

# 공공연구 과제의 경제적 파급효과 분석

- CEM 기법에 의한 사례연구를 중심으로 -

남경희, 백종승

한국표준과학연구원 정책연구실

## 〈 목 차 〉

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1. 서론                  | 4. 평가의 구조 및 해석  |
| 2. 공공연구과제의 경제적 파급효과 평가 | 5. 정책 및 전략적 함축성 |
| 3. 경제적 파급효과 연구 기법      |                 |

## 요 약

어느 국가를 막론하고 전략기획과 경제적 파급효과의 평가 모두 공공연구 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위해 이루어져야만 한다. 기획과 평가는 공공연구에 있어 핵심 관심사가 되어 이러한 활동을 증가하게 만들었고, 기법에 대한 관심도 커지게 되었다. 처음에는 공공연구의 특성과 결과에 대한 정보교환과 효과적인 관리를 위한 도구로 경제적 파급효과 연구를 수행했으나 지금은 연구개발 투자에 대한 결과의 타당성 확보의 중요한 자료로 활용되고 있어 이에 대한 관심은 점증하고 있다. 본 연구에서는 주로 미국의 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발하여 적용되고 있는 CEM(Counter-factual Evaluation Model : 가상현실 평가모형)을 소개하고 이를 실제 공공연구과제에 적용하여 경제적 파급효과를 분석하였다.

## 1. 서론

산업발전을 지원하는 연구개발 관련 기관에 대한 압력은 증대되고 있으며, 이러한 경향은 경제성 분석에 대한 필요성을 강조하고 있다. 한번 프로젝트가 결정되고 나면 그것을 효과적으로 관리하기 위해 전략적인 기획과 경제적 파급효과 평가가 뒤따라야 한다. 이는 정부의 공공연구 과제에 대한 평가가 공공연구기관의 평가와 연계되어 향후 연구개발 활동에 영향을 받게 되고 공공연구 프로그램이 증가함에 따라 과제의 기획 및 파급효과 평가 활동을 증가하게 만들었고 이에 따른 평가기법에 대한 관심이 더욱 커지고 있다.

본 연구에서는 공공연구과제에 대한 경제적 파급효과를 계량적으로 산정하기 위해 활용하는 CEM 기법을 소개하고 사례연구를 통한 본 기법을 적용하여 실제 연구과제의 파급효과를 분석하고자 한다.

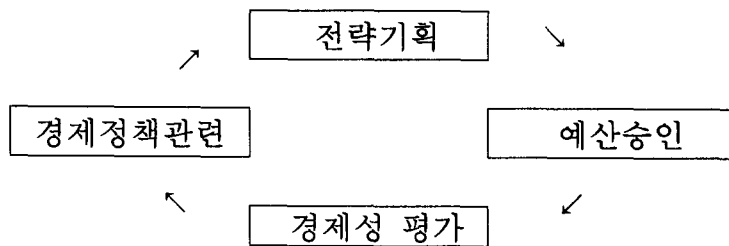
## 2. 공공연구 과제의 경제적 파급효과 평가

공공연구 과제에 대한 평가를 실시함에 있어 1차적인 관심사는 기반기술이라 불리는 정교한 기술적 수단이다. 예를 들면 기본단위 측정표준, 측정 및 시험방법, 과학기술 데이터베이스, 공정모형, 공장 자동화 및 정보기술에 매우 중요한 인터페이스 표준에 대한 기술적 기초 등이다. 이러한 하부구조는 기술을 근거로 하는 경제활동의 주요단계이다(연구개발, 생산 및 판매). 더 일반적으로 말하면 이러한 기반기술은 국가 경제가 상업, 과학기술, 공중보건과 안전에 필수적인 측정의 보증에 의존하고 있으며, 영향력이 큰 기술 하부구조로 구성되어 있다.

연구과제에 대한 경제적 파급효과 분석에 관심을 가져야 하는 주안점은 첫째, 연구의 경제적 파급효과의 양과 성격에 관한 기획관련 정보를 제공하고 둘째, 연구비로부터의 사회적 수익률(SRR)을 정책 및 예산 과정에 제시하고 셋째, 정부에서 요구하는 자료를 생산하는 것을 들 수 있으며 이러한 고려사항은 어느 하나라도 간과해서는 성공적인 경제성 평가를 수행하기 어렵다.

경제적 파급효과 연구는 특정연구, 전략적 기획 등에서 중요한 평가자료로

사용될 수 있다. 즉, 경제적 파급효과 분석은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 전략적인 기획연구와 경제적 역할평가 등과 기능적으로 연계되어 있다.



<그림 1> 연구개발 정책분석의 요소

### 3. 경제적 파급효과 연구 기법

#### 3.1 계량적 측도

##### (1) 순현재가(Net Present Value: NPV)

△ 정의 : 투자로 인하여 발생할 미래의 모든 현금흐름을 적절한 할인율로 할인한 현재의 가치

△ 계산방법 :

$$NPV = \left[ \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} \right] - I_0$$

$CF_t$  :  $t$ 시점의 현금흐름

$I_0$  : 최초의 투자액

$r$  : 할인율

$n$  : 투자안의 내용연수

△ 조건 : 각 시점의 현금흐름(편익과 비용의 차이), 최초 투자액, 할인율, 투자안의 내용연수 등이 알려져야만 계산 가능

△ 의미 : 연구개발 과제의 불변가치 또는 기대치의 절대적인 측도이다. 이는 비용과 이익을 기준연도에 맞춰 할인하거나 감액함으로써 투자의 순수한 현재 가치를 계산하는 것이다. 이는 할인현금흐

름이라 불리며 산업에서 많이 사용된다. 이는 할인율의 선택에 따라 영향을 받는다.

- △ 가정과 자료의 수집 : 비용은 실제 투입된 투자액을 산출하고, 편익은 연구의 결과가 없을 경우(counter-factual scenario)의 산업체가 지불해야하는 비용을 관련 산업체(제품공급자 : 제1계층)의 조사를 통해 구하나 제2계층(제품 사용자)의 값을 구할 수 있으면 구한다(CEM 기법).

### (2) 편익 대 비용 비율(Benefit Cost Ratio: BCR)

△ 정의 : 편익의 순현가를 비용의 순현가로 나눈 값

△ 계산방법 :

$$BCR = \frac{\text{편익의 } NPV}{\text{비용의 } NPV}$$

△ 조건 : 편익과 비용에 대하여, 각 시점의 현금흐름, 최초 투자액, 할인율, 투자안의 내용연수 등이 알려져야만 계산 가능

△ 의미 : BCR = 1은 득실이 없는 값(break even value)을 의미하므로 이보다 더 크면 성공적인 과제라 할 수 있다.

△ 가정과 자료의 수집 : (1)과 동일

### (3) 사회적 수익률(Social Rate of Return: SRR) 또는 내부수익률(IRR)

△ 정의 : 미래현금흐름의 순현가를 0으로 만드는 할인율 즉, 미래 현금유입의 현가와 현금유출의 현가를 같게 만드는 할인율

△ 계산방법 :

다음 방정식을 만족시키는 할인율 *IRR* 이다.

$$\left[ \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} \right] - I_0 = 0$$

$CF_t$  :  $t$ 시점의 현금흐름

$I_0$  : 최초의 투자액

$IRR$  : 내부수익률

$n$  : 투자안의 내용연수

△ 조건 : 각 시점의 현금흐름, 최초 투자액, 투자안의 내용연수 등이 알려  
져야만 계산 가능하며, 차수( $n$ )가 높으면 손으로 계산 불가 -  
프로그램 이용

△ 의미 : 여기에서 미래현금흐름의 순현재가 0이 되는 시계열은 투자(연구개발비 포함)로 인하여 발생할 미래의 모든 현금흐름을 적절한 할인율로 할인하여 기준년도의 현재가로 계산한 결과 현금흐름이 0이 되는 연도이다. 즉, 미래 수익이 없어지는 기간으로 같은 투자비를 투자했을 경우 이 기간이 길수록 투자효과가 크다고 할 수 있다. BCR과 같이 상대적인 효율성을 나타내는 지표를 제공한다. 이 측도가 전체 산업체에 의해 수행된 기술분야에 대한 투자의 결과에 적용될 때에 사회적 수익률이라는 용어로 사용되며, 이는 기업집단(단일 기업에 반대되는) 수익률이 계산되는 것을 나타내기 위함이다. 내부수익률이 무위험 이자율(통상 할인율)보다 크면 투자가치가 있는 것으로 평가

△ 가정과 자료의 수집 : (1)과 동일

이러한 측도들은 각각 강점과 약점을 갖고 있으며 어떤 타입의 과제에 있어서는 다른 방법들 보다 적합할 수도 있다. 결과적으로 분석 전문가들은 어떤 측도가 더 나은지 조심스럽게 접근해야 하며 종종 한 가지 이상의 방법을 사용하고 계산해야 한다.

### 3.2 결과물(output) 측도(metrics)

R&D정책의 어떤 분야에 대한 사례로서 KRISS와 NIST의 MSL (Measurement Standards Laboratory) 연구과제에 대한 경제적 파급효과 연구의 수행은 의사결정에 의미가 있고(경제적 기술적 파급효과의 양과 질적인 면을 반영), 데이터 수집이 용이한 성능변수의 선택이 요구된다.

□ 종종 확인되는 결과물 측도의 예

- 측정과학 및 새로운 1차표준에의 기여
- 새로운 인증표준물질(CRM) 및 과학 및 공학 데이터베이스(SRD:표준참

고자료)의 개발 보급

- 표준소급을 사용하는 산업의 비율
- 개발되어 산업에 채택된 새로운 측정 및 시험방법
- 개발되어 산업체에 보급된 품질관리 알고리즘

### 3.4 성과(outcome) 측도

□ 흔히 측정되는 성과 측도의 예

- 산업의 연구개발 결정에 대한 파급효과/ 시장 접근 및 시장진입결정에 대한 파급효과
- 산업 주기(시장접근시간) 감소/ 생산성(연구개발 또는 공정) 향상
- 제품 품질의 향상/ 제품과 시스템의 신뢰도 증가
- 거래비용 감소(거래, 승인획득의 공정성)
- IT기반 서비스에서 보안성의 향상
- IT기반 공장 자동화 및 서비스 부품들 간의 호환성(상호 이용성) 향상

성과 측도 추정값을 종종 의사 결정자들에게 제시, 그리고 경제성장 정책으로의 통합을 위해 보다 더 넓은 범주 하에서 집중되기도 한다.

□ 더 넓은 범주의 예

- 광범위한 산업 하부구조(표준, 실행, 기술 등)를 발전
- 새로운 제품 또는 서비스의 상용화 촉진
- 신규회사의 설립 촉진
- 기술 이전/보급을 용이
- 기술기반 기업전략 또는 정부정책에 영향

계량화할 수 있는 성과 측도는 반드시 계량화해야 한다. 정확한 계량화는 정책 결정과정에 중요한 영향을 가진다. 그러나 이렇게 하기 위해서는 계량적 측도를 선택해야 하는데 보통 사용되는 측도에는 위에서 설명한 바와 같이 다음과 같은 것들이 있다.

- 순현재가(NPV)

- 사회적(내부) 및 다른 수익률(SRR)
- 편익 대 비용 비율(BCR)
- 새로운 제품/공정 상용화율 및 시장 점유율(market sharing) 효과
- 고용효과

이러한 측도는 매우 주의 깊게 선택되고 개발되며 설명되어야 한다. 선택은 용이한 파급효과데이터의 특성과 질만큼이나 과제의 결과물 및 성과의 기술적 시장적 특성에도 의존한다.

### 3.4 경제적 파급효과 연구결과

#### (1) 미국의 경우

<표 1>은 NIST 연구실에서 최근에 수행한 과제들의 경제적 파급효과 연구를 요약한 것이다. 1991년이래 20개 이상의 연구가 수행되었으며 과거 몇 년간 새로운 과제의 비율이 증가하고 있다. 약 5개 정도의 파급효과 연구가 실질적인 연혁을 갖는 과제들에 초점을 맞추어 매년 시행되고 있다. 단지 소수의 과제들만이 1년 내에 완료될 수 있기 때문에 이들 과제들은 GPRA (Government Performance and Results Act: 정부성과 효율화법) 연례 보고서에서 요구하는 바와 같은 모든 과제들에 대해 계량적 파급효과 데이터를 생산하기 위해 사용될 수 없다. 그 대신 연구과제는 시간에 따른 심층분석에서 선택된 자료를 제공함으로써 GPRA 과정을 보조하는 역할을 한다. 상대적으로 최신 과제들을 포함하는 전략 기획연구들은 각각의 분석 범주로 계획되고 관리된다.

<표 1>의 칼럼에 있는 기술적 결과물과 경제적 성과는 GPRA에 의해 정해진 종합적인 구성을 따른다. 결과물은 NIST 연구에 의해 수행된 활동과 생산된 제품이다. 그 결과물은 NIST 연구의 산업에 대한 즉각적인 파급효과 특성을 나타내고 있으며, 영향을 받은 경제적 활동(연구개발, 생산, 또는 판매)에서의 단계를 포함한다. 이러한 결과물은 흔히 순수하게 기술적이지만 또한 마찬가지로 제도적 효과들도 포함할 수 있다(즉 품질경영전략의 실현 또는 협동의 성취).

<표 1> NIST의 연구과제에 대한 경제적 파급효과 요약

| 산업 : 과제               | 결과물 (outputs) | 성과 (outcomes)      | 측도                         |
|-----------------------|---------------|--------------------|----------------------------|
| 광학 : 광학기기             | 시험방법 (교정)     | 생산성 향상, 거래비용 감소    | SRR : 145%<br>BCR : 13 : 1 |
| 자동화 : 기계도구 소프트웨어 오차보정 | 품질관리 알고리즘     | 연구개발 효율증대, 생산성 향상  | SRR : 99%<br>BCR : 118 : 1 |
| 재료 : 열전대              | SRD(교정)       | 거래비용 감소, 제품의 품질 향상 | SRR : 32%<br>BCR : 3 : 1   |
| 제약 : 방사성 의약품          | 표준물질          | 제품의 품질 향상          | SRR : 138%<br>BCR : 97 : 1 |
| 화학 : 대체 냉매            | SRD           | 연구개발 효율 증대, 생산성 향상 | SRR : 433%<br>BCR : 4 : 1  |
| 재료 : 첨단 세라믹 용 상평형     | SRD           | 연구개발 효율증대, 생산성 향상  | SRR : 33%<br>BCR : JU      |

성과는 NIST의 과제로부터 얻은 최저선 상의 경제적 파급효과(연구개발의 효율성, 제조 생산성, 품질향상, 시장거래의 용이 등)이다. 이러한 성과는 가능한 경우에 몇몇 일반적으로 통용되는 형태(순현재가, BCR, 혹은 IRR) 중의 하나로 계량적으로 측정된다. 흔히 사용되는 측도 즉, 출판의 수, 특허, 인용 지수 등은 특별히 유용한 측도로 고려되지 않는다. 이러한 통계뿐 만 아니라 파급효과 연구는 종종 시장점유 효과와 같은 계량적 성과 정보를 제공한다. 마지막으로 연구개발 투자결정의 파급효과, 생산 및 품질 전략의 변화 그리고 새로운 시장전략(혁신 포함) 등과 같은 정성적 성과가 보고되고 있다.

다시 말하면 이러한 경제적 파급효과 연구는 정성적 및 정량적 성과가 혼합되어 있으며, 성과는 시간에 걸쳐 총화되어 있다(즉, 장/단기 파급효과). 이러한 접근법은 유익하고 최종 정량적 파급효과 측도가 유일한 목적인 연구에 초점을 맞추는 것보다 과제의 파급효과를 더 이해할 수 있고 균형적인 관점을 제공해 주고 있다. NIST 초기의 경제적 파급효과 연구는 정량적 형태이었으나 자료가 증가하고 평가방법들이 발전함에 따라 더 범위가 확장되었다.



## (2) 한국의 경우

미국 NIST의 MSL(Measurement Standards Laboratory)과 비슷한 기능을 수행하고 있는 우리나라 측정표준대표기관인 한국표준과학연구원(이하 표준원 또는 KRISS라 함.)에서도 공공연구 과제에 대한 경제적 파급효과 분석을 CEM 기법을 이용하여 몇몇 과제에 대하여 실시하였으며, 계속해서 이러한 분석작업을 수행할 예정이다. 최근 수행한 연구과제로는 진공기술센터에서 수행한 “저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발” 사업과 유기분석그룹에서 수행한 “표준가스 개발·보급” 사업에 대한 경제적 파급효과를 정성적 계량적 분석을 통해 평가하였다.

### ◇ 사례

#### □ 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발의 경제성 평가

- 목적 : KRISS 진공기술센터의 저진공 펌프(주로 반도체 산업용 dry pump 중심) 성능 특성평가 기술개발 프로그램을 통한 기술 하부구조에서 이루어진 투자가 한국 산업에 미친 경제적 파급효과의 분석
- 저진공 펌프의 응용 : 반도체(LCD 포함), 식품, 화학, 포장, 금속(재련), 과학연구 등
- 저진공 펌프의 연간 국내 판매량 : 1,000 억원 → 주로 반도체(LCD 포함) 용의 dry pump가 대부분이며 일반산업용 등을 포함하면 판매량은 계속 증가 예상(연간 5% 정도)
- KRISS 진공기술센터의 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발 효과 : 저진공 펌프 공급업체에 대한 펌프 성능의 정확한 데이터를 제공하여 기기의 신뢰성 향상, 납기단축 등
- 본 사례연구의 주안점 세 가지
  - 1) 저진공 펌프의 성능 특성평가 기술 확립
  - 2) 저진공 펌프의 성능 특성평가 실시
  - 3) 산업체에 대한 기술지원(표준소급)
    - 산업체에서 활용하고 있는 저진공 펌프의 신뢰성 있는 데이터 제공
    - 국가표준 소급 확립
    - 국제표준 소급 연계

- 저진공 펌프 성능 특성평가 기술의 개발로부터 저진공 펌프 사용자와 공급자가 얻는 편익
  - 저진공 펌프 성능 특성평가시험을 수행하기 위해 필요한 기술지식의 보급과 개발
  - 사용자와 공급자간의 거래비용의 절약
  - 제품 성능과 공정효율의 강화를 통한 사용자의 경쟁력 향상

▶ 파급효과 분석의 검토

저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발 투자로부터 얻는 내부수익률(Internal Rate of Return : IRR) 또는 사회적 수익률(Social Rate of Return : SRR)은 최소한 144.1%로 계산되었다. 이 평가는 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발의 결과물과 관련된 비용과 경제적 편익의 평가에 기초하였다. 144.1%의 내부수익률은 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발이 광범위한 국내 산업에 큰 영향을 주는 사회적 가치가 있는 활동을 지향하고 있다는 것을 의미한다. 편익/비용(Benefit-to-Cost Ratio : BCR)의 값 또한 14.1로 높게 나타났다.

높은 정확도를 요구하는 많은 저진공 펌프 사용자들은 공급자들의 주장보다 국가측정표준 대표기관에서 수행된 시험 데이터를 더 신뢰한다. 이는 정확도를 요구하는 저진공 펌프의 유지공정 과정의 유효한 수단과의 불일치에서 기인한다. 그러나 모든 저진공 펌프 사용자들이 국가측정표준대표기관을 이용할 수는 없는 일이다. 근본 이유는 저진공 펌프 공급자들이 믿을 수 있는 제품을 공급하지 못한다는 것이지 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발과 직접적으로 연관된 것은 아니다. 어쨌든 KRISS는 중립적인 공공기관의 입장에서 산업체가 이러한 문제를 극복하고 더 높은 기술에 접근할 수 있도록 도울 수 있다.

조사결과 KRISS는 저진공 펌프 성능 특성평가 기술개발의 건전한 투자를 하였고, 만일 KRISS가 이러한 투자를 하지 않았다면 산업체가 경제적인 손실을 초래할 것이다. 그러나 사용자들의 편익은 이 하부구조(기반) 기술이 공급업체의 실제적인 필요에 효과적으로 부응할 수 있었던 것으로 판단된다. 이러한 투자는 시의적절 하였으며 산업을 위해 경제적으로 유용하게 사용된 것으로 볼 수 있다. 그러므로 최신 기술하부구조에 대한 투자전략은 산업의

요구와 현실적으로 맞추어야 한다.

■ 경제적 파급효과

- 편익 대 비용 비율(BCR) = 14.1 : 1
- 사회적 수익률(SRR) : 144.1%

□ 표준가스 개발·보급의 경제성 평가

- 목적 : KRISS의 기술 하부구조에서 이루어진 표준가스 개발·보급 투자가 한국 산업에 가져다 주는 미시 경제적 파급효과를 분석
- 표준가스의 응용 : 전자(반도체 포함), 화학, 환경, 생명공학 분야 등에 응용되며, 산업체 반도체용, 자동차 배기용, 에너지용, 레이저용, 조명용, 용접절단용 등으로 다양하게 사용되고 있음.
- 70년대 이후 1997년(IMF 외환위기)까지는 국내 가스업체의 영세성으로 대부분의 표준가스는 수입에 의존하여 왔음. 표준원에서는 1994년부터 표준가스에 대한 국제비교(KC)에 참여하기 시작하여 그 성과를 입증받고 있음.
- 표준가스의 연간 국내 판매량 : 600억원(국내 생산·공급액은 전체시장의 약 1/3 수준인 200억원 규모)으로 추정됨 → 1997년 이후 약 20%의 고속 성장을 해왔음. 주로 반도체용, 자동차 배기용, 에너지용, 환경산업용 등이 대부분이며, 2002년 이후의 판매량은 연간 15~20% 정도 증가 예상
- 표준원 유기분석그룹은 표준가스 공급 및 사용업체에 대한 가스 CRM (Certified Reference Material: 인증표준물질)의 보급, 가스 표준물질(RM)의 인증 그리고 시험검사를 통한 정확한 데이터를 제공하여, 국내에서 생산되는 표준가스의 품질에 대한 신뢰성을 향상시켜 경쟁력을 높였고, 납기단축, 외화절감 등의 효과를 제공하였음.
- 표준가스 개발·보급으로부터 표준가스 사용업체와 공급업체가 얻는 편익
  - 표준가스 개발·보급을 통한 공급업체 및 사용업체의 경제적 파급효과
  - 신뢰성 있는 데이터를 통해 사용업체와 공급업체 사이의 거래비용의 절감
  - 제품 성능과 공정효율의 강화를 통한 사용업체의 경쟁력 향상

- CEM의 적용을 통해 산정한 결과, 표준가스 개발·보급으로부터 얻는 내부수익률(IRR)은 최소한 75.6%이고, 편익/비용(BCR) 값은 31.7로 나타남.

▶ 파급효과 분석의 검토

표준가스 개발·보급을 통해 얻는 내부수익률은 최소한 75.6%로 계산되었다. 이는 표준가스개발·보급에 필요한 직접연구비, 시험분석비, 시설장비 활용관련 비용 대비 산업체에서 얻는 경제적 편익의 평가에 기초하였다.

1993년부터 2002년까지 표준원의 표준가스 개발·보급에 따른 산업체의 편익을 2002년 현재의 화폐가치로 환산하면 약 362억원 정도로 추정되어 그 경제적 파급효과는 매우 크다고 할 수 있다. 또한, 75.6%의 내부수익률은 표준가스 개발·보급이 광범위한 국내 산업에 상당한 영향을 주는 사회적 가치가 있는 활동을 추구하고 있다는 것을 의미한다.

많은 표준가스 사용업체들은 더 높은 정확도를 얻기 위해 공급업체들이 제시하는 자료보다 국가측정표준 대표기관에서 수행된 시험자료를 더 신뢰한다. 그러나, 표준원의 개발·보급량의 제한, 지리적 여건 등으로 모든 표준가스 사용업체들이 국가측정표준대표기관인 표준원을 이용할 수는 없기 때문에 주로 공급업체들을 이용하게 되는데, 문제는 이러한 공급업체에서 얼마나 정확도가 높은 표준가스를 공급하느냐이다. 표준원은 더욱 불확도가 낮은 가스 CRM을 개발·보급하여 산업체가 이러한 문제를 극복하고 더 높은 기술에 접근할 수 있도록 도와야 할 것이다.

표준원은 표준가스 개발·보급의 정점기관으로 산업체에 상당한 편익을 제공하고 있음을 조사결과 확인할 수 있었다. 즉, 만약 표준원이 이러한 투자를 통한 기술 개발·보급이 이루어지지 않았다면 산업체는 가스 CRM 구입, RM 인증, 시험검사 등을 외국에 지원을 요청할 수밖에 없고, 이에 대한 물류비용과 시간적인 손실을 감안하면 그 손해는 엄청나게 크다는 사실을 미루어 짐작할 수 있다. 이러한 손해는 표준원의 표준가스 개발·보급시스템이 주는 편익으로 간주할 수 있다. 여기서 산업체들의 편익은 표준가스를 응용하여 사용하는 업체에까지 파급되는 간접적인 효과도 감안하여야 할 것이다. 종합해보면, 이러한 투자는 적절한 시기에 이루어졌으며 산업을 위한 경제적 이익의 때에 맞춰 유용하게 사용된 것으로 볼 수 있다. 그러므로, 향후

최신 기술하부구조에 대한 투자전략은 더 높은 정확도를 얻고자 하는 산업체의 요구에 현실적으로 맞추어야 할 것이다.

한편, 미국은 NTRM(NIST Traceable Reference Materials)<sup>1)</sup>이란 CRM 동등성이 있는 표준가스를 공급업체들과 공동으로 개발하여 방대한 표준가스 수요업체들에게 공급하고 있다. 앞으로 늘어나는 수요에 대응하기 위하여 표준원도 공급업체와 함께 KTRM(KRISS Traceable Reference Materials)이라는 표준가스의 개발·보급 체계를 구축하여, 표준가스 사용업체들이 저렴한 값으로 더욱 편리하게 표준가스를 이용할 수 있도록 하여야 할 것이다.

■ 경제적 파급효과

- 편익 대 비용 비율(BCR) = 31.7 : 1
- 사회적 수익률(SRR) : 75.6%

<표 2> KRISS의 연구과제에 대한 경제적 파급효과 요약

| 산업 : 과제          | 결과물 (outputs) | 성과 (outcomes)      | 측 도                            |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------------------|
| 진공 : 저진공 펌프      | 시험방법          | 생산성 향상, 납기단축       | SRR : 144.1%<br>BCR : 14.1 : 1 |
| 가스 : 표준가스의 생산·공급 | CRM           | 품질향상, 수입대체, 생산성 향상 | SRR : 75.6%<br>BCR : 31.7 : 1  |

## 4. 평가의 구조 및 해석

### 4.1 파급효과 연구의 시간 주기와 범위

파급효과 연구는 최근의 파급효과 데이터를 산출할 수 있는 과제를 대상으로 하고 있다. 하부구조 관련 연구과제의 경제적 편익분석은 과제들이 산업계와 공공연구기관 사이에 공동의 전략적인 기획을 통해 결정되므로 더욱 중요하다. 나타난 실제 순수 경제적 편익의 관점에서 보면, 특정 하부구조

1) 미국 환경보호청(EPA)과 가스공급회사들의 공동연구로 NIST 인증표준물질(CRM)의 가용성을 높이기 위해 CRM과 동등성이 있는 표준가스를 회사들이 제조하고 NIST에서 인증하여 방대한 표준가스 수요업체들에게 보급하는 NIST에 소급성이 있는 표준물질

과제에 대해 수요가 있는 기업들은 통상 그 과제의 결과를 처음 또는 일차적으로 이용하는 자들이다. 그러므로 하부구조 연구의 확산속도는 통상적인 상업적 기술 또는 직접적으로 시장을 목적으로 하지 않는 정부연구에 근거한 스피노프기술 보다 빠르다. 시간에 따른 순이익의 패턴은 계산된 BCR 및 IRR의 상대적인 크기에 영향을 미친다.

연구의 주기와 범위에 대해서 관심을 기울여야 할 사항으로 첫째, 파급효과 연구주기의 시작과 끝을 주의 깊게 선택하고 둘째, 성능 측도의 사용과 차세대 특성의 측정법의 이해와 적용에 관해 철저히 이해해야 한다. 연구개발과제의 경제적 파급효과 추정에서 이들 두 단계의 판정특성은 다른 과제로부터 나오는 성과를 비교할 때 주의해야 함을 강조하고 있다. 일반적으로 여러 개의 파급효과 측도를 사용하는 것은 바람직해 보이며 대부분의 경제적 파급효과 연구는 여러 개의 매우 전형적인 측도를 계산한다.

#### 4.2 파급효과 연구의 질에 영향을 주는 요소

경제적 파급효과 연구수행의 일반적인 방법은 비교적 간단하나 특정 경우의 방법적용에 어려움이 크다. 따라서 연구간의 결과의 동등성은 개별연구의 특성상의 차이 때문에 제한을 받는다.

##### □ 자주 직면하는 차이

###### (1) 획득한 편익/비용 데이터의 질

산업별, 시장별로 수준과 정확도가 차이가 있다.

###### (2) 편익 업체의 비율(portion)

비용이 오랫동안 투입되어야 하고 이익을 얻는 기간의 장단에 따라 차이가 있다.

###### (3) 영향을 받는 시장/산업체의 범위

시장의 수요 및 공급 측면의 상대적 강도는 제조업체와 기술하부구조의 이용자 간 편익의 분포에 영향을 미친다. 이 분포는 만일 시장의 두 측면 중 하나만 연구할 경우 파급효과 측정에 매우 큰 영향을 미친다(예 : 데이터의 수집에 의한 영향).

###### (4) 경제적 편익과 비용을 나타내기 위한 실제적인 측도의 선택

사회적 수익률(SRR)은 외부에서 부과되는 할인율과 재투자율을 요구하지 않는다는 매력이 있다. 반면에 BCR 법은 과제들 간에 일관성 있는 순서를 제시해 준다.

최근의 NIST와 KRISS의 파급효과 연구는 연구수행에 포함된 여러 단계에서 발전의 편익을 가져다 줄 수 있음을 보여주고 있다(기술평가, 산업구조와 행동분석, 시장실패 분석, 파급효과 가설의 개발과 파급효과 측도의 선택, 조사 설계, 최종 분석과 보고서 작성).

### 4.3 파급효과 연구의 시기와 규모

충분한 깊이와 질을 가지고 위의 모든 단계를 제대로 달성하려면 연구마다 실질적인 자원(resources)이 요청된다. 결과적으로 한해에 제한된 과제들만이 평가대상이 된다. 전형적으로 시간적인 측면에서 선택되는 과제는 (1) 최근에 완료된 과제 또는 (2) 계속과제 등이지만 이들 과제는 일관성 있는 경제적 성과를 내는 산업에 이전되어 중요한 기술적 결과물을 생산하고 있다. 과거 연구는 과제시작에서 산업의 유의한 편익의 최초 실현까지 2~7년 정도 소요되는 것으로 나타난다. 그리고 나서 연구실에서 공급한 기술 하부구조가 노후화되기 전의 수년동안에 순수한 편익이 실현된다. 따라서 단지 공공과제의 일부분만이 어떤 한해에 있어 최종 파급효과 평가를 위해 「준비」 상태에 있다.

중간수정 및 연차보고 요구에 대응하기 위한 현재 진행중인 과제의 정규 평가가 행해진다. 그러나 과제의 미성숙뿐 만 아니라 시간과 자원의 제한 때문에 이러한 노력은 (1) 과제수명주기의 비율에 적당하며 (2) 신속하고 비교적 비용이 적게 얻을 수 있는 측도를 반드시 사용해야한다.

유틸리티 비용분석이 경제적 파급효과 측도의 선택 시에 행해진다. 어느 정도까지 이 문제는 정부 R&D 과제는 통상 중장기 과제이므로 파급효과 측도는 결과물을 성과와 관련 지우는 최종 측도의 경우보다는 사용하기가 더 쉽고 비용이 적게 들게 고안될 수 있다는 사실에 의해 완화된다. 자본집약적 R&D 영역에 대해서는 통상 과제의 수가 적어 경제적 파급효과 평가의 비용을 절감한다.

그러나 KRISS나 NIST의 연구과제의 경우 과제의 수는 많고 평균규모는 작다. 이유는 전형적인 기술기반 산업은 비교적 규모는 작고 기술수명주기는 긴 많은 수의 기반기술을 요구하기 때문이다. 어떤 경제적 파급효과 연구와 연관이 있는 고정비용 때문에 일정 기간 내에 연구할 수 있는 과제의 수가 제한을 받는다.

몇몇 과제 관리자들의 또 다른 관심은 전형적인 기반기술 연구과제의 상대적으로 소규모 특성에서 비롯된다. 이들 과제의 효율성(SRR로 측정)은 높지만 NPV는 같은 산업의 공공기술이 목표인 종류의 과제(NIST ATP (Advanced Technology Program)와 같은)와 비교하여 항상 작을 것이다. 공공기술형의 과제는 실제로 비용이 더 많이 들 수 있다. 특히 전체 산업 및 정부의 공공기술 연구에 대한 예산이 통합된다면 종종 매우 큰 위험이 따른다. 그러나 성공적인 경우 이러한 연구는 실질적인 후속 R&D, 자본투자 및 크고 절대적인 경제성장 파급효과 등을 가져다 줄 수 있다.

그럼에도 불구하고 단일 기술기반 산업에 의해 요구되는 기반기술의 수가 많기 때문에 경제적 파급효과는 역시 실질적이다.

#### 4.4 파급효과 연구의 시사점

연구관리 관점으로부터 단기 중기 장기 파급효과 측도의 전체적인 스펙트럼은 과제 수명주기의 효과적인 관리를 위한 만족스런 집합을 제공하기 위해 구성되어 질 수 있다. 그러나 전형적인 연구과제에 대한 이정표의 시간은 매년 정량적 측정(특히 성과 측정)을 제공하지 않는다. 대신 측도는 과제 이정표가 비슷한 과제로부터 얻은 파급효과 데이터와 조화롭게 도달되고 이용될 때 따를 필요가 있다.

즉, KRISS나 NIST와 같은 국가연구기관에서 연구실 연구를 살펴보는 더 나은 방법은 어떤 한해에 이루어지는 부분이 비용 효과적인 방법으로 평가되는 관련 연구과제의 포트폴리오 기법이다. 그러한 평가는 질적 분석, 기술 통계 그리고 계량적 분석을 사용하는 공식적 연구 등을 포함한다. 산업 또는 기술에 개입하는 기반기술연구의 다른 영역으로부터의 성과의 특성과 크기 모두의 시스템적 차이를 나타내기 위해 충분한 연구가 수행될 수 있다.

경제적 파급효과 평가의 결과는 다른 평가전략과 함께 전략기획과정에 피



드백되고 과제 포트폴리오의 수정을 용이하게 한다. 그러나 이러한 측도가 경제적 편익을 예측하는데 사용될 때조차도 어떤 산업 또는 기술에 대한 파급효과의 추정값을 제공하기 위해 이러한 측도가 같이 계산되어야 한다. 어떤 경우에는 기업 관리자들에게 의해 공통적으로 사용되는 측도(NPV, 신규 판매율 등)는 기술하부구조 과제군(기반기술 또는 표준 등)에 대해 잠재력을 가질 수 있다. 그러한 측도는 앞에서 언급된 더 공통적으로 사용되는 것을 보완하게 될 것이다. 포트폴리오 수준에서 그러한 추정값은 자원을 할당하는 더 가능성이 있고 효과적인 접근법을 구성한다.

## 5. 정책 및 전략적 함축성

경제적 파급효과 연구는 항상 그 결과를 광범위한 프로그램 평가뿐 만 아니라 첨단기술과 경제성장 정책개발과의 통합 목적으로 수행되어야 한다. 이는 기술 및 관련 산업구조의 이해가 필요한데 왜냐하면 연구과제 또는 전체 프로그램에 대한 경제적 파급효과 추정에서 얻어지는 높은 계량적 값은 그 과제/프로그램이 공공정책관점에서 성공적임을 의미하는 것은 아닐 수 있기 때문이다. 예를 들면 어떤 연구 프로그램은 하부구조 지원을 필요로 하는 산업체의 작은 일부에 집중함으로써 높은 SRR을 얻을 수 있었다. 이러한 집중은 몇몇 요인의 결과였지만 순수한 결과는 경제적 파급효과는 그 필요에 비해 상대적으로 작다는 것이다. 연구프로그램이 산업 수익의 전체 모집단을 목표로 할 때조차도 연구프로그램은 그 산업에 필요한 기술하부구조를 제공하기 위한 포트폴리오 전략의 하나의 요소로 간주되어야만 한다. 요약하면 경제적 파급효과 연구는 더 광범위한 프로그램 목적의 평가와 궁극적으로는 연구 프로그램이 기여하도록 계획된 경제성장 정책목표를 통합하기 위해 설계되어 질 수 있다. 결국 “여러분이 측정하는 것을 여러분이 얻는다”는 것이다. 따라서 파급효과 평가의 범위, 측도의 선택 그리고 분석의 집중 수준 등은 상당한 주의를 요한다.

## 참 고 문 헌

1. 한국표준과학연구원, 「국가측정표준의 경제적 파급효과 분석」, KRISS/SP--2002-059, 2002.
2. 한국표준과학연구원, 「저진공 펌프 성능평가 기술개발의 경제적 파급효과 분석」, KRISS/SP--2003-030, 2003.
3. 한국표준과학연구원, 「표준가스 개발·보급의 경제적 파급효과 분석」, KRISS/SP--2003-037, 2003.
4. Gregory Tasse, *The Economics of R&D Policy*, Westport, CT : Quorum Books, 1997.
5. Gregory Tasse, *Lessons Learned about the Methodology of Economic Impact Studies: the NIST Experience*, NIST SPEA Group, 1998.
6. Link, A.N., *Economic Impact Assessments: Guidelines for Conducting and Interpreting Assessments*(Planning Report 96132). Gaithersberg, MD : NIST, 1996.