구 필요성은 더욱 커지고 있다. 기술평가 및 기술거래 시장은 정책부문 공급자 시장의 비중이 축소되고 민간부문의 수요자 중심 시장이 성장할 것으로 예상되나, 정부지원정책 및 기술평가수수료에 의해 시장 변동 가능성이 크다. 공공기술이 대부분인 K-water 내부 연구개발결과물의 품질 및 활용도 제고를 위한 기술평가의 경우, 향후 개발될 기술의 수요자 중심으로 설계되어야 하며 이를 연구개발(R&D) 프로세스 내에 적용할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 시스템 외에 조직, 성과관리 관점, 제도적 측면의 개선이 함께 수반되어야 한다.

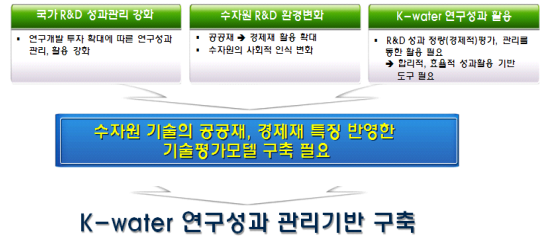
일반적 제화는 시장의 수요와 공급에 의해 가

격이 결정되고 가격은 미래의 수요와 공급에 신 호역할을 수행하여 효율적 자원분배가 가능하지만, 수자원의 경우 시장형성이 어렵고 가격자책 또한 공공재로 인식되어 정부의 정책에 따라 가치가 저평가되어 왔다. 따라서, K-water 과제관리 프로세스에 성과관리를 위한 도구로서 기술 평가체계의 구축을 함으로써 공익적 측면의 기술가치를 측정하고 활용할 수 있는 방안이 필요하다. 특히, 기술평가의 시점과 용도, 목적을 명확히 함으로써 기술평가의 활용성을 극대화 할 수 있다.

3.2 K-water 연구성과 관리와 평가체계

연구산출물의 평가를 기준으로 할 때, 기존 국내 공공기술평가기관의 기술가치평가 방법론은 대부분 “경제제”의 평가를 목적으로 하고 있으며, 이에 반해 현재 K-water의 보유기술은 대부분 “공공제”에 해당하므로, 기존의 평가방법을 보완할 수 있는 방법론이 요구된다. 이를 위해서는 시장성평가 방법론과 기술성평가 방법론의 이분화(경제제 평가, 공공제 평가)가 필요하며, 각 평가모델의 산출과정에서 평가범위, 목적 등의 조정을 통한 기술평가체계 구축이 필요하다.

또한, <그림 3>과 같이 국가 R&D 성과관리 강화, 수자원 기술의 경제제로서 활용범위 확대에 따라 K-water 연구성과 관리의 효율성과 정확도를 높일 수 있는 평가모델의 구축이 요구되며, 현재 시점에서 공공제로서의 수자원 활용가치, 향후 경제제로서 수자원의 활용가치를 K-water 연구성과 관리관점에서 피드백하고 보완함으로써, 연구개발(R&D)생산성을 향상시키고 연구결과물의 품질관리(Quality Control)기반을 확보할 수 있다.



* 출처: K-water(2017)

<Figure 3> Establishment of Infra-structure for Research Performance Management

연구방법론에 있어서는, 이러한 연구성과 관리기반 프레임워크를 기반으로 <그림 4>와 같이 K-water 내·외부 기술평가 환경분석, 평가방법론 벤치마킹을 통해 K-water 고유의 평가모델을 구축함으로써 연구개발 단계부터 성과확산 단계까지 R&D 전주기적 기술평가에 기반한 성과관리 체계를 구축할 수 있을 것으로 판단된다.



* 출처: K-water(2017)

<Figure 4> Range of Research for establishing Technology Evaluation Framework by K-water

4. 연구 결과

4.1 K-water 기술평가 체계

본 고에서 제시하는 K-water 기술평가모델의 구축 방향은 시장성 평가, 경제성 평가, 수익형

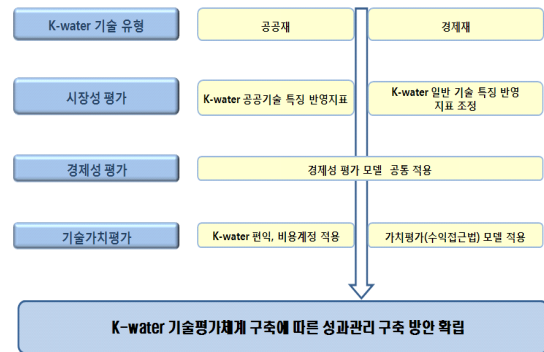
기술가치평가, 공익형 기술가치평가로 구분하고 각 평가모델의 벤치마킹 모델을 국내외 16개 기관의 평가모델, 지표 조사를 통해 정리하고 평가용도 관점에서 분류하는데 있다. 또한, 평가활용 목적에 따라 <표 6>과 같이 크게 사업타당성 평가와 기술가치평가로 구분하고, 평가활용 시점에 따라 R&D 사전평가와 R&D 사후평가로 구분하였다.

<Table 6> Framework for Technology Evaluation by K-water

구축범위		기존 평가방법	평가 결과	K-water 시사점	비고
사업 타당성 평가 (R&D 사전)	시장성 평가	기술성, 권리성, 시장성, 사업성	평점, 등급	수익형 기술과 공익형 기술의 평가지표 차별화에 의한 평점, 등급 산출체계 도입 필요	Scoring 및 Profiling 모델 기반
	경제성 평가	NPV(Net Present Value; 사업가치)	NPV	평가대상기술의 사업추진 타당성을 비용(Cost)대비 이익(Profit)을 활용하여 NPV, IRR, B/C, ROI로 산출 필요	Feasibility Study 기반 모델
기술 가치 평가 (R&D 사후)	수익형	DCF (Discount Cash Flow; 현금흐름 할인법)	기술 가치	국내 공공평가기관이 사용 중인 범용 모델을 기반으로 기술가치 산출모델 도입 필요	Technology Valuation 기반 모델
	공익형	Cost, Benefit 분석 (비용, 편익)	기술 가치	K-water 기술의 산업 특성 반영한 비용, 편익분석을 통해 기술가치 산출모델 도입 필요	Technology Assessment 기반 모델

본 연구에서는 <그림 5>와 같이, 시장성 평가와 기술가치평가는 공익형 기술과 수익형 기술의 특징을 반영할 수 있도록, “공공재” 및 “경제재”의 2가지 트랙(Track)으로 구성하여 기존 수자원 기술의 환경영향평가 모형을 B/C 분석

(Cost-Benefit Analysis)을 반영한 공익형 기술가치 평가 모델로 최적화하였다.



<Figure 5> Evaluation Structure by K-water's Technology Types

“경제재”로서의 수익형 K-water 기술가치평가 모델은 기존 기술가치평가 관점에서의 수익접근법(현금흐름할인법: Discounted Cash Flow method)을 적용하였으며, 한국표준산업분류(KSIC)상 “전기, 가스, 증기 및 수도사업(D)”, “하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업(E)” 및 “종합건설업(F41)”에 해당하는 할인율과 산업기술요소지수를 아래 <표 7>과 같이 산출하였다.

<Table 7> Discount rate and Industry-Technology Factor Index associated with water resources

KSIC	업종(산업)분야	할인율 (%)	산업기술요소지수 (%)
D	전기, 가스, 증기 및 수도사업	4.12	15.48
E	하수, 폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업	8.83	15.48
F41	종합건설업	11.79	58.81
F42	전문직별 공사업	19.09	57.20

“수익형” 기술가치평가 모델은 관련 특허의 기술분류별 인용기간 분포로부터 기술적, 사업적 특성을 반영한 수명영향요인에 적용하여, 최종 수익예상기간을 산출한다. 또한 해당 기술의 적용비중을 감안하여 연도별 창출가능한 매출 추정을 바탕으로 여유현금흐름(Free Cash Flow: FCF)을 계산하고 <표 7>과 같이 비즈니스 모델이 적용될 업종의 할인율(WACC) 및 산업기술요소지수를 기반으로 해당 사업화기간 내의 사업가치 현재값을 산출하여, 이를 최종 수익형 기술가치로 얻는 방식이다.

K-water 보유 기술의 정량평가를 위해 기존의 기술가치평가 방법론과 수자원 분야의 기술특성을 반영한 평가모형 체계가 구축되는 것이다.

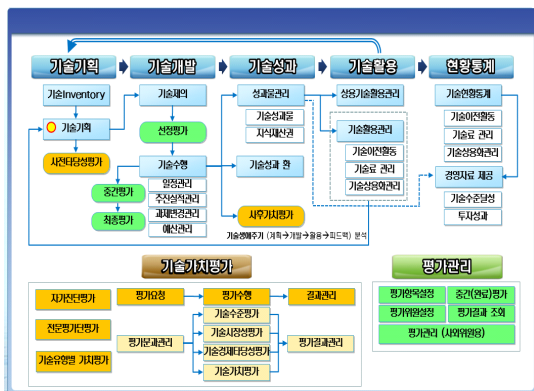
따라서, 다음 절에서는 상기 제시된 “수익형” 기술가치평가 모델 이외에 “공익형” 기술가치평가 모델의 도출 결과를 제시하기로 한다.

4.2 K-water 공익형 기술가치평가 모델

공익형 기술가치평가 모델은 “공공재”로서 수자원을 활용 할 수 있는 K-water 연구개발 완료 기술의 사회적 파급효과 창출 가능성을 화폐가치로 측정하는 것이다. 가치평가를 수행하는 주체는 K-water 내부인력, 과제수행 연구개발자, 기획조정실 등 성과창출, 활용, 관리부서 담당자로 기술평가 가능한 전문인력이며, 비전문가의 경우 평가 방법이 비교적 간단하고 활용이 용이하도록 평가 매뉴얼, 유사평가 사례 검색비교할 수 있는 프레임워크를 구축하였다.

본 고에서 한정하는 기술가치평가 대상기술은 K-water Tech-Inventory상 분류가 가능한 연구개발 완료기술과 기타 수자원 관련기술을 대상으로 한다. 앞서 살펴본 바와 같이, 평가대상기술이 “경제재” 성격을 가질 경우 외부 수익형 기술의 경우 기술보증기금 등의 평가기관이 활용 중인 수익접근법 기반 기술가치평가 방법론을 활용하여 평가하며, “공공재” 성격을 가질 경우 日산중연(AIST) 등의 연구개발기관의 편익, 비용 분석 기반 평가방법론과 관련 연구사례를 활용하여 K-water 고유모델을 활용할 수 있다.

이들 평가모델의 활용 기대효과로는 수익형 기술가치평가의 경우 산업계 이전 및 사업화 대상기술의 가치, K-water 내부 수익을 창출할 수 있는 기술의 가치를 산출함으로써 성과 측정 및



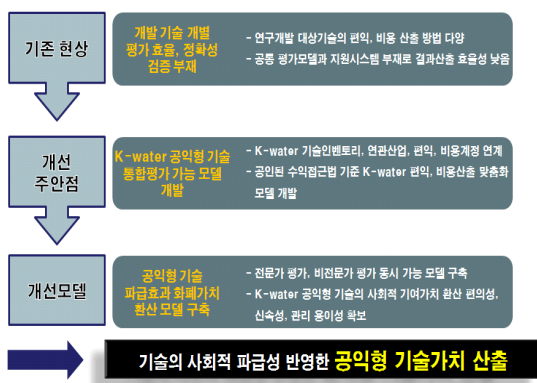
* 출처: K-water 제공자료를 기반으로 자체 작성(2017)

(Figure 6) Structural Diagram for K-water's Research Performance Management

K-water가 최종 구축한 연구성과 관리체계는 <그림 6>과 같이 기술기획, 기술개발, 기술성과, 기술활용 및 현황통계 정보를 활용하여, 기술가치평가 및 평가관리를 수행하게 된다. 각 단계별 선행 및 후행 기능모듈이 연계되어 있으며, 연구성과의 평가관리를 위해 기술수준평가, 기술시장성평가, 기술경제타당성평가 및 기술가치평가를 활용할 수 있고, 여기서 공익형 또는 수익형

관리가 용이하며, 공익형 기술가치평가의 경우 사회적 편익 기여 기술의 가치를 산출하여 K-water의 공익형 기술개발 타당성을 확보하고 외부 인지도를 확보할 수 있다는 점이다.

공익형 기술가치평가모델은 기존에 기술의 공익성(사회적 파급효과)에 대한 평가모델이 기술 영향평가 개념을 적용해 왔으며, 성과관리 측면의 개별기술 건의 가치산출 방법이 다양하게 진행되어 평가산출 효율이 떨어지는 문제를 초래하거나, 기존에 기술의 활용 특성을 반영한 기술 평가모델과 지원시스템의 부재로 결과 산출효율성이 낮은 측면이 있다. 따라서, 산출방법에 있어서 공통된 공익형 K-water 기술평가모델 확보를 위해, <그림 7>과 같이 공익형 기술파급효과를 화폐가치로 환산하는 모델을 개발하였으며, 다양한 유형의 수자원(통합수자원, 지표수, 지하수, 대체수자원)에 대한 사업환경적 속성 요인을 반영하였다. 여기에는 기술개발로 인한 수자원 확보 원가절감효과, 수량/수질 공급의 안정성 확보 효과 등을 정성 지표로 반영할 수 있도록 하였다.

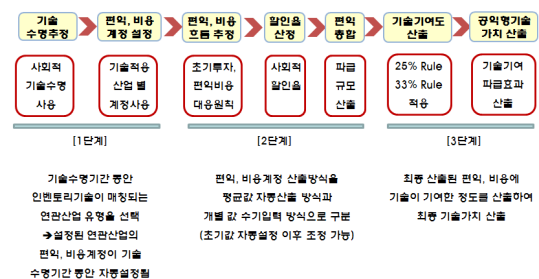


<Figure 7> Major Issues of Revised Model for Public Technology Valuation

본 연구에서는 공익형 기술가치평가를 위해 수자원 산업의 연관 편익항목을 기준으로 비용계정을 매칭시키고, 기존의 비용-편익 접근법과 현금흐름할인법(Discounted Cash Flows)의 평가체계를 절충하는 모델을 구축하였다.

평가대상기술이 적용되는 산업 유형이 다수일 경우, 각 산업의 편익, 비용 합계액을 기준으로 평균값을 활용하여 특정 평가대상기술의 연관 산업분야 편익, 비용을 산출하는 방법을 활용하였다. 기술수명은 각 산업별 사회적 수명기간을 조사하여 산출 적용하였으며, 대다수의 경우 20년을 기준으로 정성적으로 조절할 수 있도록 하였다.

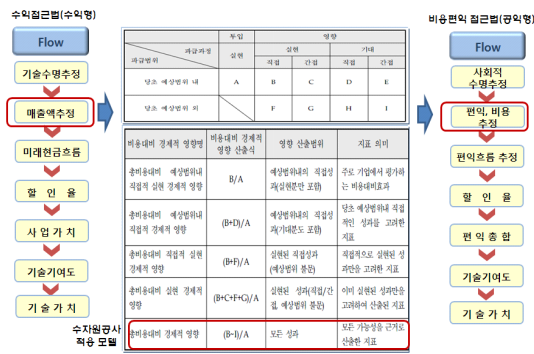
공익형 기술가치평가모델은 정성적 평가체계를 적용한 기존 수자원 고유 평가모형(日 산중연(AIST))과 기존 공공기술의 가치평가방법론(점수/등급 평가)을 기반으로 하였으며, 공익형 수자원이 가지는 사회적 수명 등 기존 기술가치평가 방법론의 한계점을 보완하기 위한 절충 조정 모델을 도출하였다. 공익형 기술가치평가모델은 <그림 8>과 같이 총 7단계로 구성되며, 日 산업 기술종합연구소에서 사용 중인 비용 대비 경제적 파급효과 계산방식의 정의와 K-water 기술의 편익, 비용계정 특성을 반영하여 최종 모델을 구



<Figure 8> Flow Diagram of K-water's Public Technology Valuation Model

현하였다. 공익형 기술가치평가모델의 기반 모델은 기존의 기술영향평가이며, 다양한 경로와 방법으로 혼재된 수자원 기술의 평가방법을 일관된 방법으로 도출할 수 있도록 산출 방법을 통일한 점에 그 의의가 있다.

K-water 적용 모델은 <그림 9>와 같이 “총 비용 대비 총 경제적 영향”을 평가하는 모형이며, 모든 가능성을 근거로 산출한 지표를 적용하였다. 조정된 기술수명은 “사회적 기술수명”으로 수자원 기술의 공공재 적용 가능성을 반영하여 산출하였다.



* 출처: 연구개발성과의 경제적 영향에 관한 조사연구(한국 과학기술기획평가원, 2006)

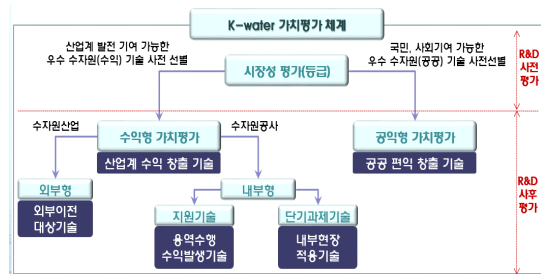
<Figure 9> K-water's Cost-Benefit Analysis Model which reflects the criteria of influence effect analysis framework developed by AIST (Japan)

공익형 기술가치평가 산출로직의 비용, 편익 계정의 설정과정은 총 2단계로 구분되며, 1단계는 평가대상기술을 K-water 평가대상기술과 연관되는 산업유형을 매칭시키는 단계로 구성된다. 여기서 언급된 연관산업은 댐, 상수도 개발, 지하수 개발, 농업용수공급사업, 운하, 방수로, 하천 복원/회복, 하천 공원화, 하천 개수, 홍수조

절 저류지, 지하 저류시설, 소수력 개발, 총 12개 산업분야이며, 해당 편익계정은 생활용수 공급, 공업용수 공급, 농업용수 공급, 홍수피해 경감, 전력생산, 환경비용 절감, 원수 수질 개선, 자연 자원 개선, 레크레이션, 비상용수 공급, 내륙 주 운 운송, 자산 고도화, 토지 조성, 교통활성화/피해방지, 건설 및 연관산업 파급효과, 공중보건 위생향상, 기타 등 편익항목으로 구성된다. 또한 편익항목은 다수를 선택할 수 있도록 선택하였으며, 선택된 산업의 편익, 비용계정의 평균값을 활용할 수 있도록 하였다.

앞서 살펴본 바와 같이, K-water의 가치평가 모형은 공익형과 수익형 수자원 기술로 구분하여 <그림 10>과 같이 적용할 수 있다.

먼저 수익형 기술가치평가는 특성상 외부 산업유형의 수익(Profit)특성을 반영하여 화면을 설계 가능하며, 예를 들어 K-water 기술인벤토리 수도부문 기술은 수처리 멤브레인과 같이 수익 지향 기술이 다수 분포된다. 또한, 공익형 기술가치평가는 공공의 편익(Benefit)과 비용(Cost) 특성을 반영하여 화면을 설계하게 되는데, 댐과 같이 편익을 지향하는 기술을 평가하는데 활용된다.

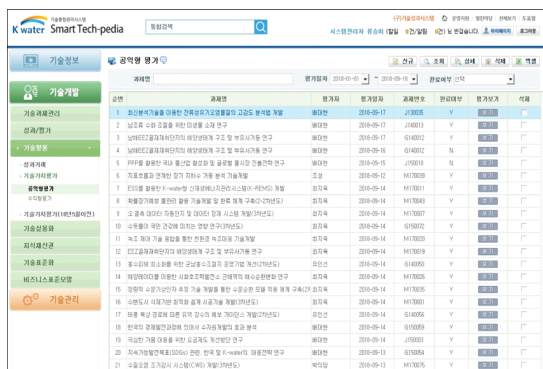


<Figure 10> Methods of Technology Valuation by Types and Characteristics of K-water's Technologies

4.3 K-water 공익형 기술가치평가 시스템 설계로직

K-water에서 구축한 공익형 기술가치평가 시스템은 다음과 같이 구성된다.

첫째, <그림 11>과 같이 공익형 수자원 기술의 검색화면을 통해, DB관리의 편의성을 제공한다.



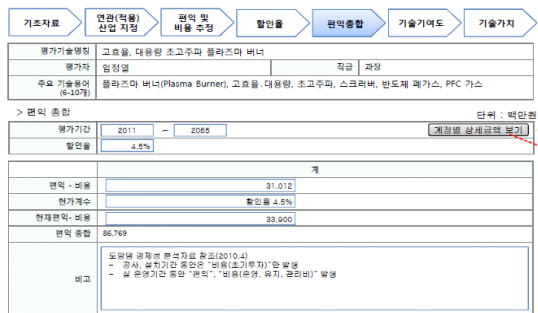
(Figure 11) Initial Page captured of K-water's Public Technology Valuation System

둘째, <그림 12>와 같이 기존 평가결과(등급, 점수)를 검색하여, 현재 평가자가 적용하게 될 변수와 평가결과를 별로 저장 관리할 수 있는 화면 UI를 제공한다.



(Figure 12) User Interface which brings up the existing valuation results

셋째, <그림 13>과 같이 소득접근법 기반으로 공익형 기술의 가치를 산출하는 평가단계별 화면을 구성한다. 그리하여 기초 개요입력, 연관(적용)산업 지정 등의 단계별 변수값 입력을 통해 편익총합과 최종 기술가치를 자동산출할 수 있도록 한다.



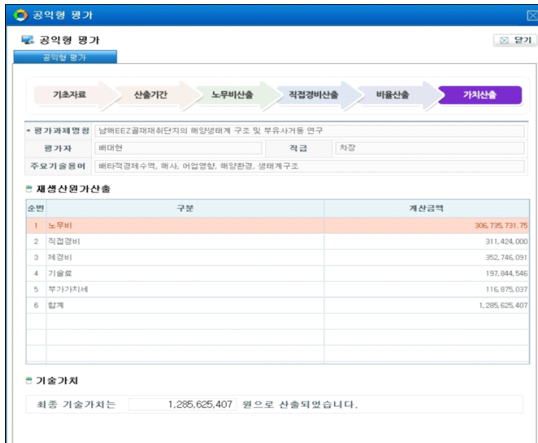
(Figure 13) Staged User Interface for Technology Valuation of water resources based on Income Approach

여기서, 편익총합을 산출하는 수식표는 <그림 14>와 같이 팝업창을 통해 별도로 확인가능하도록 한다.

Table showing the calculation of 'Cost-Benefit' Balance for K-water's Public Technology Valuation. It includes columns for '계산과목', '단위', '단가액', and years 2012, 2013, 2014, 2015, 2016. Rows are divided into '초년도' (Year 0) and '연도별' (Yearly) categories, with sub-totals for '총이익' (Total Profit) and '총비용' (Total Cost).

(Figure 14) Calculation of 'Cost-Benefit' Balance for K-water's Public Technology Valuation

<그림 15>와 같이 재생산원가법에 기반한 공익형 기술가치평가 모듈을 수자원 기술의 특성과 비즈니스 모델에 의거하여 선택적으로 적용하는 화면을 구성한다.



(Figure 15) Public Technology Valuation Module based one Re-production Cost Method

4.4 K-water 공익형 기술가치평가 모델의 사례 적용

<그림 16>에서와 같이, “해수 담수화” 관련 기술에 대한 K-water 공익형 기술가치평가 모델에 대한 적용을 수행하여, 관련 투입비용(3,300억원) 및 편익(3,600억원)을 고려한 최종 기술가치가 54억원으로 산출되었다.



(Figure 16) Practical Application Cases to K-water’s Public Technology Valuation Model

이는 해당 기술의 사회적 수명을 20년으로 반영하고, 관련 수자원 분야 업종(액체여과기 제조업(C29175))의 할인율(15.2%) 및 산업기술요소를 반영한 기술기여도(36.8%)를 반영하여 얻어진 결과이다. K-water 기술가치평가 모델 기반의 평가결과는 사업화주체의 구체적인 재무실적 예측분에 대한 고려를 포함하지 않았으며, 향후 20년간에 걸친 매출추정액, 투입된 비용(연간 165억원, 20년간 투자하도록 가정), 그리고 최근 5년간 영업이익률 10.6% 수준을 반영함으로써 현금흐름의 현재가치를 연도별로 현재가계수 적용하여 합산한 결과, 54억원을 산출하였다.

상기 사례의 평가결과는 日 산종연(AIST)의 비용-편익분석을 기반으로 편익흐름을 추정하고, 여기에 공공재로서의 기술사업환경 특성을 반영하는 K-water “공익형” 기술가치평가 모델에 수자원 산업의 기술적, 사회적 특성을 정성지표로 반영하여 산출하였다.

향후에는 수자원 분야 다양한 사업환경 특성을 반영하는 비즈니스 모델별 평가결과 적정성 및 객관성을 추가적으로 수행할 필요가 있을 것으로 사료되며, 이를 통해 타 기술개발사업의 “공공재” 성격을 가진 자원의 가치평가지 범용적으로 활용할 수 있는 기반을 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론 및 연구의 시사점

본 연구에 적용된 K-water 평가대상기술은 공공재로서, 사회전반에 기여한 가치, 성과를 측정하고 관리할 수 있는 도구로 활용 가능하다. 따라서, 평가대상기술이 공공재로서 사회전반에 기여한 가치를 산출하여, 편익의 파급효과에 대

한 성과 홍보자료, 혹은 비용 투입 당위성에 대한 근거자료로 활용할 수 있고, 공공기술의 특성상 대규모 연구개발 투입 비용에 대한 정당성을 확보할 수 있다.

본 고에서는 K-water가 담당하고 있는 수자원 분야의 기술적 특성에 적합한 기술평가 체계를 기반으로, 공익형 수자원기술에 대한 기술가치평가 모델을 개발하여 사례를 실증하였다. 특히, 일본 산업기술종합연구소(AIST)의 평가방법론을 활용하여 연관 편익항목을 기준으로 비용계정에 매칭시킨 후, 기존의 비용-편익 접근법과 FCF(Free Cash Flow)법의 평가체계를 활용하는 ‘K-water 고유모델’을 제시하였으며 이를 통해 K-water 연구성과 관리체계 상의 파이프라인을 구축하는 동시에 “해수담수화” 관련 기술에 대한 검증을 수행하였다.

또한, 수자원 분야 기술의 특성을 반영한 웹기반 가치평가시스템의 설계 구성로직과 평가프로세스를 분석하며, 기술통합관리시스템 상의 공익형 및 수익형 기술가치를 산출하기 위한 각 모델별 참조정보 및 DB 연계로직도 살펴보았다. 종래의 타 분야 기술가치평가 시스템이 지닌 재무적 데이터 기반의 사업가치 산출로직에 수자원 특성이 반영된 정성평가지표의 정량화 지수를 함께 반영한 하이브리드형 평가모델로 보완하여 구축하였다.

향후에 공익형 기술가치평가가 더욱 타당한 근거를 가지고 타 기술개발사업의 “공공재” 성격을 가진 자원의 평가에 활용되기 위해서는 수자원과 기타 공공자원의 사업환경적 속성에 대한 비교 분석과 심층 연구가 세밀하게 수행되어야 하며, 이를 통해 “공공재” 성격의 자원에 대한 편익, 비용 계정의 산출과정이 더욱 세부적이고 객관적 산출방법이 마련될 수 있을 것으로 예

상된다.

특히, 현재 선행연구에서 제시되는 편익과 비용 데이터가 수자원산업 분야에 있어서 상당히 부족한 수준이므로 이에 대한 면밀한 메타데이터 조사와 추정 산식에 대한 연구도 부가적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌(References)

- K-water, *A Study on the Water Policy Direction for Optimizing Water Management*, 1998.
- Seol, S.-S., S.-K. Oh, and H.-W. Park, *Introduction to Technology Valuation*, Korea Valuation Association, 2012.
- Ministry of Trade, Industry and Energy, *Practical Use Guides for Technology Valuation*, 2017.
- Seo, S.-H., *Lecture Notes for Technological Assessment*, Korea Valuation Association, 2013.
- Eom, Y.-S., “A Study on the Validity of Technology Evaluation for Technology Transfer”, *Master’s Thesis*, Korea University, 2015.
- Sung, T.-E., S.-P. Jun, and H.-W. Park, “A Study on the Development of Valuation Model for Convergent Technology”, *Proceedings of Korean Technology Innovation Society* (Spring 2017a), 175-192.
- Park, H.-W. and J. Lee, “Framework for Technology Valuation of Early Stage Technologies”, *Journal of Korean Technology Innovation Society*, Vol.15, No.2 (2012), 242-261.
- Korea Institute of Science and Technology

- Information, Technology Valuation System (STAR-Value 5.0+), <http://www.starvalue.or.kr>, 2017.
- Sung, T.-E., S.-P. Jun, S.-G. Kim, and H.-W. Park, “A Study on Web-based Technology Valuation System”, *Journal of Intelligent Information System*, Vol.23, No.1(2017b), 23-46.
- Yoo, S.-H., *Establishment of economic evaluation model and system for R& D projects*, Korea Institute of Science and Technology Information, 2011.
- Korea Institute of Science and Technology Information, Annual Report for the Principal Research Project, 2015.
- Korea Institute of S&T Evaluation and Planning , A Study on Economic Effect of R&D Performance, 2006.
- IVS, 「IVS Framework」, pp.21-22, 2015.
- Reily, R. and R. Schweihs, 「Valuing Intangible Assets」, New York: McGraw-Hill, 1999.
- Smith, G. and R. L. Parr, 「Intellectual Property: Valuation, Exploitation, and Infringement Damages」, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- Boer, F. P., 「The Valuation of technology: Business and financial issue in R&D」, New York: John Wiley & Sons, 1999.
- Leem, S.-M., S.-G. Kim and H.-W. Park, “A Study on a Conceptual Model for Technology Valuation Based on Market Approach”, *Journal of Korean Technology Innovation Society*, Vol.18, No.1(2015), 204-231.
- Kang, P.-S., Y.-J. Keum, H.-W. Park, S.-G. Kim, T.-E. Sung, and H.-Y. Lee, “A Market-Based Replacement Cost Approach to Technology Valuation”, *Journal of Korean Industry Engineering Society*, Vol.41, No.2(2015), 150-161.
- Korea Valuation Association, Lecture Notes for Technology Valuation Methods, 2017.
- Reitzig, M., “What determines patent value?: Insights from the semiconductor industry”, *Research Policy*, Vol.32, No.1(2003), 13-26.
- Reitzig, M., “Improving patent valuations for management purposes—validating new indicators by analyzing application rationales”, *Research Policy*, Vol.33, No.6 (2004), 939-957.
- Park, H.-W., “An Empirical Study of Determinants of Technology Value in Korea”, *Journal of Korean Technology Innovation Society*, Vol.8, No.2(2005), 623-649.
- Won, J.-W., H.-S. Jeon, and T.-W. Park, “Theoretical Consideration of Patent Valuation Methodology”, *Journal of Technology Innovation*, Vol.10, No.2(2002), 165-181.
- Sung, T.-E., D.-S. Kim, J.-M. Jang, and H.-W. Park, “An Empirical Analysis on Determinant Factors of Patent Valuation and Technology Transaction Prices”, *Journal of Korean Technology Innovation Society*, Vol.19, No.2(2016a), 254-279.
- Sung, T.-E. and H.-W. Park, “Development of Valuation Framework for calculating Market Values of Media Contents”, *Journal of Service Research and Studies*, Vol.6, No.3 (2016b), 29-40.
- Sung, T.-E., S.-P. Jun, J.-E. Byun, and H.-W. Park, “A Framework Study on Valuation Model for Science and Technology Contents”, *Journal of Korea Contents*

- Association, Vol.16, No.11(2016c), 421-433.
- Korean Institute of Evaluation for Construction and Transportation Technology, Establishment of Technology Valuation Models, 2010.
- Lee, J.-E., Study on the Model for forecasting Technology Value by Regression Analysis, Science and Technology Policy Institute, 2002.
- Park, H.-J., Study on the latest trends of cost-benefit analysis theory and techniques, Korea University, 2009.
- Lim, S.-J., “Theory of Cost Benefit Analysis and Application Procedures for Water Resources”, *Journal of Politics and Information Studies*, Vol.8, No.1(2009), 98-124.
- Sung, T.-E., H.-W. Park, and S.-G. Kim, “Empirical Analysis of Commercialization Achievement in terms of Technology Valuation”, *Proceedings of Korean Technology Innovation Society* (Spring 2013), 176-186.
- Sung, T.-E., Y.-H. Lee, Y.-S. Heo, S.-G. Kim, J.-S. Kang, and H.-W. Park, “Empirical Analysis on Inter-relationship between Technology Valuation and Sales Record for Promising Technologies”, *Proceedings of Korean Technology Innovation Society* (Spring 2015), 395-408.
- Brennan, M. and E. Schwartz, “Evaluating Natural Resource Investments.” *Journal of Business*, Vol.58, No.2(1985), 135-157.
- Kwak, S.-J., Valuation for Environment-friendly Technology Innovation, Science and Technology Policy Institute (2005), 1-59.
- Kim, S.-S., “A Study on the Improvement of Economic Analysis System of Water Resources Development Project”, Annual Report of Policy Analysis and Evaluation Society, Vol.17, No.1(2007), 217-238.
- Yeo, K.-D., C.-S. Lee, K.-H. Kim, and M.-P. Shim, “Evaluation of cost-benefit balance for improvement of water quality of environment improvement water using alternative facility cost calculation”, *Proceedings of Korean Civil Engineering Conference* (2008), 645-648.
- K-water, Study on the Improvement of Feasibility Analysis for Water Resource Fields, 2008.
- Park, H.-W., S.-P. Jun and S.-G. Kim, “Comparison Study on Application Methodology of Income Approach for Technology Valuation”, *Proceedings of Korean Technology Innovation Society* (Spring 2012), 129-144.
- Kang, M.-K. and D.-H. Park, “Proposal study of national water resources evaluation technique using integrated indicators”, *Journal of Korean Civil Engineering Society*, Vol.58, No.9(2010), 110-118.

Abstract

A Study on Public Interest-based Technology Valuation Models in Water Resources Field

Seung-Mi Ryu* · Tae-Eung Sung**

Recently, as economic property it has become necessary to acquire and utilize the framework for water resource measurement and performance management as the property of water resources changes to hold “public property”. To date, the evaluation of water technology has been carried out by feasibility study analysis or technology assessment based on net present value (NPV) or benefit-to-cost (B/C) effect, however it is not yet systemized in terms of valuation models to objectively assess an economic value of technology-based business to receive diffusion and feedback of research outcomes. Therefore, K-water (known as a government-supported public company in Korea) company feels the necessity to establish a technology valuation framework suitable for technical characteristics of water resources fields in charge and verify an exemplified case applied to the technology.

The K-water evaluation technology applied to this study, as a public interest goods, can be used as a tool to measure the value and achievement contributed to society and to manage them. Therefore, by calculating the value in which the subject technology contributed to the entire society as a public resource, we make use of it as a basis information for the advertising medium of performance on the influence effect of the benefits or the necessity of cost input, and then secure the legitimacy for large-scale R&D cost input in terms of the characteristics of public technology. Hence, K-water company, one of the public corporation in Korea which deals with public goods of ‘water resources’, will be able to establish a commercialization strategy for business operation and prepare for a basis for the performance calculation of input R&D cost.

In this study, K-water has developed a web-based technology valuation model for public interest type water resources based on the technology evaluation system that is suitable for the characteristics of a technology in water resources fields. In particular, by utilizing the evaluation methodology of the Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) in Japan to match the expense items to the expense

* Department of Technology Management, Korea University of Technology and Education

** Corresponding Author: Tae-Eung Sung

Department of Computer and Telecommunications Engineering, College of Science and Technology, Yonsei University
#269 Chang-Jo Kwan, 1 Yonseidae-gil, Wonju, Gangwon-do, Republic of Korea
Tel: +82-33-760-2393, Fax: +82-33-760-2211, E-mail: tesung@yonsei.ac.kr

accounts based on the related benefit items, we proposed the so-called ‘K-water's proprietary model’ which involves the ‘cost-benefit’ approach and the FCF (Free Cash Flow), and ultimately led to build a pipeline on the K-water research performance management system and then verify the practical case of a technology related to "desalination".

We analyze the embedded design logic and evaluation process of web-based valuation system that reflects characteristics of water resources technology, reference information and database(D/B)-associated logic for each model to calculate public interest-based and profit-based technology values in technology integrated management system . We review the hybrid evaluation module that reflects the quantitative index of the qualitative evaluation indices reflecting the unique characteristics of water resources and the visualized user-interface (UI) of the actual web-based evaluation, which both are appended for calculating the business value based on financial data to the existing web-based technology valuation systems in other fields.

K-water's technology valuation model is evaluated by distinguishing between public-interest type and profitable-type water technology. First, evaluation modules in profit-type technology valuation model are designed based on ‘profitability of technology’. For example, the technology inventory K-water holds has a number of profit-oriented technologies such as water treatment membranes. On the other hand, the public interest-type technology valuation is designed to evaluate the public-interest oriented technology such as the dam, which reflects the characteristics of public benefits and costs.

In order to examine the appropriateness of the cost-benefit based public utility valuation model (i.e. K-water specific technology valuation model) presented in this study, we applied to practical cases from calculation of benefit-to-cost analysis on water resource technology with 20 years of lifetime. In future we will additionally conduct verifying the K-water public utility-based valuation model by each business model which reflects various business environmental characteristics.

Key Words : Web-based Evaluation System, Water Resource Fields, Public Interest-based Technology, Technology Valuation, Evaluation of Research and Development Performance, Technology Assessment, Cost Benefit Analysis

Received : September 19, 2018 Revised : September 28, 2018 Accepted : September 28, 2018

Publication Type : Regular Paper(Fast-track) Corresponding Author : Tae-Eung Sung

저 자 소개



류승미

충남대학교 경영대학원에서 경영정보시스템(MIS)전공으로 MBA석사학위를 취득하였으며, 한국기술교육대학교(Koreatech) 대학원에서 기술경영전공 박사과정을 수료하였다. 현재 한국수자원공사 K-water융합연구원에 재직중이며, 이전에 한국과학기술원, 한국항공우주연구원에서 기술기획 및 프로젝트관리시스템(PMS)를 담당하였다. 주요 관심분야는 공익형 기술가치평가, 연구관리시스템, 환경경영시스템 등이다.



성태응

서울대에서 전자공학 학사학위를 취득하고, 텍사스오스틴 주립대 및 코넬대학교에서 동 전공으로 각각 공학석사와 공학박사를 취득했다. 현재 연세대학교 컴퓨터정보통신공학부 부교수로 재직 중이며, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 과학기술연합대학원대학교 과학기술정책학과 겸임교수를 역임한 바 있다. 주요 관심분야는 기술가치평가, 데이터 기반의 지능형 정보시스템 연구 및 머신러닝(인공지능), 통신네트워크 시스템 등이다.