

유럽의 나노기술 프로그램 (Nanotechnology Programs in Europe)

순서

1. 서문
2. Nanotechnology in Europe
3. The European Research Area (ERA)
4. 유럽-미국(Trans-Atlantic) 나노기술 협력
5. EC 각국의 나노기술 현황(예: 독일, 영국, 프랑스)
6. 주요 EU 펀딩 나노기술 프로젝트

1. 서문

유럽에서의 "나노기술 (nanotechnology)"의 정의는 재료 및 디바이스 (device)에 대한 "원자·분자의 직접적 컨트롤"로 종종 정의된다. 유럽의 나노기술 연구는 각국 고유의 프로그램, EC 네트워크 협동연구, 및 대기업 지원 연구 등이 있는데, 다국적 연구 프로그램의 예를 들면 다음과 같다.

1. 마이크로 일렉트로닉스의 ESPRIT Advanced Research Initiative와 EC 재료 과학에 관한 BRITE/EURAM 프로젝트;
2. Nanoelectronics, Nanofabrication, Optoelectronics, Electronic switching 분야의 연구를 위하여 약 40 멤버가 1992년에 결성한 프로그램인 PHANTOMS (Physics and Technology of Meso-scale Systems) 프로그램.
3. European Science Foundation은 나노입자를 연구하는 재료 과학 연구 그룹과 에어로졸 (aerosol) 사이에 다리를 놓기 위하여 Vapor-phase Synthesis 및 Nanoparticle Materials 합성 연구하는 네트워크를 1995년 이래 지원해 왔다. 이 네트워크는 18개 연구 센터로 구성되어 있고, Duisburg University 및 Delft University of Technology에 의해 공동 지도를 받고 있음.
4. 스위스 Lausanne에 coordinating center를 둔 European Consortium on NanoMaterials (ECNM)이 1996년 결성되었다. 이 연구그룹의 목적은 나노재료에 대한 기술적 문제를 해결하기 위한 기초연구를 하는 것과, 연구원들과 산업체 간의 의사소통을 원활히 하는 것임.
5. NEOME (Network for Excellence on Organic Materials for Electronics)는 1992년 이래 나노기술에 관련된 몇 가지 프로그램을 운영해 옴.
6. European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (EUSPEN)는 6개 EC 국가로부터 산업체와 대학이 참여하여 1997년에 설립.
7. Italy의 Ispra에 본부를 둔, Joint Research Center Nanostructured Materials Network는 1996년 설립.
8. European Framework V는 나노기술에 대한 추가 프로그램을 도입하리라 예상.

2. Nanotechnology in Europe

EC (European Commission)은 그들의 FP (Framework Programmes)을 통하여 나노기술 연구를 지원해 오고 있다. FP는 유럽의 연구 펀딩에 대한 EU의 주요 프로그램인데, 1984년 제1차 FP1이 출범한 이래, 5년 단위로 진행되며, 한 FP의 마지막 해가 그 다음 FP의 첫 해로 중첩되는 프로그램이다. 이 분야의 연구원들은 컨소시엄을 형성하여, [Esprit](#) (information technologies), [Biotech](#) (바이오 기술), [Brite-Euram](#) (재료) 및 기타 프로그램을 운영하며 대단히 활동적이다. 더욱이, [COST](#) 프로그램 (과학·기술 연구 분야에서의 유럽 협력)이 조정활동을 시작했고, Nanotechnology Information Devices (NID) 또한 원자 또는 분자 스케일에서의 새로운 프로세싱 및 메모리 시스템의 공동 연구개발 중이다.

한편, EC에 의해 제안되고, Council of Ministers와 유럽 의회에 의해 2002년 3월 채택된 FP6는 2002년부터 2006년까지 5년 동안 어떠한 공·사립 기관이라도 규모에 상관없이 참여할 수 있는데, 전체 예산은 157.5 억 US\$이고, 이는 5차 FP에 비해 17% 증가한 액수이고, EU의 2002년 전체 예산의 3.4%에 해당한다. 이 157.5 억 중에서, 108 억 US\$는 다음 일곱 가지 분야에 할당되어 있는데, 여기에는 해당 분야에 가장 활동적인 국가에 관한 정보 뿐만 아니라 EU가 수집한 소속 국가 연구기관들의 관심도에 관한 (Expressions of Interest: Eols) 데이터도 포함되어 있다. 즉,

- 1) 생명과학, 유전공학, 건강 바이오테크 (17%): 스웨덴, 덴마크, 벨기에, 네덜란드, UK
- 2) 정보사회 기술 (22%): 스칸디나비아 국가들, 벨기에, 스페인
- 3) 나노기술 및 나노과학, 지식기반 다기능성 재료 및 새로운 생산 프로세스 및 디바이스 (14%): 핀란드, 스웨덴, 벨기에, 네덜란드, 오스트리아
- 4) 우주·항공 (3%): 벨기에, 스웨덴, 프랑스, 그리스, UK
- 5) 식품 품질 및 안전 (9%): 덴마크, 벨기에, 스웨덴, 네덜란드, UK
- 6) 지속적(sustainable) 개발, 글로벌 변화, 생태계 (25%): 스웨덴, 노르웨이, 덴마크, 네덜란드, 오스트리아
- 7) 지식기반 사회에서의 시민 및 조직관리 (10%): 벨기에, 오스트리아, 프랑스, 덴마크, 네덜란드

상기 Eols 데이터를 제공한 기관 중에, 학계가 46%, 32%가 연구기관, 그리고 14%만이 산업체이었다. 설문 데이터는 50개국 이상에서 수집되었고, 전체 Eols 중 81%는 EU 회원국, 12%는 관련 국가, 6%는 기타 제3국에서 온 것이었다.

특히, 나노기술에 대한 엄청난 관심이 학계에서 일어나고 있는데, 상용화에 성공하느냐 하는 것은 EU, 각국 정부, ENA (European Nanobusiness Association), 및 각국의 유사한 기관들이 얼마나 협력 연구를 진행하는 가에 달려 있다.

3. The European Research Area (ERA)

EU는 그 설립 이래, 여러 목표 중의 하나가 과학연구 및 기술개발의 진보이었는데, 연구 Framework Programme을 통해 여러 국가의 연구원들 간의 협력을 자극하는데 총력을 기울이고 있다. 2000년 3월 Lisbon에서, 15개 EU 멤버 정부들의 책임자로 구성된 EC는 더 의

육적인 Concept을 만들었는데, 바로 European Research Area (ERA)이었다. 이 ERA는 유럽 경제에 대한 단일 시장이 중요한 만큼 유럽의 연구·혁신의 중요성을 강조하고 있다. 다음과 같은 다양한 대책을 통하여 정치적 목적을 달성하고자 하는 것이다.

- 국가 및 공동연구 프로그램·기관의 네트워킹
- 기존 이니셔티브의 종합 및 개발 (예: COST)
- 유럽의 선도적 연구센터의 맵핑 (Mapping of Excellence)
- 개별적 연구 투자 및 파트너십에 대한 환경 개선
- R&D 분야에서의 국가 정책의 영향 평가
- 과학적 커뮤니케이션에 대한 트랜스 유럽 하이 퍼포먼스 데이터의 창출
- 유럽에서의 연구원들의 이동성의 장애물 제거; 최고급 연구원에 대한 두뇌유출 방지 대책

또한, 유럽의 경제 발전에 중요한 역할을 하는 것은 유럽의 주요 직업 소스를 제공하는 중소기업의 참여이다. 기존의 중소기업에 대한 기회와 창업 중소기업에 대한 잠재력은 새로 생겨나는 기술에서는 대단한 것인데, 이러한 기술에서는 현재의 지식이 산재되어 있고, 주로 대학과 연구소에만 존재하기 때문이다. 다수의 새로운 중소기업이 나노기술의 특정 분야에서 혁신적인 R&D를 적극적으로 촉진함에 있어서, 필요하게 될 것이다.

4. 유럽-미국(Trans-Atlantic) 나노기술 협력

EU와 US는 나노과학과 나노 엔지니어링에 있어서 대서양 횡단 협력 (trans-Atlantic Cooperation)이 진행되고 있다. 또한, 다양한 나노 기술에 대한 워크숍이 [EU-US agreement on Scientific and Technological Cooperation](#)와, EC와 [National Science Foundation](#) 간의 이행 제도 (Implementation Arrangement)의 틀 내에서 진행되고 있다.

5. EC 각국의 나노기술 현황(예: 독일, 영국, 프랑스)

5-1. Germany

독일의 Federal Ministry of Education, Science, Research & Technology (BMBF)는 나노기술에 대하여 상당한 국가적 차원의 지원을 하고 있다. Fraunhofer Institutes, Max Planck Institutes, 및 여러 대학교들은 이 분야에서 우수 센터로 자리 잡고 있다. 곧 진행될 초대형 프로젝트 두 개는 "CESAR"인데, 하나는 주정부 및 연방정부로부터 균등하게 지원받는 Bonn에 소재하는 5천만 \$ 과학 센터인데, 이 예산 중 1/3이 나노과학에 사용되고 dLT고, 또 하나는 Karlsruhe 근처에 있는 탄소 강화재료를 연구하는 신설 연구소이며, 1998-2001년의 3년간의 예산은 4백만 \$이었다. BMBF는 1998년부터 독일에서 다섯 개의 "나노기술 우수 센터"를 운영하고 있는데, 연구주제는 molecular architecture 부터 초정밀 제조 (ultra-precision manufacturing)와 같은 것이다.

독일은 1998년에 여섯 개의 나노기술 우수센터를 설립하였는데, 여섯 분야에 종사하는 학계 및 산업계 그룹들을 네트워킹하는 허브로서의 역할을 한다. 각각의 네트워크는 28개 회사, 10개 대학, 그리고 15개 연구소로 구성된다. 연구 중인 나노기술 응용분야는 센서, 인공 피부, 전자 구성요소, 부식 방지 등이다. 누구든지 좋은 아이디어가 있으면, 독일 정부가 매년 나노기술에 할당해 놓은 2600만 US\$ (DM60 million) 중의 일부를 지원받을 수 있다. 독일에서는 나노기술의 진전을 막고 있는 것은 돈이나 의지의 부족이 아니라 물리학이나 화학을 공부하는 양질의 학생들이 부족하다는 것이다. 그렇지만, 나노기술 분야에서의 학계나 산업계 일 자리에는 아직 양질의 지원자들이 많다고 한다.

5-2. U.K.

영국(UK)은 1988년부터 LINK Nanotechnology Programme을 운영하고 있다. EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council)는 Engineering과 Physical Sciences에서의 연구 및 트레이닝을 지원하는 UK 정부의 선도적 펀딩 기관이다. 이들은 매년 6억 7천만 US\$를 세계 최고 수준의 연구에 투자하여 UK 미래의 경제 개발의 기초를 형성하고, UK 국민의 복지를 개선하는 것이 목적이다. UK Science and Innovation Minister인 Lord Sainsbury는 2003년 7월 3일 나노기술에 의하여 제공되는 상업화 기회를 산업계가 성공적으로 만들 수 있도록 앞으로 6년간 1억 5천만 US\$ (£90 million)를 투자하겠다고 발표했다. 이 연구비는 마이크로 기술 및 나노기술 시설의 새로운 네트워크 구성과 공동 연구를 위해 사용될 것이다.

이 새로운 투자는 3억 3300만 US\$로 예상되는 산업계 및 지역의 연구투자에 추가되는 것이어서 향후 UK의 나노기술 개발에 촉진제가 될 것이다.

이 펀딩은 다음과 같이 할당될 것이다.

- * 8300만 US\$: 산업계와 기초 연구소 간의 공동연구개발을 지원할 Applied Research Program
- * 6700만 US\$: UK MicroNanoTechnology (MNT) Network을 구성할 신규 및 기존 시설에의 투자. 이 네트워크는 산업계로 하여금 최신 나노기술 연구 및 자원에 접근할 수 있도록 UK에서 나노기술의 시장개발을 선도할 예정.

5-3. France

CNRS (The Centre National de la Recherche Scientifique)는 프랑스 내에서 약 40개 물리학 연구소 및 20개 화학 연구실에 나노입자 및 나노구조 재료에 관한 연구 프로그램을 개발했다. Synthesis 방법에는 molecular beam, cluster deposition, lithography, 전기화학, soft chemistry, 생합성 등이 있다. 나노기술 연구는 다양한 연구 그룹에 의해서 진행되고 있는데, 그 중에는 분자 전자공학, Large gap 반도체, 나노마그네티즘, 촉매, 나노필터, therapy 문제, 농화학, 연성(ductile) 나노콘크리트용 시멘트 등을 연구한다. CNRS는 그 예산의 2% 정도를 나노과학 및 나노기술에 관련된 프로젝트에 (연간 약 4천만 US\$) 사용하고 있다. 나노기술 관련 회사로는 Thompson, St. Gobain, Rhône Poulenc, Air Liquide, 및 IEMN 등이 있고, 이 나노분야 연구를 활성화하기 위하여 "French Club Nanotechnologie"가 운영되고 있다.

6. 주요 EU 펀딩 나노기술 프로젝트

6-1. 질병 진단 개선용 진단 툴 (Diagnostic tools for improving disease detection)

Cystic fibrosis (낭성 섬유증)는 유럽에서 흔한 유전병이다. 이 질병을 앓는 사람들은 손상 받은 유전자를 가지고 있는데, 양쪽 부모가 모두 손상 유전자를 가져야 그들의 자손에게 유전된다. 이 질병은 폐에서 발병하는데, 환자는 폐렴을 수없이 반복하게 되고, 호흡곤란이 있을 뿐 아니라, 수명도 단축된다. 이 질병이 유럽에 존재한다는 것이 유전자 테스트용의 새로운 분자 진단 툴 (molecular diagnostic tools)의 유효성을 증명하려는 최근의 EU 프로젝트의 모델 시스템으로 선정된 이유인데, 'Development of High-throughput PNA-based Molecular Diagnostic Systems' 이 FP6의 연구 중 하나

인 '[Quality of Life and Management of Living Resources](#)' Programme에서의 프로젝트 이름이다. 이 프로젝트의 코오디네이터는 다음과 같다.

Project Co-ordinator

Michel Goossens
INSERM U468
Hôpital Henri Mondor
94010 Créteil, France
Tel: +33 1 4081 2861 – Fax: +33 1 4981 2219
e-mail: goossens@im3.inserm.fr

6-2. Non-stick or sticky medical devices

인간 신체의 살아있는 세포는 매우 복잡하고, 세포의 상호작용 또는 커플링의 효과 중 많은 부분이 아직 이해되지 못하고 있다. 이러한 생물 시스템에서, 세포는 다른 표면에 흡착할 수 있다. 흡착의 정도는 나노-스케일에서의 물질 표면의 구조와 세포의 특성에 달려 있다. 새로운 EU 프로젝트가 이 문제를 더 연구하기 위하여 개시되었고, 수많은 별개의 현상을 어떤 일관성 있는 이론으로 만들어 이 흡착 메커니즘을 이해하고자 세포-표면 인터페이스에서의 성질을 심도 있게 연구되고 있다. 이 프로젝트의 목적은 표면의 나노구조 규명을 통하여 개선된 표면 특성을 갖는 신물질 개발하는 것이다. 예를 들면, 일반 의료 절차 및 치료용으로 사용되는 biomedical devices 분야에서 응용하기 위한 생체적합성 (biocompatibility)을 개선시키는 (예를 들면, 카테터를 이용한 혈액의 전달 및 기타 체액의 제거) 것이 있고, 또한 조직 공학 및 상처 치유에 사용할 목적으로 개선된 biomaterials를 생산하는 것이다. 한편, 'Nanobiotechnology and Medicine' 프로젝트는 나노기술을 생물에 응용하는 프로젝트로서, FP6의 연구의 일부이다.

다섯 EU 국가가 이 프로젝트에 참여하고 있는데, 여기에는 아홉 개의 대학교와 네 개의 중소기업이 포함되어 있다. The universities of Glasgow, Bari, Gothenburg, Stockholm 및 Strathclyde는 biomaterials를 생산하기 위한 다양한 나노조립 방법을 연구하고 있고, Universities of Glasgow, Ancona 및 Siena는 이러한 나노재료의 인간 세포에의 흡착과 반응을 연구한다. 한편, [University of Bologna](#) 와 산업체인 [Advanced Medical Solutions](#) (UK), [Saxonia Medical](#) (Germany), Ergo sp (Greece) and [Bellco Spa](#) (Italy)는 medical devices에서의 개발재료의 효능을 파악하기 위하여 인간 조직 상황에서의 생체적합성을 테스트할 것이다. 이 프로젝트 코오디네이터는 다음과 같다.

Project Co-ordinator

Prof. Adam Curtis
Centre for Cell Engineering, University of Glasgow
University Avenue, Glasgow G12 8QQ, Scotland
Tel: +44 141 330 5147 – Fax: +44 141 330 3730
e-mail: a.curtis@udcf.gla.ac.uk
Michel Goossens
INSERM U468
Hôpital Henri Mondor
94010 Créteil, France
Tel: +33 1 4081 2861
Fax: +33 1 4981 2219

<http://lupa.tolbiac.inserm.fr:8001/>

6-3. 생분자 칩 (Biomolecule Chip)

컴퓨터 칩은 1970년대 이래 매년 프로세싱 성능이 두 배씩 증가해 왔다. 더욱 더 많은 전자 부품이 점점 줄어드는 면적 위에 들어가고 있는데, 중국에는 이러한 소형화 경향이 현재의 물리적 한계에 도달하여 중지될 것이다. 이제 반도체 산업은 새로운 나노 기술이 있어야 지수적 진보가 가능해진다. 이 나노기술은 반도체 산업의 성공과 진보를 보장할 것이다. 자연에서 발견된 원리를 이용하여, 컴퓨터 칩용 나노 사이즈 *electronic devices* 의 생산이 간단해지고 더 저렴해 질 것이다. EU 연구 프로젝트는 관련된 기초 기술을 더 잘 이해한 후에, self-assembly에 의하여 전자 부품을 만드는데 필요한 툴을 개발할 것이다. 'Biomolecule Driven Assembly of Nanoparticle based Electronic Devices' 즉 BIOAND 가 FP6의 [Information Society Technologies programme](#) 에서의 'Nanotechnology Information Devices' Project이다. 이 연구를 성공시키기 위하여, [Consejo Superior de Investigaciones Científicas](#) - Barcelona (Spain) 가 순수/응용 화학분야에서의 전문성을 살려 사용되고 있는 lock과 key관계의 기술을 제공할 것이고, self-assembly 기술은 [Sony International](#) (Europe) GmbH (Germany), Universität Hamburg, National University of Ireland - Dublin, 및 [Zentrum für Ultrastrukturforschung - Universität für Bodenkultur Wien](#) (Austria)가 맡을 것이다.

한편, S-layer 기술은 Zentrum für Ultrastrukturforschung에 의해서, particle synthesis는 Sony International (Europe) GmbH, Universität Hamburg 및 National University of Ireland - Dublin가 진행할 것이다. [National Microelectronics Research Centre](#) (University College Cork, Ireland)는 전자 부품의 특성을 규명할 것이며, 스마트한 전기 테스트 구조를 개발하고, 나노입자-분자 인터페이스를 통한 전하 전달에 관한 이론적인 모델링을 진행할 것이다. 이 프로젝트의 코오디네이터는 다음과 같다.

Project Co-ordinator

Jurina Wessels

Sony International (Europe) GmbH

Hedelfinger Strasse 61, 70327 Stuttgart, Germany

Tel: +49 711 5858 572 - Fax: +49 711 5858 484

e-mail: wessels@sony.de