

한국의 미래기술

Future Technologies in Korea

설 성 수*

〈目 次〉

- I. 서 설
 - II. 미래기술을 보는 세 시각
 - III. 세계적인 기술지식의 진보와 활용
 - IV. 한국의 분야별 예측
 - V. 미래기술 구현의 과제
 - VI. 결 어
- 부록 : 일본 제6회 기술예측의 주요과제

〈Abstract〉

This study aims to describe the overall aspects of future technologies in Korea based on the new taxonomy of technology foresight; Theme, Area and Paradigm. This taxonomy is designed to overcome and supplement several studies on technology foresights which are judged not to capture the whole aspects of future technologies.

Future technologies in Korea will be influenced by the Information and Communication Technology Paradigm over 20-30 years, and by the Biotechnology Paradigm after that period. Expansion of researches in electronics, information and communication is noticeable features in engineering. The application of biotechnology technique and health/environment technologies are emerging in bioscience area. Also there appear new areas related to the trends of engineering and bioscience in natural science.

Current research patterns focusing physics, chemistry and engineering in Korea should be changed to those of the advanced countries which emphasize bioscience. Time lag to the world frontier is over 5-6 years, but the lag is expected to be reduced. The shortage of manpower and research funds are pointed as the biggest barrier for the realization of future technologies.

Key Words : 미래기술, 기술예측, 과제형 예측, 패러다임형 예측, 분야형 예측

* 한남대학교 중국경제학부 (E-mail : s. s. seol@eve. hannam. ac. kr)

I. 서 설

한정된 자원의 보다 효율적인 투입은 어느 시대 어느 장소에서도 제기되는 문제이지만 기술개발에 있어서의 이러한 추세는 특히 1980년대 이후 강화되고 있다. 기술적인 우위가 경쟁력의 원천으로 작용하여 바로 산업적인 우위로 연계되는 현상이 강화되고 있는데, 경제적인 불황으로 인해 주요 선진국에서 과학기술에 대한 투자가 정체되거나 감소되었기 때문이다.

기술적인 기회가 큰 기술을 식별하고, 또 언제 구현될지를 예상한다는 것은 자원의 효율적 이용이나 기술적인 구현 자체를 위해서도 대단히 매력적인 일이다. 또한 중요성이 크다고 판단되는 기술을 판별할 수 있다면 자원을 집중시켜 보다 적은 재원으로 커다란 효과를 기대할 수 있을 것이다. 그렇기 때문에 최근에 들어와 대부분의 선진국에서는 미래기술에 대한 전망과 예측활동을 한층 강화하고 있다.

일본은 1970년 이후 매 5년마다 기술예측을 시도하고 있어서 기술예측에 있어서는 가장 대표적인 국가이다. 영국에서는 1983년에 실시된 이후 1993년부터 대규모의 예측이 진행되고 있고, 네델란드는 1983년과 1988년에 시도한 바 있다. 독일은 1993년에 일본의 제5회(1992) 예측자료를 거의 그대로 사용해 예측을 시도하였다. 단순한 예측이 아니라 예측을 기반으로 한 우선투자의 예가 호주와 뉴질랜드에서 찾아진다. 호주는 1990년 예측된 결과에서 얻어진 우선순위를 바탕으로 한 기술개발을 시도했고, 뉴질랜드 역시 1992년 예측을 통해 우선순위 도출과 활용을 시도한다(Martin 1995; OECD 1996).

미국은 다양한 형태로 과학활동에 대한 전망과 미래기술에 대한 예측을 시도한다. 과학아카데미 산하기관인 국립연구평의회(NRC)에서는 1960년대 중반부터 분야별 전망을 시도하고 있다¹⁾.

이 시도는 특정 학문의 세부분야들이 어떻게 전개될 것인지를 전망한다. 최근에 나타난 다른 특징적인 활동은 국방성이 국가안보를 위해 작성했던 핵심기술 보고서와 상무성이 국가경쟁력을 위해 작성했던 신기술 보고서가 대통령 직속의 과학기술정책실(OSTP)에 의해 하나로 합쳐져 1991년 이후 매 2년마다 작성되는 핵심기술 보고서이다²⁾. 이밖에도 업종별 협회나 기관 등에서 해당분야의 기술예측이 이루어진다.

또한 우리나라에서도 한국산업은행(1992), 과학기술정책관리연구소의 신태영외(1994), Shin(1998)에 의한 20년 예측이 있고, 생산기술연구원(1993)과 이종일외(1998)의 10년 예측이 있다. 박재혁외(1995)는 일본과 독일 및 한국의 예측을 비교하고 있고, Shin et al.(forthcoming)은 한국과 다른 개도국의 기술예측을 비교한다. 박원훈(1997)은 선진국의 예측사례에서 한국 과학기술의 미래상을 그리며, 홍순기,오정묵(1997)은 정보통신 분야 예측의 국제비교를 시도한다. 기업차원에서는 한국전력(1996)과 삼성종합기술원(1996)에 의해 기술예측이 이루어졌다. 한편 설성수외(1998)는 기초과학연구를 대상으로 과학기술 전 분야에 걸친 우선과제를 도출하였는데, 기술예측에 기술전략을 도입시켰다는 특징이 있다.

이상에서 살펴본 연구작업들은 대부분이 개개의 과제나 특정분야에 대한 정교한 예측이나 전망을 담고 있다. 그러나 이상의 어떠한 연구작업도 미래기술에 대한 포괄적인 모습을 보여주지

1) 예로 F.H. Westheimer, *Chemistry: Opportunities and Needs*, 1965. P. Handler, *Report on the Life Sciences*, 1970. D. Bromley, *Physics in Perspective*, 1972. G.C. Piemental, *Opportunities in Chemistry*, 1985. W.F. Brinkman, *Physics Through the 1990's*, 1986. 등, 이상 모두 National Academy of Press(Washington DC).

2) National Critical Technologies Review Board, *National Critical Technologies Report*, 1991, 1993, 1995.

못한다. 범위를 조금 작게 본다면 세부영역이나 과제간의 중요성의 정도도 명확하지 않은 부분이 있다³⁾.

이에 따라 본고는 방대하면서도 정교한 여러 연구가 왜 미래기술의 포괄적인 모습을 보여주지 못하는가를 간단한 이론적인 모형을 통해 설명하고, 이 모형을 통해 우리나라의 미래기술이 전체적으로 어떠한 방향성을 가지며 또한 세부적으로는 어떠한 내용인지를 포괄적으로 제시하고자 한다. 다시 말해 새로운 이론적인 모형을 통해 기존 연구를 보완하며 한국 미래기술의 전반적인 모습을 서술하는 것이 본고의 목적이다.

II에서는 미래기술을 보는 새로운 이론적인 모형을 도출하고 각각의 장점과 단점을 살펴볼 것이다. III에서는 한국기술에 영향을 미치는 세계적인 기술지식의 진보와 활용을 살펴보고, IV에서는 우리나라를 대상으로 필자가 주도한 조사연구를 검토할 것이다. V에서는 미래기술 구현의 과제가 검토되며 VI에서는 요약과 정책적인 시사점이 제시된다.

II. 미래기술을 보는 세 시각

미래의 기술을 살피기 위한 방법을 보통 기술예측이라 통칭하는데, 기술예측은 “최대한의 사회경제적인 이득을 위하여 전략연구나 새로운 원천기술을 도출할 목적으로 과학과 기술의 장기적

인 미래를 조사하는 체계적인 노력”이라 정의된다(Martin, 1995).

작금의 기술예측은 다음 두가지 점을 크게 염두에 두고 진행된다. 첫째는 기술예측은 미래에 대한 예견이 아니라 미래에 대한 지속적인 모니터링의 의미가 강조되어야 한다는 점이다. 불확실하지만 미래를 미리 내다보려는 것이지 미래는 이렇다하는 확정적인 예견을 시도하지 않는 것이다. 두번째, 기술예측은 특정기술의 도출 자체보다는 많은 사람들이 예상되는 주요한 기술의 실현을 위해 노력하자는 의미가 강하다. 다시 말해 어떠한 기술이 등장할 것이냐라는 점보다 그중 중요한 기술의 실현을 위한 노력에 더욱 비중을 두자는 것이다.

기술예측은 주어진 시간범주, 수행조직, 수행방법론, 주요 목적, 범위 등에서 여러 유형이 존재하고 유형별로 큰 차이를 보인다. 그렇지만 우리는 미래의 기술을 보다 명확히 살피기 위하여 <표 1>과 같은 개념적인 틀을 가지고 기술예측을 해부하여 보자. <표 1>은 기술예측을 대상과 목적을 중심으로 구분한 것이다. 대상분야는 과학 기술 분야 전체, 특정 학문분야 및 그 학문분야 내의 소분야로 구분하였다. 특정 학문분야만 해도 최소한 5단계 이상으로 구분할 수 있는데 간단히 특정 학문분야의 가장 작은 단계라는 의미로 소분야라 명시하였다. 목적은 전반적인 방향설정, 어떠한 학문분야 내에서의 우선분야 설정, 세부적인 과제에 대한 우선순위 도출로 구분하였다.

<표 1> 기술예측의 차원 분해

목적 \ 대상	전 체	대 분 야	소 분 야
전체적인 방향설정	우수 ①	보통 ②	-
우선분야 도출	-	우수 ③	보통 ④
우선과제 도출	--	보통 ⑤	우수 ⑥

3) 이 문제는 뒤에서 구체적으로 검토된다.

표는 기술예측은 목적에 따라 대상이 달라야 한다는 점을 보인다. 과학기술 전체가 대상이 되면 세부적인 내용의 파악은 어렵고 전반적인 방향성이 중시될 수밖에 없다. 반면 대상범위가 작아지면 작아질수록 포괄적인 방향설정은 약해질 수밖에 없고 해당범위 안에서의 우선순위 도출은 명확해진다. 특정 학문에서는 해당 학문내의 우선분야 파악이 쉽고, 어떠한 소분야에서는 그 분야내의 개개 기술과제들의 우선순위를 비교적 쉽게 평가할 수 있다.

이러한 점에서 최선의 예측만을 전제로 한다면 기술예측은 크게 세 차원으로 구분된다. 전반적인 방향설정을 위한 ①영역과, 우선분야 도출을 위한 ③영역, 나아가 우선과제 도출이라는 ⑥영역이 그것이다. 그렇지만 이들은 각각 범위가 넓을수록 혹은 좁을수록이라는 의미로 구분된 것이라는 점을 염두에 두자.

수천명의 과학기술자가 동원되어 산출되는 기술예측의 광범위함과 세밀함에도 불구하고 이와 같은 새로운 시각을 부여하는 이유는 전통적인 기술예측의 단점을 보강하자는 것이다.

먼저 기술예측은 과제 중심의 예측이라 분야에 대한 정보가 약하다. 어떠한 기술이 어느 정도의 중요성을 가지고, 언제, 어떠한 기술적인 성격을 가지고 구현되느냐가 기술예측이 보여주는 결과이다. 따라서 과제형 예측은 한 분야 전체가 아니라 해당 분야의 몇개 기술만을 언급하므로 분야의 모습이 명확히 파악되지 않는다.

두번째, 전통적인 기술예측은 큰 분야별 중요성의 차이를 설명하지 못한다. 실제 예측은 커다란 학문분야의 전문가들이 해당 분야의 과제를 평가하는 것이다. 따라서 각 분야 전문가들이 자신의 분야만을 평가하므로 분야간 중요성 비교라는 것의 의미가 약하다⁴⁾. 또한 과학기술자들은 계보가 조금만 다르면 그러한 내용이 있는지 자체를 모르는 경우가 태반이다. 따라서 기존의 기술예측에서 학문분류 정도의 분류체계를 넘어서

는 과제들의 중요성 비교란 큰 의미가 없다.

세번째, 전통적인 기술예측은 하나 하나의 기술을 언급하므로 커다란 변화의 방향을 정확히 설명해주지 못한다. 전문가라 할지라도 세부기술의 합계에서 변화의 방향을 읽기는 쉽지 않다. 또한 그러한 기술들이 사회경제 속에 응용되었을 때 어떻게 구현될 것인가는 전혀 다른 차원의 설명을 필요로 한다.

따라서 우리는 전통적인 기술예측을 목적과 대상에 따라 세분한다. 표에서의 ⑥영역에 해당하는 특성을 가진 예측을 과제예측이라 칭하기로 하고, ③영역을 특히 강조하는 접근을 분야별 예측, 나아가 ①영역을 집중 조명하는 예측을 방향성 예측이라 하자. 방향성 예측은 과학기술 전체의 방향성 전환을 의미한다는 점에서 보다 의미가 명확한 패러다임형 예측이라 칭할 수도 있다.

개개의 과제를 중심으로 한 전통적인 기술예측의 사례는 많다. 앞서 언급한 대부분의 기술예측이 그것이다. 특히 최근에는 일본에서 시행된 제 6회 기술예측(1996-2025) 결과가 발표되었다.

분야별 접근의 사례 역시 많다⁵⁾. 그렇지만 이들 자료는 분야의 종류만큼이나 많고 다양해 병렬적으로 나열한다는 것은 대단히 힘들다. 또한 개개 분야의 동향과 전망을 세부적으로 기술하고 있어서 다른 분야 종사자들이 이해하기 쉽지 않다는 문제점이 있다. 한편 특정 분야의 예측이 해당 분야 전문가에 의해 이루어져 이해당사자에 의한 예측이라 객관성이 결여될 수 있고, 예산투입을 염두에 두면서 이 분야는 다른 어느 분야보다도 중요한 분야라는 자기도취식 평가도 나타난다. 그렇다할지라도 해당 분야내의 세분야간 비교 평가가 가능하기 때문에 해당 분야 종사자들에게는 분야형 예측은 대단히 유익한 정보임에 틀림없다.

한편 패러다임형 접근은 과학기술 전체의 변화를 기술한다는 점에서 구체적이지 못하다는 단점이 있으나 과학기술이 어떠한 분야에서 큰 변화가

4) 뒤의 <표 6> 참조.

5) 각주 1. 참조. 더 자세한 사항은 설성수의(1998) 참조.

나타나고 있고, 그 변화가 어떠한 패턴으로 나타날 지에 대한 정보를 제공한다. 패러다임형 접근은 과학기술의 생산만을 언급하는 다른 두 접근과는 달리 생산된 과학기술의 활용 즉, 혁신의 패턴도 동시에 언급한다.

우리는 이제 이 세 시각을 통해 지금까지의 연구들을 바탕으로 미래기술의 전반적인 모습을 그리고자 한다. 먼저 우리의 미래기술을 지배하게 될 세계적인 기술지식의 진보를 과제형과 패러다임형을 통해 살펴보고, 다음으로 한국의 미래기술을 분야형 예측을 통해 검토한다. 이후 미래기술의 구현을 위한 과제를 검토한다.

III. 세계적인 기술지식의 진보와 활용

1. 최근의 과제형 예측

세계적인 기술지식의 진보는 바로 다른 나라에

영향을 준다. 새로운 지식은 물의 흐름과 같이 세계 각지로 흐르기 때문이다. 1992년의 일본의 제5회 예측자료는 공식적으로 1993년 독일에서 활용되었고 1994년에는 한국에서도 활용되었다. 마찬가지로 1997년의 일본의 제6회 예측자료가 가지고 있는 정보는 다른 나라에서도 활용될 것이다. 한국에서는 새로운 20년 예측을 준비중인 데 일본의 6회 예측자료는 유용하게 활용될 것이다.

일본의 1997년 예측 1072과제 중 중요도가 높은 100개 과제의 분야별 분포는 <표 2>와 같다⁶⁾.

제5회 예측에 비해 소립자, 사회생활 분야가 제외되고, 광물·수자원과 에너지 분야가 에너지분야로 통합되었으며, 전자와 정보분야가 분리되어 총 14개 분야가 대상이었다.

분야별로는 생명공학과 보건의료복지 분야의 급격한 감소와, 전자정보통신분야의 급격한 증가가 눈에 띈다. 1990년대 초는 생명분야와 환경분야가 주관심 대상이었으나, 1990년대 중반에는

<표 2> 일본 제6회 기술예측(1996-2025) 중요도 100과제의 실현시기 분포

	2005년내	2010년내	2015년내	2020년내	2025년내	계	제5회
전 자	1	2	8	4		15	4
정 보	3	3	1			7	
통 신	2	2	2			6	2
생 명 공 학	4	6	3			13	24
해 양 · 지 구		2	6		1	9	9
환 경		6	3			9	8
소 재 공 정		1	3	4		8	6
생 산 기 계		1	1	5		7	5
농 립 수 산	2	1	1	2		6	6
보 건 의 료 복 지		2	2			4	12
자 원 에 너 지		1	2	1		4	6
교 통	1	5				6	2
도시·건축·토목		2	1	1		4	5
우 주		1	1			2	5
소립자/사회생활						-	4/2
합 계	9	33	37	20	1	100	100

자료 : 일본 과학기술청, 제6회 기술예측조사 - 개요

6) 부록에는 제6회 예측의 결과가 14개 분야별로 중요도가 큰 2개의 과제가 나열되어 있다.

환경과 생명관련 분야의 둔화와 정보분야의 강세가 특징이라 할 것이다. 그런데 이와는 다른 추세가 있다. <표 3>은 유럽연합의 연구개발 예산이 어느 부분을 중심으로 움직이고 있는 가를 보여준다⁷⁾. 1980년대 중반 이후 정보통신부분의 중요성이 크게 강조되고 있

지만 전체적인 비율은 점점 감소하고 있는 점을 보여준다. 반면 생명공학과 환경부문 예산은 꾸준한 증가세를 보이고 있다⁸⁾. 따라서 전반적인 방향성 판단을 위해서는 과제형 예측과는 다른 형태의 접근이 필요하다.

<표 3> 유럽연합의 연구개발 예산 변화

	1차	2차	3차	4차
기 간	1984-87	1987-91	1991-94	1994-98
순 수 연구개발예산	에너지 58.6% 산 업 35.0 환 경 6.4	정보통신 45.6% 에너지 24.9 산 업 18.0 생명자원 6.0 환 경 5.5	정보통신 37.7% 에너지 15.9 산업소재 15.1 생명공학 12.6 환 경 8.8	정보통신 31.9% 에너지 21.1 산업소재 18.7 생명공학 14.7 환 경 10.1 운수/사회연구 3.5

주 1. 보완활동 제외 순수 연구개발

2. 생명공학은 생명기술, 생명의학, 농수산, 환경은 환경, 기후, 해양으로 구성

자료 : 설성수의(1995), 부록 3 표5, 6 재가공.

이 문제는 다음 항에서 보기로 하고 과제형 예측의 정확성이 어느 정도 되는 지를 검토하여 보자. 과제형 예측의 정확성은 1970년부터 매 5년마다 시행된 일본의 기술예측을 통해 검토가능하다. <표 4>에는 1971-2000년 기간을 예측한 제1회 예측과 1976-2005년을 예측한 제2회 예측의 실현율이 나타나 있다. 1회 예측과 2회 예측의 완전실현율은 20%대이나 대략 2/3가 부분적이나

마 실현되고 있다.

실현율이 특히 낮은 분야는 제1회에서는 교통수송, 에너지, 자원 분야와 주생활분야이며, 제2회에서는 역시 수송분야와 에너지 수자원분야이었다. 에너지와 수자원과 같은 분야는 현 수준의 과학기술로도 해결하기 어려운 분야라는 점을 보여주며, 교통수송과 주생활은 일본에게 여전히 과제로 남는 부분이다.

7) 유럽연합의 연구개발 자원배분은 15개국이나 되는 회원국들을 납득시켜야 하므로 대단히 합리적이어야 한다. 따라서 이들의 연구개발 예산배분은 과학기술적인 판단을 우선으로 하는 경우가 많다.

8) 일본의 기술예측은 건수로 나타나고 있고 유럽연합의 추세는 연구비라는 점에서 단순비교는 곤란하다. 그럼에도 유럽연합의 자료를 도입한 것은 추세를 보이려고 한 것이다.

〈표 4〉 기술예측의 실현율 (일본, 실현율 낮은 분야)

제1회(1971-2000)	실현율 %			제2회(1976-2005)	실현율 %		
	완전	일부	비실현		완전	일부	비실현
교 통 수 송 향 상	10	15	75	에 너 지	14	10	76
에 너 지 개 발	13	12	75	소 프 트 과 학	4	18	78
자 원 개 발	11	22	67	수 자 원 / 수 송	0/5	38/35	62/60
주 생 활 향 상	17	27	56	안전여가교육노동 5분야	19	24	57
27분야 588과제	26	38	36	20분야 549과제	21	42	37

자료 : 일본 과학기술청, 제6회 기술예측조사 - 개요, 1997.6, 표 1-3, 1-4를 가공.

2. 패러다임형 예측

1920년대에 등장하고 1970년대 말에 재현된 장기파동에 관한 논의는 자본주의에는 50-60년 주기의 장기파동이 있는데, 가장 중요한 원인은 비슷한 기간을 가진 혁신파동이라는 것이다⁹⁾. 이러한 점에 따라 한 시대의 기술혁신이 어떠한 패턴으로 전개되는 지에 대한 많은 연구가 이루어졌고, 그 결과 중의 하나가 〈표 5〉와 같이 요약된다. 기술혁신의 파동은 산업혁명기에서 증기시대로, 나아가 내연기관기와 대량생산기를 거쳤고

지금은 정보통신기라 평가된다¹⁰⁾.

이 견해는 기술경제패러다임론에서 잘 나타난다. 시대별로 특징적인 핵심요소가 다른 산업부문으로 응용 확산되어 가며 경제 전체에서 혁신의 연속적인 파동이 일어난다는 것이다. 다시 말해 핵심요소를 중심으로한 기술혁신이 경제적인 요인들과 교합되며 새로운 패러다임을 발생시킨다는 것이다. 그리고 이 핵심요소의 응용성과 확산성이 세계경제를 지탱하지 못하면 경제는 불황으로 빠진다는 것이다.

〈표 5〉 기술경제패러다임의 전개

	1 차	2 차	3 차	4 차	5 차	6 차
시 기	1770-1830	1830-1880	1880-1930	1930-1980	1980-	2030? -
명 칭	산업혁명기	증기시대	내연기관기	대량생산기	정보통신기	생명과학기
핵심요소	섬유 선철	석탄 운송	철	에너지	반도체	유전자
주요산업	섬유 수력 운하	증기기관 철도 해운	전기 철도 중화학 해운	자동차 항공 합성화학	전자 통신	생명산업?
주도국	영 국		독일 미국	미 국	미국 일본	미국 일본?

자료 : Freeman & Perez(1988), 6차 파동은 STI Review(1996) 등을 참조하여 필자 추가.

9) 장기파동을 일으키는 다른 원인은 1920년대에는 전쟁과 같은 요인이 지적되기도 하였고 최근에는 Mandel(1975)의 이윤율 하락, Mensch(1979)의 발명의 군집 등이 있다.

10) 그러한 패러다임이란 허상이라 주장하는 학자들도 있다. Rosegger(1996) 참조.

핵심요소를 판단하는 조건은 세가지가 거론된다. 첫째는 급격한 가격하락이 있어야 하고, 두 번째로 핵심요소는 거의 무한의 공급이 가능해야 한다는 것이다. 세 번째로 핵심요소는 경제시스템에서의 활용성이 대단히 커야 한다는 것이다. (Freeman, Perez, 1988) 이러한 주장이 맞다면, 우리는 핵심요소를 통해 새로운 패러다임을 미리 예측하여 어느 정도나마 대비할 수 있을 것이다.

패러다임형 예측은 개개의 기술이 아니라 기술혁신의 집합체가 가지는 속성을 바탕으로, 또한 기술 그 자체가 아니라 그 기술이 사회경제로 확산되어 가는 정도를 가지고 판단한다. 따라서 개개의 기술과제나 분야예측으로 찾을 수 없는 전체적인 혁신의 방향성, 즉 거시적인 변화를 보여 준다. 이러한 점에서 볼 때 현재는 정보통신기라는 점에 거의 의의가 없다. 반도체는 기술혁신의 속도가 빨라 비용절감이 크게 일어나고 있으며, 그 자체로 중요한 산업의 하나이다. 또한 경제 전 분야에 걸쳐서 응용되지 않는 부분이 없을 정도이다.

한편 다음 세대는 생명과학기가 되리라 예상된다. 새로운 생명공학기술이 각국에서 활발히 연구되고 있고 응용되고 있지만 생명공학산업은 현재 주요 선진국에서도 GNP의 2%미만이라 보고된다. 그렇지만 이 기술은 새로운 시대를 여리라 예상된다. 이는 필자만의 판단이 아니라 생명공학산업의 가능성을 검토한 OECD의 *STI Review*의 특집호(1996)의 판단이기도 하다.

이 특집호는 생명공학산업이 한 시대를 이끌어갈 지배적인 산업으로서의 조건을 갖추고 있다고 평가한다. 이들은 한 시대를 이끌어갈 지배적인 산업은 최소한 다섯개 조건을 가져야 한다고 주장한다. 먼저 일련의 혁신적인 신기술이 등장해야 하고, 상당한 원가절감이 지속되어야 한다. 세 번째는 이러한 신기술이 사회정치적으로 수용 가능하여야 하고, 네 번째로 환경적으로도 수용 가능해야 한다. 마지막으로 경제시스템에 지배적인 영향을 미쳐야 한다. 이상의 내용은 수용가능성이라는 조건만 제외하면 핵심요소의 세 조건과 매우 흡사하다. 유전자라는 혁신적인 기술요소가 등장하고 있고, 이 부분의 기술진보 속도가 빨라 비용절감 역시 크게 나타나리라 예상된다. 또한 사회경제 전체에 널리 확산 응용될 수 있다고 판단된다.

IV. 한국의 분야별 예측

분야형 예측은 대체로 특정 학문분야에서 향후 10-20년간 어떠한 소분야의 연구가 활발할 것인지 혹은 어떠한 분야가 새롭게 등장할 것인지 등을 전망하는 형태를 취한다¹¹⁾. 따라서 대단히 서술적이며, 개개의 과제보다는 작은 분야들이 주로 지적된다. 또한 경우에 따라서는 분야간 우선 순위가 제시되기도 한다¹²⁾.

11) 일부 예가 각주 1에 나타나 있다. 더 자세한 내용은 설성수의(1998)의 본문 23-24쪽의 각주 2, 3에 나타난 분야별 보고서를 참조. 1980년대 중반 이후의 미국의 일부 예는 다음을 참조. <http://www.nap.edu/readingroom/>

12) 분야형 예측의 국제비교는 어려운 점이 있다. 대부분의 연구가 서술형인데다, 서술형이지 않는 예측은 기술기회를 달성할 수 있는 기술능력의 문제가 감안되기 때문에 국가별 혹은 주체별 특수성이 반영된다. 또한 과제형 예측과 달리 자주 시행되지 않고, 각 분야가 시기를 달리하여 별도로 이루어져, 비교시점의 문제가 있다. 학과, 대학, 국가별 특수성이 반영된 연구는 다음의 예를 각각 참조. Zaidman, Beno, "Research Area Selection in Academic Department", *R&D Management* 27, 1, 1997, 17-36. Porter AL et al., "Technology Opportunities Analysis : Intergrating Technology Monitoring, Forecasting and Assesment with Strategic Planning", *SRA Journal*, X X VI, 2, 1994. Kretschmer, Guy, *CSIRO Priority Determination 1990 Methodology & Results Overview*, CSIRO, January 1991.

우리는 분야형 예측을 필자가 주도한 한국에서의 조사연구(설성수 외, 1988)를 통해 살펴보자. 이 조사는 과학기술자들이 5년 정도의 집중지원이 필요하다고 지적한 기초분야에 대해 몇가지 기준에 따라 우선순위를 부과한 것이다¹³⁾. 이 조사는 1997년 말-1998년 2월 사이에 이루어졌는데, 방법론적으로는 변형된 델파이 방법에 의한 예측과 기술전략을 결합시킨 것이다.

이 조사는 먼저 각 학문별 6,590명의 과학기술자들에게 현재의 상황에서 중시되어야 할 전략이 무엇이며, 각 전략기준이 어느 정도의 가중치를 가져야 하는지를 물었다. 다음으로는 이렇게 얻은 독창형, 선진국 추격형, 기반강화형, 연구자수 반영형 및 산업지원형이라는 다섯 전략에 적합한 작은 분야가 무엇인지를 연구활동이 활발한 1,150명에게 추천받았다. 이들에게서 추천된 과

제들은 다시 업선된 각 분야 전문가에게 중요도 평가를 받았는데, 이들에 의한 중요도와 앞서 도출된 가중치를 곱한 값이 우선분야 선정의 기준이 되었다¹⁴⁾.

먼저 표를 검토하기에 앞서 각 학문분야는 다른 속성을 갖고 있다는 점을 주의해야 한다. <표 6>은 학문분야가 다를 때 어떻게 차이가 있는가를 보기 위해 특별히 시도되었던 조사이다. 토목학과 건축학은 내용상 상당한 차이가 있지만 비전공자라면 대단히 유사한 학문으로 인식하고 있으므로 이 두 학문을 비교하기로 하고 동일한 과제를 제시하였다. 표를 보면 동일과제나 평균에 있어서 토목학과 건축학의 응답점수는 큰 차이가 있다. 이와 같은 사실은 동일과제에 대한 판단의 수준이나, 중요성에 대한 전반적인 척도가 학문간에 서로 다르다는 것을 의미한다¹⁵⁾.

<표 6> 분야별 중요도 인식의 차이 : 토목학과 건축학의 차이

구분 전략	분 야 명	점 수 ¹⁾		가중치	우선도 ²⁾	
		토목	건축		토목	건축
추 격 형	고강도 콘크리트	6.50	8.40	0.254	1.53	2.40
	토목건축용 신소재 개발	6.67	7.80	0.254	1.57	2.23
	지반구조물 해석	6.67	7.60	0.254	1.57	2.17
기반강화형	토목/건축 구조물 최적화 기법	5.83	7.40	0.187	1.09	1.38
산업지원형	구조해석. 설계S/W개발	6.50	7.20	0.190	1.18	1.46
전체평균 ³⁾		6.51	7.57			

- 주 1. 9점 만점, 최고와 최저점수를 응답 수에 따라 1-4개 제외하고 계산
- 2. 점수 X 해당분야 학자들의 우선가중치
- 3. 예시된 과제를 포함 모든 과제에 대한 응답 점수의 평균

자료 : 설성수 외, 1988.

13) 미래기술을 검토하면서 기초연구 분야를 제시하는 것은 논지를 벗어난 것처럼 보이지만, 5년 이상의 기간을 갖는 예측에서는 기초연구와 응용 혹은 개발연구의 구분이 모호하고 심지어는 과학과 기술의 영역 구분 자체가 모호해지는 경우가 많다는 점을 염두에 두자. 또한 이 조사는 5년간 집중지원될 분야를 찾는 작업인 관계로 실제 구현되는 미래기술과는 다르고, 실제 구현에는 그보다 훨씬 많은 기간이 소요될 수 있다. 그러나 앞서 언급한 과제형이나 패러다임형 예측의 대부분이 20-30년 예측이라는 점을 염두에 두자.

14) 전략기준 도출에서 우선분야 선정과 확인까지 모두 10 단계를 거쳤다.

15) 따라서 학문분류가 대단히 중요한 의미를 갖는다. 학제간 공동연구에 대한 각 학문별 차이는 즐고(1998) 참조.

우리는 여기서 다시 한번 확인할 사항이 있다. 첫째, 각 학문에서 중요하다고 지적한 내용들은 그 학문에서만 중요한 것이지 다른 학문 혹은 과학기술계 전체로 확대하여 해석하는 데에는 대단히 주의해야 한다는 점이다. 두번째, 그렇기 때문에 각 학문에서 제시된 과제들의 점수만 가지고

다른 학문과 비교하는 전통적인 기술예측의 중요성 평가를 받아들이기 어렵다는 점이다. 세번째는 분야별 예측을 시도한 여기에서도 마찬가지로 각 세분야의 우선도 수치만 가지고 다른 학문과 비교한다는 것은 무리라는 점이다¹⁶⁾.

〈표 7〉 자연과학/생명과학 영역의 우선분야

	분 야 명	점수 ¹⁾	가중치	우선도 ²⁾	
물 리 학	반도체 전분야	독창	8.00	0.239	1.91
	초전도	독창	6.20	0.239	1.48
	초미세구조	추격	8.30	0.250	2.08
	자성체관련	추격	7.50	0.250	1.88
	광학자체	기반강화	6.83	0.229	1.56
화 학	생리활성 분자의 합성 및 활성화	독창	7.56	0.232	1.75
	이차전지/연료전지 개발	독창	7.44	0.232	1.73
	표면 및 계면 제어분석	독창	7.40	0.232	1.72
	극미량분리분석	추격	7.56	0.305	2.31
	이론화학	추격	7.00	0.305	2.14
지구·자원 과 학	한반도기후변화	독창	7.4	0.247	1.83
	지구시스템관측/진단이론	추격	7.2	0.285	2.05
	예측모델링	기반강화	9.0	0.242	2.18
	원격탐사기법	기반강화	6.6	0.242	1.60
	지하공간의 환경관리시스템	산업지원	6.3	0.140	0.88
생물 과학	환경생물학	독창	6.44	0.299	1.93
	세포구조 및 대사	기반강화	7.35	0.247	1.82
	생체정보공학	기반강화	6.56	0.247	1.62
	인간계놈의 구조 및 기능	기반강화	6.50	0.247	1.61
	기초의학 관련	공동 ³⁾	7.06	-	
농 수 산 학	전통식품과 건강증진효과	독창	7.37	0.256	1.89
	발효 및 효소이용	독창	7.28	0.256	1.86
	유용 유전자분리	기반강화	7.84	0.214	1.68
	생리활성물질탐색	산업지원	7.84	0.213	1.67
	썩는 플라스틱/비닐	산업지원	7.84	0.213	1.67
기 초 의 약 학	항암단백개발	독창	6.56	0.311	2.04
	유용 생리활성물질 스크리닝	독창	6.50	0.311	2.02
	형질전환 동물개발	독창	6.18	0.311	1.92
	뇌기능연구	추격	7.61	0.236	1.80
	암 유전자 발현조절	추격	7.11	0.236	1.68

주 1. 9점 만점, 주 2. 점수 X 가중치, 주 3. 공동연구가 가장 필요한 영역
 자료: 상동

16) 본 조사에 사용된 과학기술 분류는 한국과학재단의 분류체계이다. 이 체계는 과학기술을 자연과학과 생명과학 및 공학으로 분류하고 그를 다시 총 12개 학문분야를 구분한다. 조사대상 과학기술자의 44.4%가 이 분류체계에 불만을 표시하고 있지만, 이 분류가 사용된 것은 그나마 가장 사용가능한 분류이었기 때문이다.

한편 이상의 조사는 어떠한 소분야가 어떠한 전
 략기준에 적합하느냐에 따라 다른 우선도를 가질
 수 있다는 점을 보여준다. 다시 말해 각각의 분
 야를 전공하는 전문가들은 자신의 분야가 왜 그
 러한 기준에 있는 지를 항의할 수 있다는 점이다.
 그렇기 때문에 각 분야에 대한 해당학문 전공자의
 일반적인 견해를 증시하였다.

〈표 8〉 공학의 우선분야

	분 야 명	점 수	가중치	우선도	
재료공학	고밀도전자재료	독창	7.29	0.255	1.86
	전기화학적 에너지전환	독창	6.86	0.255	1.75
	나노결정자성재료	기반강화	7.29	0.225	1.64
	디스플레이 전용재료	산업지원	7.86	0.270	2.12
	세라믹전자재료	산업지원	7.29	0.270	1.97
전기전자 컴퓨터공학	반도체소자 및 재료	독창	7.50	0.212	1.59
	컴퓨터 및 통신보안	추격	7.27	0.276	2.01
	지능형 멀티미디어	추격	7.12	0.276	1.97
	객체지향 S/W	추격	6.73	0.276	1.86
	신경칩	추격	6.19	0.276	1.71
기계공학	지능형기계 분야	추격	7.50	0.258	1.94
	CFD 이용/관련 분야	추격	6.76	0.258	1.74
	Tribology	기반강화	7.00	0.196	1.37
	미세열전달 관련 분야	기반강화	6.64	0.196	1.30
	밀봉요소기술	기반강화	6.64	0.196	1.30
	새로운 생산시스템과 S/W	공동	7.10	-	
화학공학	환경 친화성 소재 개발/공정	독창	8.21	0.227	1.86
	새로운 촉매 개발/공정	독창	7.25	0.227	1.65
	광기능성고분자 개발/공정	추격	7.08	0.222	1.57
	환경촉매	추격	6.92	0.222	1.54
	생물전환	추격	6.85	0.222	1.52
토목공학	지동해석	추격	7.50	0.254	1.76
	오폐수 처리	추격	7.00	0.254	1.65
	난분해성 폐수처리	추격	7.00	0.254	1.65
	토목건축용 신소재 개발	추격	6.67	0.254	1.57
	지반구조물 해석	추격	6.67	0.254	1.57
건축공학	건축물 에너지 조절	추격	8.17	0.254	2.34
	실내공기환경 개선	추격	7.50	0.254	2.15
	외단열재	추격	7.67	0.254	2.19
	지중건축	추격	7.60	0.254	2.17
	내진설계기술	추격	7.40	0.254	2.12
	강관충진 고강도콘크리트	추격	7.40	0.254	2.12

주 및 자료 : 상동

우리는 이제 이러한 점을 염두에 두며 자연과 학과 생명과학 나아가 공학 각 분야에서의 중점 지원 대상이 될 수 있는 소분야들을 살펴보자. <표 7>, <표 8>에는 각 학문별로 우선도가 높은 5개의 소분야만을 나타내었다¹⁷⁾.

자연과학¹⁸⁾의 물리학 분야에서는 추격형과 독창형 및 기반강화형의 강조점이 거의 비슷하다. 따라서 응답점수의 크기가 전반적으로 우선도를 결정해 주고 있다. 화학은 기반강화형으로 분류된 소분야에서 높은 점수들이 나왔으나 추격형의 가중치가 높아 추격형 소분야들의 우선도가 크게 나타나고 있다. 지구·자원과학은 세부학문의 이질성이 큰데도 불구하고 예측모델링의 점수가 만점을 보일 정도이다.

생물과학, 농수산학 및 기초의약학 분야로 구성된 생명과학 분야는 대부분의 소분야들이 생명공학적인 기법의 탐색과 응용이라는 형태를 취하고 있다. 커다란 학문분야 전체가 하나의 패러다임에 의해 움직이고 있음을 보여준다. 그리고 이러한 내용들은 새롭게 형성된다는 점에서 우리도 한번 해볼 수 있다는 인식인 독창형의 비중이 다른 학문에 비해 크다. 생물학자들은 수학과 같이 다른 학문, 특히 의학과와의 공동연구에 큰 비중을 두고 있다는 특징이 있다.

농수산학에서는 기반강화형이나 산업지원형의 중요성이 컸어도 각각의 전략기준에 대한 가중치가 낮아 독창형보다 우선도가 낮다. 기초의약학도 추격형 분야의 점수가 높지만 가중치가 독창형보다 낮아 우선도는 독창형이 크다. 표에는 자세히 나와 있지는 않지만 기초의약학은 전반적으로 암 관련 연구에 대한 기대가 크다.

공학분야는 그 자체로도 대단히 다양하다. 재

료공학분야는 전자관련 재료에서 우선도가 높다. 전기전자컴퓨터공학 분야는 전자, 정보, 컴퓨터로 분리되고 있으나 아직도 하나의 분류체계라 대단히 큰 분야이다. 이 분야에서는 독창형으로 분리된 과제도 많으나 전반적으로 추격형 기준의 가중치가 크다. 분야를 조금 더 세분할 때 독창형과 추격형의 구분이 조금 더 분명하리라 판단된다.

기계공학은 독창형 소분야가 없다. 정확히 말하자면 소분야가 없었던 것은 아니나 점수가 9점 만점에 6점에도 못미쳐 제외된 것이다. 일부 산업지원형 소분야들의 점수가 높았으나 가중치가 작아 부각되지 못했다. 화학공학은 독창형 소분야들이 높은 점수를 받고 또한 가중치도 큰 분야이다. 다른 학문에 비해 독창형을 강조하는 상당히 예외적인 경우라 할 것이다. 토목공학은 대부분이 추격형 소분야들이라는 특징이 있다. 그러나 건축학에서는 일부 소분야들이 점수는 높았으나 산업지원형에 대한 가중치가 낮아 우선도가 낮았다.

V. 미래기술 구현의 과제

1. 세계와의 시간차 축소

국가별 기술수준을 측정하는 방법¹⁹⁾은 여러 가지가 있지만 신태영외(1994)는 분야별 과학기술자들의 직관적인 판단에 의거할 때 대략 5-6년 이상의 차이가 있다고 보고한다. 박재혁외(1995)는 각국 과학자의 인식에 다음과 같은 차이가 있음을 지적한다. 첫째, 한국 과학자는 선진국 과학자들이 중요하다고 강조하는 생명공학, 극한기

17) 더 구체적인 내용은 설성수 외(1998) 참조.

18) 수학에서도 미래기술을 직접 지원하기 위한 소분야들이 제시되었지만 표에서는 생략하였다. 전산수학, 계산수학, 암호호이론 등이 예이다.

19) 분야별 전문가들의 직관을 중심으로 하는 방법, 기술수출입 데이터를 이용하는 방법, 기술투입이나 기술산출 지표를 이용하는 방법 등 여러 가지이다. 그간에는 전문가들의 느낌이나 기술수출입 데이터들이 많이 이용되었으나 이공래(1997)는 기술투입과 기술산출을 결합한 방법으로 한국의 수준을 평가한다.

술, 천문우주, 환경안전 분야에 대해 중요성을 못느끼거나 중요도 인식이 훨씬 낮다고 한다. 또한 한국 과학자는 중요성 자체에 대한 인식이 훨씬 낮다고 보고한다. 다시 말해 중요한 분야에 대한 집중적인 투자를 받아들일 마음의 자세가

약한 것이다. 신태영(forthcoming)은 자신이 주도한 1994년 예측을 이용한 회귀분석으로 2010년까지의 한국기술의 수준을 <표 9>와 같이 분석한다. 표는 어떠한 전략으로 미래에 대비할 지에 대한 단서를 제공한다.

<표 9> 선진국 대비 2010년의 한국 기술수준

2010년 전망	분 야
격 차 축 소	전분야, 정보통신, 에너지, 천문우주, 의료보건
비 슷	생산, 광물수자원, 환경안전, 생명공학
격 차 확 대	정밀화학, 농림수산, 운송, 토목건축, 지구해양, 극한기술

Shin et al. (forthcoming)

2. 구조 조정이 필요한 연구활동

발전단계에서 나타나는 과학기술 활동의 속성은 <표 10>과 같다²⁰⁾. 선진국들은 약간의 차이가 있어도 대체로 비슷한 패턴을 보인다. 생명과학 계통의 연구가 40% 이상으로 선두를 달리고 있

고, 화학/물리학 계통이 34%로 다음이며 공학은 농림수산과 비슷한 수준인 10%를 약간 상회하는 정도이다. 국가별로는 미국과 프랑스가 거의 유사한 패턴을 보이며, 일본과 독일이 또한 거의 유사하다.

<표 10> 국가별 분야별 발표논문(1991-95) 패턴 (%)

	국 가 명	농림수산	생물학/의학 생화학	공학	화학 물리학
선진국	미 국	11	48	14	25
	프 랑 스	10	42	10	37
	일 본	11	36	13	38
	독 일	11	37	12	38
	4 개 국 평균	11	41	12	34
동아시아	한국 대만 중국	6	19	25	50
라틴지역	-	20	36	8	35

주 1. 막대도표를 수치화한 것이라 정확히 100%가 되지 않음

2. Scientific Citation Index 통계

자료 : Amsden, Mourshed(1997)

20) 우리나라에서는 이러한 종류의 통계가 작성되고 있지 않다. 다만 주로 영어권 외국에 발표된 논문만 미국의 SCI데이터베이스를 이용하여 파악될 뿐이다. 연구개발정보센터가 파악한 통계는 표의 분류와 완전히 일치하지 않고 분류중복 등의 문제가 있어 직접 비교는 되지 않지만, 1997년의 총 9,123건이 대략 농림수산 5%, 생물관련 28%, 공학 38%, 화학/물리학 29% 등의 분포를 갖는다. 과학기술부, 과학기술 논문발표 국제순위 분석, 1998. 3.

선진국과 중진국의 패턴은 차이가 있고, 동아시아와 라틴계 중진국의 차이 역시 확연하다. 중진권에서 라틴계와 동아시아계의 차이가 눈에 뜨인다 해도 우리는 발전단계에 따라 연구활동이 분명한 차이를 보인다는 점을 더 염두에 둘 필요가 있다. 일본은 분명 다른 선진국들과 사회문화적

인 차이가 크지만 그들의 연구활동은 다른 선진국들과 거의 유사하기 때문이다. 한국의 향후 연구활동은 생물과학, 기초의약학, 생화학 등의 생명과학 계열의 연구활동이 현재보다 훨씬 크게 강화될 것이고, 농수산계 연구활동이 현재와는 다른 패턴이 되어야 할 것이다.

3. 미래기술 구현의 저해요인

〈표 11〉 한국 과학자의 분야별 저해요인 인식(%)

	한 국	일 본	독 일
기 술	43	57	64
제 도 문 화	6	12	19
자 금	29	23	15
인 력	23	8	2

주 : 일본 1992, 독일, 1993, 한국 1994 실시 기술예측용 과제
 자료 : 박재혁, 정근하(1995), 앞의 논문, 표 7 재가공

〈표 11〉에서 보는 바와 같이 한국의 과학기술자는 일본이나 독일의 과학기술자에 비해 기술적인 문제를 크게 중시하지 않는다. 상대적으로 쉬운 과제를 염두에 두고 있다는 점을 반영하기도 하지만 기술적인 문제 이외의 요인이 그만큼 어렵다는 것을 보여주는 징표이기도 하다. 한국의 과학기술자는 제도문화적인 장애를 크게 생각하지 않는다. 이들에게 가장 중요한 문제는 기술개발을 시도할 환경적인 요인이다. 즉, 자금과 인력문제를 가장 심각하게 생각하고 있는 것이다. 연구개발 재원의 문제는 다른 나라에 비해 정도차가 크지 않다. 그러나 인력부족의 문제는 심각히 고려해야 할 것이다.

VI. 결 어

본 연구는 한국의 미래기술을 포괄적으로 설명하고자 한 것이나 적절한 설명방식이 없어서 새로운 이론적인 모형을 통해 살펴본 것이다. 다시 말해 방대하면서도 정교한 기술예측에 관한 여러

연구가 왜 미래기술의 포괄적인 모습을 보여주지 못하는가를 이론적인 모형을 통해 설명하고, 이 모형을 통해 우리나라의 미래기술이 가진 포괄적인 모습을 그린 것이다.

기술예측의 대상과 목적을 기준으로 설정한 새로운 모형은 과제형, 분야형 및 패러다임형 예측으로 구분된다. 패러다임형 예측은 전반적인 방향성에 강하며, 분야형 예측은 각 분야의 특성을 보여준다. 또한 과제형 예측은 세부과제가 갖는 기술적인 속성과 구현되는 시기에 관한 정보를 제공한다. 따라서 이 세 유형은 상호 보완하여 미래기술의 포괄적인 모습을 그릴 수 있는 것이다. 바꾸어 말하자면 각 유형에 속한 연구들을 종합해 볼 때 미래기술에 대한 뚜렷한 윤곽이 나타날 수 있는 것이다.

각 유형은 목적성이나 범위에서의 차이를 바탕으로 구분한 것이지만 예측의 방법이나 형태에서도 차이를 보일 수밖에 없다. 패러다임형은 새로운 기술의 생산도 중요하지만 생산된 기술의 확산과 활용에 큰 강조점을 둔다. 분야형은 과제형과 같은 기술의 구체적인 속성 정보를 갖지는 않

지만 새롭게 부각되거나 중요한 분야를 보다 명확히 판단할 수 있다는 장점을 갖는다.

한국의 미래기술은 향후 20-30년간 세계 전체의 흐름인 정보통신 패러다임에 크게 영향받고 다음 세대는 생명공학 패러다임에 영향받으리라 예상된다. 공학부문에서는 전자정보통신영역의 확대가 눈에 띄이며, 생명과학 분야에서는 생명공학적인 기법의 응용과 보건복지 환경기술이 주목된다. 자연과학 분야에서도 공학이나 생명과학 분야의 새로운 추세에 부응하는 분야와 극한 혹은 미세분야의 기술에 강조점이 컸다.

공학 중심의 우리나라의 현재 연구활동 패턴은 생명과학의 비중이 큰 선진국과 대비된다. 미래 기술 수준은 주요 과제에 대한 시차인식이나 분야별 중요도 인식에서 선진국과 5-6년 이상의 격차를 보인다. 그렇지만 전반적으로는 선진국과 격차가 축소되리라 예상된다.

본 연구에서 처음 시도되거나 제시된 사항은 다음과 같다. 먼저 미래기술을 보는 시각을 패러다임형, 분야형 및 과제형으로 구분한 점이다. 두번째로는 기술예측에 기술전략을 도입한 결과를 소개하고 있다는 점이다. 세번째로는 과학기술의 분야별 특성이 너무 다르므로 큰 분야를 넘는 비교는 대단히 주의깊게 이루어져야 한다는 사실이다.

본 연구는 다음과 같은 시사점을 준다.

○ 연구활동의 제도적인 완비가 필요하다. 분야형 접근에는 분야분류가 명확해야 한다. 그런데 우리의 과학기술분류는 20년전의 것이 그대로 사용되고 있다.

○ 연구활동의 구조조정이 필요하다. 선진국과 개발도상국의 연구활동 비교에서 보았듯이 선진국의 연구활동은 대단히 유사하다. 따라서 우리도 이러한 방향으로 구조조정이 이루어져야 한다.

○ 정책과 연구활동의 방향전환이 필요하다. 선진국과의 격차가 크고, 연구인력 자원 등 모든 면에서 열악한 우리로서는 도달할 분명한 목표와 방법이 필요할 것이다. 본고는 그러한 점에서 우리나라 기초과학연구에 필요한 독창형, 추격형, 기반강화형, 수준향상형 및 산업지원형이라는 전략을 선보였다.

○ 정책과 연구활동의 방향전환의 두번째로는 분야형 접근이 확대되어야 한다는 점이다. 우리나라의 과학기술정책은 기초과학연구의 영역까지도 분야 정책보다는 총괄정책이다. 각 분야가 가진 특수성을 살릴 수 있는 정책이 필요하다²¹⁾.

○ 또한 연구와 교육의 결합이 심각하게 고려될 필요가 있다²²⁾. 과학기술자들의 애로요인이 기술에만 있지 않고 인력부족에 있다는 점이 큰 문제라 판단된다.

參 考 文 獻

- 김형수, 「기업의 연구개발 전략수립을 위한 기술 예측 기법의 활용방안」, 과학기술정책관리연구소, 1995.
- 박재혁, 정근하, “한국 일본 독일의 중장기 기술 예측결과에 대한 비교분석연구”, 「과학기술정책」, 7권 1호, 1995.
- 박원훈, “우리나라 과학기술의 미래상”, 기술경영경제학회, 12회 동계학술대회 특별강연 논문, 1997. 12. 5.
- 상공자원부, 생산기술연구원, 「미리본 한국의 2000년 산업기술」, 1993.
- 삼성종합기술원, 「2010년 산업기술예측」, 1996.
- 설성수, “과학기술자의 공동연구 인식조사”, 한국기술혁신학회 1998 춘계 정기학술대회 발표 논문, 1998. 5. 22.

21) 분야별 정책과 현재 우리나라 과학기술정책에서 가장 큰 문제가 되고 있는 분산형 정책이 혼동되지 않기 바란다. 과학기술 관련 정책을 종합조정하는 기구의 필요성은 아무리 강조해도 지나침이 없다. 그러나 정책의 내용은 과학기술 각 분야의 특성이 살려져야 한다는 것이다.

22) 기초과학정책에 있어서 송충한(1998)의 지적 역시 동일하다.

- 설성수 외, 「해외정보통신 연구개발/기술기획체계 연구」, 정보통신연구관리단, 1995.
- 설성수 외, 「기초과학연구의 중점지원분야 및 우선지원 방법론에 관한 연구」, 한국과학재단, 1998. 5.
- 송충한, “21세기 대비 기초과학정책의 방향”, 한국기술혁신학회 1998 춘계 정기학술대회 발표 논문, 1998. 5. 22.
- 신태영, 박재혁 외, 「한국의 미래기술-제1회 과학기술 예측조사(1995-2015)」, 과학기술정책관리연구소, 1994.
- 신태영, 박재혁, 정근하 & 김형수, 「전력기술분야의 중장기 기술예측조사 연구」, STEPI/한국전력공사, 1996.
- 윤윤중, 이종일, “델파이 방법을 이용한 기술예측의 신뢰도 분석”, 한국기술혁신학회 1998년도 춘계 정기학술대회 발표논문, 1998. 5. 22.
- 이공래, 「한국산업의 기술경쟁력」, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 이종일 외, 「2010년 산업기술 예측」, 산업기술정책연구소, 1998.
- 한국산업은행, 「21세기 과학기술의 전망과 과제」, 1992.
- 일본 과학기술청, 「제6회 기술예측 조사(1996-2025)」, 1997.
- 홍순기, 오정목, “정보통신 분야의 델파이 기술예측 국제비교분석”, 「기술혁신연구 5-1」, 1997. 4. 223-247.
- Amsden, A., M. Mourshed, “Scientific Publications, Patents and Technological Capabilities in Late-industrializing Countries”, *Technology Analysis & Strategic Management* 9-3, 1997, pp. 343-360.
- C Freeman & C Perez, “Structural Crisis of Adjustment : Business Cycles and Investment Behavior”, Dosi, G, C. Freeman et al., *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, 1988, 38-66.
- Martin, Ben, “Foresight in Science and Technology”, *Technology Analysis and Strategic Management*, 7-2, 1995, 139-168.
- Mandel, E., *Late Capitalism*, London, New Left Books, 1975.
- Mensch, G., *The Technological Stalemate*, New York, Ballinger, 1979.
- OECD, *STI Review*, No. 17, *Special issue on Government Technology Foresight Exercises*, 1996.
- OECD, *STI Review*, No. 16, *Special issue on Biotechnology*, 1996.
- Rosegger, G, *The Economics of Production and Innovation*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.
- Shin, Taeyoung, Soon-ki Hong and Hariolf Grupp, “Technology Foresight Activities in Korea and in Catching-Up countries”, *Technological Forecasting and Social Change*, (forthcoming).
- Shin, T., “Using the Delphi for a Long-Range Technology Forecasting, and Assessing Directions of Future R&D Activities ; The Korean Exercise,” *Technological Forecasting and Social Change*, April, 1998.

부록 일본 제6회 기술예측(1996-2025)의 분야별 주요 과제

순위	분야	과제	중요도, 실현시기
2 3	전자	○1칩당 256기가바이트 메모리이상의 초LSI가 실용화됨.	94 2014
		○발전설비의 비용이 100엔/Watt 이하의 태양전지가 개발됨.	93 2012
16 19	정보	○악질 해커의 공격으로부터 개인·집단의 프라이버시와 기밀을 보호할 수 있는 신뢰도 높은 네트워크가 보급됨.	91 2007
		○200엔/월 이하로 대용량 네트워크를 이용할 수 있는 환경실현	90 2008
8 42	통신	○안전성·실시간성이 높은 정보를 유통하는 차세대 인터넷이 실용화되고 전화 서비스와 동화상 방송이 실시됨.	92 2003
		○휴대전화의 소형·경량화를 가능케하는, 에너지 밀도 500Wh/Kg의 고성능 배터리가 개발됨.	87 2009
13 48	생명과학	○암의 전이를 저지하는 유효한 수단이 실용화됨.	91 2013
		○미생물이나 식물을 이용한 바이오 플라스틱이 보급되고, 전세계 플라스틱 생산량의 10%를 점유함.	87 2013
7 14	해양지구	○진도 7이상의 지진 발생을 수일 이전에 예측하는 기술이 개발됨.	92 2023
		○인공위성에 의한 조석, 해일관측이 이루어지고 만안지형 등의 자료를 통합한 해일 예보 시스템이 실용화됨.	91 2007
15 23	환경	○재활용이 용이한 LCA적 제품설계 개념이 정착됨	91 2007
		○질소산화물 0.1-0.2g/Km의 배출규제가 가능한 차종이 보급됨	89 2007
11 12	재료공정	○변환효율 50%이상의 적층태양전지가 실용화됨.	91 2016
		○변환효율 20%이상의 대면적 태양전지가 실용화됨.	91 2011
1 6	생산기계	○비화석에너지가 가정 산업 운수등의 분야에 보급됨	94 2018
		○불용제품의 회수처리에 관한 제조자의 책임이 법적으로 규정되고, 사용재료의 대부분이 재이용되는 시스템이 보급됨	92 2012
25 39	농림수산	○호수·늪 등의 환경악화에 대해, 생태계와 생물기능을 이용한 환경회복기술과 오염부담을 완전제거 할 수 있는 시스템이 실용화됨.	88 2018
		○유전자조작으로 작물의 품종개량(수량, 내병성, 내해성)이 실용화됨.	87 2004
33 45	보건의료복지	○암발생 메카니즘이 해명됨.	88 2013
		○암 환자의 5년 생존률이 70%를 상회하게됨.(현재 위암 40%수준)	87 2013
21 29	자원에너지	○높은 수준의 방사성폐기물의 고화체 처분기술이 실용화됨.	89 2019
		○도시 쓰레기로부터 유가물(有價物)을 회수하기 위한 경제적 분별·분리법이 실용화됨.	88 2009
10 36	도시토목건축	○원자력발전소의 안전하고 합리적인 해체·철거기술이 실용화됨.	92 2009
		○지진대의 분포, 지진이력 등의 분석을 통해 중기적(5-10년)인 대규모 지진(진도 8 이상) 발생 예측기술이 보급됨.	87 2017
26 37	교통	○자동차(폐차)의 부품과 재료의 90%가 재활용됨.	88 2009
		○지진의 초기미동을 적절히 감지하여 파괴위험장소를 피해 열차를 안전하게 정지케하는 시스템이 개발됨.	87 2006
5 71	우주	○로켓 발사에 의한 우주전송 비용이 현재의 1/10 이하로 감축됨.	93 2014
		○VLBI(초장기선전파간 간섭법), 위성레이저 등으로 지각변동의 정확도가 센티미터 이하가 되고, 지진 예측 등의 정확도 향상에 기여하게 됨.	84 2009

주: 주요 100과제를 분야별로 2개만 명시