

# 지식경제부의 기술로드맵 사례와 시사점



## 석영철

한국산업기술진흥원 부원장  
 겸 기술전략본부장  
 ycseok@kiat.or.kr

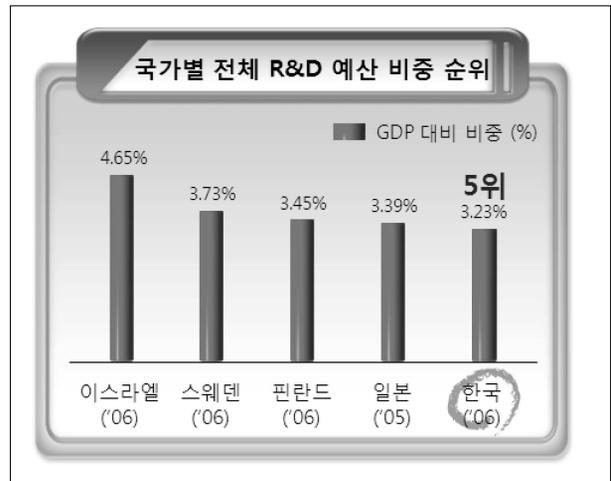
미국 오하이오 주립대학교 경제학 박사  
 미국 신시내티 대학교 교수  
 국가과학기술위원회 정책전문위원  
 국가과학기술위원회 R&D예산 사전조정위원  
 한국산업기술재단 기술정책연구센터장  
 관심분야 : 기술전략, 산업조직론, 게임이론, 미시경제이론

### 1. 서론

현대 경영학의 구루(Guru)인 피터 드러커는 그의 저서 ‘미래경영’을 통해 ‘미래를 예측하는 가장 좋은 방법은 미래를 창출하는 것’이라고 말한 바 있다. 우리나라를 비롯해 많은 국가들이 미래를 예측하고 전략을 수립하는 일련의 활동에 심혈을 기울이는 이유도 결국은 미래를 주도적으로 창출하기 위해서다.

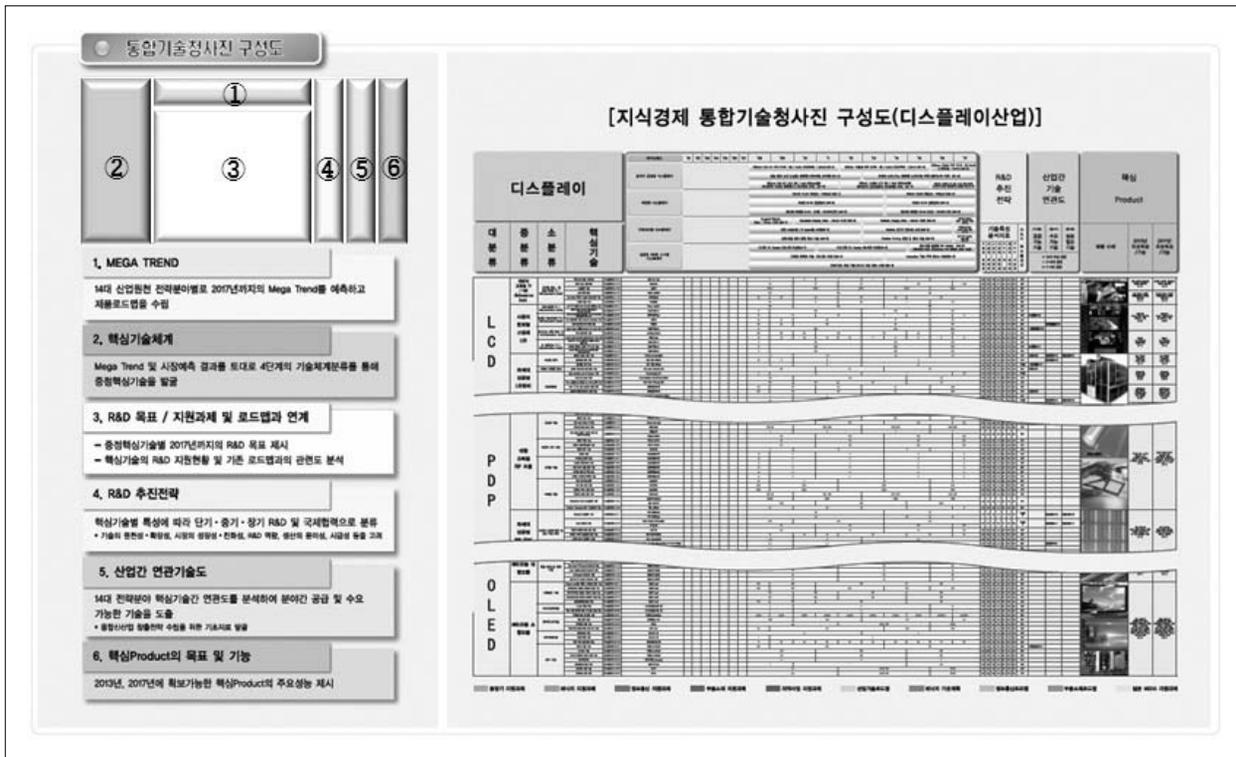
게다가 오늘날은 급격한 기술혁신으로 인해 세계를 지배하는 패러다임이 빠르게 변하는 ‘불확실성의 시대’이다. 소위 6T라 불리는 신기술은 ‘dog year’<sup>1)</sup>에 비유될 정도로 빠르게 발전하고 있어, 불과 몇 년 사이에 커다란 변화를 초래시키고 있다. 과거에는 이러한 신기술들이 독립적으로 발전해왔지만, 최근 몇 년 사이에 기술융합을 통해 새로운 기술영역을 만들어 내기도 하고 기존 산업의 지형을 크게 바꾸기도 한다. 다시 말해 파괴적 기술혁신으로 인해 산업의 모습 자체가 이전과는 비교할 수도 없을 정도로 크게 변하고 있다. 더 나아가 이러한 분야는 선점효과가 크고 ‘Winner Takes All’의 법칙이 지배적으로 적용되기 때문에 이에 적응하느냐 못하느냐는 개별 기업뿐만 아니라 국가 경제 전체의 흥망을 좌우할 정도이다.

그동안 우리나라는 국부 창출의 동력을 마련하기 위해 기술혁신을 위한 R&D 투자를 꾸준히 늘려왔다. <그림 1>은 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중으로, 우리나라는 경제협력개발기구(OECD) 국가 중 최상위에 속한다. 우리나라 정부 R&D예산도 총예산 증가율보다 높은 수준으로 지속 확대되어 2003년 6.5조원에서 2009년 12.1조원으로 크게 증가하였다. 이러한 R&D투자의 확대에 따라 과학기술의 성과는 외형적으로 크게 증가하



▲ 그림 1. 주요국의 GDP 대비 R&D투자 비중

1) 신기술이 급속히 발전한다는 것을 개의 성장속도에 비유한 것으로, 개는 1년 동안 인간의 6~7년과 비슷한 성장을 한다.



▲ 그림 2. 지식경제 통합기술청사진의 아키텍처

였다. 일례로 국제경제개발원(IMD)의 ‘세계 경쟁력 평가’ 결과에 따르면 우리나라의 과학 및 기술 인프라 경쟁력은 2003년에 각각 14위, 24위에 그쳤으나 2009년에는 각각 3위, 14위로 큰 폭으로 상승하여 세계 상위권으로 진입하였다. 또한 무선 휴대인터넷(Wibro) 등 일부 첨단 기술 분야에서 독보적인 기술을 확보하고 있다.

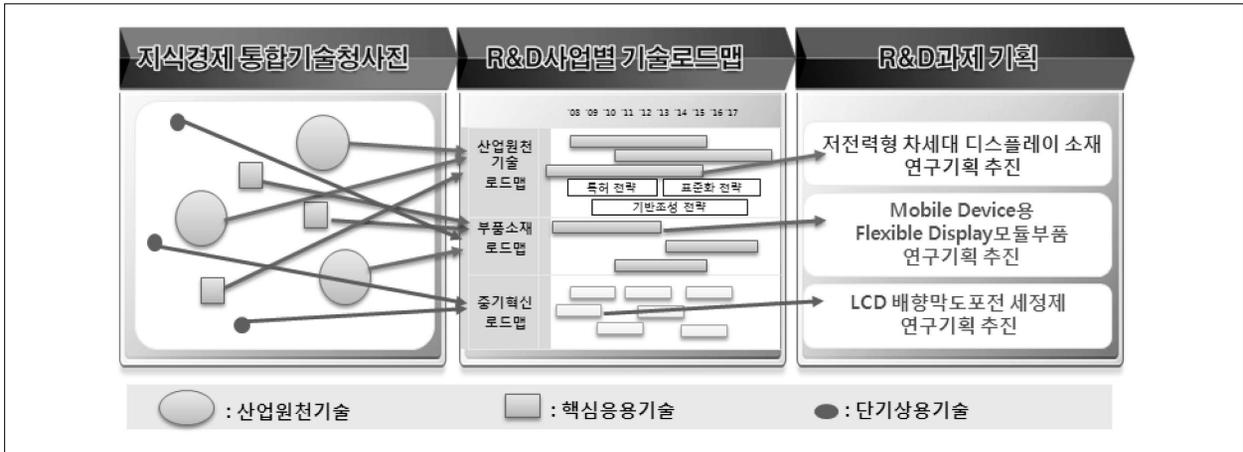
그러나, 단순히 R&D 투자규모만 확대한다고 해서 경쟁우위를 확보할 수는 없다. 게다가 우리나라의 R&D 투자규모는 미국의 1/12, 일본의 1/5 등 선진국에 비해 절대적으로 부족한 실정이다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 투자 규모의 확대뿐만 아니라 투자 전략의 고도화가 중요하다. 지식경제부는 지난 2000년부터 산업기술재단(現 산업기술진흥원)을 중심으로 과학적 전략 기획 툴(Tool)인 기술로드맵을 도입하여 매년 중장기 기술전략을 수립하고 있으며, 이를 R&D투자전략의 지침서로 활용하고 있다. 산업기술진흥원은 현재까지 지식경제 통합기술청사진, 산업원천기술로드맵, 부품소재

기술로드맵 등 다양한 로드맵을 수립하고 있으며, 이 글에서 각각의 로드맵을 소개하고자 한다.

## 2. 지식경제 통합기술청사진

지식경제부는 정부 R&D예산의 38%를 담당하는 명실상부한 산업기술 R&D 총괄부처로 자리매김하고 있다. 산업·IT·에너지 등 모든 산업의 R&D전략을 총괄함에 따라 이를 종합적으로 파악하고 조정하는 메카니즘이 그 어느 때보다 중요하게 되었다. 이를 위해 지난 2008년 통합기술청사진을 수립하여, 26개 산업에 대해 총 9,316개의 핵심기술을 선정하고, 기술별 특성에 따라 R&D전략을 단·중·장기 및 국제협력으로 제시하였다. 통합기술청사진은 600여명의 산학연 전문가가 참여한 대규모 민간 공동체 기획이다. 특히 참여전문가의 약 40%가 산업계 전문가로 구성되어 있어 시장과 긴밀하게 교감하는 민간 주도형 전략이라는데 큰 의미가 있다.

<그림 2>는 통합기술청사진의 아키텍처를 6개 영역



▲ 그림 3. 통합기술청사진에 기반한 Seamless R&D기획 시스템

으로 구조화하여 나타낸 것이다. 각각의 영역은 ①향후 10년간의 메가트랜드, ②핵심기술체계, ③핵심기술별 R&D목표, 최근 7년간 R&D지원 분야, 기존로드맵에서 제시한 중요기술 ④기술별 특성 및 R&D추진 전략, ⑤산업간 연관기술, ⑥핵심Product의 목표 및 기능 등으로 구성된다. 통합기술청사진은 향후 10년간의 산업별 메가트랜드를 토대로 중요기술을 총망라하고, 연차별 R&D목표 및 전략 등을 통합적으로 제시하고 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 핵심기술의 R&D방향만을 제시하는데 그친 기존의 국내의 기술로드맵보다 한층 진화된 전략모델이라 할 수 있다.

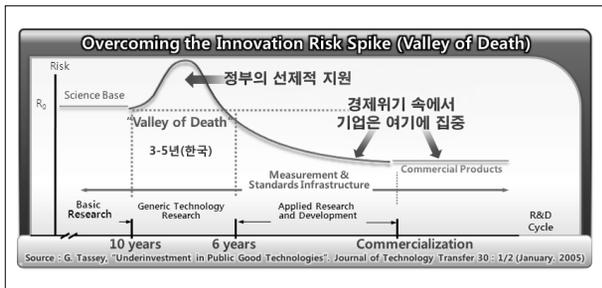
현재 지식경제부는 <그림 3>과 같이 통합기술청사진을 토대로 산업원천기술개발사업 등 R&D사업별 로드맵을 수립하고, 중장기 과제를 기획하는 ‘Seamless R&D 기획 시스템’을 구축하고 있다. 또한 신성장동력, 녹색성장 등 각종 정책 및 전략의 플랫폼으로 통합기술청사진을 활용함으로써 정책간 혼선을 최소화하고, 정책과 R&D사업간의 연계를 강화해 나가고 있다. 또한, 통합기술청사진을 ‘살아있는 전략’으로 활용하기 위해 ‘e-TRM’ 시스템을 구축하여 국가차원에서 R&D전략을 공유하고 로드맵 프로세스의 온라인화를 추진하고 있다.

통합기술청사진은 지식경제부 R&D사업 및 대내외 여건을 분석하여 향후 R&D투자의 방향성을 종합적이고 구체적으로 제시하는 최상위 기술전략 플랫폼이다. 통합기술청사진은 ‘도시기본계획’과 같은 도시전체의 조감도이며, R&D사업별 로드맵은 ‘산업지구계획’과 같은 특정영역별 합리화 계획에 비유할 수 있다. ‘도시기본계획’의 기능을 담당하는 통합기술청사진은 최적의 R&D포트폴리오와 R&D사업간 역할분담방안을 명확하게 제시하므로 R&D투자효율의 극대화에 기여할 것으로 기대된다.

### 3. 산업원천기술로드맵

기술기반 경제가 도래함에 따라 기술의 복잡성, 불확실성 등으로 인해 R&D투자 리스크가 증가하고 있다. 최근 미국 등 선진국은 기존의 ‘기초→응용→개발연구’ 개념에서 벗어나, 기초과학연구 이후의 원천기술연구와 정부의 역할에 대해 주목하고 있다. G. Tasse(2005)는 <그림 4>와 같이 원천기술연구 단계에서 발생하는 추가적인 리스크(Risk spike)로 인해, 그동안 간과해 왔던 R&D주기상의 또 다른 ‘죽음의 계곡(Valley of death)’에 봉착하게 된다고 주장한다. 또한 기업이 시장지배적 제품(Dominant design)을 성공적으로 상용화하기 위해

2) 뉴타운 건설시, 도시내 공간구조와 장기발전방향을 제시하는 ‘도시기본계획’을 바탕으로 산업·주거지구 등 ‘지구단위계획’을 수립하여 체계적으로 합리화한다.



▲ 그림 4. R&D주기에서의 또 다른 죽음의 계곡

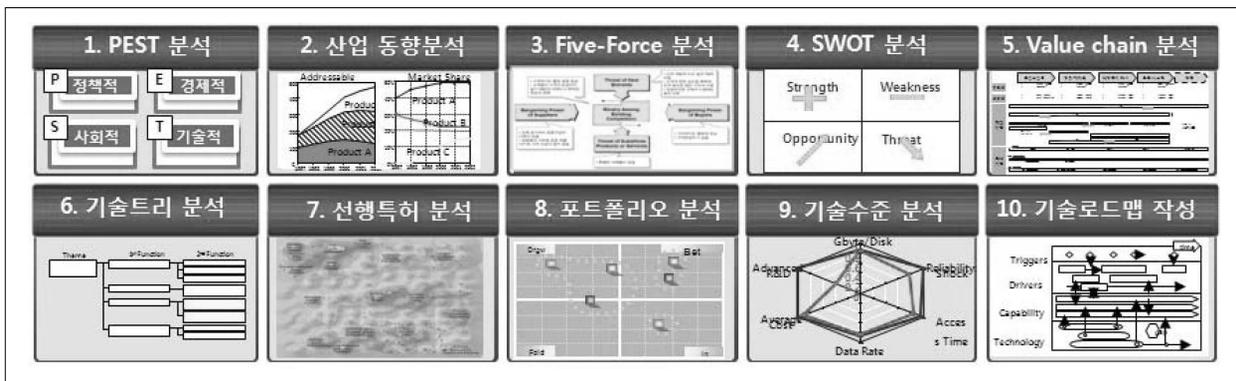
서는 원천기술연구에 대한 정부의 선제적 지원이 필요하다고 역설하고 있다. 이에 대한 근거로 미국이 기초과학연구 뿐만 아니라 원천기술개발을 균형적으로 지원함으로써 IBM, DuPont 등이 시장지배적 기업으로 성장한 사례를 들고 있다.

이러한 글로벌 추세에 대응하여, 지식경제부는 지난 2008년 R&D사업구조를 전면 개편하여 산업원천, 상용화, 특정목적, 기능별 사업, 출연연 지원 등 5대 R&D 유형으로 단순화하였다. 특히 원천기술의 심각한 해외 의존도를 개선하기 위해 기존의 중장기 R&D사업을 산업원천기술개발사업으로 일원화함에 따라 동 사업의 예산은 지식경제부 R&D예산의 41.6%에 달한다. 지식경제부는 산업원천기술로드맵 수립과 더불어 민간 수요 조사를 병행하여 R&D과제를 발굴하고 5~7년간 대규

모 R&D자금을 지원하고 있다.

산업기술진흥원은 산업원천기술개발사업의 전략적 추진을 위해, <그림 5>와 같이 PEST분석<sup>3)</sup>, Value Chain 분석, 기술 트리 등 과학적인 분석기법을 활용하여 산업원천기술로드맵을 수립하고 있다. 이를 통해 단순히 미래 시장 예측에 머물던 ‘기술로드맵(Technology roadmap)’ 수준에서 벗어나 ‘혁신로드맵(Innovation roadmap)’을 추구하고 있다. 혁신로드맵은 기술, 산업, 정책 및 사회의 변화를 고려하고 개별 요소간 상호연계를 통해 발생가능한 미래상황을 시간의 흐름에 따라 나타내는 로드맵이다.

최근 미국, EU 등은 불확실한 비즈니스 환경에 전략적으로 대응하기 위해 기존의 기술로드맵을 진화시킨 혁신로드맵을 도입하고 있다. 산업원천기술로드맵은 혁신로드맵 개념뿐만 아니라 Value chain 등 비즈니스적 접근을 강화함으로써 기술 중심의 전략에서 벗어나 새로운 시장가치 창출을 위한 실용적 전략을 제시하고 있다. 따라서 민간과 경쟁하는 R&D를 지양하고, 시장이 필요로 하면서 자체 해결이 어려운 부분을 보완할 수 있는 최적의 전략으로 활용될 것으로 기대되며, 또한 선진 기획방법론의 확산을 통해 2.5세대 수준으로 평가되는 국내 연구관리 수준을 제고하는데 기여할 것으로 예상된다.



▲ 그림 5. 산업원천기술로드맵 추진 프로세스

3) PEST분석은 정치(Politics), 경제(Economics), 사·회(Society), 기술(Technology) 변화를 종합 분석하는 기법으로, 최근 미, EU 등 선진국에서 기술로드맵에 적용하고 있다.

미래 트렌드	기술 트렌드	산업 대응 Keyword	중점 영역
인구 구조 변화	질 좋은 삶의 연장	고령화, 저출산 가족형태의 다양화 소비패턴 변화	1 생체의료 2 안전, 편리 수송
글로벌화	글로벌 장벽 극복 (지리적, 문화적)	글로벌 통합 다극화, 신흥국 소비자 글로벌 이동 증가	3 유무선 통신 4 정보처리 저장
라이프 스타일	컨버전스 및 소형화	웰빙(의료, 안전) Ubiquitous Network(개인화, Fun) 감성적 만족 (주택, 문화) 여가생활, on-demand 재교육	5 정보감지 표시 6 에너지 생산
환경, 자원	청정 및 지속가능	화석에너지 자원 고갈 환경파괴 청정화 (Cleanness)	7 에너지 효율화 8 청정환경·자원
양극화	사회 안전 및 안심	양극화된 소비, 가치소비 양극화된 비즈니스 (거대기업, 1인기업) 범죄율 증가	9 신공정 장비 10 NBIT 융복합기기
디지털 혁명	고도화, 정보화, 고속화	디지털 신산업 창출 디지털사회 인권보호, 정보보안 디지털 문화, 디지털 컨버전스	

▲ 그림 6. 부품소재 10대 중점영역 도출 프로세스

#### 4. 부품소재기술로드맵

기술혁신의 가속화에 따라 전 세계적으로 부품·소재가 신기술·신제품 창출의 원천으로 부각되고 있으며, 신성장동력 창출을 위한 고부가가치 기반산업으로서의 중요성이 더욱 커지고 있다. 특히 소재산업은 원천특허를 보유한 상위 2~3개 기업이 시장을 과점하는 경우가 대부분이다. 일본 후지사는 LCD 편광판 소재인 TAC 필름 시장의 72%를, 독일 머크사는 액정재료의 50%이상을 과점하고 있다. 프리즘필름 시장을 10년 가까이 독점하고 있는 3M사는 원천특허를 바탕으로 높은 진입장벽을 구축하여 영업이익률이 30%에 달한다.

국내 부품소재산업은 제조업 생산액의 42.7%(2006년), 전산업 수출의 43.5%(2008년)을 차지하는 등 양적으로는 상당한 규모로 성장하였다. 그러나 이러한 외형적인 성장에도 불구하고 조립산업 위주의 불균형적인

성장, 원천기술 부족에 따른 핵심부품소재의 대외의존도 심화, 특정 품목 및 시장에 대한 높은 수출의존도 등의 구조적인 문제점을 안고 있는 실정이다.

이에 지식경제부는 지난 2002년부터 7차에 걸쳐 부품소재로드맵을 수립하고 있으며, 수요기업의 참여를 적극 유도하여 시장친화적인 기술전략을 수립하고 있다. 부품소재는 그 수요가 완제품의 수요에서 파생되는 유발수요의 성격을 가지며, 그 자체로서 소비재나 생산재로서의 효용을 제공하는 것이 아니라 완제품 생산과정에서 중간재나 소재로 투입되는 특징이 있다. 따라서 부품소재로드맵은 수요기업의 참여를 통해 시장의 요구를 명확히 파악하고, 이를 전략화하여 기술개발정책에 반영하는 기능적 요소가 필수적이다.

최근에 산업기술진흥원은 시장뿐만 아니라 사회구조

변화와 같은 다양한 차원의 변화요인을 고려하여 트렌드 기반의 부품소재로드맵을 작성하였다. 이를 위해 시장·정책·금융·기술 등 다양한 분야의 전문가들이 인구구조 변화 등과 같은 미래 트렌드를 예측하고, <그림 6>과 같이 생체의료 등 10대 중점영역을 선정하였다. 또한 통합기술청사진을 토대로 10대 영역별 유망제품군을 발굴하고 134개 핵심부품소재군을 선정하여 로드맵을 수립하였다. 지식경제부는 동 로드맵을 토대로 29개 연구과제를 기획하여 이를 2009년 공동주관 기술개발과제로 지원하였다.

최근 들어 부품소재산업은 우리 경제의 지속가능한 성장을 담보할 수 있는 전략분야로 점점 더 부각되고 있다. 이에 더해 대규모의 설비와 자금이 소요되는 자본집약적 특성, 시장과 기술의 급격한 변화로 인해 기술개발 관련 위험이 증폭되고 있는 현실, 그리고 완제품 생산과정에 중간재나 소재로 투입된다는 점에서 최종재 산업의 수요 전망에 기반한 부품소재로드맵의 의의는 더욱 커지고 있다.

### 5. 맺음말

최근 우리 정부는 ‘저탄소 녹색성장’을 미래의 패러다임으로 제시하고, 2030년까지 신재생에너지 산업에 111조 5000억원(민간 76조3000억원, 정부 35조2000억원)을 투자하겠다는 계획을 발표하였다. 그리고 이를 실천하기 위한 신성장동력 기술로드맵, 중점녹색기술개발 전략로드맵을 수립하였다. 일본도 2007년 5월 ‘쿨 어스(Cool Earth) 50’ 보고서를 낸 데 이어, 2008년 6월 ‘클린 아시아 이니셔티브(Clean Asia Initiative)’를 통해 아시아의 저탄소, 저공해 사회 실현방법을 발표하는 등 국가적 차원에서 발 빠르게 대응하고 있다. 이렇듯 글로벌 차원에서 새로운 성장의 축으로 제시된 ‘저탄소 녹색성장’ 시대를 준비하는 현 시점에서 R&D전략과 투자방향을 제시하는 로드맵의 역할은 더욱 중요하다.

현재 우리는 기술선진국과 후발국의 추격 사이에서 오토가도 못하는 너트크래커(Nut-cracker) 상황에 처해 있다는 위기감이 팽배하다. 또한 서구 선진국들은 우리보다 앞서 녹색성장을 미래의 성장비전으로 설정하고 앞

다뒤 새로운 정책과 기술을 내놓고 있다.

그러나 언제나 위기는 기회다. 낮은 곳에서 길을 잃어도 제대로 된 지도만 가지고 있으면 출구를 쉽게 찾을 수 있다. 오히려 어려움을 헤쳐 나가는 과정 속에서 더 좋은 길을 발견하기도 한다. 더욱이 녹색성장은 선진국들이 거쳐 간 길을 쫓아가는 방식이 아니라, 오히려 선도해나가는 창의와 혁신이 필요한 어려운 과업이다. 이러한 상황에서 통합기술청사진, 산업원천기술로드맵 등은 R&D투자의 목적지를 명확하게 제시하고, 목적지에 도달할 때까지 위험요인들을 사전에 알려주는 훌륭한 내비게이션이 될 것이다. 산업기술의 급격한 변화에 발맞춰 기술로드맵을 수시로 확인하고 보완한다면, 과거에 우리가 이룩했던 자동차산업과 반도체산업, IT 산업의 영광을 새로운 미래산업 영역에서도 재현할 수 있을 것이다. 지식경제부의 활발한 로드맵 활동이 새로운 녹색성장 동력 마련의 주춧돌이 되길 기대해본다. 

### 참고문헌

1. 김영준 외(2002), "전략통합형 R&D를 위한 과학적 연구방법론에 관한 연구", 과학기술정책연구원.
2. 김현정(2005), "우리나라 부품소재산업의 경쟁력 현황과 정책과제", 한국은행.
3. 김갑수 외(2005), "부품소재산업에서 로드맵 작성의 정책적 의의", 과학기술정책지 vol 16
4. 석영철 (2002), "산업기술 로드맵의 의의와 작성전략", STEPI 과학기술정책포럼 발표자료 (2002. 2).
5. 한국산업기술재단, "부품소재기술로드맵", 2003~2008 각년도
6. 한국산업기술재단, "산업기술로드맵", 2001~2007 각년도
7. 한국산업기술재단(2008), "지식경제 통합기술청사진"
8. Betz, F. (2003). Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change, 2nd Edition.
9. Farrukh, C., Phaal, R. and Probert, D.R.(2003). Technology roadmapping: linking technology resources into business planning, International Journal of Technology Management, 26(1)
10. Tassej, G. (2005), Underinvestment in public good technologies, Journal of Technology Transfer 30
11. Konnola, T. (2007), Innovation roadmap: Exploring alternative futures of industrial renewal, European Commission
12. Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D. (2004), Technology roadmapping: a planning framework for evolution and revolution, Technological Forecasting and Social Change 71(1-2), 5-26.
13. Porter, M(2003). Building the microeconomic foundations of prosperity: findings from the microeconomic competitiveness index, in The Global Competitiveness Report 2002-2003, World Economic Forum