

우리나라 10대 전략제품의 과학기술수준 조사연구

A Study on the Science and Technology Level of Strategic Items in Korea

한성구, 정근하, 이상엽
(한국과학기술평가원)

Abstract

This study is focused on measuring levels of science and technology aspect of ten strategic items in Korea to serve as a guidance for the government R&D policy-making, and provide appropriate information for promoting the national R&D programs.

The survey of the precise technology level for the study applies functional and technical parameters. Functional parameters are used for measuring technology level of the specification and performance of emerging items such as 256M DRAM, TFT-LCD etc. in the present and / or near future; technical parameters, the element / core technologies on emerging items.

The study suggests that the result of the survey should be applied for strategic technology planning to narrow the technology gap and draw the criteria for resource allocation in national R&D programs.

I. 서 론

우리 나라는 그 동안 국가차원의 적극적·지속적인 연구개발사업의 추진과 민간차원의 활발한 기술개발 노력에 힘입어 과학기술수준이 지난 30여 년 동안 비약적으로 발전하였다. 특히 우리 나라의 전반적인 과학기술수준은 1994년보다 5년 후인 1999년에 거의 2배 가까운 1.7배의 기술수준 향상을 이루었다(KISTEP, 1999). 또한 그 동안의 과학기술발전을 통해 현재 일부 전략분야에서는 선진국수준에 근접하는 제조기술을 확보하게 되었으며 반도체, 가전, 철강, 조선, 섬유, 자동차 등 주력산업 분야에서는 세계시장에서 상당한 경쟁력을 갖게 되었다.

지식기술기반 경제사회가 될 21세기에는 과학기술의 중요성이 더욱 강조될 것으로 전망되며 세계각국은 자국의 국가경쟁력 및 국제적 지위를 높이기 위해서 과학기술의 수준 향상에 상당한 국력을 집중시키고 있다. 그러나, 우리 나라는 주요 과학기술의 산업별, 주체별, 기술분야별, 제품별 기술수준에 대한 체계화된 정보의 미흡으로 국가 연구개발정책 수립시 이에 대한 내용들이 효과적으로 반영되지 못하고 있는 실정이다. 동시에 국가연구개발사업의 과제 선정평가 등 연구기획·관리·평가 업무 수행시 기준이 될 만한 구체적인 기술적 좌표에 대한 자료가 체계화되지 못할 뿐만 아니라 국가간 기술협력 시에도 강점기술에 대한 자료가 미비하여 연구자간의 의사에 의존하는 형편이다.

따라서 국가연구개발사업의 효율적·전략적 기획·관리·평가를 위해서는 매년 정기적으로 우리 나라의 대표성 있는 유망제품에 대한 기술수준을 가능한 정량화시켜 종합·분석하는 것이 필요하다.

II. 기술수준의 개념

2. 1 기술수준의 정의

신태영, 홍순기(1992)는 과학기술수준의 전망과 주력기술 도출에 관한 연구에서 현재 생산활동에 사용되고 있는 산업기술의 수준으로 기술특성과 성능향

상 등 개별기술의 기능적 능력을 제고하는 능력이라고 정의하였으며, 일본의 科學技術과 經濟의 會(1976)에서는 기술수준을 과거 R&D활동의 축적 또는 성과로서 현재 도달하고 있는 수준으로 정의하였다.

즉, 원료, 부품, 제품, 시스템, 플랜트, 공정 등의 성능, 품질, 시장점유율 등의 측면에서 현재 도달한 수준의 절대 및 상대평가 기술수준이다. 그러나 여기서는 현재 사용하는 기술이 자주기술인가 도입기술인가는 문제되지 않는다. 또한, 연구개발 잠재력을 이제까지 축적된 과학기술을 활용하면서 당면할 여러 장애를 극복하고 스스로 어느 정도 새로운 문제를 해결할 수 있는 잠재적인 자주 연구개발능력의 수준이라고 하였다. 즉, 연구개발지출, 연구원, 과학기술문헌, 특허 등의 기술적 지표외에 정부의 연구지원제도, 사회적 요구의 강도, 기업의 경영능력 등 비기술적 요인을 종합한 지표에 의한 연구개발 잠재력의 상대평가이다.

그리고, 寸木俊昭(1974)는 기술수준을 기업이 어떤 제품 혹은 제품군을 생산할 때에 사용하는 물적제시설과 인적 재능력의 총체라고 정의하였다. 미국의 Schmookler(1966)는 기술능력 또는 기술수준은 기존기술을 인간이 활용하는 정도가 일국의 노동력에 그 기술이 보급되는 분포를 합산해서 표시될 때 이를 그 국가의 기술능력 또는 기술수준이라고 하였다.

2. 2 기술수준 측정

2. 2. 1 기술수준측정치의 개념

기술수준 측정치는 기술이 목적하는 기능을 얼마나 잘 수행하는가를 정량적으로 나타낸 것으로 기술이 수행하는 기능을 명확히 파악하고, 기능의 수행정도를 잘 나타내는 단일 또는 복수의 측정치의 두 가지 사항을 고려하여 선정한다.

개별기술의 수준 측정치는 분석가가 일련의 기술 접근을 다룰 때 사용된다. 이러한 기능을 확인한 다음 기술수준을 나타내는 단일 또는 복수의 측정치를 선택한다.

2. 2. 2 기술측정치의 선정기준

① 실제 측정가능한 측정치의 선정

측정치는 기계 또는 공정의 성능을 기초로 이에 대한 수치 부여가 가능해야 한다. 즉 측정도구의 이용이 가능해야 한다. 객관적인 측정이 불가능한 경우 기술전문가에 의뢰하여 판단케 한다.

② 기술수준을 대표하는 측정치의 선정

측정치는 대상기술이 그 기능을 수행하는 방식에 관해 완벽히 설명할 수 있어야 한다. 설계자들은 다양한 기술변수간에, 사용자는 다양한 기능변수간에 trade-off를 할 수 있어야 한다. 기술 측정치는 설계자가 변화시키고자 하는 모든 변수들을 포함시킴으로써 이러한 trade-off를 포착해야 한다.

③ 모든 예측대상 기술접근에 적용 가능한 측정치의 선정

기술측정치는 수행되는 기능을 토대로 할 때만이 다양한 기술접근을 비교할 수 있는 공통된 척도로 측정될 수 있다.

④ 자료수집이 실제 가능한 측정치의 선정

측정치에 관한 자료가 많이 수집될수록 일부 자료의 특정성으로 인한 왜곡이 발생할 가능성이 줄어든다. 즉 장기간의 시계열 자료는 특정시기에 의한 왜곡을 줄이고 최적곡선의 표준오차를 감소시킨다.

⑤ 기술혁신 단계별로 일관성 있는 자료의 수집이 가능한 측정치의 선정

가능한 모든 측정치 자료는 동일한 기술혁신단계의 기술제품을 나타내야 한다. 상이한 기술혁신단계의 자료를 이용하면 예측치가 왜곡되기 쉽다.

2. 3 기술수준측정에 관한 이론적 고찰

기술수준분석에 사용될 측정치인 기능변수와 기술변수를 복합화하는데 단일 지표로 만드는 Martino와 Gordon의 점수제 방법이 있다.

점수제 모형(Scoring model)은 OR(operations research)분야에서 여러 가지 대안을 평가하거나 우선순위를 매길 때 사용되어 왔다. 동 모형은 대안들이 여러개의 특성을 가지며 또한 대안의 가치나 중요성이 한 가지 특성보다는 여러개의 특성의 조합에 달려 있을 때 사용된다. 점수제 모형의 개발과정은 다음과 같다.

2. 3. 1 조사항목의 파악

- ① 기술의 기능수행과 관계되는 모든 항목을 열거한다. 즉, 비교 대상 기술에 적용할 수 있는 모든 기술접근을 포함시킨다.
(예) 속도, 무게, 전력소비, 효율, 정밀도, 시간지연, 정확도 등
- ② 중복과 이중계산을 제거하여 정리한다.
기술변수와 기능변수를 혼용하지 말아야 하며 불가피하게 포함시킬 경우에 기술변수는 투입측정치에 기능변수는 산출측정치에 포함시킨다. 기술변수는 설계자가 바람직한 기능변수를 얻기 위해 사용하는 것이므로 기술변수를 포함시킴으로써 기능변수를 이중계산하지 않도록 한다.
- ③ 각 항목들은 측정될 수 있거나 전문가의 평점을 부여받을 수 있어야 하며 시계열자료 또는 전문가 판단자료가 가용한가를 확인해야 한다. 만약 불가능할 때는 ①의 단계를 다시 거친다.
- ④ 항목들을 적절히 집단화(grouping)한다.

2. 3. 2 항목의 가중치 부여

- ① 상대적 중요도를 감안해서 대·중·소 세기술별로 합이 100이 되도록 각 항목마다 가중치를 부여한다.
- ② 측정할 수는 없으나 평가해야 하는 항목에 대해서는 같은 척도가 사용되도록 한다. 예를 들어 10점 척도나 5점 척도 중 한 가지를 선정한다.

2. 3. 3 표준화(Standardization)

각 항목의 측정치는 측정단위가 다르고 또 취하는 숫자 크기가 달라 이를 조정할 필요가 있다. Martino 방법에서는 항목들의 평균과 표준편차를 구하여 표준화함으로써 이를 변환한다.

먼저 기술수준 분석대상 시스템의 특정항목에 대한 값에서 그 항목의 평균치를 차감한다. 특정요인에 대해 평균이하의 값을 취하는 시스템은 물론 마이너스의 값을 갖는다. 다음에 그 차를 표준편차로 나누면 각 항목에 대해서 이

표준값은 0을 중심으로한 일련의 숫자를 나타낸다. 다음에 각 항목의 값이 대략적으로 0에서 9사이에 분포하도록 척도(scale)를 다시 조정한다.

Gordon 방법에서는 각 항목마다 측정값을 기준값에 대한 비율로 나타내어 이를 구한다.

2. 4 Martino 모형

점수제 모형설계 시 항상 문제되는 것은 항목들이 더하는 성격인지 또는 곱해야 하는 성격인지에 관한 것이다. 예를 들어 항목 A, B, C일 경우 (A+B+C)의 성격인지 또는 (A×B×C)의 성격인지를 확인해야 한다. 어떤 항목이 매우 중요하기 때문에 꼭 포함되어야 하면 점수제모형에서는 “곱하기”형으로 표시하게 된다. 특정기계가 이러한 항목이 없어 “0”을 받게 되면 그 기계의 기술측정치는 자동적으로 “0”이 된다.

일반적인 점수제 모형은 다음과 같이 주어진다.

$$Score = \frac{A^a B^b (cC + dD + eE)^z (fF + gG)^y (1 + hH)}{(iI + jJ)^w (1 + kK)^v}$$

상기 식에서 분자의 대문자는 그 값이 커지는 것이 바람직한 항목을 나타내며 분모의 대문자는 그 값이 커지는 것이 바람직하지 않은 항목을 나타낸다. A와 B는 없어서는 안 될 중요한 항목을 나타내며 C, D, E, F, G, I, J는 교환가능한 항목(tradable factor)을 나타낸다. H와 K는 교환될 수 없고 또 그룹의 부분도 될 수 없는 항목으로서 항상 모형에 나타나는 것은 아니다. H는 그렇게 중요하지는 않다. 없으면 “0”을 부여, 있으면 기술측정치를 증가시키는 성격의 항목이다. “0”일 때도 전체 점수를 0으로 하지 않은 특징이 있다. K의 경우 바람직하지 못한 항목이나 K가 없어도 “전체점수”에는 영향을 미치지 않고 있게 되면 “점수”를 감축하는 특징이 있다.

2. 5 Gordon의 모형

Gordon의 기술수준(SOA; State Of the Art)모형은 다음과 같다.

$$Mi = 100 \frac{C_i}{C^*} \left[K_1 \frac{X_{1i}}{X_i^*} + K_2 \frac{X_{2i}}{X_i^*} + \dots + K_N \frac{X_{Ni}}{X_i^*} \right]$$

N : 모형에 포함된 변수의 수

X_{Ni} : N번째 변수의 특정시점(비교시점)의 값

X_i^* : N번째 변수의 기준값

K_N : N번째 변수의 가중치

만일 X_{Ni} 가 X_i^* 보다 작고 K_N 값의 합이 1이면 기술수준값은 0과 1사이에 놓이게 된다. 이 모형에서는 +형의 일차방정식으로 주어진다. 왜냐하면 한 개의 변수 반드시 포함되어야 하는 경우가 어느정도 있거나 그렇지 않은 경우에는 기술수준이 0이기 때문이다. 항생제를 예로 들면, 다른 능력에 대한 평가가 좋건 나쁘건 관계없이 선택된 미생물을 죽일 수 있는 능력이 있어야 한다. 따라서 상기 모형에서는 해당 미생물살상능력(즉 살균력)이 될 것이다. 컴퓨터의 경우, +형의 일차방정식은 사용하지 않는다.

이 모형을 사용하기 위해서는 분석가가 첫째, 기술이 달성하려는 목표(what a technology is intended to accomplish)를 결정해야 한다. 둘째, 이 목표를 어떻게 측정할 수 있는가를 명시해야 한다. 모형에 포함시킬 변수 중 결정할 때 전문가를 활용하거나 제안된 변수 중 유사한 변수를 집단화(cluster)할 때 통계적 기법을 응용하기도 한다. 가중치부여에는 전문가 판단 또는 통계적 기법을 사용하며 가중치의 합계는 1이 되도록한다: 전문가판단을 이용할 때 이러한 가중치는 당해기술이 목표로하는 종합적인 성취에 기여하는 변수들의 상대적인 중요도를 반영한다. 끝으로 각 변수의 시계열자료가 구해지면 上記 式을 이용하여 기술수준을 구할 수 있다.

각 파라미터의 기준값(reference value)은 반드시 구하지 않으면 안된다. 이러한 기준값들은, 경계치(physical boundary)가 주어질 때, 변수의 상한값(ultimate value)이거나 또는 과거 또는 미래의 특정시점에서 변수가 취하는 값들이다. 과거 또는 미래의 특정시점에서의 변수값이 기준값으로 사용될 때, 기술수준은 동시점을 기준년도로 한 지수로 나타낼 수 있다. 경계치의 추정값이 기준값으로 사용될 때, 기술수준은 상한값에 대한 비율(%)로 주어진다.

본 연구에서 적용한 정밀기술수준측정은 Gordon의 모형을 이용한 것이다.

Ⅲ. 기존의 기술수준조사 사례

우리 나라와 일본의 관련 기관에서 기술수준·측정에 대한 조사활동을 수행하여 왔으며 그 중 중요한 몇 가지 사례를 요약하면 다음과 같다.

기관명 구분	산업은행(87)	한국전력공사(98)	일본공업기술원(82)	전자부품 종합연구소(95)
보고서명	○주요산업 기술수 준의 비교분석	○기술수준 평가기법개발에 관한 연구	○일본산업의 국제비교	○2000년대 전자정보통신 유 망핵심부품 기술발전 방 안
조사대상 분야	○전자공업 -반도체 -컴퓨터 -통신 ○섬유공업 -합성섬유 -면방직 -염색가공 ○기계공업 -자동차 -공작기계	○송전기술 -전력계통해석 -유연송전기술 ○배전기술 -배전종합기술 -지중배선기술 ○변전기술 -송변전설비자동운전 -초고압, 대전력기기 ○발전 -탈황, 탈진대기오염 억제기술 -대체에너지기술 -발전효율 향상기술	○일본표준산업분류 중분류(11분야)를 중 심으로 분석 · 섬유공업 · 금속 · 화학공업 · 일반기계 · 요업, 토석제품 제조업 · 전기기계 · 철강업 · 정밀기기 · 수송기계 · 비철금속제조 · 기타 ↓ -소분류(37개분야) ↓ -구체적제품(43개 제품)	○세부기술분야 -SMD부품 -고주파부품기술 -반도체기술 -디스플레이기술 -광전자부품기술 -센서기술 -선지기술
조사방법	○방문조사 ○자료 및 문헌 조사	○문헌 및 전문가 설문조사 병행	<제1차 조사 면접> -주요한 평가항목(설정) <제2차 조사 설문서> -1차조사 대상자를 중심으로 평가 <양케이트조사의 대상> -1분야에 평균 20명(20사) -40대의 부과장급이 50% <제3차 조사 전문가의견> <제4차 조사 : 면접조사> ○생산기술수준과 제품기술수준 분석	○2000년대 전자정보통신 유 망핵심부품 기술발전방안 마련차원에서 기술수준평 가가 포함됨. ○500개의 전자부품기업을 대상으로 방문 및 설문조 사 실시
주요조사 내용	○기술수준평가 · 생산기술수준 -설계기술 -가공기술 -시험·검사기술 · 제품기술수준	○「전력기술분야의 중장기 기술예 측」의 기술체계 활용(1998) ○기능모수와 기술모수의 기술연관 분석 ○한전과 동경전력과의 쌍대비교 분석 ○미국을 100으로 하여 상대 분석	○선진국을 100으로 평가, 구체적 단위 기술수준평가(정밀가공도, 내구력 등), 기술격차 년평가	○일본을 100으로, 미국, E.C. 우리나라의 수준 분석

지관명 구분	STIEPI(92)	한국산업기술진흥협회 (97,98)	한국산업기술진흥협회 (97,98)
보고서명	○ 우리나라 과학기술수준진단과 주력 기술도출에 관한 연구	○ 산업기술현황 및 지원정책 애로조사	○ 우리나라 과학기술 수준과 국제경쟁력 에 관한 조사(97)
조사대상 분야	○ 5대기술분야 · 정보산업 · 메카트로닉스 · 신소재 · 생명공학 · 에너지	○ 농림수산, 광업, 음식료, 목재, 출판, 화학품 및 화학제품, 섬유 - 고무 및 플라스틱 제품 - 비금속광물 - 1차금속, 조립금속 - 기계 및 장비제조 - 사무계산 및 기계 - 전자기계 및 전기변환장치 - 음향, 영상, 통신장비 - 의료정밀 과학기기 및 시계 - 자동차 및 운송장비 - 기타제조 - 서비스 S/W	○ 첨단기술제품의 분류 - UN의 SITC에 의거 - RWS, RCA 지수 사용
조사방법	○ 문헌조사 ○ 통계적 분석기법 활용	○ 기업을 대상으로 설문조사 ○ 약 500여개의 주력제품 수준을 평균	○ 문헌조사연구
주요조사 내용	○ 기술집약제품(SITC)의 경쟁력을 RWS지수, RCA지수로 분석 ○ 기술개발력지수 - 연구원수, 연구개발지출액, 지식스 톡 등 ○ 기술수준 - 노동생산성, 특허출원건수, 기술무 역수지, 첨단제품수출액, 자본·노 동비용	○ 표준산업분류품 중심으로 업종별, 제품별 기술수준 분석 - 주력제품명 - 최고기술 보유국(100) - 대비기술수준(%) - 최고기술 보유기업 - 최고기술 보유국	○ 과학기술 수준지표분석 · 기술규모지수 - 특히, 기술무역액, 제조업 총 부가가치, 기술집약제품 수출액 · 기술개발력지수 - 상대적 기술규모 지수 - 연구개발자원의 투입량 - 연구비, 연구원 - 연구개발성과 · 해외기술의존도 - 기술도입액/연구개발투자+기술도입액

IV. 기술수준 조사개요

4. 1 선정기준

정밀기술수준 조사대상 제품의 선정기준으로는 현재 우리 나라의 경제·사
회활동에서 중요한 위치에 있는 제품(예를 들면, 최근 2~3년간 수출입 20대
품목), 지금은 우리 나라에서 상용화가 안되고 있지만 곧 실현될 제품으로 미래

유망제품 등을 고려하였다. 이러한 기준을 적용하여 최종적으로 256M DRAM, Pentium급 PC, TFT-LCD, 휴대폰, 1500cc급 승용차, Hybrid자동차, 유조선, Polymer 2차전지, Polyester 장섬유, 간염치료제의 10개 제품이 선정되었다. 선정된 각 제품에 대하여 6~9명의 산·학·연 전문가들로 정밀기술수준평가를 위한 소위원회를 구성하였으며, 소위원회에서 핵심요소기술을 기능변수(functional parameter)와 기술변수(technical parameter)로 나누어 도출하였다.

기술개발 노력의 결과로서 소비자의 욕구를 충족시키는 다양한 기술성능 수준의 현재값을 조사하는 기능변수와 기능변수에 기여하는 핵심기술의 현재 수준을 파악하는 기술적 요구인 기술변수에 대하여 정량적·정성적인 국내외 기술수준을 조사·분석·비교하였다.

4. 2 평가절차

4. 2. 1 대상기술의 도출

기술수준을 정량적으로 분석하기 위해서는 세분화된 특정한 제품을 대상으로 기술적 측면에서 해당분야를 대표하는 것, 산업적 측면에서 해당분야를 대표하는 것, 앞으로의 기술개발에 주목할 필요가 있는 것, 그리고 타산업과의 연관에서 주목할 필요가 있는 것을 고려하여 핵심요소기술들을 도출한다.

도출된 핵심요소기술들을 기능변수와 기술변수에 관련된 기술들로 구별하여 조사한다. 기능변수는 기술개발노력의 결과로서 소비자의 욕구를 충족시키는 다양한 기술성능(functional parameter)수준의 현재값을 조사하는 항목이고, 기술변수는 기능변수 평가항목에 기여하는 핵심기술(key technology)의 현재수준을 파악하는 항목으로서, 주로 설계엔지니어 또는 연구원이 소비자가 만족하는 기능변수를 얻기 위해 제어해야 하는 변수이다. 여기서는 현재 보유하고 있는 기술이 자사 또는 타국기술인가 도입기술인가는 문제되지 않는다.

이 때 고려해야 할 사항은 개발단계가 아니라 현재 실용화되어 시장에 진출한 제품의 특성치(성능값)를 구하고, 비교대상기업의 1999년 2월 현재의 최고수준의 실측치를 구하거나 또는 상대평가자료를 구한다.

4. 2. 2 기술수준 평가방법

제품별 평가소위원회 전문가를 대상으로 기능변수 및 기술변수 평가항목, 자주기술비율 등에 관해 구체적인 자료를 구하고, 중요한 평가항목이 빠졌는가를 검토한다.

그러나 일부 평가항목은 기업비밀 또는 자료자체가 확실하지 않기 때문에 구체적인 수치를 얻을 수 없는 경우도 있다. 이때에는 상대평가를 한다. 평가소위원회의 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 각 기술변수에 대한 상대평가 및 가중치에 관한 자료를 구입하고 이들의 평균값을 사용하였다.

기술변수의 경우, 핵심요소기술들을 대·중·소 세분류하여 각각의 항목별로 가중치의 합이 100이 되도록 하였다. 상대평가를 할 때는 기능변수와 기술변수 모두 세계 최고 수준을 100으로 하였다. 그리고, 전문가들의 실측치와 상대평가가 혼합된 항목에 대해서는 이를 모두 상대평가로 변환한 후 분석하였다.

V. 10대 제품의 기술수준 조사결과

5. 1 256 MDRAM

◇ 개요: 반도체 시장의 지속적인 성장이 예상된다. 즉 전체 반도체 시장규모는 '99년 223억 달러에서 2001년에는 610억 달러, 256M DRAM은 2000년 15억 달러, 2001년 140억 달러, 2002년에는 242억 달러로 예측되고 있다(Data Quest).

◇ 비교대상기업 : A전자(한국), NEC(일본), Micron(미국)

◇ 정밀기술수준

	한 국	일 본	미 국
기능 변수	101.51	100.22	100.00
기술 변수	97.95	98.39	100.00

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수 결과는 한국이 양산기술, 조립기술 및 공

정기술에서 우위에 있는 것으로 나타났고, 시험기술과 설계기술 그리고 소자기술수준은 약간 뒤지는 것으로 나타났다. 그리고 우리나라의 기술수준이 낮은 설계기술에는 Circuit Design 기술 87.00, architecture 기술 88.00, 시험기술에서는 Laser Repair 기술 85.00, Testability 기술 90.00, Failure Analysis 기술 94.00, FA/Reliability 94.91로 나타났다.

5. 2 TFT-LCD

◇ 개요 : TFT-LCD는 CRT 모니터에 비해 가격이 3배 정도 비싸지만 소비전력이 낮은데다 공간이 적게 차지하고 안정성이 뛰어나다는 강점 때문에 전세계적으로 주목을 받고 있다. '98년 전 세계 TFT-LCD 모니터 시장 규모는 10.4 억 달러, '99년 19.1 억 달러, 2001년 32.2억 달러 그리고 2002년 37.6 억 달러로 예상하고 있다(Data Quest, SRI). TFT-LCD의 기술개발 초점은 고품위, 저소비전력, 경량화 및 화면의 대형화에 집중되고 있다.

◇ 비교대상기업 : A전자(한국), B전자(한국), Sharp, Hitachi(일본)

◇ 정밀기술수준

	한국 A사	한국 B사	Hitachi	Sharp
기능 변수	97.60	101.23	100.00	101.36
기술 변수	91.80	94.87	100.00	97.79

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 수준을 조사한 결과 한국제품은 일본 제품에 비해 해상도가 특히 낮고 고세정화 기술, 구동회로 기술, 경량화 기술 등의 기술수준이 낮게 나타났으나, pixel 개구율은 세계 최고 수준으로 조사되었다. 한국 제품의 경우, 해상도의 기술수준이 18인치가 63.64로 15인치의 87.50보다 훨씬 수준이 낮았다. 고세정화 기술에서는 수명수준이 93.75였으며, 구동회로 기술에서는 저 소비전력기술 87.50, TCP/COG 기술 93.75 그리고 경량화 기술에서는 Back light 경량화 기술 93.82, 기판의 저밀도화기술 96.67로 나타났다.

5. 3 Pentium급 PC

◇ 개요 : 컴퓨터 산업은 미국을 중심으로 한 선진국이 기술의 절대적 우위를 갖고 세계 시장을 주도하고 있다. PC 산업은 앞으로도 속도와 성능향상 위주로 계속 발전할 것이다. 일반적인 발전 경향은 멀티미디어 자료 등의 대용량 데이터에 따른 대용량저장매체, 고속정보처리속도, H/W 소형화 추세로 가고 있으며 이에 따른 고집적, 고성능화, 대용량화가 요구되고 있다. 특히, '99년 상반기에 MS사와 Intel사가 공동으로 제정한 H/W 규격인 "PC 99"를 발표함으로써 앞으로 많은 변화가 예상됨에 따라 국내 PC 업체도 이에 충분히 대비할 수 있는 능력을 갖추어야 할 것이다.

◇ 비교대상기업 : A전자(한국), B전자(한국), Dell(미국), Gateway(미국)

◇ 정밀기술수준

	A전자	대만	일본	미국
기능 변수	87.68	86.98	90.70	100.00
기술 변수	78.51	79.59	92.10	100.00

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 수준을 조사한 결과 모든 기술변수에서 미국에 이어 일본, 그리고 대만이 한국보다 약간 앞서 있는 것으로 나타났다. PC의 주요기술변수별 세부기술수준을 보면 중앙처리 시스템 (CPU) 기술에서는 설계기술 80.00, 생산기술 90.00, Mother Board 기술에서는 ROM BIO 설계기술 80.00, Chip Set 설계기술과 Multiprocessor 기술이 각각 90.00으로 나타났으며 시스템 설계기술에서는 독창성 70.00, 검증기술 80.00 그리고 프린터 기술에서는 레이저프린터 79.50, 잉크젯 프린터 85.00으로 나타났다.

5. 4 휴대폰

◇ 개요 : 통신기기산업의 주력제품으로서 앞으로 우리 나라 경제를 지속적으로 발전시킬 수 있는 주요 제품 중 하나이며 '98년 현재 이동전화 가입자수는

약 1,400만명이며 향후 급속도로 증가할 전망이다. 시스템 시장은 연간 20~30%의 고성장이 예상되고 있다. 세계적으로도 가입자수가 '97 기준 약 2억명이며 2003년에는 약 7억명으로 예상되고 있다. 또한 전세계 이동전화 보급율은 인구대비 '98년 4.95%에서 2000년 7.58%, 2002년 10.06%로 증가할 것으로 예상되고 있다(The Strategies Group).

◇ 비교대상기업 : A전자(한국), Motorola, Qualcomm(미국), Kyocera, Sony(일본), Nokia(유럽)

◇ 정밀기술수준

	A전자	Kyocera	Sony	Motorola	Qualcomm	Nokia
기능 변수	111.12	114.21	108.29	100.08	100.00	101.42
기술 변수	94.92	100.66	101.61	102.55	100.00	103.17

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 수준조사결과, 하드웨어 부문은 Motorola 104.62, 디자인 기술은 Kyocera 104.82, 소프트웨어 기술은 Qualcomm 100.00 그리고 서비스는 Sony가 가장 높은 것으로 나타났다. 한국의 A사는 수준이 낮은 것으로 나타났으며 주요 기술변수별 세부 기술수준을 보면 소프트웨어 기술에서는 OS 및 제어 S/W 기술 80.83, 계층 S/W 81.67, 서비스 기술에서는 부가기능 84.60, Display Driver 기술 89.18로 나타났다.

5. 5 Polymer 2차 전지

◇ 개요 : 노트북 PC, 캠코더, 휴대전화 등 휴대 정보단말기의 경량화, 저소비 전력화 추세에 따라 고성능의 2차 전지가 절대적으로 요구되고 있다. 고성능 2차전지는 Ni/MH전지, 리튬이온전지, 리튬폴리머전지가 있으며, 리튬전지는 비에너지가 145Wh/Kg으로 높고, 자기방전율이 월 3%, 수명은 500-12,000회로 우수, 소형전지 세계시장은 2005년에는 1,000억달러, 국내시장은 약 2조원으로 예상된다.

◇ 비교대상기업 : 코캠엔지니어링, 한일베일런스(한국), Hitachi-Maxell, 마쓰시다(일본), High Energy Technology Inc., 3M(미국)

◇ 정밀기술수준

	일본	한국	미국	유럽
기능 변수	100.00	94.07	97.88	92.12
기술 변수	100.00	79.05	94.28	86.80

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 수준조사에서는 한국이 전 기술변수에 서 가장 낮게 나타났으며 특히 원료제조기술에서는 최하위인 72.89로 나타났다. 주요 기술변수중 원료제조기술에서는 집전체 및 탭제조기술 62.59, 결합체 합성 기술 62.94, 전도체 합성기술 63.04였고, 전지설계기술에서는 안전성 향상기술 70.46, 셀균형 및 제어기술 74.17로 나타났으며, 공정기술에서는 coating 기술 79.87, 전극판 및 전해막제조기술 80.42 그리고 양산기술에서는 전극판 생산기술 68.77, 품질관리기술 75.65,로 나타났다. 또한 장비기술에서는 coating 기술 79.96, Battery Cycle 기술 80.00, Packaging 기술 82.65로 나타났다.

5. 6 1500cc급 승용차

◇ 개요 : 엔진의 고출력화를 위주로 개발하여 왔으나 최근에는 석유계 에너지 고갈 및 환경오염을 고려하여 실제 사용엔진의 작동영역에서 출력, 연비 및 배기가스 성능에 관심이 집중되고 있다.

◇ 비교대상기업 : A자동차(한국), 혼다(일본)

◇ 정밀기술수준

	A자동차	혼다
기능 변수	113.81	100.00
기술 변수	84.34	100.00

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 기술수준조사결과 한국이 시스템 개발 기술 80.61, 가솔린 엔진기술 83.86 그리고 엔진구동 손실저감 기술 90.96으로 나타났다. 특히, 시스템개발 기술에서는 경량재료 개발 및 적용기술 75.50, 배기정화 장치기술 78.00으로 나타났다. 가솔린 엔진기술에서는 엔진 폐에너지회수 이용기술 75.00, 전자제어 연료분사 최적화 기술 78.75 그리고 엔진 구동손실 저감기술에서는 엔진부품 경량화 기술 90.00, 엔진마찰력 저감기술 91.75로 나타났다.

5. 7 Hybrid 자동차

◇ 개요 : 최근 승용차 분야의 기술개발 주체는 안전도 향상과 공해 저감이며, 이것은 대기오염에 따른 환경보호문제와 한정된 석유자원의 대비책이라고 할 수 있다. 따라서 두 가지 문제를 동시에 해결하는 현실적인 방안은 첫번째가 휘발유 또는 가스와 전기에너지를 함께 사용하는 Hybrid 자동차이다. 대우자동차(주)에서는 1994년부터 개발하여 현재 직렬형 하이브리드 전기자동차를 시험 중에 있다. 일본의 Toyota는 1997년부터 직병렬형 전기자동차를 시판하고 있으며 Honda에서는 금년 말 판매목표로 개발 중에 있다.

◇ 비교대상기업 : A자동차(한국), Toyota(일본), GM(미국)

◇ 정밀기술수준

	A자동차	GM	Toyota
기능 변수	69.73	103.77	100.00
기술 변수	65.08	94.38	100.00

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 기술수준은 대우의 시스템개발기술 61.11, 모터제조기술 61.69, 구동 및 제어기술 62.67로 나타났다. Hybrid 자동차의 주요기술변수별 수준은 대부분 60~70% 수준이며, 특히 시스템 개발기술에서는 차량 최적운행기술 53.33, 전동식 Power와 변속기 시스템 기술이 56.67로 나타났다. 모터제조기술에서는 고출력 소형화기술 56.67, 자기장 해석기술 66.67이었으며 구동 및 제어기술에서는 작동오류감지 및 feedback기술 56.67,

동력분배 및 주행모드 알고리즘 분석기술이 각각 63.33으로 나타났다.

5. 8 유조선

◇ 개요 : 10만톤 Aframax급 일반 유조선은 지난 5년간 유조선 전체 수출의 약 40%를 차지하고 선종별 수출 1위, 세계 전체의 유조선 건조량은 551만톤이며 한국 237만톤 (43.1%), 일본 191만톤 (34.6%)를 차지하고 있다. 향후 유조선 분야에는 고부가가치 선박이 유망할 것이고 여기에는 대형화, 특수유조선이 있다.

◇ 비교대상기업 : A중공업(한국), NKK(일본 A), Imabari(일본 B)

◇ 정밀기술수준

	A중공업	NKK	Imabari
기능 변수	95.33	100.00	98.11
기술 변수	94.15	100.00	94.59

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 기술수준에서는 우리나라의 A중공업이 생산성 향상기술 93.33, 고품질화 기술 95.43으로 조사되어 Imabari사와 비슷하게 나타났다. 세부 기술수준에서는 생산성 향상기술의 시스템 통합기술 92.31, 건조생산성 92.83 그리고 고품질화 기술의 생산기술 90.87, 설계기술 96.94로 나타났다.

5. 9 Polyester 장섬유

◇ 개요 : 합성섬유의 일종으로 의류용과 산업용이 있으며 의류용이 80% 이상을 차지하고 있다. 핵심적 기술은 고효율 원료제조기술, 품질차별화를 위한 폴리머 개바릭셀 등이며 이 기술들을 개발해야만 21세기 국제경쟁력을 확보할 수 있다. 그리고 최근에는 생산성 및 품질향상을 위한 6000m/min 이상의 고속방사 및 천연감기술을 개발하고 있다. 특히 우리나라는 소량다품종화를 위한 고부가가치 창출, 원료제조 및 공정기술의 토대가 되는 장비기술이 현저히 낙후되어 경쟁력 확보에 걸림돌이 되고 있다.

◇ 비교대상기업 : A사(한국), Toray, Teijin(일본), Dupont(미국), Nan Ya (대만), Hoechst(독일), Texmaco(인도네시아)

◇ 정밀기술수준

	A사	일본	대만	독일	미국	인도네시아
기능 변수	92.01	100.00	90.95	95.23	96.72	81.06
기술 변수	79.91	100.00	76.93	88.84	84.16	58.95

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수별 기술수준 조사결과는 한국의 장비기술이 68.65로 아주 낮게 그리고 연신공정기술이 89.98로 일본 다음이다. 우리나라의 기술수준이 가장 낮은 사가공장비 기술에서는 Multi-feeder 가연기 64.81, 자동화 기술 76.71로 나타났고 방사공정 기술에서는 세섬방사기술 37.14, 태성방사기술 79.52로 나타났다.

5. 10 간염치료제

◇ 개요 : 우리 나라 국민의 사망원인 3위가 간질환, 5위가 간암이며 세계적으로도 간질환이 사망원인의 수위를 차지하고 있다. 우리 나라 인구의 약 5~8%가 만성 간질환 환자이므로 새로운 B형 간염치료제 개발이 시급하다. C형 간염은 선진국에서도 1.5%~2.0%의 인구가 간염자이다. 이는 AIDS 바이러스보다 4배가 많은 숫자이고 B형 및 C형 간염 바이러스 치료제의 예상되는 시장 규모는 약 2~40억 달러/년이다.

◇ 비교대상기업 : SKC, 부광약품, LG화학(한국), Chiron, Triangle, BMS, Viropharma Merck, Schering-Plough, Smithkline-Beecham(미국), Chugai제약(일본), Glaxo(영국)

◇ 정밀기술수준

	한국	일본	미국	유럽
기술 변수	56.79	78.86	100.00	84.97

주) 간염치료제는 현재 상품화가 안되어 기능변수를 측정할 수 없음.

◇ 수준조사결과 : 주요 기술변수 수준에 있어서는 한국이 선도물질 개발기술 60.61, 임상평가기술 51.17, 양산공정기술 52.11로 최하위를 차지하고 있다. 주요 기술변수별 세부기술수준을 보면 임상평가기술에서는 임상연구 및 평가기술 45.19, 제제화 및 평가기술 51.75, 양산 공정기술에서는 품질관리기술 48.56, 대량생산기술 72.00 그리고 선도물질 개발기술에서는 면역요법제 개발기술 46.06, 유전자치료 개발기술 57.44로 나타났다.

VI. 결 론

본 연구에서는 10개의 전략제품을 기능변수와 기술변수로 나누어 기술수준을 평가하였다. 제품의 기능적 성능이나 재원의 수준을 평가하기 위한 기능변수와 제품의 기능적 성능을 결정하는 핵심요소기술의 수준을 평가하기 위한 기술변수를 도출하고 각 변수에 가중치를 부여하여 기술수준을 정량화 하였다.

기능모수 종합수준이 가장 높은 제품은 1500cc급 승용차, 휴대폰, 256M DRAM, TFT-LCD 순으로 나타났고, 가장 낮은 수준으로 나타난 제품은 Hybrid 자동차이며 다음이 Pentium급 PC로 나타났다. 국별 최고 기술 보유제품은 한국이 256M DRAM, 1500cc급 승용차, TFT-LCD, 일본이 폴리머 2차 전지, 폴리에스터 장섬유, 유조선, 휴대폰 그리고 미국이 Hybrid 자동차와 PC로 나타났다.

한편 기술변수의 종합수준이 가장 높은 제품은 256M DRAM으로 나타났고 그 다음으로 휴대폰과 TFT-LCD로 나타났다. 가장 낮은 수준의 제품은 간염치료제, Hybrid 자동차 순으로 나타났다. 국별 최고 기술 보유제품은 미국이 256M DRAM, 간염치료제, PC 그리고 Hybrid 자동차이며 유럽이 휴대폰 그리고 나머지 5개 제품은 일본이 보유하고 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 특정제품에 대한 정밀기술 수준조사에서 반드시 고려해야 할

다음의 사항들을 반영하여 기법개발을 시도하였다. 첫째, 기술수준 분석결과와 객관성 확보를 위해 주관적 평가자료의 사용은 가능한 한 배제하고 공인된 공식통계에 근거한 자료의 활용을 제고해야 한다. 둘째, 복수의 개별지표를 통합하여 하나의 복합지표로 표현할 수 있어야 한다. 셋째, 세계 최고수준의 제품과 국제비교가 가능해야 한다. 넷째, 기술수준 분석결과를 기술개발 전략수립 등에 활용 가능해야 한다. 마지막으로 향후 더 많은 제품으로 확대 가능해야 하고 정기적인 기술수준 평가가 가능하도록 평가비용이 적절해야 한다.

본 연구에서 적용한 기술수준 평가기법을 10대 제품에 적용한 결과 위의 조건들을 잘 충족시키는 것으로 나타났다. 따라서 향후 본 기법을 활용하여 여러 가지 다른 제품의 정밀기술 수준을 평가하여도 무리가 없을 것으로 판단된다.

본 연구에서 산출한 정밀기술 수준 평가지표는 시계열적으로 선진국과의 기술수준 차이를 보여주고 있다. 그러나 기술수준 분석의 궁극적 목적은 수준차이를 확인하는데 있는 것이 아니라 기술수준 격차를 해소할 수 있는 전략적 기술기획 과정에서 기술수준 분석결과를 핵심적 요소로 활용하는데 있다.

따라서 기술수준 평가결과의 활용도를 증대시키기 위해서는 활용목적에 따라 기능변수 체계 재구축, 분석모형 설정 등 활용목적별 평가체계의 구축이 필요하며 기술개발 기획과정에서 단계별로 적절한 활용방안을 모색해야 할 것이다. 즉, 기술수준 평가결과는 기술격차해소를 위한 국가연구개발사업의 전략적 기술기획과정에 핵심적 요소로 적극 반영되어야 하고, 기 추진중인 R&D 사업간의 자원배분을 위한 주요 평가기준으로 활용되어야 한다. 그리고 정부의 전략적인 중장기 과학기술정책수립에 유용한 자료로 활용되어야 한다.

참 고 문 헌

1. 과학기술부, 우리나라의 주요 과학기술 수요조사, KISTEP, 1999
2. 寸木俊昭, “技術水準の 考察”, 經營志林, 10(3,4), 1974
3. ケンリサ-チ, 技術水準のモ - ル化 研究
4. 工業技術院, 我が國 産業技術の 國際比較 - 主要 43製品分野の 定量評價, 1982. 8
5. Harry Jones & Brian C. Twiss, Forecasting Technology for Planning Decisions, PBI, New York, 1978
6. Mansfield, E. Economics of Technological Change, New York : Norton, 1968
7. Martino, J. P., Technological forecasting for Decision Making, 3rd(ed), New York, Mc Graw Hill, 1993
8. OECD, Technology and the Economy : the key Relationships, Paris, OECD, 1992
9. Roseger, G., The Economics of Production and Innovation(2ned), Pergamon Press, 1986
10. Schmookler, J., Invention and Economic Growth, Harvard University Press, 1966
11. Solow, R., 'Technical Change and the Aggregate production Function", Review of Economics and Statistics, Vol 39, No 3, 1957, PP312~320