

# 기술성장모형에 기반을 둔 기술수준평가 결과 및 시사점 - 바이오칩·센서기술을 중심으로

Technology Level Evaluation Based On Technology Growth Model and Its Implication  
- In Case of 'Biochip and Biosensor Technology'

한민규(Min-Kyu Han)\*, 김병수(Byoung Soo Kim)\*\*,  
유지연(Jiyeon Ryu)\*\*\*, 변순천(Soon Cheon Byeon)\*\*\*\*

## 목 차

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| I. 개요                    | IV. 기술발전 및 추격방안  |
| II. 기술수준평가(KISTEP, 2008) | V. 시사점 및 연구의 제한점 |
| III. 바이오칩·센서기술의 수준       |                  |

## 국 문 요 약

2008년 기술수준평가 대상기술 중 하나인 '바이오칩·센서기술'은 바이오 분야의 중점과학기술로서 세 가지 세부기술로 구성되어있다. 본 평가에서는 앞선 다른 수준평가의 한계를 극복하기 위하여 델파이와 함께 동태적 방법론(기술성장모형)을 분석틀로 사용하였다. 그 결과 바이오칩·센서기술은 '궁극의 기술'을 기준으로 한국 51.5%, 최고선진국(미국) 75.1%, 두 국가의 기술격차는 6.1년으로 분석되었으며, 5년 후에는 각각 60.1%, 78.4%, 4.3년이 될 것으로 예측되었다. 바이오 분야의 다른 기술과 비교했을 때, 해당 기술은 수준격차가 상대적으로 작았으며, 격차 역시 빠르게 좁혀질 것으로 나타났다. 이러한 특징은 세부기술 수준에서도 마찬가지였다. 설문 분석 결과 해당 기술의 강점은 전문인력 및 연구자금의 효과에 기인하는 것으로 나타났으며, 기초지원의 미비가 취약한 측면으로 지적되었다. 그 외에 이 기술이 상대적으로 신흥 분야이며, 집중적인 연구 활동이 이뤄지고 있다는 점 역시 높은 기술 수준의 요인으로 볼 수 있다. 따라서 바이오칩·센서 기술의 발전을 위해서는 이러한 강점을 더욱 지원하고, 약점을 보완하는 정책 방안이 필요할 것이다.

핵심어 : 바이오칩·센서, 델파이, 기술성장모형, 기술수준평가

※ 논문접수일: 2009.12.24, 1차수정일: 2010.4.23, 게재확정일: 2010.4.25

\* 한국과학기술기획평가원 기술예측센터, mkhan@kistep.re.kr, 02-589-2884, 교신저자

\*\* 한국과학기술기획평가원 기술예측센터, deeple@kistep.re.kr, 02-589-2919

\*\*\* 한국과학기술기획평가원 정책기획실, jiyeon@kistep.re.kr, 02-589-2859

\*\*\*\* 한국과학기술기획평가원 인재기반실, sbyeon@kistep.re.kr, 02-589-2947

## ABSTRACT

---

In this paper, we analyze the result of the Technology Level Evaluation of 'Biochip and biosensor (BB) Technology' consisted of 3 sub-categorized technologies; biochip sensing (BS), lab on a chip and high-efficient customized health care technology. As an analysis tool, authors used a delphi (a repeated survey) and dynamic methodology with technology growth model to overcome limits of previous evaluations. As a result, levels of BB were evaluated 51.5% (Korea) and 75.1% (US), and the technology gap between two countries was 6.1 yrs. In 2013, these levels were expected to change to 60.1% (Korea), 78.4% (US) and 4.3 yrs, respectively. In comparison with other biotechnology, the gap of BB was smaller and expected to catch up with US faster. In the case of sub-categorized technologies, they showed the smallest gap and would have faster catch-up speed than other sub-categorized technologies in the Biotechnology field. Based on the result of the survey, relative superiority of BB in Korea was originated from competent researchers and research fund, but weak basic science would be weak points. We think that BB's characteristic as an emerging technology and concentrated research activities on BB are additional strong points. This research proposes the supporting and supplemented points to promote the BB in Korea.

Key Words : Biochip and Biosensor, Delphi, Technology Growth Model, Technology Level Evaluation

---

## I. 개 요

### 1. 서론

경제발전, 환경보호, 삶의 질 향상 등 사회 전반에서 제기되는 다양한 수요를 해결하기 위한 방법으로서의 과학기술이 갖는 영향력은 갈수록 확대되고 있다. 과학기술을 둘러싼 환경이 급격하게 변화하는데 따른 국가들 사이의 기술혁신 경쟁 또한 심화되고 있으며, 과학기술 분야의 선진국들은 국가경쟁력의 확보 및 사회적 요구의 해결 등을 위하여 이미 첨단기술 개발에 나서고 있다. 이러한 추세에 대응하여 우리나라의 미래 경쟁력을 확보하고 국제적 지위를 높이기 위해서는, 국가 전체 수준에서 필요한 과학기술을 파악하여 체계적으로 개발하기 위한 정책, 즉 전략적 기술기획의 수립이 필요하다. 이를 위해서는 우리나라가 보유하고 있는 과학기술에 대한 정확하고 구체적인 정보를 획득하여 현 상황을 명시적으로 파악하는 것이 선행되어야 하므로, 기술기획의 사전조사연구로서 기술예측 및 기술수준평가가 광범위하게 실시되고 있다. 특히 기술수준평가는 특정 기술의 현 수준, 선진국과의 기술격차, 격차요인 및 추격을 위한 필요조건 등을 알 수 있게 해줌으로써, 한정된 자원의 효율적 배분이라는 목표를 달성하기 위한 중요한 기초자료를 제공해 준다는 점에서 의의가 있다.

기술수준평가는 과학기술 또는 산업기술 등을 대상으로 국가, 산업, 기업 등 복수의 주체에 대하여 비교·평가하는 것이다. 다양한 평가항목 중에서 가장 중요하고 핵심이 되는 ‘기술수준’의 정의는 다양한 문장으로 표현할 수 있는데, ‘투자, 생산, 혁신에 있어 기술지식을 효율적으로 사용하는 능력(Solow, 1957)’, ‘산업생산과 관련된 기술지식의 축적 정도(Schmookler, 1966)’, ‘기술이 목적으로 하는 기능을 얼마나 잘 수행하는가를 기능모수와 기술모수로 구분하여 정량적으로 나타낸 것(Martino, 1993)’ 등이 그것이다. 이들을 종합해보면 결국 기술수준평가에서의 기술수준이란 ‘특정 시점에서 특정 기술의 성능을 측정치로 나타내는 것’으로 특정 비교대상 또는 비교시점과 현재를 상대적으로 평가했을 때 의미가 있는 지표라고 정의할 수 있다(한국과학기술기획평가원, 2003).

본 논문에서는 지금까지 수행된 국내의 기술수준평가 중 주요 사례를 분석함으로써 분석방법에서 드러나는 한계를 살펴보고, 이러한 한계를 극복하기 위하여 도입할 수 있는 방법론 및 그 의의를 간략하게 소개할 것이다. 이어서 해당 방법론을 사용하여 한국과학기술기획평가원(KISTEP)에서 수행한 ‘2008년 기술수준평가(과학기술부 & 한국과학기술기획평가원, 2009)’의 평가대상기술 중 하나였던 ‘바이오칩·센서기술’을 중심으로 그 결과를 분석한 뒤, 향후 관련 기술의 발전을 위한 기획 및 정책에 필요한 함의를 도출할 것이다.

## 2. 기존 기술수준평가 사례 및 한계

전략적 기술기획의 일환으로 다양한 기술수준평가가 국내외의 여러 전문기관에 의해서 수행되어왔다.

미국은 과학기술정책국, 국방부, 방위과학위원회, 상무성 등에서 자국의 중요기술, 주요산업, 국방기술 등에 대한 기술수준평가를 시행해왔다. 최근의 연구로는 Rand Corporation에서 수행한 ‘U.S. Competitiveness in Science and Technology(2008)’<sup>1)</sup>가 있는데, 국방장관실의 의뢰로 미국이 과학기술선도국가의 위치를 유지하고 있는지에 대한 정보를 얻기 위하여 각종 관련 데이터를 국가별로 비교하였다. 일본의 경우 과학기술기본계획 수립을 위한 사전작업으로 기술수준조사를 시행하고 있으며, 이 조사에서 자국의 핵심기술에 대한 기술수준을 정량적·정성적 방법으로 평가하고 있다. 또한 과학기술정책연구소(NISTEP)에서 정기적으로 ‘Science and Technology Indicator’를 발간하면서, 자국의 과학기술 분야의 현황을 분석하여 관련 정책적 판단을 원활하게 하기 위한 목적으로 일본의 과학기술의 다양한 지표와 수준을 조사한 과학기술지수를 작성하고 있다.

국내의 경우, 연구수행기관이 다루는 기술 범위와 방법에 따라 각각의 기술수준평가는 다양한 특징을 보인다(표 1). 우선 KISTEP에서는 과학기술기본법<sup>1)</sup>에 의거하여 국가가 중점적으로 개발해야하는 기술에 대한 수준평가를 2003년부터 진행하였으며, 2008년 이전의 연구로는 과학기술예측조사의 결과로 도출된 ‘미래 국가유망기술21’에 대한 기술수준조사(2006)가 수행된바 있다. 정보통신연구진흥원(IITA)<sup>2)</sup>에서는 정보통신연구개발관리규정에 따라 국가 IT 연구개발 기획의 신뢰성과 객관성을 확보하기 위한 IT 핵심기술의 기술수준조사(2008)를 수행하였다. 한국산업기술평가원(ITEP)<sup>3)</sup>은 산업 전 분야에 걸쳐 핵심산업기술의 수준을 조사분석하였으며(2006), 산업연구원(KIET)은 제조업을 비롯한 우리나라의 산업별 전체기술수준 및 기술동향에 대하여 조사하였다(2006). 그 외에 국방과학기술에 대한 수준조사(2008)를 수행한 국방기술품질원(DTaQ), 기상기술력의 수준을 조사한 기상청의 사례와 같이 기관에 따라 특화된 분야에 대하여 집중적으로 기술수준을 분석한 조사 또한 존재한다.

여러 국내외의 기술수준평가 사례들은 대상기술, 조사기관, 결과활용 등에 있어 다양한 차이를 보임에도 불구하고, 분석방법에 있어서는 대체로 비슷한 방법을 사용하면서 공통적인 한계를

1) 제14조2항. “정부는 과학기술의 발전을 촉진하기 위하여 국가적으로 중요한 핵심기술에 대한 기술수준을 평가(이하 “기술수준평가”라 한다)하고 해당 기술수준의 향상을 위한 시책을 세워 추진하여야 한다.”

2) 현 정보통신산업진흥원

3) 현 한국산업기술평가관리원

〈표 1〉 국내 기술수준평가 사례 비교

수행기관 (연도)	대상기술	조사방법	분석방법	결과활용
KISTEP (2006)	21개 미래 국가유망기술	단체 대상 설문조사	최고 대비 상대비교	국가유망기술 확보전략 수립
IITA (2008)	IT 203개 세부기술	전문가 패널 및 온라인 설문조사	최고 대비 상대비교	기술전략 수립 및 우선순위 결정 등
ITEP (2006)	874개 핵심 산업기술	전문가 설문조사	최고 대비 상대비교	취약 산업기술 및 미래유망 산업기술 분야 파악
KIET (2007)	제조업 산업별 전체 기술	제조업체 대상 온라인 설문조사	최고 대비 상대비교	미시산업통계 구축
DTaQ (2008)	단위무기체계 구성 3,899개 기술	인터넷 기반 델파이 조사	선진국 대비 상대비교	합동군사전략목표기획서 및 국방연구개발정책서 기초자료
기상청 (2006)	기상서비스 44개 소분류	객관적 지표 조사	기상기술력지표 작성	국가기상기술 정책·전략 수립 기초자료

가지고 있다. 대부분의 사례들이 기술수준을 정량적으로 표현하기 위하여 델파이를 비롯한 설문조사 기반의 조사방법을 사용하였는데, 이 때 조사시점(또는 미래시점)에서 해당 기술의 최고기술보유국(또는 최고기술보유 예상국)을 기준으로 평가 대상의 수준을 질문한다는 점이 그것이다. 즉 각 평가대상들 간의 상대 비교가 이뤄지는 정태적인 평가방식을 유지하고 있다. 그러나 최고기술보유국의 기술수준 역시 시간이 흐를수록 변화하기 때문에 평가 시점이 달라짐에 따라 기준이 되는 지점 역시 바뀌게 되므로, 이러한 방식으로는 시계열적인 분석이 불가능하다. 다시 말해서 특정 연도에 우리나라의 기술수준이 최고기술보유국의 70%이었고 일정 시간이 흐른 뒤의 재조사에서는 80%라는 결과를 얻었다하더라도, 두 수치는 서로 다른 시점의 최고기술보유국이 갖는 기술수준에 대하여 각각 상대적인 기술수준을 나타내는 것일 뿐이므로 서로 직접적인 비교는 불가능한 것이다. 또한 이런 식의 상대적인 기술수준 도출은 특정 시점에서 해당 기술이 절대적으로 기술발전의 어떤 단계에 있는지에 대한 정보를 제공해주지 않기 때문에, 기술개발을 위한 적절한 전략을 수립하는 것이 어렵게 된다. 이제 도입되는 기술과 성장기의 기술, 성숙기의 기술에 같은 개발전략을 적용할 수는 없는 것이다. 따라서 기술을 둘러싼 환경과 기술 자체가 항상 변화하는 동태적 특성을 가지고 있다는 것을 감안하고, 정확한 시계열 분석과 기술개발전략을 효과적으로 수립하기 위해서는 기술수준의 분석에도 동태적 방법론을 적용하여, 비교 대상의 정확한 기술 수준과 기술 발전단계 상의 위치를 파악할 필요가 있다(Byeon, 2009). 이를 수행하기 위하여 필요한 정확한 정보를 얻기 위해서는 현 시점의 기술수준뿐만 아니라 기술발전 속도, 궁극적인 수준에 이르기까지 남은 시간, 기술 발전 경로 등의

항목 역시 파악하여야만 하며, 그 이후에야 기술선점·확보 등을 위한 전략적 기획이 가능해진다(박병무, 2007).

## II. 기술수준평가(KISTEP, 2008)

### 1. 기술성장모형

기술의 동태적인 성장은 보통 기술성장모형을 통해서 설명할 수 있다. 기술성장모형(Technology Growth Model)이란 도입기-성장기-확장기-성숙기-쇠퇴기로 이어지는 기술수명 주기에 따라 단일 기술이 성장하는 모습을 보여주는 모델로서, 방법론으로는 곡선적합(Curve Fitting)과 시스템 다이내믹스 시뮬레이션(System Dynamics Simulation) 방법으로 구분된다. 이 중 시스템 다이내믹스 시뮬레이션 방법은 기술을 둘러싼 환경을 시스템 모형으로 구조화한 뒤, 시스템 내에서 각 환경들이 상호작용을 주고받으면서 동적으로 변화하는 양상을 추정하는 방법이다. 다양한 변수를 고려할 수 있다는 장점이 있지만, 기술 환경 전체를 개별적인 변수로 만들어 구조화하는 것이 사실상 불가능하기 때문에 활용도는 높지 않다(국방기술품질원 & 한국과학기술기획평가원, 2009) 따라서 본 논문에서는 기술성장모형의 방법론 중에서도 곡선적합 모형을 이용한 동태적 기술수준평가 방법에 집중하고자 한다.

곡선적합방법은 단일 기술의 성장이 수리모형을 따른다는 가정에서 출발하며, 시간의 흐름에 따라 기술 수준이 변화하는 정도로부터 해당 기술의 발전 양상과 확산속도를 추정할 수 있다. 기술 발전이 S-curve를 따른다는 모형에서부터 여러 개의 기술이나 제품이 상호경쟁 또는 상호작용을 주고받으면서 공진화한다는 모형까지 다양하게 존재하지만, S-curve 모형이 기술의 발전을 단순화하여 평가할 수 있도록 해준다는 점에서 큰 장점을 갖고 있다. S-curve 모형에는 초기모델인 Bass 모형, 대표적인 모델로 꼽을 수 있는 Pearl 모형과 Gompertz 모형, 그리고 Fisher-Pry 모형 등이 존재하며(박용태, 2006), 이들 사이에는 ‘기술이 과거 발전했던 경로와 앞으로 발전해갈 경로 사이의 관계를 어떻게 설정하는가’ 등의 요소에서 차이점이 나타난다.

대표 모델인 Pearl 모형과 Gompertz 모형을 중심으로 살펴보면, Pearl 모형은 조사 대상이 되는 기술의 변화 속도가 ‘지금까지 이룬 발전(y)’과 ‘도달해야하는 최고치(L)까지 남은 차이(L-y)’의 곱으로 표현되며, 이는 기술의 발전이 과거의 발전 정도와 앞으로의 발전양상 모두에게서 영향을 받는다는 것을 뜻한다(표 2). 이에 반해 Gompertz 모형에서는 대상 기술의 발전

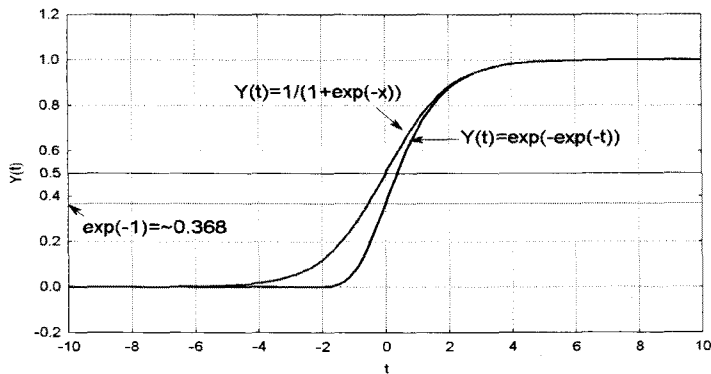
속도가 ‘지금까지 이룬 발전(y)’과 ‘최고치(L)’의 비율(y/L)로 표현된다. 이 때 만약 현재의 수준이 최고치의 절반을 넘어섰다면( $y \geq \frac{L}{2}$ ), 발전 속도는 현재의 수준과 최고치와의 차이(L-y)로 바뀌어 표현될 수 있다. 즉 Gompertz 모형에서의 기술 발전은 과거의 발전 양상보다는 앞으로 발전할 모습에 영향을 받는다는 것이다. 다시 말해서 이 두 모델의 차이점은 현재의 발전이 미래의 발전 속도에 영향을 주는가의 여부에 있다고 할 수 있다. 따라서 Pearl 모형은 인구 증가를 예측하는 등 과거와 미래의 상관관계가 뚜렷한 부분에서 활용할 수 있으며, Gompertz 모형은 슈퍼컴퓨터 속도의 변화 양상과 같이 현재의 성능이 발전 속도에 영향을 주지 않는 기술에서 적절한 결과를 보여준다.

〈표 2〉 Pearl 모형과 Gompertz 모형의 수식 비교(변순천, 2008)

모형	Pearl곡선	Gompertz곡선
함수	$Y(t) = \frac{L}{1 + \alpha e^{-\beta t}}$	$Y(t) = L e^{-\beta e^{-\alpha t}}$
1차미분 (기울기)	$\frac{\beta y(L-y)}{L}$	$-\beta \alpha y \ln \frac{y}{L}$ ( $y \geq L/2$ 일 때, $\beta \alpha (L-Y)$ 로 근사)
발전속도 결정요인	Y(L-Y): 지금까지의 발전과 최고치까지 남은 차이의 곱	Y/L : 현재의 수준과 최고치의 비율 ( $y \geq L/2$ 일 때, L-Y : 현재의 수준과 최고치의 차이)

L : 기술이 발전할 수 있는 이론적/실질적 상한치  
 $\alpha$  : 변곡점까지 도달하는 시간, 기술수준의 정도에 영향을 줌  
 $\beta$  : 선의 기울기, 기술의 발전 속도에 영향을 줌

(그림 1)에서 볼 수 있듯이 함수에 의하여 표현되는 두 모델의 그래프는 초기 발전 속도 및 변곡점을 중심으로 한 변화양상에서 확연한 차이를 나타낸다(그래프는 모든 모수를 1로 가



(그림 1) Pearl 모형(위, 붉은 선)과 Gompertz 모형(아래, 파란 선)의 그래프 비교

정하였을 때이며,  $t=0$ 일 때가 변곡점이다). 과거의 기술발전이 미래의 발전에도 영향을 주는 Pearl 모형의 그래프는 변곡점을 기준으로 대칭이 이뤄지지만, 그렇지 않은 Gompertz 모형에서는 비대칭의 모습이 나타나며 상대적으로 빠른 초기 발전 속도를 보인다. 즉 모형이 보여주는 특징과 분석 대상 기술의 특성이 잘 어울리는 모형을 선택하여야 한다. Pearl 모형은 기술이 초기의 도전을 견디고 살아남아 발전한 뒤 경쟁에 의하여 성장이 느려지는 양상을 설명하며, Gompertz 모형은 발전 초기에 급격히 성장하는 혁신적 기술발전을 잘 보여주는 모델이다(김병수, 2008).

## 2. 중점과학기술의 기술수준평가

### 1) 2008년 기술수준평가 개요

2008년 KISTEP과 교육과학기술부는 중점과학기술에 대한 기술수준평가를 실시하였다. 평가대상이었던 ‘중점과학기술’은 제2차 과학기술기본계획(2007.12)에 포함된 100대 중점과학기술을 이명박 정부의 과학기술기본계획(교육과학기술부&한국과학기술기획평가원, 2008)으로 수정하면서 90개로 조정한 기술들로서, 10대 분야와 364개 세부기술로 구성되어 있다(표 3).

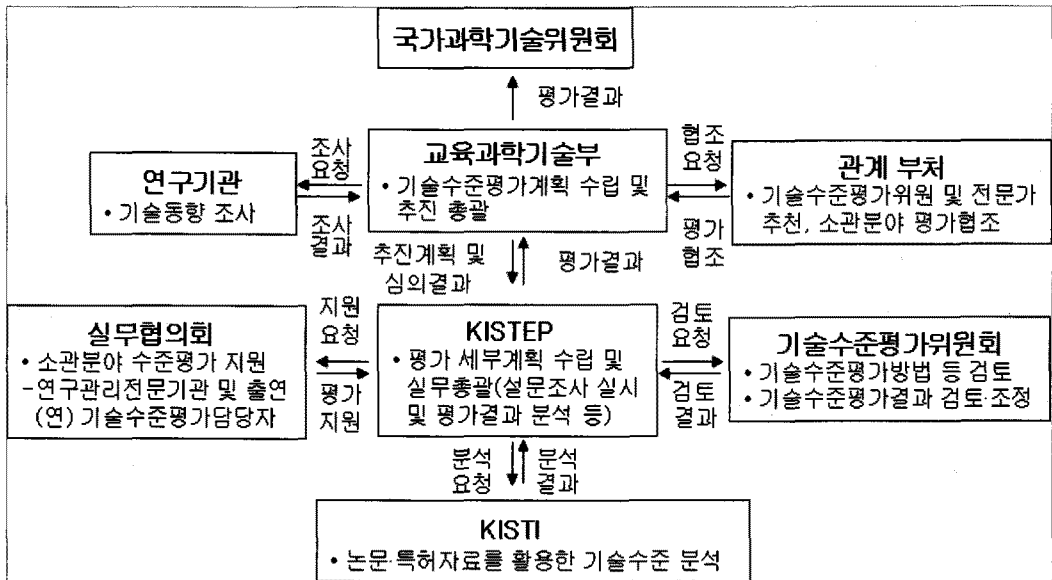
〈표 3〉 90개 중점과학기술 분류

분야	중점과학기술(개)	세부기술(개)
전자·정보·통신	15	57
의료	11	45
바이오	12	45
기계·제조공정	7	32
에너지·자원	11	59
우주·항공·해양	8	30
환경·기상	8	33
나노·소재	5	15
건설·교통	10	38
재난·재해	3	10
총합	90	364

90개 중점과학기술과 각 중점과학기술에 속한 세부기술들 364개를 개별적으로 평가대상 기술로 하여, 이로부터 각 분야 및 전체기술수준을 도출할 수 있었다.



(그림 2)에서 볼 수 있듯이 KISTEP과 교육과학기술부가 본 기술수준평가를 총괄 진행하였으며, 기술수준평가위원회와 실무협의회가 구성되어 기술수준평가 과정에 대한 검토와 의견 제시 등을 담당하였고, 최종 평가결과는 국가과학기술위원회의 운영위원회에 보고되었다 (2009.11.25).

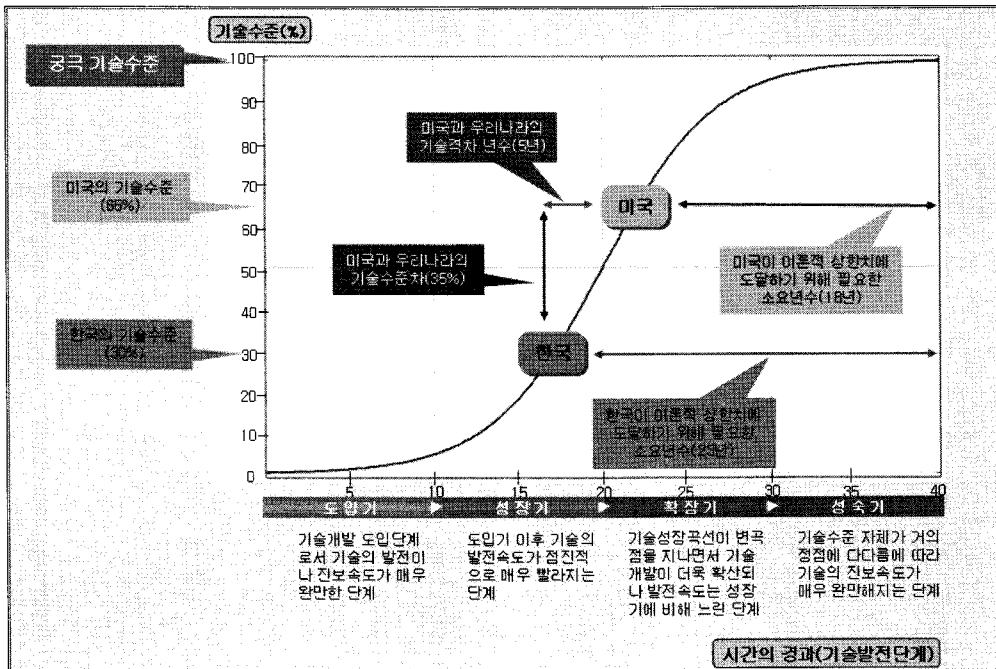


(그림 2) 2008년 기술수준평가 추진체계

각 기술의 수준을 평가하기 위한 방법으로 2차에 걸친 온라인 델파이를 사용하였으며, 이때 본설문에서의 응답률을 제고하고, 응답가능인원 수를 파악하여 전문분야별로 안내하기 위하여 예비설문을 사전 실시하였다. 그 결과 예비설문에서는 4,781명이 31,941개 기술을 평가할 수 있다고 응답하였으며, 본설문이 시작되는 1차 설문에서는 2,816명이 9,985개 기술에 대하여, 2차 설문에서는 1,943명이 5,277개 기술에 대하여 평가하였다. 델파이에 참여한 전문가들은 주로 KISTEP을 비롯한 연구관리전문기관의 인력 DB나 전문가 사이의 상호추천에 의하여 확보되었으며, 해외 거주 한인 과학기술자까지 포함하고 있었다. 전문가들의 정확한 응답을 돕기 위하여 기술동향조사서와 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 분석한 중점과학기술 및 세부기술의 논문·특허 분석자료를 제공하였다. 전문가들은 각 기술들에 대하여 주요 나라들(한국, 미국, 일본, 중국, EU)의 현재와 5년 후의 기술수준 및 기술개발 소요시간, 주요 나라들의 현재 기술수준 달성에 기여한 주요 요인, 기술의 확보와 추적을 위한 방안, 기술수준 향상 및 기술력 제고를 위해 필요한 핵심기술, 해당 기술의 개발에 장애가 되는 요인, 기타

제언 사항 등에 대하여 응답하였다.

설문결과와 분석에서는, 전술하였듯이 기존 기술수준평가에서 사용한 분석방식의 한계를 극복하기 위하여, 최고 기술보유국과의 상대비교가 아닌 해당 기술의 ‘궁극 기술수준(해당 기술의 수준이 최고 정점이 도달한 상태 또는 해당 기술의 이론적 상한치)’을 기준으로 하는 절대평가 방식을 도입하였다. 또한 동태적 기술수준 발전 양상을 파악하기 위하여 기술성장모형을 활용하였는데(그림 3), 기술 개발을 뒤따르고 있는 나라의 경우 선도적으로 개발한 기술선진국의 기술발전경로를 따르는 것이 일반적이므로, 각 나라들의 기술수준이 기술 별로 동일한 성장곡선 위에 위치한다는 가정을 설정할 수 있는 것이다(김병수, 2009).



(그림 3) 기술성장모형을 활용한 평가사례

각 나라별로 해당 기술에 대한 전문가들의 수준평가를 종합하여 Pearl 모델과 Gompertz 모델을 적용한 해당 기술의 성장곡선을 추정하였으며, 이 곡선을 토대로 기술수명주기, 기술 발전속도 등을 산출할 수 있었다. 성장곡선을 추정하기 위해서는 델타이를 통해 얻은 데이터(2008년과 2013년에 추정된 각 나라별 기술수준 및 기술개발소요시간)를 각 모델에 곡선적합(fitting)시키는 과정이 필요하다. 앞서 언급했듯 모든 국가들의 기술 성장 과정이 기술별로 같은 기술성장곡선 상에 위치한다고 가정했기 때문에, 이 때 사용할 수 있는 데이터는 5개 국가

의 2개년에 걸친 평가결과로서 총 10개가 된다. 이 데이터들을 x축에는 기술개발소요시간, y축에는 기술수준으로 설정하여 그래프에 표시한 뒤, 선택한 모델에 따라 곡선적합을 하게 된다. 곡선적합은 선형회귀분석(linear regression)을 활용하였는데, 본 논문에서는 통계 프로그램(Origin 8.0)을 사용하였다(김병수, 2010). 도출된 결과들을 검증하기 위하여 중점과학기술별로 전문가와의 심층인터뷰를 진행하였으며, 이 때 해당 기술의 확보·추격을 위한 방안 등에 대하여 별도의 의견 수렴을 수행하였다.

## 2) 2008년 기술수준평가 결과

### (1) 총괄

해당 기술이 이를 수 있는 궁극의 기술수준을 100%로 했을 때 2008년 현재 우리나라가 보유하고 있는 전체 과학기술의 수준은 56.4%, 최고기술보유국과의 기술격차는 6.6년인 것으로 나타났으며(표 4), 2013년 우리나라의 기술수준은 63.5%로 상승하며 기술격차 또한 6.3년으로 줄어들 것으로 예측되었다. 최고기술보유국으로 나타난 미국의 2008년과 2013년의 기술수준 역시 각각 76.6%, 80.9%로서, 최고기술보유국의 수준이 아닌 궁극의 기술수준을 기준으로 절대평가를 시행한 본 기술수준평가의 특징에서 기인한 것이다. 각 나라별 기술수준과 기술격차의 변화를 봤을 때 2008년에 비하여 2013년에 한국과 중국은 미국과의 기술격차가 줄어들지만, 일본과 EU는 오히려 확대될 것으로 예상되었다. 이는 미국이 과학기술선도국의 위치를 확고히 하는 상황에서 한국과 중국은 미국보다 빠른 속도로 과학기술 발전을 이루지만, 일본과 EU는 반대로 격차를 오히려 넓히게 된다는 것을 나타낸다. 이번 기술수준평가에 참여한 전문가들은 우리나라의 과학기술 수준이 주요나라들에 비하여 빠르게 향상될 것으로 예상하고 있는 것이다.

〈표 4〉 전체 중점과학기술의 주요 나라별 기술수준 및 기술격차

	2008년		2013년	
	기술수준(%)	기술격차(년)	기술수준(%)	기술격차(년)
한국	56.4	6.6	63.5	6.3
미국	76.6	0.0	80.9	0.0
일본	70.4	1.7	75.5	2.0
중국	46.9	9.3	54.9	8.7
EU	72.9	1.1	77.6	1.4

기술수준의 달성과 향상에 관련된 9개 주요요인에 대하여 5점 척도로 평가한 결과(표 5), 전 요인에서 우리나라의 평가결과가 최고기술보유국에 대한 평가에 비하여 다소 낮게 나타났다. 우리나라의 전체 기술수준이 최고기술보유국에 미치지 못 하는 현실을 반영한 것이었다. 각 나라에 대한 각 요인들의 기여를 좀 더 세밀하게 분석하기 위하여 각 나라별 요인들의 상대적 비교를 수행하였다. 그 결과 우리나라와 최고기술보유국 모두 ‘전문인력’과 ‘연구자금’의 기여가 가장 중요한 것으로 나타난 반면, ‘실용화지원’과 ‘국내수요’는 두 나라에서 모두 중요하지 않게 평가되었다. 그 외 ‘정보인프라’, ‘제도정책’, ‘산학연협력’ 등은 기술개발 요인으로서의 비중이 비슷하게 평가되었다. 즉 평가 참여 전문가들은 인력확충과 자금지원을 과학기술의 발전을 위하여 기본적으로 갖춰야하는 핵심요소로 인식하고 있음을 알 수 있다. 다만 최고기술보유국에 비하여 한국의 경우 연구자금보다 전문인력의 기여가 훨씬 높게 평가되었다. IMD(International Institute for Management Development)의 조사에 따르면 우리나라의 총 연구개발투자비는 1위 미국의 8%, 2위 일본의 19%에 지나지 않았지만, 총 연구개발인력의 수는 1위 중국의 14%, 2위 일본의 25%로서 연구개발투자비에 비하여 높은 비중을 나타내었다(한국과학기술기획평가원, 2010). 세계 수준과 비교하여 전문인력은 연구자금보다 약 1.5배가량 확충되어 있는 것이다. 즉 한국의 과학기술 연구개발에서는 최고수준에 미치지 못하는 연구개발비를 전문인력의 장점을 활용하여 극복하는 것이라 볼 수 있을 것이다.

〈표 5〉 전체 중점과학기술의 최고기술보유국과 우리나라의 요인별 평가

	전문 인력	연구 자금	정보 인프라	제도 정책	산학연 협력	국제 협력	기초 지원	실용화 지원	국내 수요	평균
최고기술 보유국	4.6 (1.12) <sup>4)</sup>	4.5 (1.09)	4.2 (1.02)	4.2 (1.02)	4.1 (1.00)	3.5 (0.85)	4.0 (0.97)	4.0 (0.97)	4.0 (0.97)	4.12 (1.00)
한국	4.1 (1.20)	3.6 (1.05)	3.5 (1.02)	3.4 (0.99)	3.4 (0.99)	3.3 (0.96)	3.1 (0.91)	3.2 (0.94)	3.2 (0.94)	3.42 (1.00)

최고기술보유국과 우리나라의 기술발전 요인에 있어 공통된 요소가 있었지만, 분명한 차이점 역시 나타났다. 각 요인의 상대적 평가에서 최고기술보유국에서는 ‘기초지원’이 상대적으로 높고 ‘국제협력’은 낮은 결과를 보였지만, 우리나라에서는 정반대의 결과가 드러난 것이다. 과학기술개발에 있어 후발국가로서 외국의 선진기술을 도입해야하는 우리나라의 현실을 반영한 평가결과라고 할 수 있다.

4) ( ) 내의 수치는 9개 요인의 5점 척도 평가 결과의 평균과 비교한 최고기술보유국과 한국 각각에서 요인의 상대적 비중임.

(2) 바이오 분야 평가

바이오칩·센서기술 등 12개 기술이 속해있는 바이오 분야는 전체 중점과학기술에 비하여 상대적으로 낮은 수준 및 큰 격차를 가진 것으로 평가되었다(표 6). 2013년의 예상 기술수준과 기술격차는 바이오 분야에서도 최고기술보유국 추격 양상을 보였지만 예상 격차는 여전히 전체 기술의 평균보다 컸다. 즉 바이오 전문가들은 정보·전자·통신 등 기타 9개 분야(재난·재해분야 : 66.1%)에 비하여 우리나라의 기술이 궁극의 기술수준에 크게 미치지 못하며, 최고기술보유국과의 격차 역시 현재와 미래에 모두 상대적으로 넓게 유지되고 있으리라 예상하고 있다.

〈표 6〉 바이오 분야의 주요 나라별 기술수준 및 기술격차

	2008년		2013년	
	기술수준(%)	기술격차(년)	기술수준(%)	기술격차(년)
한국	52.4	7.3	59.8	6.9
미국	76.7	0.0	80.4	0.0
일본	63.9	3.3	70.8	3.3
중국	45.3	9.8	53.4	8.7
EU	69.7	1.9	74.2	2.2

〈표 7〉 바이오 분야의 최고기술보유국과 우리나라의 요인별 평가

	전문인력	연구자금	정보인프라	제도정책	산학연협력	국제협력	기초지원	실용화지원	국내수요	평균
최고기술보유국	4.8 (1.12)	4.6 (1.07)	4.5 (1.05)	4.2 (0.98)	4.2 (0.98)	3.8 (0.88)	4.5 (1.05)	4.0 (0.93)	4.1 (0.95)	4.30 (1.00)
한국	4.1 (1.26)	3.6 (1.10)	3.4 (1.04)	3.1 (0.95)	3.1 (0.95)	3.0 (0.9)	3.1 (0.95)	3.0 (0.9)	2.9 (0.89)	3.26 (1.00)

이는 기술수준 달성 및 향상에 관련된 주요요인에 대한 평가(표 7)에서도 반복되어 나타난다. 9개 요인에 대한 우리나라의 평가값이 전체 기술과 비교하였을 때 대부분 하락하였을 뿐만 아니라, 최고기술보유국과의 격차 역시 크게 확대되었다. 바이오 분야에서의 상대적으로 낮은 기술수준이 특별히 어느 한 요인 때문이라기보다는 전반적인 역량 부족에서 기인하였음을 나타내는 것이다. 비록 ‘전문인력’, ‘기초지원’의 항목에서는 전체 기술의 경우와 같은 수치를 기록하였으나, 해당 요인에서 최고기술보유국은 전체 기술일 때보다 더 높아진 평가를 받았음을 상기할 때 실질적으로는 하락하였다고 볼 수 있을 것이다. 다만 특

기할만한 점은 우리나라에서 ‘연구자금’이 전체 요인 중에서 차지하는 비중이 크게 확대되었으며, ‘기초지원’은 우리나라와 최고기술보유국 모두에서 높아진 평가를 받았다는 점이다. 바이오 분야에서 기초과학의 중요성과 장기적이고 지속적인 투자 확대 계획(과학기술부&한국과학기술기획평가원, 2007)에 따른 생명공학 분야에의 정부투자 대폭 확대(연증가율 26%, 생명공학정책연구센터, 2009))가 바이오 분야의 기술수준 향상에 실질적으로 기여하였음을 보여준다.

또 하나 바이오 분야의 특징적인 결과는 기술개발 주요주체에 대한 분석으로부터 확인할 수 있다. 10대 분야 중에서 기술개발을 산업체가 책임져야한다는 비율<sup>5)</sup>이 가장 낮게 나타난 반면(전체기술 : 77%, 바이오 : 62%, 건설·교통(최고값) : 89%), 학계의 비율<sup>6)</sup>은 높은 수준을 기록한 것이다(전체기술 : 70%, 바이오 : 78%, 에너지·자원(최저값) : 48%). 전술한 바와 같이 학계와 연구소에서의 연구개발을 통해 바이오 분야의 기초를 강화해야 한다는 필요성을 강조함과 동시에, 대표적 바이오산업이라 할 수 있는 제약 산업에서 세계적 수준의 매출을 기록하는 기업이 전무한 우리나라의 현실을 반영한다(생명공학정책연구센터, 2009). 바이오 분야에 속하는 중점과학기술에 따라 다소 다른 결과가 도출될 수 있지만, 바이오 분야의 일반적 특징을 보여주는 평가결과라 할 수 있다.

### III. 바이오칩·센서기술의 수준

#### 1. 중점과학기술(바이오칩·센서기술)의 기술수준 평가결과

바이오칩·센서기술은 ‘유비쿼터스 인프라를 바탕으로 질병이나 건강에 관련된 각종 정보를 실시간으로 감지하고 처리/분석하며 사용자나 의료기관 등에 피드백 함으로써 건강을 관리하여 언제 어디서나 맞춤형 진료 및 전문적인 건강 모니터링을 가능하게 하는 기술’로 정의된다. 이번 기술수준평가의 10대 분야 중 바이오 분야에 속해있으며, 본 기술 외 11개의 기술이 추가로 이 분야를 구성하고 있다. 바이오 분야의 12개 중점과학기술 각각의 2008년과 2013년에 해당하는 기술수준 및 기술격차 현황/예상 수치를 <표 8>에 나타내었다.

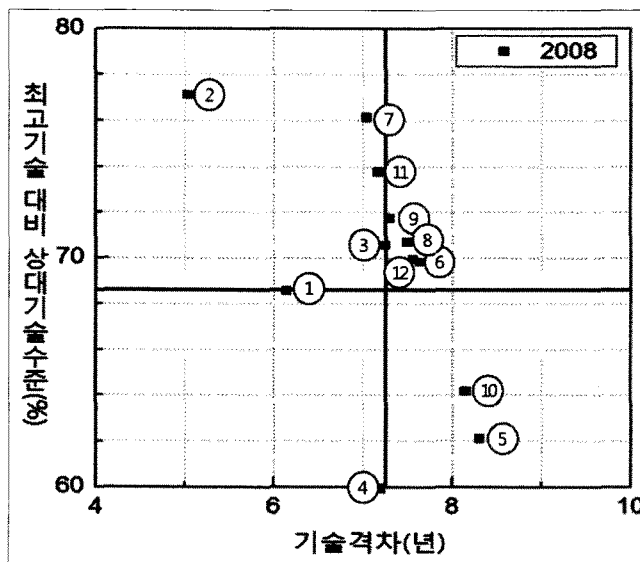
바이오칩·센서기술은 2008년 현재 바이오 분야의 중점과학기술 중 최고기술보유국(미국)과의 기술격차가 작은 기술 중 하나였으며, 이러한 양상은 2013년에도 비슷하게 나타날 것으로

5) 전체 응답 중 산업체 단독, 산·학, 산·연, 산·학·연 등의 총합이 차지하는 비중

6) 전체 응답 중 학계 단독, 산·학, 학연, 산·학·연 등의 총합이 차지하는 비중

〈표 8〉 바이오 분야 중점과학기술의 기술수준 및 기술격차

중점과학기술	2008년			2013년		
	기술수준(%)		기술 격차 (년)	기술수준(%)		기술 격차 (년)
	한국	최고기술 보유국		한국	최고기술 보유국	
1. 바이오 칩·센서기술	51.5	75.1	6.1	60.1	78.4	4.3
2. 줄기세포 응용기술	58.7	76.1	5.0	65.2	79.8	4.7
3. 세포 기능 조절기술	55.4	78.5	7.2	62.9	80.3	6.6
4. 생체정보 응용·분석기술	42.6	71.5	7.2	51.7	77.5	7.8
5. 유전체 응용기술	49.6	79.9	8.3	57.2	83.2	8.8
6. 단백질·대사체 응용기술	51.2	73.3	7.6	58.2	79.2	7.4
7. 생물 소재 및 공정기술	60.2	79.1	7.0	66.7	83.5	6.1
8. 농수축임산물 자원 개발 및 관리기술	55.2	78.2	7.5	62.7	82.6	7.3
9. 동식물 병해충 예방 및 방제기술	55.5	77.4	7.3	61.8	81.5	6.4
10. 해양생물자원 보존 및 해양생명공학 이용기술	46.3	72.1	8.1	56.4	77.4	8.8
11. 식품자원 활용 및 관리기술	57.1	77.4	7.2	61.7	79.3	5.8
12. 식품 안전성 평가기술	55.3	79.0	7.6	62.4	81.5	6.1



(그림 4) 최고기술보유국 대비 우리나라의 상대적 기술수준 및 기술격차<sup>7)</sup>

예상되었다. 그러나 중국의 기술수준을 기준으로 할 때 최고기술보유국과의 기술수준 차이 (23.6%)는 ‘유전체 응용기술(30.3%)’ 및 ‘생체정보 응용·분석기술(28.9%)’과 함께 가장 크게 벌어져 있었다. 이러한 결과는 최고기술보유국을 기준으로 한 상대적 기술수준 및 기술격차를

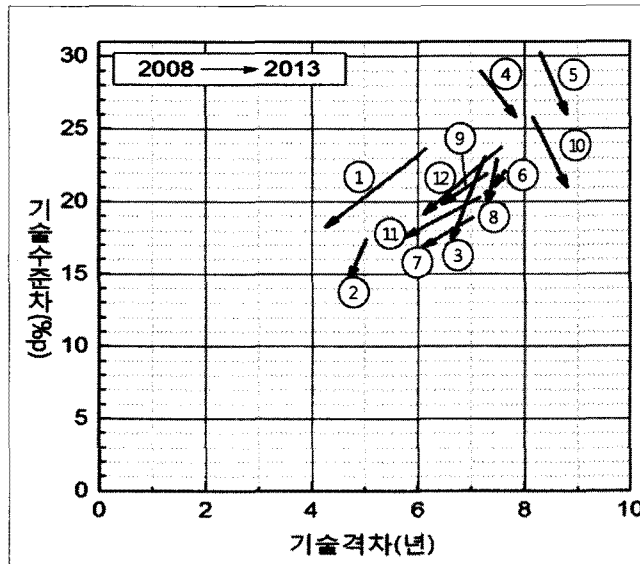
분석하였을 때도 마찬가지로 나타나는데(그림 4), 바이오칩·센서기술은 기술수준에서는 상대적으로 하위에 위치하지만 기술격차는 왼쪽에 치우친, 즉 격차가 작은 기술임을 알 수 있다. 모순적으로 보이는 바이오칩·센서기술의 큰 기술수준 차이와 작은 기술격차는 이 기술이 세계적으로 개발되기 시작한지 얼마 되지 않은 Emerging Technology이며(Andrew, D.L., 2005), 바이오칩을 활용하는 관련 시장 또한 충분히 성숙되지 않았기 때문으로 보인다. 다시 말해서 기술수준의 차이가 크더라도 기술 자체가 빠르게 발전하므로, 전통적이며 이미 완성된 다른 기술들에 비하여 수준 차이를 따라잡는데 필요한 시간은 짧게 걸리는 것이다. 역시 Emerging Technology라 할 수 있는 ‘생체정보 응용·분석기술’ 역시 상대적으로 작은 기술격차(7.2년)를 보이며, 반대되는 양상, 즉 기술수준 차이에 비하여 큰 기술격차를 나타내는 기술인 ‘식품 자원 활용 및 관리기술(기술수준 차이 : 20.3%, 기술격차 : 7.2년)’과 관련된 식품과학기술이 상대적으로 전통적인 분야라는 점은 이러한 결론이 합리적임을 보여준다. 또한 바이오칩·센서기술의 빠른 기술발전 속도와 작은 기술격차는 이 기술이 세계최고수준에 도달할 수 있는 가능성을 제시한다.

세계최고수준으로의 성장 가능성을 가지고 있는 바이오칩·센서기술의 특징은 2013년의 기술수준을 예측해보았을 때에도 명확하게 드러난다. 우리나라의 바이오 분야 중점과학기술들은 5년 동안 평균 7.4%의 수준 향상을 보이는데, 바이오칩·센서기술은 8.6% 상승하여 ‘해양 생물자원 보존 및 해양생명공학 이용기술(10.1%)’ 및 ‘생체정보 응용·분석기술(9.1%)’과 함께 가장 큰 상승세를 나타낼 것으로 예측되었다. 기술 수준의 높은 향상에 힘입어 2008년 기준 바이오 분야의 12개 중점과학기술 중 3번째로 컸던 최고기술보유국과의 기술수준 차이가 2013년에는 5번째로 작은 수준(18.3%, 줄기세포 응용기술(최저치) : 14.6%, 유전체 응용기술(최고치) : 26%)까지 좁혀지게 된다. 이 5년 동안 최고기술보유국의 기술수준을 추격한 정도는 ‘세포 기능 조절기술(5.7%)’에 이어 두 번째에 해당하는 수준(5.3%)으로, 최고기술보유국에 비하여 우리나라에서 바이오칩·센서기술의 발전이 빠르게 이뤄질 것임을 나타낸다. 4.3년으로 좁혀지는 기술격차 역시 2013년 기준 바이오 분야의 중점과학기술 중 가장 작은 기술격차(평균 6.9년)이며, 이미 2008년에 기술격차가 작은 기술 중 하나였음에도 불구하고 추격할 기술격차의 크기가 가장 크게 나타났기도 하다(-1.8년, 평균 -0.5년). 즉 현재에도 기술수준에 비하여 작은 기술격차를 나타내는 기술이면서, 미래에 빠른 기술발전을 이룸으로써 기술수준의 향상과 기술격차의 축소를 동시에 이루는 특징을 보여주는 것이다.

2013년까지의 5년 동안 바이오 분야 12개 중점과학기술들이 기술수준과 기술격차에서 변화하는 추이를 (그림 5)에 나타내었다. 우리나라보다 최고기술보유국의 발전 속도가 빨라 기

7) 세로축은 최고기술보유국에 상대적인 우리나라의 기술 수준이며, 실선은 바이오분야 중점과학기술들의 평균값임. 각 번호는 <표 8>의 기술별 번호를 나타냄.





(그림 5) 중점과학기술들의 기술수준 차이 및 기술격차 변화 추이<sup>8)</sup>

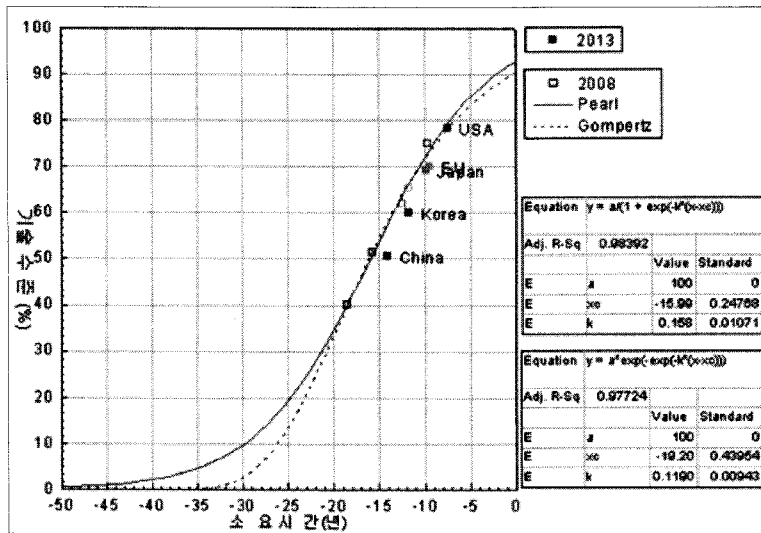
기술수준 차이의 축소에도 불구하고 기술격차는 벌어지는 기술들(4.생체정보 응용·분석기술, 5. 유전체 응용기술, 10.해양생물자원 보존 및 해양생명공학 이용기술)도 있지만, 바이오칩·센서 기술(1)은 눈에 떨 정도로 기술수준 차이와 기술격차 모두 좁힐 것으로 예측된다는 사실을 알 수 있다. 이 역시 전술한 바이오칩·센서기술의 특징을 뒷받침한다.

논문·특허 분석결과를 통해 우리나라에서 바이오칩·센서기술이 빠르게 성장하는 원인을 파악할 수 있다. 최근 10년(1998-2007) 동안 이 기술분야에서 우리나라의 발표 논문 점유율은 7위(4.34%)였으며, 활동도 지수<sup>9)</sup>는 대만에 이은 세계 2위(1.601)로 나타났다. 즉 우리나라에서 해당 분야에 대한 연구 활동이 절대적으로 활발할 뿐만 아니라, 전체 과학기술분야에 대한 상대적인 비교에서도 집중적인 연구가 이뤄지고 있음을 알 수 있다. 특허의 경우 점유율이 더 높아 세계 3위(7.75%)를 기록하였으며 특허활동도 지수 역시 5위(1.046) 수준으로 나타나, 활발한 연구 활동이 특허출원으로 이어지는 형태를 보여주고 있다. 이렇듯 집중적으로 이뤄지는 기초·산업 연구가 기술수준 향상과 기술격차 축소의 원동력이 되는 것이다. 하지만 논문과 특허의 인용도<sup>10)</sup>는 각각 0.374와 0.269이며, 논문·특허 수 기준 상위 10개국 중 각각 10위와

8) 화살표의 출발점이 2008년, 끝점이 2013년의 예상 수치이며, 각 번호는 <표 8>의 기술별 번호를 나타냄.

9) 특정 국가가 기록한, 특정 기술분야에서 논문 점유율과 전체 기술분야에서 논문 점유율의 상대적 비교값. 1을 기준으로 넘을 경우 상대적으로 활발한 연구가 이뤄지고 있다는 것을 의미함.

10) 특정 기술분야에서 전체 논문·특허의 평균 피인용 수에 대한 특정 국가 발표 논문·특허의 평균 피인용 수. 1을 기준으로 넘을 경우 평균 이상의 수준을 갖는 것을 의미함.



(그림 6) 바이오칩·센서기술의 기술성장곡선

8위에 위치하는 것으로 나타났다. 바이오칩·센서 기술의 현재 수준이 바이오 분야 중에서도 낮게 평가되는 것이 논문·특허 분석에서도 확인되는 것이다.

전문가들의 수준평가 응답 결과로부터 추정한 바이오칩·센서기술의 기술성장곡선은 (그림 6)과 같이 Pearl 모형(실선)과 Gompertz 모형(점선)으로 나타낼 수 있으며, 전술한 바와 같이 두 모형의 특징에 따라 성장곡선의 모양이 다르게 나타난다.

기술성장곡선으로부터 계산한 기술수명주기<sup>11)</sup>는 35년(Pearl)과 28년(Gompertz)이었으며, 기술의 발전속도는 0.158(Pearl)과 0.119(Gompertz)이었다. 기술수명주기의 경우 두 모형 중 어떤 것이 실제의 바이오칩·센서기술에 부합하는지를 판단하기 위해서는 별도의 심층 연구가 필요하겠지만, 관련 기술전문가와의 인터뷰에서 두 모형 모두 비슷하게 적용될 수 있다는 언급이 있었다. 다만 두 모형에서 도출된 바이오칩·센서기술 관련 수치들은 바이오 분야의 다른 중점과학기술과 비교했을 때 가장 짧은 기술수명주기와 2번째로 빠른 발전속도<sup>12)</sup>를 보여주었다. Emerging Technology로서 빠르게 발전하여 단시간에 궁극의 기술수준에 도달할 것으로 예상되는 바이오칩·센서기술의 특징을 다시 한 번 나타내주는 결과이다. 기술적·사회적 실현시기<sup>13)</sup>가 바이오 분야의 12개 중점과학기술 중 가장 빠른 2015년과 2020년

- 11) 기술수명주기는 해당기술의 수명으로서 기술수준이 5%이던 때부터 최고치에 이르기까지 걸리는 시간을 추정하며, 기술발전속도는 곡선의 기술기(k값)로부터 추정함.
- 12) 가장 빠른 발전속도를 나타내는 기술은 ‘유전체 응용기술’로서, 각각 0.156(Pearl)과 0.1247(Gompertz)이었음.
- 13) ‘기술적 실현시기’는 원하는 성능을 얻는 등 기술적 환경이 정비되는 시기(실험실 상에서 시제품 등으로 구현이 가능한 시기)이며, ‘사회적 실현시기’는 일반 소비자가 사용하는, 즉 사회적으로 널리 확산된 제품화 단계로 구현되는

(바이오 분야 평균 : 2017년, 2022년)으로 평가된 것 역시 마찬가지로의 맥락이라고 볼 수 있을 것이다.

기술개발주체에 대한 평가에서 바이오칩·센서기술의 또 다른 특징이 나타난다. 위에서도 언급했듯이 바이오 분야의 평균적인 결과에서는 산업체보다는 학·연의 비중이 높게 나타나지만, 본 기술분야에서는 산업체를 주체로 포함해야한다는 답변의 비중이 83%로서, 바이오 분야뿐만이 아닌 전체기술의 평균보다도 높게 나타났다. 특히 산업체 단독의 기술개발을 지지한 응답자가 모든 10대 분야의 평균치보다 높은 17%로서, 건강관리 또는 제약 등 산업과의 연계성이 강한 기술로서의 특징을 보여준다. 비슷하게 산업기술로서의 성격이 강한 '생물 소재 및 공정기술' 역시 산업체 단독의 기술개발을 지지하는 응답이 11%로서 바이오 분야의 평균(4%)을 크게 뛰어넘으며, 반대로 기초과학에 더 가까운 '세포 기능조절 기술'은 2%에 불과하다는 사실 역시 이러한 사실을 뒷받침한다.

## 2. 세부기술의 기술수준 평가결과

바이오칩·센서기술은 '바이오칩 센싱기술', 'Lab On a Chip 기술', '고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술' 등 3가지의 세부기술로 구성되어 있다. 본 논문에서는 중점과학기술과 마찬가지로, 세부기술들의 수준평가결과를 분석할 것이다.

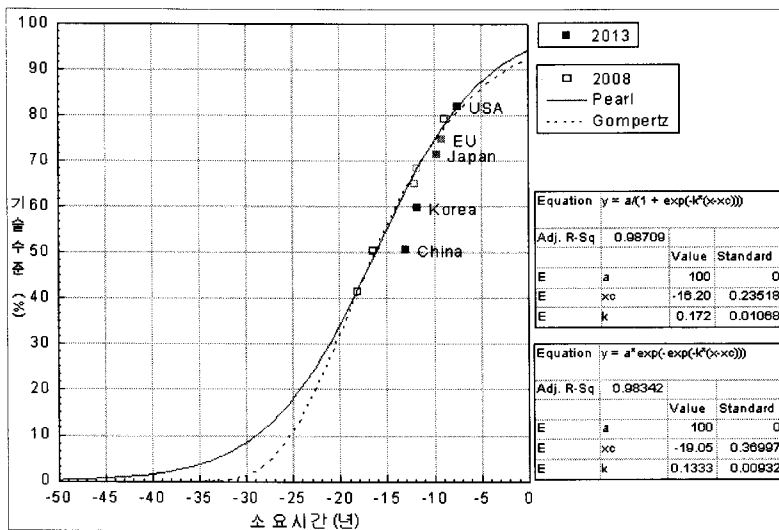
### 1) 바이오칩 센싱기술

바이오칩 센싱기술은 '특정한 물질에 대한 인식기능을 갖는 생물학적 수용체를 전기, 광학적 변환기(transducer)와 결합시켜, 생물학적 상호작용 및 반응을 전기적 또는 광학적 신호로 바꾸어 줌으로써 의료진단, 환경감시, 식음료, 산업 생산공정 등 여러 분야에 적용할 수 있는 계측센서에 관한 기술'로 정의된다.

〈표 9〉 바이오칩 센싱기술의 기술수준 및 기술격차

연도	기술수준(%)		기술격차(년)
	한국	최고기술보유국	
2008년	50.4	79.3	7.6
2013년	59.8	81.9	4.3

기술수준평가 분석 결과(표 9), 세부기술 중 바이오칩 센싱기술이 2008년 기준 최고기술보유국과의 기술수준 차이(28.9%)와 기술격차가 가장 컸지만, 2013년에는 중점과학기술의 수치(18.3%, 4.3년)를 비슷하게 따라잡았다(22.1%, 4.3년). 이 세부기술에서 특이한 점은 기술격차의 추격속도로, 5년 동안 최고기술보유국과의 기술격차를 3.3년을 좁힐 것으로 예상되었다. 중점과학기술 중 가장 빠른 기술격차 추격을 보였던 바이오칩·센서기술이 1.8년이었던 점을 상기하면, 본 세부기술의 추격속도는 매우 빠른 것이다. 기술수준 차이의 축소 정도 역시 바이오분야 평균(3.7%)의 두 배에 가까운 6.8%로서 높게 나타났다. 이에 대한 이유를 알기 위하여 바이오칩 센싱기술의 기술성장곡선을 분석한 결과(그림 7), 기술수명주기는 34년(Pearl)과 27년(Gompertz), 기술 발전속도는 0.172(Pearl)와 0.133(Gompertz)이었다(그림 7). 바이오칩·센서기술과 비슷한 수명주기이면서도 발전속도는 훨씬 빠르다는 점을 보면, 본 세부기술의 추격속도가 빠르게 추정되는 근거가 여기에 있음을 알 수 있다.



(그림 7) 바이오칩 센싱기술의 기술성장곡선

바이오칩 센싱기술의 논문 점유율과 활동도 지수는 세계 7위(4.51%, 1,669)였으며, 특허의 점유율과 활동도 지수는 세계 3위(10.64%, 1,490)로 분석되었다. 순위는 바이오칩·센서기술과 비슷하나 비중과 지수 자체가 크게 높아졌으며, 이 역시 본 세부기술의 빠른 발전 가능성을 뒷받침하는 근거가 된다.

상위기술인 바이오칩·센서기술이 산업기술의 성격이 강하여 산업체의 기술개발 참여를 지지하는 비율이 높았던 반면, 바이오칩 센싱기술은 바이오 분야의 평균(62%)에 근접하는 66%

만이 산업체가 기술개발주체가 되어야한다고 응답하였다. 이는 중점과학기술의 기초기술이 됨으로써, 산업체의 참여를 유도하는 요인이 상대적으로 적은 것에서 기인하는 것이다.

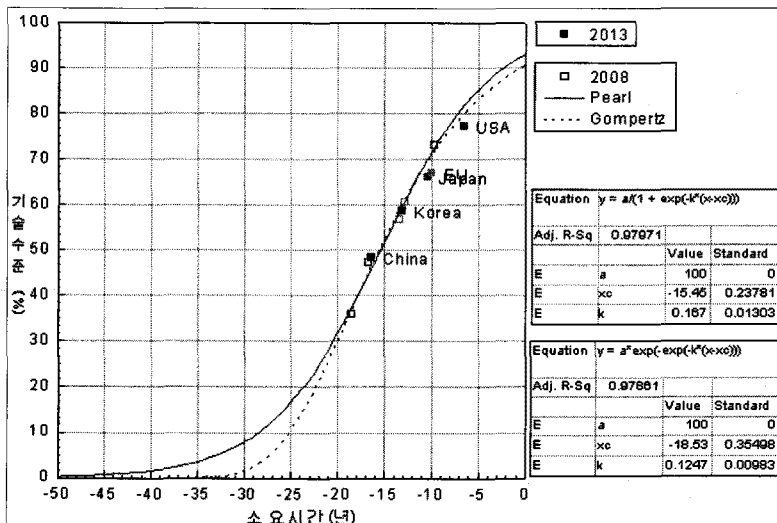
2) Lab On a Chip 기술

Lab On a Chip 기술은 ‘미량의 분석 대상 시료들을 칩 내부에서 조절하고 직접 반응시키면서 시료들의 분리, 합성, 정량 분석, 반응 양상 분석 등을 수행할 수 있는 Lab On a Chip(LOC)을 개발하고, 이로부터 얻어지는 대량의 결과들을 빠른 속도로 분석하는 기술로서 작은 기관 위에서 복잡한 생물학적 실험을 간단히 진행시켜 결과를 얻을 수 있는 시스템’을 말한다.

〈표 10〉 Lab On a Chip 기술의 기술수준 및 기술격차

연도	기술수준(%)		기술격차(년)
	한국	최고기술보유국	
2008년	47.3	73.0	7.0
2013년	58.7	77.2	6.6

본 세부기술은 세 가지의 세부기술 중에서 2008년 현재 중간값에 가장 가까운 수치를 보였고, 따라서 앞서 서술한 바이오칩 센싱기술과도 비슷한 기술수준 차이와 기술격차를 나타냈다(표 10). 하지만 Lab On a Chip 기술이 보일 2013년까지의 추격 양상에 있어서는 기술수준



(그림 8) Lab On a Chip 기술의 기술성장곡선

차이의 축소 정도(7.2%)에 비하여 기술격차의 축소(0.4년)가 매우 작을 것으로 예상되었다. 다시 말해서 바이오칩 센싱기술과 2008년의 기술수준 차이 및 기술격차, 2013년의 기술수준차이는 비슷한 수준이었으나, 2013년의 기술격차에서는 차이가 벌어졌다. 이러한 현상의 원인은 기술성장곡선에서 찾을 수 있다. 기술성장곡선에서 추정할 수 있는 기술수명주기와 기술 발전속도는 역시 바이오칩 센싱기술과 비슷한 34년과 0.167(Pearl), 27년과 0.1247(Gompertz)이었다(그림 8). 하지만 (그림 7)에서 볼 수 있는 미국의 2008년 및 2013년의 위치와 (그림 8)에서의 미국의 위치는 확연히 다른 양상을 나타낸다. 미국의 2008년 위치와 다른 나라들의 2008년 및 2013년의 위치는 대략 일직선상에 있으나, 미국의 2013년은 상대적으로 평평한 선 위에 존재한다. 즉 기술의 본질적인 특성은 비슷하더라도, 최고기술보유국인 미국이 이미 기술성장곡선 상에서 곡선이 궁극의 기술수준에 다가가는 지점의 가까이에 위치하고 있다는 차이가 발생하는 것이다. 이미 Lab On a Chip 기술이 충분히 발전하였으므로, 기술수준의 향상은 더디게 이뤄지지만 그것을 따라잡기 위해서는 더욱 고도의 기술발전이 필요해졌다고 볼 수 있다. 따라서 기술수준 차이는 축소되지만, 기술격차는 그보다 훨씬 적게 줄어들게 된다. 이러한 특징은 기술확보·추격을 위한 방안을 묻는 질문에서 바이오칩·센서 기술과 그에 속한 3가지 세부기술 중 본 세부기술에서 '국제협력'이 가장 높은 수치(28%)<sup>14)</sup>를 보였다는 점에서도 확인할 수 있다.

Lab On a Chip 기술의 논문·특허 분석을 살펴보면 논문의 점유율은 8위(3.71%), 활동도 지수는 5위(1.372)였으며, 특허의 점유율은 3위(7.45%), 활동도 지수는 6위(1.046)로 나타났다. 순위는 크게 차이나지 않으나 절대적으로는 바이오칩 센싱기술보다 다소 낮아진 수치를 보여, 이 기술이 상대적으로 2013년에 최고기술보유국을 많이 추격할 수 없을 것임을 알 수 있다.

바이오칩 센싱기술보다는 기초기술 성격이 약한 Lab On a Chip 기술에서는 81%가 기술개발주체로서 산업체를 포함하는 응답을 제시하여, 중점과학기술 때의 수치와 다시 비슷한 수준이 되었다. 특히 산·학 공동 개발의 비중이 25%<sup>15)</sup>로서 특이하게 높았는데, 융합기술로서의 성격이 강화된 특성상 융합학문의 연구가 활발한 학계와의 공동연구를 제안한 것으로 보인다.

### 3) 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술

고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술은 '각 개인별 유전정보에 따라 맞춤형 건강관리와 질병의

14) 바이오칩·센서 기술 : 17%, 바이오칩 센싱기술 : 22%, 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술 : 0%

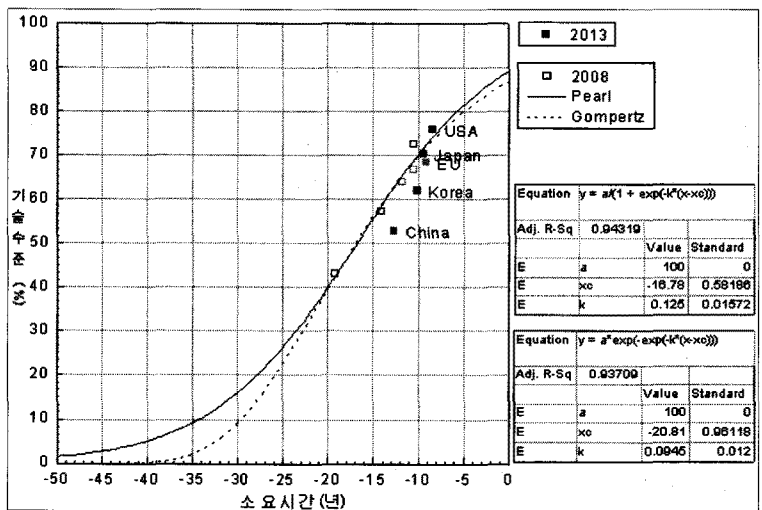
15) 바이오칩·센서 기술 : 11%, 바이오칩 센싱기술 : 7%, 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술 : 0%

예방이 가능하도록 하는 SNP 기반 센서 칩, 스마트 케어 가전제품 등 DB 기반 맞춤형 헬스케어 시스템. 또는 심장병 모니터링이 가능한 바이오 칩, 독거노인 생활 모니터링 기술 등의 생활 패턴 맞춤형 헬스케어 시스템을 도입할 수 있도록 해주는 기술'로 정의된다.

〈표 11〉 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술의 기술수준 및 기술격차

연도	기술수준(%)		기술격차(년)
	한국	최고기술포유국	
2008년	57.3	72.5	3.6
2013년	62.1	75.7	1.7

바이오칩·센서기술의 세부기술 중에서 가장 작은 기술수준 차이와 기술격차를 나타냈다(표 11). 바이오 분야 전체에서도 45개 세부기술 중 기술격차로는 2008년과 2013년 모두 최고기술포유국에 가장 가까이 도달해있는 기술이었으며, 기술수준 차이로는 각각 3번째와 5번째의 위치를 유지할 것으로 예상되었다. 기술의 특성상 개발과 보급을 위해서는 생명공학 기술과 정보전자 기술의 융합이 필요하며, 이에 해당하는 정보·전자·통신 분야는 10대 분야 중 가장 높은 기술 수준(62.3%)을 가지고 있는 기술이므로 이에 힘입은 바가 크다고 볼 수 있다. 비록 기술수준 차이와 기술격차의 추격(1.6%, 1.9년)은 그렇게 크지 않은 수준이었지만, 애초부터 2008년의 시작점이 높았기 때문이다.



(그림 9) 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술의 기술성장곡선

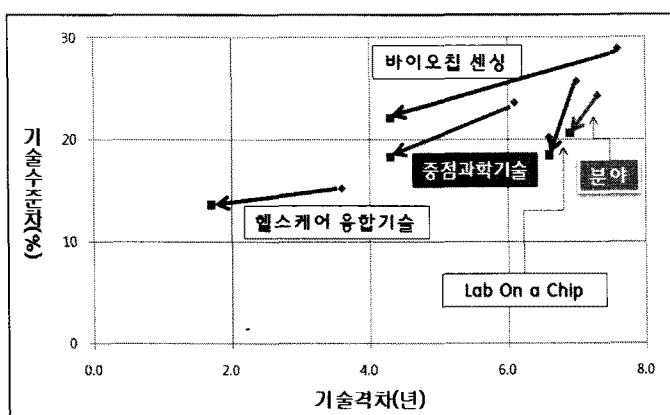
기술성장곡선의 분석 결과 기술수명주기는 40년(Pearl)과 33년(Gompertz), 기술 발전속도는 0.125(Pearl)와 0.0945(Gompertz)이었다(그림 9). 바이오칩·센서기술 및 기타 세부기술과 비교하여 긴 기술수명주기와 낮은 기술 발전속도를 보였는데, 새롭게 만들어지고 있는 융합기술이므로 발전속도가 느리게 주어진 것으로 볼 수 있다.

기술의 정의에서도 알 수 있듯이 본 세부기술은 직접적인 산업으로의 적용이 가능한 특징을 가지고 있다. 따라서 기술개발의 주체로서도 산업계가 압도적으로 높은 지지(101%)<sup>16)</sup>를 받았으며, 산업계가 참여하지 않는 학계 또는 연구계의 독자 개발이나 학·연 공동개발은 모두 0%를 기록하기도 하였다.

기술확보·추적 방안에서도 ‘국내연구개발’이 92%라는 압도적인 지지를 받았는데, 이것은 현재의 높은 기술수준에 대한 자신감이 반영된 결과이다. 실제로 논문·특허 분석결과를 보면, 논문의 점유율은 2위(14.29%), 활동도 지수는 1위(5.284)를 기록했으며, 특허의 점유율은 3위(9.87%), 활동도 지수는 2위(1.383)<sup>17)</sup>로 나타났다. 순위도 높지만 특히 수치에서 다른 세부기술보다 높은 값을 보였음을 알 수 있다.

#### 4) 종합

바이오 분야, 바이오칩·센서기술, 바이오칩 센싱기술, Lab On a Chip 기술, 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술 각각의 2013년에 이르기까지 기술수준 차이 및 기술격차의 변화 추이를



(그림 10) 세부기술의 기술수준 차이 및 기술격차 변화 추이<sup>18)</sup>

16) 중복 응답이 가능한 설문에서 산업계 관련 응답의 총합을 계산한 값이므로, 100%보다 클 수 있음.

17) 5개 이상의 특허를 등록한 국가 중에서의 순위임.

18) 화살표의 출발점이 2008년, 끝점이 2013년의 예상 수치임.



(그림 10)에 나타내었다. 바이오 분야 중에서도 큰 기술발전을 나타내는 본 중점과학기술의 특징과 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술의 높은 기술수준, Lab On a Chip 기술의 상대적인 기술격차 추격 미비 등의 특징을 볼 수 있다.

#### IV. 기술발전 및 추격방안

2008년 기술수준평가에서는 각 기술 별로 우리나라가 해당 기술의 개발을 위하여 필요 한 사항을 설문하였다. 바이오칩·센서기술에서는 기초원천기술개발을 위한 투자와 국내연구개발을 위한 인력 확보, 지적재산권 확보를 위한 지원 등이 필요하다는 응답이 많았다. 앞서 바이오 분야의 기술개발요인으로 전문인력과 기초지원이 높게 평가를 받았었던 사실과 일맥상통하고 있다. 지적재산권에 대한 언급은 본 기술이 바이오 분야 중에서는 산업기술의 성격이 강하므로, 산업화를 위한 특허 보호의 측면을 강조한 것으로 이해할 수 있을 것이다. 장애요인으로서는 특이하게 의료법이나 의료기관과의 연계 문제를 많이 지적하였다. 바이오칩·센서기술의 최종 활용 목표가 건강관리와 맞춤형 진단 및 치료이므로, 이 사항들을 현실에서 적용할 수 있는 의료계와 관련된 사항들의 준비가 아직 이루어지지 않았다는 것을 나타낸다.

세 가지 세부기술에서도 비슷한 응답이 이어졌다. 바이오칩 센싱기술의 경우 추가로 시험인증시의 비용부담과 실증센터의 부재가 기술개발의 장애요인으로 지적되었는데, 본 중점과학기술에서 기초의 성격이 강하므로 기술을 명확하게 확립하기 위한 제도적 지원을 필요로 하는 것이다. Lab On a Chip 기술에서는 원천기초연구 분야에 대한 지원 및 효율적이고 전략적인 국제공동연구의 추진이 필요할 것이라는 응답이 있었다. 앞선 분석에서 기초지원의 강화를 강조한 것 및 Lab On a Chip 기술이 국제협력을 통하여 기술을 개발하여야 한다는 비율이 높았던 것과 같은 맥락이다. 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술은 산업기술의 특징을 강하게 보이는 것을 반영하듯, 기술적인 표준화와 정밀한 시장조사, 경제성 평가 등이 필요하다는 의견이 있었다. 실제 의료 현실에 적용되기 위한 사전작업으로서 장애를 극복하며 효과적인 뒷받침을 위한 제언이라 볼 수 있다.

종합적으로 봤을 때 공통적으로 관련 시장의 부재, 원천기초연구 투자 미흡, 효율적인 국제공동 연구, 지적재산권의 확보 등이 기술개발에 요구되는 사항들이라 할 수 있다. 이를 위한 산·학·연 역할 분담 및 정부의 관련 제도정책의 개선이 필요하다. 특히 기술의 성격에 맞추어 산업계, 학계, 연구계 등이 알맞은 기술에 집중하여야 하며, 정부는 의료법 등

관련 제도·법 등을 정비하는 노력을 기울여야 한다. 또한 각 기술의 현재 수준 및 격차, 미래의 수준 및 격차 변화 추세 등을 고려한 기술개발 전략 및 방안의 마련이 필요할 것이다. 앞에서 언급한 바와 같이 이미 상대적으로 높은 수준이며 앞으로 독자개발이 가능할 것으로 예상되는 고효율 맞춤형 헬스케어 융합기술과 외국에서의 기술 도입 및 학·연 중심의 기술 개발이 필요한 바이오칩 센싱기술은 서로 다른 경로를 통해 기술 개발이 이뤄져야 한다.

즉 국가 주도의 투자를 선행하여 기초연구 투자뿐만 아니라 지적재산권 확보 및 응용분야 적용을 위한 시장을 개척하며, 사회적 수요 창출을 위해 보건의료 분야의 제도적 보안 및 표준화 주도 등이 요망되는 것이다.

## V. 시사점 및 연구의 제한점

본 논문에서 제시한 기술성장모형을 활용한 기술수준평가는 기술의 특징에 걸맞은 적절한 분석의 틀을 제공해주는 장점이 있다. 하지만 기술성장모형은 기술을 둘러싼 환경을 단순화하여 수치화함으로써 분석을 쉽게 해주기는 하지만, 다양한 패턴의 반영이나 기술 내·외부에서 일어나는 변화가 미치는 영향을 알아낼 수는 없다는 한계 역시 가지고 있다. 그리고 이번 기술수준평가의 가장 큰 특징인 ‘궁극의 기술수준’의 도입은 분명히 기술의 동태적인 속성을 반영하여 특정 시점에 특정 나라가 가지고 있는 기술의 절대적인 수준과 단계를 알 수 있게 해주었다. 하지만 설문에 응답하는 전문가마다 ‘궁극의 기술수준’에 대한 개념이 다를 수 있다는 점은 분명한 한계로 지적될 수 있다. 이를 극복하기 위한 방법으로 설문 시행 전에 ‘궁극의 기술수준’에 대한 연구를 통하여 각 기술 별 정의를 내린다거나, 특정 미래시점에 도달해야 할 목표성능을 기준으로 설문에 응답하도록 하는 방법 등이 가능하며, 차후의 연구를 통하여 시도될 예정이다. 또한 설문 응답 전문가들이 다른 나라의 기술수준을 평가해야함에도 우리나라 출신 전문가로만 구성되었다는 점 역시 본 연구에서 도출한 기술수준에 대한 한계로 작용할 수 있다. 이를 보완하기 위하여 해외 거주 한인 과학기술자 역시 참여하였으나, 근본적으로 개선하기 위한 방안이 향후 필요할 것이다.

본 논문에서는 기술성장모형을 작성하기 위한 모형으로 Pearl 모형과 Gompertz 모형을 사용하였는데, 해당 기술의 속성과 실제 성장과정에 부합하는 모형을 선택하는 것이 쉽지 않다. 심층인터뷰에서 많은 기술전문가들이 두 모형 모두가 기술에 잘 맞는다는 답변을 하였으며, 실제로 기술이 성숙기를 넘어선 곡선 상에 표시될 경우에는 두 모형의 양

상이 비슷하게 그려지기도 하였다. 또 하나의 문제점은 기술성장곡선으로부터 추정된 기술 발전속도와 전문가들이 ‘기술발전속도’ 또는 ‘기술격차추세’라는 문항에 대한 답변으로 각 나라 별로 입력한 값이 일치하지 않는다는 점이다. 예를 들어 바이오칩·센서기술은 우리나라의 기술수준과 최고기술보유국의 기술수준이 2013년에는 좁혀진다고 예상되었으며, 기술격차 역시 좁혀지는 것으로 나타났다. 하지만 전문가들은 우리나라와 미국의 기술 격차가 벌어진다는 것을 많이 지지하였으며, 비슷하게 기술발전속도 역시 미국이 빠르다고 응답하였다(표 12).

〈표 12〉 기술격차추세 및 기술발전속도에 대한 전문가 응답 결과(바이오칩·센서기술)

기술격차추세(%) <sup>19)</sup>			기술발전속도(%) <sup>20)</sup>			
축소 중	현행유지	확대 중	나라	매우느림/ 느림	보통	빠름/ 매우빠름
21	27	52	한국	15	45	40
			미국	15	29	56

이러한 현상은 3가지 세부기술에서도 마찬가지로 보이는데, 기술성장곡선을 이용하여 응답한 결과와 직접 3점 또는 5점 척도로 기입한 결과가 상호 모순으로 나타난 것이다. 이에 대하여 가능한 설명으로는 높은 기술수준을 보유한 나라가 발전속도 역시 더 빠를 것이라는 가정을 전문가들이 하고 있거나, 그 국가에 대한 이미지가 상대적으로 3점 또는 5점 척도에 대한 답을 고를 때 기여했을 수도 있다. 실제 우리나라보다 낮은 기술을 보유한 것으로 평가된 중국이나 상대적으로 기술강국의 이미지가 약한 EU에 대해서는 많은 기술에서 발전속도 역시 낮게 평가되었다는 점이 이를 뒷받침할 수 있다. 이 부분에 대해서는 향후 기술성장모형을 활용한 기술수준평가 연구에서 해결해야하는 과제로 남겨져 있다.

여러 가지의 문제점이 노출되었지만 기술성장모형은 기술에 대한 절대적인 평가를 가능하게 함으로써 기술을 보다 객관적으로 바라볼 수 있게 해준다. 뿐만 아니라 기술의 동태적인 특성을 파악하여 그에 적절한 기술정책을 수립할 수도 있을 것이다. 각 기술들의 특징에 따라 평가 결과의 함의를 도출할 수도 있으며, 이는 기술 별로 적절한 기술개발기획의 수립을 가능하도록 해준다. 그리고 일정한 기준의 정립에 따른 시계열적 분석이 가능해졌다는 점에서도 또 다른 의의를 찾을 수 있다.

19) 한국에 대한 미국의 기술격차를 뜻함

20) 실제 설문에서는 매우느림, 느림, 보통, 빠름, 매우빠름의 5점 척도로 질문하였음

## 참고문헌

- 교육과학기술부 & 한국과학기술기획평가원 (2008), 「국가연구개발사업 중장기 발전전략」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 교육과학기술부 & 한국과학기술기획평가원 (2009), 「2008년 기술수준평가 보고서」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 국방기술품질원 (2008), 「2007 국방과학기술조사서」, 서울: 국방기술품질원.
- 국방기술품질원 & 한국과학기술기획평가원 (2009), 「기술수준조사 조사항목 지표 최적화 연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 과학기술부 & 기상청 (2006), 「기상기술력수준 종합평가」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 과학기술부 & 한국과학기술기획평가원 (2006), 「2005년도 기술수준평가보고서」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 과학기술부 & 한국과학기술기획평가원 (2007), 「국가 R&D사업 Total Roadmap」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 김병수, 변순천, 한민규, 유지연, 임용환 (2009), “기술성장모형을 활용한 기술수준평가 : 차세대 무기개발기술 사례”, 「한국군사과학기술학회」, 하계학술대회.
- 김병수 외 (2010), 「기술성장모형에 기반한 기술수준평가방법론 연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 박병무 (2007), “동태적 기술수준 측정 방법에 대한 이론적 접근: 차세대 성장동력기술의 사례분석”, 「기술혁신학회지」, 10(2) : 654-686.
- 박용태 (2006), 「차세대 기술혁신을 위한 기술지식경영」, 서울: 생능출판사.
- 변순천, 유지연, 손석호(2008), “기술성장모형을 활용한 동태적 기술수준평가방법”, 「KISTEP 이슈 paper 2008-13」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 산업연구원 (2007), 「한국 제조업의 업종별 기술수준 및 개발 동향」, 서울: 산업연구원.
- 생명공학정책연구센터 (2009), 「2009년 생명공학기초통계」, 대전: 생명공학정책연구센터.
- 정보통신연구진흥원 (2008), 「2008년도 IT분야 기술수준조사 보고서」, 대전: 정보통신연구진흥원.
- 한국과학기술기획평가원 (2003), 「국가과학기술기획을 위한 기술예측 및 기술수준조사연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 한국과학기술기획평가원 (2010), 「IMD 2009 세계 경쟁력 연감 분석 - 과학 및 기술인프라

중심], 서울: 한국과학기술기획평가원.

한국산업기술평가원 (2006), 「2006년 산업기술수준 조사·분석」, 서울: 한국산업기술평가원.

Andrew, D.L., Colin, J.C., Edward, K.W. and Peter, G. (2005), "Biochip sensors for the rapid and sensitive detection of viral disease", *Genome Biology*, 6(112): 112.1-112.5..

Byeon, S.C., Ryu, J., Son, S., Choi, K.H., Hwang, K., Kim, B.S., Kim, Y.G. (2009), "Research on the Technology Level Evaluation Methodology using a Technology Growth Model", *PICMET 2009 conference*, Portland, USA.

*The IMD World Competitiveness Yearbook: 2009*, NISTEP Report No. 73.

Martino, J. (1993), *Technology Forecasting for Decision Making (3rd ed)*, New York: Mc Graw Hill.

NISTEP (The Japanese National Institute of Science and Technology Policy) (2004), *Science and Technology Indicators: 2004*, NISTEP Report No. 73.

Rand Corporation (2008), U.S. *Competitiveness in Science and Technology*, Santa Monica: Rand Corporation.

Schmookler, J. (1996), *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press.

Solow, R. (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39(3): 312-320.

**한민규**

KAIST 생명과학과에서 이학박사학위를 취득하고 현재 KISTEP 기술예측센터 부연구위원으로 재직 중이다. 기술영향평가 등 과학기술의 공공성에 대한 연구, 기술수준평가, 기술로드맵 수립, 기술예측 등에 관심을 가지고 있다.

**김병수**

서울대학교 대학원 과학사 및 과학철학 협동과정에서 과학기술학(STS)을 전공으로 박사수료하였으며, 현재 KISTEP 기술예측센터 부연구위원으로 재직 중이다. 주요 연구분야는 기술수준평가, 기술예측, 기술전략 등이며, 특히 기술수준평가와 관련해서는 교육과학기술부(2008), 국방기술품질원(2009), 한국해양과학기술진흥원(2010) 등을 수행하였다.

**유지연**

KAIST에서 경영학 박사를 수료했으며, 현재 KISTEP 정책기획실에서 연구원으로 재직 중이다. 국가 수준에서의 기술기획과 기술정책 등에 관심을 가지고 있다.

**변순천**

서울대학교에서 공학박사학위를 취득하였으며, 현재 KISTEP 정책기획본부 인재기반실장으로 재직 중이다. 기술수준평가, 기술로드맵 수립, 기술예측, 사업평가 및 정책평가 등에 관심을 가지고 있다. 주요 연구분야는 인력정책 및 지방과학기술진흥정책 분야이다.