

국내외 연구발전 동향 I

| 기술분류 | 국외기술 현황 | 국내개발 현황 | 국외대비 수준 (%) (±표준편차) |
|------------|--|--|------------------------|
| 1) 진단 및 정제 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노입자 조영제, 나노선 센서, 나노 바이오칩, 나노입자를 이용한 정밀 진단 기술 Lab-On-a-Chip 등. ■ 산업화: 성장기, 일부기술 상용화, 다수의 벤처기업 창업. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노입자 조영제, 나노선 센서, 나노 바이오칩, Lab-On-a-Chip, 등 나노바이오 분야 중 가장 활발한 연구 ■ 산업화: 도입기, 일부기술은 상용화 가능성을 보이나, 국외 연구자들이 보유한 원천 특허가 주요 걸림돌 | 71 |
| 2) 치료 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노구조를 이용한 선택적 약물전달, 나노조직공학 등 ■ 산업화: 도입기. 나노구조를 이용한 조직공학기술은 상용화에 근접. 미국 FDA 인가를 위한 노력 및 투자가 수행되고 있음. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노 약물전달. 인공장기 및 조직. 국내연구환경의 특수성을 살린 줄기세포 조직공학이 활발히 진행 중. ■ 산업화: 도입기. 임상시험 및 식약청 허가를 위한 노력 및 투자가 필요한 단계임. | 60 |

국내외 연구발전 동향 II

| 기술분류 | 국외기술 현황 | 국내개발 현황 | 국외대비 수준 (%) (±표준편차) |
|--------|--|--|------------------------|
| 3) 정보 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 바이오 전자학, DNA Computing 등. ■ 산업화: 원천기술 개발 단계. 특히 바이오 전자학은 바이오 센서 및 분자 전자학과 연결 되어서 활발한 연구 진행 중. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 바이오 전자학, DNA Computing 등 ■ 산업화: 원천기술 개발 단계. 국내 IT 산업기술 활용이 필요함. | 42 |
| 4) 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 바이오 Fuel Cell, 단백질 모터, 광합성, 생체친화적인 에너지원 개발 등. ■ 산업화: 원천기술 개발 단계. 미국에서는 주로 국방과학기술차원에서 개발지원. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 단백질 모터, 광합성 등 ■ 산업화: 원천기술 개발 단계. | 34 |

국내외 연구발전 동향 III

| 기술분류 | 국외기술 현황 | 국내개발 현황 | 국외대비 수준 (%) (±표준편차) |
|--------------|--|---|------------------------|
| 5) 극한제어 및 분석 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 단분자 분광학, 단분자 탐침 검지 기술, 단일세포제어, 바이오구조모방 기술, 등 ■ 산업화: 도입기, 바이오구조모방, biomineralization 등 일부기술은 상용화 가능성을 보이고 있음. 특히 BioAFM 등 관련된 연구용 측정장비는 이미 다수 상품화. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 단분자 분광학, 줄기세포 제어기술, 단분자 탐침 기술 등 ■ 산업화: 도입기. SPM을 이용한 측정장비는 상품화. 국제 경쟁력있는 산업체 존재. | 73 |

국내외 연구발전 동향 IV

| 기술분류 | 국외기술 현황 | 국내개발 현황 | 국외대비 수준 (%) (±표준편차) |
|--------|--|---|------------------------|
| 6) 생필품 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노구조표면을 이용한 극한 소수성 섬유, 나노구조화된 식품 등. ■ 산업화: 성장기, 다수기술 상용화. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 은나노관련 제품, 나노구조화된 식품 등. ■ 산업화: 성장기, 다수 상용화. | 72 |
| 7) 농수산 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노살충제 등 ■ 산업화: 도입기. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노전분, 동물체 면역기술. ■ 산업화: 도입기. | 52 |

국내외 연구발전 동향 V

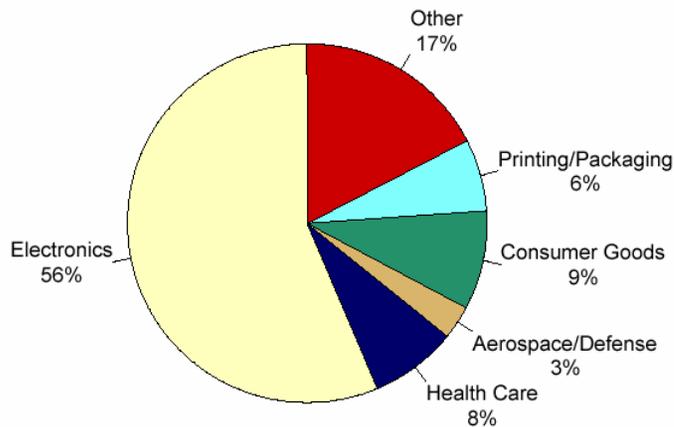
| 기술분류 | 국외기술 현황 | 국내개발 현황 | 국외대비 수준 (%) (±표준편차) |
|----------------|--|---|------------------------|
| 8) 암정복 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 암진단, 암세포의 선택적치료, 등 미국에서는 나노기술 중 전략연구분야 ■ 산업화: 도입기, 많은 국가들이 국민보건 등의 이유로 암정복나노기술을 전략연구 분야로 삼고 있기에 빠른 발전이 예상됨 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 암세포 이미징, 선택적 약물전달 기술 등 ■ 산업화: 도입기. 대학, 연구소, 및 국립암센터 등에서 활발히 연구 진행 중 | 60 |
| 9) 영향 평가 및 표준화 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노구조의 독성연구, 나노제품 평가 기술, 나노기술의 표준화. ■ 개발단계: 나노기술의 잠재적 위해성에 대한 보고서를 발간하고 있고, 한편으로는 자국에 유리한 나노기술 표준을 전세계적으로 적용하기위한 노력을 기울이고 있음. 예) 일본은 나노유리 등 자국 주력산업분야 관련 나노기술에 대한 표준화 작업 진행 중. | <ul style="list-style-type: none"> ■ 주요연구: 나노구조의 독성연구, 나노제품 평가 기술, 나노기술의 표준화 ■ 개발단계: 식약청, 기술 표준원등에서 나노제품의 평가지침서와 나노기술 표준화를 위한 작업 진행 중 | 42 |

나노재료 소비의 측면에서 본 세계 나노산업동향

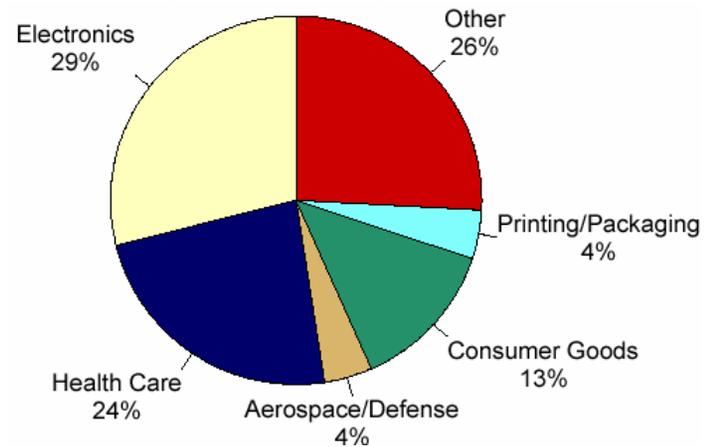
| Item | 2000 | 2003 | 2008 | 2013 | 2020 |
|---------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|
| Gross Domestic Product (bil \$) | 9817 | 11004 | 14300 | 18300 | 25900 |
| \$ nanomaterials/000\$ GDP | 0.01 | 0.02 | 0.10 | 0.29 | 1.31 |
| Nanomaterial Demand | <u>125</u> | <u>263</u> | <u>1360</u> | <u>5300</u> | <u>34000</u> |
| Electronics | 100 | 148 | 392 | 1420 | 6850 |
| Consumer Goods | 6 | 23 | 183 | 400 | 1250 |
| Health Care | 10 | 21 | 320 | 1840 | 15550 |
| Paper, Printing & Packaging | 6 | 17 | 57 | 145 | 500 |
| Construction | -- | 9 | 90 | 255 | 1500 |
| Aerospace & Defense | -- | 8 | 57 | 215 | 1490 |
| Machinery & Instruments | -- | 5 | 43 | 115 | 450 |
| Motor Vehicles | -- | 3 | 43 | 115 | 710 |
| Energy Generation & Storage | -- | -- | 40 | 220 | 1350 |
| Other | 3 | 29 | 135 | 575 | 4350 |

시간이 지날수록, 전체 나노산업 중 나노바이오 산업의 비중이 커져서, Health Care 등 관련 분야 나노재료 소비 비율이 늘어날 것으로 예측.

\$ 263 million (2003년)



\$ 1.4 billion (2008년)



Source : Nanomaterials, The Freedonia Group, Inc.(2004)

나노바이오 분야 비전, 3대 목표 및 20대 핵심 기술

1. 나노/바이오/정보 기술을 융합한 난치병 정복

1) 이미징, 2) 나노 구조체를 이용한 검지, 3) 나노 바이오 칩, 4) 진단 및 분리 시스템, 5) 나노 약물 전달, 6) 나노 구조체를 이용한 치료, 7) 나노바이오 의료기기, 8) 단위 생체구조 분석/제어, 9) 생체모방 고차구조 제어, 10) 암 진단/치료 기술, 11) 줄기세포 나노제어

나노스케일의
생명이해를 통한
미래 기술/블루오
션 산업 창출

2. 나노 바이오 기술을 통한 블루오션 신산업 창출

12) 나노바이오 전자, 13) 식품/
화장품/생필품 기술, 14) 나노바
이오 농수산, 15) 정보처리 및 저
장, 16) 나노바이오 로봇

3. 생체친화적인 환경/에너지 구현

17) 나노바이오 성능. 안전성 평가
18) 나노바이오 환경 영향 평가
19) 나노 바이오 표준화
20) 나노바이오 에너지 변환/활용

나노바이오 분야 2기 계획의 *비전* 및 3대 목표

1. 나노/바이오/정보 기술을 융합한 난치병 정복

이미징, 검지, 바이오칩, 단분자분석 및 제어, 약물전달, 생체모방 구조제어 기술을 이용한 암, 당뇨, 고혈압 등 난치병 퇴치 및 줄기세포 제어기술 창출

나노바이오 분야
세계 Top 10 진입
(2015년)

2. 나노 바이오 기술을 통한 블루오션 신산업 창출

바이오전자, 나노바이오 로봇, 식품/화장품/생필품, 농수산 관련 신산업 기술

3. 생체친화적인 환경/에너지 구현

안정성, 환경영향 평가, 성능 표준화 및 에너지 전환 기술

나노바이오 기반 구축 I

나노바이오 분야 기반구축 기본 계획

- 나노바이오 분야 연구에 특화된 각종 장비 구축

나노바이오 관련 장비의 예

1. Nano-Microscope Lab (Bio-AFM and Optical Microscope): Picoforce Bio-AFM, Bio-AFM for Imaging, NSOM, Photonic Force Microscopy (Optical Tweezer), Confocal Microscope, Total Internal Reflection Fluorescence Microscopy, 등
2. Organ Nano-Imaging lab (Nano-BioElectron Microscopy): Cryo-TEM, High Resolution FESEM, Environmental SEM, 등.
3. In-Vivo Bio-Imaging Lab: Animal PET, Animal SPECT/CT, Animal MRI, In-Vivo Optical System.
4. Nano-Biostructure Lab: LTQ-ESI-FTMS (>9.4 Tesla), NanoLC, LCQ, MALDI-FTMS (>11 Tesla), Probot for LC-MALDI Coupling, Picoview for LC-ESI Coupling, and Focused ESI-MALDI Coupling, NanoLC-ESI-QTOF, X-Ray Crystallography, 등.

나노바이오 기반 구축 II

5. Bio-NEMS Lab: Fiber array aligner, Electron beam lithography, Evaporator, Reactive ion Etching System, Laser profile scanner, AFM for dip-pen nanolithography x 2, Microarrayer x 3, Confocal microscope, fluorescence scanner x 2, hybridization station x 2, 기타 공정장비, 등.
6. Bioelectronics Lab: Electron beam (E-beam) lithography, UHV STM, EFM, Semiconductor analyzer, Probe station (4-probe), Multi-Channel Impedance Analyzer, Nanoimprinter (sub 100 nm), Focused Ion Beam (FIB) systems, Patch Clamp, 등.
7. Nanobio-spectroscopy lab: Imaging SPR x 2, Nano-Raman (static), Transient Nano-Raman (femtosecond time-resolved), Nano-Fluorescence, Nano Fluorescence lifetime measurement, Nano IR, Nanoparticle Size Measurement using Dynamic Light Scattering, X-Ray Refractometer, 등.
8. Good Manufacturing Practice 시설 : 최소단위.
9. Bio-Sample Preparation Lab: 세포배양시설, clean bench, PCR, autoclave, micropipette puller, micropipette grinder, manipulator, gel electrophoresis, centrifuge, 냉동(영하 80도), 냉장시설, 세포파괴용 초음파, vortexer, 등