

국내 · 외 기술수준조사 및 기술수준평가 연구 동향 분석

본 논문은 최근 6년간 시행된 국내 · 외 기술수준조사(Technology level evaluation) 및 기술수준평가(Technology level assessment)의 동향을 정리한 것이다. 국내의 기술수준조사는 기술수준의 평가를 위해 기존의 기술분류 체계를 사용하거나, 평가 대상기술의 특성에 따라 새로운 분류체계를 작성하였다. 기술수준의 평가는 델파이(Delphi) 설문과 정량적인 특허 및 논문 분석 등이 동시에 수행되었다. 국외의 기술수준평가는 주로 특허, 논문, 연구원 수 등의 정량적인 평가를 중심으로 수행되었으며, 제한적으로 설문, 토론회 등의 정성적인 평가가 함께 수행되었다.

■ 이동현, 홍성돈, 김영건*
(국방기술품질원)

I. 서론

기술수준(Technology level)이란 기술력, 기술역량, 기술개발력 등으로 표현되며, 추상적인 개념으로 특정 비교상대 혹은 비교 시점이 존재할 때 그에 대비하여 비교 되는 수치이다.[1] 이러한 기술수준은 국내 · 외에서 다양한 방법으로 조사되고 있으며, 그 결과는 주력산업의 선정, 연구개발 예산 분배 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다.

기술수준조사의 활용 예를 보면 개발도상국에서는 선진국과의 기술격차를 추격하기 위한 전략을 세우는데 주로 활용하고 있으며, 선진국에서는 개발도상국과의 기술격차를 유지하기 위해 활용하고 있다. 현재 한국에서는 과학기술기본법 제 14조 2항에 의거 국가적인 차원에서 기술수준조사의 목적을 명시하였고, 과학기술기본법 시행령 제 24조를 통하여 각 기관의 기술수준조사(Technology level evaluation) 실시에 대한 근거를 명시하였다. 그러나 기술수준조사에 대한 방법론은 아직까지는 정형화 된 것이 없어 목적에 맞게 설계하여 활용하고 있는 실정이다.

국내에서는 기술수준조사를 위해 델파이(Delphi)[1] 설문 등의 정성적인 평가를 기본으로 하되, 특허 분석 등의 정량적 평가를 보완적으로 사용하는 것이 일반화 되어 있다. 그러나 국외에서는 기술수준조사가 상대적으로 다양한 방법을 통해 수행

되고 있다. 따라서 본 논문에서는 최근 6년간 시행된 대표적인 기술수준조사 및 평가 사례와 그 평가 방법에 대한 동향을 소개하였다.

II. 국 · 내외 기술수준조사 및 평가 사례

1. 국내 사례

1.1 산업기술수준조사

한국산업기술평가관리원의(KEIT) 산업기술수준조사는 2년을 주기로 시행되고 있으며, 미래의 기술 확보를 위한 우선순위 파악이나, 연구 분야별로 재원을 효율적으로 분배하기 위한 목적으로 사용되고 있다.

2010년 시행된 산업기술수준조사에는 나노기반, 바이오, 섬유의류 등 12개 분야에서 미국, 일본, 중국 및 유럽 대비 국내기술수준을 평가하였다. 그 결과 미국, 일본, EU가 각각 5, 4, 3개의 분야에서 최고기술을 보유한 것으로 평가 되었고, 최고 기술보유국과의 격차를 줄이기 위해, 인력양성 강화, 연구기반 시설 확충 및 산학연 간 협력 활성화를 통한 정보공유 등을 제시하였다.[2] 한편, 기술수준의 평가는 해당 분야의 전문가를 활용한 웹 기반 델파이(real time delphi) 설문으로 수행하였다.[2] 전통적인 델파이 설문은 전문가 그룹과 직접 접촉하지 않고, 설문지를

(단위: %)

대분류	한국			미국			일본			중국			EU		
	'10	'12	'15	'10	'12	'15	'10	'12	'15	'10	'12	'15	'10	'12	'15
금속재료	82.2	88.2	93.7	96.7	98.4	98.9	100	100	100	60.7	71.8	79.7	98.4	99.1	100
나노기반	74.1	80.4	87.5	100	100	100	90.2	93.2	95.9	59.5	68.1	78.0	88.3	92.4	95.5
바이오	75.4	82.3	89.5	100	100	100	89.0	93.3	96.4	57.8	67.3	76.3	89.5	93.3	96.3
생산기반	79.7	86.2	92.1	91.7	93.9	95.3	100	100	100	65.0	73.1	81.6	97.1	97.6	98.0
생산시스템	70.9	77.8	86.1	91.4	92.5	94.0	100	100	100	52.2	60.7	70.3	97.9	98.9	99.8
섬유류	83.1	88.1	93.2	93.7	94.8	96.0	100	100	100	64.3	71.4	78.9	91.1	93.3	95.8
자동차	77.3	83.9	91.6	91.0	93.3	95.9	97.5	97.8	98.9	59.0	67.3	77.1	100	100	100
조선	68.1	76.5	85.0	87.2	88.8	91.6	83.8	86.8	89.9	49.2	59.4	69.9	100	100	100
지식서비스	74.6	81.7	88.1	100	100	100	83.0	87.7	91.9	54.0	62.7	72.7	84.6	89.5	93.3
차세대 의료기기	65.4	78.7	87.8	100	100	100	79.4	84.9	89.4	45.5	56.7	67.3	91.3	93.9	96.1
물리트랜지스터	73.1	80.0	86.8	96.1	98.1	98.7	93.8	95.5	97.0	56.8	64.5	73.6	100	100	100
화학공정소재	76.2	83.2	89.8	100	100	100	98.8	99.9	100	60.5	70.2	79.5	96.5	97.8	98.0

그림 1. 산업분야별 최고기술보유국 대비 국내기술수준 (%) 조사 예 (KEIT, 2011).

통해 의견을 수렴 하는데, 전문가들 사이의 의견을 수정하여 합의 이끌어 내기 위해 반복적으로 설문문을 수행하는 방법이다. 이를 통해 소수의 권위 있는 사람의 의견이 독점되는 등의 단점을 극복할 수 있다. 그러나 전문가의 적극적인 참여를 유도하기 어려운 단점이 있다.

웹 기반 델파이 설문은 2006년 UN 미래포럼의 고문인 테드 고든(Ted Gorden)에 의해 개발되었는데, 실시간 델파이 설문이라고도 한다. 이러한 웹 기반의 델파이 설문은 컴퓨터를 통하여 실시간으로 정보를 수집·처리하기 때문에 전문가의 참여가 쉽고, 장소의 제약이 적어 많은 양의 정보를 빠르게 수집하는데 유리하며, 연구수행시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있는 장점이 있다.[3]

1.2 기술수준평가 보고서

한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 기술수준평가를 2년을 주기로 시행하고 있다. 이는 국가의 중장기 기술개발 전략이나 투자의 우선순위를 결정하기 위한 과학기술정책 수립의 체계적이고, 객관적인 기초자료를 제공하기 위해서이다. 2012년 작성된 기술수준평가 보고서에서는 미국, EU, 일본 등 주요 5개국에 대한 120개 국가전략기술을 평가 하였다. 그 결과 미국이 가장 높은 국가전략기술을 보유한 것으로 조사되었고, 한국은 4위로 평가 되었다.[4] 또한, 이러한 결과분석을 토대로 하여 향후 정부 투자방향, 연구 주도 주체(산·학·연), 정부 중점추진 필요 정책 등의 기술격차 해소 방안을 제시하였다.

10대 분야	한국		미국		EU		일본		중국	
	기술 수준(%)	격차(년)								
전자·정보·통신	82.2	2.9	100.0	0.0	90.1	1.9	90.8	1.6	67.5	5.3
의료	77.6	4.1	100.0	0.0	93.2	1.5	90.8	1.9	65.1	6.0
바이오	77.3	5.0	100.0	0.0	94.6	1.5	94.1	1.9	65.9	7.5
기계·제조·공정	82.2	3.8	100.0	0.0	97.1	0.9	96.2	1.1	68.8	6.1
에너지·자원·국한기술	77.4	4.8	100.0	0.0	96.1	0.9	93.6	1.5	68.6	6.1
항공·우주	66.8	10.4	100.0	0.0	93.0	2.8	84.4	5.0	78.3	5.9
환경·지구·해양	77.2	5.4	100.0	0.0	98.7	0.5	95.9	1.3	63.2	8.3
나노·소재	76.7	4.5	100.0	0.0	93.6	1.7	96.0	1.1	69.0	5.7
건설·교통	79.0	4.7	100.0	0.0	97.5	0.8	97.7	0.7	66.5	7.5
재난·재해·안전	72.0	6.3	100.0	0.0	90.2	2.7	93.4	2.1	62.8	8.2
전략기술 전체	77.8	4.7	100.0	0.0	94.5	1.4	93.4	1.6	67.0	6.6

그림 2. 10대 분야별 최고기술 보유국 대비 기술수준(%) 및 기술격차(년) 조사 사례, (KISTEP, 2012).

한편, 기술수준평가는 산·학·연 전문가를 활용한 2회의 전통적인 델파이 설문문을 정성적인 지표로 사용하고, 논문 및 특허 분석을 정량적 지표로 병행 하여 수행되었다. 이때, 논문과 특허는 영향력 지수 및 점유율 등으로 세분화 하여 평가하였다.

정량적인 평가는 현 시점의 기술수준을 수학적·통계적인 방법으로 파악하여 기술의 발전 추세를 분석하는 방법이다. 하지만, 이 방법은 기초과학에 기초한 발견, 새로운 신기술 등 과거에 대한 자료가 없는 경우 평가에 적합하지 않다.[3] 따라서 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 기술수준평가에서는 정성적인 델파이설문 방식과 정량적인 평가가 함께 사용되었다.

1.3 국방과학기술조사서

국방기술품질원(DTaQ)의 국방과학기술조사서는 3년을 주기로 시행되고 있는데, 미래무기체계에 소요되는 국방과학기술을 평가하거나, 최고기술보유국과의 격차를 파악하고, 이를 추격하기 위한 기술향상방안 및 획득방법 등을 선정하기 위해 시행되고 있다.

2013년 수행된 국방과학기술수준 조사서에서는 미국, 러시아 등의 16개 국가에 대한 국방기술수준을 분석 하여 상대적으로 비교한 결과 한국은 10위 수준으로 평가 되었다.

국방과학기술수준 조사서에서는 무기체계 전문가 위원회를 구성, 27개의 무기체계를 142개의 대분류와 394개의 중분류로 구분하여 기술분류체계로 사용하였으며, 기술수준평가를 위해 전문가 델파이설문 및 전문가 토론회를 함께 시행하였다.[5] 이

국 가	2013년		2010년		'10년 대비 변동	
	수준지수	순위	수준지수	순위	수준지수	순위
미국	100	1	100	1	-	-
프랑스	92	2	91	2	▲1	-
러시아	90	3	90	3	-	-
영국	90	3	90	3	-	-
독일	90	3	90	3	-	-
일본	84	6	84	6	-	-
이스라엘	84	6	83	7	▲1	▲1
중국	82	8	81	8	▲1	-
이탈리아	82	8	80	9	▲2	▲1
스웨덴	80	10	79	10	▲1	-
한국	80	10	78	11	▲2	▲1
캐나다	74	12	73	12	▲1	-
인도	73	13	71	13	▲2	-
스페인	72	14	71	13	▲1	▼1
남아프리카공화국	68	15	67	15	▲1	-
터키	67	16	65	16	▲2	-

그림 3. 국가별 국방과학기술 수준 및 순위 (DTaQ, 2013).

는 민간에서 사용하는 기술분류체계를 그대로 적용하기에는 적합하지 않아, 국방 분야에 적합한 기술분류체계를 작성하여 사용한 것이다. 이때, 전문가 토론회는 델파이 설문 진행에 따른 군용장비의 특수성 간과를 보완하기 위한 수단으로 진행되었다.

2. 국외 사례

2.1 U.S. competitiveness in science and technology

미국 랜드연구소(RAND corporation)의 U.S. competitiveness in science and technology는 미국의 기술발전 방향 검토를 목적으로 시행되었는데, 2008년 시행한 기술수준조사에서는 미국의 과학기술 분야에 대한 선도적인 지위가 확인되었다.

U.S. competitiveness in science and technology는 유럽, 일본, 중국 등이 과학기술적인 면에서 향후 미국을 추격할 수 있는 국가로 판단하고 타 국가와의 격차를 유지하기 위해 조사 되었으며, 동시에 선도국의 위치를 지속적으로 유지하기 위한 정책도 제언하였다.[6]

이 조사 방법의 특징은 정성적인 평가를 정량적인 평가로 이를 보완하는 국내의 기술수준평가와는 달리 정량적인 평가를 중심으로 하여 정성적인 평가를 보완하는 방법으로 이루어 졌다는 것이다. 또한, 이를 위해 연구개발투자액, 과학기술 논문 비중 및 특허, 노벨상 수상자, 대학순위 등 광범위한 영역에서

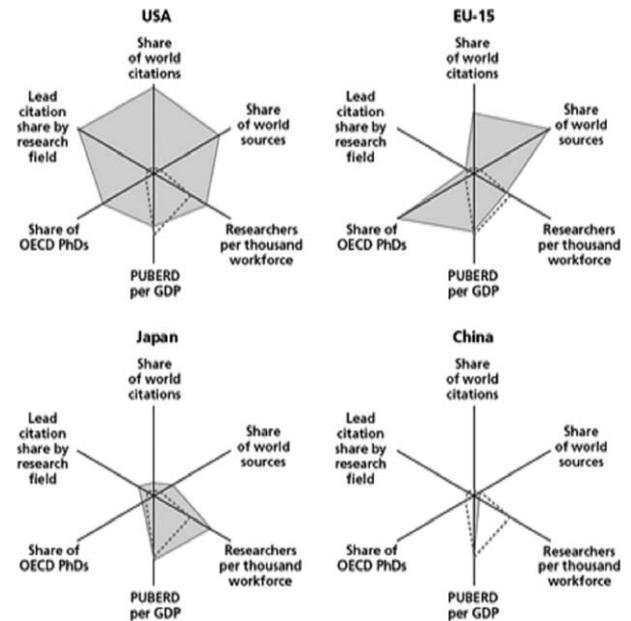


그림 4. 주요 4개국의 Foot print 분석 사례(RAND, 2008).

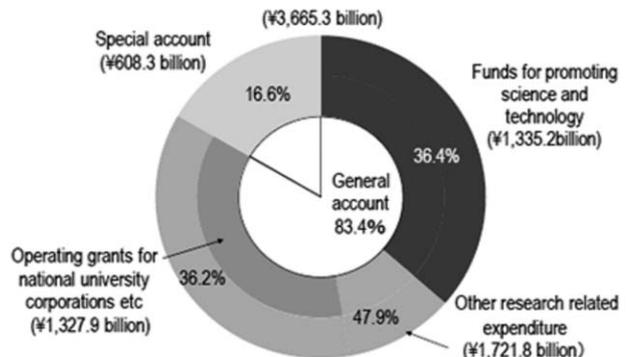


그림 5. 2010년 일본정부의 과학기술 투자비용 분석 사례(NISTEP, 2012).

정량적 자료를 수집하여 Footprint 형식으로 분석하고, 패널토론 및 워크숍 등을 개최하여 전문가의 의견을 청취하였다.

2.2 Science and Technology Indicator

일본 문부성 산하 과학기술정책연구소(NISTEP)는 과학기술 분야의 현황 분석 및 정책적 판단을 목적으로 2011년 Science and Technology Indicator를 시행하였다. 이는 과학기술 및 인프라 등을 다른 국가와 비교·평가하여 일본의 취약한 부분을 중점적으로 육성하기 위해 수행되고 있다.

Science and Technology Indicator의 기술수준평가 대상은 미국과 독일 등이며, 일본의 과학기술경쟁력 뿐만 아니라 정부의 민

간에 대한 자금지원 및 과학기술에 대한 공공성 확대 등 다방면에서 조사 분석을 수행하여, 일본의 과학기술 분야에 대한 정책 판단으로 활용하고 있다.[7]

기술수준의 평가를 위하여 과학기술의 국제경향, 공공의 과학기술 이해도, 연구원 수 변화, 1인당 GDP, 고용형태 등을 파악하여 정량적인 수치로 관련 지표를 제시하고, OECD 등 국외 기관의 조사결과를 분석하여 활용하였다. 또한, 객관적 수치의 제시가 어려운 항목에 대해서는 제한적인 자체 설문조사결과를 활용하였다.

III. 결론

최근 6년간 수행된 국내·외의 기술수준조사 및 평가의 연구 동향을 분석한 결과, 목적에 따라 다양한 방법론이 사용된 것을 알 수 있었다. 기술분류체계는 기존의 방법을 활용하는 것과 대상 기술의 특성에 따라 새로 분류하는 방법이 있었으며, 평가방법으로는 전문가를 활용한 정성적 평가와 객관적인 수치를 제시하는 정량적 평가가 상호보완적으로 사용되었다.

정성적 평가는 세계 최고기술의 정의, 비교 시점의 불명확, 조사 항목에 대한 전문가의 상이한 이해 정도 등으로, 결과의 객관성과 신뢰성의 한계가 있어 정량적인 평가를 보완적으로 사용하였다. 다만, 정량적인 평가도 과거 시점의 기술을 기초로 하므로 평가 시점의 기술 수준을 정확하게 반영하지 못하는 단점이 있었다.

따라서 기술수준조사와 평가의 경우 정형화된 방법론은 없으며, 목적에 따라 조사방법을 설계하고 실행하는 것이 매우 중요하다는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

This research was supported from Korean Ministry of National Defence (KMND) in 2013.

참고문헌

- [1] 고대승, 국가과학기술기획을 위한 기술예측 및 기술수준조사 연구, 한국과학기술기획평가원, 2003
- [2] 2010년도 산업기술수준조사, 한국산업기술평가관리원, 2011
- [3] 고흥석, 전상배, 박경진, 박영수, 홍현의, 임종춘, 국방기술 수준조사의 이해와 실무, 형설출판사, 2011
- [4] 2012년 기술수준평가: 120개 국가전략기술, 한국과학기술기획평가원, 2013
- [5] 2013년 국방과학기술조사서, 국방기술품질원, 2013
- [6] U.S. competitiveness in science and technology, RAND corporation, 2008
- [7] Science and Technology Indicator, NISTEP, 2012

저자약력



김영권

- 1980년 부산대 섬유공학과 졸업.
- 2009년 국방대 사업관리학 석사.
- 2010년~2012년 섬유분야 KS 심의위원.
- 1982년~현재 국방기술품질원 책임연구원.



홍성돈

- 1999년 송실대 섬유공학과 졸업.
- 2003년 동 대학원 석사.
- 2013년 송실대 유기신소재·파이버 공학 박사.
- 2003년~2010년 (주)이랜드 섬유 연구소.
- 2011년~현재 국방기술품질원 선임연구원.



이동현

- 2010년 동국대 식품공학과 졸업.
- 2013년 동 대학원 석사.
- 2012년~현재 국방기술품질원 연구원.