

# Issue Paper

2009. 4. 6.

## 신성장동력 육성의 비결, 정부 R&D

### 목차

#### 요약

---

I. 연구 배경과 목적

---

II. 정부 R&D 역할 모델

---

III. 사례연구

: 조선, 휴대폰, 휴대인터넷, 바이오 산업

---

IV. 사례연구의 시사점

---

작성 : 이원희 수석연구원(3780-8264)  
wonhee07.lee@samsung.com  
김현한 연구원

감수 : 김재윤 연구위원(3780-8297)  
jyk@seri.org

## 《 Executive Summary 》

최근 세계 각국은 정부 R&D 확대를 통하여 신산업을 창출하고 글로벌 위기 이후의 주도권 확보를 위해 노력하고 있다. 한국 역시 정부의 R&D 투자를 대폭 확대 중이나 지속적인 R&D 투입 증가에도 불구하고 효과에 대한 논란은 여전하다. 따라서 민간기업의 역량과 산업발전 단계의 변화에 따른 효율적인 정부 R&D 모델 수립이 요구되고 있다.

정부 R&D는 기술개발 투자의 위험을 분담하여 민간의 연구개발 투자를 활성화시키는 것이 가장 중요한 역할이다. 본 연구에서는 위험의 종류와 정도를 산업발전주기와 민간기업의 역량에 따라 구분하고, 이에 따른 정부 R&D 역할을 4가지 유형으로 제시하였다. 유형 1은 산업주기상 성숙단계이나 민간의 역량이 낮은 분야로 정부가 ‘기술 공급자’의 역할을 하는 것이다. 유형 2는 국내기업의 경쟁력과 기술성숙도가 모두 높아 정부가 민간과 협력하여 선행기술 개발에 집중하는 ‘기술 협력자’의 역할을 한다. 유형 3은 산업주기상 초기단계여서 기술의 불확실성이 높지만 관련 민간기업의 역량이 높은 분야로, 기술개발은 민간이 주도하고 정부는 시장 확대를 위한 기반을 조성하는 ‘시장 조성자’로서의 역할을 한다. 유형 4는 산업주기상 초기단계이고 민간의 역량이 낮아 정부주도로 선행기술을 개발하는 ‘기술 공급자’의 역할과 민간과 협력하여 기술의 상용화까지 지원하는 ‘시장 조성자’의 역할을 모두 하는 것이다.

본 연구에서는 한국의 대표산업으로 성장한 조선·휴대폰 산업, 신시장을 선도하고 있는 휴대 인터넷 산업, 산업화가 늦어지고 있는 바이오 제약 산업에 대한 사례연구를 통하여 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 우선, 정부 R&D 투자는 민간기업과의 위험분담을 통하여 지속적인 신산업 창출의 기반 역할을 해야 한다. 특히, 최근 글로벌 금융위기 등으로 민간의 투자 위험도가 높아짐에 따라 정부 R&D의 역할이 어느 때보다 중요해지고 있다. 또한 산업발전단계와 민간역량에 따라 위험 유형이 다르므로 정부 R&D의 효율을 높이기 위해서는 이를 고려한 적절한 지원이 필요하다. 마지막으로 공공목적의 R&D 수요가 증가함에 따라 향후 정부 R&D는 에너지, 환경, 보건과 같은 글로벌 현안 문제를 해결하는 동시에 이를 기반으로 산업화로 연결할 수 있는 분야에 대한 투자를 확대하는 것이 필요하다.

《 요약 》

1. 효율적 정부 R&D 모델의 필요성

- 現 금융위기 상황을 돌파하고 次期의 주도권 확보를 위하여 세계 각국이 정부 R&D 투자 확대를 통한 신산업 창출에 주력
  - 미국, 유럽 등의 선진국뿐 아니라 중국 등 후발국도 R&D 투자 확대를 통하여 現 위기상황을 돌파하고 향후 주도권 확보를 위해 노력

주요국의 정부 R&D 확대 계획

국가	주요 내용
미국	정부주도의 R&D 확대를 통해 산업 경쟁력 제고 New Apollo Program을 통해 인프라 분야에 대규모 R&D 투자
EU	R&D 투자 확대를 통한 경제성장과 일자리 창출을 위하여 '新리스본 전략' 추진
중국	2006년 세계 2위의 R&D 투자국으로 부상 (GDP의 1.4%) 2010년까지 GDP의 2%까지 R&D 투자 확대

- 한국도 정부 R&D를 확대 중이나 투입 증가 대비 성과가 미진하여 효율성에 대한 지적이 계속됨
  - 現 위기를 극복하기 위하여 정부의 R&D 투자를 대폭 확대할 계획
    - '577 이니셔티브'를 통해 정부 R&D 투자를 2009년 12조 원, 2012년 16.2조 원까지 늘릴 계획
  - 그러나 최근 R&D 투자 확대에 비해 성과가 미흡하다는 지적이 증가
    - 1990년대까지는 정부 R&D가 조선, 자동차, 반도체, IT 등 주력산업의 창출 기반이 되었으나 2000년 이후는 대표적 신산업을 창출하지 못하고 있음
    - 기술무역수지와 부품·소재 분야에서는 무역적자가 지속적으로 확대

- 특히, 국내 민간기업의 역량과 산업발전단계 등 산업환경이 변화함에 따라 이에 적합한 정부 R&D의 역할을 조정하는 것이 필요
  - 일부 산업에서 글로벌 기업이 탄생하는 등 민간기업의 역량이 증가하고 있으나, 5대 기업이 민간 연구비의 70% 이상을 차지하는 등 민간기업의 연구개발 역량이 양극화
  - 기존의 추격형 기술개발을 통한 성장이 한계에 도달함에 따라 이를 극복하기 위한 창조적 혁신체계로의 전환이 필요한 시점

## 2. 정부 R&D 모델과 사례 분석

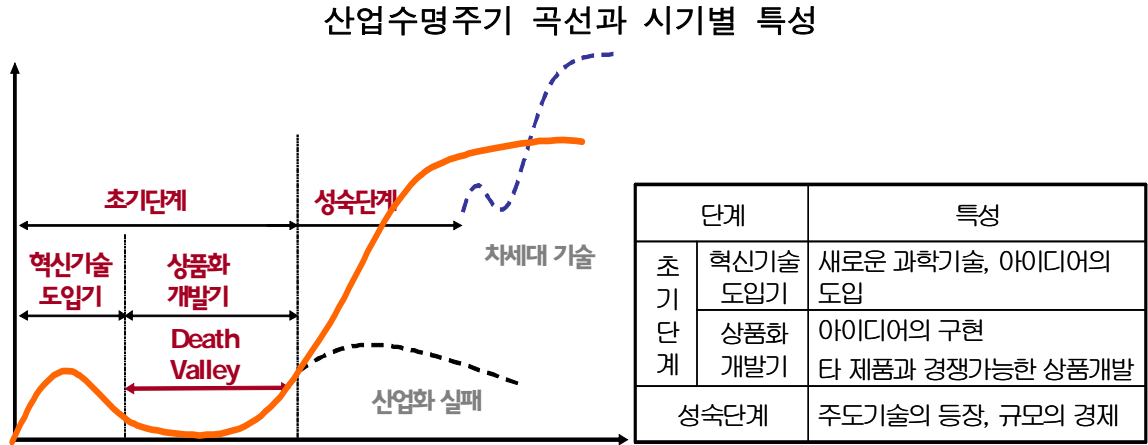
- 高위험이라는 기술개발 투자의 특성상 정부 R&D의 가장 기본적인 역할은 위험분담을 통하여 과학기술 분야의 ‘시장 실패’를 방지하는 것
  - 위험은 그 원인에 따라 행태적 위험, 기술적 위험, 역량 위험의 3가지 유형으로 구분 가능하며, 위험 유형에 따라 정부의 역할에 차이
    - 정부 R&D는 기술적 위험과 역량 위험에 대한 역할 분담 필요
    - 행태적 위험은 특허제도 등의 법률장치로 해결

위험의 유형과 특성

유형	특성
행태적 위험	타사의 기술개발 결과에 무임승차하려는 기업 행태 특허제도, 공정경쟁제도 등 법률장치로 해결
기술적 위험	기술개발의 결과물이 무용화되고 시장창출에 실패 개별 기업이 제어 불가능한 외부적 요인 정부 R&D는 ‘시장 조성자’의 역할이 필요
역량 위험	개별 기업의 연구개발 역량 부족 등 내부적 요인 특히 개발도상국에서 취약 정부 R&D는 ‘기술 공급자’의 역할이 필요

- 산업의 발전단계에 따라 기술 특성, 경쟁구도 등 산업의 특성이 변화하기 때문에 기술적 위험성은 산업주기와 밀접한 관계를 가짐

- 산업발전 초기단계는 기술의 변화 속도가 빠르고 시장 불확실성이 큼
- 특히, 많은 신기술들이 소위 ‘죽음의 계곡(Death Valley)’으로 불리는 산업발전 초기단계에서 신산업 창출에 실패
- 산업의 성숙단계에서는 기술과 시장의 불확실성이 감소하고 가격, 품질 등이 주요 경쟁요소로 등장



□ 산업발전단계와 해당 산업의 민간기업 역량에 따라 정부 R&D의 역할을 4가지 유형으로 구분

- 기술적 위험과 역량 위험을 결정하는 산업주기상의 위치와 민간기업의 역량을 고려하여 정부 R&D의 역할을 4가지 유형으로 구분

산업주기와 민간역량에 따른 정부 R&D 모델

산업수명주기	성숙	기술 위험도 <b>低</b> 역량 위험도 <b>高</b> → 기술 공급자	기술 위험도 <b>低</b> 역량 위험도 <b>低</b> → 기술 협력자
	초기	기술 위험도 <b>高</b> 역량 위험도 <b>高</b> → 기술 공급자, 시장 조성자	기술 위험도 <b>高</b> 역량 위험도 <b>低</b> → 시장 조성자
		낮음	높음
		민간역량	

## 유형 1: 산업주기 성숙, 민간역량 낮음 → 기술 공급자 역할

- 유형 1: 기술변화의 속도가 느리기 때문에 ‘Catch-up’ 전략이 유효하며, 민간의 역량이 부족하여 정부주도의 기술공급이 필요
  - 집중적인 자본투자와 기술개발로 선진 기술을 따라잡는 ‘Catch-up’ 전략을 통하여 선도국이 점유한 기존 시장에 진입
    - 기술변화가 느리기 때문에 후발국도 집중적인 기술개발을 통하여 선진 기술 수준을 따라잡는 ‘Catch-up’ 전략이 유효
    - 글로벌 측면에서는 신산업이 아니지만 국내기업의 입장에서는 신산업
  - 민간의 역량이 낮아 자본투입이나 기술개발 능력이 없으므로 정부주도의 자본투입과 기술공급이 필요
    - 국내 산업화 초기단계에서의 조선, 중화학 산업 등이 이에 해당

### 산업화 초기 조선산업의 성공요인

- 1980~1990년대 세계적인 조선산업 침체기에도 불구하고, 기술개발에 투자를 지속하여 글로벌 리더로 도약할 수 있는 기반을 구축
  - 한국의 조선산업이 글로벌 리더로 부상한 데에는 1980~1990년대 초반 조선산업 침체기에도 지속적으로 기술개발에 투자한 것이 큰 역할
    - 일본, 유럽 등은 조선산업을 사양산업으로 인식하여 투자에 소홀
    - 한국은 지속적인 기술개발로 선진국 수준의 품질 및 생산기술 확보
  - 1990년대 후반 이후 조선산업이 다시 호황기를 맞으며 한국기업은 품질 및 원가 경쟁력을 바탕으로 글로벌 리더로 부상하기 시작
- 특히, 1980년대 정부 출연연구소를 중심으로 한 상용화 기술공급이 주요
  - 1970년대 초반에 설립된 정부연구소인 한국선박연구소 등을 중심으로 품질개선 및 원가절감을 위한 생산기술 개발에 집중
    - 설계능력 향상, 자동화, 부품 국산화 등 민간기업이 당장 사용할 수 있는 상용화 기술을 정부주도로 공급

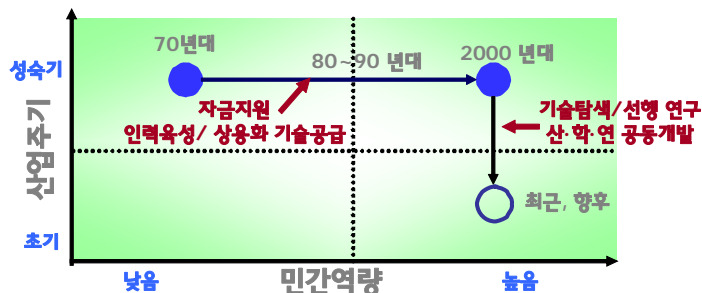
유형 2: 산업주기 성숙, 민간역량 높음 → 기술 협력자 역할

- 유형 2: 해당 산업의 민간역량이 높으나 시장이 포화 상태로, 지속적인 경쟁우위 확보를 위해서는 민·관 협력을 통한 차세대 기술개발이 필요
  - 국내기업이 세계시장의 선두위치를 차지하고 있으나 진입장벽이 낮아져 중국 등 신흥국의 위협을 받는 산업
    - 따라서 차세대 선행기술 개발을 통하여 지속적으로 진입장벽을 높이는 전략이 필요한 분야
  - 민간기업이 세계적인 수준에 오른 상태이므로 상용화 기술개발은 민간에 일임하고 정부는 민간과 협력하여 차세대 기술개발에 주력
    - 한국의 주력산업으로 성장한 최근의 조선, 자동차, 반도체 등

최근 조선산업의 성공요인

- 산업초기의 추격형 기술개발에서 벗어나 2000년대 이후 혁신적 기술개발을 통하여 글로벌 리더의 위치를 확고히 하고 있음
  - 원가절감 차원의 개선에서 벗어나 혁신 공법을 개발
    - 육상건조공법, 기가블록 공법, 스키드 공법 등 혁신 공법을 개발
  - 최근, 고부가가치 해양구조물 분야에 대한 진출도 활발
- 민간기업의 역량 확대와 더불어 정부도 선행기술에 대한 민·관 협력을 확대하여 조선산업의 지속적 경쟁우위 창출을 지원
  - 상용화 단계의 기술은 민간에 일임하고 정부는 선행기술 개발에 주력

조선산업의 변천 과정과 정부 지원



### 유형 3: 산업주기 초기, 민간역량 높음 → 시장 조성자 역할

- 유형 3: 민간역량이 높은 분야에서 차세대 기술을 기반으로 新시장을 창출하는 경우로, 기술개발은 민간이 주도하고 정부는 시장 확대를 위한 기반조성
  - 새로운 기술과 시장을 동시에 창출해야 하므로 불확실성이 높지만, 민간 기업의 개발역량도 높기 때문에 민간주도의 연구개발이 적합
  - 정부는 시장 확대를 위한 기반조성 노력이 필요
    - 국가표준화, 국제표준화, 대규모 실증사업 등 개별 기업이 대처하기 어려운 시장의 기반조성
  - IT 기업을 중심으로 한 휴대 인터넷 산업 창출이 사례

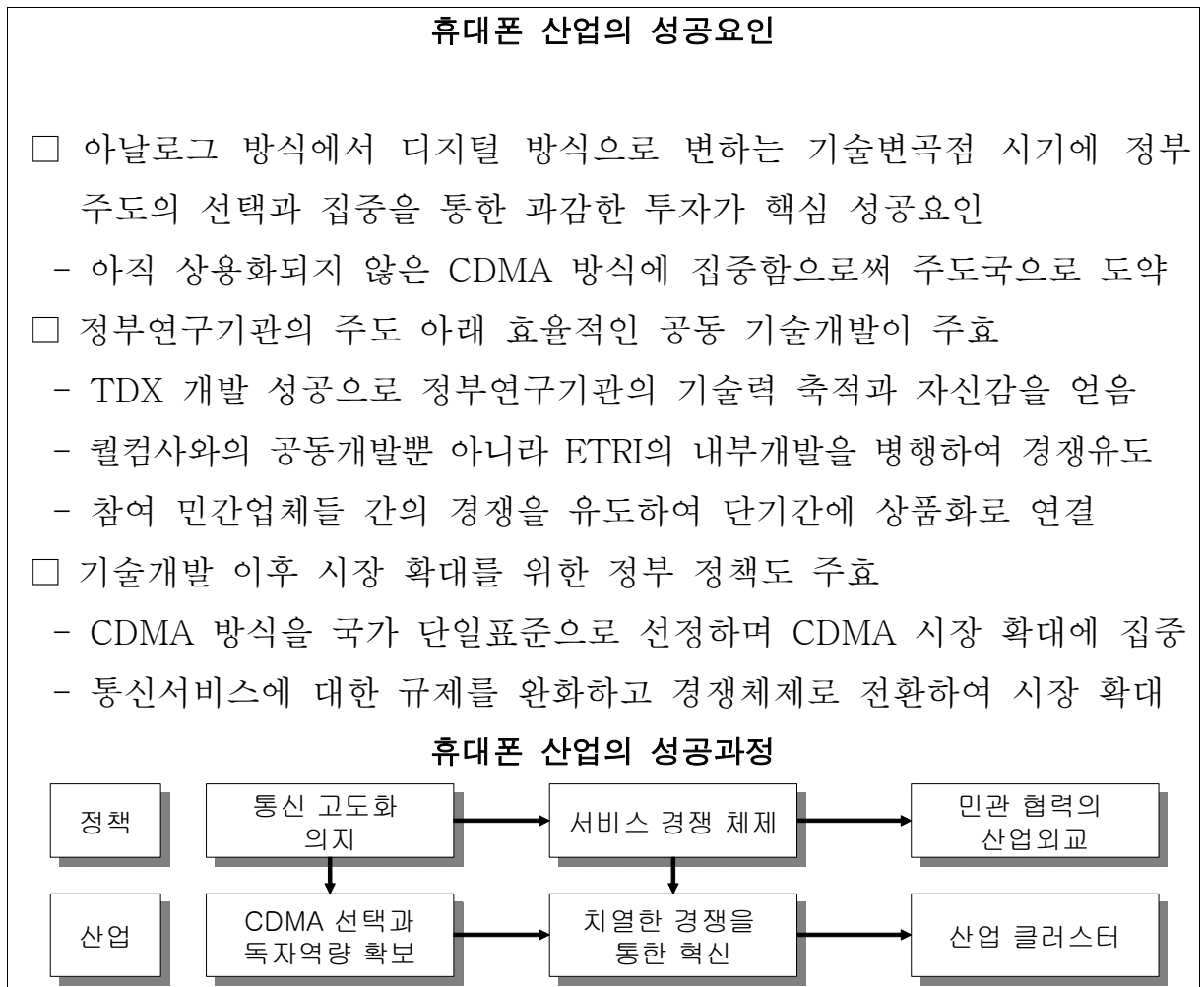
#### 휴대 인터넷 산업의 성공요인

- 민간과 정부의 협력을 통하여 新시장을 개척하고 있는 신산업
  - 정부는 휴대 인터넷 분야로 빠르게 진출할 수 있는 정책적 지원을 제공
    - 사용이 미진한 2.3GHz 대역을 휴대 인터넷 전용으로 변경
  - 민간기업과 정부가 공동으로 휴대 인터넷 기술을 개발
  - 정부는 국제표준화와 해외시연을 통하여 국제시장 개척을 적극 추진
- 정부주도의 기술공급에서 벗어나 정부와 민간의 협력과 분업을 통한 노력이 주효
  - 개발 초기부터 정부와 민간기업이 긴밀히 협조하여 기술개발
    - 기존 TDx, CDMA는 정부주도의 기술개발 이후에 민간에 이전
  - 정부와 민간기업의 역할에 적합한 분업구조 형성
    - 원천기술과 상용화 기술 등 기술개발은 민간기업이 주도
    - 국제표준, 국가표준, 주파수 정책 등은 정부가 주도



**유형 4: 산업주기 초기, 민간역량 낮음 → 기술 공급자 겸 시장 조성자**

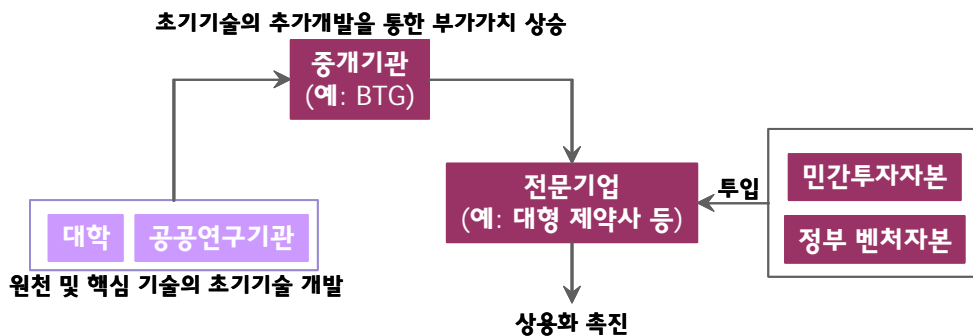
- 유형 4: 기술·시장 불확실성이 높을 뿐 아니라 민간기업의 역량이 부족하기 때문에 정부주도의 선행기술 개발과 상용화 기술 공급이 동시에 필요
  - 불확실성도 높고 국내 산업 기반도 미약하지만 국가의 미래 성장동력으로 확보해야 할 분야에 해당
    - 차세대 기술로 진화하는 변혁기를 이용한 Leap-frogging 전략이 유효
  - 민간기업의 기술개발 역량도 부족하기 때문에 정부주도로 선행기술 개발 뿐 아니라 이를 이용한 상용화 제품의 개발과 시장 조성 노력도 필요
    - 과거 휴대폰 산업이나 현재의 바이오 분야 등이 해당



바이오 산업에 대한 정부 R&D 투자의 한계와 대책

- 기초과학의 성격이 강하여 장기간의 개발기간이 필요한 반면, 국내기업의 역량이 부족하여 ‘Death Valley’ 극복에 실패
  - 기초과학의 성격이 강하고 엄격한 규제와 인허가 등 오랜 기간 소요
  - 반면, 국내 제약기업은 상품화 단계까지 이끌어 갈 역량이 부족
    - 대학, 정부연구소, 벤처 기업 등에서 신약후보 물질 개발에는 성공
    - 그러나 상품화 능력이 없어 후보물질 임상 전 단계에서 글로벌 제약기업에 기술을 판매하는 실정
- 정부주도의 기초연구와 동시에 상용화까지 이끌어 갈 수 있는 지원 필요
  - 부족한 민간의 역량을 대신하여 정부주도로 원천기술 개발 지속이 필요
  - 동시에 원천기술을 이용하여 제품화까지 이끌어 갈 수 있도록 지원
    - 사례: 영국은 통산성 산하에 BTG(British Technology Group)라는 기술 중개기관을 두어 대학, 정부연구소의 초기기술을 추가 개발하여 전문기업에 이전함으로써 초기 제약산업을 육성

영국의 BTG 사례



### 3. 사례연구의 시사점

#### 정부 R&D 투자는 신산업 창출의 기반

- 정부 R&D 투자는 기술공급, 인력공급, 민간의 역량강화 및 투자유도 등 다양한 경로를 통해 신산업 개척의 기반을 제공

- 조선산업, 휴대폰 산업, 휴대 인터넷 산업에서 보듯이 정부의 R&D 투자는 지속적으로 신산업을 창출하는 씨앗 역할을 해왔음
- 정부의 R&D 투자는 차기의 주도권 확보를 위한 중장기 투자가 필요
  - R&D 특성상 정부의 R&D 투자와 산업 창출 사이에 시간지연이 존재

### 산업환경별로 차별화된 정부 R&D 투자가 필요

□ 산업주기와 민간역량을 고려한 정부 R&D의 역할 설정과 정책이 필요

- 정부 R&D의 기본 역할은 기술개발에 수반된 위험을 분담하여 민간기업의 연구개발 투자를 활성화하는 것
- 산업주기와 민간기업의 역량에 따라 위험의 유형과 정도가 상이하므로 이에 따른 적절한 정부 R&D 정책이 필요

산업주기와 민간역량에 따른 정부 R&D 역할

산업 주기	민간 역량	위험의 종류 · 정도	정부 역할	정부 정책	사례
성숙	낮음	기술 위험도 低 역량 위험도 高	기술 공급자	상용화 기술 공급 자금지원을 통한 규모확대	초기 조선
성숙	높음	기술 위험도 低 역량 위험도 低	기술 협력자	상용화 기술은 민간에 일임 정부는 민간과 선행기술을 협력개발	최근 조선
초기	높음	기술 위험도 高 역량 위험도 低	시장 조성자	민간주도 기술개발 정부는 시장기반 조성	휴대 인터넷
초기	낮음	기술 위험도 高 역량 위험도 高	기술 공급자 + 시장 조성자	정부주도 선행기술 개발 민간과 협력한 상용화 지원	휴대폰 바이오

- 미래 신성장 동력으로 주목받는 바이오 산업은 ‘유형 4’에 해당하나 아직 상용화 단계의 지원이 부족한 상황

- 국가 차원에서 산업화가 진전됨에 따라 시대별로 신산업 창출 경로도 변화
  - 국가와 민간기업의 연구개발 역량이 강화됨에 따라 신산업 창출을 위한 주요 전략과 주체가 변화
    - 산업기술개발에서 기초·원천 및 공공목적의 기술개발로 변화

시대별 국가 R&D의 특징과 성격 변화

구분	~ 1980년대	1990년대	2000년대
전략	선진국 추격형	선진국 추격형	창조형 전환 도모
성격	현장 산업기술 개발	첨단산업 기술개발	기초·원천 기술개발 사회현안 해결
주체	정부연구소 주도	정부연구소, 기업·대학	기업주도, 대학·정부연구소
중점산업	조선, 자동차, 철강, 반도체	반도체, 첨단가전 휴대폰	이동통신, 바이오

### 정부와 민간의 선순환 투자 주기를 형성

- 정부의 산업기술 지원 → 기업 경쟁력 제고 → 기초·원천 기술에 재투자라는 선순환 주기를 형성
  - 미국, 유럽 등 선진국의 경우 정부 R&D는 기초·원천 기술에 투자하고 이를 산업기술로 확대하는 경로를 따라 성장
  - 한국의 경우, 정부 R&D를 통하여 산업기술을 공급하고 이를 기반으로 기업의 경쟁력 강화 후에 기초·원천 기술에 투자를 확대하는 경로
    - 기초기술을 상용화 단계까지 이끌어 갈 민간역량이 부족
    - 최근 글로벌 경쟁력을 확보한 산업에서는 기초·원천 기술개발에 대한 투자를 확대하여 경쟁력을 확대

## 기술개발과 함께 산업화까지 고려한 기술기획이 필요

- 산업주기의 초기단계에 진입하여 신산업을 창출하기 위하여는 기술개발 역량뿐 아니라 시장 창출까지 고려한 기술기획 능력이 필요
  - 민간기업과 국가역량이 성장함에 따라 새로운 기술로 신시장을 창출하는 사례가 증가
    - 과거 ‘Catch-up’ 전략에서는 기술개발만 성공하면 기존 시장에 진입 가능
    - 산업 초기의 신시장에는 기술 불확실성뿐 아니라 시장 불확실성도 존재
  - 산업 초기단계의 불확실성을 극복할 수 있는 기술기획 능력이 필요
    - 기술개발과 동시에 시장확대를 위한 표준화 방안, 글로벌 진출 전략 등 기술 기획을 개발 초기부터 진행

## 향후에는 공공수요를 산업화로 연결할 수 있는 분야에 집중

- 국가의 발전단계가 성숙됨에 따라 사회적 현안 문제를 해결하기 위한 정부 R&D의 역할이 요구
  - 향후에는 광우병, 지구 온난화 등 사회적 현안을 해결할 수 있는 정부의 R&D 투자가 증가할 전망
    - 과거 정부 R&D 투자는 선진국에 비하여 경제개발 목적의 투자 비중이 과도하게 높다는 지적
- 보건, 에너지, 환경 등 공공의 요구를 수용하면서 이를 기반으로 산업화로 연결할 수 있는 분야에 집중
  - 정부 R&D 투자 확대를 통하여 공공의 수요를 충족시키면서 동시에 국내 기업의 역량 강화 기회로 활용

## I. 연구 배경과 목적

### 現 금융위기 돌파를 위해 각국은 정부 R&D를 확대

- 세계 각국은 정부의 R&D 투자 확대를 통한 신산업 창출로 위기상황 극복뿐 아니라 금융위기 이후의 次期 주도권을 장악하기 위하여 노력 중
  - 미국은 '혁신기반경제(Innovation based economy)'의 중요성을 강조하며 정부주도의 R&D를 통한 산업 경쟁력 제고와 금융위기 이후 세계경제 패권의 재장악을 역설
    - 미국 산업계는 경쟁력 제고를 위해 정부주도 R&D의 확대를 건의<sup>1)</sup>
    - 오바마 대통령은 New Apollo Program을 통해 신·재생 에너지 분야에 1,500억 달러를 투자할 계획<sup>2)</sup>

#### 'New Apollo Program'의 주요 내용

- Apollo Program은 인류를 처음으로 달에 착륙시키기 위한 대규모 R&D 프로젝트
  - 1960~1974년 동안 960억 달러를 투자
  - Apollo Program을 통하여 과생된 기술을 기반으로 미국은 통신 및 전기·전자 부분에서 최고의 경쟁력을 확보
- New Apollo Program이란 미국 오바마 대통령의 경제위기 극복과 미래 이슈 선점을 위한 청정에너지 개발 프로젝트
  - 2009년부터 10년간 청정에너지 개발에 1,500억 달러를 투자
  - 최근 글로벌 현안 문제의 핵심인 환경과 에너지 분야에서 미국의 산업 경쟁력을 재탈환하는 것이 목적

1) Atkinson, R. & Audretsch, D. (2008. 9.). Economic Doctrines and Policy Differences Has the Washington Policy Debate Been Asking the Wrong Questions? Information Technology & Innovation Foundation.

2) Obama May Put Renewable-Energy Plan Ahead of Climate Package. (2008. 11. 4.). *Bloomberg*. <<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601087&sid=a.YTOC9grPB8&refer=home>>

- EU는 ‘新리스본(Lisbon) 전략’을 통하여 경제성장과 일자리 창출을 위한 EU 차원의 R&D 투자 확대를 결의<sup>3)</sup>
  - EU는 R&D에 대한 투자 증대로 인하여 정부 지원금 회수율이 1990년대의 50%에서 2007년에는 80%로 증가한 것으로 평가<sup>4)</sup>
- 중국 역시 현재의 금융위기를 중장기적 R&D 투자를 통해서 선도국과의 격차를 줄일 수 있는 기회로 판단
  - 중국은 2006년에 1,360억 달러(GDP의 1.4%)로 세계 2위의 R&D 투자 국으로 부상했으며<sup>5)</sup>, 2010년까지 GDP의 2%로 확대할 계획<sup>6)</sup>

## 한국도 정부 R&D를 확대할 계획

□ 한국은 과거 정부 R&D를 통하여 지속적으로 신산업을 창출해왔음

- 정부 R&D는 민간의 부족한 역량을 대신하여 기술개발, R&D 투자 자금 지원, 기술발전의 방향 제시 등을 통하여 신산업 형성에 기여해왔음
- 조선, 자동차, 반도체, IT 등 한국의 주력산업 탄생은 정부의 기술개발 지원에 힘입은 바가 큼
  - 1970년대 중화학공업 육성기는 정부 R&D의 도입기로 산업화 추진을 위한 인력기반 구축과 정부 출연연구소 등을 통해 생산기술을 공급
  - 1980~1990년대는 정부 출연연구소가 국가적인 R&D 사업을 주도하여 기업에 필요한 핵심기술을 정부가 직접 공급

3) Council of the European Union (2008. 5. 20.). LAUNCHING THE NEW CYCLE OF THE RENEWED LISBON STRATEGY FOR GROWTH AND JOBS (2008-2010).

4) European Commission (2008. 11. 18.). State aid: latest Scoreboard shows Member States moving towards better targeted aid. Press Release.

<<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/1725&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>>

5) OECD (2006.). Science, Technology and Industry Outlook 2006.

6) China.org.cn (2007. 9. 13.). R&D Spending Exceeds US\$39.9b in 2006.

<<http://www.china.org.cn/english/China/224285.htm>>

□ 현 위기상황을 극복하기 위하여 정부는 R&D 투자를 대폭 확대할 계획

- 국가과학기술 기본계획인 ‘577 이니셔티브(Initiative)’를 발표하고 정부의 R&D 투자를 대폭 확대
  - 2009년 정부 R&D 투자를 전년 대비 10.8% 증가한 12조 원으로 책정
  - 2012년에는 16.2조 원까지 확대할 예정

**‘577 이니셔티브’의 주요 내용**

- 국가 R&D 투자를 GDP의 5%까지 확대
  - 2006년 GDP 대비 3.2% 수준의 R&D 투자를 2012년까지 GDP 대비 5%로 확대 (2008~2012년간 66.5조 원 투자)
- 7대 기술 분야에서 50개 중점기술을 선정하여 집중투자
- 국가 R&D 시스템의 효율화를 위한 7대 프로세스 개혁
- 과학기술 분야 세계 7위 강국 건설

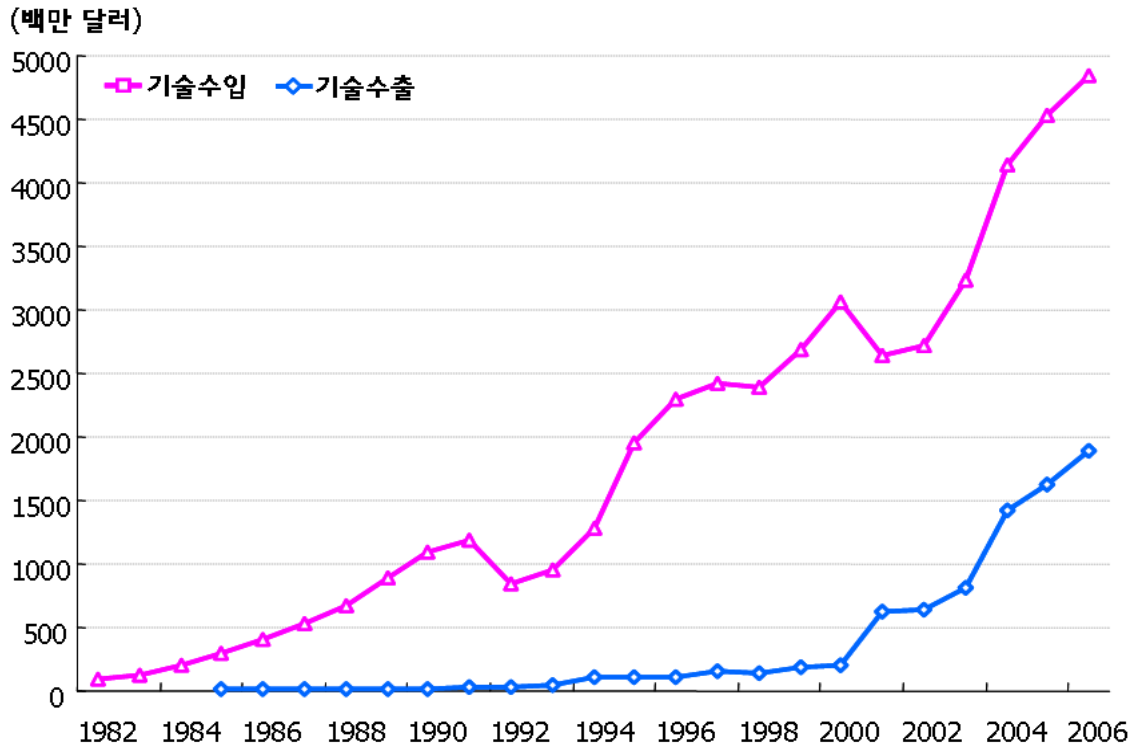
**국내 산업환경에 적합한 정부 R&D 정책이 필요**

□ 최근 정부 R&D의 지속적인 증가에도 불구하고 과거와 같은 신성장 산업을 창출하지 못한다는 지적이 증가

- 1990년대에는 정부 R&D를 기반으로 반도체, 휴대폰, 디스플레이 등 대표적인 신산업을 창출했으나, 2000년 이후는 대표적인 신산업을 등장하지 않고 있음
- 원천기술의 부족으로 기술무역수지와 부품·소재 분야에서의 무역적자가 지속적으로 확대되고 있음
  - 기술수출액이 증가하고 있지만 기술수입액이 더 빨리 증가하면서 기술 무역수지 적자가 지속
  - 부품·소재 분야에서 對日 무역수지 역시 지속적으로 증가



기술 수출·수입액 추이



자료: 한국산업기술진흥협회 (2007). “2007 기술무역통계조사보고서”. 과학기술부

부품·소재 분야 대일 무역 추이

(단위: 억 달러)

구분	2000	2005	2007	2008.1.~11.
수출	80.6	113.1	135.2	128
수입	197.9	273.8	322.0	324.5
수지	-117.3	-160.7	-186.8	-196.1

자료: 지식경제부, 부품·소재 통계정보 DB. <<http://www.pmsd.or.kr>>

□ R&D에 대한 정부의 투입은 늘어나고 있지만 효율적 사용에 대한 논의는 부족한 상태

- 정부의 ‘577 이니셔티브’는 R&D 투입의 확대와 투자 분야를 제시하고 있지만 투입 성과를 높이기 위한 프로세스 효율화에 대한 논의가 부족한 것으로 지적되고 있음

- 또한, 기존 연구는 투입과 성과에 대한 단순한 연관관계 중심이어서 R&D 투입과 성과 사이의 프로세스에 대한 연구가 부족
- 특히, 민간기업의 역량이나 산업발전단계 등 국내의 산업환경이 변화함에 따라 이에 적합한 정부 R&D의 역할 설정이 필요
  - 일부 산업에서 글로벌 기업이 탄생하는 등 민간기업의 역량이 증가
    - 국가 R&D 투자에서 민간 비중은 1969년 35%에서 2006년 75.4%로 증가
  - 그러나 5대 기업이 민간 연구비의 70% 이상을 차지하는 등 민간기업의 연구개발 역량이 양극화
    - 상위 5개 기업의 매출액 대비 연구개발비는 6.36%로 세계 100대 기업의 6.1%를 상회하나, 한국 제조업 전체의 매출액 대비 R&D 투자비율은 선진국에 비하여 현저히 낮음

기업의 매출액 대비 R&D 투자비율 비교

구분	한국	미국	일본	독일	영국
중저기술산업(%)	0.4	0.7	1.3	0.7	0.6
첨단산업(%)	3.7	9.6	9.6	8.1	8.4

자료: 이우성, 윤문섭 (2007. 2). “R&D 투자를 통한 성장잠재력 확충 방안” (과학기술 정책이슈 제2호). 과학기술정책연구원.

- 기존 추격형 기술개발을 통한 성장이 한계에 도달함에 따라 이를 극복하기 위한 창조적 혁신체제로 전환이 필요한 시점
- 따라서 산업별로 상이한 민간기업의 역량과 산업발전단계를 고려하여 정부 R&D의 역할을 설정하는 것이 중요

## 이후의 논의 전개 순서

- 이후 보고서에서는 산업환경에 따른 정부 R&D 역할 모델을 설정하고, 한국 대표 산업들의 사례연구를 통해 제시된 모델의 유효성을 검증한 후, 한국 정부 R&D의 특징과 정책적 시사점을 논의

- 2장에서는 기존 연구를 바탕으로 산업환경에 따른 정부 R&D 역할 모델을 제시
  - 산업의 성장단계별 특성을 정리하고, 산업별 민간기업의 역량에 따라 적합한 정부 R&D 역할 모델을 제시
  
- 3장에서는 한국 대표 산업들의 성장 과정을 분석하고, 특히 산업 창출과정에서 정부 R&D의 역할과 그 성공요인을 도출
  - 조선, 휴대폰, 휴대 인터넷, 바이오 제약 산업에 대하여 사례연구
  - 각 산업별로 산업의 특성과 국내산업의 성장 과정에서의 정부의 역할을 분석하여 정부투자의 성공요인을 도출
  
- 4장에서는 본 연구에서 제시한 정부 R&D의 역할 모델에 대한 유효성을 검증하고, 신산업 창출 관점에서 정부 R&D에 대한 정책적 시사점을 제시

## II. 정부 R&D 역할 모델

### 위험관리가 정부 R&D의 기본 역할

□ 위험도가 높은 기술개발 투자의 특성상 정부 R&D의 가장 기본적인 역할은 위험분담을 통한 과학기술 분야의 ‘시장 실패’<sup>7)</sup> 방지

- 기술개발 투자에는 위험이 상존하기 때문에 기업의 투자가 위축될 수 있음
  - 기술개발 실패의 위험성, 개발 결과의 專有문제<sup>8)</sup>, 무임승차<sup>9)</sup> 등으로 인하여 기술개발 투자수익이 높지 않을 수 있음
- 따라서 정부는 민간기업의 기술개발 투자에 대한 위험을 보완함으로써 국가 전체의 혁신을 촉진하는 것이 필요

□ 위험은 그 원인에 따라 행태적 위험, 기술적 위험, 역량 위험의 3가지 유형으로 구분 가능하며 위험 유형에 따라 정부의 역할에 차이

- 행태적 위험(Behavioral Risk)은 타사의 기술개발 결과에 무임승차(Free-Ride)하려는 기업의 기회주의(Opportunism)적 행태를 의미<sup>10)</sup>
  - 개발의 결과가 개발자에게 독점적으로 주어지지 않기 때문에 발생<sup>11)</sup>
  - 행태적 위험은 독점적인 수익 권한을 부여하는 특허제도나 공정경쟁제도 등 법률제도로 해결 가능
- 기술적 위험(Technological Risk)은 기술이나 기술 관련 제도의 변화 등 외생요인에 의해 투자가 무용화(Obsolescence)되는 것

7) 시장경제 시스템이 특정 재화나 상품을 적정 수준에서 공급하지 못하는 상태

8) 기술개발 투자로 인한 신기술과 신제품의 혜택이 투자자에게만 독점적으로 專有되지 않고, 타사에 쉽게 확산되어 학습이 가능해지는 문제

9) 기술혁신에 대한 투자 없이 타사의 기술혁신에 편승하여 혁신 제품과 기술을 모방하는 것

10) Williamson, O. E. (1979). Transaction-Cost Economics - Governance of Contractual Relations. *Journal of Law & Economics*, 22(2), 233-261.

11) Pisano, G. P. (1990). The Research-and-Development Boundaries of the Firm - an Empirical-Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 153-176.

- 대체·경쟁 기술의 출현, 기술과 관련된 표준·제도의 변화 등으로 인하여 기술개발의 결과물이 무용화되고 시장창출에 실패하기 때문에 발생<sup>12)</sup>
  - 개별 기업의 역량이나 노력으로 제어할 수 없는 외부적 요인임<sup>13)</sup>
  - 정부는 기술개발의 수요를 창출하여 시장의 불확실성을 감소시키는 ‘시장 조성자’의 역할이 필요
- 역량 위험(Capability Risk)은 개별 기업의 연구개발 역량 부족 등 내생적 요인에 의하여 기술개발에 실패하는 것<sup>14)</sup>
- 특히 개발도상국에서는 기술개발의 역사와 시스템이 취약하여 선진국에 비하여 역량 위험이 증가<sup>15)</sup>
  - 정부는 직접적으로 기술을 공급하는 '기술 공급자'의 역할을 할 필요
- 정부 R&D는 기술적 위험과 역량 위험에 대한 분담을 통하여 민간기업의 R&D 투자를 촉진시켜야 함
- 행태적 위험은 법률제도의 문제로 정부 R&D의 범위를 벗어남

**위험의 유형과 특성**

유형	특성
행태적 위험	타사의 기술개발 결과에 무임승차하려는 기업 행태 특허제도, 공정경쟁제도 등 법률 장치로 해결
기술적 위험	기술개발의 결과물이 무용화되고 시장창출에 실패 개별 기업이 제어 불가능한 외부적 요인 정부 R&D는 ‘시장 조성자’의 역할이 필요
역량 위험	개별 기업의 연구개발 역량 부족 등 내부적 요인 특히 개발도상국에서 취약 정부 R&D는 ‘기술 공급자’의 역할이 필요

12) Balakrishnan, S. & Wernerfelt, B. (1986). Technical Change, Competition and Vertical Integration. *Strategic Management Journal*, 7(4), 347-359.

13) Helfat, C. E. & D.J. Teece (1987). Vertical Integration and Risk Reduction. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 3(1), 47-67.

14) Hoetker, G. (2005). Do Modular Products Lead to Modular Organizations?. *Strategic Management Journal*, 27(6), 501-518.

15) 김선근, 오완근 (1999). The Relations between Government R&D and Private R&D Expenditure in the APEC Economies : A Time Series Analysis. (Working Papers 99-22). 대외경제정책연구원.

- 기술 위험성과 역량 위험성을 결정하는 산업별 성숙주기와 민간기업의 역량을 고려한 정부 R&D 정책이 필요
- 산업의 발전주기에 따라 기술의 특성이 변화하기 때문에 산업주기와 기술적 위험성은 밀접한 관계를 가짐<sup>16)</sup>
    - 산업 초기에는 다양한 기술들이 주도권 확보를 위하여 경합하기 때문에 투자한 기술이 주도권 확보에 실패할 경우 무용화될 위험성이 높음<sup>17)</sup>
    - 산업 성숙기에는 주도기술(Dominant technology)이 결정되면서 기술의 변동성이 낮아져 기술 위험성도 감소
  - 역량 위험성은 산업별 민간기업의 역량에 따라 결정됨
    - 국가의 산업화 정책이나 역사 등에 의해서 개별 산업별로 역량이 상이
  - 따라서 정부 R&D는 산업주기와 민간기업의 역량이라는 산업환경을 고려할 필요

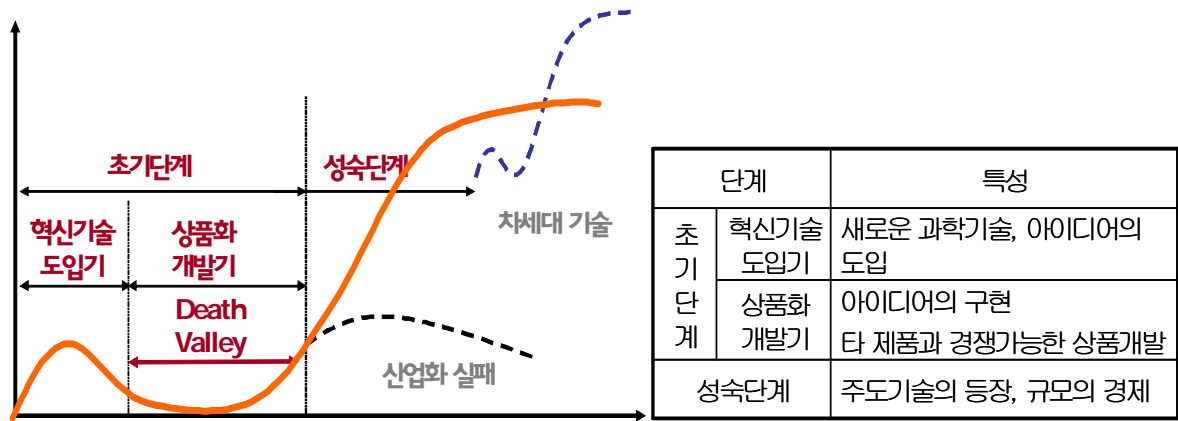
## 산업주기와 기술 위험성

- 산업의 발전단계에 따라 기술 특성, 경쟁구도 등 산업의 특성이 변화
- 산업의 발전단계는 크게 초기단계와 성숙단계로 구분되며 S-커브 형태를 이루며 계단식으로 발전
    - 산업의 초기단계는 혁신기술 도입기와 상품화 개발기로 세분화
    - 산업 성숙기에 새로운 혁신기술이 도입되면서 다음 세대의 산업발전 주기가 시작되고 이에 따라 산업은 계단식으로 발전

16) Utterback, J. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.

17) Christensen, C. M., Suarez, F. F. & Utterback, J. M. (1998). Strategies for survival in fast-changing industries. *Management Science*, 44(12), S207-S220.

산업수명주기 곡선과 시기별 특성



자료: Ford, G., et al. (2007). A Valley of Death in the Innovation Sequence: An Economic Investigation (Discussion Paper). Phoenix Center.

□ 산업수명주기의 초기단계에는 기술과 시장의 불확실성이 높아 기술 위험성이 높음

- 산업수명주기의 초기단계에는 혁신기술 도입기와 상품화 개발기가 포함
  - 혁신기술 도입기는 기본적인 아이디어를 개발하거나 새로운 과학기술을 발견하는 단계
  - 상품화 단계에서는 기본 아이디어가 기능과 가격 측면에서 다른 기술과 경쟁 가능한 정도의 상품을 개발하는 단계
- 산업수명주기 초기단계에서는 기술개발 자체의 불확실성뿐 아니라 기술 간 경쟁이나 시장에서의 수용 여부 등 시장 불확실성도 존재<sup>18)</sup>
  - 다양한 기술이 출현하여 기술 주도권을 확보하기 위해 경쟁
  - 기술의 공급자와 사용자 사이의 실험을 통해 기술경쟁의 승자가 결정되며 시장을 주도하는 제품이 탄생

□ 산업 초기단계에서는 기술개발 역량뿐 아니라 ‘죽음의 계곡(Death Valley)’을 극복할 수 있는 시장창출 능력도 필요

18) Abernathy, W. J. & Utterback, J. M. (1978). Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, 80(7), 40-47.

- 개발된 기술이 시장에서 수용되기까지 상품화 단계에 많은 시간과 노력이 필요한 반면, 각종 가용자원은 줄어드는 ‘죽음의 계곡’ 현상이 발생<sup>19)</sup>
    - 많은 신기술들이 ‘죽음의 계곡’을 극복하지 못하고 신산업 창출에 실패
  - 신기술 개발이 신산업 창출로 이어지기 위해서는 시장진입 초기에 자원 부족 문제를 극복할 수 있는 민간의 역량이나 정부의 지원이 필요
    - 현실적으로는 민간기업 단독으로 극복하기 어렵기 때문에 정부가 기술 개발에 직접 관여하거나 자금을 지원하는 것이 필요
- 산업 성숙단계에서는 주도기술(Dominant Design)이 출현함에 따라 기술과 시장의 불확실성이 감소하기 때문에 기술 위험성도 감소<sup>20)</sup>
- 기술 경쟁을 통하여 새로운 기술이 소비자에게 수용되고 주도기술이 출현하면서 산업주기는 성숙단계로 이전
    - 주도기술의 출현과 함께 시장도 본격적으로 성장
  - 주도기술이 출현한 후에는 가격절감이나 품질개선과 같은 점진적 개선 위주의 기술개발에 주력
    - 가격, 품질 등이 주요 경쟁요소로 작용하기 때문에 기술개발뿐 아니라 시설투자 위주의 규모의 경제도 중요
  - 시장이 포화에 달하면 새로운 혁신기술이 대두되어 산업발전의 초기형태와 유사한 새로운 주기(cycle)를 형성하며 계단식으로 발전
- 성숙기의 산업에 신흥국의 도전이 거세지고 있으며, 선진국에서는 혁신기술 개발을 통하여 다음 세대의 산업주기로 전환 시도

19) Committee on science, U. S. House of representative (1998. 9.). Unlocking our future: Toward a new national science policy. (Committee print 105-B).

20) Utterback, J. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.



- 성숙기에는 기술혁신이 늦고 가격 등이 주요한 경쟁요소로 작용하기 때문에 가격 이점을 갖는 신흥국의 위협이 증가
  - 선진국과의 기술 제휴·도입 등을 통하여 기술을 확보
- 신흥국은 후발자의 입장에서 기술개발에만 성공하면 제품을 판매할 수 있는 시장이 존재하기 때문에 신시장 창출보다 성숙기 시장 진입을 선호
- 반면, 선진국은 혁신기술 개발을 통하여 차세대 기술로 전환함으로써 기술 진입장벽을 지속적으로 유지하는 전략

## 산업환경에 따른 정부 R&D의 역할

□ 산업주기상의 위치와 민간역량에 따라 정부 R&D 역할을 4가지 유형으로 구분

- 기술적 위험성과 역량 위험성을 결정하는 산업주기상의 위치와 민간기업의 역량을 고려하여 정부 R&D의 역할을 4가지 유형으로 구분
  - 산업주기 초기에 기술 위험도가 높고 성숙기에는 기술 위험도가 낮아짐
  - 민간역량이 낮으면 역량 위험도가 높고, 민간역량이 높으면 역량 위험도가 낮아짐
- 유형 1은 산업주기상 성숙단계이며 민간역량이 낮은 분야로 정부는 ‘기술 공급자’의 역할
- 유형 2는 산업주기상 성숙단계이며 민간역량이 높은 분야로 정부는 민간과 협력하는 ‘기술 협력자’의 역할
- 유형 3은 산업주기상 초기단계이며 민간역량이 높은 분야로 정부는 ‘시장 조성자’의 역할

- 유형 4는 산업주기상 초기단계이며 민간역량이 낮은 분야로 정부는 ‘기술 공급자’인 동시에 ‘시장 조성자’의 역할

산업주기와 민간역량에 따른 정부 R&D 역할

산업수명주기	성숙	기술 위험도 低 역량 위험도 高 → 기술 공급자	기술 위험도 低 역량 위험도 低 → 기술 협력자
	초기	기술 위험도 高 역량 위험도 高 → 기술 공급자, 시장 조성자	기술 위험도 高 역량 위험도 低 → 시장 조성자
		유형 1	유형 2
		유형 4	유형 3
		낮음	높음
		민간역량	

- 유형 1: 기술변화의 속도가 느리고 기존 시장이 존재하므로 ‘Catch-up’ 전략이 유효하며, 민간역량이 부족하여 정부주도의 기술공급이 필요
  - 집중적인 자본투입과 기술개발 투자를 통한 추격전략으로 선도국이 점유한 기존 시장에 진입
    - 기술개발만 성공하면 이미 시장이 존재하므로 신산업 창출이 수월
    - 기술변화 속도가 느리기 때문에 후발국도 집중적인 기술개발 투자로 선도국을 따라잡는 것이 가능
  - 민간역량이 낮아 자본투입이나 기술개발 능력이 없으므로 정부주도의 자본 투입과 기술공급이 필요
  - 국내 산업화 초기단계의 조선, 중화학, 자동차 등의 산업이 해당
- 유형 2: 해당 산업의 민간역량이 높으나 시장이 포화 상태로, 지속적인 경쟁우위를 확보하기 위해서는 민간과 정부가 협력하여 차세대 기술개발에 주력하는 것이 필요한 분야

- 국내 기업이 세계시장의 선두위치를 차지하고 있으나 진입장벽이 낮아져 중국 등 신흥국의 위협을 받는 산업
  - 차세대 선행기술을 지속적으로 개발하여 기술적 진입장벽을 높이는 전략이 유효한 분야
  - 민간기업의 연구개발 능력이나 시장창출 능력이 글로벌 경쟁력을 갖춘 상태이므로 상용화 기술개발은 민간에 일임하고, 정부는 민간과 협력하여 차세대 기술개발에 주력
  - 현재 한국의 주력산업으로 성장한 반도체, 조선, 자동차 등이 해당
    - 국내의 반도체, 조선, 자동차 산업은 ‘유형 1’로 신산업에 진출하여 현재 ‘유형 2’에 위치
- 유형 3: 新기술을 기반으로 新시장을 창출하는 경우로, 민간의 역량이 높아 기술개발은 민간이 주도하고 정부는 시장확대를 위한 기반 조성
- 새로운 기술과 새로운 시장을 동시에 창출해야 하므로 불확실성이 높음
  - 민간기업의 역량이 높지만 기술·시장 불확실성 역시 높기 때문에 기업의 위험을 분담할 정부 지원이 필요
  - 특히, 국가표준화 작업이나 대규모 실증사업 등 초기시장 조성을 위한 정부의 노력이 필요
  - IT 기업을 중심으로 한 휴대 인터넷 개발이 이에 해당
- 유형 4: 기술·시장 불확실성이 높을 뿐 아니라 민간의 기술개발 및 시장 창출역량이 부족하기 때문에 정부주도의 기술공급과 동시에 시장창출 노력이 필요

- 불확실성도 높고 국내 산업 기반도 미약하지만 국가의 미래 성장동력으로 확보해야 할 분야에 해당
  
- 차세대 기술로 진화하는 변혁기를 이용한 ‘뛰어넘기(Leap-frogging)’ 전략이 유효
  - 기존 기술을 따라잡는 방식으로는 산업의 주도권 확보가 불가능
  - 국가역량을 집중해 차세대 기술 분야를 선점할 필요
  
- 민간의 기술개발 역량이 부족할 뿐 아니라 시장창출에 대한 불확실성도 높기 때문에 정부주도로 선행기술 개발뿐 아니라 이를 이용한 상용화 제품 개발과 시장 조성 노력까지도 필요
  
- 과거 휴대폰 산업이나 현재의 바이오 산업 분야 등이 이에 해당

### Ⅲ. 사례연구

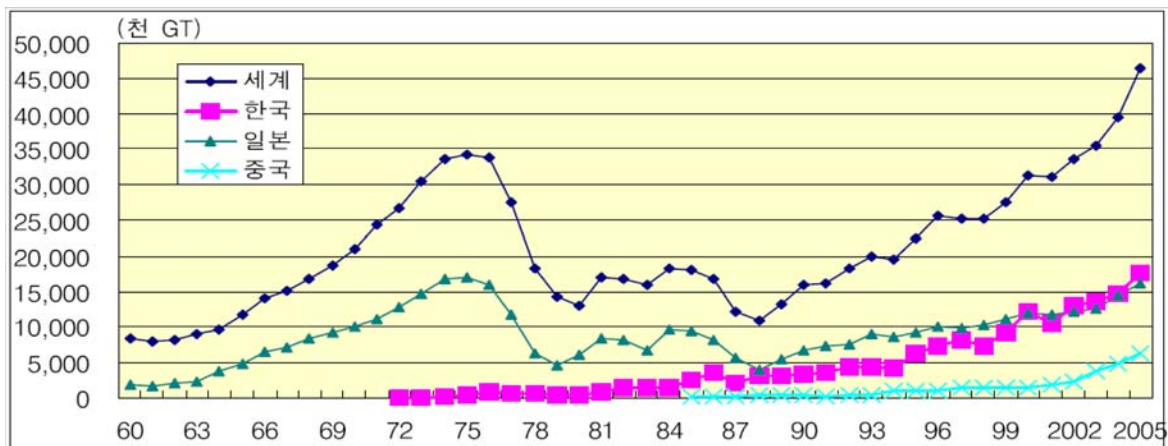
#### 1. 조선산업

##### ① 산업의 특성

□ 조선산업은 수요 주기에 따라 주도국과 주도기업이 바뀌는 세계적인 구조 조정이 진행되어왔음

- 1970년대 중반까지 조선산업의 성수기로, 유럽에서 일본으로 주도권이 이동
  - 일본은 영국의 기존 리벳 공법 대신 용접블록 공법을 채용하여 원가를 획기적으로 개선
- 1980년대의 시장 정체기를 거치며 유럽과 일본의 경쟁력 약화
  - 유럽·일본에서는 사양산업으로 인식하여 민간과 정부의 투자가 소극적
- 1990~2000년대는 선박수요가 다시 증가하면서 한국기업이 주도권을 장악
  - 한국은 1980년대에 지속적인 기술개발을 통해 품질과 가격 경쟁력을 확보했고, 이를 바탕으로 1990년대 수요 성장기를 이용하여 시장 주도권을 장악

세계 선박시장 및 주요국별 공급 추이

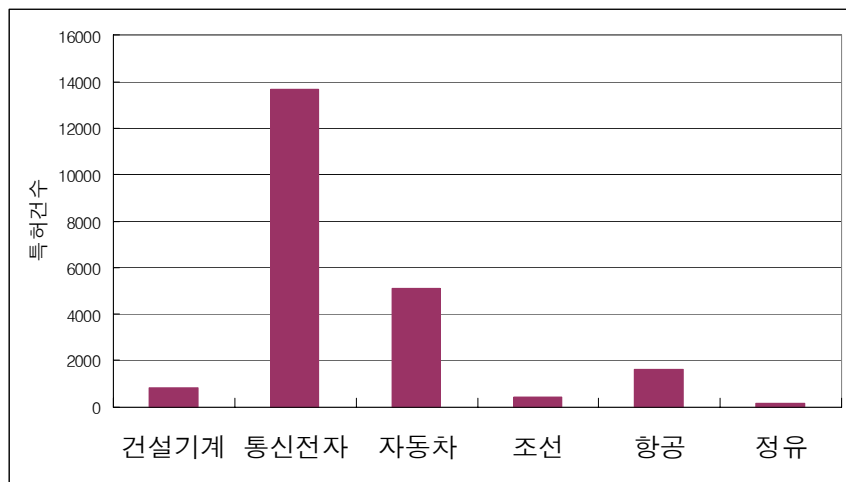


자료: 한국산업기술재단 (2007.). “5차 산업기술 로드맵 조선해양분야 최종보고서”

□ 기술 측면에서는 기술의 변화속도가 타 산업에 비하여 상대적으로 느리고 제품혁신보다 공정혁신이 주를 이루는 기술주기상 성숙단계

- 1963~2004년 동안 미국 정부연구소의 조선 관련 특허 건수가 438건으로 통신전자, 자동차, 항공 등 타 산업에 비하여 기술변화 속도가 현저히 낮음

산업별 미국 정부연구소 특허 건수 (1963~2004 등록 기준)



자료: US Patent and Trademark Office, US Government Patents 2004.  
 <[http://www.uspto.gov/go/taf/govt/sic/sicw\\_usg.htm](http://www.uspto.gov/go/taf/govt/sic/sicw_usg.htm)>

- 제품혁신보다 가격 경쟁력 확보를 위한 공정혁신이 중요
  - 1940년대 영국은 리벳 공법을 개발하여 가격 경쟁력을 확보함으로써 조선 산업 장악
  - 1950~1960년대에는 일본이 용접 공법을 도입함으로써 주도권 확보
  - 한국은 최근 육상건조 공법, 기가블록 공법 등 신공법을 개발하여 가격 경쟁력을 확보함으로써 조선산업의 주도권을 지속적으로 유지

## ② 한국 조선산업의 성장 과정과 정부투자

□ 1960~1970년대: 정부주도의 조선산업 육성정책에 힘입어 국제적 경쟁력을 갖춘 기업이 등장하는 등 조선산업의 기반 마련

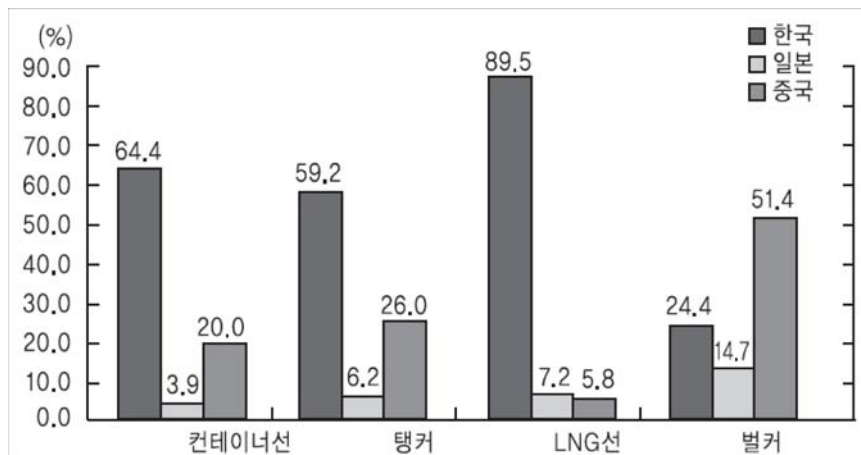
- 정부의 지원은 ‘계획조선제도<sup>21)</sup>’, ‘연불수출제도<sup>22)</sup>’ 등 자금지원이 주류
    - 계획조선에 소요되는 자금은 국민투자기금 또는 상업차관 등 외화차입으로 충당하여 조선업체의 자기자금 부담은 10% 정도에 불과
    - 연불수출지원 금융의 80~90%를 조선업이 차지
  - 연구개발 측면에서는 정부주도의 출연연구소가 설립되어 조선산업 분야의 연구개발 발판을 마련
    - 1973년 과학기술연구소 산하 선박연구소 설립
    - 1971년 KAIST/KIST 설립을 통해 우수한 과학기술 인력을 공급
    - 정부주도의 연구소 설립은 1980년대 중반의 기업 부설연구소 설립의 발판으로 작용
- 1980~1990년대: 불황기에도 불구하고 연구개발에 대한 지속적 투자를 통하여 글로벌 리더로 도약하는 기반을 구축
- 정부 보조금에 대한 국제적 압력으로 정부는 직접적 자금지원을 중단하고 업계의 자율경쟁과 합리화를 촉진
  - 석유파동으로 인한 세계경제의 침체로 물동량이 감소했으며, 이로 인해 조선산업의 세계적 침체가 시작
    - 유럽의 많은 업체들이 도산했으며, 일본 역시 엔고로 인하여 기업의 도산이 증가
  - 한국은 불황기에도 불구하고 정부연구소를 중심으로 기술개발에 투자를 계속하여 경쟁력 강화의 계기가 됨
    - 한국선박연구소 등을 중심으로 설계능력 향상, 자동화, 부품 국산화 등 생산기술에 대한 투자를 꾸준히 지속
    - 민간기업도 1980년대 중반부터 기업연구소를 설립하여 기술개발에 투자

21) 계획조선제도는 선박의 실수요자를 정부에서 선정하고, 조선 업체가 선박을 건조할 수 있도록 금융지원을 해주는 제도

22) 연불수출제도는 수출 대금의 일부만을 선금으로 받고 잔액을 일정기간 분할 결제하는 방식

- 1990년대 중반 조선산업이 다시 호황기로 전환하면서 글로벌 리더로 부상
  - 품질 및 원가 경쟁력에서 세계적 수준을 달성
- 2000년대: 양적 측면에서 명실상부한 글로벌 리더로 부상했으며, 각종 신기술을 선도하면서 질적 측면에서도 선도위치를 확고히 하고 있음
  - 수주량, 수주잔량, 건조량 3대 물량지표에서 모두 1위
    - 2007년 세계시장에서 수주량은 37.7%, 건조량은 32.5%, 수주잔량은 35.6%를 점유하여 3대지표에서 모두 세계 1위를 고수
  - 대형 컨테이너선, LNG선 등 고부가가치 시장을 장악함으로써 질적 측면에서도 선두로 부상

주요국의 선종별 점유율



자료: 홍성인 (2008. 9.). “한국 조선산업의 글로벌 경쟁과 차별화 전략.” 『KIET 산업경제』, 25-36.

- 원가절감을 위한 생산기술 위주에서 벗어나 혁신 공법을 개발함으로써 경쟁우위를 확보
  - 육상건조 공법, 기가블록 공법, 스킵 공법 등 혁신 공법 개발
- 최근엔 미래첨단 선종에 대한 기초기반 연구 및 핵심기자재 개발에 투자
  - 신개념 추진장치, 착빙·결빙 방지장치, 해저자원탐사 시스템 등 미래기술에 대하여 산·학·연이 공동개발 추진

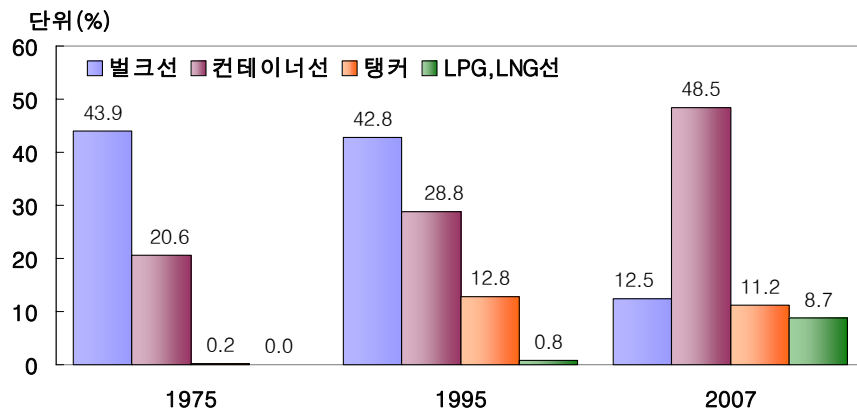


### ③ 정부투자의 성공요인

□ 조선산업은 진입초기 기술 성숙도가 높은 벌크선 분야로 진입한 후 민간역량 강화와 함께 기술 성숙도가 낮은 고부가 제품군으로 이동

- 정부가 벌크선의 비중은 1975년 43.9%에서 2007년엔 12.5%로 낮아짐
- 반면, 고부가 선박인 대형 컨테이너선과 LPG·LNG선의 비중은 지속적으로 증가

선종별 수주량 비중 추이



자료: 한국조선협회, 조선자료집, 한국조선공업<<http://www.koshipa.or.kr/>> 자료를 토대로 재구성

- 최근엔 부유식 원유저장장치, 극지 원유시추선, 극지 쇄빙선 등 고부가 해양구조물 분야로의 진출이 활발
- 조선산업 진입 당시에는 민간기업의 연구개발 역량이 거의 전무했기 때문에 정부에서 상용화 단계의 기술을 직접적으로 지원한 것이 효과적
- 1970~1980년대 조선산업 진입초기 민간기업은 자금력이나 연구개발 역량 모두 태부족한 상태
  - 정부는 기본설계나 생산성 향상 등 당장 사업화에 유용한 기술들을 제공
  - 기업들은 이를 바탕으로 품질향상과 원가절감을 위해 꾸준히 노력

- 기술혁신 속도가 느린 산업이기 때문에 기존 기술을 추종하는 Catch-up 전략이 가능하였음
  - 조선산업의 불경기를 맞아 유럽이나 일본 등 선도국의 기술혁신이 정체된 것도 국내 조선업의 기술추격에 유리한 상황
- 민간의 연구개발 역량 강화와 고부가 제품군으로의 이동에 따라 정부는 차세대 선행기술에 대한 민·관 협력을 확대하여 조선산업의 지속적 경쟁 우위 창출을 지원
- WTO 체제의 출범으로 기업에 대한 직접적인 지원이 불가능해지고, 정부 연구개발 지원의 중요성이 더욱 높아짐
  - 정부는 선행기술 개발에 주력하고 상용화 단계의 기술은 민간에 일임
    - 상용화 단계의 연구는 민간 독자 연구 비율이 73%
    - 기술검토 단계의 선행연구는 산·학·연의 공동 연구 비율이 61%

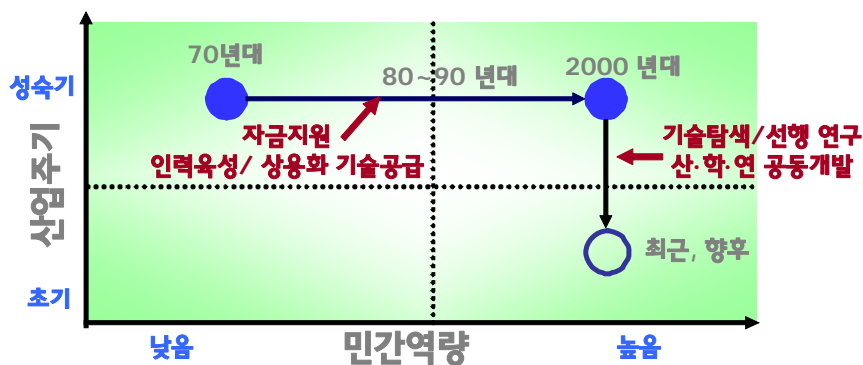
연구개발 주체별, 기술 단계별 기술개발 건수

(단위: 건, %)

주체	기술검토	파일럿	상용화
기업	11 (35%)	2 (29%)	11 (73%)
산학연	19 (61%)	3 (43%)	1 (1%)
산연	1 (4%)	2 (29%)	4 (26%)
총합	31	7	15

자료: 한국산업기술재단 (2007.). “5차 산업기술 로드맵 조선해양분야 최종보고서”.

조선산업의 변천 과정과 정부 지원



## 2. 휴대폰 산업

### ① 산업의 특성

□ 기술적 측면에서 아날로그 방식에서 디지털 방식을 거쳐 현재는 브로드밴드 방식으로 계단식 진화를 통해 핵심 경쟁요인이 변화

- 아날로그 방식이 주도했던 1990년대 중반까지는 통화품질이 핵심경쟁력
  - 원천기술을 보유한 유럽 및 미국 기업이 시장 주도
  - 노키아, 모토로라, 에릭슨, 알카텔 등 유럽/미국계 기업의 1997년 시장 점유율은 60% 이상
- 1990년대 후반 들어 디지털 방식으로 변화함에 따라 기본기능과 함께 감성요인이 핵심 경쟁요인으로 부상
  - 디지털 방식으로 변화하면서 통화품질은 대동소이
  - 단말기가 소형화되면서 휴대성, 외관/디자인 등 감성적 요인이 핵심 경쟁 요인으로 부상
  - 디지털 방식에서의 기술적 변혁기를 이용하여 한국기업이 부상
- 2000년대 이후 브로드밴드 기술로 발전함에 따라 컬러 LCD, 카메라, 비디오, 무선 인터넷 등 부가 기능이 중요한 차별화 요인으로 대두
  - 슬림화, 패션화 역량뿐만 아니라 AV, 컴퓨터, 통신 등 다양한 기반 기술의 통합 역량 등 제품 혁신능력을 갖춘 한국기업이 세계시장 선도

### ② 한국 휴대폰 산업의 성장 과정과 정부투자

□ 1989~1996년: TDX 사업 성공 경험을 바탕으로 정부주도의 대규모 기술 개발에 성공

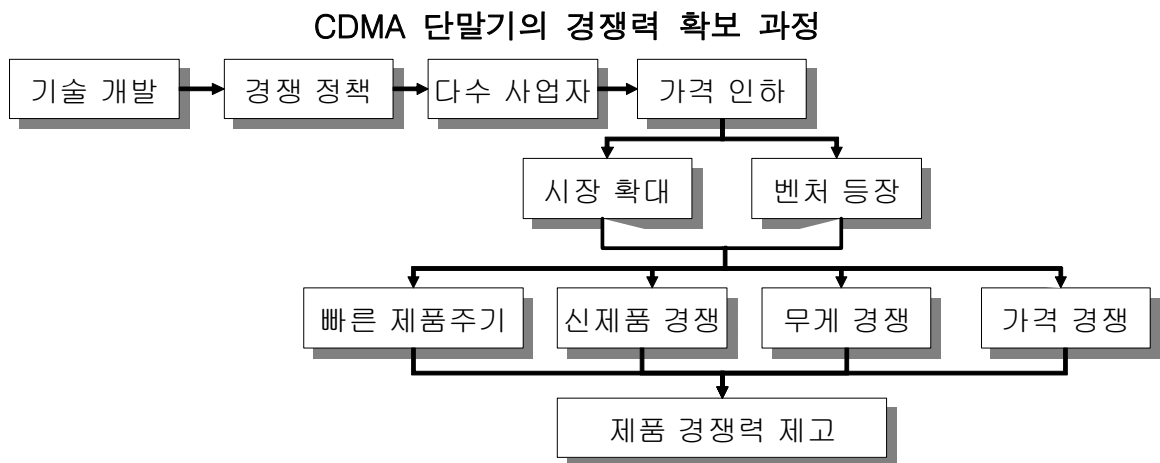
- 88올림픽 이후 이동통신 수요가 급증하자 1989년에 국가주도로 차세대 디지털 이동통신(CDMA 방식) 개발에 착수
  - 디지털 방식을 상용화한 국가가 전무했던 시기에 선행투자를 단행
  - 당시 유럽의 GSM 방식이 상용화 단계에 있었으며 CDMA 방식의 성공 가능성은 상대적으로 낮았음
- CDMA 기술개발사업은 정보통신부가 1989년부터 1996년까지 추진한 대형 국가연구 개발사업으로 1996년 세계 최초로 상용화
  - 연구개발비: 약 996억 원, 투입인원: 1,042명/년
  - ETRI를 중심으로 삼성전자, LG정보통신, 현대전자, 맥슨전자가 참여
  - 1993년 당시 성공에 대한 확신이 없었음에도 불구하고, 정부는 디지털 이동전화의 국가표준을 CDMA 단일방식으로 지정

**철저한 경쟁방식의 기술개발**

- CDMA 개발 과정에 있어 정부는 철저한 경쟁방식을 도입하여 제품개발의 효율을 극대화
  - 기초기술 개발 당시 쉐컴과 ETRI의 연구를 병행하여 경쟁체제 유지
    - 쉐컴과의 공동개발이 느리게 진행되자, ETRI에서 쉐컴 설계에 근거한 제품을 병행 개발하여 경쟁을 유발
  - 민간의 상용화 기술 개발에 있어서도 경쟁심리를 이용
    - 삼성, LG, 현대 등 라이벌 기업들을 동일한 목표하에 통합시키고, 이들 간의 경쟁심리를 이용하여 제품개발의 완성도를 높임

- 1996~1999년: 규제완화를 통하여 국내시장을 확대하고 기업 간 경쟁을 유도하여 국내기업의 경쟁력이 급성장
  - 통신서비스를 5사 경쟁체제로 전환하고 국내시장 확대에 주력
    - 선발업체인 SKT와 더불어 1995년 신세기통신, 1996년 PCS 3사가 신규 진입하며 5사 경쟁체제가 본격화

- 서비스 기업 간 경쟁을 통하여 서비스 가격 하락과 시장팽창을 촉발
  - 서비스 시장의 확대는 단말기시장 확대로 상승작용
  
- 벤처기업의 진입과 단말기 경쟁을 통하여 기술혁신이 가속화
  - 시장확대에 따라 벤처기업들이 진입하였고 기존 대기업과 치열한 경쟁
  - 무게 경쟁, 크기 경쟁 등으로 인해 휴대폰 기술이 비약적으로 발전

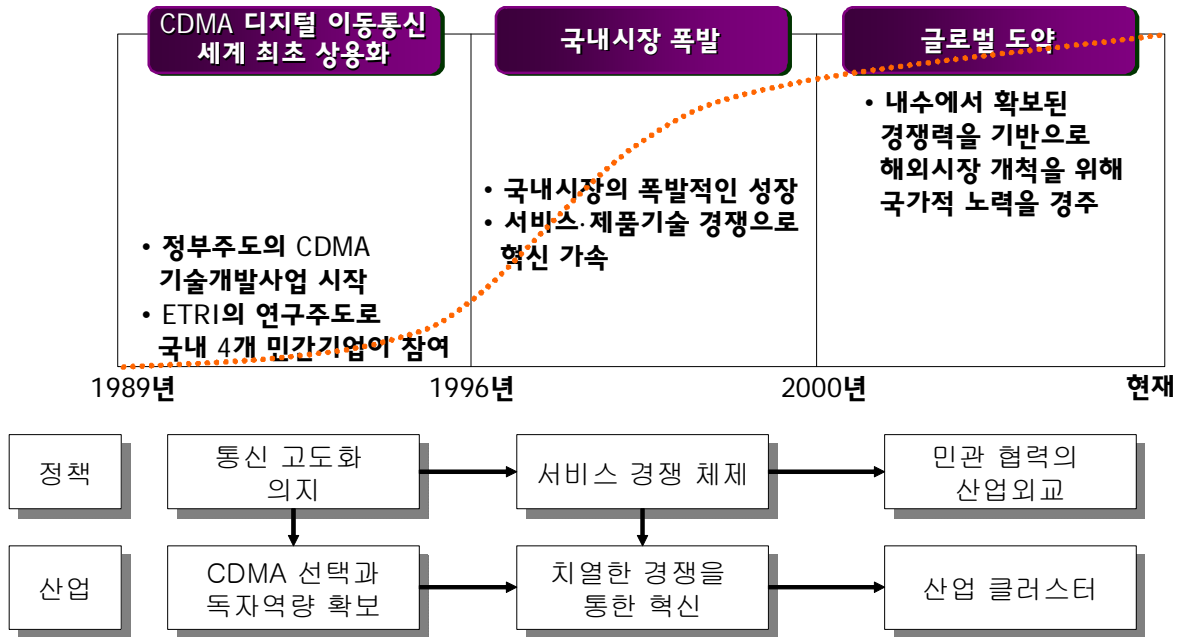


자료: 김재윤 (2001). “CDMA 성공신화의 시사점” (CEO Information 제326호).  
삼성경제연구소.

□ 2000년~현재: 정부의 적극적 해외시장 창출 노력과 차세대 기술개발

- 정부와 민간이 협력하여 CDMA 채택을 유도하는 등 외교적 노력을 경주
  - 1999년 말 국내수요가 포화기로 접어들자 국내 휴대폰 서비스 및 기기 업체들의 해외진출이 본격화
  - 중국 및 베트남 등 동남아 국가들이 CDMA를 채택하도록 민관이 다양한 채널을 가동
  
- 한국은 2012년 휴대폰 연간 6억 대 생산, 700억 달러 수출, 시장점유율 35%로 세계 1위 달성을 목표로 정부투자가 활발해질 전망
  - 4세대 이동통신 유력 후보기술 중 국제표준에 반영 가능한 원천기술 개발에 향후 3년간 600억 원의 연구개발 예산을 집중 투자
  - 5세대 이동통신을 위한 선행 기초기술 개발도 개시

휴대폰 산업의 발전 과정



자료: 김재윤 (2001). "CDMA 성공신화의 시사점" (CEO Information 제326호). 삼성경제연구소

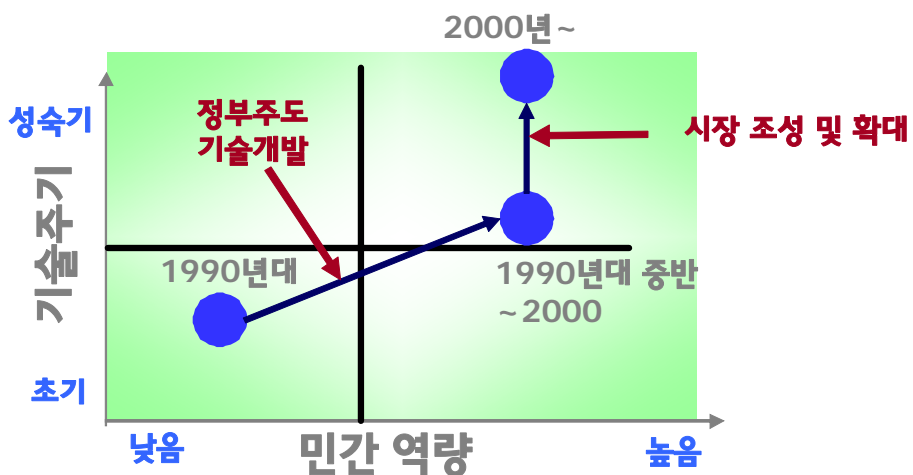
③ 정부투자의 성공요인

□ 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 변하는 기술변곡점 시기에서 정부주도의 선택과 집중을 통한 과감한 투자가 핵심 성공요인

- CDMA 기술개발사업은 정부와 민간이 긴밀히 협력하여 성공시킨 모험 프로젝트
  - ‘세계에 존재하지 않던 제품’에 대해서 통신 후발국인 한국이 민·관 합작으로 도전에 성공하였고, 현재 세계 휴대폰 시장점유율 2위로 육성
  - TDX 교환기, DRAM, TFT-LCD 등은 ‘이미 존재하는 제품’에 대해 선진국을 모방하거나 추월한 경우
- 기술과 시장 여건이 불확실한 상황에서 새로운 길을 개척하고, 또한 성공했다는 점에서 국내 산업발전의 새로운 모델을 제시

- 기술변곡점의 탐지, 경쟁기술 모니터링, 국제표준화 및 상용화 주도 등 기술 탐색 및 기획의 선제능력이 주요하게 작용
- 부족한 민간의 개발역량을 대신하여 정부연구기관 주도로 기술개발
  - TDx 개발 성공으로 정부연구기관의 기술력 축적과 자신감을 갖게 됨
  - 개발초기부터 민간 제조업체들을 기술개발에 참여시켜 경쟁력있는 제품을 단기간에 개발
    - 민·관 협력을 통하여 원천기술 개발에서 상용화에 이르는 기간을 단축
- 기술개발이 완료된 시점에서 규제완화를 통해 자유경쟁을 유도, 내수 기반을 마련하여 글로벌 경쟁력 기반 마련
  - CDMA 사업의 성공을 통해 세계 최초로 CDMA 방식 상용화를 이루며 내수시장에서 경쟁력을 확보하였고, 내수에서 확보된 경쟁력을 기반으로 해외시장을 개척하여 글로벌 선도국가로 성장

휴대폰 산업의 변천 과정과 정부의 지원



### 3. 휴대 인터넷 산업

#### ① 산업의 특성

□ 다양한 융합형 서비스로 확장이 가능한 신성장 동력 산업으로 현재 초기 시장을 형성해가는 산업 초기단계

- 휴대 인터넷은 기존 유선의 한계인 이동성과 무선의 한계인 전송속도를 해결하여 다양한 융합 서비스로 확장 가능
- 성숙기에 들어선 휴대폰이나 유선 인터넷을 대체하여 급속한 성장이 예상
  - 2007~2010년간 일반 휴대폰은 연평균 2.5% 성장(판매 대수 기준) 예상
  - 반면, 휴대 인터넷이 가능한 스마트폰은 연평균 51.1%의 고성장을 전망

#### 세계 일반휴대폰과 스마트폰의 판매 대수 전망

(단위: 억 대, %)

구분	2007년	2008년(E)	2009년(E)	2010년(E)
휴대폰 전체	11.8	13.0	14.2	15.6
일반휴대폰	10.6	11.3	11.4	11.3
스마트폰	1.2	1.7	2.8	4.2
판매 증가율	52.5	37.3	63.9	53.3

자료: Garcha, K., et al. (2008. 6. 26.). Mobile Handsets. Credit Suisse.

□ 기존 휴대폰 산업은 단말기 위주의 제조업 중심이었으나 휴대 인터넷 산업은 제조업과 서비스가 밀접하게 융합된 산업

- 휴대 인터넷 산업은 단말기 및 장비 제조업, 통신망 제공업, 서비스 및 콘텐츠 산업으로 구성
- 각종 콘텐츠를 제공하는 서비스 사업과 단말기 사업이 밀접하게 연관
  - 다양한 서비스 콘텐츠와 이를 뒷받침할 수 있는 하드웨어의 개발이 서로 상승작용을 해야 시장형성이 가능



무선 인터넷의 비즈니스 계층

분류		제품/서비스	대표 기업
제조업	단말기	휴대폰, PDA, 휴대용 PC 등	삼성전자, LG전자
	장비	네트워크 스위치, 무선 모뎀, 네트워크 보안장비 등	삼성전자, LG전자
통신사업자		무선을 통해 인터넷에 접속할 수 있도록 해주는 사업자	SKT, KT, 하나로
서비스 및 콘텐츠 제공업		인터넷 접속, 인터넷 방송, 온라인게임, 정보제공 등	NHN, 다음

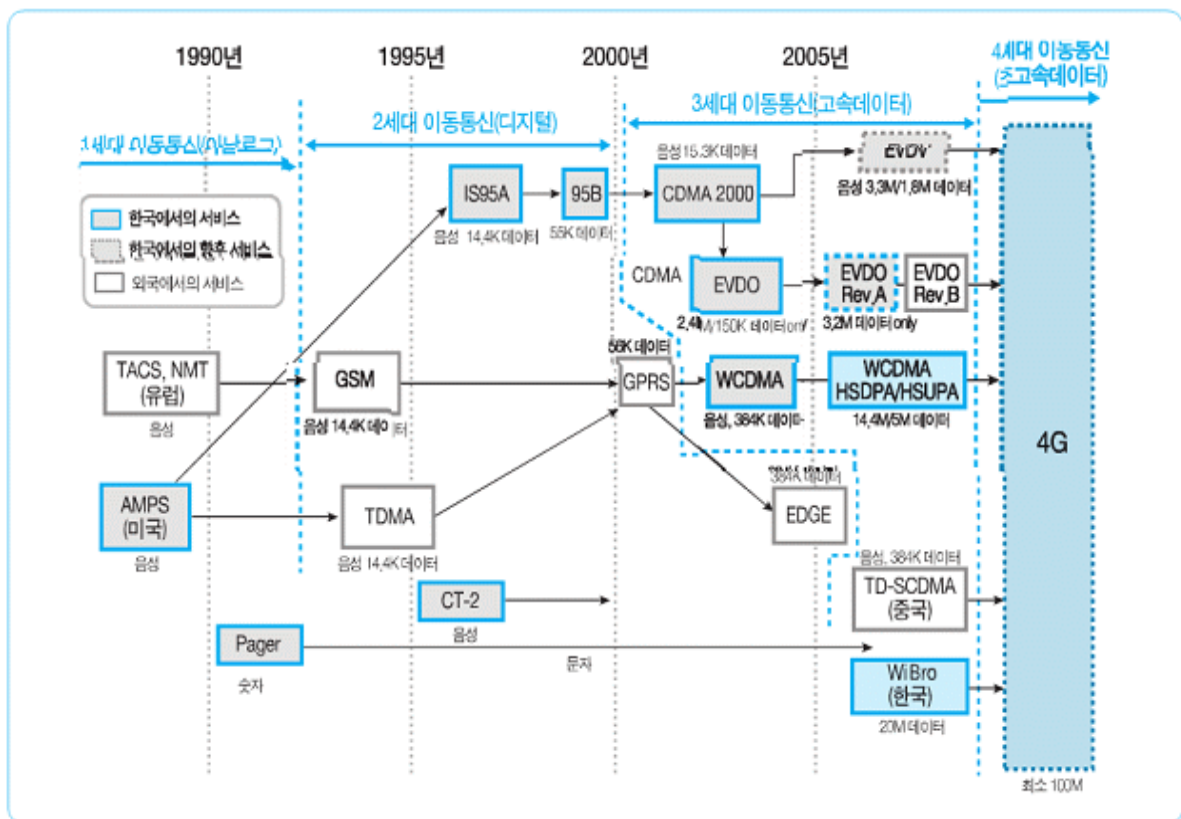
자료: 한국인터넷진흥원 (2008). 『2008 한국인터넷 백서』. ;  
지경용 외 (2004). 『휴대인터넷의 이해』. 서울:전자신문사.

□ 휴대 인터넷 기술의 근간인 이동통신 기술은 빠른 속도로 계단식 진화를 거듭하고 있으며, 현재는 3.5~4세대의 여러 신기술이 경합하는 단계

- 1세대 이동통신망은 아날로그 방식으로 음성전송만 가능
- 디지털 방식으로 변화한 2세대에 들어 데이터 통신이 가능해짐
  - 유럽의 GSM 방식과 미국의 CDMA 방식으로 구분
  - 전송속도가 하향 14.4K, 상향 9.6K~56K에 불과하여 시장확대에 한계
  - IS95-B 등 중속 데이터 서비스인 2.5세대 틈새 기술이 시도되었으나 한계 극복에 실패
- 3세대에 들어 고속데이터 통신이 가능해지고 멀티미디어 등 다양한 서비스가 등장함으로써 본격적인 모바일 인터넷 시대 도래
  - IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)이라는 규격 하에 CDMA2000, EVDO, WCDMA 등의 방식이 등장
  - 글로벌 로밍과 멀티미디어 서비스를 목표로 했으나 국가별 이해관계와 장비 미비로 제한적으로만 구현
- 3.5세대 방식은 WCDMA 등 기존 IMT-2000 방식의 속도(2.4M bps)를 월등히 개선하여(14M~18M bps) 이용자들의 서비스 만족도를 향상

- EVDV, EVDO-RevA/B, WCDMA-HSDPA/HSUPA, WiBro, TD-SCDMA 등 다양한 기술이 경합 중
- 향후 4세대에서는 이동 중 100Mbps, 정지 중 1Gbps 속도지원이 가능한 IMT-Advanced 규격을 계획 중

이동통신 기술 발전



자료: 한국인터넷진흥원 (2008). 『2008 한국인터넷 백서』.

② 한국 휴대 인터넷 산업의 성장 과정과 정부투자

- 미진한 기존 기술세대 사업을 정리하고 정책적 지원을 통하여 3.5세대로 빠르게 진입
- 2~3세대 이동통신 기반의 무선 인터넷이 등장하였으나 속도와 요금 문제로 시장 활성화에 실패
- 이동통신 데이터 요금이 384Kbps급은 약 50만 원/시간, 1Mbps급은 약 130만 원/시간

- 이용률이 극히 미미한 WLL용 주파수를 회수하고 이를 초고속 휴대 인터넷 용으로 할당
  - 1997년 2.3GHz 대역을 도서통신용과 무선가입자용으로 용도 지정
  - 이를 기반으로 KT와 하나로통신이 CDMA 방식의 무선가입자망 (WLL: Wireless Local Loop) 방식을 도입하였으나 사업 미진
  - 2002년 주파수 재분배를 통해 2.3GHz 대역을 휴대 인터넷 용도로 변경

□ 정부와 민간이 협력을 통해 우수한 기술을 개발

- 민간과 정부가 공동으로 WiBro 기술을 개발
  - 참여기관: ETRI, 삼성전자, KT, KTF, SKT, 하나로텔레콤
  - 2003년 1월~2005년 12월 동안 총 385억 원을 투자
- 초기부터 정부와 민간이 긴밀히 협조하여 표준 및 시스템 개발
  - 기존 TDMA나 CDMA 개발체계는 ETRI가 주관하여 기술 개발 후 민간에 기술 이전하는 형식

WiBro 기술개발 주체 간 역할

구 분	내 용
정부	국제표준, 주파수 정책, 통신 정책 방향 주도
대학·연구소	원천기술 및 실험 시스템 개발, 국제 표준화
기업	원천기술 및 상용 시스템 개발, 국제 표준화

자료: 한국과학기술기획평가원 (2008). 휴대 인터넷 (Wibro) 개발

□ 기술개발과 동시에 시장 활성화를 위해 다양한 정책을 시행

- 기술표준화에서 사업자 심사기준 마련 및 사업자 허가까지 신속히 추진
  - 휴대 인터넷 기술방식 확정(2004. 7) 이후 6개월 만에 사업자 모집·심사·선정을 모두 완료 (2007. 1)
- WiBro 허가정책방안 발표로 사업자 간 경쟁을 확대시켜 서비스의 조기 활성화를 유도

- 사업자 간 경쟁은 이용요금 인하, 다양한 부가서비스 활성화 등 소비자 편익을 증진시키고 시장 및 기술의 진화를 촉진
- 민·관 공동으로 ‘WiBro 워킹그룹’을 구성하여(2005. 4) 상용화 애로사항 점검 및 해결방안 추진
- 2007년에는 WiBro 제조업의 활성화를 위해 정부·연구소·민간기업이 ‘WiBro 제조산업 전문협의회’를 구성

□ 국제표준 선점과 해외시장 진출을 정부에서 적극적으로 추진

- WiMax를 추진하던 인텔과 포화상태에 이른 3G 이동통신의 한계를 극복하기 위해 삼성전자가 전격 협력하여 국제표준을 주도
- 인텔은 통신 프로토콜 설계의 경험 부족으로 협력파트너를 모색하고 있었지만, 시장초기의 위험성으로 인하여 난관에 봉착
- WiBro 개발을 통해 기술력을 축적한 삼성전자가 전격적으로 협력
- 2005년 Grand Alliance를 통해 WiBro 기술이 국제표준인 IEEE802.16e의 표준으로 채택
- Grand Alliance에는 국내에서는 ETRI와 삼성전자, 국외에서는 인텔과 WiMax 회원사, 런콤 등이 참여
- WiBro의 해외 확대를 위한 정부주도의 적극적 노력
- 국제회의나 대통령, 장·차관 해외 방문 시 WiBro 시연

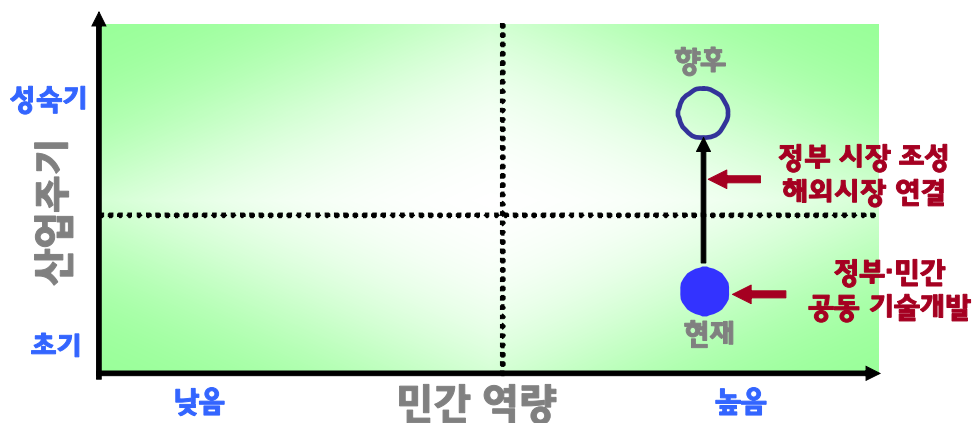
③ 정부투자의 성공요인

- 휴대 인터넷 산업은 기술 측면, 산업구조 측면, 기업의 역량 측면 등에서 과거 한국의 산업발전 과정과 차이가 존재

- 기술 측면에서는 산업주기상 초기단계의 기술이어서 기술개발뿐 아니라 시장창출도 해야 하는 기술
    - 조선, 자동차, 반도체, 휴대폰 등 시장이 이미 존재하는 여건에서 기술개발에만 집중하던 방식과 차이
  
  - 산업구조 측면에서는 제조업과 서비스업이 융합된 시장구조
    - 조선, 자동차, 반도체, 휴대폰 등 한국의 기존 주력산업들은 모두 제품 위주의 제조업
  
  - 기업역량 측면에서는 우수한 민간역량을 바탕으로 새로운 산업을 선도해 가는 창조형 기술개발 단계
    - 과거에는 민간기업의 역량이 부족한 상황에서 신산업에 진입하여 정부 주도로 선도국을 따라가는 추격형 기술개발 방식
- 민간기업의 R&D 역량 강화에 따라 과거 정부주도의 기술개발에서 벗어나 민관이 긴밀하게 협력함으로써 우수한 기술확보와 조기 산업화 가능
- TDX, CDMA 개발에서는 민간기업의 역량 부족으로 ETRI가 주관하여 기술개발 후 산업체에 이전하는 방식
  - 이동통신 산업 분야에서 국내 기업이 글로벌 기업으로 도약함으로써 이와 연관된 산업으로의 확장이 용이
  - 2002년부터 시작한 4세대 이동통신 기술개발 사업을 통하여 선행기술의 적용가능성을 검증한 것이 기술적 바탕이 됨
- 기술개발과 동시에 초기시장 조성을 위한 노력이 주효
- 초기단계의 기술을 상용화까지 이끌기 위해서는 기술개발뿐 아니라 기업들을 유인할 수 있는 시장 조성이 필요

- 휴대 인터넷은 제품과 서비스가 결합된 산업으로 일정 규모 이상의 제품 시장이 형성된 이후에 다양한 서비스가 본격적으로 개발되며 성장하는 구조, 따라서 초기시장의 성장속도가 매우 중요
  - 특히, 기술이 다양하고 변화속도가 빠른 서비스 부분은 정부주도의 기술 공급보다 시장조성을 통한 기업들의 자유로운 경쟁체제 유도가 효과적
  - 시장조성을 통하여 기업을 유인하고, 기업들은 다양한 부가서비스를 활성화하여 소비자를 유인하는 선순환 구조 구축
- 초기부터 글로벌 시장을 목표로 국제협력을 강화하고 국제표준화를 주도한 것도 주요
- 국내기업의 규모와 기대수준이 높아지면서 글로벌 시장 진출이 필수
    - 국내시장 선점 → 경쟁력 강화 → 해외시장 진출 순서는 과거 공식의 한계
    - 개발 초기부터 국제시장을 목표로 한 전략이 필요
  - 해외기업과 대립관계가 아닌 협력과 네트워크 구축에 성공
    - 최근의 기술경쟁은 단일 기업 간의 경쟁에서 벗어나 協爭체체로 전환
    - 인텔의 주도하에 추진되던 WiMax 그룹과 대립이 아닌 협력을 통하여 국제표준화를 주도

모바일 인터넷 산업의 산업특성 위치 및 정부의 지원



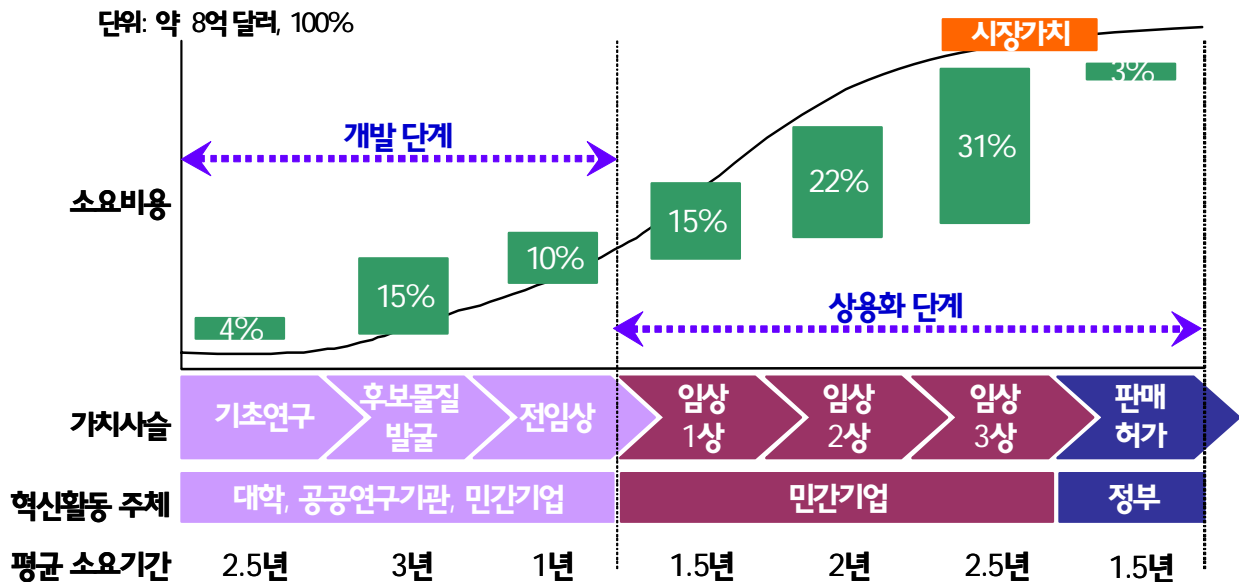
## 4. 바이오 산업

### ① 산업의 특성

□ 기초과학과 공공복지의 성격이 강하여 장기간의 투자와 함께 전략적, 정책적 지원이 필요한 다단계 복합 산업

- 과학과 기술의 경계에 속하는 영역으로 기초과학의 성격이 타 산업에 비해 매우 강함
- 엄격한 규제와 인허가 단계를 포함하며, 前임상 단계 이후 산업화 단계에서 전체 개발기간 및 비용의 대부분이 소요
- 국민의 보건과 밀접한 관련이 있기 때문에 시장실패에 대한 공공부문의 분담(정책 지원)도 중요

바이오 제약의 가치사슬 단계별 비용 비중 및 시장가치



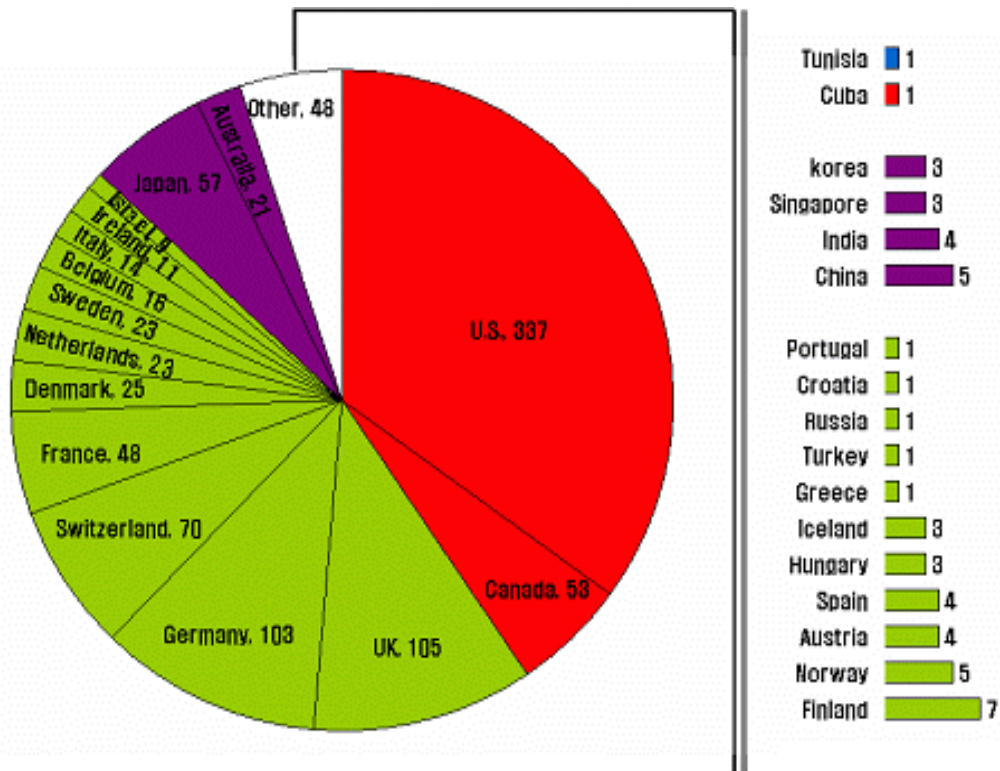
주: 평균 소요기간 및 비용은 신약개발의 경우를 대상으로 함

자료: 최윤희, 조운애, 문선웅 (2006). "바이오산업 육성을 위한 R&D 전략" (국가과학기술자문회의 자료). 산업연구원.

□ 기업 성장과 파이프라인 확대, 자금 유연성 강화를 위해 바이오 제약기업 간 연계협력이 지속적으로 증가

- 2005년 기준 총 1,400여 건의 기업 간 협력계약이 세계적으로 발생
- 대학, 연구기관, 바이오 기업, 제약기업 등 혁신주체 간의 네트워크 구성 및 협력 정도에 따라 산업경쟁력이 결정되므로 세계적으로 협력관계가 증가

2004년도 바이오 기업 간, 바이오 제약기업 간 국외 제휴 건수



자료: Burrill & Company (2005). Global Biotechnology Industry 2005. (최윤희 (2007). "바이오산업의 2020 비전과 전략". 산업연구원에서 재인용)

- 메이저 제약사에 의한 바이오 제약사의 인수합병을 통하여 경쟁구도 재편도 활발
  - 2004년 7건에서 2005년 23건, 2006년 24건으로 급증
  - 바이오 제약 상위 10대 기업 중 5개는 이미 글로벌 제약회사의 자회사



2006년 바이오 제약 기업 순위

(단위: 백만 달러)

순위	기업명	'06년 매출	순위	기업명	'06년 매출
1	Amgen	14,268	6	Serono(Merck KGaA)	2,586
2	Genentech(Roche)	9,284	7	Biogen Idec	2,683
3	Novo Nordisk	6,858	8	Chiron	1,723
4	Genzyme	3,187	9	MedImmune(AstraZeneca)	1,277
5	Gilead	3,026	10	Millennium	487

주: 괄호는 모회사, Serono 및 Chiron 실적은 2005년 기준

□ 인간유전자 연구(Human Genome Project) 완성 이후 기존 화학합성 제약을 대체하여 바이오 제약기술이 급부상 중

- 2004년 세계 바이오 제약 시장규모는 450억 달러이며, 2011년 982억 달러로 연평균 11% 이상 고성장 예상<sup>23)</sup>

- 반면, 화학합성 제약은 연평균 1% 미만으로 저속 성장할 전망

- 국내 바이오 제약시장도 2006년 4천억 원에서 2012년 1조 4천억 원 규모로 크게 성장할 전망

② 한국 바이오 산업의 성장 과정과 정부투자

□ 1983년 '생명공학육성법' 제정 이래, 생명공학에 대한 국가차원의 체계적 연구개발 육성에 착수

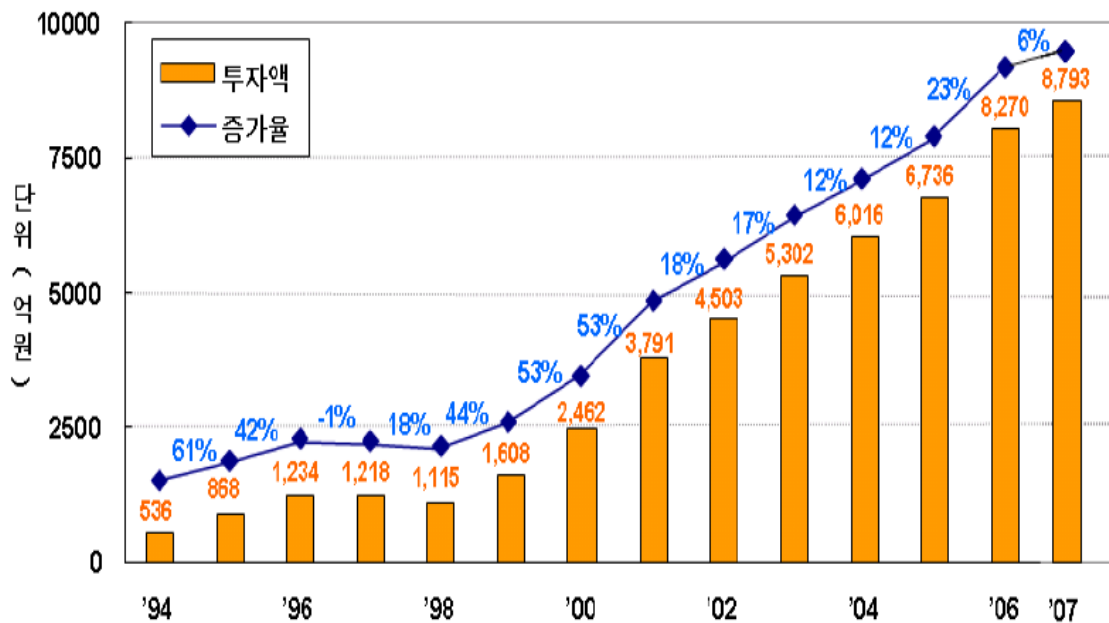
- 1994년 제1차 생명공학육성기본계획을 토대로 정부의 지원정책이 본격 추진

- 1994년~2007년 정부투자는 총 5조 2,452억 원이며, 연평균 24% 증가

23) Biopharmaceutical market generated revenues of USD 45.0 billion in 2004. (2005. 1. 17.). News-Medical. Net. <<http://www.news-medical.net/?id=7321>>

- 2000년 이후 바이오 제약 부문의 정부투자는 전체 생명공학 부문 정부 투자의 약 30% 수준
- 바이오 제약 부문 정부 R&D 투자는 지속적으로 증가하였지만, 선진국에 비해서는 절대 액수 면에서 크게 열세
- 2005년도 바이오 연구 정부예산은 미국의 2%, 일본의 13%에 불과

생명공학 부문 정부투자 실적



자료: 생명공학정책연구센터 (2008). "2008년 생명공학기초통계" (BT 통계 보고서 2008-2).

- 최종단계의 신약을 개발하여 상품화 단계까지 이끌어 갈 수 있는 민간기업이 여전히 부재
  - 임상단계에서 허가단계까지 이끌어 갈 수 있는 민간기업 부재
    - 벤처기업은 제품화 능력이 없기 때문에 임상 전 단계에서 글로벌 제약 기업에 기술 판매
  - 국내 제약회사는 세계적인 다국적 제약기업과 경쟁할 수 있는 대형기업이 부재하고, 연구개발 투자규모와 연구개발 인력 모두 매우 취약

- 국내 우수 의약품 제조 적격업체가 약 270여 개이지만, 85%가 매출액 100억 미만의 영세업체임
- 연간 연구개발비가 200억 원이 넘는 곳은 4개사에 불과하고, 연구개발 인력이 200명이 넘는 곳은 2개사에 불과

지역별 제약업계 현황(2005년)

구분	북미	유럽	일본	한국
의약품 시장규모	266조 원	169조 원	60조 원	7.8조 원
1위 기업 매출액	46조 원	31조 원	9조 원	0.5조 원
매출 대비 연구비	15~20%		10~15%	4~8%
순이익율	20%		12%	5% 미만
기업당 연구원 수	500~15,000명		100~2,000명	20~300명
신약 연구경험	60년	100년	35년	20년
지난 15년간 평균 신약개발 수/년	11개	16개	8개	1개 미만

자료: 이정재 (2007). “신약개발을 위한 융합기술 인력 양성방안 연구.” 국가과학기술자문회의(편저), 『과학기술자문백서』 (pp. 310~312). 서울: 한국과학기술기획평가원.

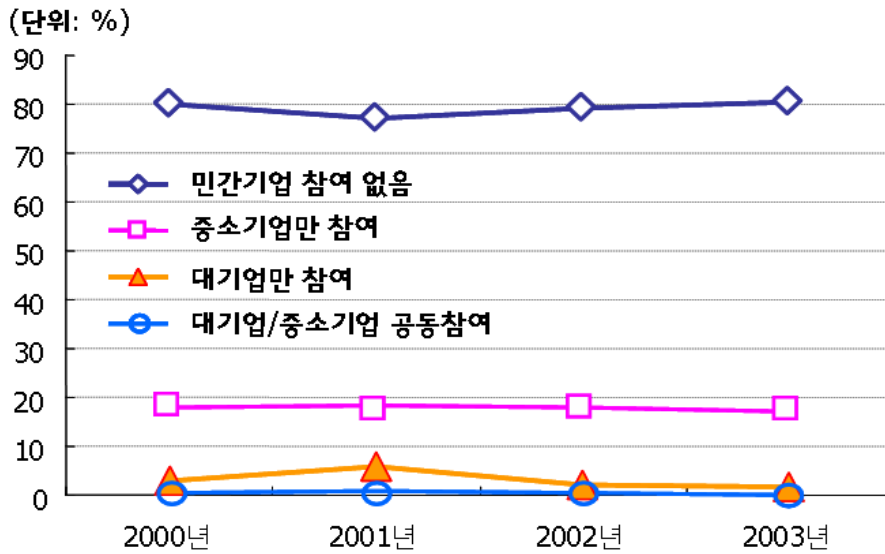
- 국내 제약회사들의 연구개발비 중 순수하게 신약개발에 투입되는 비용은 글로벌 기업과 비교할 때 매우 미미한 수준
  - 2004년도 국내기업이 신약개발에 투자한 비용은 약 1,000억 원으로 추정
  - 글로벌 신약 하나를 개발하는 데 소요되는 평균비용은 약 8억 달러이고, 2004년도 기준 세계 1위 제약사인 Pfizer의 연구개발비는 77억 달러, 세계 10대 제약회사들의 평균 연구개발비는 49억 달러

### ③ 정부투자의 한계와 대책

- 정부의 정책적 지원에도 불구하고 한국에서의 바이오 제약 부문 산업화는 아직 미흡한 상태
  - 바이오 제약은 기술 및 시장 특성상 ‘죽음의 계곡’이라 불리는 상품화 단계에 장기간이 소요되나, 국내기업은 아직 상품화를 성공시킬 역량이 부족한 상황

- 또한 원천기술 연구의 결과와 이를 상품으로 연결시킬 수 있는 협력 연구도 미흡
- 대학이 수행주체인 정부지원과제 중 민간기업의 참여가 없는 과제 비중은 연구비 기준으로 약 80%(2003년)

대학 수행주체 정부 R&D 과제의 민간기업 참여 비중



자료: 최윤희, 조윤애, 문선웅 (2006). “바이오산업 육성을 위한 R&D 전략” (국가과학기술자문회의 자료). 산업연구원.

□ 정부주도의 R&D를 대폭 강화하여 원천·핵심 기술의 지속적 확보 필요

- 세계 수준의 원천 후보물질을 개발하여 고부가가치 지식재산권을 확보하고, 가치사슬 단계별 기술이전 등을 활성화하여 고부가가치 창출
- 부족한 민간기업을 대신할 세계적 수준의 정부연구기관 필요
  - 예: 미국 Scrips 등

□ 임상·허가 단계의 인프라 구축 및 역량 강화를 통하여 민간의 사업화 능력을 증진시킬 수 있는 다양한 지원이 필요

- 미국, EU, 일본은 ICH라는 국제기구를 통해서 신약허가에 대한 상호인정 체계 구축 중

- 영국은 BTG를 설립하여 정부연구소에서 개발한 기초물질을 제품화
  - 제품 상용화 개발 단계에 지방정부의 펀드에서 자금지원

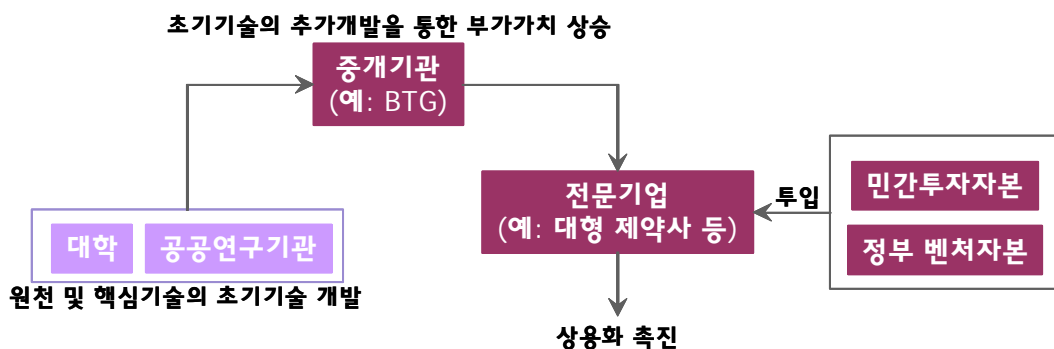
**미국, EU, 일본의 임상시험 동조화 노력**

- 미국과 EU, 일본은 국제임상시험동조화기준(ICH; International Committee on Harmonization)을 구성, 국제표준화 작업 추진
- ICH는 신약허가 시 국가마다 요구하는 안전성, 유효성에 관한 기준을 통일하여 중복시험을 방지하고 의약품 개발기간 단축을 목표
- 1989년 EU 측의 제안으로 처음 시작한 회의
- 미국, EU, 일본이 참여하고 있으며 WHO, EFTA, 캐나다, 한국 등은 옵서버로 참여
- 현재까지 품질, 안정성, 유효성 및 통합분야 등 4개의 영역에서 50가지 이상의 가이드라인과 공동기술문서(CTD)를 채택

**영국의 BTG 사례**

- BTG(British Technology Group)는 1981년 영국 통산성 산하의 공기업으로 출발하여 1992년 민영화된 기술사업화 중개기관
- 대학 및 연구소로부터 특허출원 전의 초기기술에 대한 독점권을 확보한 후 추가 개발을 통해 부가가치를 높여서 전문기업에 기술 이전
- 2002년 한해에만 영국의 대학은 2,238개의 새로운 기술을 개발했으며, 이 중 29%에 해당하는 648개의 기술이 민간기업으로 이전

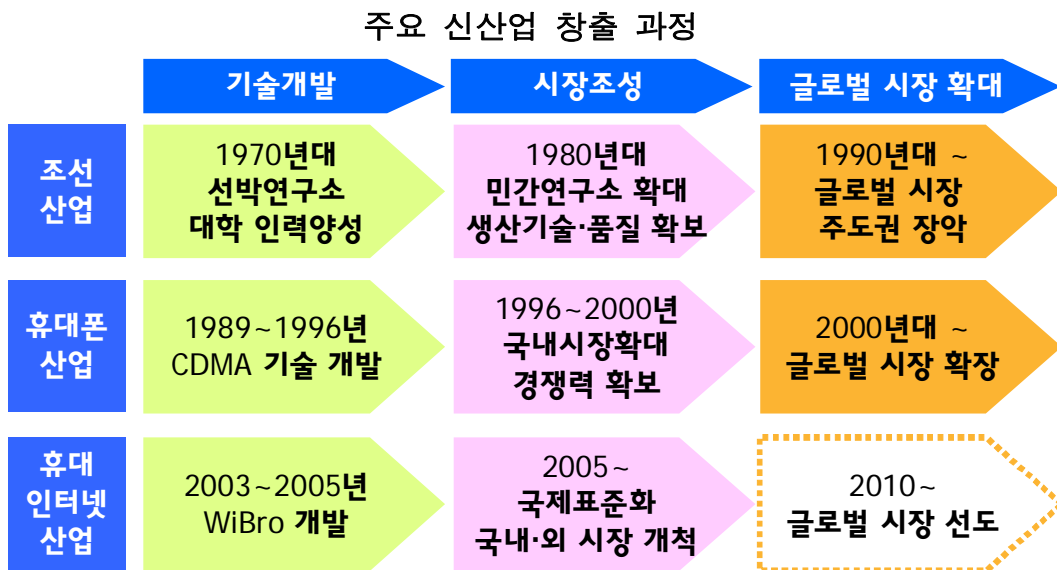
**BTG의 사업모델**



## IV. 사례연구의 시사점

### 정부 R&D 투자는 신산업 창출의 기반 역할

- 정부 R&D 투자는 기술 공급, 인력 공급, 민간역량 강화 및 투자유도 등 다양한 경로를 통해 신산업 개척의 기반을 제공
  - 조선산업, 휴대폰 산업, 휴대 인터넷 산업에서 보듯이 정부의 R&D 투자는 지속적으로 신산업을 창출하는 씨앗 역할을 해왔음
    - ‘기술개발 → 초기시장 조성 → 글로벌 시장 확대’의 경로를 따라 성장
  - R&D 특성상 정부의 R&D 투자와 산업창출 사이에 시간지연이 존재할 수밖에 없음을 고려해야 함
    - 정부 R&D 투자와 본격적인 산업화 사이에 조선산업의 경우 20년, 휴대폰과 휴대 인터넷의 경우는 10여 년의 격차가 있음
  - 따라서 정부의 R&D 투자는 단기 성과보다 차기의 주도권을 노리는 중장기 투자가 필요



## 산업환경별로 차별화된 정부 R&D 투자

- 산업주기와 민간기업의 역량에 따라 위험의 유형과 정도가 상이하므로 이를 고려한 정부 R&D의 역할 설정과 적절한 투자가 필요
  - 초기 조선산업은 ‘유형 1’에 해당하며 정부주도로 상용화 기술공급을 통해 1990년대 후반 글로벌 선두의 위치로 도약할 수 있는 기반을 마련
  - 최근 조선산업은 ‘유형 2’에 해당하며 민·관 협력으로 선행기술에 투자하여 글로벌 선두의 위치를 고수
    - 민간기업의 역량이 높으므로 상용화 기술개발은 민간에 일임
  - 휴대 인터넷 산업은 ‘유형 3’에 해당하며 기술개발은 민간기업이 주도하고 정부는 국가표준화 등 시장기반을 조성
  - 휴대폰 산업은 ‘유형 4’에 해당하며 정부주도로 선행기술뿐 아니라 상용화 단계의 기술개발까지 지원
    - 미래 신성장 동력으로 주목받는 바이오 산업은 ‘유형 4’에 해당하나 아직 상용화 단계의 지원이 부족한 상황

산업주기와 민간역량에 따른 정부 R&D의 역할

산업수명주기	성숙	<b>‘기술공급자’ 역할</b> 자금지원 통한 규모 확대 정부의 상용화 기술공급 예) 초기의 조선 산업 유형 1	<b>‘기술 협력자’ 역할</b> 상용화 기술개발은 민간에 일임 정부+민간 선행기술 개발 예) 최근 조선산업 유형 2
	초기	<b>‘기술 공급자’+ ‘시장 조성자’</b> 정부주도 선행기술 개발 정부+민간 상용기술 개발 예) 휴대폰, 바이오 산업 유형 4	<b>‘시장 조성자’ 역할</b> 민간주도 기술 개발 정부는 시장 기반조성 예) 휴대 인터넷 산업 유형 3
		낮음	높음
		민간역량	

□ 국가 수준에서 산업화가 진전되면서 시대별로 신산업 창출 경로도 변화

- 산업화 초기에는 선진기술을 따라잡는 추격전략을 통하여 선도국이 점유한 기존 시장에 진입
  - 기술변화가 느리기 때문에 후발국도 집중적인 기술개발을 통하여 선진 기술 수준을 따라잡는 추격전략이 가능
- 1990년대 이후에는 기술변혁기를 이용하여 일거에 선도국으로 발돋움하는 '뛰어넘기' 전략을 통하여 신산업을 창출
  - CDMA 사례처럼 기술 변혁기에 상용화 이전의 기술에 집중하여 산업의 주도권을 확보
- 최근에는 기초·원천기술 개발을 통하여 신산업을 형성하는 창조형 기술 개발 전략에 중점
  - 휴대 인터넷 사례와 같이 세계 최초의 기술을 개발하고 신시장을 창출
  - 그러나 바이오 제약 산업의 경우와 같이 민간의 역량이 낮은 경우에는 상용화 기술까지 지원해주는 것도 필요

정부와 민간의 선순환 투자 주기를 형성

□ 정부의 산업기술 지원 → 기업 경쟁력 제고 → 기초·원천 기술에 재투자 라는 선순환 주기를 형성

- 미국, 유럽 등 선진국의 경우 정부 R&D는 기초·원천 기술에 투자하고 이를 산업기술로 확산하는 경로를 따라 성장
  - 선진국의 경우 기초·원천 기술을 이용하여 상용화까지 이끌어 갈 수 있는 민간기업의 연구개발 역량이 높음
- 한국의 경우 정부 R&D를 통하여 산업기술을 공급하고 기업의 경쟁력 강화 후에 기초·원천 기술에 투자 확대하는 경로를 따라 성장
  - 많은 분야에서 기초기술을 상용화 단계까지 이끌어 갈 민간역량이 부족

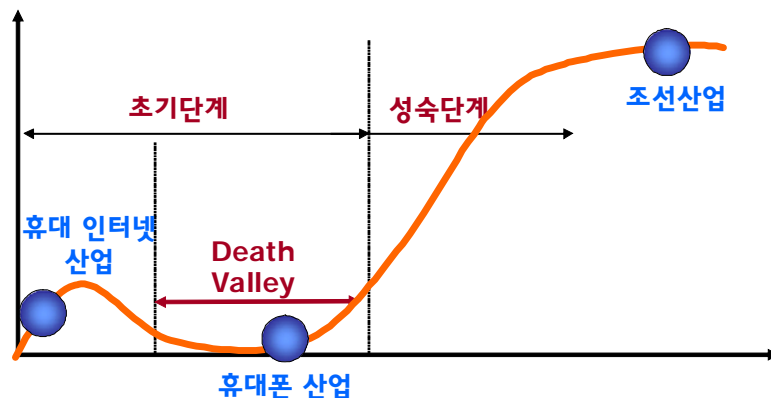


- 최근 글로벌 경쟁력을 확보한 일부 산업에서는 기초·원천 기술 개발에 대한 투자를 확대하여 경쟁력을 확대

### 기술개발과 함께 산업화까지 고려한 기술기획이 필요

- 산업주기의 초기단계에 진입하여 신산업을 창출하기 위하여는 기술개발 역량뿐 아니라 시장 창출까지 고려한 기술기획 능력이 필요
  - 민간기업과 국가의 역량이 성장함에 따라 신기술로 신시장을 창출하는 것이 필요
    - 과거 ‘Catch-up’ 전략에서는 기술개발만 성공하면 기존 시장 진입이 가능
    - 산업 초기의 신시장에는 기술 불확실성뿐 아니라 시장 불확실성도 존재
  - 산업 초기 단계의 불확실성을 극복할 수 있는 기술기획 능력이 필요
    - 특히, 산업 초기에는 ‘죽음의 계곡’을 극복할 수 있는 지원이 필요
    - 기술개발과 동시에 시장 확대를 위한 표준화 방안, 글로벌 진출 전략 등 기술기획을 개발 초기부터 진행

국내 주요산업의 진입시점의 기술 성숙도

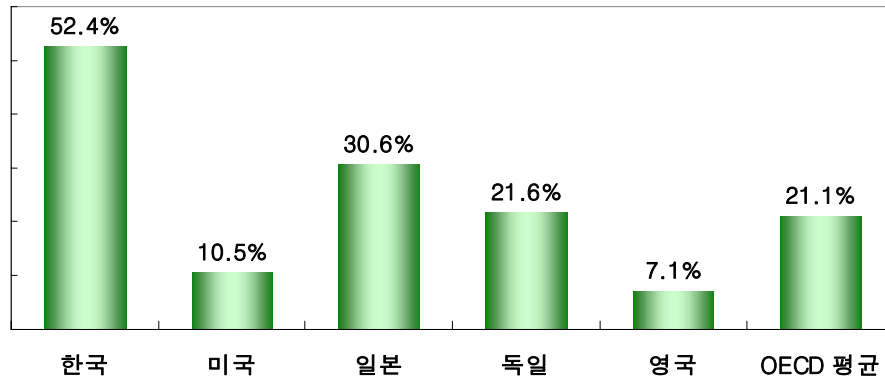


향후에는 공공수요를 산업화로 연결할 수 있는 분야에 집중

- 국가의 발전단계가 성숙됨에 따라 사회적 현안 문제를 해결하기 위한 공공의 수요에 대한 정부 R&D 요구가 증가

- 과거 정부 R&D 투자는 선진국에 비하여 경제개발 목적의 투자 비중이 과도하게 높다는 지적

정부 R&D의 경제개발 목적 투자 비중 (2007년)



주: 영국과 OECD 자료는 2006년 기준

자료: OECD (2008. 4). Main Science & Technology Indicators.

- 향후에는 광우병, 지구 온난화 등 사회적 현안을 해결할 수 있는 정부의 R&D 투자가 요구
  - 최근 OECD에서도 공공목적의 정부 R&D 투자 확대를 권고<sup>24)</sup>
  - 정부는 기초·원천 및 공공 분야의 R&D 비중을 50%까지 확대할 계획<sup>25)</sup>
- 보건, 에너지, 환경 등 공공의 요구를 수용하면서 이를 기반으로 산업화로 연결할 수 있는 분야에 집중
  - 정부 R&D 투자 확대를 통하여 공공의 수요를 충족하면서 동시에 국내 기업의 역량 강화 기회로 활용
    - 최근 이슈화되고 있는 보건, 에너지, 환경 등은 국내산업이 취약한 분야
    - 기초·원천 기술 개발뿐 아니라 기술의 상용화를 위한 정부의 지원이 필요

24) OECD (n. a.). OECD Reviews of Innovation Policy: Korea. 2009 발간 예정.

25) 교육과학기술부(2008. 5. 26.). "기초연구진흥종합계획".

## 참고문헌

- 교육과학기술부(2008. 5. 26.). "기초연구진흥종합계획".
- 김선근, 오완근 (1999). The Relations between Government R&D and Private R&D Expenditure in the APEC Economies : A Time Series Analysis. (Working Papers 99-22). 대외경제정책연구원.
- 김재윤 (2001). "CDMA 성공신화의 시사점" (CEO Information 제326호). 삼성경제연구소.
- 나준호 (2003. 4. 2.). "휴대폰 산업 환경을 전망한다" 『LG주간경제』, 35-40.
- 생명공학정책연구센터 (2008). "2008년 생명공학기초통계" (BT 통계 보고서 2008-2).
- 이우성, 윤문섭 (2007. 2.). "R&D 투자를 통한 성장잠재력 확충 방안" (과학기술정책이슈 제2호). 과학기술정책연구원.
- 이정재 (2007). "신약개발을 위한 융합기술 인력 양성방안 연구." 국가과학기술자문회의(편저), 『과학기술자문백서』 (pp. 310~312). 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 지경용 외 (2004). 『휴대인터넷의 이해』. 서울: 전자신문사.
- 최윤희, 조윤애, 문선웅 (2006). "바이오산업 육성을 위한 R&D 전략" (국가과학기술자문회의 자료). 산업연구원.
- 한국과학기술기획평가원 (2008). 휴대 인터넷 (Wibro) 개발
- 한국산업기술재단 (2007.). "5차 산업기술 로드맵 조선해양분야 최종보고서"
- 한국산업기술진흥협회 (2007). "2007 기술무역통계조사보고서". 과학기술부.
- 한국인터넷진흥원 (2008). 『2008 한국인터넷 백서』.
- 홍성인 (2008. 9.). "한국 조선산업의 글로벌 경쟁과 차별화 전략" 『KIET 산업경제』, 25-36.
- Abernathy, W. J. & Utterback, J. M. (1978). Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, 80(7), 40-47.
- Atkinson, R. & Audretsch, D. (2008. 9.). Economic Doctrines and Policy

- Differences Has the Washington Policy Debate Been Asking the Wrong Questions? Information Technology & Innovation Foundation.
- Balakrishnan, S. & Wernerfelt, B. (1986). Technical Change, Competition and Vertical Integration. *Strategic Management Journal*, 7(4), 347-359.
- Biopharmaceutical market generated revenues of USD 45.0 billion in 2004. (2005. 1. 17.). News-Medical. Net. <<http://www.news-medical.net/?id=7321>>
- Burrill & Company (2005). Global Biotechnology Industry 2005. (최윤희 (2007). "바이오산업의 2020 비전과 전략". 산업연구원에서 재인용)
- China.org.cn (2007. 9. 13.). R&D Spending Exceeds US\$39.9b in 2006. <<http://www.china.org.cn/english/China/224285.htm>>
- Christensen, C. M., Suarez, F. F. & Utterback, J. M. (1998). Strategies for survival in fast-changing industries. *Management Science*, 44(12), S207-S220.
- Committee on science, U. S. House of representative (1998. 9.). Unlocking our future: Toward a new national science policy. (Committee print 105-B).
- Council of the European Union (2008. 5. 20.). LAUNCHING THE NEW CYCLE OF THE RENEWED LISBON STRATEGY FOR GROWTH AND JOBS (2008-2010).
- European Commission (2008. 11. 18.). State aid: latest Scoreboard shows Member States moving towards better targeted aid. Press Release. <<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/1725&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>>
- Ford, G., et al. (2007). A Valley of Death in the Innovation Sequence: An Economic Investigation (Discussion Paper). Phoenix Center.
- Garcha, K., et al. (2008. 6. 26.). Mobile Handsets. Credit Suisse.
- Helfat, C. E. & D. J. Teece (1987). Vertical Integration and Risk

- Reduction. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 3(1), 47-67.
- Hoetker, G. (2005). Do Modular Products Lead to Modular Organizations?. *Strategic Management Journal*, 27(6), 501-518.
- Obama May Put Renewable-Energy Plan Ahead of Climate Package. (2008. 11. 4.). *Bloomberg*. <<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601087&sid=a.YTOC9grPB8&refer=home>>
- OECD (2006.). Science, Technology and Industry Outlook 2006.
- \_\_\_\_\_ (2008. 4.). Main Science & Technology Indicators.
- \_\_\_\_\_ (n. a.). OECD Reviews of Innovation Policy: Korea. 2009 발간 예정.
- Pisano, G. P. (1990). The Research-and-Development Boundaries of the Firm - an Empirical-Analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 153-176.
- US Patent and Trademark Office. US Government Patents 2004. <[http://www.uspto.gov/go/taf/govt/sic/sicw\\_usg.htm](http://www.uspto.gov/go/taf/govt/sic/sicw_usg.htm)>
- Utterback, J. (1994). *Mastering the dynamics of innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Williamson, O. E. (1979). Transaction-Cost Economics - Governance of Contractual Relations. *Journal of Law & Economics*, 22(2), 233-261.
- 지식경제부, 부품·소재 통계정보 DB. <<http://www.pmsd.or.kr>>
- 한국조선협회. 조선자료집, 한국조선공업 <<http://www.koshipa.or.kr/>>