

한국의 국가전략기술분야 우선순위설정에 관한 사례연구

Case Study of Priority-Setting of National Strategic Technologies in Korea

변도영*, 손석호**, 이정근**, 고대승*, 정근하***, 박병무****

- * 한국과학기술기획평가원 기술기획본부 선임연구원
- ** 한국과학기술기획평가원 기술기획본부 위촉연구원
- *** 한국과학기술기획평가원 기술기획본부 책임연구원
- **** 한국과학기술기획평가원 기술기획본부장

Corresponding Author : 변 도영

(137-130) 서울 서초구 양재동 275 동원산업빌딩 11층

한국과학기술기획평가원 기술기획본부

(TEL) 02-589-2817

(FAX) 02-589-2810

(E-Mail) dybyun@kistep.re.kr

한국의 국가전략기술분야 우선순위 설정에 관한 사례연구

Case Study of Priority-Setting of National Strategic Technologies in Korea

Abstract: The governments investment in R&D has rapidly increased so that a comprehensive and coherent approach to resource allocation has necessitated. Therefore the need for priorities in science and technology has been increased according to growing resources to science and technology. This study presents the methodology, process and results of priority-setting of national strategic technologies(IT, BT, NT, ST, ET, CT) through which 77 national key technologies are selected based on the criteria. Specifically it is intended to identify strategically necessary areas of focus for R&D, help leverage limited resources most effectively, and help coordinate government R&D activities by supplying ministries with a common set of priorities.

Key Word: Priority Setting, National Strategic Technology, Information Technology(IT), Biotechnology(BT), Nano Technology(NT), Space Technology(ST), Environment Technology(ET), Culture Technology(CT)

I. 서론

정부연구개발투자가 지속적으로 증가하면서 과학기술 분야의 우선순위 설정의 필요성이 절실해지고 있다. 이는 전략적 연구개발투자를 통하여 투자 효율성을 증진하고 성공적으로 핵심기술을 개발하기 위해서이다.

과학기술 우선순위 설정은 본질적으로 상호작용하는 많은 사람들이 참여하는 정치적 과정(political process)이다. 그러나 이는 결코 과학주도 또는 수요 견인만으로 구성되는 과정이 아니며 분리가 불가능한 두가지 요소의 다양한 결합이다. 어느 면에서는 과학분야에서의 우선순위 설정과정은 과학지식의 내적 논리(science-push)와 경제적-사회적 요구(demand-pull)의 내적 논리간의 변증법적인 과정이다(OECD, 1991).

과학기술분야에서의 우선순위 설정은 정책적 견지에서 전략분야의 선정과 이에 기반한 자원 배분 및 연구사업의 기획과정에서 수행될 수 있으며 최종적으로는 연구과제 선정 측면에서 수행되어야 한다. 특히 신기술의 등장에 따라 과학기술의 경제적 및 사회적 파급효과가 더욱 확대될 것으로 예측되고 있어

국가적인 방향 설정과 이에 대한 합의가 중요하게 대두되고 있다.

세계경제의 불황과 국내경제의 침체를 극복하고 지속적인 국가발전을 위해서는 기존산업의 고부가가치화와 함께 신산업의 창출을 통한 국가경쟁력 강화가 필요하다. 21세기 성장 동력원이 될 정보기술(IT)·생명공학기술(BT)·나노기술(NT)·우주항공기술(ST)·환경기술(ET)·문화기술(CT) 등 미래유망 신기술은 과학기술의 발전과 경제사회 변혁을 주도할 새로운 패러다임으로 정착하고 있다.

미국 및 일본, EU 등 주요 선진국들도 각국의 특성에 따라 국가중점투자 대상분야를 선택하여 전략적으로 집중 지원하고 있는 실정이다. 21세기의 경쟁에서 지속적 우위를 차지하기 위하여 핵심유망 기술분야의 설정 및 집중적인 연구개발 투자를 수행하고 있다. 미국의 경우 과학기술정책국(OSTP)(1995년)은 “국가중요기술(national critical technology) 보고”를 통하여 7개 분야, 22개 구분, 90개 기술, 289개 세부기술의 핵심기술 설정하였으며 국가자원의 효율적 활용을 제고하고자 하였다. 본 보고서는 21세기 미국의 과학기술정책 방향을 제시한다는 측면에서 타 국가들에 큰 영향을 주었다. 또한 일본(일본총합연구소, 2000)도 제2차 과학기술기본계획 수립을 통하여 7개 분야, 32개 기술영역, 144개 핵심기술을 설정하고 기술수준 분석 및 국제 비교 등을 수행하였다.

오늘날 과학기술 연구는 그 경제 또는 사회의 밖에 있는 것이 아니라 경제 및 사회의 지속적인 발전에 기여하는 것이 매우 중요하게 제기되고 있다. 따라서 과학기술정책의 임무는 성공가능성이 큰 유망기술을 선정(picking winners)하는 것만도 아니고 모든 것을 시장기능(lottery of the market)에 맡기는 것만도 아니라 두 가지의 결합을 통하여 성공가능성이 큰 유망기술(picking winners)이 최대한 많이 개발될 수 있는 터전을 가꾸는데 있다(OECD, 1991). 이러한 측면에서 위 미국이나 일본의 핵심기술분야 설정은 성공가능성이 큰 유망기술을 선정하는 것으로서 선택과 집중을 통한 국가자원의 효율적 활용을 목적으로 경제 및 사회에 파급효과가 큰 기술의 성공적 개발을 촉진하고자 하는 과학기술정책의 한 부분이다.

우리나라도 제1차 과학기술기본계획의 수립을 통하여 범부처적 정부 과학기술 관련 정책을 종합하고 체계화함과 동시에 정보기술(IT), 생명공학기술(BT), 나노기술(NT), 환경기술(ET), 우주항공기술(ST), 문화기술(CT) 등 미래 유망기술분야의 중점개발대상기술을 선정하여 선택과 집중 전략을 통한 효율적

인 연구개발투자를 수행하고자 하고 있다(국가과학기술위원회, 2001). 미래유망 신기술은 선진국도 개발초기단계이고 세계시장의 빠른 성장과 주도권 경쟁이 전망되므로 국가적인 육성 전략이 필요한 시점이다. 또한, 미래유망 신기술은 21세기 미래사회에 지속적인 국가경쟁력 제고와 삶의 질 향상을 위한 핵심 수단이 될 것으로 예상된다.

본 연구에서는 제1차 과학기술기본계획의 일환으로 수행된 국가전략기술 분야의 우선순위 설정 과정에 대한 방법론적 고찰을 수행하고 우선순위 설정 결과를 살펴보고자 한다. 특히 본 우선순위 설정은 우리나라로서는 최초로 시도되는 정부의 정책적 의지인 만큼 그 시사점과 향후 추진방향을 고찰하였다.

II. 우선순위 설정 이론 및 연구사례

OECD 보고서(1991)에 따르면 과학기술 분야에서의 우선순위 설정은 많은 관계자들의 복잡한 정치적 과정으로서 과학적 요구(science-push) 또는 수요(demand-pull) 측면에 따른 일방적 선택이 아닌 적절한 연계 과정이다. 우선순위 설정 개념은 궁극적으로 자원배분(resource allocation)과 분리하여 고려할 수는 없으나 광의로 해석할 경우 국가적 목표 설정 및 과학기술역량 조사 등을 통한 전략분야 선정 및 예산 배분에까지 적용할 수 있으며 프로젝트 선정 등의 넓은 과정에서 정의될 수 있다.

우선순위 설정을 위한 시스템적 모델은 의사결정주체, 보상(incentives) 및 설정 단계(level) 등을 기준으로 분류할 경우 사용자 기반(user-based) 모델, 내부자 결정(institutional) 모델 및 정치적(political) 모델로 구분된다(Stewart, 1995). 세 모델의 특징은 <표 1>에서 제시하고 있다. 사용자 기반(user-based) 모델은 우선순위를 설정함에 있어서 연구수행자 또는 이해단체의 의견을 대신하여 사용자의 선호도를 활용한다. 이 모델의 장점은 기술개발의 방향성을 시장 위주로 기획할 수 있어 수요위주의 정책을 도출할 수 있다는 사실이다. 그러나 과학기술자들에게 부족한 비용 및 이익 측면을 고려할 수 있는 장점에도 불구하고 사용자들은 일반적으로 장기적인 전략적 연구개발의 중요성을 파악하기가 어려울 뿐만 아니라 교육 및 인프라 등 연구개발의 시스템적 측면을 고려할 수 없다는 단점이 존재한다. 내부자 결정(institutional) 모델은 과학기술자들의 중요도 판단에 따라 연구개발 우선순위를 설정하는 모델이다. 기술의 중요도에 대한 명확한 인식과 방향성을 제시할 수 있으나 과학기술자들의 전공 지

향적 행태에 의하여 우선순위 설정방향이 왜곡될 가능성이 존재한다는 특징이 있다. 정치적(political) 모델은 조직화된 관점에서 우선순위를 설정하는 것으로 연구개발 방향성에 대한 임의의 정의를 수행한다. 정부는 그 자체가 매우 정치적 조직이며 우선순위 설정 결과가 지속적으로 변화하는 측면이 존재하므로 정부의 우선순위 설정에는 정치적 모델의 특성이 존재한다.

<표 1> 우선순위 시스템적 모델들의 특징 비교

	사용자 기반 (user-based) 모델	내부자 결정 (institutional) 모델	정치적(political) 모델
의사결정주체	사용자(기업, 시민 등)	과학자	조직화된 관점
의사결정단계	비집중화 (decentralised)	비집중화 (decentralised)	집중화 또는 비집중화
보상	사용자 요구 충족	연구개발투자	그룹이익에의 기여

가장 합리적인 우선순위 설정 모델은 이익-비용(benefit-cost) 분석에 기초하여 세가지 모델을 효과적으로 연계하여 활용하는 것이다(Stewart, 1995). 이 경우 이익-비용(benefit-cost) 분석은 연구개발 소요 비용, 신기술 평가, 기술개발로 인한 기업의 비용 절감 효과, 성공 가능성, 기술 수명, 기술 채택율, 기업에의 경제적 파급효과 요소, 핵심이익 존재 가능성 등에 대한 분석을 의미한다. 그러나 국가적 우선순위를 설정함에 있어서 기술의 파급효과가 경제적 측면만이 아닌 삶의 질 향상 등 사회문화적 측면이 존재하므로 이에 대한 고려가 필요하나 정량화가 어려운 문제점이 도출된다.

우선순위를 설정 대상을 기준으로 분류할 경우 주제별 우선순위와 구조적 우선순위로 구분된다(OECD, 1991). 첫째 주제별 우선순위(thematic priority)는 보통예산을 포함한 기타 정부 지원을 우선적으로 받게 되는 과학기술학문분야, 프로젝트 또는 특정한 기술을 식별하는 것을 의미한다. 이 경우 연구개발 주체간의 상호연계를 중시하고 과학기술의 내적 논리와 발전방향에 중점을 둔다. 둘째 구조적 우선순위(structural priority)는 단순히 무엇을 개발할 것인가라는 문제를 떠나 어떻게 개발할 것인가의 구조적 문제에 관심을 가지는 것을 의미한다. 과학기술과 관련된 여러 참여자의 상호작용 관계의 형성을 중시하며 경제 사회적 필요와 이와 관련된 정치적 요구의 수용에 중점을 둔다. 이러한 구조적 우선순위에 있어 중요시되는 사항들로는 국가의 과학기술을 발전시키기

위한 구조와 체계, 연구인력의 훈련과 교류, 중소

또는 기업과 정부산하 연구기관들간의 협동연구 증진 등이 있다.

국가연구개발사업의 우선순위 설정에 관여하는 제반 기구들의 역할은 세 가지 수준(전략적 수준, 정책적 수준, 운용적 수준)으로 구분하고 있다(OECD, 1991). 전략적인 수준에서는 의사결정을 다루는 기관들이 중심적인 역할을 한다. 그리고 우선순위 결정을 위한 보다 객관적인 방법, 특히 정량적인 지표의 사용이 자주 검토되고 있다. 과학자와 연구실의 질이 과학연구평가에서 중요한 기준이 될 때 예를 들어 서지분석(bibliometrics) 지표는 전문가평가방법에 기여할 수 있다. 정책적 수준(political level)에서의 우선순위결정에 참여하는 기구들에게는 3가지 임무가 주어진다. 첫째는 과학기술활동에 대한 정치·경제·사회적 주요 목표의 설정이고 둘째는 예산 또는 중기계획 수립에 있어 주요 분야별(주제별) 구조적 균형을 조정하는 역할이다. 마지막으로 우선순위 결정에 참여하는 다양한 주체들이 동 과정에서 그들의 역할을 효과적으로 수행할 수 있는 위치에 있다는 점을 대내외적으로 설득시켜야 한다. 운용수준(operational level)에서는 연구를 수행하는 기관들에 대한 정부의 역할 및 책임과 연관되어 있다. 정부연구소의 경우 정부는 연구소의 임무를 명확히 정의하고 업무 수행을 위한 적절한 경영자율성을 보장해 줄 필요가 있다. 그러나 대학의 경우 자율적인 기관으로서 기능하고 스스로 우선순위를 설정하여 보다 수준 높은 연구를 할 수 있도록 정부가 지원한다.

그러나 우선순위 설정은 본질적으로 복잡한 정치적인 과정이며 이러한 문제에 대한 해답은 각국이 자국의 전통과 정치·경제·사회·문화적 특성의 측면에서 결정해야 하는 것들이기 때문에 위의 세가지 수준에서의 접근만으로 충분하다고 확정할 수 없다. 다만 모든 국가들은 다른 국가의 경험으로부터 배울 수 있으나 보편적인 단 하나의 해답은 없으며 가장 성공적인 경험일지라도 지역 또는 국가환경에 따른 조정 없이는 적용될 수 없음을 인식하여야 한다.

우선순위를 설정하기 위한 방법론적인 측면에서는 전문가 리뷰(peer review)가 가장 광범위하게 이용되고 있으나 기술예측(foresight) 및 기술로드맵 등의 기법을 이용하여 기술의 발전과정을 전망하면서 장단기의 효과적인 우선순위를 설정하고자 하는 노력들이 영국, 일본 등 여러 국가들에서 수행되고 있다(Martin & Irvine, 1989).

최근에는 미국 등 연구부문의 범위가 광범위하고 다양한 국가들에서조차 전체 과학기술 연구를 규정된 문제 해결에 집중하는 우선순위 설정의 당위성이 확대되고 있다. 미국의 경우 냉전시기 급증하는 연구개발투자에 대한 우선순위 설정의 요구가 있어왔으며, 1994년 의회는 “연구개발 예산의 적절한 배분을 위한 판단기준”을 요구하였다(Bloom, 1998). 이러한 관점에서 전 OMB 디렉터인 Franklin Raines(1998)는 “미국에 얼마나 큰 연구개발사업이 필요한가? 국가연구개발사업에 있어서 우선순위는 어떻게 설정할 것인가? 국가연구사업의 성공 여부를 어떻게 측정할 것인가? 정부와 대학간 파트너십은 어떻게 강화할 것인가? 미국국민들을 어떻게 과학적 흥미와 경이로 끌어들이는 것인가?” 등의 질문을 정형화하였다. 이러한 이슈들은 지난 십년 동안 행정부, 입법부, 국립학술원, 교수사회 등의 활발한 정책 논쟁을 촉진해왔음에도 불구하고 예산배분에 대한 우선순위 설정 시스템은 확정되지 못하였다. 다만 예산결정과정을 통해 연구개발에 있어서 우선순위를 설정하는 체계를 가지고 있으며 의회와 행정부 모두가 이 예산편성절차 내에서 각 단계별로 우선순위 설정을 위한 제반 노력을 경주하고 있다.

영국 등은 연구개발투자의 종합조정 및 우선순위 설정을 위하여 기술예측(Foresight) 프로그램을 운영하고 있다(Office of S&T, 1993, 2000). 기술예측 활동은 국가연구개발사업의 계획 수립과정의 한 단계로서 기술개발의 동향, 수요, 전망, 파급효과 등에 대한 현상을 파악하여 현재의 기술수준을 점검하고 기술적 애로 요인을 타개하기 위한 미래의 기술발전 전망을 가능케 해 준다. 따라서 전략적 국가연구개발사업의 우선순위 설정에 매우 중요한 정보를 제공하고 있다. 합리적이고 전략적인 기술개발을 위해 국가 차원의 예측 활동은 각 의사결정단계에 따라 이루어져야 하고 이러한 활동 결과가 종합으로 연결되어 각 기술개발사업 또는 연구개발 프로젝트의 우선순위를 결정하는데 핵심적인 역할을 할 수 있다.

III. 국가전략기술의 범위 및 중요성

과학기술기본계획 수립의 일환으로 우리나라의 국가전략기술분야에서 중점개발 대상기술을 선정하여 선택과 집중을 통한 국가경쟁력 강화와 삶의 질 향상 등 과학기술의 사회적 기여도를 제고하고자 하였다. 국가전략기술분야로는 21세기의 주요 기술로 제기되고 있는 미래유망기술을 선정하였다. 이는 정보기술(IT)·생명공학기술(BT)·나노기술(NT)·우주항공기술(ST)·환경기술(ET)·

문화기술(CT) 등 미래유망신기술은 미래사회경제와 생활방식을 주도적으로 변화시킬 것으로 예상되기 때문이다.

각 분야별로 기술의 범위 및 중요성을 살펴보면 다음과 같다.

IT(Information Technology, 정보기술)는 정보를 생성, 도출, 가공, 전송, 저장하는 모든 유통과정에서 필요한 기술로서 21세기 정보화 사회에 필수적인 기술일 뿐 아니라, 기술의 부가가치 및 사회·경제적 파급효과가 매우 커서 산업적으로 중요하다. 또한, 향후 10년간 신기술로서 세계시장을 주도할 것으로 전망되며 경쟁력 유지와 원천기술 확보를 통한 정보기술의 자립을 위한 노력이 필요한 분야이다.

BT(Biotechnology, 생명공학기술)는 생명현상을 일으키는 생체나 생체유래물질 또는 생물학적 시스템을 이용하여 산업적으로 유용한 제품을 제조하거나 공정을 개선하기 위한 기술로서 무병장수와 식량문제의 해결 등 삶의 질 향상에 필수적인 기술이며 21세기에 고부가가치의 신산업을 창출할 가능성이 높은 분야이다. 2010년경부터 IT에 이어 차세대 신산업 창출의 원동력이 될 것으로 예측되며, Platform 기술에 중점을 두고 벤처기업의 역량 강화를 통한 기술 개발이 필요하다.

NT(Nanotechnology, 나노기술)는 물질을 원자·분자크기의 수준(10^{-9} m)에서 조작·분석하고 이를 제어할 수 있는 과학과 기술을 총칭하며 과학기술의 새로운 영역을 창출하거나 기존제품의 고성능화에 필요한 기술로, IT, BT와 함께 21세기의 신산업 혁명을 주도할 핵심기술이다. 물리·화학 등 기초기술을 바탕으로 미래 기술혁신을 주도할 기반핵심기술이 될 것으로 전망된다. 나노기술은 국제적으로 아직 개발초기 단계이고 IT, BT의 기반이 되고 있는 등 기술적·산업적 파급효과가 클 것으로 전망된다.

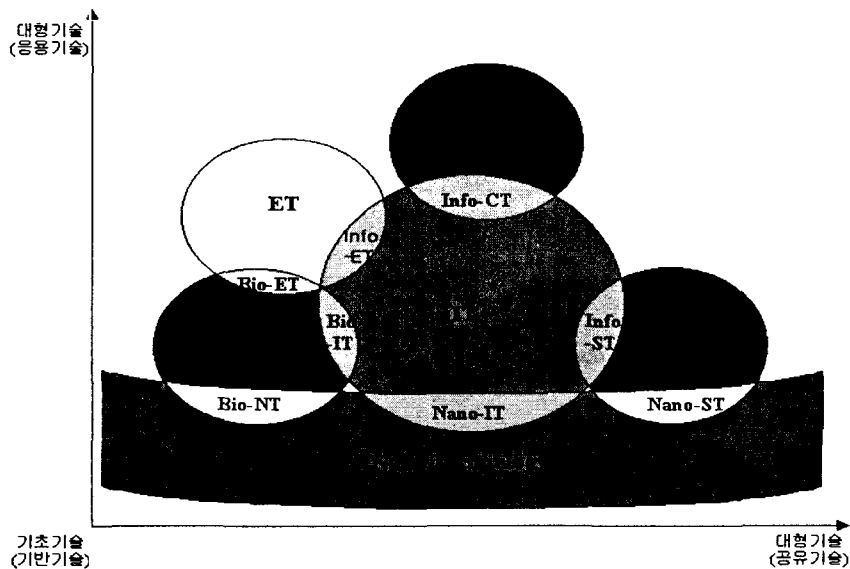
ST(Space Technology, 우주항공기술)는 위성체, 발사체, 항공기 등의 개발과 관련된 복합기술로서 전자, 반도체, 컴퓨터, 소재 등 관련 첨단기술을 요소로 하는 시스템기술이며, 기술개발 결과가 타 분야에 미치는 파급효과가 매우 큰 종합기술분야이다. ST기술은 국내의 관련된 기술분야의 수준을 높이는 데 기여할 수 있는 반면 선진국의 기술장벽이 높아 산업화와 관련된 신기술 개발을 육성할 필요가 있다.

ET(Environment Technology, 환경기술)는 환경오염을 저감, 예방, 복원하는 기술로 환경기술, 청정기술, 에너지기술 및 해양환경기술을 포함한다. 쾌적

한 삶에 대한 욕구의 증대, 환경기준의 설정을 통한 새로운 무역규제의 등장 등 환경관련 수요가 증대되고 있으며, 지구적 차원에서 환경문제 해결방안 모색을 위해 그린라운드가 현실화 될 것으로 예상되는 등 향후 환경기술은 급격하게 발전될 전망이다.

CT(Culture Technology, 문화기술)는 디지털미디어에 기반한 첨단 문화예술산업을 발전시키기 위한 기술을 총칭한다. 인터넷의 활성화와 디지털기술의 발전으로 디지털 콘텐츠의 수요가 급증하고 있으며, 향후 고부가가치 산업으로 성장 가능성이 큰 디지털 미디어에 기반한 첨단 문화예술산업을 발전시키는데 필수적인 기술이다.

[그림 1]에서 보는 바와 같이 IT기술은 타분야와의 융합이 급속히 진화되어 BT, NT, ST, ET, CT 등의 기술발전을 주도할 기반기술이 될 것이다. 즉, Bio-NT, Bio-ET, Nano-IT, Nano-ST, Info-CT, Info-ST, Info-ET 등의 융합기술이 향후 중요한 분야로 대두될 것으로 전망된다.



[그림 1] 미래유망기술간의 관계도

위의 미래유망신기술은 장래의 국가 기반기술 확보와 직결되므로 국가경쟁력의 미래를 위해 국가주도의 단계적·체계적 지원이 필요하다. 즉 미래유망신기

술은 21세기 미래사회에 지속적인 국가경쟁력 제고와 삶의 질 향상을 위한 핵심 수단이다. 그리고 미래유망 신기술은 대부분 세계적으로 개발초기단계에 있으므로 국내환경을 고려하여 「선택과 집중」 전략으로 육성하는 경우 선진국 수준에 이르는 미래의 고부가가치 핵심산업으로 자리잡을 것이다.

IV. 우선순위 설정방법

과학기술기본계획 수립의 일환으로 우리나라의 국가전략기술분야의 우선순위를 설정한 본 연구에서는 기본적으로 1500여명의 국가전략기술분야 과학기술자들의 중요도 판단에 따라 연구개발 우선순위를 설정하는 내부자 결정(institutional) 모델을 적용하였다. 그러나 과학기술자들의 자의적인 판단과 전공에 따른 편향을 방지하게 하기 위하여 판단기준을 구체화하여 제시하였으며 가급적 관련 연구자의 응답수를 확대하고자 하였다. 판단기준에는 전략적 중요도, 기술개발수준, 기술개발가능성, 정부지원의 타당성, 경제적 파급효과, 기술 및 사회문화적 파급효과에 대한 심층적 의견수렴 과정 등이 포함되었다. 또한 본 모델의 한계인 과학기술자들의 전공 지향적 행태에 의한 우선순위 설정의 왜곡 가능성을 제한하기 위하여 공청회 개최 및 기업체 CTO 등을 대상으로 한 검토과정을 통하여 사용자 기반(user-based) 모델을 가미하였다. 이를 통하여 수요위주의 우선순위 설정을 수행할 수 있었다.

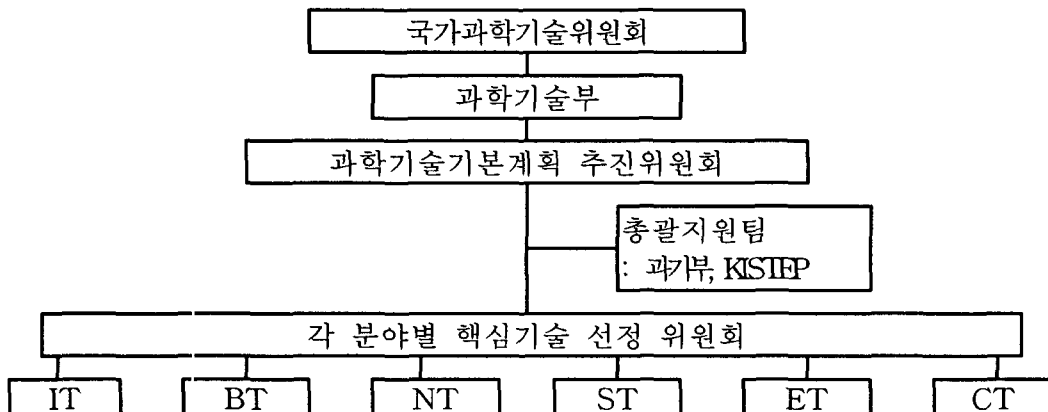
우선순위를 설정하기 위하여 우선 각 기술별 개발범위, 기술개발동향, 투자규모, 기술수준, 기대효과 등의 이익-비용 분석을 통하여 중점개발 대상기술의 내용을 규정하여 연구개발 정책 수립에 기여함과 동시에 기본자료를 바탕으로 한 우선순위를 설정하고자 하였다. 특히, 국가전략기술분야에서 일차 선정된 핵심기술의 국내수준, 국내외 기술개발 동향 및 전망, 관련산업현황 및 시장전망 등의 파악을 통해 재검토 과정을 수행함으로써 사용자의 수요를 최대한 가미하고자 하였다.

앞장에서 제시하고 있듯이 OECD(1991)가 전략적인 수준에서의 우선순위 결정과정을 개선하기 위하여 제안하고 있는 세가지 사항들을 가급적 고려하고자 하였다. 이를 위하여 과학기술계의 폭넓은 의견을 수렴하고자 하였으며 본 우선순위 설정을 과학기술기본계획(5년 주기)의 일환으로 수행함으로써 체계적이고 정기적인 결과를 도출하고자 하였다. 과학기술활동에 대한 정치·경제·사회적 주요 목표를 설정할 수 있고 이에 기반한 우선순위 설정 또한 가능하

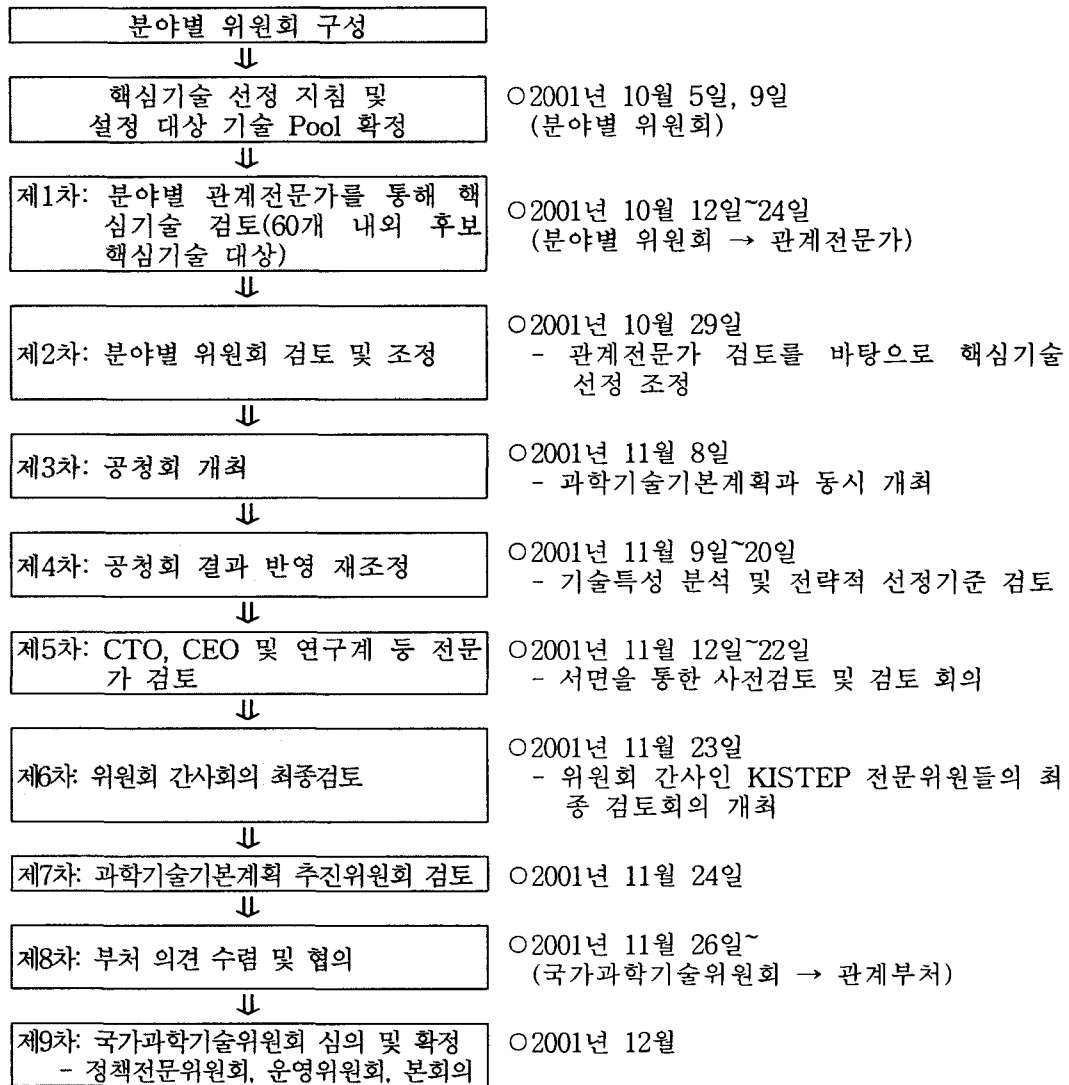
다. 그리고 우선순위 설정의 토대가 되는 정보들을 해당기술분야별로 수집·분석함으로써 설정의 근거를 명확히 하고자 하였다.

우선순위 설정의 다른 임무는 주요예산 또는 중기계획 수립에 있어 주요분야별(주제별) 구조적 균형을 조정하는 역할이다. 특히 최적 투자규모가 매우 크기 때문에 전체 R&D투자 구성에 심각한 영향을 미치는 정책수단, 연구사업과 연구분야에 관한 의사결정은 불가피하게 정책적 수준에서 다루어진다. 이를 위하여 우선순위 설정에는 관련 부처의 공무원들이 참여하여 정책적 조율이 이루어지도록 하였다.

국가전략기술분야별로 각 부처 추천 전문가 및 정부위원으로 핵심기술 선정을 위한 기술분야별 위원회를 구성하여 중점개발대상기술(안)을 도출하고 공청회 및 CTO 회의 등을 통한 검토를 수행한 후 과학기술기본계획 추진위원회와 국가과학기술위원회의 심의를 거쳐 확정하였다. 기술분야별 위원회는 산학연 전문가 및 관계부처 공무원 등 15명 내외로 구성(위원장: 민간전문가, 간사: 한국과학기술기획평가원(KISTEP) 전문위원)하였으며 핵심기술 도출 및 우선순위 설정, 기술동향 분석, 전문가 의견수렴(분야별 간사 주관) 등의 기능을 수행하였다. 총괄지원팀은 과학기술부와 KISTEP(기술기획본부)으로 구성되었으며 각 분야별 핵심기술 선정위원회 지원, 기술특성 분석 및 전략적 선정기준 검토(기술의 범위, 기술수준, 연구수행주체, 기술의 유형 등) 및 최종보고서 작성의 역할을 수행하였다([그림 2] 참조). 위에서 언급하고 있는 설정 방법에 따른 우선순위 설정 절차를 [그림 3]에서 보여주고 있다.



[그림 2] 추진체계



[그림 3] 추진절차

V. 우선순위 설정기준

기술분야의 우선순위 설정의 기본방향은 다음과 같다. 전략적 중요성, 기술개발 가능성, 공공성, 시장성, 경제·사회적 파급 효과를 고려한 「선택과 집중」의 원칙으로 중점개발 기술을 선정한다. 구체적으로는 타 분야와의 연관성이 크고 기술축적도가 높은 기술로서 사회경제 및 과학기술적으로 영향이 큰

기술, 21세기 신산업 창출을 통한 산업경쟁력 제고에 파급효과가 큰 기술, 즉, 미래유망 신기술(6T)과 접목하여 기존 전통주력산업을 고부가가치화 할 수 있는 기술, 삶의 질 향상, 국가안위 등 사회적 수요증대에 대한 대응력 제고에 필수적인 공공 기술, 민간 수요 기술 중 국가가 전략적으로 확보해야 할 기술, 그리고 기술개발 가능성이 높고 세계 시장확대 효과가 높은 기술을 선정한다.

기술분야별 우선순위 설정기준은 다음과 같다. 정보기술(IT: Information Technology)은 산업경쟁력 향상을 위한 기반 기술로서 기술개발 가능성이 높고 세계적 경쟁 우위를 확보할 수 있는 기술, 경제적 파급효과가 커 산업경쟁력 강화에의 기여도가 큰 기술, 정보통신 기반 구축에 필요한 핵심원천기술 등을 우선적으로 선정하였다.

그리고 생명공학기술(BT: Biotechnology)은 21세기 핵심전략 산업으로의 성장 가능성이 매우 높은 기술로서 핵심전략 산업으로의 성장 가능성이 매우 높은 기술, 기술개발 가능성이 높은 핵심원천기술, 그리고 삶의 질 향상 등의 목적으로 공공성이 큰 기술 등을 선정하였다.

나노기술(NT: Nanotechnology)은 타 분야에 파급효과가 크고 신기술혁명을 주도할 수 있는 기초·기반기술로서 세계적 경쟁 우위를 유지·확보할 수 있는 핵심원천기술, 신산업 창출에의 기여도가 높은 기술 즉, 반도체 등 강점 분야의 세계적 경쟁우위를 유지하기 위한 미래원천기술과 21세기 신기술혁명을 주도할 기반기술로서 타 기술에의 파급효과가 크고 기초 및 응용 연구에 중점을 둔 기술 등을 선정하였다.

우주항공기술(ST: Space Technology)은 국가안위 보장, 타 산업에의 파급효과가 큰 공공기술로서 국가안위 및 위상제고에 필요한 공공성이 큰 기술, 기술개발 가능성이 높고 세계적으로 중요하게 연구되고 있는 기술, 그리고 타 기술 및 산업에의 파급효과가 큰 기술 등을 선정하였다.

환경기술(ET: Environment Technology)은 세계 기후변화협약 등에 부응할 수 있고 에너지의 지속적 확보를 위한 공공기술로서 삶의 질 향상을 위한 공공성이 큰 기술, 국가 차원에서 반드시 확보해야 할 환경·에너지 핵심원천기술, 그리고 산업 경쟁력 확보에 기여할 수 있는 기술 등을 선정하였다.

마지막으로 문화기술(CT: Culture Technology)은 문화산업 발전과 향후 세계시장 진출 관련 기반 기술로서 향후 국내외 시장의 규모 확대와 이익을 창

출할 가능성이 높은 기술, 신산업 창출 가능성이 큰 기술, 그리고 기술 및 사회 문화에 미치는 영향이 큰 기술 등을 선정하였다.

VI. 우선순위 설정 결과

미래유망신기술분야(6T)내에서 우선순위 설정을 통하여 위원회에서 도출한 총 361개의 기술 중 77개의 중점개발대상기술을 도출하였다. IT분야 12개, BT분야 17개, NT분야 14개, ST분야 9개, ET분야 18개, CT분야 7개 기술 등이다.

6.1. 정보기술(IT): 12개 기술

구분	기술명	비고
핵심부품	테라비트급 광통신 부품 기술	- 전략적중요도, 공공성, 파급효과가 큰 기술 - 정보통신기반 구축에 필요한 핵심원천기술
	집적회로기술 (설계, 장비 및 비메모리 분야 중점)	- 비메모리분야는 기술기반이 매우 취약 - 산업경쟁력강화에 필요한 핵심기술 - 정보통신기반 구축에 필요한 핵심원천기술
	차세대 디스플레이 기술	- 고도정보사회구현을 위한 차세대정보원천기술 - 전략적중요도 기술개발수준 및 가능성이 높은 기술 - 기존산업의 부가가치를 높일 수 있는 기술
	고밀도 정보저장장치 기술	- 경제적 파급효과가 크고 산업경쟁력 강화에 기여도가 큰 기술 - 세계시장규모가 현재 약 500억 달러 규모에서 급속하게 증가 될 전망
차세대 네트워크 기반	4세대 이동통신	- 차세대 정보원천 기술 - 전략적중요도 및 파급효과가 큰 기술
	대용량 광전송 시스템 기술	- 공공성 및 파급효과가 큰 기술 - 정보기반의 핵심원천기술
	고속 인터넷 네트워크 기술	- 전략적중요도, 경제적·기술적·사회적 파급효과가 큰 기술 - 정보통신기반 구축에 필요한 핵심원천기술
정보처리 시스템 및 S/W	멀티미디어 단말기 및 운영체제 기술	- 차세대 정보원천기술 - 단말기 운영체제기술 포함 - 기술개발 수준과 가능성이 높은 기술
	정보보안 및 암호기술	- 전략적중요도와 공공성이 높은 기술 - 정보사회구현 및 기반 구축에 필요한 핵심원천기술
	전자상거래 기술	- 전략적중요도와 공공성이 큰 기술 - 정보사회구현을 위한 정보원천 기술
	신호처리기술 (영상·음성 처리·인식·합성)	- 전략적 중요도와 파급효과가 큰 기술 - 영상처리기술과 음성처리기술을 통합 - 생체인식기술 포함
	정보검색 및 DB 기술	- 전략적중요도와 파급효과가 큰 기술 - 시장규모가 급증할 것으로 예상되는 정보원천기술

6.2. 생명공학기술(BT): 17개 기술

구분	기술명	비고
기초·기반 기술	유전체 기반 기술(구조, 기능, 비교)	- 유전체 분석 등 생명공학 분야의 핵심 기술로서 전략적 중요도가 매우 높음 - “고속검색기술” 포함
	단백질체 연구	- 단백질 응용을 위한 기초기술로서 전략적 중요도가 매우 큼 - “단백질 공학기술”, “구조생물학기반기술”을 포함
	생물정보학 기술	- 경제적 파급효과가 매우 높고 급격한 성장 전망 - 전략적 중요도로 공공성이 매우 높은 미래원천기술
	생명현상 및 기능연구	- 기술의 범위가 포괄적이지만 미래원천 기술 - “노화연구”, “유전자 발현 조절기술”을 포함
	뇌신경과학연구	- 전략적 중요도가 크고 기술 및 사회경제적 파급효과가 큰 미래원천기술
	생물공정기술	- 시장규모가 연간 수백억 달러에 달하는 생물 의약품 및 산업용 단백질제품 등의 산업화 관련 기술로서 경제적 파급효과가 큼
	생명공학 산물 안전성 및 유효성 평가기술	- 바이오 보건 제품의 안전성 관련 기술로서 공공성 및 전략적 중요도가 매우 큼
	바이오 칩 개발 기술	- 응용 영역과 성장가능성이 큰 미래원천 기술 - DNA칩, 단백질 칩 포함
보건의료 관련 응용	바이오 신약 개발 기술	- 시장규모가 연간 200억 달러로 경제적 파급효과가 매우 큼 - 산업경쟁력 강화에 크게 기여할 수 있는 기술 - “약물전달기술”을 포함
	난치성질환 치료 기술	- 고령화 사회로의 진입에 따른 삶의 질 강화에 필수적인 원천기술 - “인체질환 치료 기술”을 “난치성 질환 치료 기술”로 명칭 변경
	생체조직 재생기술(줄기세포 포함)	- 인공장기 등 시장에서의 파급효과는 지대하며 기술 및 사회적 파급효과와 전략적 중요도가 매우 큼
	유전자 치료 기술	- 유전자서열규명후 큰 시장이 예측되는 등 경제적 파급효과가 큼
	기능성 바이오 소재 기반 기술	- 경제적 파급효과가 매우 큰 기술로서 바이오 소재는 생명공학시장의 주를 이룸 - 국가전략적 중요도가 높음
	한방·응용기술	- 한국의 경쟁력을 강화시킬 수 있는 특화기술 - “한방, 바이오 보건 의료 기술”을 “한방 응용 기술”로 변경
농업·해양 관련응용	유전자 변형 생물체 개발 기술	- 선진국 시장독점에 대비한 시장보호 및 세계시장 선점을 위한 전략적 중요도가 높은 기술 - 농업·해양 형질전환 동식물 및 산업유용물질 생산용 형질 전환체 포함 - “육종기술”, “생물체 복제 기술” 및 “발생생물공학”을 포함
	농업·해양 생물자원의 보존 및 이용기술	- 신기능 생물소재 산업화를 위한 기초기술로 생명공학 육성 기반기술 - 세계각국의 유용유전자 확보경쟁에 대응한 전략적 중요도가 높은 기술
	동식물 병해충 제어 기술	- 식량의 지속적 확보에 필수적인 기술로서 공공성이 매우 큼

6.3. 나노기술(NT): 14개 기술

구분	기술명	비고
나노소자 및 시스템	나노전자소자기술	- 소위원회 3차 회의에서 '나노전자소자'는 프론티어 추진사업인 점을 반영, 신규 추가 핵심기술로 선정 - "나노바이오칩, 소자", "나노고분자", "나노바이오센서", "인공감각"을 포함
	나노정보저장기술	- 전략적중요도, 공공성 및 파급효과가 큰 원천기술 - 세계시장 400~500억 달러로 경쟁우위를 확보할 수 있는 기술 - "고밀도 기록용소재"를 포함
	가변 파장 광소자기술	- 산업경쟁력 강화에 필요한 원천기술 - 기술개발 수준이 높은 기술
	나노 photonics 기술	- 전략적중요도, 공공성 및 파급효과가 큰 기술 - 산업발전에 기여할 수 있는 미래원천기술 - "양자선·양자점"을 포함
나노소재	나노소재기술 (나노분말소재, 광학용 나노소재, 고기능 시너지 소재, 촉매·환경·기공소재에 중점)	- 산업발전에 기여도가 크고 전략적중요도 및 파급효과가 큰 기술 - 세계적 경쟁우위를 유지하기 위한 미래원천 기술 - 경제적 파급효과가 큰 기술 - "나노분말소재기술", "광학용 나노소재기술", "고기능 시너지 소재기술", "촉매, 환경, 기공 소재기술"을 포함 - 세계시장(300억 달러/년)이 급증하고 있는 기술
나노바이오 보건	나노 바이오 물질 합성 및 분석 기술	- NT와 BT의 융합기술과 미래원천기술 - 전략적중요도와 파급효과가 큰 기술 - "나노바이오 거동분석"을 포함
	의약 약물전달 시스템	- 의약분야의 중요성 반영 - 공공성과 파급효과가 큰 기술
나노기반·공정	원자·분자 레벨 물질 조작기술	- 전략적중요도, 공공성 및 파급효과가 큰 미래원천기술 - 세계적인 경쟁우위를 확보할 수 있는 기술 - "주사형 검침 현미경(SPM)"을 포함
	나노 측정기술(100nm 이하)	- 전략적중요도, 공공성이 높은 기초기반기술 - 산업경쟁력 강화에 기여하는 기술 - "나노 metrology" 포함
	나노 모사 기술	- 전략적중요도와 기술개발 가능성이 큰 기술 - 산업발전에 기여할 수 있는 미래원천기술 - "소재·소자 모사기술"을 포함
	계면 혹은 표면의 나노구조화 기술	- 산업발전에 기여도가 크고 기술개발 가능성이 높은 기술
	나노 신기능 분자 합성기술	- 전략적중요도와 공공성이 큰 기초연구기술 - "분자기계"를 포함
	나노 패터닝 공정기술	- 세계적 경쟁우위를 확보할 수 있는 미래원천기술 - 전략적중요도가 높은 기술
	나노화학 공정기술	- 산업경쟁력 강화에 기여도가 크고 공공성이 강한 원천기술 - "자기 조립공정"을 포함

6.4. 우주항공(ST): 9개 기술

구분	기술명	비고
위성	위성 설계 및 개발기술	- 고정밀 해상도를 지닌 위성개발 기술로서 전략적 중요도가 큰 기술 - “조정밀 저궤도 지구 탐사위성 설계 및 개발기술” 및 “정지궤도 기상위성 설계 및 개발기술”, “통신위성 설계 및 개발기술”, “소형 과학시험위성 설계 및 개발기술”, “이동통신 위성기술”을 포함
	위성 관제기술	- 위성 운용을 위한 핵심 기술로서 전략적 중요도가 높고 기초, 응용, 개발 단계의 포괄적 연구로 파급효과가 큼
	차세대 통신위성 탑재체 기술	- 전략적 중요도 및 공공성이 높은 기술로서 향후 통신위성의 성공적 개발에 필요한 원천 기술
발사체	로켓 추진기관 기술	- 국가안위 및 성공적 발사체 기술 확보를 위한 원천기술 - “고체추진기관 기술” 및 “가압식·터보펌프식 액체 추진기관 기술”을 포함
	소형 위성 발사체 개발기술	- 국가 안위에의 기여 및 성공적 위성 발사기술 확보에 필수적인 원천기술 - 발사체 관련 기술인 “우주 발사체 구조기술”과 “추진기관 시스템 종합기술”을 포함
	발사 운용, 통제 및 관제 기술	- 기술개발 가능성이 낮으나 전략적 중요도, 공공성이 매우 높고 성공적 위성 및 발사체 개발에 필수
항공기	항공기 체계종합 및 비행성능 기반 기술	- 항공기 개발과 관련하여 반드시 확보하여야 하는 원천기술로서 전략적으로 중요한 기술
	지능형 자율비행 무인비행기 시스템(UAV) 기술	- 전략적으로 중요하고 공공성이 큰 기술로서 기초 연구 단계의 기술
	다목적 헬리콥터기술 개발	- 전략적으로 중요하고 공공성이 매우 높은 기술로서 경제적 파급효과가 큰 기술

6.5. 환경기술(ET): 18개 기술

구분	기술명	비고
환경기반	대기오염물질 저감 및 제거기술	- 오염물질 허용기준의 강화로 인하여 반드시 확보해야 하는 전략기술. 공공성 및 파급효과가 매우 큼. - “이동오염원 오염물질 저감기술” 포함 - 기후변화 협약 대응기술로서 “CO ₂ 처리기술” 포함
	자연환경·오염토양·지하수의 정화·복원기술	- 삶의 질 향상에 필요한 기술로서 공공성이 매우 큼. - “하천정화 및 호수 부영양화 저감기술” 포함
	수질오염처리 및 재이용 기술	- 사회적 수요가 큰 기반기술로서 삶의 질 향상에 기여 - “산업폐수 고도처리기술”, “정수장·하수처리장 효율 향상기술”, “오수·분뇨·축산폐수 복합처리기술” 포함
	폐기물 처리 및 활용 기술	- 삶의 질 향상을 위한 환경기술로서 공공성이 매우 큼. - 시장전망 또한 밝아 경제적 파급효과가 큼. - “소각 및 열분해·융융기술” 포함
	환경관리·정보 및 시스템 기술	- 삶의 질 향상을 위한 공공성이 크고 전략적으로 중요함

구분	기술명	비고
에너지	에너지소재기술	- 에너지의 지속적 확보를 위한 원천기술로서 전략적 중요도 및 공공성이 매우 큼 - NT의 “에너지용 나노소재 및 소자기술”을 포함
	미활용 에너지 이용기술	- 에너지 절약 잠재력이 커서 기술개발시 파급효과가 큰 기술
	고효율 반응분리공정기술	- 석유화학 산업 등 세계적 우위를 견지할 수 있는 산업경쟁력 강화 기술로 경제적 파급효과가 큼
	연료전지기술	- 무공해 동력 시스템 개발을 위한 미래 원천기술 - 경제적 파급효과가 크고 전략적으로 중요
	수소생산 이용기술	- 에너지의 지속적 확보를 위한 미래 원천기술
	바이오 에너지기술	- 에너지의 지속적 확보 및 산업경쟁력 강화에 기여할 수 있는 전략적 중요기술
	에너지저장 이용기술	- 응용 분야 및 시장이 넓어 산업경쟁력 강화에 기여하며 경제적 파급효과가 큼
청정생산	청정원천공정기술	- 사전오염방지 기술로서 국민 삶의 질 향상에 크게 기여할 수 있으며 경제적 파급효과도 큼
	환경친화형소재 개발기술	- 삶의 질 향상을 위한 공공성이 높고 전략적으로 중요함
	유해성 원부재료 대체기술	- 향후 시장성이 큰 미래 원천기술 - 공공성 및 전략적 중요도가 큼
	공정내 재자원화기술	- 공공성, 파급효과가 큰 전략적 중요기술
해양	해양환경 관리기술	- “적조방제 및 저감기술”을 포함 - 해양환경분야 핵심기술 개발은 국가적 전략적 주요과제
	연안생태계 복원기술	- 3면이 바다인 환경에서 삶의 질 향상에 필수 - 공공성 및 전략적 중요도가 매우 높음

6.6. 문화기술(CT): 7개 기술

구분	기술명	비고
문화 콘텐츠	가상현실 및 인공지능 응용기술	- 국내외 시장규모확대와 이익창출 가능성이 높음 - 신산업창출 가능성이 높은 기술
	디지털영상·음향 디자인기술	- 미래문화산업과 접목되는 첨단기술
	영화·영상·디지털미디어 표준화 기술	- 전략적중요도 및 경쟁력 제고의 핵심기술 - 기술개발 가능성과 파급효과가 큰 기술
	디지털콘텐츠 저작도구	- 전략적 중요도와 파급효과가 높은기술
	게임 엔진제작 및 기반기술	- 전략적 중요도, 파급효과가 크며 신시장 창출 가능성이 높음
생활문화	사이버 커뮤니케이션기술	- 기술·사회·문화적 파급효과가 크고 미래문화산업과 접목되는 첨단기술
문화유산	문화원형 복원기술(Digital Heritage)	- 공공성과 기술·사회·문화적 파급효과가 큼 - 신산업 창출가능성이 높은 기술

Ⅶ. 결론 및 시사점

우리의 경우 이동통신기술, 초고속통신망, 반도체 등 IT 분야를 중심으로 신기술을 확보할 수 있는 기반이 구축되어 있으므로 미래유망 신기술에 대한 집중투자를 통하여 21세기 선진국으로의 도약을 지향해야 할 시점이다. 그러나 선진국에 비해 투자 절대규모와 인력이 부족한 우리의 실정을 감안하여 전략적인 육성지원 시책이 필요하다. 따라서, 미래유망 신기술 분야를 국가전략과학기술분야로 지정하고, 「선택과 집중」의 원칙 하에 국가차원의 핵심기술 확보가 필요하다. 이러한 측면에서 6개 분야의 77개 중점개발대상기술을 도출하여 우선순위를 설정하였다.

본 우선순위 결과의 가장 큰 시사점은 우리나라에서 최초로 범정부적인 연구개발방향에 대한 합의를 이끌어내었다는 사실이며 범정부적 중기 과학기술 기본계획의 일환으로 수행되어 그 실행이 더욱 강조될 수 있다는 사실이다. 연구에 대한 전담적인 전략, 국가 우선순위, 투자단계 등에 대한 내용이 과학기술 기본계획에 종합적으로 담김으로써 체계적인 국가연구개발사업의 발전방향을 제시하였으며 향후 과제는 국가과학기술의 전략에 따른 우선순위 설정 결과의 실행일 것이다.

기술분야별로 중점개발대상 기술을 선정하는 것으로 우선순위가 설정되었으므로 우선순위 결과는 우선 현재 추진중인 사업의 부분적인 조정(marginal adjustment)에 반영될 수 있으며, 장기적으로는 연구사업 기획시 본 결과를 반영하여 국가연구개발사업의 방향을 결정하는데 반영될 수 있다. 다만 우선순위 설정 결과를 각 부처에서 얼마만큼 반영하고 있는지에 대한 지속적인 모니터링과 연구개발사업 중복방지를 위한 부처간 협의가 필요할 것이다. 그리고 국가연구개발사업 사전조정(국가과학기술위원회, 2001) 등을 통하여 가능한 범위 내에서 우선순위 결과 등 과학기술기본계획의 내용들이 실행계획으로 반영될 수 있도록 방법론에 대한 심층적 연구가 필요하다.

과학기술계의 폭넓은 의견을 수렴하여 결정된 우선순위를 시행하는데 관련된 문제들을 초기에 검토하여 정치·경제·사회계와의 의견 교환을 확대할 필요성 또한 제기된다. 더불어 77개 기술에 대한 기술로드맵을 작성하여 기술개발추이, 기술동향, 기술수준, 국내의 강약점 등을 분석함으로써 효과적인 국가과학기술 연구개발에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 국가과학기술위원회(2001), 「과학기술기본계획, 2002-2006」
- 국가과학기술위원회(2001), 「2002년도 국가연구개발사업 사전조정 결과보고서」
- 일본총합연구소(2000), 「일본·미국·유럽 연구개발 프론티어」, STEPI 번역(2001)
- Martin B. R. and Irvine J.(1989), *Research Foresight: Priority-Setting in Science*, Pinter, London
- Bloom F. E.(1998), "Priority Setting: Quixotic or Essential?", *Science*, vol. 282, p. 1641
- Bloom F. E.(1999), "Successful Priority-Setting Initiatives", *Science*, vol. 283, p. 485
- Stewart J.(1995), "Models of Priority-setting for Public Sector Research", *Research Policy*, vol. 24, pp. 115-126
- National Science Board(1997), *Government Funding of Scientific Research*
- National Science Board(1998), *Strategic Plan*
- Office of Science and Technology(1993), *Realising Our Potential: A Strategy for Science, Engineering & Technology*
- Office of Science and Technology(2000), *Foresight: United Kingdom Foresight Report*, <http://foresight.ov.uk/default1024.htm>
- Organization for Economic Co-operation and Development(1991), *Choosing Priorities in Science and Technology*, OECD, Paris
- OSTP(1995), *National Technologies Report*, <http://www.ostp.gov/CTIformatted>