

5. NBIT 융합기술의 경제(산업)적 파급효과(1)

(1) 경쟁력 향상에 미치는 효과

기술적인 성과가 생산 및 조업과정에서의 유연성과 효율성 향상을 가져오고, 수요 및 시장 니즈에 대한 대응력 그리고 품질향상에 기여할 때 직접적인 경제효과로 나타나게 된다. NBIT 기술의 경우 새로운 차원의 제품을 출시하면서 소비자의 생활 및 구매패턴을 크게 변화시킨다는 점에서 시장지배력을 획기적으로 변화시키는 수단이 될 수 있다. 휴대성과 편리성을 추구하는 기술에 대한 수요가 급격하게 증가하면서 이 부문에 대한 기술투자가 가속화되고 있다. 융합신기술을 기반으로 하는 초경량, 초정밀, 초저전력 소모기술이 발전하면서 단일 생산제품을 생산하는 시스템 전반의 경쟁력을 결정하고, 이것이 다시 시장 지배력을 높이는데 작용한다.

미국, 일본, 유럽 등 각국 정부는 바이오산업을 21세기 핵심 첨단산업으로 지정하여 지원을 강화함으로써 국가경쟁력 강화를 꾀하고 있으며, 장래 산업주도권 확보를 위한 경쟁이 치열해질 전망이다. 기업의 입장에서는 이러한 경쟁구도를 주도할 새로운 제품이나 서비스가 필요하다. NBIT 융합기술은 자체적인 기술과 응용제품 및 서비스로 신산업의 창출을 견인할 뿐 아니라, 그 파생기술로 기계, 소재, 전자 등 기존산업을 고도화시켜 고부가가치를 촉진하는 경제적 파급효과를 가져올 것으로 예상된다.

(2) 고용에 미치는 효과

융합기술과 같은 신생기술(emerging tech.)은 소재, 장치, 시스템 등에 영향을 미치면서 생산 공정에 영향을 미치게 되고, 결과적으로 생산과정에 결부되어 있는 노동력의 고용형태와 고용구조에 영향을 미치게 된다. 새로운 장비나 생산시스템, 그리고 우회 생산과정을 통해 공정일부가 체화된 제품에 적용되면서 절대적인 노동투입량을 감소시키면서 생산성을 향상시키는 효과를 가져온다. 동시에 NBIT 융합기술이 소재, 기계 등의 산업에 새로운 기회를 제공하면서 주력산업의 경쟁력을 강화시키고 신산업을 창출할 때, 고용량의 증가를 가져올 수 있다. 따라서 NBIT기술을 통한 신기술의 고용증대 효과를 극대화하려면 신산업뿐만 아니라 기존 주력산업에 대한 신기술의 적용을 보다 적극

적으로 추진하는 것이 필요할 것으로 예상된다.

그러나, NBIT와 같은 신기술의 융합은 초기에는 소수의 과학기술인력이 집중적으로 투입된다는 점에서 고급·핵심기술인력의 고용증가로 나타나게 되지만, 기능인력 및 기존 기술과 생산방식에 익숙한 근로자들에게는 일자리의 박탈을 나타낼 수 있다. 이에 따라 융합신기술과 관련된 전문인력의 적절한 수급대책이 따르지 않는다면 고급인력의 공급부족현상 속에서 기술력이 낮은 집단에서 공급초과현상이 동시에 나타나게 될 것이다. 신기술에 소외된 사람들에게는 새로운 고용기회상의 불평등을 발생시킬 가능성이 높다. 이러한 불평등은 적절한 과학기술인력양성과 함께 기존 산업인력이 적절한 교육-훈련 프로그램이 뒷받침되지 않는다면, 고용구조의 변화에 의한 엄청난 손실이 수반될 수 있다는 점을 예상하게 한다.

(3) 기업구조에 미칠 효과

신기술융합은 나노기술, 바이오기술, 정보기술 그리고 인지과학 및 시스템 접근 등과 밀접한 상호연관성을 갖고 발전하고 있다. 세계화가 가속화되면서 국제적인 신기술개발이 활성화 되고 있으며, 자체 개발보다는 외부기업의 R&D 성과에 대한 의존도가 점점 높아지고 있다. 신기술의 급속한 발전과 융합화는 개별 기업이 모든 기술개발자원과 산업화에 필요한 역량을 갖추는데 한계를 갖게 한다. 연구개발만 전문으로 하는 기업이 활발하게 활동하고 있으며, 세계적인 대기업과 협력하여 R&D, 생산, 마케팅에 대한 역할분담을 통한 핵심역량을 극대화하는 사례가 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 현상이 상시적으로 발생함에 따라 개별 기업의 구조도 이에 맞추어 급격하게 변화할 것으로 예상된다.

90년대 후반부터 전세계적으로 첨단분야 연구를 수행하는데 있어 나타나는 추세는 네트워크형·개방형 R&D 수행체제다. 연구자산을 가진 기술기업을 인수해 신기술 및 신제품으로 개발하는 인수개발(A&D, Acquire and Development), 경쟁기업과 네트워크를 형성하여 신기술, 신제품을 개발하는 제휴개발(C&D, Connect and Development) 등은 이러한 변화의 단면을 보여주는 사례들이다. 이에 따라 국내에서도 융합신기술의 특성을 이해하고, 아이디어가 시장창출까지 이어나가도록 하기 위해 연구개발을 전문으로 하는 기업을 활성화하는 여건을 마련이 시급하다는 것을 알 수 있다.

(4) 산업발전에 미치는 효과

NBIT 융합기술은 에너지 소비와 오염물질의 감소, 신물질 생산 등 산업발전에 혁명적인 변화를 유도할 것으로 전망된다. 이러한 NBIT 융합기술은 궁극적으로 컴퓨터, 네트워크, 생명공학을 결합해 지금까지는 상상도 하지 못했던 제품을 생산할 것이다. 나노 수준에서 물질을 통제 가능하므로 전혀 새로운 소재나 제품, 의약품, 식품, 자동차 및 비행기, 가전제품을 만들어 낼 수 있다.

이러한 NBIT 융합기술의 발전은 신기술에 기반을 둔 여러 부문·산업간의 결합에 의해 기존 산업의 발전을 촉진하고 신기술 산업과의 융합을 통해 경제성장의 새로운 원천을 마련할 것으로 기대된다. 또한 신기술 융합에 의한 산업 활성화는 신산업 창출 그 자체의 외형적 규모성장을 통해서뿐만 아니라 소재 및 공정, 생산기술의 고도화를 통해 실질적인 고부가가치화를 실현할 수 있다.

나아가 초기단계의 NBIT 융합기술의 산업화 적용 확대는 선진국의 원천기술경쟁력 및 중국 등 개도국의 가격경쟁력 향상에 의해 Nut-Cracker 상황에 직면할 것으로 우려되는 우리나라 산업의 새로운 활로를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 NBIT 융합기술은 자원과 비용이 적게 드는 하이테크 제품을 생산하는 '파워 툴(Power Tool)'을 제공해 세계 경제를 혁신하는데 기여할 것이다. 이는 권력의 근원으로 활용되던 일반 자원 뿐 아니라 식량과 같은 자원의 희소성을 해결해 줌으로써 급격한 사회변동을 함께 야기할 것으로 보인다.

(5) NBIT기술 시장의 규모 및 산업 (예시)

1) NBT 기술시장 : 2015년 1,800억 달러 규모로 성장¹⁾

NBT 기술의 응용 제품들은 대부분 아직 개발 단계에 머물러 있으나, 활발한 기술 개발 노력에 힘입어 상용화가 빠르게 진전될 것으로 기대되고 있다. 현재 NBT 기술 시장은 연구용 분석기기, 휴대용 측정기기 등이 주를 이루고 있으나, 점차 임상 및 진단과 식품, 농업, 환경 모니터링 분야 등으로까지 확대 응용될 것으로 예상되고 있다. 특히 2005년 중에는 바이오센서, MEMS 기술이 발달하면서 진단용 칩 분야의 신제품들이 대거 등장할 것으로 예상된다. 이와 같은 파급 효과를 고려하여, 시장조사기관인 Frost & Sullivan에서는 나노바이오테크 관련 시장이 2015년경 1,800억 달러에 이를 것으로 전망하고 있다.

따라서 나노바이오테크 관련 시장의 잠재성을 인식한 각 기업 및 연구기관들은 관련 분야 제품 개발에 주력하고 있다. 바이오칩 분야에서는 현재 전세계 바이오칩의 60%를 생산하고 있는 Affymetrix를 비롯, Motorola, Corning, Agilent Technologies, Nanogen 등이 대표적이며, 인공망막·인공 귀 등 생체 삽입용 칩의 개발에는 MIT, Stanford 등 대학이 주축이 되어 연구를 수행하고 있다. 하루가 다르게 발전하고 있는 나노바이오테크는 독자 기술의 확보가 매우 중요한 분야로, 전세계적으로 치열한 경쟁이 전개되고 있다. 국내 관련 기업들도 적극적으로 기술 역량을 확보하여 빠르게 변화하는 기술 환경에 효과적으로 대처해야 할 것으로 보인다.

2) NIT 기술시장 : SoC(System on Chip)

미국의 NSF(National Science Foundation)는 2015년 전세계 나노기술 관련 제품 및 서비스 시장 규모가 1~2조 달러에 달할 것이며, 산업별로 기술혁신과 성장률의 편차가 클 것으로 전망하고 있다. 특히, 나노소재 부분의 시장이 빠르게 성장할 것으로 예측하고 있다. 현재 IT-NT 융합 기술에 투자를 하고 있는 대표적인 기업으로는 Agilent, AMD, Coming, HP, Hitachi, IBM, Lucent, Motorola 등이며, 이들 기업은 나노소재와 전자제

1) 고은지, '나노바이오테크(Nanobiotech)', 주간경제 758호 2003.12.17, LG경제연구원

품의 컨버전스(convergence), 나노기술 기반의 메모리, 스토리지 미디어, 센서, 전지, 연료전지(fuel cells) 등의 제품을 개발하고 있다. Realis의 2002년 발표자료("A Critical Investor's Guide to Nanotechnology")에 따르면, 2015년 전세계 IT-NT 융합기술 제품의 시장 규모가 나노소재(NT-Materials)는 3,000억 달러, 나노가전(NT-Electronics)은 1,000억 달러에 달할 것으로 전망하고 있다.

NT-IT 융합기술은 미래의 모든 정보통신 고기능 소자에 필수적으로 적용되는 핵심성과 기반성으로 인하여, 세계 수천억불의 정보통신 소자 기술 시장에서 일정 부분 이상을 점유할 것이다. 특히, 우리나라의 반도체 부문 수출은 170억불에 달하며 전체 수출량의 13%를 차지하고 있는데, 이를 계속 유지/확대하기 위해서는 현재의 반도체 소자 기술을 대체할 수 있는 미래형의 NT-IT 융합기술의 조기 확보가 절실하게 요구 된다²⁾.

NT-IT 융합기술의 시장전망을 살펴보면, 아직 구체적으로 발표된 것은 없지만, 전문가들은 정보통신 산업기술에 직접적으로 이용되어 나노급 IT 부품이 생산되는 시점을 향후 10년 내지 15년 후가 될 것으로 전망하고 있으며, IT관련 나노기술의 시장이 2020년경에는 수천억불이 될 것으로 예측된다³⁾.

여기서 NIT 기술중 SoC(System on Chip)의 시장 전망⁴⁾을 살펴보면 다음과 같다. SoC 기술은 각종 부품을 하나의 반도체 칩에 집적시킴으로써 향후 반도체뿐만 아니라 개별 부품을 모두 원칩화하기 위해 등장한 기술로 주로 연산 소자와 I/O, 로직, 메모리 등으로 구성된다. 컴팩트하고 통합도가 높은 SoC는 고성능, 저소비전력 등을 특징으로 하기 때문에 핸드헬드 정보단말이나 민생 기기용에 적합한 솔루션으로 주목받고 있다. 현재는 LSI 기반으로 마이크로프로세서와 메모리 등을 통합하는 데 초점이 맞춰지고 있으나 궁극적으로 초정밀가공기계기술(MEMS)과 합쳐질 전망이다.

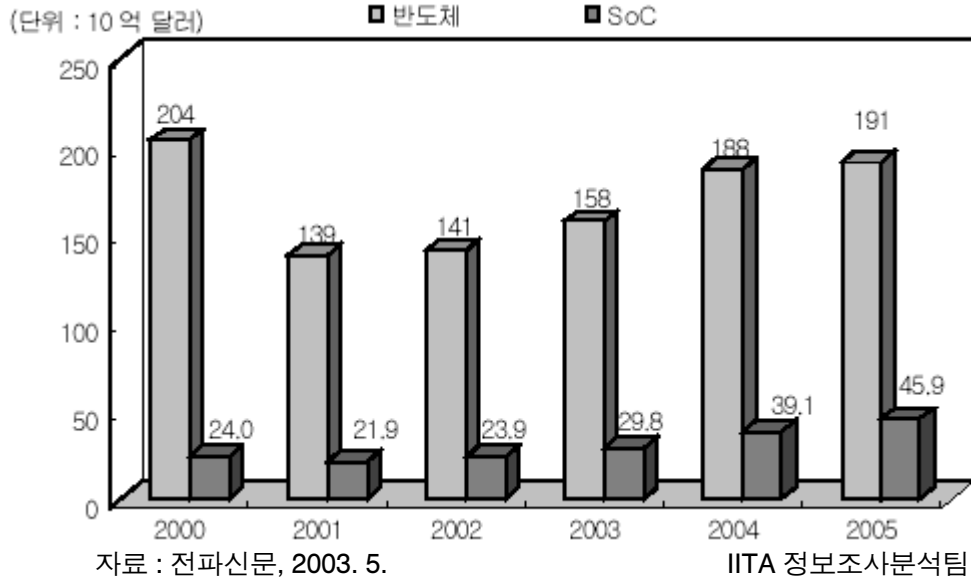
시장조사회사인 Dataquest 등에 따르면 2002년 세계 IC 시장 총 생산액은 1,400 억 달러로서 이 가운데 SoC 솔루션이 전체의 16.8%에 상당하는 127 억

2) 정태형, IT-NT 융합기술 기획보고서, 한국전자통신연구원, 2002. 4. 30

3) 정태형, IT-NT 융합기술 기획보고서, 한국전자통신연구원, 2002. 4. 30

4) IITA, SoC 기술동향 및 시장 전망_15대 품목 시장동향 보고서, 2003. 12. 15.

달러를 차지하고 있는 것으로 분석하고 있다. 시장분석에 의하면 2003년 세계 SoC 솔루션 시장의 생산액은 298억 달러(반도체시장 점유율은 19.1%)에 달할 것으로 보이며, 2004년 및 2005년에는 각각 391억 달러(21%), 460억 달러(24.6%) 규모에 달해 순조로운 시장 확대가 진행될 것으로 예측하고 있다.



〈그림 4-1〉 SoC(System on Chip) 시장 전망

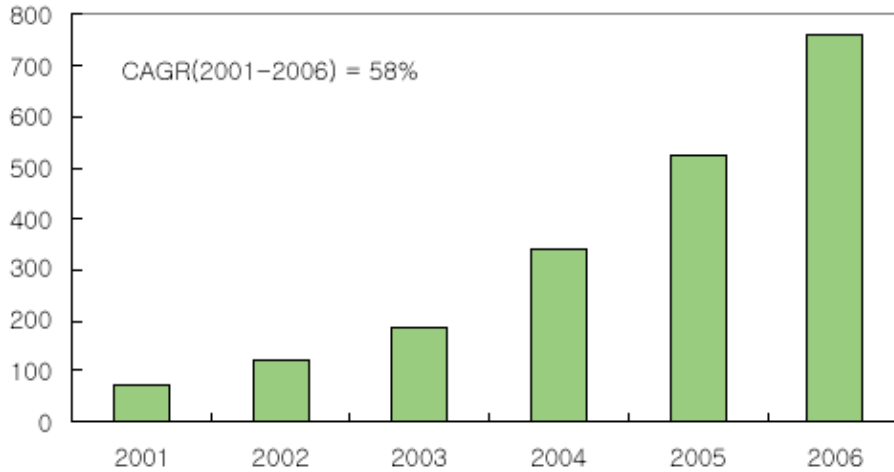
3) BIT 기술시장 : 바이오 칩

바이오 칩은 BT, IT, NT 등 소위 차세대 미래기술이 모두 융합되는 대표적인 제품으로, 융합기술을 통한 제품화 성공 모델을 제시할 분야로 주목받고 있다⁵⁾. 바이오인포매틱스(Bioinformatics), 바이오칩(Biochip) 등으로 대표되는 IT-BT 융합 분야의 발전은 바이오산업에도 크나큰 혁신을 가져와, 최근 인간지놈프로젝트의 완성에도 지대한 역할을 하였다. 특히 바이오칩(Biochip)은 BT, IT, NT 등 소위 차세대 미래 기술이 모두 융합되는 대표적인 제품으로, 융합 기술을 통한 제품화 성공 모델을 제시할 분야로 주목받고 있다. 바이오칩의 파급 효과를 바탕으로, 각 시장조사기관에서는 바이오칩 시장에 대해 긍정적 전망을 내놓고 있다. Frost & Sullivan에 따르면 2000년 5억 3천만 달러였던 세계 바이오칩 시장은 2004년 33억 달러 규모로 급팽창할 것이라고 한다. 현재

5) LG 경제연구원, 'IT산업의 변혁을 주도할 7대 유망기술', 산업정보, LG주간경제(2004. 1. 7),

바이오칩 시장에는 Affymetrix를 비롯한 바이오테크 기업들과 Motorola, Agilent Technologies 등의 IT 기업들이 참여하고 있다.

(단위: 백만 달러)



자료 : BioInsight, 2002. 3. ETRI 정보조사분석팀

〈그림 4-2〉 전세계 단백질 칩 시장 규모 전망(2001~2006년)⁶⁾

최근 Proteomics 분야의 지대한 관심과 연구개발이 활발히 진행됨에 따라 이에 필수적인 단백질 칩 시장이 크게 성장하고 있다. 2001 년도 단백질 칩의 시장 규모는 주도적인 업체인 Biacore AB 의 6,000 만 달러 매출을 포함하여 총 7,600 만 달러이며, 2006 년까지 58% 의 복합연평균 성장률을 기록하면서 약 7 억 5,000 만 달러 규모로 성장할 전망이다(〈그림 4-2〉 참조). 2002 년 현재 전세계 단백질 칩을 판매하거나 시장 참여를 준비중인 업체는 Biacore, CIPHERGEN, HTS Biosystems, Phylos, SomaLogic 및 Zyomyx 등 약 25 개로 파악되고 있고, 단백질 칩 개발을 위한 주요 학술연구 프로그램에는 Lawrence Livermore National Laboratory의 Joanna Albala 그룹, Stanford University 의 Patrick Brown group 그리고 Harvard University 의 Gavin Mac Beath 그룹 등이 참여하고 있다. 올해까지는 Biacore AB 의 매출이 시장 규모의 대부분을 차지할 것이지만 2003 년부터는 현재보다 10 배에 가까운 새로운 업체가 출현하고 경로 데이터(pathway data)와 같은 고속 단백질 분석에 대한 요구가 매우 높아 시장 확대가 가속될 것으로 보인다.

6) ETRI, 전세계 바이오 칩 시장동향, 35개 품목 시장동향보고서(200?)

Motorola의 경우는 1998년 설립된 Motorola Biochip Systems를 중심으로 바이오칩 시장에 본격적으로 참여하고 있으며, Agilent Technologies는 자체 연구뿐만 아니라 Caliper Technologies 제품의 판매 제휴를 통해 랩온어칩(Lab-on-a-chip) 분야에 초점을 맞추고 있다.

이처럼 바이오칩 개발을 위한 기업들의 경쟁이 치열하게 전개되면서, 신약 개발·임상 진단 등의 분야에서 바이오칩의 상용화가 이루어지고 있다. 현재 바이오칩 시장의 대부분은 DNA칩 등 연구개발용 제품이 차지하고 있으나, 향후 2~3년 이내에 진단용 칩의 상업화가 진전되면서 점차 단백질칩, 랩온어칩 등의 비중이 증가할 것으로 보인다. 또한 DNA칩과 Bio-MEMS(Micro Electro Mechanical System)기술의 융합을 통해 작고 저렴한 고속탐색 시스템(High-Throughput) 관련 시장이 본격적으로 발전할 것으로 예상된다.

나노바이오테크의 응용 분야

나노바이오테크를 이용한 응용 제품들로는 바이오칩(Biochip)과, 바이오센서(Biosensor)를 이용한 휴대용 의료기기, 초고속 신약 후보물질 검색 도구나 초소형 로봇을 이용한 약물전달시스템 등이 대표적이다. 이외에도 나노바이오테크는 소재 분야와도 결합하여 화상 치료 등을 위한 피부 및 뼈의 대체 물질 개발에도 쓰이고 있다.

바이오칩은 유리나 실리콘 등의 무기물 기판 위에 DNA, 단백질 등의 생체 유기물을 결합시켜 유전자 발현 양상이나 단백질 분포, 반응 양상 등을 분석해낼 수 있도록 한 생물학적 마이크로칩(Biological Microchip)을 말한다. 바이오칩 기술을 응용한 분야 중의 하나인 바이오센서는 분자간의 선택적인 반응성을 이용하여 다양한 생리 활성 물질의 농도를 정량할 수 있는 것으로, 혈액 성분 분석이나 각종 병원균의 정량 등 의료 분야에서 이미 활발하게 응용되고 있다. 최근에는 MEMS(Micro Electro Mechanical System, 극미세 전자기계 시스템)기술을 바이오센서에 도입하여 냄새나 맛을 느낄 수 있는 'Nose on a Chip', '전자 혀(Electronic tongue)' 등이 개발되기도 하였다. 또한 제약 분야에서 나노캡슐을 이용한 약물전달시스템은 약물의 효능을 개선시키고 부작용을 감소시키는데 크게 기여할 것으로 보인다.