

핵심기술과 재료개발정책



천 길 성(국방과학연구소 소재개발부장)

- '61-'65 육군 사관학교
- '74-'75 한국과학원 재료공학과 (공학 석사)
- '76-'79 한국과학원 재료공학과 (공학 박사)
- '79-'85 국방과학연구소
- '86-'87 국방부 방산국 획득개발과장
- '87-현재 국방과학연구소 소재개발부장

1. 개 요

“핵심기술”이라는 용어가 우리나라 사람들의 입에 오르내리기 시작하고 그 개발의 중요성과 심각성을 인식하기 시작한 것은 지적소유권 문제가 심각하게 대두된 이후이다. 그러나 핵심기술이라는 용어에 대해 사람들은 자기나름대로 해석을 하고 정의하여 사용하고 있어 공통된 개념형성이 되어있지 않다. 그도 그러할 것이 핵심기술 그 자체가 기술을 다루고 있는 단체나 개인의 기술 수준에 따라 일반기술에 분류할 수 있기도 하고 핵심기술에 분류할수도 있는 성질의 것이기 때문이다.

“핵심기술”에서 핵심이라는 용어 자체도 여러 가지 형태로 표현되고 있다. 영어에서는 “most important” “key” “emerging” 또는 “critical” 등으로 표현되고 있으며, 우리말에서도 핵심, 첨단, 선진 등으로 사용되고 있다. 이들 핵심기술의 분류는 상품개발전략, 무기개발전략, 외국기술협력기준, 외교전략등의 목적에 따라 기술분류기준이 달라지고 있다. 핵심기술은 어느면에서 보면 know-how가 변형된 고급언어라 할 수 있다.

핵심기술 개발을 위하여 과거에서는 “첨단기술 개발기본계획” (1990-1996)을 수립하고 (가칭) 첨단기술개발 사업추진 특별 조치법(안)을 작성하여 공청회를 가지기도 하였다. 여기에는 10대 중점사업을 선정하고 구체적인 집중개발 과제 55개를 선정한 것으로 되어있다.

그러나 과거에서 선정한 10대 중점사업분야 즉, 정보산업기술, 메카트로닉스기술, 신소재기술,

생명공학기술, 정밀화학공정기술, 신에너지기술, 항공·우주·해양기술, 21세기 교통기술, 첨단의료, 환경기술 및 첨단원천요소기술등은 이세상에 나와있는 모든기술을 10개로 분류한 것에 불과한 것이며, 총 10개 분야 중 전략적으로 선택하여 집중개발해 나간다는 55개 과제 역시 비록 55개로 숫자적으로는 좁혔으나 실제로는 모든 기술을 망라하고 있다. 예를 들어, 10대중점 사업분야중의 하나인 신소재 기술분야에

- 중점과제 1: 첨단 고분자 재료 기술개발
- 중점과제 2: 파인 세라믹스 기술개발
- 중점과제 3: 신금속 재료 기술개발
- 중점과제 4: 복합재료 기술개발
- 중점과제 5: 반도체 및 전자재료 기술개발
- 중점과제 6: 고순도 원료 및 정제 기술개발
- 중점과제 7: 신소재 특성평가 기술개발

등의 7개 집중개발 과제를 열거하고 있는데 어느재료가 이상 7가지 분류에 속해있지 않은것이 있는지 의문스럽다. 제목은 "첨단"이라는 언어를 사용하였으나 내용은 "범용"이되고 있으며 이러한 이유는, 진정한 의미에서의 첨단 또는 핵심기술에 대한 개념이 막연하게 있을뿐 구체적으로 분석이 되어있지 않기 때문이라고 생각된다.

기술은 기술자체를 위하여 있는것이 아니라 어느 완성된 상품이나 체계를 만들기 위하여 존재가치가 있다. 따라서 체계(또는 상품)를 떠나서 기술은 의미가 없게된다. 이런의미에서 과학과 기술은 구분된다. 기술은 과학(이론)에 근거를 둘수도 있고 경험적일 수도 있다. 과학발전은 그 나라의 문화와 인간 사고력을 개발하게 되지만 기술개발은 필요한 생활도구의 향상을 위한 것이다. 이런 개념에서 볼때 정부가 해야할 일과 상품을 만드는 업체가 해야할 일이 구분되게 되어있다. 즉 기술개발은 업체가 주도하여야 한다. 정부는 기술 개발의 동기만을 부여하면 된다. 국가가 제공하는 동기 (인적, 물적, 제도적등)를 가지고 보다 좋은 양질의 상품을 생산하기 위한 기술개발은 업체가 제일 잘 알고 있어야 한다.

이런면에서 볼때 첨단기술이라는 말은 그 상품의 질을 향상시키거나 생산단가를 낮출수 있는

최적의 기술로 풀이 될 수 있다. 모든상품에는 그 상품을 만드는 첨단기술이 있게 된다는 뜻이다. 첨단기술을 가지지 못한 회사는 첨단상품을 만들수 없으며, 경쟁에 낙후하게 되어 있다. 이런 의미에서 첨단기술이 know-how의 대명사라고 말하여도 그 뜻을 왜곡한 것은 아니라고 본다.

하나의 양질의 상품을 만들기 위하여는 수많은 기술이 요구될뿐만 아니라 그중 몇가지는 난이한 기술 개발이 요구되고 있다. 이러한 기술개발 요구는 많은 투자와 시간이 필요하다. 이와같은 벽찬 업무를 국가가 일부 담당하여 준다면 회사는 국제적으로 경쟁력을 가지게 될것이며, 경쟁력이 생긴후에는 다시 국가에 기여하게 될 것이다. 이런의미에서 국가차원의 기술개발 자원은 필요한 것이다. 그러나 기술개발 지원을 무조건 생산업체가 능히 할 수 있는 것까지 하려고 할때는 국가도 부담이 될 수 밖에 없다. 그러므로 국가가 지원하는 기술개발 분야는 장기적으로 투자가 막대하게 소요되지만 개발후 전반산업에 막대한 파급효과가 있는것부터 시작해야 할 것이다. 특히 우리나라와 같은 경제력이 약한 나라일수록 기술개발 전략은 매우 중요하다고 본다. 우리나라가 '90-'96년 사이에 기술개발에 투자하려고 하는 액수 1조 869억원 (약 15.5억\$)은 계획대로 된 다하여도 미국의 큰 1-2개회사의 개발비 수준에 불과하다. 이러한 액수로 미국에서 하고자 하는 모든 분야의 핵심기술을 동등한 수준으로 개발 하겠다는 것은 너무도 무모한 일이라고 할 수 있다.

다음절에서는 선진국, 특히 일본과 미국의 핵심기술 개발정책에 대하여 몇가지를 고찰해 보고 우리나라 기술개발 정책이 어느분야부터 우선순위를 가지고 지원해야 할지, 또는 어느정도 비중을 두고 선별지원 해야 할지를 살펴보기로 하겠다.

2. 선진국의 핵심기술 개발정책

미국의 기술개발은 무기체계 개발과 매우 밀접하다고 볼 수 있다. 따라서 기술 개발의 대부분이 국방성과 에너지성에서 지출되고 있으며, 그 분야도 매우 광범위하다. 그러나 최근에 와서 미국의

기술개발은 일본이나 서독등의 기술발전 속도에 비하여 낙후된 정후가 있으며, 의회에서 이를 우려하고 있다. 따라서 지난 '89년 5월 미 국방성과 에너지성은 공동으로 핵심기술 개발계획 (Critical Technologies Plan)을 상원군사위 방위산업및 기술소위원회에 제출하였다.

동 보고서에서는 22개 핵심기술을 선정하여 각 분야마다 구체적인 각국의 기술 수준과 개발전략등을 열거했으며, 매년 3년마다 국방/에너지성에 의하여 추가 또는 삭제 및 보완되어 정기적으로 의회에 제출되고 의회의 별도심의를 거쳐 예산배정등 구체적인 개발계획을 수립토록 할 예정이라고 한다.

이 보고서에 열거된 22개 핵심기술은 다음과 같다. ① 극소전자회로 및 그 제조기술(Micro electric circuits and their fabrication)

- ② 갈륨비소제조 및 기타반도체 제조(Preparation of GaAs and other compound semi-conductors)
- ③ 소프트웨어 제작(Software producibility)
- ④ 병렬 컴퓨터 설계(Parallel computer architectures)
- ⑤ 기계의 지능화 및 로봇트화(Machine intelligence/robotics)
- ⑥ 모의 모형 기술(Simulation and modeling)
- ⑦ 합성광학기술(Integrated optics)
- ⑧ 광섬유기술(Fiber optics)
- ⑨ 고감도 레이더(Sensitive radars)
- ⑩ 수동 감지 기술(Passive sensors)
- ⑪ 표적자동 식별기술(Automatic target recognition)
- ⑫ 위상정렬기술(Phased arrays)
- ⑬ 자료통합기술(Data fusion)
- ⑭ 신호통제기술(Signature control)
- ⑮ 컴퓨터 이용한 유동역학(Computational fluid dynamics)
- ⑯ 공기흡입 추진기술(Air breathing propulsion)
- ⑰ 고출력 마이크로파(High power microwaves)
- ⑱ 집적 에너지 기술(Pulsed power)
- ⑲ 초고속 탄두(Hypervelocity projectiles)
- ⑳ 고온 고장력 경량소재(High-temperature/high strength/light weight composite)
- ㉑ 초전도성소재(Superconductivity)
- ㉒ 생체 기능 물질(Biotechnology).

이들 핵심기술 과제 제목 내용으로보아 군사적 목적에 근거를 두고 있으나 이들기술이 산업체에 미치는 영향이 막대하므로 미국방성과 에너지성의 기술개발 전략은 바로 국가의 기술개발 전략이

기도 한 것이다.

이들기술을 잘 분류해보면 거의가 신소재와 software의 결합된 기술이거나 이들과 관련된 기술임을 알수 있다. 즉 주로 재료관련 기술은 1, 2, 8, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 22등 10개이며 재료와 software가 공히 관련된 기술은 5, 7, 9, 12, 16등 5개이고 software만의 관련기술은 3, 4, 6, 11, 13, 14, 15등 7개 기술이다. 물론 22개기술 개발을 위해서는 물리, 전자, 기계등의 다양한 분야의 지원이 이루어져야 하나 궁극적으로 기술해결의 Bottle neck는 재료와 Software에 귀결되고 있음을 알 수 있다.

미국이 22개의 핵심기술 (critical technology)을 선정하여 이 분야에 정부(국방성, 에너지성)차원, 또는 의회 차원의 관심을 가지므로써 독일이나 일본의 기술발전에 대응하려는 것과는 달리 일본에서는 민간 주도하에 22개 하이테크의 상품을 선정하여 업체의 관심을 유도하고 있다. 일본이 선정한 22개 하이테크 상품은 앞으로 10년후 시장규모를 판단하여 설정한 것으로써 다음과 같다.

- ① 8mm VTR 5년후 5-7조엔
- ② 초 LSI 메모리 5-10년후 1조5000억-5조엔
- ③ 소프트웨어 5년후 1조5000억엔
10년후 5조엔
- ④ 퍼스널컴퓨터 5년후 1조엔
10년후 4조엔
- ⑤ 광섬유 5년후 4000-5000억엔
10년후 1조엔
- ⑥ 인공지능 83년매상고 400억달러
- ⑦ 워드프로세서 5년후 3000억엔
- ⑧ CATV 10년후 3000억엔
15년후 7000억엔
- ⑨ 자동번역시스템 10년후 5000억엔
- ⑩ 진단약 5-10년후 2000-3000억엔
- ⑪ 탄소섬유 10년후 2000억엔
- ⑫ 항암제 5-10년후 1700-1800억엔
- ⑬ LAN (정보통신망) 5-10년후 300-1000억엔
- ⑭ HDTV 5-10년후 10억\$
- ⑮ 인공장기 5-10년후 1000억엔

- ⑯ 태양전지 5-10년후 300-700억엔
- ⑰ 인공위성 84년 420억엔
- ⑱ 하이브리드 종자
- ⑲ 입체영화
- ⑳ 공업용 효소
- ㉑ 분말주(粉末酒)
- ㉒ 50cc미니 자동차

이상의 하이테크 상품 22개는 일본의 일경 비지니즈가 일본의 하이테크 전문가들을 동원 조사 예측한 것으로써 일본이 세계 상품 시장을 석권하려는 전략적인 상품을 선정한 것이라고 볼 수 있다. 이와같이 일본은 경제성을 겨냥 하고 상품을 개발하며 그상품이 가져야 할 기술특성을 예측하고 이에 상응하는 기술을 개발하고 있다고 볼 수 있다.

일본은 고급상품 위주의 기술개발을 해가고 있는데 반하여 미국은 고성능 무기체계 목표의 기술개발을 주도하고 있다. 이들 두나라의 기술 개발 전략상 다른점은 일본은 고부가 가치 위주의 기술개발이며 미국은 고성능 부가의 기술개발이다. 일본의 기술개발이 단기적으로 경제 창출과 직결된 반면, 미국의 기술개발은 단기적으로는 부담이 되고 있으나, 장기적으로는 전략과 경제에 미치는 영향이 더 크다는 사실을 간과할 수 없다.

3. 기술개발의 두가지 큰 줄기

일본의 하이테크 22개상품과 미국의 핵심기술 22개를 개괄적으로 검토하더라도 여기에는 두가지 커다란 줄기를 발견할 수 있다. 앞으로 다가올 정보사회에 맞는 상품이 주도적으로 큰 시장을 형성함에 따라 software의 중요성과, 새로운 상품의 기술특성을 현저하게 개량하는데 결정적 역할을 하는것은 신재료 개발이다. 모든상품, 모든 무기체계에는 필연적으로 사람을 대신하는 인공지능이 가미 될 수 밖에 없는 상태이므로 software의 중요성은 그 규모와 종류면에서 타 영역의 추종을 불허할 것이며, software의 영역과 기능을 고도화 시킬 수 있기 위하여서는 sensor재료, 측

정재료, 특수기능 재료등의 신재료 개발이 병행될 수 밖에 없다.

문제는 그많은 software와 그많은 종류의 신재료를 어떻게 선별적으로 우선순위를 두고 개발해 나가느냐가 그나라의 기술개발의 효율성을 나타내게 될 것이다. Software와 신재료가 중요한 분야라고 해서 모든 software와 모든 신재료를 동시에 개발할 수는 없고 모든 인력을 이 분야에 투입한다는 것도 무모한 정책일 수 밖에 없다. 중점 개발 상품을 선정하고 이 상품에 맞는 software와 신재료를 개발하는 일본방식의 타당성과 전략적인 핵심기술 개발과제를 선정하여 국가적 차원에서 장기적인 추진계획을 세우는 미국방식의 장단점을 분석하여 우리 나름대로 우리여건에 맞는 정책의 선정이 중요하다고 본다.

Software의 개발은 필요 인원수로나, 시간적, 그리고 개발비 면에서 재료개발에 비하여 용이한 면이 많다. 이러한 이유 때문에 software의 개발에 관한한 국가정책이 별도로 세워질 필요는 없다고 본다. 상품을 생산하는 업체, 그리고 software의 개발 업체가 software의 개발에 시간과 예산의 압박을 크게받지 않으며 오로지 두뇌 경쟁 요소가 크므로 업체 자체의 자각과 노력으로 해결될 수 있기 때문이다.

그러나, 재료개발은 어느 영역보다 인내가 필요하다. 즉 꾸준한 기술축적을 위한 인적, 물적, 그리고 시간적인 투자가 계속되어야 하기 때문이다. 이러한 제약성 때문에 재료개발 만큼은 국가적인 뒷받침과 정책이 필요하다. Laser의 이론 (software)은 모든 사람이 알고 있다. Laser를 이용하여 어떻게 거리를 측정하는가 하는 이론도 쉽게 설명되지만 실제로 거리 측정기를. 만들기 위한 laser를 유도할 수 있는 유도관이나 laser를 감지할 수 있는 sensor는 쉽게 만들수 없다. 이것들은 재료 문제이기 때문이다. HDTV의 경우 역시 현 TV의 브라운관을 대체할 새로운 기구(mechanism)의 개발이 필요하고 궁극적으로는 기구를 구현시킬 재료개발이 성공의 열쇠를 쥐고 있다. 인공 장기 역시 생체 거부반응을 일으키지 않는 신재료 개발이 필수적이다.

4. 재료개발 정책검토

재료개발의 요구는 두가지로 분류될 수 있다. 하나는 상품의 질을 높이기 위하여 특정 성능, 또는 기능을 가지 재료를 개발하는 경우이고, 다른 하나는 많은 상품에 공통적으로 사용되어 획기적인 성과를 거둘수 있는 재료를 개발하는 경우이다. 전자는 사용되는 범위는 제한되지만 상품의 질을 높이고 경쟁력을 높이는 주요 수단이며 후자의 경우는 일반적으로 재료 자체의 가치를 높이는 수단이 된다.

특정 상품의 질을 높이기 위한 재료개발은 상품 생산 업체가 추진해야 하며 이를 등한히하는 업체는 살아남기가 어렵게 된다. 재료자체의 가치를 높이는 신재료 개발은 재료 생산업체가 주도하여야 할 일이다. 그러나 대개의 경우 혁신적인 성능을 가지는 재료개발, 예를 들어 superconductor재료, 탄소복합재료 등과 같은 고도 기술과 많은 개발비와 다수의 고급인력이 필요로 하는 재료개발은 회사 혼자로서는 감당하기가 힘들다. 또한 이들 재료개발을 위해서는 다른 주변 기기개발이 선행 되어야 한다.

또한 주변 기술개발도 먼저 이루어 져야 한다. 이와같이 방대한 개발 system이 요구되며 전략적인 개발 추진 과제로 선정될 만한 재료의 개발은 국가의 정책적 뒷받침이 요구된다.

앞에서 언급한 과거처에서 계획된 신소재 기술분야의 7개중점과제는 중점과제라기 보다 중점분야라고 보아야 할 것이다. 재료개발 정책에서 개발과제가 개발분야보다 중요한 것은 어느 분야가 80%정도 개발된 것 보다 하나의 재료가 100% 개발되어 세계정상에 올려놓고 다음과제를 공략하는 방식의 축차적 개발방식이 작은 나라의 개발비를 효과적으로 사용하는 방법이라고 생각한다. 그렇다고 꼭 한번에 한 과제를 의미하는 것이 아니고 모든 분야를 동등한 무게로 개발 추진을 하느니보다 어느기준에 의한 과제의 우선순위를 정하고 우선순위가 높은 것부터 몇가지씩 중점 개발 하는 것을 의미한다. 올림픽에서 99개의 은메달보다 1개의 금메달이 비중이 높듯이, 국제수

준에 거의 미칠정도의 2등급 재료보다 국제수준보다 훨씬 높은 수준의 재료가 주는 파급효과가 훨씬 큰 이유는 재료가 상품의 질 향상에 미치는 영향이 크고 더 나은 상품이 더 높은 경쟁력을 가지는 파급효과의 증폭 때문이다.

이와같이 정부가 재료개발에 직접적인 지원을 할 수 있는 재료로써는

- 초전도성 재료(superconductor)
- 초 비전도성 재료(super insulator)
- 경량 고강도 재료(light high strength materials)
- 초고온 내열 재료(super thermal insulator)
- 광대역 광선 감지재료(wide band optical sensor) 등이며, 재료개발을 위한 주변기술 개발로써 정부가 직접 지원할 가치가 있는 것으로써는

- 단결정 성장기술
- Fiber 제조기술
- 미소전압 전류 측정기술
- 극미량 분석기술
- 미세조직 관찰기술

- 비파괴 측정기술 등이다. 어느 면에서는 재료자체 개발보다 정부의 정책적 지원을 필요로 하는 것은 재료개발을 위한 상기와 같은 주변기술이 더 요구되고 있다. 주변기술이 빈약한 상태에서는 세계 최상의 재료가 개발될 수 없음은 주지의 사실이기 때문이다.

다음으로 재료개발을 위하여 연구를 중앙 집권화(center화) 하는 것은 바람직하다고 볼 수 없다. 국가가 정책적으로 개발하는 재료 이외에도 모든 생산업자들의 재료개발 노력은 장려되어야 하기 때문이다. 재료개발을 위하여 정부가 연구소를 독점하면 할수록 재료개발의 폭은 좁아지게 된다. 만일 필요하면 지역별로 여러지역에 재료개발 지원 center를 설립하는 것은 바람직하나 과거처의 기본계획에서 언급한 추진 전략의 하나로 "재료연구센터"를 출연 연구기관으로 설립하여 재료기술 개발의 구심적 역할을 담당하도록 하는것은 재료개발에 자승자박하는 결과가 될수도 있다.

재료개발 투자 규모에서도 정부투자가 민간투자의 2-3배로써 정부투자 의존적인것도 문제라고 할 수 있다. 어느면에서 정부투자는 민간투자를 유도하기 위한 seed money 역할이 바람직하며, 민간투자가 정부투자보다 많아 질수록 재료 국산화 문제가 해결되고 산업기반도 튼튼하게 될 수 있는 계기가 될 것이다.

5. 결 론

핵심기술의 중요성은 누구나 의의를 제기하지는 않지만 무엇이 핵심기술인가는 누구도 쉽게 말할수는 없다. 핵심기술은 핵심기술이 필요로 하는 사람이나 업체에게만 확실하게 정의될 수 있기 때문이다.

그러나 핵심기술의 범위를 좁혀 나가다보면 우리는 두가지 커다란 줄기를 찾게된다. 하나는 software이고 하나는 재료문제이다. 이들을 독자적으로 해결할 수 있는 나라나 회사는 선두에 진출하게되며 이 중 하나만을 해결하는 나라나 회사는 항상 2등을 하게되고, 둘중 하나도 해결 못하면 기술료나 재료비의 부담 때문에 힘겨운

경쟁을 하게된다.

재료 개발은 정부차원에서 5년 단 목표제시와 제도적지원(예를 들면 세제 감면 혜택등) 그리고 필요하면 공용 지원 시설등의 정책으로써 지속성있게 추진해야 할 중요한 기반기술 개발이다. 또한 재료중에는 개발이 성공할 경우 산업전반에 파급 효과가 큰 것도 상당수 있으므로 이러한 재료개발은 국가가 전략적으로 seed money를 형성하거나 전액 부담하여 개발할 필요성이 있다.

부존자원이 적은 우리나라에서 과학기술 입국만이 세계 경쟁에서 살아 남을 수 있는 유일한 길이라는 사실은 6공화국에 들어와서 과학기술 입국의 대명제를 내세운 것으로 충분히 설명된다. 문제는 과학기술 입국을 위하여 무엇부터 어떻게 해나가야 하는가이다. 과학기술 입국을 위하여는 자원(resource)의 배분(allocation) 문제가 중요시 되어야 하며, 인력자원을 다루는 문교부와 예산을 다루는 경제 기획원이 과학기술처의 과학기술 정책을 먼저 이해하고 그 결과를 교육 및 예산 정책에 반영하여야 할 것이다. 과학기술처는 이들 관련 부서가 납득할 수 있도록 실현성있는 정책을 세우는 것이 또한 중요한 선행조건이라고 본다.

◎ 싱델펜겐 국제자동차 산업세미나 (AUTEC/Int'1 Congress Fair for Automotive Technology)

- 1) 개최기간(주기) : '90. 10. 25-27(격년)
- 2) 개최국(도시, 전시장명) : 서독(Sindelfingen, Messehalle)
- 3) 전시면적 : 8,516 S/F
- 4) 전시품내용 : 자동차관련정보 및 기술전시
- 5) 성격 및 현황 : 출품업체는 총 48개사, 일반인에게 공개,
자동차 산업관련 세미나 개최
- 6) 주 최 : P.E Schall GmbH Gustav-Werner-Str 6 7443 Fricken hausen 3,07025/2061
Tel : 7267781, Fax : 07025/5452, Btx : 1417179