1. 과학기술 수준 분석

과학기술 수준은 기술역량, 기술력, 기술개발력 등으로도 표현되는 개념으로서, 과학기술 수준을 분석할 때에는 기술뿐만 아니라 지식까지 포함하여 분석한다. 과학기술 수준은 연구자에 따라서 다양하게 정의되었다. 예를 들어, Martino(1993)는 '기술이 목적으로 하는 기능을 얼마나 잘 수행하는가를 기능모수와 기술모수로 구분하여 정량적으로 나타낸 것'으로, Schmookler(1966)는 '산업생산과 관련된 기술지식의 축적 정도(stock of knowledge)'로, Solow(1957)는 '투자, 생산, 혁신에 있어 기술지식을 효율적으로 사용하는 능력'으로 정의하였다. 일본의 '과학기술과 경제의 모임'[1]는 과학기술수준을 '과거의 과학기술활동이 축적되고 또는 그 성과로 인해 현재 도달한 수준'으로 정의하면서, 연구개발 잠재력을 '새로운 연구개발을 필요로 하는 문제에 부딪힌 경우, 직면한 여러 장애를 극복하고 새로운 문제를 스스로 어느 정도 해결할 수 있는 잠재적인 연구개발능력의 수준'으로 구분하기도 하였다. 다만, 실제 과학기술 수준이나 역량에 대해 표준화되어 통용되는 정의는 없다.

연구개발부문 예비타당성조사에서 지칭하는 과학기술 수준은 전술한 바와 같이 국가 간 성장률 격차를 설명하기 위하여 제안된 기술격차이론[2]의 연장선상에서 정의된다. 기술격차이론은 4가지 가설에 근거를 두고 있다.

- 한 국가의 경제발전과 기술발전 간에는 긴밀한 관계가 있다.
- 한 국가의 성장률은 그 국가의 기술발전 속도에 양(+)의 영향을 받는다.
- 세계 평균보다 낮은 수준의 기술을 보유한 국가는 모방에 의해 국가 간 기술격차를 줄일 수 있다.
- 어떤 국가의 (타 국가 대비) 기술격차의 저감 속도는 기술뿐 아니라 사회구조, 제도 및 경제구조를 전환할 수 있는 자원동원 능력 등에 의해서도 영향을 받는다.

실제 과학기술 수준이 높은 국가는 연구개발에 의한 내부적인 기술혁신이 유일한 성장의 원천인 반면, 과학기술 수준이 낮은 국가에서는 연구개발에 의한 기술혁신 이외에도 기술의 모방과 관련이 있는 사회구조적·제도적 요소가 성장을 이끌어내는 주요 원천으로 작용할 수 있다. 예비타당성조사는 이를 근거로, 국내의 과학기술 수준이 높아 연구개발만이 유

1) 科学技術と経済の会 (재단법인).

2) Fagerberg(1987).

일한 성장의 원천으로 판단되는 경우 과학기술 개발 성공가능성 부분에서 상대적으로 우호적인 입장을 견지하되, 과학기술 수준이 낮아 연구개발 이외에도 다양한 대안이 존재하는 경우 상대적으로 유보적인 입장을 견지하도록 한다.

가. 과학기술 수준평가

우리나라 정부는 「과학기술기본법」 제14조에 따라 과학기술의 발전을 촉진하기 위하여 국가적으로 중요한 핵심기술에 대한 과학기술 수준을 평가하고 해당 과학기술 수준의 향상을 위한 시책을 세우고 추진한다. 관계 중앙행정기관의 관은 다른 중앙행정기관의 장과의 협의를 거쳐 소관 분야에 대한 과학기술 수준평가를 2년마다 실시하고, 그 결과를 국가과학기술자문회의에 보고한다. 과학기술 수준평가에 포함되는 주요 내용[3]은 주요 5개국(한국, 중국, 일본, 미국, EU)을 대상으로 한 조사를 통해 도출된 최고기술 보유국 대비 과학기술 수준(%) 및 기술격차(년), 논문/특허 점유율 및 영향력(국가전략기술 대상), 인프라 구축 수준, 과학기술 수준 향상 방안 제언 등을 포함한다.

「과학기술기본법」 제14조에 의한 과학기술 수준평가의 결과는 우리나라 정부에서 법제화되어 실시하는 과학기술과 관련된 수준평가이므로 국가연구개발사업의 예비타당성조사의 과학기술 수준분석에서 우선적으로 고려할 필요가 있다.

나. 과학문헌계량분석

과학, 기술, 경제발전의 관계는 선형적인 인과관계[4], 상호작용관계[5]로 해석하는 등 다양한 관점이 존재하나, 과학기술의 발전이 경제발전과의 상호의존관계를 갖는다는 점에서는 대체로 의견의 일치를 보인다고 할 수 있다. 그러나 과학기술의 발전이 경제발전에 기여하는 바를 직접 측정하기는 불가능에 가까워, 대신 다양한 계량경제학적 방법을 활용한 실증연구들이 시도되고 있다. 그 결과 연구개발의 경제적 효과를 직접 측정하는 것보다 대리지표인 논문이나 특허를 사용하여 측정하는 것이 더 효과적이라는 연구가 다수 보고되고 있으며, 이를 포함한 논문정보나 특허정보와 관련된 다양한 연구가 축적되면서 Garfield 등에 의하여 현대 과학문헌계량분석학(scientometrics)이라는 별도의 학문영역이 발전될 수 있었다. 그리고 과학문헌계량분석학에서 개발된 지표들은 현재 과학기술정책 분석을 위한 도구

---

3) 미래창조과학부·한국과학기술기획평가원(2015).

4) Narin & Olivasto(1992).

5) Schmoch(1993), Meyer(2002).

로 널리 활용[6]되고 있다. 이 가운데, 특허를 포함한 과학기술문헌의 인용분석은 선도기술활동의 인지, 경쟁력에 대한 정보, 해외의존성 등에 대한 정보[7]를 제공한다고 알려져 있다.

과학기술문헌정보를 활용한 분석에 있어서 보편적으로 받아들여지는 4가지 정리[8]가 있다.

(a) 연구논문이나 특허의 숫자는 과학기술의 생산성을 정량화하는 기초적인 지표이다.

(b) 논문 간 인용건수, 특허 간 인용건수, 특허의 논문 인용건수는 연구의 질, 기초연구와 응용연구의 관계, 연구 분야 간의 관계, 과학과 기술과의 관계를 대표하는 지표이다.

(c) 공동연구(특히 국제공동연구)관계는 연구주체의 수준과 연구의 질을 대표한다.[9]

(d) 출판이나 인용습성은 연구와 기술에 따라 차이가 있으므로, 서로 다른 분야를 비교하는 경우 이러한 차이를 보정해야 한다.

본 세부지침의 과학문헌계량분석에 의한 과학기술 수준 분석방법(how)은 과학문헌계량분석에서 확립된 이론에 근거한 데이터마이닝 분석을 의미한다. 분석의 주체(who)는 국가연구개발사업이라는 특성을 고려하여 국가단위에 초점을 두어 분석하되, 사업 참여주체의 범위가 특정되어 독자적인 의미를 갖는 경우에는 특정되는 참여군에 초점을 두어 분석할 수 있다. 분석기간(when)은 특허권의 최장존속기간인 20년 이내를 원칙으로 하되, 조사의 성격에 따라 이보다 단축 또는 연장할 수 있다. 또한 특별한 사정[10]이 없는 한, 우리나라를 포함한 연구활동이 활발한 상위 20개국(where)[11]의 SCI(E)논문이나 특허 등을 분석의 대상(what)으로 한다. 과학기술 수준분석은 국가별로 정량화되어 산출된 분석지표를 상대 비교하여 판단한다. 즉, 분석대상인 상위 20여개 국가의 평균 대비 높은 값으로 나타나는 경우 과학기술 수준이 높다고 판단하고, 평균 대비 낮은 값으로 나타나는 경우 과학기술 수준이 낮다고 판단한다. 본 지침에서는 과학문헌계량분석에서 일반적으로 분석에 활용되는 지표를 소개하였으며, 이외에도 사업 분석에 적합하다고 인정될 경우[12]에는 별도의 지표를 사

---

6) Narin & Hamilton(1996), Harnad(2009).

7) Karki(1997), Warr(1985), Narin & Olivasto(1988), Pavitt(1988), Chakrabarti(1991), OECD(1994).

8) Narin & Hamilton(1996).

9) 과학기술계에서는 빈익빈-부익부의 현상이 두드러져, 수준이 높은 연구자와는 활동적으로 협력연구를 수행하려 하지만 그렇지 못한 연구자는 상대적으로 고립됨(Peterson et al.(2011)).

10) 조사대상에 대하여 R&D활동을 수행하는 국가가 20개 미만인 경우가 이에 해당함.

11) 한국의 경제규모(GDP)는 최근 10년간 세계 10위권(2013년 기준 세계 14위)을 유지하고 있어, 10위권을 상대평가의 기준인 중간값으로 삼기 위한 인위적인 기준임.

용할 수 있다.

<표 2-1> 과학기술 수준 분석에 사용하는 지표

구분	기호	의미	기호	의미
주요 지표	AAI	매력도 지수	FS	특허패밀리 규모
	CPP	출판물당 피인용 수	PFS	시장확보지수
	PII	출판영향력 지수	h-index	h 지수
	CII	현재영향력 지수	CRn	집중률 지수
	TS	기술력 지수	HHI	허쉬만-허핀달 지수
	TII	기술영향력 지수	SI	샐턴 지수
참고 지표	AI	활동도 지수	SL	과학연계 지수

12) 과학기술문헌정보학 학술연구 논문을 통하여 장점과 한계점이 객관적으로 알려진 검토된 경우가 이것에 해당함.

<표 2-2> 기술추세 및 과학기술 수준 분석 사례

[분석대상 : 기술속성에 따른 절대요인 및 상대요인 분석]

- 사업목표 : 주력산업의 핵심기술 국산화 및 선순환적 생태계 조성
- 사업기간 : 5년
- 기술분류체계 : 연구개발

[분석]

① 기술추세 분석

- 한국과 일본의 연구자-연구결과(논문, 특허) 포트폴리오 분석결과 발전기로 조사됨.

구분	A기술	B기술	C기술	D기술
일본	발전기	발전기	발전기	발전기
미국	발전기	발전기	발전기	발전기
유럽	발전기	발전기	발전기	발전기

② 과학기술 수준 분석

- 분야별 차이는 있으나 관련 분야의 시장지배자가 존재하는 것으로 보이며, 부분적으로 기술독과점이 존재하는 것으로 조사됨.
- 특허분석의 기술력 지수(TS)는 미국과 일본에 의하여 지배되고, 다른 국가의 영향은 미미한 수준임.
- CPP(출판물 당 피인용 수), PFS(시장확보 지수) 포트폴리오 분석결과 모든 과학기술 수준이 낮게 나타남.

PFS \ CPP	하	상
상		
하	A, B, C, D	

- 단기상용화 기술의 특성상 기간 내에 기술적인 달성은 가능할 수 있으나, 사업목표(국산화 및 선순환적 생태계구축) 달성을 위한 판단근거가 불분명함.

③ 종합분석 : 투자활성화가 필요하나, 핵심기술의 국산화는 어려울 것으로 추정됨.

- 기술추세 분석결과 : 기술개발 발전양상으로 볼 때, 투자 활성화가 필요한 시점.
- 과학기술 수준 분석결과 : 기술의 선도성이나 시장성이 취약한 편.