

# 우리 나라 技術水準의 評價와 技術力の 點檢

洪 淳 錫

(산업 혁신 연구실)

새로운 技術主權 시대를 맞이한 오늘날 정부는 2000년대 초에 技術先進國에의 진입을 목표로 설정하고 단기간에 技術水準을 획기적으로 제고하기 위해 綜合對策을 강구하고 있으며 곧 그 구체적인 實行計劃과 政策支援의 내용이 발표될 것으로 알려져 있다.

과연 2000년대 초에 정부의 목표대로 技術先進國 G7에의 진입은 가능한가? 科學技術者, 政策樹立者, 經濟學者 등 많은 관계자들은 우리의 技術潛在力과 政府目標의 실현 가능성에 대해 희망과 의구심 속에서 반신 반의하고 있다.

본 포럼에서는 한 국가의 總體의인 技術力을 평가할 수 있는 방법을 검토하고 우리의 技術力을 주요 技術先進國과 비교함으로써 현재와 미래의 위상을 점검하고자 한다.<sup>1)</sup>

## 1. 技術水準 測定方法

### 가. 技術水準 測定上의 問題點

사회 현상을 정량적으로 파악하기 위해서는 제반 조건 및 상황이 개선 또는 악화되고 있는지를 판단할 수 있는 공통된 基準과 測定方法이 필수적이다. 경제 분야를 예로 들면 경제 성장 및 산업 발전 수준은 국제적으로 통일된 國民所得計定을 통하여 측정될 수 있다. 그러나 다른 많은 분야에서는 그러한 基準, 測定值 및 評價方法이 존재하지 않거나, 있더라도 비교의 客觀的 指標로서 활용하기에는 미흡한 점이 있다.

한 국가의 技術水準을 하나 내지 몇 개의 指標에 의해 정량적으로 파악하는 데 있어서도 항상 어려움이 따른다. 이를 보다 구체적으로 살펴보면 첫째, 국가가 보유하고 있는 기술은 수많은 個別技術로 이루어지고 있고 이러한 個別技術은 분야에 따라 용도 및 특성이 多種多樣하고 또 技術水準에 있어서도 내용에 따라 그 정도가 천차만별이기 때문에 다양한 個別技術을 집계하여 하나의 指標로 통합하는 데는 단위의 통일이라는 근본적인 문제가 존재한다.

둘째, 기술 자체가 본질적으로 체계화된 유용한 知識情報이기 때문에 정량적 평가를 위한 개념과 방법이 아직까지는 보편적으로 받아들일만한 단계에 이르지 못하고 있는 실정이다.

셋째, 일반적으로 技術革新은 아이디어 단계부터 신제품 공정의 개발, 생산, 보급에 이르기까지 技術的 知識이 현실적으로 구체화되는 일련의 과정을 말한다. 따라서 技術水準 측정 대상 범위는 기술적 아이디어 발굴, 필요 지식의 개발 또는 도입, 사용 가능한 H/W 및 S/W로의 변환, 엔지니어링, 공장 설립과 생산에 이르기까지가 모두 포함될 수 있기 때문에 個別技術에 한정된 경우도 技術革新의 전과정을 포괄하는 技術水準을 하나의 指標로 통합하여 표현하기란 쉬운 일이 아니다.

끝으로 국가 전체의 技術力은 산업의 일부 또는 한 기업이 개발 또는 보유하고 있는 기술에만 국한된 것이 아니다. 한 국가의 產業 技術水準을 산업 기술의 사회적 보유량이라고 할 때 생산 활동에 종사하고 있는 수많은 기업 및 기술자가 이러한 기술을 보유하고 있는 정도에 따라 국가 전체의 技術水準이 결정된다. 그러나, 현실적으로 방대한 調査 및 測定의 어려움이 뒤따른다.

이러한 문제 때문에 한 국가의 綜合技術力을 평가하는 데 있어서는 個別技術을 대상으로 평가하여 이를 종합하기보다는 共通單位에 의해 집계된 보다 비교 가능한 방법이 요구된다.

### 나. 技術水準과 技術開發 潛在力

한 국가의 技術力은 세 가지 측면에서 비교될 수 있다. 첫째, 협의의 技術水準으로서 현재 생산 활동에 사용되고 있는 產業技術 즉 製品 및 工程의 物理的, 化學的, 機械的 또는 生物學的 機能과 特性 및 精密度의 水準이 있다. 이는 어떤 특정한 기술에 대한 技術水準을 말할 때 일반적으로 받아들여지는 협의의 技術水準 개념이다.

둘째, 기술 특성과 성능 향상 등 個別技術의

수준 변화가 가져오는 산업 활동의 변화를 통해 한 국가의 기술 수준 변화 정도를 파악할 수 있는데, 이는 個別技術은 물론 산업 또는 국가 전체 등 집계된 技術水準을 말하고자 할 때 많이 사용된다.

셋째, 첫번째 技術水準의 변화를 가져오는 技術開發力 수준으로서 이는 기술 개발에 투입되는 研究費, 研究員, 技術情報 등 R&D 자원의 질과 양에 의해 결정된다.

기술 활용의 효과는 自主技術開發이건 技術導入에 의한 상관없이 개발된 제품 및 공정이 현재의 생산 활동으로 나타나며, 技術開發潛在力은 앞으로 자주적으로 기술을 개발할 수 있는 능력으로서 미래의 생산 활동으로 顯在化된다. 技術開發潛在力이 높아지면 技術水準은 향상될 것이고 향상된 기술 수준을 바탕으로 생산 활동의 능력을 높일 수 있게 된다. 물론 技術水準이 이러한 측면들에 의해서만 결정되는 것은 아니며 產業活動效果 역시 기술 수준의 변화에 의해서만 결정되는 것도 아니다.

이와 같이 技術力의 다양한 측면을 나타내는 여러 가지 指標들을 하나의 지표로 집약시키고자 할 때 지표 간의 相對的 重要性 즉 加重值 결정의 문제가 발생한다. 여기에서는 社會科學의 分析에서 많이 사용하는 主成分 分析(Principal Component Analysis)을 이용하여 加重值를 추정하고<sup>2)</sup> 변수, 분석 기간 및 비교 대상 국가의 폭을 넓혀 우리나라의 전반적인 技術力의 변화 과정을 비교하고자 한다.

## 2. 技術力의 國際比較

總體的인 技術力 指標를 구성하는 개별 지표로는 技術變化(總要素生產性), 尖端技術 製品의 輸出, 特許出願, R&D 投資, R&D 스톡, 研究人力 및 理工系 大卒人力 등을 들 수 있다. 각각의 지표와 主成分 分析에 의한 綜合指標를 技術 先進國과 비교하면 다음과 같다.

### 가. 尖端技術 產業의 技術變化

주어진 勞動, 資本 등의 生産要素를 결합하여 생산할 수 있는 最大生産量은 한 國家가 소유한 技術水準에 의해 결정되므로 技術水準의 變化率, 즉 總要素生產性의 變化率을 측정하여 比較할 필요가 있다.

1970년대의 尖端技術 產業의 技術變化率이 유

럽의 경우 제조업 전체 평균보다 70% 높고 일본은 180%가 높다. 특히, 일본의 경우는 技術變化率 8.1%의 尖端技術產業을 제외하면 나머지 產業의 技術變化率이 유럽과 비슷한 수준으로서, 尖端技術產業이 製造業成長의 주도적 역할을 담당하고 있음을 알 수 있다.

### 技術變化率의 國際比較

(단위: 1973~'81의 연평균 증가율, %)

국 가	제조업(A)	첨단기술 산업(B)	B/A×100
영 국	0.1	1.7	17.0
서 독	1.5	2.7	1.8
프 랑 스	2.0	2.4	1.2
이 탈 리 아	1.7	3.8	2.2
네 델 란 드	1.5	0.9	0.6
유럽 평균	1.1	1.9	1.7
미 국	0.2	1.2	6.0
일 본	2.9	8.1	2.8
한 국	0.8	7.6	9.5

주: 첨단 기술 제품 - 전기 및 전자 기기, 정밀 기계, 정밀 화학

자료: 1. OECD, New Technologies in the 1990s, 1989

2. 한국과학기술원, 기술 진보의 동태적 분석과 적정 기술의 선택 및 개발에 관한 연구, 1985

한국의 尖端技術產業은 제조업의 연평균 技術變化率 0.8%에 비해 10배에 달하는 7.6%의 고속 증가율을 보여 일본과 같이 製造業 成長의 견인 차적 역할을 해 왔다. 產業構造의 고도화를 통한 생산성 향상은 尖端技術產業의 육성이 핵심이며 이는 바로 技術開發과 技術革新에 의해서만 달성될 수 있다.

### 나. 尖端技術製品 輸出入

일반 기계, 전자 기기, 정밀 기기, 컴퓨터 및 사무 기기, 정밀 화학 등 첨단 기술 제품의 貿易收支를 통해 競爭力을 비교해 보면 다음과 같다.

한국의 尖端技術製品의 1988년 輸出規模 253억 달러는 스웨덴, 스위스 수준에 해당하고 이탈리아와 캐나다의 각각 40% 및 50% 수준에 해당한다. 한국은 1988년을 기점으로 尖端技術製品의 경상 수지가 흑자로 전환됨으로써 앞으로 무역 수지 비율면에서 日本과 西獨 수준에는 미치지 못하나 유럽 대부분의 국가 수준에 도달할 것으

尖端技術製品 輸出·入額(1988)

(단위: 억 달러)

	수 출	수 입	수출/수입
캐 나 다	499	613	0.81
영 국	813	915	0.89
서 독	2,060	1,007	2.05
프 랑 스	829	811	1.02
이탈리아	574	585	0.98
5국 평균	955	786	1.22
미 국	1,835	2,078	0.88
일 본	2,045	397	5.14
네덜란드	412	411	1.00
스 위 스	294	258	1.14
스 웨 덴	259	235	1.10
한 국	253	245	1.03

자료: 1. UN, International Trade Statistics, 1990.  
2. 경제기획원, 경제 통계 연보, 1989.

로 전망된다.

다. 特許出願

研究開發 結果의 직접적 측정치로 자주 사용되는 特許를 비교함으로써 한 국가 혹은 산업의 技術水準을 평가할 수 있다.

海外 特許 出願數

(단위: 1,000건)

국 가	1975	1980	1985	1988
캐 나 다	25.7	25.0	27.6	31.6
영 국	53.4	59.6	67.4	79.9
서 독	60.1	66.8	75.7	84.8
프 랑 스	40.4	45.1	54.8	66.1
이탈리아	24.2	29.9	38.4	52.9
5국 평균	40.8	45.3	52.8	63.1
미 국	101.0	106.2	121.0	146.9
일 본	159.8	193.8	305.3	345.2
네덜란드	15.3	21.3	30.4	40.1
스 위 스	16.9	21.1	27.7	36.9
스 웨 덴	14.8	21.3	29.2	37.4
한 국	2.9	4.7	10.6	20.1

자료: OECD, Main Science and Technology Indicators, 1988, 1990.

우리 나라의 特許出願件數는 1980년대에 들어와 연평균 20%씩 증가하여 1988년에 네덜란드, 스위스, 스웨덴 등 유럽의 특화 기술 선진국의 1980년 수준에 도달하였으나 아직도 이들 국가의

1988년에 비하면 1/2수준에 머무르고 있다. 또한, 서독, 프랑스 등 5개국 평균과 비교해도 1/3 수준에 지나지 않으므로 앞으로 技術教育과 R&D 活動의 개선을 통해 技術의 創造性 제고가 요망된다.

라. 總研究開發投資

技術開發力은 技術開發에 투입되는 研究費와 研究員 등 R&D 資源의 質과 量에 의해 결정되며 時差를 두고 技術水準의 향상에 기여한다. 研究開發에 대한 國家的 努力程度 및 國民總生産의 研究集約 정도를 나타내는 GNP 對比 R&D 지출에 있어서 한국은 1988년에 캐나다와 이탈리아의 1.2~1.4% 水準을 앞질렀으며, 政府의 目標值인 1996년의 35%와 2001년의 5%는 현재의 先進國에 비해 대단히 높은 水準이다. 그러나 研究能力의 절대적 규모를 단기간에 擴充하기 위해서는 不可避한 目標라고 판단된다.

GNP 對比 R&D 支出

(단위: %)

국 가	1970	1975	1980	1985	1988
캐 나 다	1.3	1.1	1.1	1.4	1.4
영 국	2.2	2.2	2.3	2.3	2.2
서 독	2.1	2.2	2.4	2.7	2.8
프 랑 스	1.9	1.8	1.9	2.3	2.3
이탈리아	0.8	0.8	0.8	1.1	1.2
5국 평균	1.7	1.6	1.7	2.0	2.0
미 국	2.6	2.3	2.3	2.9	2.9
일 본	1.6	1.7	1.9	2.5	2.6
네덜란드	2.0	2.0	2.0	2.1	2.3
스 위 스	2.3	2.4	2.3	2.9	2.5
스 웨 덴	1.5	1.7	2.1	2.9	2.9
한 국	0.4	0.4	0.6	1.5	1.9

자료: 1. OECD, Main Science and Technology Indicators 1988, 1990.

2. 과학기술처, 과학 기술 활동 조사 보고서, 1990.

마. 研究開發 스톡

오랜 기간의 産業研究開發活動에 의해 축적된 技術知識 스톡은<sup>3)</sup> 한 국가의 광범위한 技術開發 수행 능력을 나타내는 지표이다.

한국의 R&D 스톡은 1980년대에 들어와 매년 26%씩 증가하여 1988년 현재 35억 달러(1975년 PPP 환율로 推計한 불변 미국 달러)에 달해 이

民間 研究開發 스탁

(단위 : PPP로 환산한 1975년 US(億 달러)<sup>a)</sup>)

국 가	1975	1980	1985	1988
캐 나 다	26	32	45	55
영 국	140	150	170	180
서 독	190	270	350	420
프 랑 스	90	130	170	195
이탈리아	37	47	59	69
5국 평균	97	126	158	184
미 국	750	900	1,150	1,260
일 본	180	300	435	550
네덜란드	40	49	53	56
스 위 스	51	56	73	86
스 웨 덴	26	37	50	59
한 국	3.8	5.4	13.2	34.9

자료 : OECD, STI Review, No.4, 1988.

탈리아의 1975년, 스웨덴 및 캐나다의 1980년水準에 도달하였다. 1989년 이후에도 매년 22%씩 증가, 1996년에 170억 달러에 이르러 영국의 1985년, 독일과 일본의 1975년水準에 달할 것으로 보이며 이탈리아의 1996년 전망치 130억 달러를 上廻할 것으로 展望되고 있다.

바. 研究人力 集約度

연구 개발 활동에 종사하는 科學者와 엔지니어의 絶對數는 R&D 투자와 함께 국가의 技術開發力을 나타내는 대표적 연구 자원이며 이를 노동자수로 나눈 研究人力 集約度는 生産要素로서의 技能的 노동력보다 知的·創造的 노동력의 상대적 크기를 나타내는 지표이다.

한국의 研究人力 集約度는 80년대에 들어와서도 매년 12%씩 증가하여 1988년에는 노동자 1만 명당 34명에 달해 이탈리아의水準을 앞질렀으나 대부분 유럽 技術先進國의 1970년대 중반에 해당하는 수준이다. 한국은 2001년에 국가 목표인 연구원 15만 명을 확보할 때 研究員數의 절대 규모 면에서 이탈리아 수준에 도달할 것으로 보이며 研究人力 集約度는 66명에 달해 대부분 유럽 技術先進國의 90년대 後半水準에 도달할 것으로 전망된다.

사. 理工系 大卒人力

한 국가의 技術開發力과 産業技術水準은 그 국가가 배출한 理工系 大學 卒業者의 量과 質에 달려 있다. 특히, R&D 활동에 종사하는 高級 두

勞働人口 1萬名當 研究員數

(단위 : 명)

국 가	1975	1980	1985	1988
캐 나 다	23.0	24.9	42.0	46.0
영 국	31.1	34.9	35.5	36.0
서 독	38.6	45.9	52.0	58.1
프 랑 스	29.2	33.9	42.8	48.0
이탈리아	17.9	21.9	27.1	31.0
5국 평균	28.0	32.3	39.9	43.8
미 국	55.3	59.9	65.1	68.4
일 본	59.5	66.9	79.4	87.0
네덜란드	30.9	36.4	42.0	45.8
스 위 스	33.8	35.7	42.5	47.2
스 웨 덴	25.8	31.2	50.0	51.5
한 국	8.7	13.4	27.7	33.5

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 1988, 1990.

뇌와 산업 생산 현장에서 高級技術者의 役割을 담당하는 理工系 大卒者의 國際比較를 통해 未來의 技術力을 평가할 수 있다.

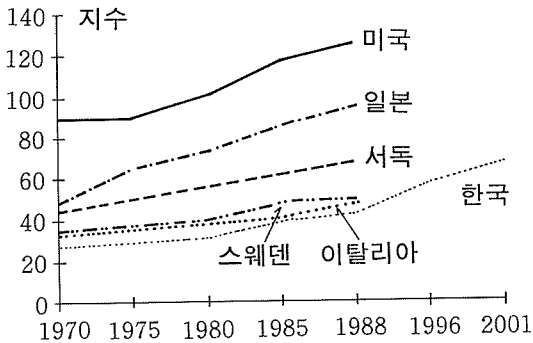
理工系 大學 卒業者(1986)

(단위 : 1,000명)

	프랑스	서독	일본	영국	미국	한국
전졸업자(A)	52.7	63.9	376.3	72.0	1,074.8	162.0
자연계(B)	25.0	21.6	99.7	29.1	214.0	47.7
이과	11.3	10.8	12.8	17.5	122.2	11.7
공과(C)	13.7	8.5	73.3	10.3	77.1	29.0
농과	-	2.3	13.5	1.3	14.7	7.0
기타	27.7	42.3	276.6	42.9	860.8	114.0
B/A (%)	47.4	33.8	26.5	40.4	19.9	29.4
C/B (%)	54.8	39.4	73.5	58.9	36.0	60.8

주 : 4년제 대학교의 졸업생만을 대상으로 함  
자료 : NSF, International Science and Technology Data Update, 1988.

한국의 인구 4,200만은 프랑스, 영국, 서독의 5,500~6,000만에 비해 70~75%에 지나지 않으나 自然系 大學生 및 大學卒業者의 絶對數에 있어서는 프랑스의 2배, 서독의 2.2배 영국의 1.6배에 달해 미래의 研究活動의 生産 및 管理의 中心的 役割을 할 高級人力의 확보면에서 높은 潛在力을 보유하고 있음을 알 수 있다. 또한 自然系 大學 卒業者 중 工科大學 卒業者의 比重이 61%에 달해 일본의 74%에는 미치지 못하나 영국과 비슷



주: 1980년 미국을 100으로 하여 환산한 수치임

한 수준이며 서독 및 프랑스보다는 높은水準이다. 그러나 이러한 大學卒業者의 양적인 증가에 비해 충분한 教育投資가 이루어지지 않아 教育의 質은 상당히 낙후된 실정이다. 앞으로 技術先進國의 수준까지 教育의 質을 높이기 위해서는 政府의 과감한 教育投資가 요망된다.

#### 아. 主要國의 技術力 比較

한국의 경우 技術水準을 나타내는 지표의 하나인 特許出願 건수에 있어서는 先進國에 비해 매우 적으나 尖端技術 産業의 경우 선진국에 비해 技術變化 速度가 매우 빠르고 産業成長에의 기여도가 커서 技術水準을 제고하는 데 크게 기여하고 있다.

정부의 계획 자료에 따르면 앞으로 研究開發投資, 研究員數 등 研究資源의 급증으로 기술 개발력이 대폭 향상될 것으로 기대되며 특히, 생산현장의 고급 기술자와 연구 인력 배출의 기반인 理工系 大學卒業者가 유럽 국가에 비해 풍부해 앞으로 技術力의 신장에 크게 기여할 것으로 보인다.

한국의 1988년 技術力은 이탈리아, 프랑스, 영국, 스웨덴 등 유럽 先進國의 1970년대 후반에서 1980년대 초반에 해당되나 2000년대 초에는 캐나다, 이탈리아, 네덜란드, 스웨덴에 비견할 수 있는水準에 도달할 것으로 전망된다.

### 3. 맺음말

우리 나라의 綜合技術力의 위상은 국제적 측면과 역사적 측면에서 특히 커다란 이동을 해 왔고

앞으로도 상향 이동을 견지할 것이다. 현시점에서 중요한 것은 우리의 技術力의 本質과 潛在力을 면밀히 검토해서 技術力이 바람직한 방향과 속도로 나아가도록 연구 개발 資源을 충분히 動員하고 그 展開方向을 적절히 관리하는 것이다. 아울러 綜合技術力의 평가에서 한걸음 더 나아가 각 기술 분야마다 座標上의 현재와 미래의 위치를 자세하고 정확하게 파악하려는 노력이 병행되어야 할 것이다.

기술은 결코 하늘로부터 부여받은 것이 아니라 보다 나은 것, 보다 새로운 것을 추구하는 創造의 人間의 끊임없는 노력과 의지의 소산이다.

정부가 설정한 2001년까지 연구원 15만 명 확보, GNP 대비 R&D 지출 비율 5%가 차질없이 달성되면 技術開發力과 技術水準은 2000년대 초에 技術先進國에 진입할 가능성이 높은 것으로 전망되고 있다. 그러나 종래와 다른 사고의 전환, 행동의 개혁과 자원의 투입없이 현재의 우리의 노력과 의지의 연장선상으로는 G7은커녕 G10에의 진입도 가능하지 않을 것이다. \*

- 1) 당 연구실에서 수행 중인 “우리 나라 과학 기술 수준 전망과 주력 기술 도출에 관한 연구” 가운데 총체적 기술 평가 부분의 1차 분석 결과를 토대로 작성한 것이며, 앞으로 더욱 보완할 예정이다.
- 2) 主成分 分析에 의해 技術力을 나타내는 指標들간의 加重值를 구하는 방법은 Blackman (1973, 美)이 개발하였다. Blackman은 산업별 技術力을 측정, 비교하기 위하여 이 방법을 이용하였다.
- 3) 技術知識 스톡은 산업 생산 활동에 직·간접적으로 기여할 뿐만 아니라 앞으로의 기술 개발에 촉진시키는 데 필요한 유용한 정보의 보유량을 말한다. 이는 당해연도의 R&D 투자에 의해 형성되는 것이 아니라 자본 스톡과 같이 R&D 투자가 오랜 기간에 걸쳐 축적되는 스톡 양으로서 1980년대에 들어와 유럽과 일본에서 이의 측정이 시도되고 있다.
- 4) 최근 OECD는 R&D 지출의 국제 비교에 있어서 공정 환율보다는 국가 간의 구매력을 等價로 하여 구한 PPP(Purchasing Power Parity) 환율을 사용하고 있다. OECD, Main Science and Technology Indicators, 1990 참조