

## 국가기술사업화지표 개발 방안 연구

### A Study on the Development of National Technology Commercialization Indicators

최성호(Sung-Ho Choi)\* 문혜선(Hye-Seon Moon)\*\*

#### 국문 요약

최근 국가 연구개발 활동에 있어서 연구개발 성과의 측정 및 관리가 중요한 이슈가 되고 있다. 특히 기술의 사업화는 연구개발의 결과물을 최종 경제적 성과로 전환하는 것으로서, 연구개발 활동의 경제적 기여를 위해 필수적인 과정이다. 이 논문에서는 국가 R&D 정책에서 중요하게 다루어지고 있는 기술사업화의 현황 및 추세를 파악하기 위하여 국가 기술사업화와 관련된 다양한 정보들을 종합한 국가기술사업화지표를 개발하였다. 개발된 지표는 기술사업화 활동, 협력 및 네트워크, 기술사업화 성과, 기술사업화 환경, 심리지수의 다섯 가지 부문으로 구성되어 있고 각 부문의 지수는 각각 다섯 개의 세부 지표로 구성되어 있다. 개발된 지표는 우리나라의 기술시장 및 사업화 정책 수립을 위한 유용한 기초 자료로서 기술사업화 현황 및 수준, 예측 등 다양한 정보를 제공할 것이다.

**주제어:** 기술사업화, 복합지표, 기술정책, 기술혁신

#### Abstract

Recently technology commercialization has been the focus of technology promotion policy in Korea. This paper tries to develop a composite indicator for measuring trends and prospects of national technology commercialization through integrating large amount of information into easily understood formats. The indicator is composed of five sector indicators including activity, cooperation or networking, performance, environment, and psychology indicators, each of which aggregates five individual variables. The statistical method of standardizing and weighting variables in the aggregation process are also mentioned. This indicator is expected to be a useful monitoring and policy tool for the Korean technology market.

**Key words:** Technology Commercialization, Composite Indicator, Technology Policy, Technological Innovation

\* 경기대학교 서비스경영전문대학원

\*\* 한국과학기술기획평가원, 기술혁신학회 회원

대표저자 연락처: finechoi@kyonggi.ac.kr, 031-249-9017

본 연구는 2005년 산업자원부의 산업기술기반조성사업의 일환으로 한국기술거래소가 주관하고 필자들이 참여하여 시행한 정책연구의 최종보고서 중 일부를 기초로 하여 작성되었다.

## I. 서론

우리나라의 전체 R&D투자는 급속히 성장하여 국제적으로 손색이 없는 수준에 이른 것으로 평가되고 있다. 투자금액이 2003년 기준으로 19조 687억원에 이르고, 정부의 R&D투자만 해도 연간 5조원 이상이며, 등록된 산업재산권은 세계 4위 수준(2003년 304천 건)을 나타내고 있다. 문제는 이러한 기술개발 투자와 보유 특허의 규모에 비하여 개발된 기술의 사업화가 미흡하다는 것이다. 특히, 2002년의 특허청 조사결과에 의하면 우리나라의 경우 등록된 특허가 제품개발과 생산으로 연결되어 사업화된 비율이 26.6%에 그치고 있으며 사업화의 성공률도 11.2%에 불과하다. 또한 2003년 한국기술거래소의 조사에 의하면 대학과 공공연구소가 보유한 공공 기술의 민간 이전율이 14.3%에 그치고 있고, 정부지원 R&D과제의 사업화 성공률도 1982~1997년의 기간 동안 10%~30% 수준에 머물고 있는 것이 현실이다.

이에 따라 정부에서는 2004년 9월에 중소기업특별위원회의 주관으로 '기술과 시장의 결합을 통한 혁신주도형 경제로의 도약'이라는 비전을 제시하고 범정부적으로 「기술사업화 국가전략」을 추진한다는 정책방향을 대통령에게 보고하여 시행하고 있다. 특히 금년에 들어서는 기술이전촉진법의 기술이전사업화촉진법으로의 개정 추진 및 기술이전사업화 5개년계획 수립 등 관련시책을 적극적으로 추진하고 있다.

그런데 이러한 국가기술사업화전략을 효율적으로 추진하기 위해서는 기술사업화의 현황과 성과를 객관적으로 평가하기 위한 '국가기술사업화지표' 개발이 시급하다. 특히 현재의 기술사업화 수준을 정확히 진단하고, 국가기술사업화 목표를 설정하며 연도별 개선추이를 모니터링 함으로써 기술사업화 정책에 반영하기 위한 부문별 기술사업화지표는 반드시 필요하다. 물론 지금도 기술이전과 사업화 현황에 관하여 부분적이고 비정기적인 조사가 이루어지고 있지만, 국가 전체의 기술사업화 수준을 객관적으로 나타내지 못하고 있는 것이 현실이다. 다만 기술 개발(R&D)과 권리화(특허)에 관하여는 국제적인 과학기술지표체계에 따라 체계적이고 정기적인 지표 측정이 이루어지고 있다.

국가기술사업화지표를 수립·측정하여 국가 전체적으로 개발된 기술이 실제 사업화되어 어느 정도의 경제적 효과를 거두는가에 대한 현황을 정확히 파악하는 정책노력이 필요하다. 이러한 지표는 먼저 기술사업화의 수준과 성과를 국가·산업·지역 사이에 비교하거나 시간의 경과에 따른 변화의 정도를 측정하는데 유용할 것으로 예상된다. 나아가 국가기술사업화지표의 개발은 효과적인 기술사업화 정책대응 체계를 가능하게 하는 한편, 공공부문이나 대학과 민간 산업계에 적절한 정보를 제공함으로써 개발기술의 사업화를 촉진하게 되어 국가

전체적으로 성과 중심의 국가혁신체계를 구축하는 데 크게 기여할 것으로 보인다. 본 연구는 국가기술 사업화지표를 정의하고 적절한 자료원을 활용하여 이러한 지표를 산출하는 체계의 개발방안을 제시하고자 한다.

## II. 국가기술사업화 지표 이론 및 체계

### 1. 지표 이론 및 선행연구 검토

#### 1) 지표와 복합지표

지표(indicators)는 목적, 방법, 구조 및 유형의 측면에서 매우 다양하므로 일률적으로 정의하기는 어렵다. 기존의 연구를 보면 사회의 중요한 조건을 계량화한 자료라든가,<sup>1)</sup> 사회적 영역 중 어느 한 국면의 현재 상태나 또는 과거·미래의 경향에 관한 상태를 해석하는 지침이라든가,<sup>2)</sup> 사회현상의 광범위한 측정을 위한 통합적인 접근이라는<sup>3)</sup> 등의 정의가 있다. 일반적으로 정적인 개념보다는 동적인 개념으로서 ‘일정한 주제에 대하여 방향, 추세 또는 차원을 나타내는 표시’라 할 것이다.<sup>4)</sup>

그중에서도 복합지표는 다수의 개별 지표를 요약하는 개념이며 일련의 관찰된 사실에 대한 양적·질적 측정치를 모두 포함한다. 이러한 복합지표는 공간적으로 일정 부문(국가, 지역, 산업 등)의 상대적 위치나 시간적으로 변화하는 방향을 나타내기도 한다. 일반적으로 복합지표는 관심대상이 되는 주제에 관한 다량의 정보를 통합하여 용이하게 이해될 수 있는 간명한 형식으로 구성하는 유용한 수단이다. 따라서 복합지표는 정치·경제·사회의 다양한 분야나 관련 정책부문에서 의사전달이나 정책결정의 도구로서 활용된다. 특히 경제 분야에 있어서는 특정 경제현상에 관하여 다수 국가, 지역, 산업 사이의 횡단면적인 비교나 상이한 시기간의 시계열적인 추이를 분석하는데 긴요한 개념으로서, 일반적 추세의 파악, 성과목표의 설정과 달성 정도의 평가, 정책 우선순위의 정립 등에 유용하다. 복합지표의 일반적인 형식은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

1) Bideman, Albert D.(1966) 참조

2) Sheldon, E. B., & W. E. Moore(1968) 참조

3) OECD(1982) 참조

4) 임운철 외(2004) 참조

$$CI = \sum_{i=1}^n w_i X_i$$
, 여기서 CI 는 복합지표,  $X_i$ 는 정규화된 개별 지표(변수),

$w_i$  : 가중치, 단  $\sum_{i=1}^n w_i = 1, (0 \leq w_i \leq 1)$

그러나, 복합지표가 측정대상 성과나 정책의 복잡성(complexity), 다차원성(multi-dimensionality), 변수간의 미묘한 관계 등을 포착하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 지표의 측정대상 범위가 포괄적일수록 실제 성과를 적절히 반영하기가 곤란한 경우가 있으며 이러한 문제의 해결을 위해서는 복합지표와 개별지표를 상호보완적으로 활용할 필요가 있다.

복합지표의 적절성은 이 지표를 구성하는 다수 개별변수의 질(quality)이 결정한다. 따라서 개별변수는 분석적 유용성, 측정가능성, 측정대상 현상과의 적합성에 기초를 두어 선정되어야 한다. 고품질 개별지표에 의하여 고품질 복합지표를 생산할 수도, 그렇지 못할 수도 있으나 열악한 개별지표는 필연적으로 열악한 복합지표로 귀결될 수밖에 없다. 그런데 이러한 지표를 구성하는 변수의 선정에 있어서 가장 심각한 문제는 적합성 있는 데이터(relevant data)가 부족하다는 데 있다. 측정 대상인 국가·지역·산업 또는 시기가 포괄적일수록 원자료(raw data)의 품질은 저하된다는 상충관계(trade-offs)에 직면할 가능성이 높다. 일반적으로 측정 대상을 대표하는 단일 지표가 부재하므로 일부 데이터의 선정이 복합지표로 하여금 주관성을 벗어나지 못하게 할 위험이 상존하게 된다. 그러므로 측정대상 국가·지역·산업, 그리고 시기 사이에 비교를 가능하게 하는 완전한 데이터 셋이 현실적으로 확보하기 어려우므로 설문조사(survey)나 정책검토(policy reviews)로부터 얻게 된 질적 데이터도 상호 보완적으로 활용할 필요가 있는 것이다.

그런데 지표에 관한 이론체계는 복합지표의 목적에 관하여 이 지표로 무엇을 측정할 것인가 하는 측정의 대상을 분명히 하기 위하여 필요하다. 다시 말해 기술사업화 활동에 대한 이론체계는 개별지수의 선정과 가중치의 부여 등을 결정하는 기준이 되고, 특히 개별지수는 측정대상이 되는 현상의 핵심 요소에 관한 적절한 정보를 포함하여야 분석대상인 기술사업화 활동에 관한 이론적 패러다임에 근거한 것이어야 한다.

## 2) 선행연구

국가기술사업화 관련 지표의 작성을 위한 국내외의 선행연구를 살펴볼 필요가 있다. 먼저 국제적으로는 개별지표를 열거하는 OECD의 주요 과학기술지표(Main Science &

Technology Indicators)가 개별지표를 열거하고 있는 대표적인 사례이며 이러한 지표를 작성하기 위한 기준으로서 OECD의 과학기술지표 작성지침(OECD Manual)이 대표적인 연구 사례라 할 것이다. 이 작성지침은 연구개발, 기술무역, 기술혁신, 특허, 인적자원 등 5개 부문으로 구성되어 있는데,<sup>5)</sup> 특히 오슬로 매뉴얼(Oslo Manual)로 불리는 기술혁신 부문 지침서가 기술사업화 지표와 가장 밀접한 관련이 있어 적절한 참고자료를 제공할 것으로 보인다.<sup>6)</sup> 이 지침이 본 연구가 관심을 가지는 기술사업화의 개념에 부합한다고 하는 것은 이 지침에 의할 때 기술혁신은 제품혁신(technological product innovation)과 공정혁신(technological process innovation)으로 구분되는데 기술적으로 새로운 제품 및 공정의 개발과 기술적 개선을 의미하며 반드시 시장에 도입되거나 생산공정에 사용된 경우만 해당한다고 정의하고 있기 때문이다. 이 때 기술혁신을 위한 조사항목(지표)은 제조업과 서비스업으로 구분되는데 제조업의 경우 기술혁신의 유무, 기술혁신을 위한 아이디어나 정보의 원천, 기술혁신의 목적, 기술혁신비용, 기술혁신의 영향, 기술획득 및 기술이전, 기술혁신의 보호, 기술혁신지원제도 평가, 기술혁신 애로요인 등으로 구성되어 있다.

이외에 UNDP의 과학기술성과지수(Technology Achievement Index)는 UNDP의 인간개발보고서 2001년 편에 수록된 내용으로 기술의 창출확산과 인적자원의 기반을 확립하기 위한 국가의 성과를 파악하기 위해 고안된 종합적인 지수이다.<sup>7)</sup> 이 지수는 1인당 특허등록, 1인당 외국으로부터의 기술료 수입, 국가 수출액 중 첨단·중급기술제품의 비율 등을 측정하고 있다. 또한 미국대학기술관리자협회(AUTM; Association of University Technology Managers)의 라이선싱 조사 데이터에 기초하여 Arizona대학교 경제개발국이 작성한 지표인 기술이전 효과성 복합지표(CITTE; Composite Indicator of Technology Transfer Effectiveness)는 기술이전과정을 중심으로 기술사업화를 정의하고 연구개발비, 특허출원수, 라이선스수 및 수입금액, 창업기업수 등 8개 핵심변수에서 도출한 것이다.

한편 기술사업화와 관련되는 지표의 산출을 위한 국내의 대표적인 시도는 한국과학기술정책연구원(STEPI)이 OECD의 기술혁신조사지침서(Oslo Manual)에 따라 2000년 이후에 수행하고 있는 우리나라 기업의 기술혁신조사이다. 2000년에는 제조업과 서비스업에 대하여 조사되었으며, 2002년 제조업, 2003년 서비스업에 대하여 다시 조사되었다.<sup>8)</sup> 조사되고 있는 주요 지표들은 기업체의 기술혁신율(기술혁신기업체의 비중), 기술혁신 수행방식, 기술

5) 중소기업청·중소기업연구원 (2001) 참조

6) Oslo Manual은 1992년에 1차 버전이 발간된 이후 1997년 개정판이 발간되었고 2004년에 최근 버전이 발간되었다. OECD, "The Measurement of Scientific & Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting & Interpreting Technological Innovation Data: Oslo Manual", 2004.

7) UNDP(2001) 참조

8) 한국과학기술정책연구원(2003), (2002) 참조

혁신 비용구성, 기술혁신 목적 및 정보원천, 정부지원제도 활용도 등이다. 또한 과학기술정책연구원과 경북대학교 경제경영연구소가 공동으로 개발하여 2002년부터 매년 조사 발표하고 있는 한국 스코어보드(Korean R&D Scoreboard)는 우리나라 상장기업의 재무제표에 기초하여 연구개발 투자현황과 연구개발 성과간의 관계를 분석하고 있다. 과학기술에 대한 투입과 성과간의 연관관계를 분석하고 있는 것이다. 조사대상은 증권거래소에 상장된 200개의 대기업과 150개의 중소기업, 그리고 코스닥에 상장된 100대 벤처기업과 100대 일반기업 등 총 550개 기업들이다. 주요 지표들은 연구개발투자지표와 기업성과지표들이며, 이들을 통해 연구개발투자와 수익성, 생산성, 매출액성장율, 주가수익율 등의 성과와의 연관관계를 분석하고 있다. 이외에도 산업연구원이 혁신역량지수 (Innovation Capacity Index)를 정의하여 국가가 경제적으로 가치있는 다양한 혁신을 지속적으로 추진하여 경제적 성과를 가져오는 혁신역량 수준을 혁신자원, 혁신전략, 혁신성과, 혁신여건, 혁신연계지표 등에 의해 측정할 사례가 있다.<sup>9)</sup>

## 2. 국가기술사업화 지표의 구성 및 체계

### 1) 국가기술사업화 지표의 개념 및 요건

국가기술사업화지표는 국가의 기술사업화의 현황을 나타내는 다수의 지표를 종합하는 일종의 복합지표(CI; Composite Indicators)이다. 따라서 국가기술사업화지표의 개발은 복합지표의 개발을 위한 일반적 방법론을 기술사업화의 영역에 적용하는 것이 핵심적 내용이다. 여기서는 국가기술사업화지표(NTCI; National Technology Commercialization Indicators/Index)를 “국가의 기술사업화 정책과정에 필요한 기술사업화의 제반 현상과 변화에 관한 신뢰성 있는 통계 및 자료체계”로 정의하기로 한다. 여기서 ‘기술사업화(technology commercialization)’의 개념은 목적과 용도에 따라 포괄하는 범위가 다르다. 산업자원부에서는 ‘기술사업화란 기업이 내부 또는 외부 기술 공급원에서 개발된 기술을 활용하여 제품 서비스를 생산하고, 생산된 제품서비스가 시장에서 판매되어 수익을 창출함으로써 기업이 성장하는 프로세스’라고 정의하고 있다.<sup>10)</sup> 기술자원의 생산을 강조하는 투입실적 중심의 개념과는 달리 기술과 시장의 상호연계를 중시하는 성과 중심의 개념으로 보고 있는 것이다. 미국의 상무성의 최근 정책보고서에 의하면 ‘기술사업화는 개발이전된 기술을 상업적으로

9) 산업연구원(2004)참조

10) 산업자원부 (2004a) 참조

성공적인 상품(commercially successful products)으로 전환하는 과정'으로 정의하고 있다.<sup>11)</sup>

국가기술사업화지표는 기술사업화의 제반 현상과 변화를 설명하는 지표이다. 국가기술사업화지표는 복합적이고 체계적인 특성을 가지는 기술사업화 활동을 파악하고자 하는 것이므로 기술사업화를 구성하는 다수 요소의 특징을 반영하는 자료원을 포괄적으로 활용할 필요가 있는 것이다.

바람직한 국가기술사업화지표는 기술사업화 전반을 대표하여야 하고 기술사업화 활동 및 성과를 평가하고 이를 정책에 반영할 수 있는 성과관리 지표가 되어야 한다. 또한 이 지표는 기술사업화의 활동과 성과를 정확하게 측정하는 지표로서 타당성과 신뢰성을 갖추어야 하며 일정시점에 객관적이고 정량적으로 조사 및 측정 가능하여야 하고 시계열적으로, 산업·지역·국가간 등의 횡단면적으로 비교 가능하여야 하며, 또한 타 국가지표와도 비교 연계 되어야 한다.

## 2) 국가기술사업화 지표의 체계

국가기술사업화지표체계는 기술사업화에 관한 복합지표의 체계이다. 각각의 개별지표가 모여서 부문지표를 구성하고 다시 부문지표가 모여서 종합지표를 구성하는 체계이다. 따라서 기술사업화를 나타내기 위하여 세부지표(부문지표, 개별지표)로 구분하여 이들을 먼저 산출하고 이들 산출결과를 집계하여 종합지표로서 국가기술사업화종합지표를 산출할 수 있다.

그런데 이런 체계의 구성에는 몇 가지 대안이 제기될 수 있다. 첫째, 제1안은 지표체계를 기술사업화 체계를 구성하는 요소를 중심으로 설계한다. 여기서는 일반적 체계 구성요소 중에서 투입은 기술사업화 활동으로, 산출은 기술사업화 성과로 정의하기로 한다. 따라서 국가기술사업화 종합지표를 구성하는 부문지표로서 ① 기술사업화활동, ② 기술사업화 성과, ③ 기술사업화환경, ④ 기술사업화심리로 분류해야 할 것이다.

둘째, 제2안은 국가기술사업화지표를 기술사업화 정책목표별로 독립적인 개별지표로만 구성하는 방안이다. 예를 들어 2005년 3월 산업자원부가 발표한 제2차 기술이전사업화 촉진계획 수립을 위한 공청회 자료에 의하면 기술사업화 정책목표를 ① 외부기술의 전략적 활용기반 조성, ② 국가 R&D의 사업화연계 강화, ③ 사업화 초기 금융공급 확대 등의 세 가지로 분류한다.<sup>12)</sup> 이러한 정책목표에 따른 개별지표들의 분류체계는 정책목표의 변화에 따

11) U.S. Department of Commerce (2003) 참조

12) 산업자원부 (2005) 참조

라 유연하게 구성할 수 있을 것이다. 이 방안의 경우에도 3가지 정책목표별로 부문지표를 산출하여 기술사업화 수준을 평가하거나 정책의 역점사항에 대한 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

셋째, 제3안은 OECD의 Oslo Manual(2004)을 따라 혁신과 관련된 정책영역을 기초조건(Framework Conditions), 이전요소(Transfer Factors), 동적요소(Dynamic Factors), 과학공학 기반(Science and Engineering Base)의 4가지 범주로 구분하는 것이다.<sup>13)</sup> 이를 기술사업화 관련 정책영역에 적용하여 하위지표를 구성하면 기술사업화의 정책영역을 ① 사업화 기초적 조건, ② 과학기술 기반, ③ 기술이전 및 사업화 요소, ④ 사업화 다이내믹즘의 4가지로 설계하고 각 영역별로 개별항목을 도출할 수 있을 것이다.

이러한 국가기술사업화 지표체계 구축에 대한 3가지 대안을 평가하면 다음과 같다. 먼저 제1안(구성요소에 따른 지표체계)은 부문지표간의 구분이 이론적으로 명확하다. 이에 따라 기술사업화의 활동과 성과를 명확한 기준에 의하여 평가할 수 있고, 국가산업·지역 사이의 비교가 용이할 것이다. 나아가 이 지표를 활용하여 기술사업화 정책 및 시장을 모니터링 하는데 용이하다는 장점이 있다. 그러나 포괄범위가 넓어 일부 개별지표의 경우 신뢰성 있는 측정치의 조사가 어렵고 타 과학기술혁신지표와의 연계가 불분명한 문제점이 있다. 또한 넓은 범위에 걸쳐 매우 다양한 자료를 필요로 하므로 국제적으로 비교 가능한 지표 산출이 어려울 것으로 전망된다.

한편 제2안(정책목표에 따른 지표체계)은 정부의 제2차 기술이전·사업화 추진계획(시안)의 정책목표에 근거하여 구성된 것이다. 따라서 현 시점에서의 정부의 정책방향에 부합하며 구체적인 하위 정책목표의 수립과 달성정도 평가에 유용하다는 장점이 있을 것이다. 따라서 지표의 수립·운영 과정에서 정부기관의 적극적인 협조가 기대되고 지표 산출 결과의 정책과정에 대한 피드백이 효과적으로 이루어 질 것으로 전망된다. 제2안이 가지는 한계는 단기적인 유용성에도 불구하고 중장기적인 정책목표를 포함한 완결적인 내용을 이루고 있지 못하다는데 있다고 하겠다. 예를 들어, 사업화 초기 단계의 금융공급 확대 부문은 사업화 정책의 시행초기에 우리 경제에서 취약한 부문의 금융제도를 보완하는데 초점을 둘 것이라는 인식을 반영하지만 중장기적 시각에서는 더욱 보편타당한 정책목표로 전환되어야 할 필요성이 있다.

마지막으로 제3안(정책영역에 따른 지표체계)은 기술사업화를 구성하는 정책과 환경의 영역에 대한 초점을 맞추고 있다. 이에 따라 기술사업화의 성과를 좌우하는 제반 현상에 대한 종합적 고려와 시스템적 접근이 가능할 것이다. 아울러 기존의 과학기술혁신지표와의

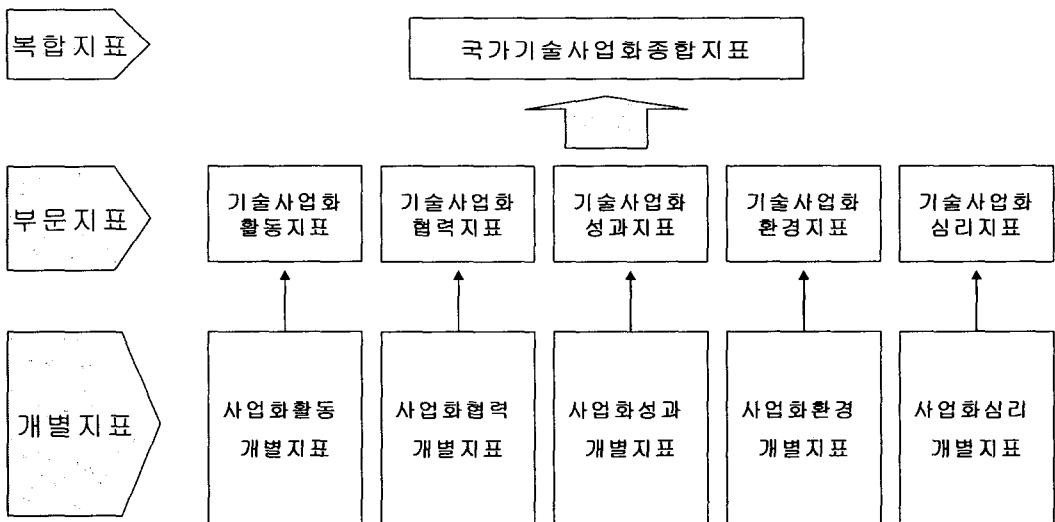
13) OECD (2004b) 참조



연계가 용이한 장점이 있다. 특히 기술이전 및 사업화 요소에서 다양한 네트워크 요소를 강조하고 있는 것은 참고할만하다. 그런데 이 대안은 OECD에서 혁신의 요소를 4개의 혁신정책영역(innovation policy terrain)으로 재구성한 것(map)으로서 질적 평가요소를 다수 포함하고 있어 계량화하는데 애로점이 많을 것으로 보인다. 따라서 부문간·산업간 비교가 용이하지 않고, 기술사업화 시장을 모니터링하는데 활용하기 어려우며, 역시 일부지표의 경우 신뢰성 있는 측정치의 조사가 어려운 점이 있다.

따라서 준거기준 및 활용목적에 따라 기술사업화와 관련된 다양한 지표체계를 구성할 수 있을 것으로 보인다. 다만, 본 연구에서는 조사관리의 용이성과 정책목적에의 활용성을 우선적으로 감안하여 제1안으로 하되, 다른 대안의 몇 가지 장점을 보완하여 최적대안을 제시하기로 한다. 즉 제1안(구성요소에 따른 지표체계)을 기초로 하되 제2안 및 제3안의 장점을 보완하여 1개의 종합지표와 5개 내외의 부문지표를 도출하는 방안이다. 각 부문지표는 다시 각각 5개 내외의 개별지표로 구성된다.

〈그림 1〉 국가기술사업화지표체계 (최적안)



요컨대 국가기술사업화종합지표를 활동·협력·성과·환경·심리 등의 부문지표로 구성하지는 것이다. 여기서 심리지표는 독립적인 부문지표로 두는 방안과 타 부문지표의 개별지표로 나누어 포함하는 방안 두 가지를 모두 고려할 수 있으나 여기서는 조사운영의 합리성을 확보하기 위하여 별도의 독립적인 부문지표로 두기로 한다.

이 방안에서 특기할만한 사항은 제1안에 없던 새로운 부문지표로서 기술사업화협력지표를 포함했다는 점이다. 이는 제2안(정책목표에 따른 지표체계)에서 '외부기술의 활용방안 조성'과 제3안(정책영역에 따른 지표체계)에서 '기술이전 및 사업화 요소'의 중요한 부분을 참고하여 보완한 것이다.

다시 말해 기술사업화 체계의 투입요소인 기술사업화 활동 중에서 기술개발 단계나 산업성숙 단계에 비하여 사업화 단계에서 산학연 협력 또는 기업간 전략적 제휴가 빈번하게 발생하며 매우 요긴한 활동이라는 점에 착안하여 협력 지표를 독립된 부문지표로 구성한 것이다. 이러한 지표 구성은 국가기술혁신체계가 지역기술혁신체계를 구성요소로 하는 사실과도 일맥 상통하는 것이다. 협력 지표의 하위 개별지표로는 산학연 및 기업간 협력, 클러스터 협력 등의 수준을 측정할 수 있는 개별지표가 포함될 것이다.

또한 각각의 부문지표에 질적평가를 위한 개별지표를 한 가지씩 추가하기로 한다. 각 부문의 요소중 정량적으로 측정이 곤란하거나 또는 보완해야할 필요성이 있는 항목에 대하여 설문조사를 통한 조사치를 활용하는 것이다. 이 부문내의 질적지표는 설문조사를 통하여 심리지표와 함께 측정될 것이다.

이에 따라 5개 부문지표와 각 부문지표마다 질적 지표를 포함하여 5개의 개별지표를 포함하였다. 따라서 <표 1>과 같이 종합지표(1개) - 부문지표(5개) - 개별지표(25개)의 지표체계를 제안하고자 한다.

### 3) 국가기술사업화종합지표의 산출

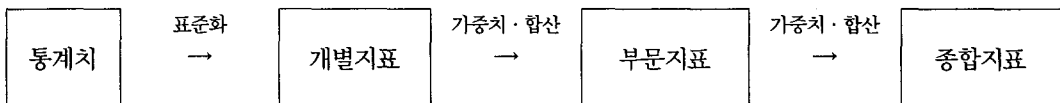
이 방안의 경우 국가의 종합적인 기술사업화 수준과 성과를 나타낼 수 있으며, 연도별 및 국가간 비교가 가능하다. 그렇게 하기 위해서는 기술사업화의 내용을 대표할 수 있도록 각 부문지표를 구성하는 개별지표(변수)의 선정과 이의 측정이 가장 중요하다. 우선 각 개별지표를 표준화하고 가중평균하여 부문지표를 구하고, 같은 방법으로 각 부문지표를 표준화하고 가중평균하여 종합지표를 산출하는 것이다.

종합지표를 산출하는 절차는 위 <그림 1>에 요약되어 있다. 우선 개별지표를 종합하고 표준화하여 각 부문지표인 활동지표(A), 협력 지표(B), 성과지표(C), 환경지표(D), 심리지표(E)를 집계한다. 이 때 부문지표(예: 활동지표 A)는 이 부문지표에 포함되는 개별지표의 측정치( $a_1, a_2, a_3, \dots$ )를 합산하여 산출한다.

〈표 1〉 국가기술사업화지표체계의 세부지표 (최적안)

부문지표	개별지표	측정방법
①기술사업화활동지표	기술사업화율 기술사업화성공율 기술사업화소요기간 기술사업화투자액 기술사업화의욕	기존통계 신규조사
②기술사업화협력지표	기술이전율 기술이전수익률 기업외부기술활용율 기술사업화합작투자액 기술사업화협력마인드	기존통계 신규조사
③기술사업화성과지표	기술사업화수익율 신기술창업율 신기술제품비중 기술수출지표 기술사업화성공인식	기존통계 신규조사
④기술사업화환경지표	기술사업화자금지원 기술사업화조작인력체계 신기술제품구매비중 기술사업화지원수혜비율 기술사업화환경만족도	기존통계 신규조사
⑤기술사업화심리지표	기술사업화활동평가 기술사업화협력평가 기술사업화성과평가 기술사업화환경평가 기술사업화전망	신규조사
◆국가기술사업화종합지표	①~④의 가중합산	

〈그림 2〉 국가기술사업화종합지표(NTCI)의 산출절차



다음에는 표준화되어 있는 각 부문지표의 상대적 중요도를 분석하여 각 부문지표에 가중치  $W_i$ 를 부여하고 이를 전부 가중합계하여 종합 지표(NTCI)를 산출하는 것이다. 다만 이

경우 심리지표(E)는 종합지수 산출에 합산하지 않는다. 심리지표는 각 부문지표에 대한 심리적 평가치이므로 중복계산되기 때문이다. 따라서 심리지표는 국가기술사업화종합지표의 보조지표로 제시토록 한다<sup>14)</sup>.

〈표 2〉 국가기술사업화종합지표의 산출식

$$\diamond \text{NTCI} = A W_1 + B W_2 + C W_3 + D W_4$$

(보조지표 : E)

\*NTCI : 국가기술사업화종합지표

A : 기술사업화활동지표

B : 기술사업화협력지표

C : 기술사업화성과지표

D : 기술사업화환경지표

E : 기술사업화심리지표

$W_i$  : 가중치 (예시 :  $W_i = 0.25$ )

다만, 종합지수 산출과정에서 각 지표의 표준화와 가중평균을 위한 비교치로서 시계열자료나 국제통계치가 필요하나, 본 연구에서 제안한 기술사업화에 관한 개별지표(기술이전율, 기술사업화율, 기술판매액, 사업화예산 등)들은 시계열자료나 국제통계가 아직은 완비되지 못하고 있는 점이 당장 이 방안을 실행하기 어렵게 한다. 또한, 이 방안을 실행하기 위해서는 개별지표들을 표준화하고 가중평균하여 부문지표를 산출하고 또다시 부문지표들을 가중평균하여 종합지표를 산출해야하는 이중의 합산(agggregation)의 작업을 거쳐야 한다. 그러나 시간적·공간적으로 충분한 데이터가 축적되지 않은 상태에서 합산하는 단계가 많을수록 지표의 신뢰도와 해당항목에 대한 설명력이 다소 떨어지는 문제점이 있다고 보겠다. 따라서 시행초기에는 이러한 문제점을 감안하여 개별지표들의 측정항목을 더욱 선별하기로 하고, 부문지표와 종합지표를 산출하는 표준화방법 및 가중치부여방안을 단계적으로 보완해나갈 도록 한다.

14) 여기서 기술사업화성과 부문의 지표는 사업화된 기술이 국내외 시장에서 어느 정도의 수익성을 창출하는지를 파악하려는 것으로서, 지표의 구성 및 범위가 활동, 협력, 환경 등의 지표와 독립적으로 볼 수 있다. 만일, 각 부문의 지표 구성이 독립적이지 못하다면 부문간 가중합을 통한 복합지표의 산출은 보다 신중히 고려되어야 한다.

### Ⅲ. 지표 측정 및 복합지수 산출방안

#### 1. 기술사업화지표 측정 방안

##### 1) 세부지표의 정의

2장에서 언급된 5개 부문지표의 산출 및 분석을 위해서는 각 부문을 구성하는 세부지표들에 대한 명확한 개념 정의 및 측정방안 모색이 필요하다. 각 부문별로 세부지표의 구성 및 정의, 측정방안을 제시하면 다음과 같다.

##### ① 기술사업화 활동지표

기술사업화 활동지표는 기술사업화 활동의 현재 수준을 나타내는 부문지표로서, 기술 사업화율, 기술사업화 성공률, 기술사업화 소요기간, 기술사업화 투자액, 기술사업화 의욕의 다섯 가지 개별지표로 구성하였다. 이 중 기술사업화율은 개발(보유) 기술 중 사업화가 추진된 비율로 정의되며, 보유기술이 얼마나 시장으로 활용되었는가를 나타내는 지표이다. 기술사업화 성공률은 개발(보유) 기술 중 사업화에 성공한 비율로 정의되며, 보유 기술이 얼마나 시장성이 있는가를 보여주는 지표이다. 기술사업화 소요기간은 기술개발 완료 시점부터 사업화 착수까지의 기간과 사업화 착수에서 사업화 완료까지의 기간의 합으로 정의되며, 사업화가 얼마나 신속하게 추진되는가를 대리하는 지표이다. 다음으로 기술사업화 투자액은 기술사업화에 투자된 자금으로서 기술사업화 투입비용을 나타낸다. 마지막으로 기술사업화의욕은 기술사업화 주체의 사업화 의욕으로 정의되며, 관련 주체의 태도를 대리하는 지표이다.

〈표 3〉 기술사업화 활동지표의 구성 및 정의

부문지표	개별지표	정의
기술사업화 활동지표	기술사업화율	- 개발(보유)기술중 사업화가 추진되는 비율(%)
	기술사업화성공률	- 개발(보유)기술중 사업화에 성공하는 비율(%)
	기술사업화소요기간	- 기술사업화에 소요되는 기간(개월)
	기술사업화투자액	- 기술사업화에 투자된 자금(억원)
	기술사업화의욕	- 기술사업화추진주체의 사업화에 임하는 준비성, 적극성, 결과낙관 등을 포함한 사업화 의욕
	기술이전율	- 개발(보유)기술중 이전되는 비율(%)

## ② 기술사업화 협력지표

사업화 추진 기술은 사업화 주체가 자체적으로 개발하는 경우도 있지만 공공이나 대학으로부터의 기술이전, 라이선싱, 공동개발 등 외부주체와의 연계를 통해 확보되는 경우도 많다. 특히 연구개발 활동이 점차 대형화, 복합화 되어가고 있어서 연구개발 비용부담이나 관련정보 및 기술력 확보 등을 한 기업 내에서 해결하기 어려워지고 있다. 이러한 의미에서 기술사업화 주체간 협력활동은 기술사업화의 성과를 결정하는 중요한 요인이라고 볼 수 있다. 기술사업화 협력지표는 기술이전율, 기술이전 수익률, 기업외부기술 활용율, 기술사업화 합작투자액, 기술사업화 협력 마인드의 다섯 가지 개별지표로 구성되었다. 기술이전율은 개발(보유) 기술 중 외부로 이전된 기술건수로 정의되며 기술이전수익율은 기술개발비용 대비 기술료수입으로 정의된다. 이들 두가지 지표는 기술유통시장의 활성화정도를 나타낸다. 기업외부기술활용율은 사업화 기술 중 외부 활용기술의 비율로 정의되며, 외부 주체로부터의 사업화 기술매입, 라이선싱, 공동 개발 등이 해당된다. 기술사업화 합작투자액은 기술사업화를 위해 외부주체와 합작투자한 자금 비율로서 이 지표는 기업외부기술 활용율과 함께 외부기관과의 협력 정도를 대표하는 지표이다. 마지막으로 기술사업화 협력마인드는 기술사업화 주체의 외부 주체와의 협력의지를 나타내며 외부기관과의 네트워크를 통하여 기업의 사업화 능력을 제고시키려는 사업화 추진주체의 인식을 의미한다.

〈표 4〉 기술사업화 협력지표의 구성 및 정의

부문지표	개별지표	정의
기술사업화 협력지표	기술이전율	- 개발(보유)기술중 이전되는 비율(%)
	기술이전수익율	- 기술개발비 대비 기술이전 수익금액(%)
	기업외부기술 활용율	- 사업화 기술 매입·라이선싱, 공동개발 등 외부 활용 기술의 비율(%)
	기술사업화 합작투자액	- 기술사업화를 위하여 복수기업이나 산학연이 합작투자한 자금
	기술사업화 협력마인드	- 기술사업화 추진기업의 다른 주체와의 협력을 추진하고자 하는 마인드

## ③ 기술사업화 성과지표

기술사업화 성과지표는 기술사업화로 인한 매출증가 및 비용절감 등의 경제적 이익, 신기술창업, 신제품 출시, 기술수출 등 경제적 성과를 나타내는 지표로서, 기술사업화 수익률, 신기술 제품 비중, 기술수출지표, 기술사업화 성과 인식 등의 다섯 가지 개별지표로 구성하

였다. 기술사업화 수익률은 기술개발에서 사업화까지의 총 소요비용 대비 사업화로 거둔 수익금액의 비율로 정의된다. 사업화로 거둔 수익은 신기술 개발로 인한 판매수익이나 공정개선을 통한 비용절감 등을 의미하는데, 수익은 단년도에만 발생하는 것이 아니므로 결국 기술사업화 예상수익을 추정하는 일이 된다.<sup>15)</sup> 신기술제품 비중은 총 제품출하 중 신제품 기술의 비중으로 정의되며 해당 기업이 얼마나 혁신적인가를 보여주는 지표이다. 기술수출지표는 당해연도 동안의 총 기술수출 건수 및 금액으로 정의되며 기술사업화 성과 인식은 사업화 성과에 대한 주체들의 주관적 인식을 평가하려는 것이다.

〈표 5〉 기술사업화 성과지표의 구성 및 정의

부문지표	개별지표	정의
기술사업화 성과지표	기술사업화수익율	- 사업화투자금액 대비 사업화 수익금액(%)
	신기술창업율	- 전체 창업대비 신기술사업화로 인한 창업건수(%)
	신기술제품비중	- 총 제품출하중 신기술제품의 비중
	기술수출지표	- 당해연도 동안의 총 기술수출건수 및 금액
	기술사업화 성과인식	- 기술사업화추진기업의 기술적·경영적·협력구축 측면 등 사업화성과에 대한 주관적 인식

#### ④ 기술사업화 환경지표

기술사업화 환경지표는 기술사업화에 필요한 자금, 조직, 인력체계, 시장 진입장벽, 정부의 제도와 정책 등 기술사업화의 여건 및 인프라 현황을 나타내는 지표이다. 이 부문지표는 기술사업화자금 지원 규모, 기술사업화 조직 및 인력체계, 신기술제품 구매비율, 기술사업화 지원 수혜비율, 기술사업화 환경만족도의 다섯 가지 개별 지표로 구성하였다. 기술사업화 자금지원규모는 기술사업화를 위해 외부로부터 지원받은 금액으로 정의되며 기술사업화 조직 및 인력은 기술이전 및 사업화 전담조직 수 및 관련 전문인력 수로 정의된다. 신기술제품 구매비율은 공공 기관 및 주요기업의 조달 물자 중 신제품 구매액 및 비율로 정의되며, 기술사업화 지원 수혜비율은 개발된 기술 중 정책지원에 의해 사업화한 기술의 비율로 정의된다. 기술사업화 환경만족도는 사업화 주체의 사업화 여건에 대한 인식을 조사하는 것이다. 이와 같은 개별지표의 가중합산을 통해 기술사업화 환경 지표가 도출될 수 있다.

15) 이를 위해서는 현재까지 실현된 수익에 장래 기대수익을 현재 가치로 할인한 금액을 합하여 사용하며, 사업화가 진행중이어서 사업화 수익률 계산이 어려운 경우에는 기술가치평가 금액을 대신 사용할 수 있다.

〈표 6〉 기술사업화 환경지표의 구성 및 정의

부문지표	개별지표	정의
기술사업화 환경지표	기술사업화 자금지원규모	- 기술사업화에 대한 자금지원 정도 및 자금조달의 용이성
	기술사업화 조직 및 인력	- 기술사업화 지원조직 구성 및 인력규모
	신기술제품 구매비율	- 공공기관 및 주요기업의 조달물자중 신기술제품 구매액 및 비율(%)
	기술사업화 지원 수혜 비율	- 공공 또는 민간 R&D결과 개발된 기술 중에서 사업화에 대한 자금 등 정책지원이 이루어진 기술의 비율(%)
	기술사업화 환경만족도	- 기술사업화 추진기업의 시장, 정책, 자금, 인력, 정보 등 제반여건에 대한 만족도

## ⑤ 기술사업화심리지표

기술사업화 심리지표는 기술사업화와 관련된 전반적인 심리수준의 변화를 파악하여 기술사업화의 활동, 협력, 성과 및 환경에 관한 현재 또는 향후의 상황을 판단하거나 예측하기 위한 것이다. 구체적으로는 과거와 비교한 현재상황의 평가를 나타내는 평가지표와 현재와 비교한 미래 상황의 기대를 나타내는 전망지표로 구성하였으며, 기술사업화활동평가지수, 사업화 협력평가지수, 사업화 성과평가지수, 사업화 환경평가지수, 기술사업화전망지수의 다섯가지 개별지표로 구성하였다.

〈표 7〉 기술사업화 심리지표의 구성 및 정의

부문지표	개별지표	정의
기술사업화 심리지표	기술사업화활동 평가지수	- 전년과 비교하여 금년의 기술사업화 활동상황 평가
	기술사업화협력 평가지수	- 전년과 비교하여 금년의 기술사업화 협력상황 평가
	기술사업화성과 평가지수	- 전년과 비교하여 금년의 기술사업화 성과 평가
	기술사업화환경 평가지수	- 전년과 비교하여 금년의 기술사업화 환경 평가
	기술사업화 전망지수	- 금년과 비교하여 내년의 기술사업화 상황에 대한 전체적인 기대



## 2. 기술사업화 복합지표 산출방안

### 1) 복합지표 산출을 위한 이론체계

#### ① 변수의 표준화

개별지표들을 통합하여 복합지표를 산출하고 도출된 복합지표를 국가간 시계열간 비교분석하기 위해서는 사용 변수들을 표준화하는 작업이 우선되어야 한다. 개별 변수의 통합은 측정단위가 다른 변수들을 종합해야 하기 때문에 각 변수들을 표준화 혹은 정규화하는 일이 필요하며, 이 과정에서 국가간 경제규모나 인구소득 등의 차이 고려나 계절성의 조정, 특이치(outliers)의 처리, 데이터 품질교정 등이 이루어지게 된다.

표준화를 시행하는 방법은 다양하나 중요한 것을 들면 표준편차 방식(standard deviation from the mean), 집단선도자로부터의 거리(distance from group leader), 편차(평균으로부터의 거리 : distance from the mean), 최우위, 최열위 성과로부터의 거리(distance from the best & worst performers), 범주척도(categorical scale) 등을 들 수 있다. 그런데 표준편차 방식이 통계적 성격이 우월하고 합계에 유용한 개념적 특징이 있어 가장 빈번하게 사용된다.

〈표 8〉 지표계산의 표준화 방법

표준화 방법	산 식
표준편차 방식	$(\text{측정치}-\text{평균})/\text{표준편차}$
집단선도자로부터의 거리	$(\text{측정치}/\text{최대치}) * 100$
편차(평균으로부터의 거리)	$(\text{측정치}/\text{평균치}) * 100$
최우위, 최열위 성과로부터의 거리	$(\text{측정치}-\text{최소치})/(\text{최대치}-\text{최소치})$
범주척도(categorical scale)	$[1, 2, \dots, k], [\text{고}, \text{중}, \text{저}] \text{ 등}$

표준화 방법 선정은 이와 같이 다양하나, 도출된 복합지표들이 상호 비교 가능하고 개별 복합지표 내에서도 시계열 혹은 국가간 비교가 쉽도록 표준화되어야 한다는 것이다. 또한 복합지표를 가지고 한 국가의 시계열 변동이나 국제비교를 수행하고자 할 때 시점간 혹은 국가간 지수값의 차이가 실제적으로 어느 정도의 변동을 의미하는 것인지 설명할 수 있어야 한다.

## ② 가중치 부여 방식

복합지표의 집계에 있어 가중치 부여는 매우 중요한 절차이다. 복합지표는 개별 혹은 부문지표의 가중합으로 도출되므로, 개별 또는 부문지표에 대한 가중치의 부여 방식이 복합지표에 중대한 영향을 미치는 것이 일반적 현상이기 때문이다. 따라서 객관적이고 합리적인 가중치 체계를 구성하는 것은 최종 도출된 복합지표의 설명력 및 신뢰성 제고에 있어 중요한 의미를 갖는다.

가중치 도출 방식은 다양하지만, 대체로 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

### 가. 자의적(arbitrary) 가중치 결정 방식

이 방법은 지표 작성기관 혹은 연구자들이 개별지표들의 통합을 위해 각 지표의 가중치를 자의적으로 결정하는 방법이다. IMD, WEF 등에서 전세계 국가를 대상으로 매년 발표되는 순위들은 개별지표를 해당기관에서 자의적으로 결정하여 도출한 결과이다.

IMD의 국가경쟁력지수는 국가경쟁력 평가를 위해 관련 지표를 4개의 대분류, 20개의 중분류, 241개 세부항목으로 구성하고 각 항목에 대해서는 표준편차방법(standard deviation method)으로 개별순위를 산출하고, 이들 개별항목의 통합을 위해서는 정량적 지표에 대해 2/3의 가중치를, 정성적 지표에 대해서는 1/3의 가중치를 임의로 부여하여 통합지수를 산출하고 있다.

WEF의 성장경쟁력지수도 전세계 국가를 혁신그룹과 비혁신그룹으로 구분하고 각 그룹에 대해 차별화된 가중치를 임의로 결정하여 반영하고 있는데 예를 들어 동일한 지표에 대해서도 15개 이상의 국제특허를 등록한 국가, 즉 혁신그룹에 대해서는 1/2의 가중치를 주고, 비혁신그룹에서는 1/8의 가중치를 적용하고 있다.

조지아 공과대학에서 발표하고 있는 하이테크(high-tech) 지수도 마찬가지로 하이테크와 관련된 네 가지 주요 지표 부문에 대해서 정량적 자료와 정성적 자료에 대해 임의적으로 차별화된 가중치를 부여하여 통합지수를 산출하고 있다.<sup>16)</sup> 이와 같은 방법은 복합지수 산출과정이 단순하고 작성이 용이하다는 점에서 유리하다. 또한 매년 조사대상 집단의 변동과 무관하게 동일한 가중치 체계가 유지되므로 안정적이고, 일반인들도 하위지표에서 복합지수가 산출되는 과정을 쉽게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 가중치가 조사대상기관 혹은 소수의 전문가 견해에 따라 결정되므로 주관적이고 복합지표에 미치는 개별지표들의 영향 정도를 가중치에 적절히 반영하지 못한다는 한계가 있다.

### 나. 통계적 방법에 의한 가중치 부여 방식

이 방법은 개별지표를 구성하는 자료들의 통계분석결과를 활용하여 개별지표의 가중치를

16) Roessner et al.(2001) 참조

결정하는 것으로서 미국 국가경쟁력위원회의 혁신지수, 일본의 과학기술정책연구소(NISTEP, National Institute of Science and Technology Policy)의 종합과학기술지수 등에 적용되고 있다. 미국 국가경쟁력위원회의 혁신지수<sup>17)</sup>는 특허를 각 국가의 경쟁력을 표현하는 대표변수로 보고 특허를 종속변수로, 특허산출과 관련된 변수(인프라, 투입, 제도 등)를 독립변수로 하여 회귀분석을 수행하였다. 회귀분석에서 도출된 각 하위지표의 상관계수(correlation coefficient)는 각 변수들과 특허와의 관련정도를 나타내어 주므로 이를 가중치로 활용하여 최종 혁신지수를 도출하고 있다.

일본 NISTEP의 종합과학기술지수<sup>18)</sup>는 요인분석(factor analysis)을 사용하여 복합지수를 산출한 사례이다. 이 지수는 국가과학기술활동을 구성하는 14개 하위지표를 도출하고 이들 지표를 구성하는 자료들을 통계적 방법으로 요인분석 결과를 통해 개별지표의 가중치를 결정하였다. 이와 같은 방법은 국내에서도 활용되었는데, 권용수(1999)는 지식기반 중심의 과학기술력지수를 IMD 변수중 주요 33개 변수에 대해 요인분석방법으로 산출하였고, 한국전산원의 국가정보화지수는 정보화 관련 4개부문 7개 지표에 대해 요인분석을 수행하고 요인분석결과 추출된 정보화요인에 미치는 각 항목의 영향력 크기에 따라 가중치를 부여한 사례이다.

이러한 방법은 통계적 분석에 근거하므로 자의적으로 가중치를 부여하는 것보다는 객관적이고 합리적이라는 장점이 있다. 그러나 통계분석의 대상이 되는 국가, 대상년도, 세부항목의 변동에 따라서 분석결과가 달라지므로 비교대상 집단을 어떻게 구성하느냐에 따라 한 국가의 지수값 및 순위가 달라질 수 있다는 한계가 있다. 또한 개별지표의 가중치 순위가 그들의 중요도 순위와 일치하지 않을 수 있는데, 예를 들어 국가연구개발투입지수 산출시 기술도입 항목이 다른 세부항목과 통계적으로 상관관계가 높다면, 전체 연구개발투입에서 차지하는 중요성이 낮다고 해도 가중치는 높게 부여된다. 이러한 방법은 실제 복합지표를 구성함에 있어 개별지표들의 차지하는 비중, 혹은 중요도와 무관하게 가중치가 도출될 수도 있어 최종지수의 설득력이 저하될 수 있다는 점이 단점으로 지적될 수 있다.

다. 전문가나 사회적 의견수렴에 의한 가중치 부여방식

이 방법은 전문가, 혹은 일반인들의 의사판단에 의해 개별 지표의 중요성 정도를 산출하고 이를 각각의 가중치로 사용하여 복합지표를 산출하는 방법이다. AHP, Fuzzy Set Theory, MAUT(Multi-Attribute Utility Theory) 등이 이와 관련된 이론인데 주로 지표산출과 관련된 연구논문에서 많이 다루어지고 있다. 예를 들어 Kang(2002)은 환경오염 관련 세

17) Porter and Stern (1999) 참조

18) Niwa and Tomizawa (1996) 참조

부환경지표를 가중치를 사용하여 종합지수로 결합하였는데, AHP(Analytic Hierarchy Process)<sup>19)</sup>기법을 사용하여 응답자가 9개의 환경요인을 각각 쌍대비교하여 중요성의 정도를 부여하도록 하였다. 중요성 정도는 1에서 9까지로 보고 1은 두가지 요인의 중요성 정도가 동일, 9는 하나의 요인이 다른 요인에 비해 9배 더 중요한 경우를 나타내도록 하였다. 이와 같이 쌍대비교한 각각의 수치는 정사각행렬로 정렬하여 다음과 같이 각 행의 쌍대비교결과의 산술평균을 해당 열의 쌍대비교 값의 총합으로 나눈 수치로 가중치를 도출하였다.

$$W_2 = \left( \frac{V_2}{V_1}/V_{T1} + \frac{V_2}{V_2}/V_{T2} + \dots + \frac{V_2}{V_m}/V_{Tm} \right) / m$$

$$W_1 = \left( \frac{V_1}{V_1}/V_{T1} + \frac{V_1}{V_2}/V_{T2} + \dots + \frac{V_1}{V_m}/V_{Tm} \right) / m$$

$$W_m = \left( \frac{V_m}{V_1}/V_{T1} + \frac{V_m}{V_2}/V_{T2} + \dots + \frac{V_m}{V_m}/V_{Tm} \right) / m$$

(여기서  $w_j$ 는  $j$ 번째 요인의 가중치를,  $v_i/v_k$ 는  $k$ 번째 주제와  $i$ 번째 요인의 쌍대비교값을,  $v_{Tj}$ 는  $j$ 번째 열의 쌍대비교값의 합을 의미함)

이러한 방법은 전문가 의견, 혹은 다수의 일반인들이 판단하는 각 개별지표의 중요성 정도에 의해 가중치가 결정된다는 점에서 장점을 갖는다. 특정 사항에 대한 중요성의 기준은 시대별, 사회별로 변화하기 때문에 다수의 의견으로부터 중요성 정도를 판단하는 것이 합리적일 수 있기 때문이다. 반면, 가중치 산출과정에서 실제로 활용하기에는 다소 복잡하고 전문가들의 구성에 따라 결과가 달라질 수 있다는 점 등이 한계점으로 지적될 수 있다.

#### 라. 가중치 부여 방식 결정시 고려사항

이와 같이 가중치를 산출하는 방법은 몇 가지로 차별화되는데, 어떤 방식이 다른 방법에 비해 전반적으로 우월하다고 평가될 수는 없다. 따라서 최종적으로 가중치를 결정할 때는 각 방법의 장점과 단점을 고려하여 상황에 맞도록 선택하게 되는데, 다음과 같은 사항을 주로 고려하여 결정하는 것이 바람직할 것이다. 첫째, 가중치 부여 기준이다. 즉, 어떤 기준을 가지고 어떤 항목에 높은 가중치를 줄 것인가라는 사항을 고려하여 접근해야 한다. 둘째, 가중치 체계의 객관성으로서 가중치가 특정 국가, 혹은 특정 부문에 유리하도록 치우쳐 있지 않은가를 검토해보아야 한다. 셋째, 가중치의 일관성으로서 가중치의 변동이 시계열, 혹은 대상의 변동에 따라 안정적이고 충분히 설명력 있는지를 살펴보아야 한다. 넷째, 가중치 도출의 편의성으로서 현실적으로 복합지수 산출시 정기적으로 편리하게 적용될 수 있는

19) Saaty (1994) 참조

방법인지 검토가 필요하다.

## 2) 국가기술사업화지표의 측정방안

본 연구에서는 앞에서 검토한 변수 표준화 방식과 가중치 부여방식을 기초로 하여 기술사업화 지표의 측정방안을 다음과 같이 도출하였다.

### ① 국가기술사업화지표 개별변수의 표준화

본 연구에서는 장기적 관점에서는 가장 보편적으로 사용되는 방식인 표준편차 방식을 채택하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 조사 초기년도에는 개별 항목들의 시계열 자료가 구축되지 못한 상태이고, 선진국의 경우에도 기술사업화 지표가 체계화되어 있지 않아 국제비교가 어렵기 때문에 표준편차 방식을 적용하기 어렵다. 즉, 각 항목별 자료가 우리나라의 조사초기년도(2004년) 자료밖에 없기 때문에 초기년도의 경우 엄밀한 의미에서 자료 표준화는 불가능하다.

마찬가지 의미에서 초기년도에 개별지표를 합산한 부문별 복합지수는 그 수치에 정책적 의미를 부여하기 어렵다. 지수의 의미 및 해석은 시계열간, 국가간 변동과 차이에 대해 설명함으로써 가능해지기 때문이다. 따라서 지표조사의 초기단계에서는 자료의 표준화 및 지수의 해석을 위해서 기준이 되는 시점을 정하고, 기준시점에 대한 관측시점의 상대적 값으로 각 자료를 표준화하는 것이 바람직한 것으로 보인다. 즉, 각 변수에 대해 지표조사의 시작년도 또는 정책적인 목표 달성시점인 목표연도 값을 100으로 두고 해당년도의 측정값을 이에 대한 상대적 값으로 전환하는 것이다. 이러한 의미에서 초기년도의 조사는 향후 종합적 기술사업화 지수 도출을 위한 기준을 마련하는 시초라는 데서 더욱 의미를 갖는다. 장기적으로 보면, 이와 같은 과정을 거쳐 각 변수들에 대한 자료가 누적되면 표준편차 방법을 활용하여 변수들을 표준화할 수 있을 것이다.

### ② 국가기술사업화지표의 가중치 부여

가중치는 초기단계에서는 임의로 부여하되 중장기적으로 전문가 설문조사방식을 활용하는 방안을 검토하기로 한다. 특히 전문가의 가치적 판단을 반영한 설문방법인 AHP(Analytical Hierarchical Process)의 쌍대비교(Pair-wise Comparison) 방식을 사용하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 기술사업화 지표는 국가별, 시계열로 자료구축이 미흡한 상태이기 때문에 통계적 방법을 활용한 가중치 도출은 현실적으로 어렵고, 자의적으로 부여된 가중치는 객관성, 합리성 측면에서 신뢰성을 확보하기 어렵기 때문이다. 특히, 사회적

가치 판단에 따른 가중치 부여 방식은 경제사회 변동에 따른 구성요소별 가중치의 변화 가능성을 반영할 수 있다는 점에서 장점을 갖는다.

이와 같은 방법으로 각 개별지표에 대해서 변수를 표준화하고 변수들간의 가중합산을 통해서 복합지표를 산출할 수 있다.

#### IV. 결 론

우리나라의 경제규모 및 기술개발규모가 확대됨에 따라 기술투자의 효율성 증대와 국가 기술혁신시스템의 선순환적인 작동이 더욱 중요하게 되었다. 기술의 사업성을 높여 경제적 성과를 제고하기 위한 국가기술사업화전략을 효율적으로 추진하기 위해서는 기술사업화의 현황과 성과를 객관적으로 평가하기 위한 '국가기술사업화지표' 개발과 이를 통한 성과관리 체제의 확립 및 관련 조사정보시스템의 구축이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위해 국내외 관련지표의 현황을 분석하고 국가기술사업화지표체계의 개발방안을 제시하였다.

제시된 국가기술사업화지표는 우리나라의 기술사업화 수준과 성과에 대한 정확한 현황정보를 제공할 수 있을 것이다. 국가기술사업화지표가 매년 산출되면 이는 연도별 추이 비교, 정책목표와의 비교, 부문간의 비교에 직접적으로 활용될 수 있어, 연차별, 부문간, 국가간 기술사업화 현황 및 성과에 대한 계량화된 분석을 통하여 기술사업화정책 및 시장을 모니터링하는 수단이 된다. 또한, 기술사업화에 대한 정확한 현황분석을 통해 기술사업화 애로 부문의 해소 및 기술사업화 개선정책에 반영하여 기술투자의 효율성을 제고시킬 수 있을 것으로 기대된다.

또한 국가기술사업화지표의 운영은 국가기술사업화정책의 성과관리체계 구축을 활성화하는 역할을 할 수 있을 것이다. 국가기술사업화지표를 활용하여 장단기의 기술사업화 목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 체계적인 정책추진과 성과평가가 가능해진다. 국가기술사업화지표의 조사운영 시스템을 구축하여 지표조사 및 평가결과의 환류를 통해 기술사업화정책의 시스템적 개선을 도모하게 되는 것이다.

그동안 과학기술지표와 관련하여 기존 투입위주의 지표체계의 개선방안을 모색하거나 혁신 및 경쟁력과 관련한 새로운 지표개발을 시도했던 연구는 여러 번 있어 왔으나, 국가의 기술사업화에 관한 지표개발에 특화하여 지표개발 및 조사운영방안을 종합적으로 연구한 것은 이번이 처음이다. 이번 연구를 통하여 국가기술사업화지표의 개념을 명확히 정립하고 우리나라 기술사업화의 정책적 목적에 부합하는 국가기술사업화지표체계의 기본적인 골격은 형성되었다고 볼 수 있다. 특히, 국내외 사례분석과 관련 조사경험을 바탕으로 도출된 5

개의 부문지표와 25개의 개별지표는 우리나라 기술사업화 시장과 정책에 있어서의 제반 현상과 변화를 직접적으로 설명해줄 수 있을 것으로 기대된다. 특히 개별지표의 도출에는 지표요건으로서의 대표성, 정책활용성 및 조사운용가능성을 면밀히 검토하였기 때문에 실제 조사운영이 용이하고 활용도가 높을 것으로 보인다. 정량적인 자료의 획득이 곤란한 항목은 심리조사를 통해 보완하고 기존통계를 활용할 수 있도록 하였기 때문이다. 또한, 공공부문의 성과관리체계에 따라 국가기술사업화지표의 조사운영체계를 제안하여 향후 국가기술사업화지표체계가 본격적으로 운용되는 경우 성과지향적인 국가기술혁신시스템의 구축에 크게 기여할 것으로 생각된다.

다만, 단기적으로 이 연구가 제안한 복합지표는 국가간, 시계열간 비교데이터의 부족으로 초기년도에 산출하기 어려운 한계를 가진다. 기술사업화 지표는 국내외적으로 개발·활용되고 있는 사례가 드물기 때문이다. 장기적으로 조사자료가 축적되고, 국제적으로도 기술사업화지표가 활성화되면 국제비교 및 시계열 비교를 수행할 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서 제안한 지표체계는 본격적인 지표조사를 수행하기 위한 사전연구의 성격을 띠므로 지표에 대한 시뮬레이션이나 시범조사를 거치지 않은 상태이며, 향후 실제적인 조사를 위해서는 지표체계를 검증하는 작업이 필요할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- 강승복(2002), “경기지수”, 노동통계연구.
- 고영선 외(2004), “공공부문 성과관리”, 한국개발연구원.
- 과학기술부·한국과학기술기획평가원(2004), “과학기술연구활동조사보고서”.
- 과학기술정책연구원(2002), 『2002년도 한국의 기술혁신조사: 제조업』.
- 과학기술정책연구원(2003), 『2003년도 한국의 기술혁신조사: 서비스부문』.
- 권용수(1999), “OECD 과학기술지표 분야 활동분석 및 평가”, STEPI 조사자료.
- 권용수·박병무(2000), “지식기반 중심의 과학기술력 지수개발에 관한 연구”, 과학기술정책연구원.
- 기술이전사업화전담조직개선TF(2005), “기술이전사업화전담조직의 현황 및 지원체계 개선방안”.
- 김경중(1993), “한국의 경제지표”, 매일경제신문사.
- 김기국 외(1998), “국가과학기술통계·지표체계도의 구상”, 과학기술정책관리연구소.

- 김병목·임윤철(1989), “과학기술지표 개발을 위한 탐색연구”, 한국과학기술원 과학기술정책 연구평가센터.
- 김승균(2004), “특허통계·지표개발에 관한 기초연구”, 한국발명진흥회 지식재산권연구센터.
- 김관석 외(2000), “한국 정부의 목표관리제(MBO) 도입”, 한국행정논집 제12권 제3호.
- 산업자원부(2004a), “기술사업화촉진종합대책(안)”.
- 산업자원부(2004b), “기술이전·사업화 인프라 및 시장거래에 관한 총조사 사전연구기획보고서”.
- 산업자원부·한국기술거래소(2005), “제2차 기술이전·사업화 촉진계획 수립을 위한 공청회 자료”.
- 산업자원부·산업기술재단(2005), “2004년도 4/4분기 연구개발종합지수 작성결과와 시사점”.
- 산업정책연구원(2003), “기업윤리경영 평가지표 개발 및 실태조사에 관한 연구”.
- 윤문섭(1994), “OECD 및 선진국의 과학기술자료 개발동향에 관한 연구”, 과학기술정책관리 연구소.
- 윤문섭·장진규(1996), “우리나라 연구개발활동의 측정방법개선 및 국제비교성 제고방안”, 과학기술정책관리연구소.
- 윤창호·이종화(1998), “한국 제조업의 기술력과 무역경쟁력에 관한 연구”, 과학기술정책관리 연구소.
- 이공래(1997), “한국산업의 기술경쟁력”, 과학기술정책관리연구소.
- 이민형(2004), “정부 연구개발 관리제도의 발전과 성과감사제도의 적용”, 과학기술정책연구원.
- 임윤철 외(2004), “국가혁신평가지표 개발연구”, 과학기술부.
- 장석인 외(2004), “2004 혁신역량지수”, 산업연구원.
- 중소기업청·중소기업연구원(2001), “중소기업 기술통계의 체계화 방안에 관한 연구”.
- 채서일(2003), “사회과학 조사방법론”, 학현사.
- 특허청(2004), “2004년 지식재산통계연보”.
- 한국기술거래소(2004), “2002~2003년 기술이전사업화 활동조사”.
- 한국기술거래소(2003a), “공공기술 이전현황”.
- 한국기술거래소(2003b), “기술사업화촉진을 위한 관련 제도개선 연구”.
- 한국산업기술진흥협회(2004), “산업기술주요통계요람”.
- 한국산업기술평가원(2004), “산업기술지원사업 Annual Report”.
- 산업연구원(2004), 우리나라의 국가혁신역량 분석과 시사점, e-Kiet 산업경제정보.
- 한국전산원(2001), “국가정보화 수준 측정 및 지표개발”.
- 한종희 외(2003), “기관업무 성과지표 연구”, 한국행정연구원.



- 현대리서치연구소(2004), “특허사업화실태조사 결과보고서”.
- Biderman, Albert D.(1966), “Social Indicators and Goals”, In Raymond A. Bauer, ed., *Social Indicators*, Cambridge: MIT Press.
- Freudenberg, Michael(2003), “Composite Indicators of Country Performance : A Critical Assessment”, OECD STI Working Paper.
- International Institute for Management Development(2004), *World Competitiveness Yearbook*, Lausanne, Switzerland.
- Kang, S.M.(2002), “A Sensitive Analysis of the Korean Composite Environmental Index”, *Ecological Economics* 43.
- Niwa, F., Tomizawa, H. (1996), “A Trial of General Indicator of Science and Technology: Methodological Study of Overall Estimation of National S&T Activity”, *Scientometrics*, 37(2): 245-265.
- OECD(1982), *The OECD List of Social Indicators*, Paris: OECD.
- OECD(2004), *Science, Technology & Industry Scoreboard*, Paris: OECD.
- OECD(2004a), *Creation and Diffusion on Knowledge*, Paris: OECD.
- OECD(2004b), *The Measurement of Scientific & Technological Activities: Proposed Guidelines for Collecting & Interpreting Technological Innovation Data*, Paris: OECD.
- Porter, A. L, Stern, S(1999), *The New Challenge to America's Prosperity: Findings from the Innovation Index*, Council on Competitiveness, Washington, D. C.
- Roessner, J. D., Porter, A. L, Newman, N, Cauffiel, D.(2001), “Anticipating the Future High-tech Competitiveness of Nations: Indicators for Twenty-Eight Countries”, *Technological Forecasting and Social Change*, 51: 133-149.
- Saaty, T. L. (1994), *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytical Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- Sheldon, E. B., & W. E. Moore(1968), eds., *Indicators of Social Change*, New York: Russell Sage Foundation.
- UNDP(2001), *Human Development Report 2001: Making New Technologies Work for Human Development*.
- U.S. Department of Commerce (2003), *Technology Transfer and Commercialization: Their Role in Economic Development*.
- World Economic Forum(2001-2002), *The Global Competitiveness Report*, Oxford University Press, New York.

최성호

---

코넬대학교에서 경제학 박사학위를 취득하고 현재 경기대학교 서비스경영전문대학원 교수로 근무 중이다.

문혜선

---

서울대학교 기술정책협동과정에서 박사학위를 취득하고 현재 KISTEP 부연구위원으로 근무 중이다.