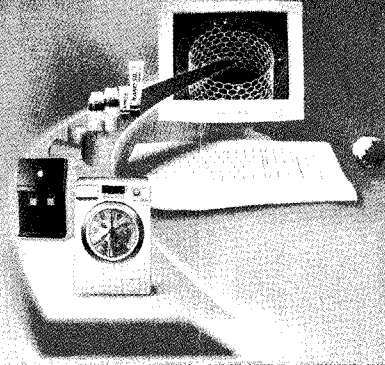


나노기술이 국가경쟁력을 키운다



1. 나노제품의 안전성 평가기술 논의

웰빙제품에서 스포츠용품, 전자산업 및 에너지 분야까지 나노관련 국내 시장규모가 확대되면서 다양한 신제품을 탄생시키고 있는 나노물질의 안전성 평가방법 및 규제동향을 논의할 수 있는 자리가 만들어졌다.

지식경제부 기술표준원은 '나노기술의 안전성 확보를 위한 워크숍'을 5월 15일 서울교육문화회관에서 개최하였다. 워크숍은 나노물질을 대표하는 은나노(Nano Silver)와 탄소나노튜브(CNT, Carbon Nanotube)의 안전성 평가기술 확보를 통한 나노제품의 상용화 지원 및 수출에 대한 무역장벽 대응을 위한 것이었다.

* 탄소나노튜브(CNT, Carbon Nanotube) : 탄소 6개로 이루어진 육각형들이 서로 연결되어 관 모양을 이루고 있는 신소재. 전기 전도도가 구리와 비슷하고 강도는 철강의 100배이고 가볍고 탄성이 뛰어나 자동차의 연료통과 테니스 라켓, 골프채, 스키보드, 레이더를 피하기 위한 전투기용 페인트 등으로 쓰인다.

* 은나노(Nano Silver) : 은을 극미세 나노크기로 합성해 물과 같은 용매에 녹인 것으로 항균, 살균, 탈취, 전자파 차단 등의 목적으로 상용화 된 대표적 나노소재. 은나노화장품, 은나노가전(세탁기, 에어컨, 정수기, 휴대용 전화기 등) 은나노건축자재, 은나노섬유 등에 쓰인다.

이번 워크숍에서 나노기술을 응용한 제품의 국내외 산업화 동향과 은나노의 항균성 및 나노물질의 노출에 따른 인체와 생태영향 평가에 대한 연구결과와 은나노의 독성평가 방법 및 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets: MSDS)와 나노화장품의 인체 안전성 등 국내 초청연사의 발표로 진행되었다.

1. 나노기술의 국내 산업동향

■ 나노기술은 응용면에서 나노소재, 나노소자, 나노바이오, 나노측정분야로 분류할 수 있다.

• 국내 나노산업은 나노분말과 나노복합체가 뚜렷한 시장을 형성하고 있으며 나노소자분야는 전자소자를 기반으로 한 획기적인 시장성장이 예상되고 나노바이오 분야에서의 진단기술의 개발로 암치료 시장에 변화가 예고되고 있다.

• 나노소재분야는 세계시장 수요가 \$2,800억('15) 중 우리나라는 시장 점유율 20%를 목표로 하고 있다(자료:나노기술종합발전계획).

■ 국내에서 산업화/제품화된 품목에서 나노분말 및 생산공정 관련 제품이 약 40%의 비중을 차지하고 있으며, 완제품은 분말을 공급받아 기존 제품에 코팅, 혼합하여 제작한 것으로 약 60%의 비중차지

• 완제품인 경우 은나노 입자의 항균작용을 부각시킨 제

품이 시장을 확대하고 있다.

〈소비자 End-Products의 분류〉

제품의 성격	제품의 종류
소모품	- 화장품 및 미용제품 - 치약, 비누 등 생활용품 - 윤활 첨가제 등
내구재	- 냉장고, 정수기, 세탁기, 공기청정기, 휴대폰 등 가전제품 - 식기 등 주방용품 - 매트, 의류 등 생활용품

2. 나노기술의 국내외 기술동향

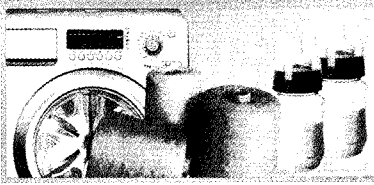
- 미국, 유럽, 일본을 비롯해 세계적으로 나노기술의 실용화 촉진을 위한 지원이 강화되고 특히 사회적으로 이슈가 되는 환경, 에너지 문제를 해결하기 위한 핵심 나노소재 개발에 주력하고 있다.
- 미국과 일본은 환경·에너지 분야의 다양한 R&D 프로그램을 추진하고 혁신적인 나노재료개발을 전략적으로 추진하고 있다.
- 나노구조제어 재료, 나노환경 촉매, 에너지변환재료 핵심소재 개발
- 산업체를 중심으로 나노임프린트와 같은 나노공정의 산업화 적용 연구가 활발하고 나노기술을 적용한 코팅 제품이 증가추세
- ISO, IEC, OECD 등 국제기구에서 선진국들의 나노시장 선점을 위한 표준화 주도권 경쟁이 활발히 전개된다.
 - ISO/TC229(나노기술)은 나노소재, 나노제품 및 응용시스템 분야의 시험방법, 안전·환경영향 평가방법 표준개발

- EU를 중심으로 나노기술의 안전성 평가 논의가 본격화 되면서 나노물질의 환경·인체에 대한 안전성 평가연구가 강화되고 인체 및 환경영향을 평가하는 규제화 논의도 활발하게 진행

- 국내에서는 나노물질의 환경·인체 위해성 평가를 위한 기술 개발 및 관리시스템 구축이 요구되고 있다.

〈국내 산업체의 나노기술 개발동향〉

기술 분야	기술 항목
나노입자 기술	- 은, 금, 백금, 구리, RuO2 - Co - ATO 전도성 코팅액 - ITO 전도성 코팅액 - TiO2 광촉매 촉 - Ceria - ZrO2 - Ni - 실리카 - 나노 비타민: A, C, E - Fulleren 유탄화제 등
나노섬유 기술	- 탄소나노튜브를 이용한 나노 섬유 - PMMA나노섬유내의 탄소나노튜브 - Graphite Nano Fiber - Nano Silver Textile 등
나노고분자 복합재료 기술	- 나노 실버가 함유된 PP, 실리콘 - CNT분산 UV경화제 - 적외선 차단용 코팅 필름 - polyurethane dispersion - acrylic dispersion 등
전자소자 공정기술	- 50나노급 D램 공정기술 - 50나노 D램 양산기술 - 4기가 원반드 개발기술 - 탄소나노튜브 응용 전자방출원, 전지 에너지, 탄소반도체 기술 등
2차 가공기술 (End-Products 가공용)	- 백색가전(냉장고, 에어컨, 세탁기 등) - 정수기, 가습기, 공기청정기, 청소기 등(살균, 향균필터) - 휴대폰, GPS - 주방용품(식기류, 식품저장 용기류 등) - 섬유제품(의류, 원사, 원단, 매트, 커버) - 생활용품(치약, 비누, 세집중후군 나노실버 스프레이 등) - 미용제품(화장품류: 클렌징, 스킨케어, 보습, 자외선 차단제, 마스크라 등) - 엔진유탄화제, 첨가제 - 레저용품(골프공 등) 외 다수



3. 나노기술의 국내외 안전성 동향

■ 美 의회는 '나노 재료 안전성'에 강력한 의문을 제기하고 나노 재료 기술에 대한 안전성 검증 필요성을 강력하게 촉구(2006.9)

※ Boehlert 의장은 "엄청난 경제적 가능성을 가지고 있는 나노산업은 나노기술의 위험에 대한 확실한 이해가 없다면 향후 큰 어려움에 처할 것"

■ 美 환경보호청(EPA)은 사실상 은나노를 살충제로 판정함(2006.11)

※ 은나노 살균소자를 사용하는 기술제조업체들에게 공중보건과 수로(水路)에 무해하다는 과학적인 증거를 제시하도록 요구하는 정책을 수립

※ 최근 미국기업 전자업체 208,000\$ 벌금 부과

■ 나노물질의 안전성 확보를 위해서는 '자료의 부족, 나노물질의 복잡성, 측정의 어려움 및 미개발된 유해성 평가 시스템' 등의 실질적인 문제가 있음(美 Lux Research Inc.)

• 미국의 경우 NCI 산하에 NCL를 두어 나노물질의 독성 및 물리화학적 특성을 평가하여 미국 내 수요에 대응하고 있음

※ NCI : National Cancer Institute
NCL : Nanotechnology Characterization Laboratory

• 일본의 경우 탄소계 카본나노튜브, 풀러렌(fullerene),

금속계 산화티탄, 산화아연 등 4종류에 대한 안전성 검증실시(2006년, 경제 산업성 소관 산업기술종합연구소)

• OECD에 제조나노물질 작업반(WPMN)을 설치('06.9)하여 국제적인 공조추진

※ WPMN: Working Party on Manufactured Nanomaterials

■ 유럽연합(EU)에서는 NANOSAFE2 project 등을 통하여 나노구조체의 라이프 사이클 과정에서의 리스크 평가를 행하고 있음

※ 나노기술, 나노물질, 나노제품의 건강 및 환경관련 영향을 평가하기 위해 출범('05. 6)

■ 중국과학원, 나노기술의 생물학적 효과 및 안전성 연구 착수

■ 국내에서는 기술표준원, 환경부 및 식품의약품안전청을 중심으로 나노물질의 환경·인체 위해성 평가를 위한 기술 및 관리시스템 개발

• 나노물질 및 제품의 안전성평가 시험방법 개발과 표준화 진행

- 나노기술표준화 기반구축사업 (기표원, 2006.06 ~ 2011.05)

※ ISO/TC229 WG3 (나노기술안전성)에서 표준화 제안 (2건)

- 나노물질의 흡입독성평가 기술개발 (식약청, 2007.04 ~ 2007.11)

※ 은나노물질 반복흡입독성평가 기술개발

- 나노물질의 안전성 시험방법 연구 (기표원, 2007.04 ~ 2007.12)

- 양자소재 및 나노탐침을 이용한 뇌질환 진단 및 치료기술개발(과교부, 2006.10 ~ 2009.09)

※ 양자소재를 이용한 나노탐침의 안전성 및 유효성평가 연구

• 은나노 가전 외에도 은나노 건축자재로 유해물질의 차단과 제거를 목적으로 도로, 바닥재, 벽지 등에 은나노 성분을 첨가함

• 은의 항균, 살균, 탈취효과 및 정전기방지 등의 효과를 활용한 은나노 섬유를 이용하여 기능성 의류 제품과 일회용 밴드, 치약, 비누, 화장품 등 종류가 다양함

2. 대표적인 은나노의 개요

■ 은나노기술(Nano-Silver)란?

• 은을 나노크기로 쪼개면 원래 없었던 강력한 항균, 살균, 탈취, 전자파 차폐 등 새로운 특성을 나노기술에 접목한 것을 지칭

- 은을 나노 크기의 분말로 만들어 제품에 코팅 또는 혼합하거나 은을 이온화한 은용액을 재료에 혼합하여 제품을 만드는 기술

■ 은나노기술의 적용분야

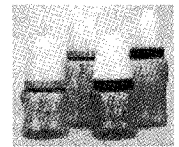
• 은나노의 대표적인 예가 은나노 가전인데 현재 냉장고, 에어컨, 가습기, 세탁기, 청소기, 공기청정기 등 다양한 제품에 적용됨



은나노화장품



은나노세탁기



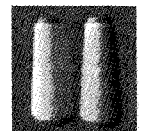
은나노젓병



은나노건축자재



은나노치약



은나노원사

3. 은나노 제품의 국내외 시장 규모

• 은나노 제품의 세계 시장규모는 2015년에 1조 달러에 이를 것으로 예상하고 있다. 이중 생활가전시장은 2004년에 1600억인데 2010년에 1,900억으로 연 3%로 예상한다.

• 은나노 적용 제품의 국내 시장은 양문형 냉장고, 세탁



기, 에어컨, 정수기에서 휴대용 전화기, 자동차용 카바, 치약에 이르기까지 다양하다.

■ 은나노 제품의 안전성평가

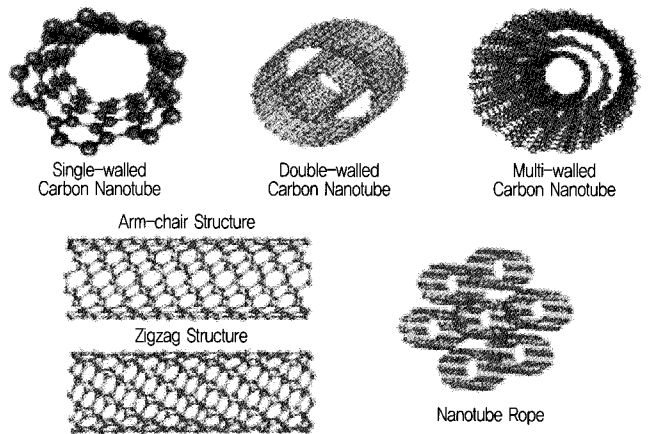
- 이미 가전제품에 사용되고 있는 은나노 입자의 인체와 환경에 대한 잠재적 유해성에 대한 문제점이 제기되고 있으나, 실제적으로 국제적으로 공인된 나노물질의 독성평가방법이 없는 상황이다.
- OECD에서 은나노 입자의 시험가이드라인 개발을 진행하고 있으며 미국 등 선진국의 은나노 물질을 함유한 제품에 관한 안전성에 대한 검증요구가 증대되고 있는 상황
- ISO/TC229(나노기술)에 우리나라가 제안한 “흡입독성을 위한 나노입자 발생 및 흡입독성 모니터링” 국제규격안이 승인(2007), 진행 중이며 나노입자의 유해성 평가에 기여할 전망
- 국내에서 진행하고 있는 나노입자의 흡입독성 연구 결과가 국제적으로 호응을 얻고 있으며, 은나노의 크기를 측정하는 방법에 대한 국가규격 제정이 추진 중이다.

■ 탄소나노튜브(Carbon Nanotube) 란?

- 우수한 전기전도도(구리의 1000배), 뛰어난 역학적 강도(강철의 100배) 등 물리적, 화학적 및 구조적 특징으로 21세기를 이끌어갈 대표적인 나노소재로 각광받고 있다.
- CNT는「산업판도를 바꿀 미래 10대 기술」조건인 와해

성(瓦解性)· 기여도(파급효과, 응용분야 등)· 실현가능성(10년내 사업화 유망성)을 충족하는 소재분야의 유일한 기술임

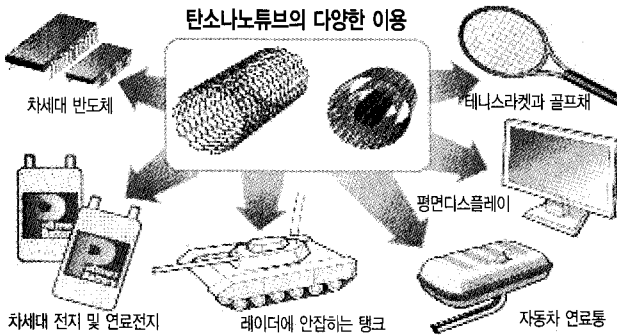
■ 탄소나노튜브의 종류



- 층(layer)을 이루고 있는 탄소원자의 결합수에 따라 3종류로 구분
- 전기전도성, 열전도성이 가장 우수한 단일층 나노튜브
- 전기전도성, 기계적 특성이 우수한 이중층 나노튜브
- 전기 및 열적 특성은 다소 떨어지나 기계적 특성이 우수하고 제조가 용이하여 응용범위가 넓은 다중층 나노튜브

■ 탄소나노튜브의 용도 및 응용분야

• 적용사례

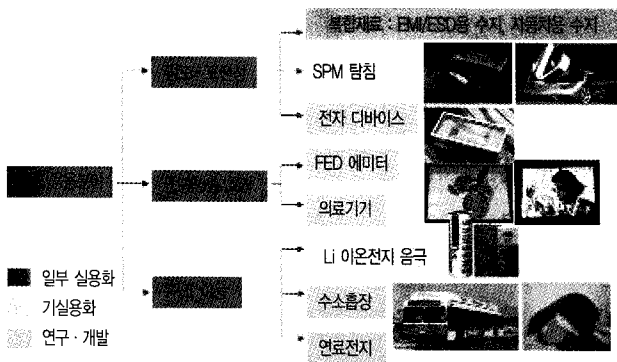


〈탄소나노튜브의 상용화 정도〉

?환경제연구소(日) 추정, 2004

분야	용도	연도									
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	
복합재료	정전방지										
	전자파차폐										
	장전도장										
에너지	연료전지										
	Li이온전지										
	수퍼커패시터										
전자기기	수소흡장										
	FED										
	센서										
의료/계측기기	광학필름										
	전자다바이스										
	SPM탐침										
	의료기기										

• 분야별 응용사례



〈국내외 시장 규모〉

(단위 : 억원)

	'02년	'03년	'04년	'05년	'07년	'08년	'09년	'10년
세계시장*	5,000	8,800	11,000	15,400	22,000	26,400	30,800	60,000
국내시장**	10	20	100	300	1,000	2000	3000	5,900

* 2003 유망전자부품 재료조사 총람(일본)

** 2003 나노산업기술연구조합 자료

■ 탄소나노튜브(CNT)의 안전성평가

• 첨단소재로 떠오르고 있는 CNT를 이용한 신제품 개발이 진행되고 있으나 CNT가 인체에 독성을 지닐 가능성이 높다는 연구결과가 속속 발표되어 논란이 되고 있어 안전성 확보를 위한 연구와 공개적인 논의가 필요한 상태이다.

- CNT의 인체와 환경영향 평가를 측정할 표준화된 방법이 없고 안전성 평가를 위한 노출기준에 대한 데이터가 없다.

• 국내에서 처음으로 시도된 탄소나노튜브의 노출평가 연구결과가 국제표준화회의(ISO/TC229)에서 발표될 예정이다.

■ 국내외 CNT 시장현황 및 전망

• 현재 다중층 탄소나노튜브의 대량합성 기술은 개발되었으나 단일층 탄소나노튜브 대량합성기술과 응용분야는 개발 중임

- 향후 3-5년 후에는 CNT 소재 관련 응용산업과 장치산업이 크게 활성화 될 것으로 예상