

기술 경쟁력 평가를 위한 정성적 산업기술 수준지표 개발

-Development of the Qualitative Industrial Technological Level Indicator to Evaluate the Technology Competitiveness-

이 재 하*

Jae-ha Lee

박 상 민**

Sang-min Park

Abstract

How to measure technological level has concerned research analysts for a long time. Many methods exist, and they all have their advantages and disadvantages according to how they are used.

The purpose of this study is to develop qualitative indicator to measure industrial technological level, in particular manufacturing capacity. In this indicator, the two basis of technology classification and the concept of the technology competitiveness were introduced.

First, the types of technology are classified as three classes : material technology, processing technology and product technology.

Second, the characteristics of technology are divided into the three categories : core technology, peripheral technology and sprouting technology.

On this basis, the qualitative technological level was made in terms of the competitiveness of it's manufacturing capacity.

This study should be a practical approach for application of measuring of technological level.

1. 序論

1-1. 研究의 背景 및 目的

80년대부터 산업기술정책을 본격적으로 추진함에 따라 점차 技術開發을 위한 기반이 확충되면서 우리 나라 産業技術水準 또한 취약단계를 벗어날 수 있게 되었다.

* 남서울대학교 경영학과

** 인천대학교 산업공학과

그러나, 산업 초창기의 우리의 기술수준은 선진국과 비교할 수 없을 정도로 낮아 격차의 측정에 의미를 부여하기가 힘들었으나, 이제 産業技術開發에 대한 투자를 확대하면서 현재, 우리의 産業技術水準에 대한 측정의 필요성이 대두되게 되었다. 특히, 최근 들어 국내기업의 국제 경쟁력 격감과 선진국과의 무역마찰의 심화, 그리고 후발국의 추격으로 인하여 세계시장에서 우리나라는 그 어느 때보다도 어려움을 겪고 있는 상황이다. 따라서 우리의 産業技術水準을 보다 체계적으로 살펴보기 위한 작업의 긴급성은 절실하다고 하겠다.

産業技術水準을 나타내는 지표를 개발하고자 하는 노력 즉, 指標의 概念設定과 測定方法에 대한 연구가 1950년대 이후 UNESCO, OECD, NSF 등의 기관에서 지속적으로 수행되어왔다. 그러나 이들이 개발한 지표들의 대부분이 선진국위주의 System에 적용되는 지표들이어서 우리 나라 또는 후발국에서 그대로 적용하기에는 적합하지 않은 측면이 있다. 이는 産業技術水準을 定量化하고 單一指標化하기 위해서 기술수준을 나타낼 수 있는 제반조건 및 관련상황의 변화를 측정할 수 있는 共通基準과 測定方法 등이 사전에 설정되어야 하는 것과 같은 많은 문제가 따르기 때문이다[6,9].

더구나 이들 지표개발에 대한 우리의 노력은 미미하여 그때 그때의 상황에 맞추어 개발된 지표가 개별적으로 사용되어 왔었다. 또한 定量的인 指標로서의 기술수준의 측정은 관련 자료의 미비 및 신뢰성의 부족 등으로 측정상의 어려움이 있으며, 定性的인 指標의 경우에도 일관성의 부족으로 그 결과치를 활용하기에는 무리가 있는 것이 우리의 현실이다.

산업기술수준을 측정하기 위하여 定量的인 指標開發을 통하여 보다 정확한 기술수준을 파악하는 것이 바람직하겠으나, 실제적으로 산업현장에서 널리 활용되고 있는 定性的인 指標에 대한 새로운 接近方式을 제공함으로써 실무자 또는 기술수준을 측정하고자 하는 전문가에게 보다 客觀적으로 産業技術의 水準을 측정할 수 있는 規範的인 道具를 제공할 수 있도록 본 연구에서는 産業技術水準을 측정하기 위한 지표 중 먼저 定性的인 指標開發에 초점을 맞추고자 한다.

1-2. 研究의 方法 및 範圍

본 연구에서는 기술수준의 의미를 狹義의 技術水準[4, 5] - 製品의 品質 및 性能의 수준인 製品水準과 제품을 제조할 수 있는 기술적 능력 면에서의 製造技術水準으로 대별 -으로 한정하고 있으며 특히, 製品水準보다는 製造技術水準에 의미의 초점을 맞추고 있다. 이는 기술수준을 측정하게 될 대상의 범위와도 연관이 있다.

産業技術水準을 측정하기 위해서는 먼저 그 대상을 선정하기 위한 産業技術分類가 선행되어야 한다. 이 때, 제품을 기준으로 분류하였을 경우 기술수준의 측정이 불가능한 것들이 포함되어 있을 뿐 아니라 측정이 가능한 요소라도 데이터의 성격상 통계적 접근이 불가능한 점들이 있음[6]을 감안하여 본 연구에서는 産業技術分類를 技術分野 또는 技術群으로 분류하였을 때 적용될 수 있는 지표를 개발하는 것으로 하였다. 이를 위한 사전작업으로 한국의 技術分類體系(STEPI)와 한국의 標準産業分類(조세통림사), 國際特許分類(대한변리사회), 그리고 한국의 산업(한국산업은행)등의 분류체계를 종합적으로 검토하였다.

또한, 본 연구에서 채택한 定性的인 基準에 대하여 되도록 客觀성을 유지할 수 있도록 각 기술분야의 전문가들의 의견을 수렴하여 최종 조정하는 과정을 거쳤다.

2. 技術水準 測定方法

技術水準이란 기술의 力 또는 力量의 크기를 나타내는 말로써 상대적인 비교의 개념을 갖는다. 즉, 우리 나라의 기술수준이란 다른 비교상대국이 존재할 때 비로소 그 의미를 갖는다. 技

術水準의 比較는 국가와 국가의 기술수준을 비교하는 국제비교와 자국내의 산업과 산업간의 비교, 기업간의 비교가 있다. 또한 비교의 대상으로 國家, 單位産業이나 企業 또는 製品, 그리고 單位技術水準 등 비교목적에 따라 다양한 대상이 존재한다[6].

기술수준을 측정하기 위한 定性的 指標의 경우에도 측정대상에 따라 접근방식 또한 敘述方式과 計數方式으로 구분된다.

먼저, 보편적인 敘述方式으로써 기술의 壽命週期(Life Cycle)를 활용하는 방식을 들 수 있다 [3, 10, 11]. 기술의 壽命週期를 구분하는 견해는 학자마다 다소의 차이가 있으나, 대개 未開發期-發芽期-成長期-成熟期-衰退期 등으로 구분하고 있으며, 때로는 基礎-應用-開發-擴散 등으로 구분하고 있기도 하다. 또 다른 방식으로는 현재 비교국의 기술수준이 상대국 또는 상대산업(기업)에 비하여 어느 수준까지 달성되었을가의 여부를 「胎動技術」, 「能熟技術」, 「競爭力 技術」 등으로 비교하여 나타내는 방법이 있다[8].

또한, 단순하게는 특정기술에 대하여 「선진국¹⁾ 수준에 도달」, 「선진국 수준에 약간 미달」, 「선진국 수준에 크게 미달」 등으로 기술수준을 비교하기도 한다[2].

한편, 計數方式으로써 기술수준을 나타낼 수 있는데, 이는 해당기술의 최고수준을 보유한 국가(선진국)를 100으로 기준으로 하여 상대적인 수치로써 또는 상대적인 到達水準을 %로 나타내어 기술수준을 비교하는 방식이다[1, 7].

본 연구에서는 위에서 언급했던 敘述方式과 計數方式을 혼합하여 製造技術水準의 측면에서 보다 객관적인 技術水準測定을 위한 定性的 指標를 개발하고자 한다.

3. 定性的 指標의 開發

3-1. 技術水準指標 開發基準

定性的 指標開發을 위한 사전작업으로 본 연구에서는 技術分野(또는 技術群)를 구분하기 위한 2가지 기준 - 技術의 Type과 技術의 屬性 - 을 채택하였다.

먼저, 기술의 Type은 크게 原材料 技術, 工程技術(加工·組立技術), 製品化 技術 등으로 구분하였다. 이는 기술분야를 投入→變換→產出 즉, 投入(Input)/產出(Output)이라는 기준에 따라 구분한 것으로, 실제 기술(분야)별 전문가들의 검증을 거친 구분이기도 하다. 아울러, 기술의 Type은 다음과 같은 3가지 축으로 보다 세분하였다.

- ① 原材料 技術 : 원재료 개발기술 / 재료 Processing기술
- ② 工程技術(加工·組立技術) : 대용량화기술 / 자동화·연속화기술 / 고기능 생산기술 / 시험·검사기술 / 생산관리기술
- ③ 製品化 技術 : 고기능화기술 / Software기술 / 설계기술

다음으로는 기술의 屬性을 기준으로 하여 技術分野(또는 群)의 構成技術들을 核心技術, 周邊技術, 胎動技術 등으로 구분하고, 각각의 기술에 대한 개념은 아래와 같이 규정하였다.

- ① 核心技術 : 해당기술(분야)에서 가장 중요하고 波及效果가 큰 기술
- ② 周邊技術 : 해당기술(분야)에서 핵심기술이외의 지원적 성격이 강한 기술
- ③ 胎動技術 : 해당기술(분야)에서 조만간 개발되거나 發芽될 기술

이와 같은 개념설정은 해당기술분야를 구성하고 있는 세부기술들을 다시 속성별로 세분화함으로써 보다 정확한 기술수준을 가늠해보기 위함이다.

1) 본 연구에서는 선진국의 의미를 제조능력측면에서 해당기술(분야)의 최고수준을 보유한 국가로 사용하고 있음.

한편, 본 연구에서 제기한 2가지 기준 중에서 기술의 Type으로 해당기술(분야)을 분류함에 있어 그 분류가 곤란한 경우에는 기술의 Type을 해당기술의 특성에 맞게 구분해도 무방한 것으로 하였다.

이러한 2가지 기준에 따라 해당기술(분야)이 細部 構成技術들로 분류되고 나면, 각 構成技術들에 대해서는 다음의 정보를 부가하도록 하여 기술수준판단에 활용하도록 하였다.

- ① 해당기술(분야)의 최고 수준 保有國(=先進國)
- ② 期間(년)으로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준
- ③ 技術壽命週期²⁾로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준
- ④ 數值(기준 :100)로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준

이와 같은 정보를 총체적 판단근거로 삼아 해당기술(분야)에 대한 우리 나라의 기술수준을 판단하게 된다. 이 때, 계산의 편리성을 도모하기 위하여 ④의 수치를 中心根據로 삼아 기술수준을 산정하는 것으로 하였다. 이는 隔差年數나 技術壽命週期로써 技術水準을 판단했을 때보다 모호성을 줄일 수 있고 客觀性 維持에 용이하다고 보았기 때문이다.

예를 들어, A라고 하는 기술분야의 경우 15개의 핵심기술들로 구성되어 있다고 가정하자. 15개의 핵심기술에 대한 先進 保有國의 水準(100/분야 × 15분야 = 1, 500)에 대하여 이들 個別 核心技術들의 技術水準을 나타내는 數值의 합이 976이라면, $976/1, 500 = 0.65$ 의 계산이 가능하다. 즉, A 기술분야에서 核心技術들에 대한 最終技術水準은 선진국(100) 대비 65인 것으로 판정하게 된다.

한편, 본 연구에서는 해당기술(분야)을 구성하고 있는 각각의 기술들에 대한 현재의 수준을 名目的으로 구분하기 위하여 기술수준의 隔差에 따라 다음과 같이 판단할 수 있도록 하였으며, 이를 技術競爭度라고 명명하였다.

- ① 先導技術(分野) : 선진국의 기술수준을 압도하는 기술(분야)
- ② 同等技術(分野) : 선진국(100)과의 기술격차가 0 ~ 20인 기술(분야)
- ③ 追從技術(分野) : 선진국(100)과의 기술격차가 21 ~ 40인 기술(분야)
- ④ 落後技術(分野) : 선진국(100)과의 기술격차가 41이하인 기술(분야)

이러한 일련의 과정을 거쳐 해당기술(분야)에 대한 기술의 Type 및 속성별로 기술수준이 산출되면, 해당기술(분야)을 구성하고 있는 核心技術, 周邊技術, 胎動技術들의 각각의 相對的 重要度 比重³⁾을 결정하여, 이미 산출된 Type별 기술수준에 각각의 중요도 비중을 곱하여 그 합으로 최종적인 기술수준을 판정하게 된다.

3-2. 開發指標의 適用 例

본 연구에서 제시한 定性的 指標를 기초화학분야에 실제 적용한 예는 아래 表 3-1과 같다. 여기서는 Butadien으로부터 Styrene를 제조하는 기술(분야)에 대한 기술수준을 측정하는 것이다. 아래 예에서는 각각의 기준에 해당되는 細部技術이 하나인 경우로 나타났으나, 기술분야에

2) 기술수명주기의 판단기준은 다음과 같다.

①미개발(Undeveloped) ②발아기(Embryonic) : 상업화의 개념은 있으나, 경제적 관점에서 는 가능성이 불명확한 상태 ③성장기(Growing) : 상업화의 가능성이 명확해 지고, 경 합상태도 명확해져 신규참입자가 점점 증가하는 상태 ④성숙기(Matured) : 신규참입자가 거의 없고, 있다 해도 신규 개발비용이 점차 증가하는 양상을 띠며 약자는 철수하기 시작 하는 상태 ⑤쇠퇴기(Declining) : 소수의 강력한 기업이 시장을 주도하고, 원가절감이 주 관심사가 되며, 기술경쟁의 형태도 극히 방어적인 상태

3) 상대적 중요도비중은 해당 기술(분야)의 특성에 따라 달라질 수 있다.

따라서 그 이상도 물론 가능하다.

表 3-1. Styrene 製造技術(分野)의 技術水準分析

기술의 Type 기술의 속성	원 재료 기술	공정 기술 (가공·조립 기술)		제품화 기술			기술경쟁도*				기술 수준
	원재료 개발기술	대용량화 기술	자동화 기술	고성능화 기술	Software 기술	설계기술	선도	동등	추종	낙후	
핵심기술	축매 제조기술 ① 미국 ② 5년 ③ 미개발/발아기 ④ 50/100	시스템 설계기술 ① 미국 ② 7년 ③ 발아기/성숙기 ④ 50/100	시스템 구성기술 ① 미국 ② 5년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	분리정제 기술 ① 미국 ② 5년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	공정프로그램링기술 ① 미국 ② 5년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	공정개발 기술 ① 미국 ② 7년 ③ 발아기/성숙기 ④ 50/100	0	0	3	3	0.60
주변기술	부반응 억제기술 ① 미국 ② 6년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	장치설계 기술 ① 미국 ② 5년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	안전 및 운용기술 ① 미국 ② 1년 ③ 성장기/성숙기 ④ 90/100	유분활용 기술 ① 미국 ② 6년 ③ 성장기/성숙기 ④ 70/100	Simulator 운용기술 ① 미국 ② 2년 ③ 성장기/성숙기 ④ 80/100	공정최적화 기술 ① 미국 ② 7년 ③ 발아기/성숙기 ④ 50/100	0	2	3	1	0.72
태동기술**	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
기술 경쟁도	선도	0	0	0	0	0	최종판정				
	동등	0	0	1	0	1					
	추종	1	1	1	2	1					
	낙후	1	1	0	0	0					
기술수준	0.60	0.60	0.80	0.70	0.75	0.50	0.66***				
	0.60	0.70		0.65							

주) 상기 표에서 원문자의 일련번호는 아래의 사항을 나타내고 있음.

- ① 해당기술(분야)의 최고 수준 보유국(=선진국)
- ② 기간(년)으로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준
- ③ 기술수명주기로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준
- ④ 수치(기준 :100)로 추정해 본 선진국대비 우리의 수준

* : 기술경쟁도는 각 기술수준의 범주에 해당되는 기술의 수

** : 태동기술에 해당되는 세부기술의 분류가 곤란한 경우라 보여짐.

*** : 핵심기술과 주변기술의 重要度 比重을 동일하게 보고, 최종판정에 單純算術平均을 이용하고 있음.

4. 結論

國家競爭力의 指標로써 技術水準이 활용되어 온 것은 주지의 사실이다. 더구나 오늘날과 같이 技術貿易의 量的·質的 成果與否에 따라 국가는 물론 해당산업의 위상까지 결정되어지는 상황에서는 더더욱 자국의 기술수준을 파악하고, 이를 제고시키고자 하는 노력은 그 어느때 보다도 치열하다.

이러한 시점에서 産業技術(分野)에 대한 技術水準을 測定함에 있어 定性的 側面에서 활용될 수 있는 지표를 개발하고자 하는 것이 본 연구의 출발점이었다. 본 연구를 통한 주요 成果 및 意義는 다음과 같다.

첫째, 기술분야별 세부기술에 대한 區分基準(Type別, 屬性別)을 제시함으로써 하나의 기술 분야를 구성하고 있는 細部技術들의 파악을 용이하게 하였다.

둘째, 기술분야별 선진국 대비 強·弱技術의 區分이 명확해짐은 물론 主力 및 補強技術導出을 위한 하나의 기준이 제시되었다.

셋째, 定性的 側面이기는 하나 보다 體系的인 測定過程을 거치도록 하여 측정결과의 信賴性을 높이도록 하였다.

아울러, 본 연구의 未備點을 지적하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 技術水準의 判定要因으로 先進國(100)對比 相對的 技術水準을 주로 활용하였으나, 隔差年數와 技術壽命週期 등을 종합적으로 활용하여 평가할 수 있는 지표개발이 요구된다.

둘째, 技術競爭度에 따라 기술을 先導, 同等, 追從, 落後技術 등으로 그 수준을 구분하고 있는데, 이를 보다 구체적으로 구분해 줄 수 있는 기준이 필요하다.

셋째, 核心技術, 周邊技術, 胎動技術에 대하여 相對的 重要度を 결정할 수 있는 기준마련이 요청된다.

이와 같은 미비점들을 보완하는 후속연구가 지속적으로 이루어짐으로써 産業技術水準을 測定하기 위한 定性的 指標開發은 進一步하리라 여겨진다.

5. 參考文獻

- [1] 科學技術處, 2010년을 향한 科學技術發展 長期計劃, 1994, p.182.
- [2] 金炳穆, 科學技術指標開發을 위한 探索研究, STEPI, 1989, p.67.
- [3] 朴容兌 외 5인, 主要 産業의 長期發展을 위한 技術革新戰略, STEPI, 1995, p.95.
- [4] 申泰榮·洪淳錡, 우리 나라 科學技術水準 展望과 主力技術導出에 관한 研究, STEPI, 1992, p.33-34.
- [5] 通商産業省, 産業科學技術의 動向의 課題, 1992, p.127.
- [6] 韓國科學技術院, 技術水準評價 및 指標開發에 관한 研究(I), 과학기술처, 1986, p.26-34.
- [7] 韓國特許技術研究院, 産業技術의 개발추진, 1994, p.68.
- [8] 飯沼光夫, 科學技術水準의 比較評價의 方法と日本の 技術水準, 研究技術計劃, Vol. 1, No. 1, 1986, p.56-64.
- [9] Fagerberg, J., A technology gap approach to why growth rates differ, *Research Policy*, 16, 1987, p.87-99.
- [10] Frankel, E. G., *Management of technological change*, Kluwer Academic Publishers, 1990, p.72.
- [11] Twiss, B. C., *Managing technological innovation*, 4th ed, Pitman Publishing, 1992, p.31.