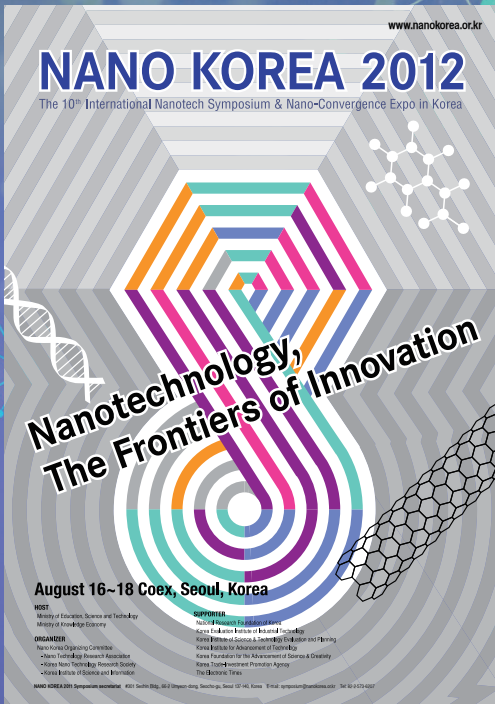


기획기사 Cover Story

## 'Nano Technology, The Frontiers of Innovation' 나노코리아 2012



인사이드 인터뷰 | **INSIDE Interview**

나노 프론티어연구개발사업 10년의 성과와 향후 활용방안

특별 리포트 | **Special Report**

나노융합산업원천분야 지원과제 소개(#3)

ETRI 융합·부품소재연구부문 송윤호 박사

나노기술비즈니스

나노커뮤니티의 장 : 나노융합비즈니스 포럼

전문가 칼럼

나노분리막이 하수 경제 살린다

정책동향

2012년도 나노기술발전시행계획

# 월드클래스융합 최고전략과정

World Class Convergence Program

## 【모시는글】

**“융합기술원이 만들면 다릅니다. 중견기업 리더를 양성하는 참 모습의 최고위과정을 새로운 모습으로 시작합니다.”**

월드클래스 중견기업 융합기술경영 리더를 위한 특별한 과정을 준비했습니다. 융합기술, 한국형리더십과 신바람나는 조직문화 그리고 과학적으로 일하는 방법(한국형 MOT)을 3위일체로, 듣기만 하는 교육에서 실습, 프로젝트해결 참여를 통하여 글로벌 경쟁력을 갖춘 실천적 리더로 새롭게 태어나게 될 것입니다. 6개월 24주 몰입하여 글로벌 챔피언에 도전하실 분들을 기다립니다. 열공하는 최고위과정으로 새로운 시대를 앞서가려 합니다. 함께 하시어 선진 한국의 꿈을 이루어 나갑시다.

-손 욱 초빙교수(서울대학교 융합과학기술대학원)-



# WCCP



## 【과정개요】

**“ 융합기술 경쟁력을 가진 선도적 기업의 리더 양성  
융합기술 혁신을 선도하는 중견기업의 경쟁력 강화 ”**

- 교육주관 : 서울대 융합과학기술대학원(안철수 원장), 차세대융합기술연구원(윤의준 원장)
- 교육기간 : 2012년 9월 4일(화) ~ 2013년 2월 28일(목)
- 수업시간 : 매주 화요일 17:30 ~ 21:30 (석식 19:00~19:50)
- 교육장소 : 서울대 차세대융합기술연구원 (수원 광고테크노벨리)
- 주임교수 : 서울대 융합과학기술대학원 손 욱 초빙교수와 강남준 부원장
- 강 사 진 : 첨단지식과 전문기술을 가진 서울대학교 교수  
삼성, 현대 등 한국을 대표하는 기업CTO 출신의 서울대 특임교수  
세종대왕의 창조적 리더십의 원형을 연구하는 한국학중앙연구원  
삼성, LG 등에서 활용되는 한국형 기술경영의 기본을 연구하는  
혁신경영연구원

## 【모집일정】

- ▷접수기간 : 2012. 7. 16(월) ~ 2012. 8. 7(화)
- ▷접수방법 : 이메일을 통한 온라인 접수(<http://aict.snu.ac.kr>)
- ▷서류전형 합격자 발표 : 2012. 8. 13(월)
- ▷면접 (필요 시) : 2012. 8. 17(금)
- ▷최종합격자 발표 : 2012. 8. 21(화)
- ▷교육문의 : [yuninok@snu.ac.kr](mailto:yuninok@snu.ac.kr) (Tel 031-888-9081)

# NANO INSIDE

## CONTENTS

04 기획기사	'Nano Technology, The Frontiers of Innovation' 나노코리아 2012
10 인사이드 인터뷰	나노 프론티어연구개발사업 10년의 성과와 향후 활용방안
16 특별리포트	나노융합산업원천분야 지원과제 소개(#3)
22 나노기술비즈니스	나노커뮤니티의 장 : 나노융합비즈니스 포럼
25 전문가 칼럼	나노분리막이 하수 경제 살린다
27 정책동향	2012년도 나노기술발전시행계획
30 기업탐방	(주)엘엠에스 / (재)철원플라즈마산업기술연구원
34 회사사 동향	한국나노기술원, 주성엔지니어링, 토탉
36 사무국 일정/행사	2012년도 나노조합 정기총회 개최 등
38 나노라이프	너 그거 아니?



### Vol.13\_August 2012

- 발행처 나노융합산업연구조합
- 편집 및 광고 경영지원팀 유현웅

• T. 031-548-2008 F. 031-258-8509 E. ntrayou@nanokorea.net

※ 본지에 게재된 내용 및 자료는 나노융합산업연구조합의 소유이며 무단복제 및 배포 전제를 금합니다.



# 'Nano Technology, The Frontiers of Innovation' 나노코리아 2012

나노기술 개발과 산업화의 흐름을 한자리에서 파악할 수 있는 국내 유일의 범부처(교육과학기술부, 지식경제부) 행사인 나노코리아가 2012가 8월 16일부터 3일 동안 코엑스에서 개최된다. 금년 10주년을 맞이하는 나노코리아는 "Nanotechnology, The Frontiers of Innovation" 주제를 바탕으로 대한민국 나노융합산업을 조망하고 NT를 중심으로 마이크로테크월드, 레이저코리아 등 5개 기술분야를 합동 개최하여 산업기술간의 교류가 이루어질 것으로 보인다.

규모는 316개사 516부스로 다양한 나노제품과 기술 그리고 연구결과가 제시될 것으로 보인다. 장소는 접근성 및 신규고객층 확보를 위해 COEX로 변경개최되며 관람객은 10,000명을 넘을 것으로 보인다.

최대의 나노기술-비즈니스 간 만남의 장이며 나노융합산업을 한눈에 파악할 수 있는 나노코리아의 이모저모에 대해 알아보자.



### 〈나노코리아 2012 행사 개요〉

- 행사 명 : NANO KOREA 2012, 제10회 국제나노융합대전
- 일시/장소 : '12. 8. 16~18(3일간) / 서울 삼성동 코엑스 1층 A, B홀
- 주 최 : 지식경제부, 교육과학기술부
- 주 관 : 나노코리아조직위원회(나노융합산업연구조합, 나노기술연구협의회, 한국과학기술정보연구원)
- 후 원 : 한국산업기술평가관리원, 한국산업기술진흥원, 한국연구재단, 한국과학기술기획평가원, 한국과학창의재단, 코트라, 전자신문사

# NANO KOREA 2012

The 10<sup>th</sup> International Nanotech Symposium & Nano-Convergence Expo in Korea



## ● 프로그램 일정표

Business Day							Public Day	
8월 16일(목)				8월 17일(금)			8월 18일(토)	
<b>10주년 기념행사</b> 11:00~13:00, 그랜드볼룸 103호 *VIP 초청행사				일본 나노기술 설명회 "Nano Innovation Japan" 10:00~12:30 Hall B		나노융합제품 탐색형 T2B발표회 10:00~12:00 Hall B	해외바이어 초청상담회 I 10:00~12:00 Hall B	전시회 가이드 투어 11:00~16:00 전시장 A홀 ※ 3일간 운영
첨단세라믹 산학협력 및 특허기술 설명회 13:00~17:00 Hall B	나노융합 산학협력 발표 및 상담회 I 13:00~17:00 Hall B	IR(투자유치) 상담회 13:00~17:00 Hall B	레이저기술워크숍 13:40~17:00 그랜드볼룸 101호	마이크로테크놀로지 심포지움 13:20~17:00 그랜드볼룸 102호	나노융합 산학협력 발표 및 상담회 II 13:00~17:00 Hall B	MEMS 산학협력 발표 및 상담회 13:00~17:00 Hall B	나노융합제품 맞춤형 T2B상담회 13:00~17:00 Hall B	

※ 프로그램 일정은 일부 변경될 수 있습니다.

## 다양한 프로그램으로 산업화 촉진의 발판을 마련하다.

나노코리아는 전시회와 심포지엄 이외에도 신기술융합 및 기술제품거래를 위해 다양한 비즈니스 프로그램이 운영된다. 2일간(16~17일) 곳곳에서 개최 되는 "맞춤형 전문 비즈니스 프로그램"은 참여기업의 성과달성을 위해 최적의 마케팅 기회를 제공 할 예정이다.

프로그램은 총 6개로 구성되어 운영된다. 나노기업들 간 연계를 위한「나노융합제품 탐색형 T2B 발표회 및 맞춤형 상담회」, 일본기업과의 비즈니스를 위한 「일본나노기술설명회」, 벤처기업 투자유치 기회제공을 위한 「IR 상담회」, 체코 및 캐나다 바이어들과 상담을 위한 「해외바이어 상담회」, 대학과 기술 이전 및 공동연구개발을 위한 「산학 협력 상담회」가 이에 속한다. 모든 프로그램은 전시회 출품기관과 방문객의 상담을 통해 최신정보 공유 및 사업 아이디어 탐색이 가능할 것으로 보인다.

작년의 경우(나노코리아 2011) IR상담회는 총 30건, 해외바이어 초청(캐나다) 상담은 25건을 추진하는 등 비즈니스 프로그램이 방문객의 큰 호응을 얻었다. 금년에는 상담의 다양성(T2B 발표 및 설명, 일본기술설명 프로그램 신설)과 무료참여, 절차의 간단성 등 전년도에 비해 한층 강화된 내용으로 프로그램에 참여하는 모든 관계자들에게 성공적 비즈니스의 기회가 제공될 것으로 보인다.

프로그램명	시 간	장 소	내 용
IR(투자유치) 상담회	8.16, 13:00 ~	전시장 內 상담장	중소/벤처기업의 기업투자유치 기회 마련
산·학·연 협력 상담회	8.16(목)~17(금), 13:00~17:00	오픈강연장 및 상담장	대학/연구소 보유기술의 이전 및 공동연구개발 촉진
나노융합제품 탐색형 T2B발표회	8.17, 10:00~	오픈강연장	수요기업의 사업화 추진방향 및 필요제품 발표, 이를 통한 기업 연계 기회제공
일본 나노기술 설명회	8.17, 10:00~	오픈강연장	일본 기술 및 제품 발표 및 1:1 비즈니스 상담
해외 바이어 상담회	8.17, 10:00~	전시장 內 상담장	해외기업 국내파트너기업 발굴, 국내기업의 해외판로기회 마련
나노융합제품 맞춤형 T2B상담회	8.17, 13:00~	전시장 內 상담장	공급기업 및 수요기업간 1:1 매칭 상담회



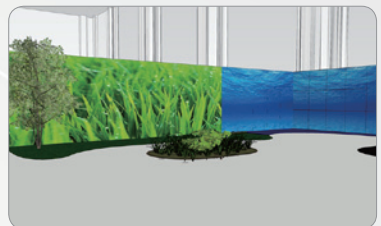
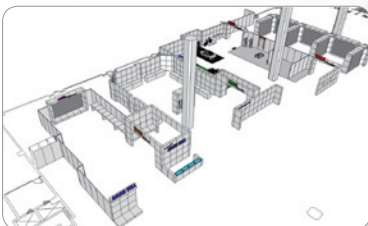
### 10주년 기념 특별전시관 : Nano-Vill(나노마을)

금년 나노코리아 2012의 주목해야할 특징 중 하나는 바로 "특별전시관"이다. 10주년을 맞이하여 구성된 특별전시관은 대한민국 나노융합산업을 조명하고 그간 나노코리아의 발자취를 돌아볼 예정이다. 특히 나노관계자를 비롯하여 일반인에게 나노기술에 대한 중요성과 필요성을 체험활동 및 전문해설로 공감을 이끌어 낼 계획이다.

특별전시관은 테마별 주제관을 중심으로 나노마을(Nano-Vill) 컨셉을 이용하여 코엑스 1층 A홀 1,300㎡ 규모로 구성된다.

테마별 주제관은 나노산업 발전사 이해를 위한 'NANO Museum', 체험을 통한 나노학습장인 'NANO School', 자연속에서 나노를 관찰할수 있는 'NANO Garden', 우수 나노제품 전시관인 'NANO House', 나노기술 미래를 영상으로 관람할 'NANO Theater' 등 5개로 구성되어 다채로운 나노이야기를 선보일 계획이다.

나노기술은 정부의 지속적 정책지원 및 연구개발로 인해 꾸준히 성장하고 있으며, 나노기술 상용화의 가속화로 나노제품 및 기업이 점차 증가하는 추세이다. 이런 나노기술의 상승세에도 불구하고 일반인들의 나노에 대한 인식은 높지가 않을뿐더러, 안전성 문제 등의 해결해야 할 면도 가지고 있다. 이에, 나노코리아 2012 특별전시관은 나노기술에 대한 체험형 교육실시 및 나노기술을 접목한 다양한 제품소개로 미래 가능성 제시 등을 통하여 대국민 인식 확산 및 저변확대 등의 긍정적인 효과를 기대해 본다.



# NANO KOREA 2012

The 10<sup>th</sup> International Nanotech Symposium & Nano-Convergence Expo in Korea



## 나노코리아 10년

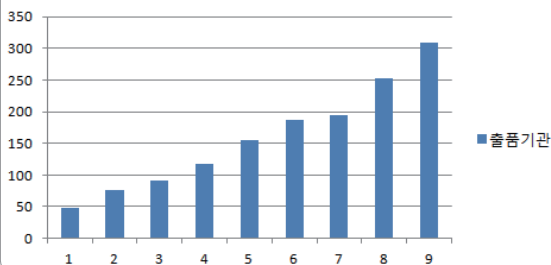
미비하고 미약했던 나노코리아가 세계적인 국제행사로 발돋움 할 수 있었던 것은 정부를 포함 산·학·연 관계자들의 노력과 관심 있었기에 가능했다. 더불어 전략적으로는 단계별 추진계획을 수립하고 중장기적 목표를 세워 이행했던 것이 나노코리아의 지속적인 성장의 밑거름이 되었던 것 같다. 단계별 계획을 살펴보면 1단계(03~06年)의 중점 추진사항은 핵심역량 결집이다. 2003년 과기부와 산자부 공동주최로 시작한 나노코리아는 우선적으로 행사추진의 중추적 역할을 담당할 산학연 중심의 통합 조직구성이 필요했다. 이에, 나노코리아 조직위원회를 구성하여 프로그램 구성 및 운영계획 점검 등을 통해 전시회 및 심포지엄 등 주요행사가 자리 잡을 수 있도록 기틀을 마련했다. 2단계(06~09年)에는 이업종간 기술융합을 위해 그 범위를 확대하는데 역점을 두었다. 2008년에는 융합측면에서 나노뿐 아니라 마이크로분야까지 범위를 확대하고 신기술강국과의 비즈니스교류 및 협력을 위해 일본, 독일과 공동으로 MICROTECH WORLD 국제마이크로/MEMS 전시회 및 컨퍼런스를 나노코리아행사와 동시 개최하였다. 이는 향후 행사가 레이저, 인쇄전자, 첨단세라믹 등 다양한 기술범위로 확대할수 있는 초석이 되었다. 3단계(10~12年)에서는 내실화에 역점을 두었다. 해외 석학 등 우수 연사를 섭외하고 해외 나노기업이 전시회에 참가할수 있도록 유도하여 해외 참가비중이 높아지도록 노력했다. 특히 2010에는 나노분야의 저명한 학술대회인 IEEE NANO 국제컨퍼런스를 유치하여 양적, 질적인 성장을 이루었고 국제적인 네트워크의 기회가 제공되었다.

이런 단계별 추진전략으로 2003년 개최 당시 70여개 전시부스가 연평균 23% 성장하였으며 최초개최 이후 규모가 6.5배로 증가하였고 금년에는 역대 최대의 규모로 개최될 예정이다.

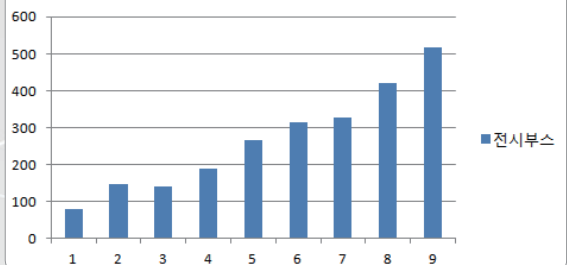
나노코리아가 국내 최대 나노기술행사로 자리매김하기까지 10년의 세월을 인내해야했다. 인내의 시간은 견디기 힘들고 길었으나 그 열매는 역시나 달았다. 이제 나노코리아는 명실상부 대한민국을 대표하는 국제행사이며, 세계 2위권의 나노기술 전시회이다. 앞으로 나노기술뿐 아니라 다양한 기술들이 접목되어 융복합 비즈니스 모델을 제시 할 수 있는 종합 기술트레이드 장으로 거듭나길 기대해 본다.

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
출품기관	49	76	92	118	155	187	194	252	310
전시부스	79	146	142	190	265	315	327	421	516

### 출품기관



### 전시부스





나노융합산업연구조합 / 나노코리아조직위원장  
한상록 사무국장

## “나노코리아 2012”에 오신 여러분들을 진심으로 환영합니다.

반도체, 디스플레이, 자동차 등 인류의 삶을 영위하기 위해 필요한 전 산업에 걸쳐 ‘나노’가 부각된 것은 어제 오늘의 일이 아닙니다. 나노기술 접목으로 불가능했던 일들이 실현 가능해지고 있기 때문입니다. 이에 많은 전문가들은 인간의 삶을 풍요롭고 윤택하게 변화시킬 기술로 나노를 꼽고 있기도 합니다.

이런 나노기술의 현주소를 한자리에서 확인 할 수 있는 나노코리아 2012가 8월 16일부터 18일까지 코엑스에서 개최됩니다.

나노코리아 개최한지 벌써 10년이 되었습니다. 행사 주관인 나노융합산업연구조합의 사무국장으로서 맞이하는 10주년을 감회가 새롭습니다. 2003년 나노기술에 대한 대국민 인식이 전무한 상황에서 교육과학기술부와 지식경제부를 발로 뛰어다녔고, 관련 전문가들을 한분한분 찾아 조직위원회를 구성하여 제1회 나노코리아를 개최하였습니다. 규모도 작고 부족한 부분도 많았지만 연구자들의 연구성과가 산업계의 수요와 연계될 수 있는 비즈니스 장이 처음으로 만들어졌다는 점에서 매우 뜻깊었습니다.

그렇게 시작한 나노코리아는 현재 질적 양적 모든 측면에서 성장하여 국내 최대, 세계 2위권의 행사로 자리매김 한 것은 실로 놀라운 발전이라 생각합니다. 이제 나노코리아는 단순한 전시행사가 아닌 한국 나노산업의 비즈니스를 이끌어 가는 Special Brand라 생각해도 과언이 아닐 것입니다.

금년 10주년을 맞이하는 나노코리아는 대한민국을 대표하는 국제적인 행사로서 그간 나노기술산업의 성과 및 현주소를 점검하고, 도약과 약진의 기회제공을 위해 최선의 노력으로 준비하였습니다. “Nanotechnology, the Frontiers of Innovation” 라는 주제로 5개의 전시회가 합동 개최되며, 다양한 프로그램을 통해 실질적 비즈니스 활동을 지원할 계획입니다. 특히 10주년 기념으로 마련한 특별전시관은 나노 관계자뿐 아니라 일반참관객들에도 나노기술에 대한 이해도를 높일 것으로 생각이 됩니다.

나노코리아는 10년이라는 길지 않은 기간에 많은 성장을 이루었습니다. 이런 발전을 가능하게 해주신 나노융합산업 관계자분들의 노고와 관심에 다시 한번 감사드리며, 행사에 참여하시는 모든 분들의 성공과 발전을 기원합니다.

## 나노코리아에 대해 기업에게 묻다.

### (주)케이엔에스 컴퍼니

#### ▶ 세계최고의 나노전시회로 거듭나길 기원합니다.

해를 거듭하면서 국내 나노기술 발전에 밑거름이 되어온 나노코리아 전시회를 6년째 참가해오면서, 우리 국내의 기술도 많이 성장해가고 있다는 것을 많이 느낍니다. 글로벌 경제위기로 추축하지만, 나노산업과 같은 첨단 핵심산업은 오히려 투자를 늘려 선도적인 산업으로 육성을 했으면 하는 바람입니다. 지금도 정부와 많은 관공서 등이 서로 지원과 협력을 해주고 있지만, 앞으로 국내의 많은 중소기업들이 나노코리아를 통해 각국의 나노관련 전시회와 자매결연을 통해 협력과 이익을 공유하여, 참여기업들에게 서로의 국가전시회에 참여의 기회를 늘려 수출의 기회를 늘려나갔으면 합니다. 위기를 기회로 극복하는 현명한 전시회가 되길 희망합니다.

바라는 점이 많이 있는 것은 아니나, 하나 꼽자면, 저희 같은 중소기업은 판로개척이 큰 관건입니다. 그리고 또한 개발 및 연구원들은 좋은 장비를 찾는 것이 중요한 일이지요. 많은 학회와 학교 측에서 더 많이 참여하고 신뢰를 가질 수 있도록 협조를 구하며, 더 많은 정부기관의 투자를 통해 많은 중소기업들이 희망을 가질 수 있기를 바랍니다.



# NANO KOREA 2012

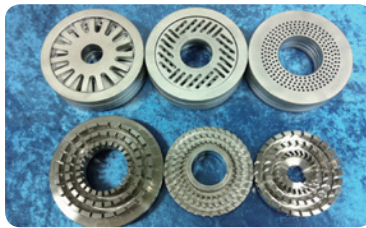
The 10<sup>th</sup> International Nanotech Symposium & Nano-Convergence Expo in Korea



## ▶ 기업소개

케이엔에스 컴퍼니는 나노분산 및 유화시스템 전문제조 벤처기업으로써, 식품, 화장품, 제약, 정밀화학 및 전자재료 등 나노소재 산업에서 다양하게 저희 제품을 활용하고 있으며, 품질 높은 국산화제품개발을 위해 노력하고 있습니다.

- 참가현황 : 2007년 이후 6년째 참가
- 참가목적 : 나노분산시스템의 신기술 홍보 및 네트워크 구축
- 전시품목 : 나노분산시스템 PASSON[패슨]
- 담당자 : 김승수 과장



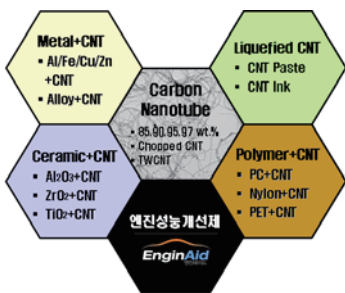
## 어플라이드카본나노(ACN)

### ▶ 나노코리아 개회 10주년을 축하하며...

나노제품을 제조 및 판매하는 기업의 입장에서 국내 나노기술의 태동기부터 오늘날까지 다양한 무대를 제공해준 나노코리아의 10주년을 진심으로 축하하며, 나노코리아의 10년을 통하여 우리나라가 세계 최고 수준의 나노강국에 자리매김할 수 있게 되었다고 생각하기에 의미 있고 성공적인 터전을 제공한 나노코리아의 업적에 대해서 다시 한번 감사를 드립니다.

당사는 3대 나노전시회인 미국의 NSTI, 일본의 Nanotech, 한국의 NanoKorea에 모두 출품하는 입장에서 심포지움에 치우치는 미국의 NSTI, 전시회에 치우치는 일본의 Nanotech 보다는 심포지움과 전시회가 조화를 이루는 나노코리아가 보다 효율적이라 생각하며, 이렇게 훌륭하게 자리매김할 수 있도록 노력하신 나노융합산업연구조합의 모든 분들의 노고에 진심으로 감사드립니다.

## ▶ 기업소개



(주)어플라이드카본나노(Applied Carbon Nano Technology, ACN)는 세계 최초로 금속 및 세라믹계 탄소나노복합재의 양산화 기술을 개발하였으며, 2012년 3월에는 세계 최대 규모의 탄소나노복합재 제조설비를 구축하였습니다.

ACN에서는 순수 국내기술로 자체 개발한 “탄소나노소재를 금속 및 세라믹 기지에 삽입분산시킨 탄소나노복합재” 제조기술에 대하여 해외 4개국에 특허를 출원하였으며 독일의 Bayer에서는 특허의 라이선싱을 요청할 정도로 높은 기술력을 자랑합니다. 지난해 개최한 제9회 국제나노심포지움 및 나노융합대전에서 “금속계 탄소나노복합재”로서 수상을 한 바 있습니다.

- 참가현황 : 2006년부터 7년째 참가
- 참가목적 : 기술 소개 및 신제품 홍보, 인식 확대
- 전시출품 : 액상탄소나노소재, 금속/세라믹/고분자계 탄소나노복합재 및 나노기술을 이용한 엔진성능개선제
- 담당자 : 최규식 과장

# 나노 프론티어연구개발사업 10년의 성과와 향후 활용방안

"나노융합2020" 상용화로 꽃피우다 <신소재 경제신문과 공동기획>

1999년, 21세기 개방화 시대에 부응하고 산업·과학 국가 경쟁력 확보 및 고부가가치의 미래 신산업을 창출 할 수 있는 세계 일류 기술 발굴을 위한 국가연구개발사업의 추진 필요성에 따라 22개의 21세기 프론티어 연구개발사업이 착수되었다.

뛰어난 기술력 하나로 엄청난 파급효과를 지니고 있는 과학기술, 특히 나노분야의 프론티어 연구개발사업은 10년만에 원천기술개발과 사업화가 가능한 아이템을 발굴하여 나노분야 국가 경쟁력 제고에 큰 기여가 되는 기술을 개발하는 목표로 시작하였으며, 각 사업단에 연구개발 경험과 역량을 충분히 발휘할 수 있는 연구자를 책임자로 하여 10년간 사업단을 지원·운영해왔다.

이번 인사이드인터뷰에서는 신소재 경제신문과 공동기획을 통해 나노분야 3개의 (테라급나노소자개발(이조원), 나노소재기술개발(서상희), 나노메카트로닉스기술개발(이상록)) 사업단에 대한 그동안의 성과와 향후 활용방안을 각 사업단장의 인터뷰를 통해 점검해 보고, 현재 나노융합 산업 상용화를 본격적으로 추진하기 위한 정부의 프로젝트 등에 활용 할 수 있는 방안을 모색해 보고자 한다.

(인터뷰)

- 테라급나노소자개발 사업단 이조원 단장
- 나노메카트로닉스기술개발 사업단 이상록 단장
- 나노소재기술개발 사업단 서상희 단장
- 나노융합 2020 사업단 박종구 단장

## 사업단장 집중 인터뷰

### 테라급나노소자개발 사업단 이조원 단장

#### 1. 사업에 대한 소개와 주요성과를 간략히 소개 부탁드립니다.



이조원 단장

테라급나노소자개발사업단은 기가급 반도체의 성능(메모리 및 처리속도) 1000배 이상 향상된 테라급소자개발을 목표로 2000년 7월 출범하여 2010년 3월에 종료한 사업입니다. 10년간 국가가 사업단에 지원한 비용은 904억원, 4400여명의 초대형 식구가 모여 연구논문 1027건, 특허출원 1251건의 성과를 올렸습니다. 또한 사업단이 기업에 이전한 기술이전료는 총 282억원에 달했습니다. 프론티어연구개발사업단 가운데 최고의 '기술 이전료 성적'을 거두었습니다. 그러나 과제 모두가 당초 목표를 달성했다고 말할 수는 없습니다. 5개 정도는 100% 이상 달성하였고 다른 5개도 90%이상 달성하였다고 말할 수 있을 것 입니다. 물론 중간에 탈락한 과제도 많습니다.

사업단의 핵심 연구개발 성과를 꼽는다면 차세대 NAND Flash인 CTF 기초기술, Si 위에 화합물반도체 성장기술, 단전자(SET) 로직기술, RTD 소자기술, 중성미 및 원자층 식각기술, 원자이미지 이용 리소 원천기술, 초고속 AFM 리소 기술, 광연결 기술 등이 있습니다. 우리 기술로 만들고 우리가 명명한 차세대 나노소자의 핵심기술인 10나노미터 이하의 양자점 패턴을 기판에 만드는 "AIPEL(Atomic Image Projection E-beam Lithography)" 기술 및 장비는 기존에 없던 유일무이한 기술입니다. 사업단은 SET의 NAND, NOR 및 XOR 다중치 로직게이트 회로 개발에도 성공하여 반도체의 집적도를 크게 향상시키면서도 소비전력을 수십 배 이상 획기적으로 줄였습니다. 그것도 상온에서 세계 최초로 이룩한 성과입니다.



## 2. 이번 사업성과가 산업에 어떻게 적용되고 기여할 것인지 말씀해 주십시오

차세대 NAND Flash의 CTF 핵심 기초기술은 낸드플래시의 고집적화의 한계를 극복한 기술로, 이 기술을 바탕으로 세계 최초의 40나노 32기가 낸드플래시가 개발될 수 있었습니다. 2008년12월 과학기술정책연구원(STEPI)에서 발표한 프론티어사업 경제효과 분석에 따르면 이 기술이 17조원 이상 경제효과를 가져온다고 하였습니다. 이는 "정부와 기업의 성공적인 협력체계를 보여주는 모범 사례라고 볼 수 있습니다. 정부가 장기적인 관점에서 투자해 원천기술을 확보하고, 기업이 이를 활용해 제품으로 만들어낸 것입니다.

또, 지난 20년간 반도체 업계에서 꿈으로만 여겨왔던 기술인 '실리콘 위에 화합물 반도체를 성장시키는 원천기술' 개발에 성공하여 꿈을 현실로 만들었습니다. 향후 실리콘의 한계를 극복할 소재로 화합물 반도체가 주목 받는 가운데 화합물 반도체의 주 응용분야인 LED, 태양전지, 초고속 소자 및 전력소자 등의 시장에 막대한 경제효과를 불러일으킬 것으로 기대하고 있습니다.

세계를 리드하는 기술도 만들어 냈습니다. 나노미터 스케일의 반도체 공정에 필수적인 원자층 식각기술을 세계최초로 개발하였고, 이 기술은 국제반도체기술로드맵(ITRS, International Technology Roadmap for Semiconductors) 2007년판에 향후 추진해야 할 식각기술로 발표되었습니다. 이렇게 우리가 개발한 기술이 세계의 선도기술로 된 경우는 유례가 없는 일입니다.

마지막으로 광배선 기술도 마찬가지로 사업초기 우리나라에 없는 기술을 2010년 이후 필요할 것이라는 기술 예측에 따라 사업 착수와 함께 시작하여 국가적 기술 인프라를 구축하였습니다. 앞서 설명한 네 가지 성과는 향후 산업적 파급효과가 매우 클 것으로 기대하고 있습니다.

## 3. 사업을 완료하신 시점에서의 소감 및 보람과 함께 그간 느끼신 애로사항에 대해 한 말씀 부탁드립니다.

사업 초기에 집단연구와 융합연구 경험이 없이 모래알과 같이 흩어져 연구하는 대학 교수들과 연구소 연구원들을 대상으로 집단과 융합연구를 추진하기가 매우 어려웠습니다. 한 귀로 듣고 한 귀로 흘리는 그들을 대상으로, 결국 기업의 갖가지 방식을 동원하여 집단과 융합연구 체계를 만들었지만 아직도 아쉬움은 남습니다. 또한 사업단장으로서 가장 안타까운 일은 세계 최고 수준의 성과를 냈지만 기존의 평가기준에 따라다보니 제대로 인정을 받지 못한 경우입니다. 대표적인 사례가 나노전자소자 제작을 위한 무손상 식각기술 개발입니다. 국내 한 연구팀이 발표한 이 기

술은 2007년도 판 반도체기술 국제 로드맵(ITRS)에서 '전세계가 추진해야 할 표준으로 높게 평가받았습니다. 또 굴지의 외국연구소 연구팀이 접촉해 현재 공동으로 실용화에 박차를 가했습니다. 하지만 국내 반응은 미지근했습니다. 우리나라의 평가 기준이 주로 '사이언스' '네이처' 같은 인지도 높은 국제저널에 얼마나 많은 논문을 내느냐에 맞춰진 탓입니다. 하지만 국가경쟁력의 관점에서 보면 이런 기준이 달라져야 할 것입니다. 비록 저널의 인지도가 일반 과학기술계에서 상대적으로 낮다 해도 관련 전문분야에서는 얼마든지 세계적인 수준으로 인식됩니다.

보람이라면 사업단장으로 주변사람들이 말렸지만 무모하리만치 Risk-taking 하였던 무손상 식각기술과 APEL 기술이 천만 다행으로 성공하였고, 10년 후 도래할 것이라고 예측한 CTF기술, 화합물 반도체 기술, 광연결 등의 기술들이 이제 주력기술화 되고 있다는 사실입니다. 그러나 무엇보다도 이러한 일들을 성공시키기 위해 함께 비전을 만들고 노력하였던 4,400여명의 사업단의 가족들을 만났다는 것이 내 인생 최대의 보람과 행운이라고 생각합니다.

## 4. 향후 진행할 추가 과제와 계획을 말씀해주시지요.

테라급나노소자개발을 기치로 내세운 것은 2020년 이후 본격적으로 도래할 Intelligent 사회를 목표로 했다고도 해도 과언이 아닙니다. 인텔에서는 2004년에야 테라시대가 열린다고 발표하였는데 테라급나노소자개발사업단은 이미 2000년 테라(Tera)급 반도체 시대의 도래를 예언하고 선도적 연구를 시작했습니다. Intelligent 사회가 도래하면 명령을 생각하여 예지할 수 있는 추론 가능 로봇과 컴퓨터가 등장하는데, 이를 위해서는 인공지능이 가능한 테라급 인공지능칩 개발이 이루어져야 합니다. 또, 이를 응용하여 인간보다 혹은 인간과 비슷한 수준의 삽입형 인공지능 뇌도 개발도 가능합니다. 이들이 제2의 뇌로서 뇌에 내장되면 인간의 뇌기능을 보완하여 인간의 지적 능력을 대폭적으로 향상시킬 수 있습니다. 더 이상 기억 때문에 고민하지 않아도 되는 것입니다. 이런 꿈의 기술들은 나노전자소자 융합기술로서 만이 이룩할 수 있습니다. 결국 다시 정부로부터 지원을 받게 된다면 Intelligent 사회 구현을 위한 테라급 인공지능 칩과 이를 위한 재료 및 공정 개발을 목표로 세울 것입니다. 이러한 칩을 우리나라가 개발 한다면 이로 인해 엄청난 국부를 창출할 수 있을 것이라 생각합니다. Sze 라는 전세계 유명 반도체 과학자는 2030년 10조불의 나노전자소자 시장이 있다는 주장은 이러한 계획을 뒷받침 해주고 있는 것 같습니다.

**5. '세계 일류 나노강국 도약'을 위해 '이것만은 꼭 필요하다'고 생각하시는 부분을 말씀해주세요.**

제1~2기 나노기술종합발전계획 이후 연구개발 투자의 증가와 함께 나노 기술 경쟁력 확보를 위한 시스템 개혁 등에서 수많은 성장을 이루어 세계 4위권의 경쟁력을 확보했습니다. 그러나 개개의 성장이 사회적 니즈 달성에 연계되지 않았고, 상용화 실적도 미미한 실정입니다. 예를 들면 나노분야 SCI 논문의 점유율 4등 등 괄목한 성장을 이루었으나 논문 피인용도의 국제적 순위는 8등으로 여전히 낮은 수준입니다. 더욱이 타 경쟁국(미국, 독일, 일본, 중국, 러시아 등) 나노기술의 정부투자를 매년 증가시키고 있으나 우리나라는 2007년 2,800억원까지 증가하다가 2008년을 기점으로 감소하여 2011년 현재 2,570억원 수준입니다. 특히 전체 연구비 대비 나노분야 투자는 2003년 3.65%에서 계속 감소하여 2011년 현재 1.73%입니다. 그럼에도 모든 과학기술이 나노크기로 수렴되고 있기 때문에 우리의 기술들 중에서 세계최고의 경쟁력을 확보한 나노기술에서 우리의 희망을 찾아야 한다고 생각합니다. 현재 세계 경제가 매우 어렵습니다. 세계 최강의 과학 기술력을 자랑해 온 미국조차도 기초기술에 의한 Open Discovery에서 자국의 경쟁력 강화를 위해 모든 국가 R&D가 사회적 니즈 해결하는데 초점이 맞춰져 있습니다. 물론 일본과 EU도 마찬가지입니다. 유럽발 경제위기, 지원고갈, 중국의 부상 등 급변하는 글로벌 환경변화에서, 지원도 없고 인적자원도 상대적으로 모자란 우리나라가 치열한 국제 경쟁속에 생존하려면 어떻게 해야 할까요? 이 글을 읽는 사람들에게는 좀 불편할지 모르나 우리 나노기술 연구자들만이라도 Impact Factor 가 높은 논문투고에 초점을 맞추지 말고, 국가의 경쟁력에 도움이 되는 성과를 가지고 연구 논문을 써야하며, 또 이런 사람들이 대접받는 풍토가 마련되어야 한다고 생각합니다.

**나노소재기술개발 사업단 서상희 단장**

**1. 사업에 대한 소개와 주요성과를 간략히 소개 부탁드립니다.**



서상희 단장

나노소재기술개발사업단의 지난 10년간의 주요연구 성과를 살펴보면 논문이 1000건 넘게 발표되었으며 Nature 자매지, Nano Letters, Advanced Materials 등 저명한 학술지에 연구성과를 소개하였습니다. 이 중에서 12개의 논문이 유명 학술지의 표지로 소개된 바 있습니다. 특히는 등록이 211건, 출원이 473건이 있었으며 이중 1/40이 해외에 등록, 출원하여 개발기술 보호 및 기술우회로 국제적 실용화에 대비하였습니다. 반도체, LCD 장비 적용 나노구조 후막 코팅 기술 등 기술이전이 29건이 있었으며 계약금액은 66억 원에 도달했습니다.

**2. 이번 사업성과가 산업에 어떻게 적용되고 기여할 것인지 말씀해주세요.**

나노소재기술개발사업단의 사업 성과는 제품화로 연결되고 있습니다. 2012년까지 총 37건의 제품화가 이루어졌습니다. 개발된 제품으로 인하여 2011년까지 총 445억원의 매출 실적이 있었으며 2012년에는 매출액이 더욱 증가하여 300억원 이상이 기대되고 있습니다. 특히, ㈜제이엔엘테크, 대영CNE, 나노원 등은 상용화된 기술을 바탕으로 매출 및 고용이 크게 증가하였으며 공장 신설 및 증축 등의 부수적인 성과도 이루어졌습니다. 나노소재개발사업단이 개발한 기술들의 향후 경제적 파급효과는 4조8천억원 이상으로 추정되고 있습니다. 나노소재기술개발사업단이 그 동안 창출한 원천기술과 응용기술은 우리나라의 나노기술을 발전시키고 응용분야와 산업을 확대하는 기반이 될 것입니다.

**3. 사업을 완료하신 시점에서의 소감 및 보람과 함께 그간 느낀신 애로사항에 대해 한 말씀 부탁드립니다.**

나노소재기술개발사업단은 출범시부터 나노기술을 소재기술에 접목하여 새로운 원천기술을 개발하고 개발된 기술을 사업화까지 연결시키는 것을 목표로 하였습니다. 이제 사업이 완료된 시점에서 이러한 목표들을 충분히 달성하였다고 자부하며 우리나라의 전반적인 나노기술 발전에도 큰 기여를 하였다고 봅니다. 사업단에서는 출범 당시에 유사한 목표를 갖는 과제들을 2개 이상 선정하여 지원하였습니다. 이른 바, 중복과제를 엄격하게 억제하고 있던 당시로 보면 파격적인 시도였습니다만 이와 같이 복수로 과제들을 지원하여 당초에 설정한 사업화 목표를 달성하는 확률을 높일 수 있었다고 봅니다. 사업단에서 복수로 지원한 과제들 중에는 좋은 연구결과를 얻었음에도 단계 평가에서 경쟁이 심하여 중단된 과제들이 있어 마음이 아팠습니다. 그러나 이러한 과제들은 결국에는 다른 대형 프로그램으로 선정되는 기회를 얻어 좋은 결과를 내고 있으며 이것도 나노소재기술개발사업단이 우리나라 나노기술발전에 기여한 면이라고 봅니다.

**4. 향후 진행할 추가 과제와 계획을 말씀해주세요.**

이제 나노소재기술개발사업단은 종료가 되었습니다만 아직 사업화까지 연결되지 못한 훌륭한 원천기술들이 많이 있습니다. 이러한 원천기술들이 사장되지 않도록 돕는 것이 저의 몫이라고 봅니다. 마침 2012년부터 나노융합2020 프로그램이 시작되므로 이러한 원천기술들이 이러한 새로운 프로그램들에 합류하여 좋은 성과가 얻어지도록 도울 생각입니다. 또한 나노기술연구협의회 회장이로서 우리나라의 나노기술 연구활동이 더욱 활성화되도록 정부예산 확보와 기반 조성을 위해 노력하겠습니다.



**5. '세계 일류 나노강국 도약'을 위해 '이것만은 꼭 필요하다'고 생각하시는 부분을 말씀해주세요.**

우리나라의 나노기술은 SCI 논문이나 특허출원 등 객관적인 데이터로 보아 미국, 중국 다음으로 세계 3위를 차지하기 위해 독일, 일본과 경쟁하고 있는 상황입니다. 최근에 전 세계적으로 활발하게 연구가 진행되고 있는 그래핀 분야에서는 우리나라가 중국과 1, 2 위를 다투고 있습니다. 세계 3위라는 것보다 우리나라가 일본이나 독일과 각축을 벌이고 있다는 사실은 정말 놀라운 일입니다. 우리나라의 나노기술은 질적인 면에서도 크게 발전하였습니다. 예를 들어 우리나라 나노기술자들의 연구결과가 저명학술지의 표지를 장식하는 것만으로도 우리나라의 발전상을 알 수 있습니다. 앞으로 우리들은 양적인 것 뿐만 아니라 질적인 면에서도 나노기술 발전의 선구자적인 역할을 지속해야 할 것입니다. 또한 이를 위해서는 정부는 나노기술이 IT, BT, ET 기술 등 발전에 꼭 필요한 기반 기술이라는 점을 인식하고 나노기술에 대한 지속적인 지원 확대를 할 필요가 있습니다.

**나노메카트로닉스기술개발 사업단 이상록 단장**

**1. 사업에 대한 소개와 주요성과를 간략히 소개 부탁드립니다.**



이상록 단장

나노메카트로닉스개발사업단의 목표는 차세대 나노 제품을 값 싸고, 대량으로, 고속으로, 그리고 친환경적으로 생산하는데 필수적인 나노생산기술과 장비를 개발하는 것입니다. 우리나라가 반도체제품을 생산 한 지 30여년이 지났습니다. 그렇지만 아직도 반도체 생산장비는 90% 이상 수입하고 있습니다. 이유는 바로 원천기술이 없기 때문입니다. 이를 되풀이하지 않도록 본 사업단에서는 차세대 나노제품 생산에 응용하기 위해 다음과 같은 원천기술을 개발하였으며, 이와 관련된 국내외 특허와 세계 표준안 등을 다수 확보 하였습니다

- 나노 임프린트 공정 및 장비 기술
- 나노사출성형공정 기술
- 카본나노튜브 응용기술
- 나노측정기술

**2. 이번 사업성과가 산업에 어떻게 적용되고 기여할 것인지 말씀해주세요**

나노메카트로닉스개발사업단에서 개발된 나노 임프린트 공정 및 장비 기술, 나노사출성형공정 기술, 카본나노튜브 응용기술, 나노측정기술 등의 나노생산기술은 차세대 반도체, 차세대 정보저장장치, 각종 디스플레이, ITO를 대체할 수 있는 차세대 투명 전극, 각종 바이오 센서, 화학 센서 등을 위시하여, 기존의 자동차, 선박, 우주항공 등 전 산업분야에 걸쳐 폭 넓게 응용 됩니다.

**3. 사업을 완료하신 시점에서의 소감 및 보람과 함께 그간 느끼신 애로사항에 대해 한 말씀 부탁드립니다.**

21세기 프론티어연구개발사업은 우리나라의 연구 생태계를 확 바꾸어 놓았습니다. 2000년대 초까지만 해도 우리나라는 선진국에서 해 놓은 것을 따라 가고, 외국 기술을 국산화하는데 급급했습니다. 그렇지만 10년 동안 지원하는 21세기 프론티어연구개발사업을 통해 우리나라 연구원들도 원천기술을 논 할 수 있었고, 또한 개발 할 수 있는 기회를 가졌습니다. 그 과정에서 산학연 모든 연구원들이 창의성과 독창성을 마음껏 발휘 할 수 있었습니다. 그 결과 저희 사업단에서도 세계 톱 클래스 연구 그룹이 5개 정도 자라났습니다. 수많은 SCI 논문들, 국내외 원천 특허, 세계 표준안 등은 모두 그들 몫입니다. 저에게는 모두 자랑스럽고 보람을 안겨준 5개 연구그룹입니다.

애로사항은 하나의 걱정거리 대신합니다. 10년 걸쳐 자라난 상기 5개 연구그룹이 와해되지 않고 지속적으로 성장할지 걱정입니다. 정부의 또 다른 대항사업의 활성화를 기대해 봅니다.

**4. 향후 진행할 추가 과제와 계획을 말씀해주세요.**

사업단에 축적된 국내외 특허, 세계 표준안 등을 나노제품 생산에 연결시켜 일자리 창출과 돈 버는 기업들이 많이 배출되어야 합니다. 특히 나노

기술 상용화 부문은 전 세계의 관심사입니다. 중국과 러시아는 4~5년 전부터 나노제품 생산을 촉진시키기 위해 엄청난 투자를 계속하고 있습니다. 우리나라도 지식경제부와 교육과학기술부 공동 주관하는 나노융합 2020 프로그램이 금년부터 시작됩니다. 기존 연구성과를 활용하고 미래 신산업 등 부가가치를 창출 할 수 있는 내실있는 나노융합 2020 프로그램을 기대해 봅니다. 또한, 국내외 관심 있는 기업들의 적극적인 참여를 독려하기 위한 노력도 병행되어야 할 것입니다. 이 부분에 대해서는 산학연 모두의 노력과, 특히 나노융합산업연구조합의 역할을 기대해 봅니다

**5. '세계 일류 나노강국 도약'을 위해 '이것만은 꼭 필요하다'고 생각하시는 부분을 말씀해주세요.**

지난 10여년 동안 교육과학기술부를 비롯한 정부의 장기적이고 꾸준한 지원에 힘입어 우리나라의 나노기술이 많이 발전하였습니다. 세계 일류 나노 강국을 위해서는 정부의 지속적인 지원이 필수적입니다. 창의성과 독창성을 동반한 원천기술을 지속적으로 개발해야 하기 때문입니다. 이를 위해 내실있는 교육과학기술부의 글로벌프론티어사업 활성화를 기대해 봅니다.

**나노 프론티어연구개발사업 성과활용 및 발전방향 <나노융합2020 상용화 연계의 장으로...>**

**나노융합 2020 사업단 박종구 단장**



**박종구 단장**

세 개 사업단은 나노물질을 제어하고 나노특성을 이해하고 활용하는 기술을 개발하는 나노소재기술개발사업단(나노과학에 가까움), 나노패턴(소자)을 경제적으로 구현할 수 있는 기술을 개발하는 나노메카트로닉스개발사업단(나노공학에 해당), 나노특성을 나타내는 나노소자를 개발하는 테라급나노소자개발사업단(전체적인 의미의 나노기술에 해당)으로 성격을 구분할 수 있습니다. 나노과학-나노공학-나노기술의 영역을 잘 조합시킨 사업단 선택으로 볼 수 있습니다.

세 개 사업단이 갖는 또 다른 의미는 우리나라 현실과의 정합성입니다. 우리나라는 세계를 선도하는 반도체 강국입니다. 이미 나노기술 영역에 들어와 있는 초정밀 가공(공정)기술의 기반을 더욱 강화하며 동시에 이러한 초정밀 가공기술을 다른 산업분야로 확장할 때 필수적인 공정장비 기술을 개발함으로써 우리의 강점을 더욱 강화함은 물론 새로운 산업을 일으키고 발전시키는데 큰 기여를 하게 될 것입니다. 나노소재 부문의 성과 역시 세계를 주도하는 디스플레이, 이차전지 등 주력산업들이 필요로 하는 혁신소재 기술을 제공할 것입니다.

이 사업단들은 세계적인 수준의 논문, 산업적 가치가 충분한 특허 등 훌륭한 성과를 거두었으며 이러한 성과는 산업계로의 가지적인 기술이전으로 나타나고 있습니다. 10년 기간의 장기 연구개발사업으로서 큰 의미가 있지만 연구개발의 주기로 보면 산업적인 성과를 나타내기에는 짧은 기간이라고 할 수 있습니다. 개발된 기술(특허)들이 산업적인 효과를 나타내는 것은 오히려 지금부터라고 보는 것이 타당할 것입니다.

프론티어연구개발사업뿐만 아니라 어떤 연구개발사업도 규모에 관계없이 종료시점에서는 아쉬기 마련입니다. 연구개발에는 끝이 없기 때문이기도 하지만 대부분의 경우 연구종료 시점에 가까워서야 성과가 나오기 때문입니다. 큰 목표를 가지고 출발한 프론티어연구개발사업의 경우는 더욱 아쉬움이 더욱 클 것입니다. 그동안 구축된 연구네트워크, 연구자 간의 신뢰, 늘어나고 있는 산업계의 인지 등 아쉬움이 클 수밖에 없습니다. '10년이면 충분하지 않느냐'는 의견도 충분히 납득 할만 하지만 한정된 사업범위의 목표달성이 아니라 한 영역을 개척하는 목표 관점에서 다른 의견을 가질 수도 있습니다.

어쨌든 최초의 장기사업인 프론티어연구개발사업은 많은 성과를 만들어 내었고 종료되었습니다. 지금 생각하여야 할 점은 연구개발의 연속성이며 효율성입니다. 연구개발은 성격 상 어떤 단계에서 완전히 종료되고 전혀 다른 새로운 일이 시작될 수 없습니다. 그런 경우 연구의 질이 높아지는 것은 상상하기 어렵습니다. 물론 한 사업이 종료되면 사업에 참여하였던 연구자들은 어떻게든 자신의 연구를 이어갈 것입니다.

지난 10년 이상 나노기술 분야에서 수행되어 온 연구개발 사업들 또한 예외가 아닐 것입니다. 기술개발은 마무리되었지만 산업계의 역량이 따라 오지 못하였거나 관련기술이 성숙되지 않은 관계로 사업화에 이르지 못한 경우가 많을 것입니다. 이렇게 축적된 연구개발 역량, 성과들을 효율적



으로 활용할 수 있는 체계(시스템)에 대한 고민을 할 때입니다.

다행히 우리나라 나노기술 개발을 주도하고 있는 교육과학기술부와 지식경제부가 공동으로 '나노융합 2020사업'을 추진하고 있습니다. 나노융합 2020사업은 나노기술의 상용화를 목적으로 하며, 전주기적 관점에서 기술개발을 추진하는 것이 특징입니다. 기술개발이 상용화에 이르기까지에는 수많은 과정이 복잡하게 얽혀 있습니다. 나노융합2020사업은 이렇게 복잡하게 얽힌 과정 중에서 빠진 연결고리를 찾아내어 해결할 수 있도록 지원함으로써 상용화의 목적을 달성하게 될 것입니다.

나노융합2020사업은 프론티어연구개발사업을 포함한 많은 연구개발사업들을 통하여 축적된 우수한 성과들이 상용화될 수 있도록 체계적인 지원을 하게 될 것입니다. 또한, 프론티어연구개발사업이나 다른 연구개발사업에 참여하여 우수한 성과를 보유하고 있는 연구자들에게 상용화를 본격 추진할 수 있는 기회를 제공하게 될 것입니다. 나노융합2020사업이 우수한 연구성과들을 상용화함으로써 연구개발의 효율성을 제고하는데 기여하는 한편 연구자들이 상용화의 부담을 크게 느끼지 않고 연구개발에만 매진할 수 있는 계기가 될 수 있기를 희망합니다.



# 나노융합산업원천분야 지원과제 소개(#3)

한국산업기술평가관리원 융합기술팀(고병철 팀장)에서 세 번째로 소개할 과제는 송윤호 박사(ETRI)팀이 수행하고 있는 "유방암 진단을 위한 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템 개발이다. 나노소재를 이용하여 어드레싱으로 단층영상 촬영 및 3차원 입체영상 재구성하는 차세대 유방암 검진용 영상시스템에 대해 자세히 알아보자.

- 제 1호 : 저렴하고 간편한 신종플루 진단기 조기상용화를 꿈꾸며
- 제 2호 : 국제환경변화에 대응하기 위한 나노제품 안전성 확보를 위한 기술개발
- 제 3호 : 유방암 진단을 위한 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템 개발**
- 제 4호 : 희귀자원 대체가 가능한 투명 전도성 신소재 상용화를 위하여

## 유방암 진단을 위한 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템 개발



ETRI 융합·부품소재연구부  
송윤호 박사

### ■ 암 진단의 새로운 패러다임! 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템

암(cancer)은 죽음으로 직결될 수 있는 심각한 질병이며, 우리나라에서 한해 발생하는 암 환자는 2008년 기준으로 인구 10만명당 남자 376명, 여자는 348명이며 매년 5% 이상 증가하고 있다(국가암등록사업 2010연례보고서). 방사선을 이용한 의료용 진단기기는 수술 없이 인체 내부의 해부학적 정보를 볼 수 있다는 장점 때문에 방사선이 가진 유해성에도 불구하고 의학의 많은 분야에서 엄격한 안전기준을 통해 진단 장비로서 사용되고 있다.

디지털 단층합성영상 시스템은 일반적으로 많이 알려진 단층촬영기(CT, Computed tomography)의 단순화된 형태로, 제한된 각도에서 방

사선을 조사하여 3차원 영상을 얻는 장비이다. 단층합성영상 시스템은 비록 CT보다 낮은 영상품질을 가지고 있지만 인체에 미치는 방사선 피폭이 적어 인체 특정 부위의 질병 진단에 사용되고 있다. 단층합성기는 제한된 영상정보로 인해 경조직(뼈)과 연조직(근육)이 공존하는 인체영역에서는 경조직의 경계면에 줄무늬(Streaking)가 발생하는 등 상대적으로 영상의 질이 떨어지지만, 연조직으로만 이루어진 유방(Breast)의 경우에는 재구성된 영상의 수준이 진단에 사용할 수 있을 만큼 높아 실제 임상에서 중요한 진단방법으로 자리 잡고 있다.

기존의 디지털 단층합성기는 하나의 엑스선원을 움직여 여러 각도에서 영상을 수집해야 하므로 CT에 비해 비록 제한된 각에 대한 구동일지라도 엄격한 기계적 구동을 위한 제어장치 및 보정장치를 포함해야 하므로 일반 엑스선 장비에 비해서는 높은 가격을 형성하고 있다. 고급 방사선 진단기에서 환자를 촬영하는데 소요되는 긴 시간은 환자의 의도하지 않은 움직임에 의하여 재구성된 영상의 질적 저하를 필연적으로 유발하고, 추가적인 환자 고정 장치가 필요하므로 환자의 불편과 비용증가를 발생시킨다.

실제로 단일 엑스선원을 이용한 단층합성영상장치의 경우에 엑스선이 방출되어 촬영이 진행되는 시간은 실제 구동시간의 10% 정도에 불과하며 대부분의 작동시간은 다음 촬영위치를 정확하게 엑스선원을 이





동시키는데 사용되므로 이동에 소요되는 시간을 줄일 수 있다면, 환자의 움직임에 의한 영상의 흐릿해짐(Motion blur)을 최소화하여 영상의 질을 높일 수 있다.

나노기술(NT)의 대표적인 소재인 탄소나노튜브(Carbon nano-tube, CNT)를 이용한 전계방출 방식의 엑스선 광원은 종래의 열전자 기반의 아날로그 엑스선원을 디지털화하는 것으로, 기술의 진입장벽은 매우 높지만 높은 선명도를 갖는 균일한 엑스선을 발생시킬 수 있고 제작비용을 대폭 낮출 수 있다. 멀티 엑스선원의 배열을 통한 단층합성시스템은 기존의 단층합성장치가 엑스선원을 움직여 도달해야 하는 모든 방사선 조사 위치에 CNT 엑스선 광원을 각각 배치하여 구동 부위를 완전히 제거하는 방식이다. 방사선 조사를 위해 엑스선원을 이동할 필요가 없으므로 전체 검진에 소요되는 시간이 극단적으로 짧아지므로 환자의 움직임에 의한 재구성 영상의 수준 저하를 최소화 할 수 있고, 전계방출 방식의 전자를 사용하기 때문에 정전기적으로 정밀하게 엑스선 초점크기(Focal spot size)를 조절할 수 있고, 엑스선 발생장치의 회전축 유격에 의한 오차를 줄일 수 있으므로 경계의 흐림(Penumbra)을 극단적으로 줄일 수 있어서 재구성 영상의 질적 향상을 얻을 수 있다.

이에, 본 지에서 환자의 편의성을 고려한 유방암 진단을 위해 기존의 단일 엑스 선원을 이용한 단층합성영상장치 대신에 암세포를 명확히 구분하는 물론 진단시간을 단축시킬 수 있는 멀티빔 디지털 단층합성영상시스템을 소개하고자 한다.

#### 잠깐! 암세포 촬영을 위한 디지털 단층합성영상장치란?

환부를 2차원 평면 영상으로 제공하는 일반적인 엑스선 진단기와 달리 디지털 단층합성영상 장치는 통상 30°이내의 한정된 각도 내에서 방사선을 조사하여 얻은 단층 영상을 3차원으로 재구성하여 입체 영상을 제공한다. 종래의 단층합성영상 장치는 하나의 엑스선을 일정하게 움직여 영상을 수집하는 반면 멀티빔 엑스선원을 이용한 단층합성영상 장치는 촬영할 위치마다 엑스선을 배치하여 기계적인 움직임 없이 디지털 어드레싱으로 단층 영상을 촬영하여 재구성하며, 이에 따라 멀티빔 엑스선원을 이용한 단층합성영상 장치는 검진 시간을 단축하면서도 고품질의 영상을 제공할 수 있다.

#### 잠깐! 정확한 유방암 세포 촬영을 위해 단층합성영상 장치에서 요구되는 것은..

- 고회도, 장수명의 전계방출 소재 및 이를 이용한 고전류·저누설·저전압구동의 삼극관 전계 에미터 소자와
- 세기조절이 가능한 다극형 구조에 고선량화를 위한 고전류, 고해상 영상 획득을 위한 마이크로 포커스, 단층합성영상 시스템의 소형화 및 용이한 대체가 가능한 진공 밀봉된 튜브 형태의 엑스선원과
- 멀티 엑스선원을 적용한 고정형 디지털 단층합성영상 시스템 인테그레이션과 영상 재구성을 위한 멀티모드 단층합성영상 재구성 알고리즘 등이 필요

#### ■ 마이크로 포커스 엑스선원 분야에 경험을 축적한 ETRI에서 개발 착수

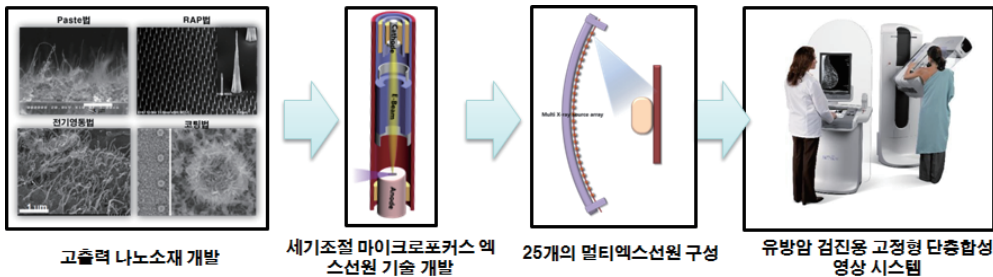
ETRI 송윤호 박사팀은 전계방출 기술 분야에서 10년 이상의 실무 경력을 보유하고 있으며, 동 과제를 수행하기 전에 “고접착성/고선뢰성 CNT에미터”, “고안정성 게이트 구조”, “저전압/저전력 CNT 에미터 구동” 등의 핵심 요소기술을 가지고 있다. 또한 동 과제에 참여기관으로 “아노드와 진공패키징 공정”을 수행하고 있는 (주)VSI와 함께 CNT 에미터 기반 진공 실장된 튜브 형태의 엑스선원을 개발(관전류가 ~200 $\mu$ A, 관전압 15kV, 외경 ~15mm)한 경험을 가지고 있다. 전계방출 기반 세기조절이 가능하고 마이크로 포커스 기능을 갖으면서 에너지 가변형 멀티 엑스선원 기술개발을 위해 총 개발 기간 5년에 정부 출연금만 34억원을 투입할 예정으로 '10년 6월부터 개발에 착수하였다.

탄소나노튜브와 같은 나노소재를 전계방출 전자소스로 이용하여 기존의 아날로그 엑스선원을 디지털화하고, 이를 차세대 고정형 디지털 단층합성영상 시스템에 적용하여 짧은 검진 시간내에 고품질의 영상을 제공하는 것을 목표로 현재 불철주야로 연구 개발에 몰두하고 있다. 과제책임자인 송윤호 박사는 나노 전계방출 분야에 많은 경험과 노하우를 가지고 있으며, 관련 국내 특허 30건 이상, 국제 특허 10건 이상을 보유하고 있고 저명한 국제 SCI 학술지에 10여 편 이상의 논문을 게재하였다.

사업명	산업융합원천기술개발사업 (나노기반)				
과제명	나노소재기반 멀티엑스선원 및 단층합성영상 시스템 기술개발				
개발기간	2010. 06. 01 ~ 2015. 03. 31				
참여기관	(주)브이에스아이, 세종대학교				
총사업비 (백만원)	4,601	총정부출연금	3,450	총민간(현금+현물)	1,151

### ■ 멀티빔 엑스선원을 이용한 단층합성영상장치 소개

본 과제에서 개발하고자 하는 단층합성영상장치는 나노소재 기반의 전계방출 엑스선원을 촬영할 위치마다 배치하여 기계적인 움직임 없이 디지털 어드레싱으로 단층 영상을 촬영하여 3차원 입체 영상으로 재구성하는 차세대 유방암 검진용 영상 시스템이다. 단층합성영상장치 개발을 위하여, 1) 전계방출 특성이 우수한 나노소재 개발 2) 세기조절·마이크로포커스·멀티에너지의 스마트 엑스선원 개발 3)멀티 엑스선원을 이용하여 단층합성영상 시스템 기술 개발의 3개 핵심 분야를 세부 과제로 나누어서 개발을 추진하고 있다.



(그림. 나노소재 기반의 전계방출 엑스선원과 유방암 검진용 고정형 단층합성영상 시스템)

#### ▶ 고출도 장수명 전계방출 나노소재 기술 ((주)효성)

전계방출 소자는 에미터가 형성된 음극 전극과 게이트(또는 애노드) 전극 사이에 강한 전기장을 인가함으로써 에미터로부터 전자를 방출시키는 형태로 동 과제에서는 CNT 에미터를 적용하고자 한다. CNT를 사용한 나노소재 기반 에미터의 전자방출은 양자역학적 터널링 현상을 이용한 것으로 CNT의 종횡비 특성상 우수한 전계방출 특성을 이용하고자 한 것이다. (주)효성은 CNT 페이스트 인쇄법과 전기영동법, 기판위에 CNT를 직접 성장시키는 방법을 이용하여 참여기관인 고려대학교, 경희대학교, 명지대학교와 함께 CNT 에미터 제작기술을 개발하고 있다.

#### ▶ 세기조절 마이크로포커스 멀티엑스선원 기술 (한국전자통신연구원)

한국전자통신연구원 송윤호 박사팀은 엑스선원의 세기조절이 가능한 3극형 구조에, 고선량화를 위한 고전류, 고해상 영상 획득을 위한 마이크로포커스, 응용 시스템의 소형화 및 용이한 대체가 가능한 튜브 형태로 개발에 박차를 가하고 있다.

미국 및 일본 등의 경우에도 주로 CNT 에미터를 사용한 엑스선원 개발이 진행되고 있으나 에미터와 타깃을 튜브 형태로 실장하지 못하고 대개 진공챔버 내에서 구현하고 있는 수준이며, 일부 튜브 형태로 구현된 엑스선원도 3극형이 아닌 2극형이기 때문에 엑스선 세기의 조절은 불가능한 것으로 파악하고 있다.



▶ 멀티프레임 영상검출 및 단층합성영상 재구성 기술(주)휴먼레이)

(주)휴먼레이에서는 멀티프레임 영상검출 및 단층합성영상 재구성 기술 개발을 추진하고 있다. 나노소재기반 엑스선원에 대한 피사체 영상을 획득하기 위해서는 영상검출 센서가 반드시 필요로 하며, 더군다나 멀티엑스선원의 스캐닝 동작과 동기화되어 투사영상을 획득하기 위해서는 디지털 디텍터 기술의 확보가 필수적이다. 현재 (주)휴먼레이는 경희대학교 의공학과와 더불어 단층합성영상 재구성 기술과 무회전 고정형 단층합성영상 시스템을 개발하고 있다.

〈전계방출기반 세기조절이 가능한 마이크로 포커스 멀티엑스선원 기술개발을 위한 연도별 주요 추진〉

기 간	핵심 개발기술	결과물(예상)
'10.06.01 ~ '11.3.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 엑스선원 핵심요소 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자빔 궤적 시뮬레이션, 고밀도 캐소드/게이트 및 전자빔 집속, 아노드 요소기술 확보 및 이를 이용한 엑스선 튜브 구조 개발</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 엑스선 튜브(관) 설계도 및 진공챔버에 연결된 엑스선 튜브               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유방암 검진에 요구되는 규격의 엑스선 튜브 설계 및 동작이 검증된 엑스선 튜브</li> </ul> </li> </ul>
↓		
'11.04.01 ~ '12.03.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 조절 가능한 엑스선원 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세기 조절 가능한 다극형 엑스선원 구조, 고효율 고정형 아노드 및 진공패키징 공정을 통한 엑스선원 제작, 평가</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 조절 가능한 엑스선 튜브               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공 패키징된 엑스선 튜브와 이를 이용한 단일 엑스선원의 단층합성영상 시스템 검증</li> </ul> </li> </ul>
↓		
'12.04.01 ~ '13.03.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 조절 가능한 멀티 엑스선원 및 구동기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 멀티 엑스선원의 설계 및 제작, 구동기술 확보를 통한 세기 조절이 가능한 멀티 엑스선원 개발</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 조절이 가능하고 균일한 멀티 엑스선 튜브               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공 패키징된 멀티 엑스선 튜브와 이를 이용한 고정형 단층합성영상 시스템 검증</li> </ul> </li> </ul>
↓		
'13.04.01 ~ '14.03.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 및 에너지 조절 가능한 스마트 멀티 엑스선원 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세기 및 에너지 조절 가능한 다극형 엑스선원 구조 설계 및 가변형 고전압 power supply/제어 기술 확보를 통한 세기, 에너지 가변형 멀티 엑스선원 개발</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 세기 및 에너지 조절이 가능한 멀티 엑스선 튜브               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공 패키징된 세기, 에너지 조절이 가능한 멀티 엑스선 튜브와 이를 이용한 유방암 진단용 고정형 단층합성영상 시스템</li> </ul> </li> </ul>
↓		
'14.04.01 ~ '15.03.31	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고균일, 장수명 스마트 멀티 엑스선원 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 엑스선원 구조 최적화, 탈가스 및 진공 유지, 장수명화 기술 확보를 통한 스마트 멀티 엑스선원 개발</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고균일, 장수명 스마트 멀티 엑스선 튜브               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진공 패키징된 고균일, 장수명의 스마트 멀티 엑스선 튜브와 이를 이용한 최적화된 유방암 진단용 고정형 단층합성영상 시스템과 생물학적 지표성능 검증</li> </ul> </li> </ul>

### ■ 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템 개발 시 해결해야 할 과제는

멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템은 개발난이도가 높다. 즉, 관전압 50kVp, 관전류(피크) 100mA, 초점크기 0.3mm, 균일도 5%, 수명 30h의 세기조절·마이크로포커스·에너지 가변형 멀티엑스선원과 이를 이용한 유방암 검진용 고정형 단층합성영상 시스템을 개발하기 위해서는 해결해야 할 요소들이 많지만, 1)고밀도로 전자빔을 방출하는 음극 2)방출된 전자빔을 집속시키는 렌즈 3)고밀도 전자빔이 충돌하여 엑스선을 발생시키는 아노드 타겟 및 충돌 시 열을 제어하는 기술 4)상기 요소부품을 진공 밀봉하고 유지하는 패키징 기술 5)멀티 어레이로 배열된 엑스선원을 구동, 제어하는 기술 6)멀티 엑스선 어레이를 이용한 고정형 단층합성영상 시스템 인테그레이션 기술 7)단층영상을 3차원으로 재구성하는 알고리즘 및 프로그램 8)팬텀을 이용한 고정형 단층합성영상 시스템의 영상 평가 등의 기술들을 종합적으로 해결하여야 한다. 송윤호 박사팀은 물론 타 세 부과제에서도 유기적으로 개발결과물을 상호 feedback할 필요가 있으므로, 전담기관에서도 결과물 상호 공유를 통한 기술개발 시너지를 높이기 위해 반기별로 세부과제 간에 만남의 장을 마련하고 있다. 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템을 완성하기 위해서는 세부과제 간 기술적 교류가 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

### ■ 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템개발 사업화 전략은...

송윤호 박사팀은 나노소재 마이크로포커스 엑스선원을 개발하여 CNT 기반 소형 저전류 엑스선원은 XRF용, 제전기용으로 사업화할 수 있도록 준비하고 있다. 그리고 본 과제의 최종목표인 디지털 유방암 검진(DBT) 시스템으로의 적용은 동 과제와 컨소시엄을 구성하고 있는 (주)휴먼레이에서 추진할 예정이다. 즉, 송윤호 박사팀에서 개발한 엑스선 튜브를 장착한 제품을 (주)휴먼레이에서 추진할 예정이다.

- 2015년 1월, DBT 시스템 제작완료
- 2015년 5월, 완제품 국내 임상 테스트 완료
- 2015년 7월, DBT 시스템 인증 획득 (KFDA, CE), 판매개시
- 2016년 글로벌 시장의 약 4% 점유율, 매출액 약 1,000억원 달성 목표

또한, 제1세부과제를 수행하고 있는 (주)효성은 탄소나노튜브-금속 나노복합소재를 엑스선용 전계 에미터로 성능을 입증하면, 국내 전기전자 제조업체(회성전자, 삼성 SDI)를 대상으로 판매할 계획이다. 현재 (주)효성에서는 CNT를 사용한 탄소나노튜브-금속 나노복합소재가 전계 에미터로 효과가 있다는 기초데이터를 확보하고 있으므로 구성 조건을 최적화하여 FEL, BLU와 같은 전자소재로 효과가 좋은 나노 복합체 재료를 완성할 수 있을 것으로 보고 있다.

### ■ 멀티빔 디지털 단층합성영상 시스템개발에 따른 삶의 변화

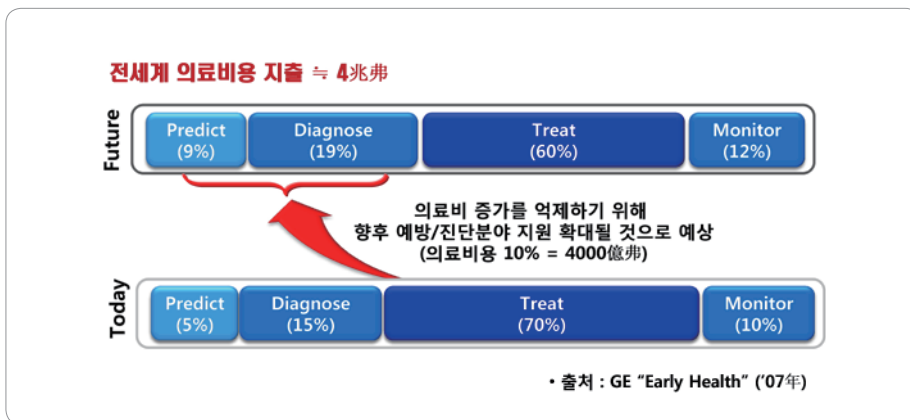
본 과제를 통해 개발될 저 전력소모, 소형의 엑스선 광원 기술과 멀티엑스선원 기술의 융합을 통해 다양한 형태의 고성능 병소특화 진단기 개발의 기반을 마련할 수 있고, 멀티엑스선원 및 영상 재구성 기술을 영상유도 방사선치료 기술과의 접목을 통해 치료 방사선 의학 분야의 최대 난제인 종양의 정확한 3차원 실시간 추적 기술 개발의 기반이 될 수 있다. 나노소재기반 멀티엑스선원을 채택한 단층합성영상 시스템은 기존의 열전자 기반 엑스선원의 회전형태보다 우수한 영상 특성(저선량, 고선명, 고해상도화)을 저렴하게 제공할 수 있다.

또한 산업적으로 나노 소재 엑스선 광원의 비파괴검사 분야 적용은 저렴하고 선명한 영상을 제공하는 비파괴검사기 제작의 기반이 될 것이다. 방사선 진단기의 수준에 맞추어 발전하고 있는 영상검출기를 위한 100μm 이하의 pixel 설계와 높은 감도를 위한 70% 이상의 높은 fill-factor pixel 설계 기술은 대면적 고해상도 고효율 optical image sensor와 low-noise readout electronics 기술을 필요로 해 국내의 아날로그 ASIC 반도체 산업 발전에 큰 파급효과를 가져올 수 있다.



결과적으로 나노소재기반 고휘도, 장수명 엑스선원, 전자빔 마이크로포커스 기술, 엑스선 세기 제거기술, 단층합성영상 처리기술 등을 확보할 경우, 엑스선 기기산업을 의료진단 및 방사선치료 분야, 보안검색 분야, 산업분야 등을 아우르는 거대한 신성장동력 산업으로 발전시키는 기틀을 마련할 수 있을 것으로 예상된다.

사회적으로 대부분의 만성질환은 조기진단으로 예방할 경우 발병률이 낮아지며 이에 따라 의료비용 감소에 지대한 기여를 할 수 있음(2008년 국내의 경우, 조기진단을 통해 심장질환은 연간 약 1조 2천억원, 유방암은 4천5백억원 절감 예상).



〈그림. 전세계 의료분야의 구성 변화 전망〉

따라서 의료비용 절감을 위해 그동안 치료에 집중되어 있던 의료비용이 예방·진단 분야로 이동할 것으로 예상된다. 엑스선 영상기는 저가, 간편성, 고해상도, 넓은 부위에 대한 순간촬영 등의 장점으로 신체 거의 모든 부위에 대한 진단영상의 60%를 차지할 정도로 가장 많이 사용되는 영상진단 장치이다. 질병사망률 1위인 암에 대한 조기진단 중요성이 강조됨에 따라 조기진단율을 높이기 위한 의료영상의 고화질화 필요성이 대두되고 있다. 엑스선 영상은 인체의 연조직(soft tissue)에 대한 대조도(contrast)가 낮고, 조직이 겹쳐져 있어서 정밀 진단이 어려워, 엑스선 영상 진단에 의한 오진율이 폐암 40%, 유방암 30% 정도로 매우 높다. 병변의 검출에 CT는 매우 우수하나 방사선 조사량이 많다는 단점이 있다. 단층합성영상 시스템의 개발을 통해 방사선 조사량을 CT의 1/10 수준으로 획기적으로 낮추면서 폐결절이나 유방암 진단 성능을 향상시킬 수 있게 되어 피폭량 감소를 통한 안전한 진료를 보장하며 정확한 조기진단을 통한 장기적 의료비가 절감되어 삶의 질을 높게 될 것으로 전망된다.

# 나노커뮤니티의 장 : 나노융합비즈니스 포럼

급성장 하고 있는 나노융합시장 선점을 위해 주요 선진국에서는 막대한 규모의 예산투자 및 국가적인 역량을 집중하고 있으며, 이에 따라 나노융합시장도 빠르게 성장하고 있다. 하지만 국내에서는 기초원천기술의 사업화 및 기업간 융합·협력 미흡 등으로 나노융합 산업화가 더디지는 안타까운 상황이 지속되고 있다. 이러한 산업화 정체현상을 해소하고 나노기술의 융합 및 산업화 촉진을 위해서 나노관련 주체들이 한마음이 될 수 있는 소통과 교류의 장이 필요한 실정이다. 이에 지식경제부에서는 “나노융합 비즈니스 포럼”을 출범하여 융합과 협력의 장으로써 본격적으로 나노기술의 산업화 지원을 촉진코자 한다.

## ■ 나노융합비즈니스 포럼 개요

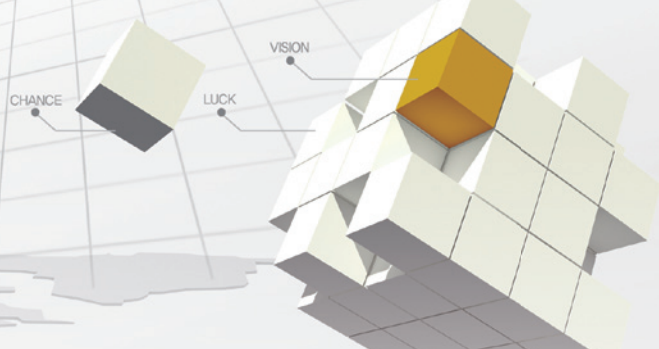
- 포럼의 목적 :** 2001년 나노기술종합발전계획을 수립한 이래 범정부차원에서 나노기술 투자를 통해 확보한 나노분야 기초·원천 기술이 상용화단계로 도약하고 미래 글로벌 나노융합시장을 선점하기 위해 나노융합비즈니스 포럼이 출범되었다. 융합산업 가속화 측면에서는 포럼을 통해 경쟁력 있는 기술을 보유한 소기업들과 완제품 제조과정 전반에 걸쳐 광범위한 연구개발투자의 위험도를 가지고 있는 중견·대기업간의 협업 및 융합을 선도하여 기존 제조업의 성장한계를 극복하고 국가 산업경쟁력을 획기적으로 제고하려 한다. 더불어 나노분야 기업과 산학연 주체간 정보교류 및 소통의 장을 제공하고 나노기술의 중요성을 널리 알리는 것이 포럼의 목적이다.
- 포럼구성 및 운영계획 :** 포럼은 년 4회 개최되며, 정책트렌드 논의를 위한 정책포럼과 주요 이슈중심의 테마별 세션으로 구성되어 운영할 예정이다. 이를 통해 정부 R&D 수요 및 지원정책을 적극 발굴하고, 나노산업 육성정책 전반에 대한 의견청취를 통한 제도개선을 추진할 것으로 보인다. 이 포럼은 나노전문 기업, 나노융합을 지향하는 대중소기업 관계자와 대학, 공공·민간 연구소의 연구자 등 나노 커뮤니티의 모든 관계자가 자유롭게 참여하고 교류하는 개방형으로 진행된다. 포럼은 나노 커뮤니티를 대표하는 이희국 이사장(나노융합산업연구조합)과 한민구 교수(서울대)가 공동대표를 맡았다.

## ■ 제 1차 나노융합 비즈니스 포럼 개최(6.26/팔래스호텔)



지난 6월 26일 서울팔래스 호텔에서 윤상직 지경부 1차관, 이희국 나노융합산업연구조합 이사장, 한민구 서울대 교수를 비롯한 나노분야 산학연 관계자 200여명이 참석한 가운데 제 1차 나노융합 비즈니스 포럼이 개최되었다.

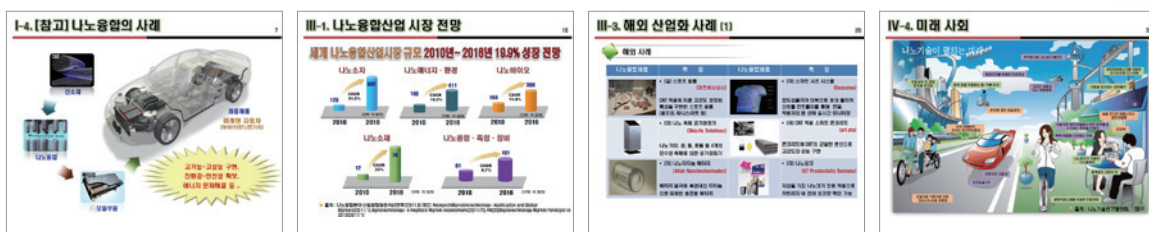
포럼 축사에서 지경부 윤상직 차관은 제조업 분야와 나노기술의 융합으로 국가적 산업경쟁력이 획기적으로 제고 할 것이라고 했다. 또한 지난해 무역 1조달러를 달성한데 이어 '무역 2조달러와 국민소득 4만달러 시대를 여는데 나노기술이 핵심적인 열쇠가 될수 있을 것'이라고 강조했다. 나노융합산업 발전을 위해 정부는 적극적인 지원을 아끼지 않을 것이며, 나노분야 산학연 모두가 산업화 촉진에 매진해 줄 것을 당부하였다.



기조강연을 맡은 이희국 이사장은 “글로벌 나노융합산업 동향 및 미래전망”이라는 주제발표에서 ‘나노기술이 핵심적으로 접목되어 최종제품이 개설·혁신될 것이며, 새로운 나노기능에 의존하여 신산업이 창출 될 것’이라며 나노융합산업의 의미를 소개했다. 세계적으로 나노제품 증가 및 국내 나노기업 증가 등과 더불어, 나노소재와 소자부분을 중심으로 2016년까지 연평균 20% 수준으로 나노융합산업 시장 급속히 성장할 것으로 전망했다. 이런 나노융합산업의 성장은 인류 삶의 질 향상에 핵심적인 역할을 할 것이라고 말했다.

\* 세계적 나노제품 사례 : 2005년 54개 → 2010년 1,317개

\*\* 국내 나노기업 : 2001년 70개 → 2011년 700여개



### 비전 및 목표

**비전** 2020년 세계 일류 나노융합 선도국가 도약  
- 나노융합 산업화 촉진을 통한 글로벌 나노융합 신시장 선점

**기본 방향**

- 초 산업으로의 나노융합 확산
- 경쟁력 있는 나노융합산업 생태계 조성
- 나노제품의 사회적 수용성 제고

**추진 전략**

- 1 나노융합 확산 체계화
- 2 나노기업 역량 강화
- 3 미래형 전문인력 양성
- 4 나노제품 안전성 기반구축
- 5 산업고도화 인프라 강화

〈나노융합산업발전방향의 비전과 추진전략〉

산화마그네슘 나노분말의 양산화에 대해 소개하고, 이 공법을 응용하여 결정질 태양전지 및 리튬이차전지의 핵심소재로 기대를 모으고 있는 실리콘계 나노분말의 개발 방향도 제안하였다.

해외 시장중심으로 사업화 성공한 석경AT 첨대 기능성 나노 파우더 제품과 고순도의 균일한 사이즈를 가진 나노입자 대량생산 기술 등을 소개하고, 세계시장 진출 전략으로 시장의 니즈 파악, 원천기술 확보를 위한 기초·기반기술 역량 강화, 글로벌 기업과의 전략적 제휴 등을 제시하였다. 자동차 분야 동반성장 우수사례는 현대자동차가 중소기업인 알루텍과 함께 탄성계수가 스틸보다 2.5배 높은 CNT를 첨가한 경량 알루미늄 소재를 개발하고 자동차 부품에 적용함으로써 자동차의 경량화 및 연비향상 효과를 거둔 사례를 소개하였고, 스마트윈도우분야 동반성장 사례는 네 패스에서 단열기능에다 태양전지 등 다양한 기능을 가진 스마트 윈도우 개발을 위한 기업간 협업 체계를 제안하였고, 이를 통해 '17년 약 150억 달러의 스마트 윈도우 시장 선점이 기대된다고 밝혔다.

기조강연이 끝나고 2부에서는 지식경제부 조정아 나노융합팀장이 나노융합산업발전방향에 대해 정책기조를 설명하였다. 나노융합산업 발전을 위해 필요한 5가지 정책과제는 나노융합 확산 체계화, 나노기업의 역량강화, 미래형 나노융합 전문인력 양성, 나노제품 안전성 기반구축, 나노융합산업 인프라 강화 라고 설명했다. 특히 '2020년 세계 일류 나노융합 선도국가 도약'이라는 비전달성을 위해서는 나노융합이 전산업으로 확산되고, 경쟁력 있는 나노융합 산업 생태계가 조성되어야 함을 강조하였다.

이어서 국내 기업을 중심으로 나노융합 산업화 성공사례 및 나노융합 동반성장 사례가 발표되었다.

국내 시장중심으로 사업화에 성공한 대주전자재료는

신공법인 기상합성공정을 개발하여 PDP 디스플레이용

■ 기업성공 노하우

기업명	주요 내용
대주전자재료 (오성민 전무)	<나노소재 사업화 성공요인> - 시장중심, 현장 애로기술과 밀접히 관련된 R&D 추진 - 현 사업과 나노 기반기술을 연계, 이업종 교류 활성화 - 기반기술확보를 위한 R&D 투자와 네트워크 강화
석경에이티 (임형섭 대표)	<나노소재 산업화의 해외 성공전략> - 글로벌 시장의 나노소재 Need에 기초한 연구역량의 집중화 - 독자적 제품 확보를 위해 기초기술에 대한 지속적인 투자 - 글로벌 선도기업과의 나노융합을 위한 마케팅 역량강화
현대자동차 (고영진 파트장)	<동반성장 : 자동차 부품용 경량 알루미늄 소재개발> - <결론>기술/시장경쟁력 제고를 통한 세계 부품/소재 시장 확보를 위해 동반성장 필요
네패스 (김종만 상무)	<스마트 윈도우 기술> - 에너지 효율과 관련, 스마트, 건물에너지 관리 시스템과 연결 필요

■ 향후계획

차수	개최시기	주요 특징 및 주제	주관
1차	6월 26일	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 특징 : 창립 포럼 (나노융합산업발전전략 발표)</li> <li>■ 주제 : 작은 기술 큰 산업, 나노융합산업</li> </ul>	한국산업기술평가관리원
2차	9월	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주제 : 생활속에 스며드는 나노</li> </ul>	나노융합산업연구조합
3차	10월	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 특징 : 미래 나노기술 조망</li> <li>■ 주제 : 나노가 꿈꾸는 미래 희망 한국</li> </ul>	나노융합산업협력기구
4차	12월	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 특징 : '나노인의 밤'(가칭)과 병행</li> <li>■ 주제 : 다함께 성장하는 나노</li> </ul>	공동주관



# 나노분리막이 하수 경제 살린다

화장실의 하수를 거른 물 한 잔. 과연 그 물을 자신 있게 마실 수 있는 사람이 있을까? 싱가포르 대통령인 쉐라판 라마 나단은 실제로 그 물을 단번에 들이마시며 '물맛 좋다'고 표현한 적이 있다. 하수를 정화해 식수로 사용하다니, 그것도 화장실의 하수를... 믿기 어려운 뉘그러 뉘지 저저분하게 느껴질 것이다. 하지만 하수의 식수 변화는 사실이다.

하수를 식수로 쓰는 물 재생에는 나노기술을 적용한 첨단 분리막을 이용한다. 지식경제부는 올해의 '신성장 동력산업' 가운데 8개 업종을 선정해 첨단업종으로 추가했는데, 그 중의 하나가 바로 나노여과막(나노분리막) 기술이다. 분리막이란 막으로 물을 통과시켜 수중에 존재하는 오염물질이나 불순물을 여과하는 기술이다. 정수처리, 하수 폐수처리, 해수 담수화 등에 쓰여 순수한 물만을 걸러낸다. 한마디로 뉴워터(Newwater)를 만들어내는 것이다.

## 화장실의 하수조차 식수로 변화시켜



뉴워터란 한 번 쓰고 버린 하수를 정화해 재활용해 만든 '새로 태어난 물'이다. 폐수는 2차 오염을 통해 수자원의 고갈을 더욱 가속시키는 악순

환을 일으킨다. 따라서 환경문제의 고리를 끊고 산업발전과 환경보존의 두 마리 토끼를 잡을 수 있는 묘책은 폐수를 재활용하는 길밖에 없다는 것이 과학자들이 갖고 있는 답이다.

하루 버려지는 하수는 약 1천만 톤, 1년이면 36억 톤이 되는 엄청난 수자원이다. 냄새나고 더러워 보이는 이 하수를 모두 모아 처리한 후 나노분리막을 거치면 바로 먹을 수 있는 생명의 물로 깨끗이 변해 사용자에게 돌려보낼 수 있다. 지금까지 여과에 주로 사용하던 일반 막은 미세한 오염물질을 거르는데 한계가 있었다. 하지만 막의 구멍 크기를 나노스케일로 줄이면 얘기가 달라진다.

보통 하수를 처리하는 첫 단계는 여과기를 사용해 오염물질을 거르는 것이다. 덩어리로 된 오염물질이 물리적 방법을 통해 제거된다. 하지만 오염물질이 물에 녹아 있는 경우에는 물리적으로 걸러낼 수가 없다. 이 때문에 화학약품과 결합시켜 오염물질을 분해하는 화학적 처리방법이 사용된다. 그래도 이후에 분해되지 않거나 화학반응으로 새롭게 만들어진 오염물질이 처리수 속에 녹아 있을 수 있다. 이때는 박테리아와 같은 미생물을 처리수에 넣어 분해시키는 생물학적 처리방법이 마지막으로 사용된다.

물 재이용 기술의 나노분리막 시스템은 이 모든 처리방법을 한번으로 업그레이드한 것이다. 나노분리막은 중앙이 비어 있고, 가느다란 튜브 형태의 수많은 나노 크기의 기공이 포함된 고분자 층이 표면을 덮고 있다. 이렇게 미세한 구멍이 뚫린 분리막으로 작은 오염물질은 물론 대장균이나 기생충 같은 병원성 미생물까지 걸러낸다.

유해물질을 가두거나 물질의 원자 일부를 포획해 흡착시키므로 아무리 더럽고 냄새나는 물이라도 분리막 과정을 거치면 바로 먹을 수 있을 정도의 깨끗한 물이 된다. 나노막의 핵심인 나노 기공이 폐수에서 물만 통과시키는 역할을 하기 때문이다.

## 인구밀도 높고 땅 좁은 나라에 안성맞춤

나노분리막 시스템은 부피 측면에서 더욱 매력적이다. 처리시설의 규모는 작을수록 좋다. 그래서 아파트 단지나 공장도 같이 기존의 폐수처리 시설이 어려운 곳까지도 널리 보급될 수 있다. 나노분리막 시스템은 미생물을 분리하기 위한 침전조가 필요 없어 공간을 적게 차지하므로 경제적인 뿐만 아니라, 고층 빌딩과 같은 건물 안에 설치해 그곳에서 발생한 하수를 화장실물이나 조경용수로 재사용하기에 안성맞춤이다.

그래서 인구밀도가 높고 땅이 좁은 한국과 홍콩, 싱가포르 같은 나라에서 나노분리막 시스템을 가장 선호한다. 물론 세계적으로도 각광받고 있는 시스템이라 미국·유럽·일본 등에서도 하루 수십만 톤 규모의 플랜트 수십 개가 가동되고 있다. 우리는 이제 시작 단계다.

막 여과는 사실 2차 대전 이후 유럽의 오염된 강물을 정화하고 하천에서 식수를 공급하기 위해 급속히 개발된 기술이다. 그것이 나노 수준으로까지 발전한 상태이다. 분리막은 구멍의 크기에 따라 마이크로막, 울트라막,

나노막, 역삼투막으로 나뉜다. 보통 상하수 처리나 담수와 하수 재이용의 전처리(Pretreatment)에 마이크로막과 울트라막이 사용되고, 나노막과 역삼투막은 담수와 하수 재이용 처리 부분에 주로 사용한다.

예를 들어 역삼투막은 물속에 녹아 있는 가장 작은 1가 이온인 소금이온 (Na, Cl-)까지 모두 제거하는 탁월한 성능을 갖고 있다. 역삼투막은 삼투압보다 높은 압력을 가할 때 용액에서 순수한 용매가 반투막을 통해 빠져 나가는 현상이다. 이제까지는 상수도 물을 정화할 때 역삼투압 방식이 사용되었는데 이제 하수도에도 적용되기 시작했다.

하수를 재이용할 수 있다는 것은 상당한 양의 안정적인 수자원을 확보하는 셈이다. 하수를 정화해 식수로 사용한다는 사실이 아직은 의아하게 들릴지 모르지만, 하수 재생 프로젝트는 우리나라뿐 아니라 물 부족 국가들에게 가뭄 속 단비 역할을 할 전망이다.

### 해수 담수화에도 분리막 시스템 사용

나노분리막 시스템은 해수 담수화에서도 인기몰이 중이다. 지구상에 존재하는 물의 양은 약 13억8천5백만km<sup>3</sup>. 이 중 바닷물이 97%를 차지해 13억5천만km<sup>3</sup>, 나머지 3%인 3천5백만km<sup>3</sup>가 민물(담수)이다. 민물 중 69%인 2천4백만km<sup>3</sup>는 빙산·빙하 형태이고, 29%인 1천만km<sup>3</sup> 정도가 지하수, 그리고 나머지 2%인 1백만km<sup>3</sup>가 민물호수나 늪, 강, 하천 등의 지표수와 대기층에 존재한다. 이처럼 지구 전체의 물의 양은 많지만 분포가 고르지 못한 게 문제이다.

결국 실제로 쓸 수 있는 물인 민물은 겨우 48만km<sup>3</sup>에 불과하다. 이 민물이 지구에서 이용되는 가장 값싼 수자원이다. 전문가들의 계산으로는 육지에 내리는 비의 양은 매년 12만km<sup>3</sup>로, 얼음을 제외한 전체 민물량의 1/4 정도가 된다고 한다. 민물의 1/4 정도가 매년 새 물로 바뀌어 바다로 흘러가고 있다.

세계는 이런 물 부족 사태를 해결하기 위해 바닷물에 눈을 돌렸다. 바닷물 속에 있는 염분을 제거하면 깨끗한 물을 얻을 수 있다는 '해수 담수화' 발상을 하면서 바닷물이 새로운 수자원으로 바뀐 것이다. 해수 담수화로는 바닷물을 끓여 수증기를 물로 만드는 '증발 방식'과 바닷물을 삼투막에 통과시켜 소금기를 거르는 '역삼투압 방식'이 널리 이용된다.

역삼투압 방식은 본래 바닷물을 정제 목적으로 개발한 산업용 기술이다. 이 방식을 정수기의 원리로 채택하면서 정수기업체의 판도가 확 달라지게 됐다. 증금속과 불순물은 물론 방식능 물질까지도 걸러낼 수 있어 정수 능력이 뛰어나다.

해수 담수화 기술은 21세기의 '블루 골드'이다. 현재 막을 이용해 바닷물을 걸러내 식수나 산업용수를 생산하는 역삼투압 방식 담수시장은 중동을

비롯해 북미, 호주, 남미, 유럽, 중국, 인도, 아프리카 지역 등으로 확대 추세에 있다. 그동안은 프랑스의 베올리아 워터와 미국 아이오닉스 등이 담수시장을 양분해 온 게 사실이다. 그런데 지난 2007년과 2008년 우리나라의 두산중공업이 사우디아라비아에 이어 쿠웨이트 담수 플랜트를 연속 수주함에 따라 역삼투압 방식 담수시장의 새로운 강자로 떠오르고 있다.



### 발전 가능성 높아 우리 경제의 밀천이 될 기술

지구상의 더럽혀진 물은 대부분 물의 자정능력으로 자연적으로 정화된다. 하지만 이제 물 부족으로 그 능력이 한계에 부딪혔다. 물은 순환작용을 하므로 고갈되지 않을 것이라고 생각하면 오산이다. 그렇다면 오염된 물을 되살리는 데 필요한 물의 양은 얼마나 될까?

예를 들어 라면 국물 한 컵을 버리면 이를 맑게 하기 위해 5천 배에 해당하는 750리터의 물이 필요하다. 즉 오염된 물에 맑은 물을 섞는 희석 방법으로, 물이 물을 살리는 방법이다. 물이 희석되는 것은 물의 자정작용 중의 하나이다. 된장국 한 그릇을 버리면 7,050배나 되는 1,410리터, 소주 한 병이 버려지면 1만5천 배인 5,100리터, 우유 한 컵이 버려지면 1만5천 배인 3,000리터, 식용유 한 스푼이 버려지면 19만8천 배인 2,000리터가 필요하다. 이런데도 음식 찌꺼기나 우유, 더러운 물, 쓰레기 등을 함부로 버릴 수 있을까?

영국 물 전문 리서치 기관인 글로벌 워터 인텔리전스(GW)의 보고에 의하면, 2007년 61억 달러이던 분리막 시스템 시장이 매년 평균 19.5%로 성장하여 2016년에는 303억 달러 규모로 커질 것으로 예상된다. 발전 가능성이 풍부하다는 얘기가.

미래는 기술 비전이 뚜렷한 첨단업종이 우리 경제의 밀천이 될 것이다. 기술을 모르고는 경제가 성장할 수 없다. 따라서 분리막 기술의 적극적인 연구개발과 투자를 통해 세계와의 경쟁력을 확보해 나갈 수 있기를 기대한다.

# 2012년도 나노기술발전시행계획

정부는 제 3기 나노기술종합발전계획을 수립함에 따라, 전년도(2011년) 실적을 점검하고 최근 환경변화 및 나노기술발전 추진전략 등을 반영하여 「2012년도 나노기술발전 시행계획」을 수립하였다. 본 계획은 교육과학기술부 및 지식경제부 등 7개의 부처가 참여하여 수립하였으며, 세계일류 나노 강국 건설이라는 비전달성을 위해 3대 중점 추진전략을 구체화 하였다. 이에, 2012년도 나노기술발전시행계획 내용에 대해 자세히 알아보자.

## 〈2011년도 추진실적 및 성과〉

- 1. 정부 투자실적** : '11년 나노기술분야에 대한 정부투자는 총 2,534억원이며, 교육과학기술부가 전체 52.6%(1,333억원)를 차지하고 있다. 부문별 투자비중은 연구개발(R&D)이 85.9%로 가장 높다.
- 2. 인프라 운영 부문** : 국내 나노인프라는 연구분야 및 지역별 서비스를 거점으로 총 6개가 구축·운영되고 있으며, '11년도 서비스 실시 현황은 '10년도(40,917건) 대비 11.2%가 증가한 45,905건 이다.
- 3. 인력양성 부문** : 대학의 나노기술학과는 '11년도 총 73개로, '01년도(3개) 이후 현재까지 매년 지속적으로 증가하고 있다. 부처별로는 다양한 인력양성(교과부\_두뇌한국21사업, 지경부\_측정분석인력양성 등)사업을 통해 고급인력양성을 추진하였다.
- 4. 논문 및 특허 부문** : '11년도 우리나라의 나노분야 SCI급 논문수는 3,103편으로 세계3위이며, 미국 등록 특허 수준도 이와 비슷하다('05년도 이후 3위 유지)

2012년도 추진계획

1. 비전 및 추진전략

세계일류 나노강국 건설  
(제 3기 나노기술종합발전계획)

2012년도 3대 중점 추진전략

나노기술의 기초·원천 연구 개발을 통한 국가 경쟁력 확보 및 산업화 촉진	나노기술의 전주기적 안전연구 및 국제협력 강화	나노인프라 활용 전문인력 양성 확대 및 연구개발 역량 강화
--	---------------------------	----------------------------------

6대 추진과제

① 미래사회 수요해결을 위한 목적지향적 기초·원천 연구개발 강화	③ 나노물질의 안전성 관련 정보교류 및 대응전략 수립	⑤ 우수연구 및 산업체 현장 전문인력양성 프로그램 개발 및 운영
② 산업화 촉진을 위한 부처간 연계협력 지원	④ 나노기술개발에 관한 국제협력 확대	⑥ 연구성과 확산 및 산업화 촉진을 위한 인프라 활용 극대화

2. 3대 중점 추진전략 및 6대 추진과제

(전략1) 나노기술의 기초·원천 연구개발을 통한 국가 경쟁력 확보 및 산업화 촉진

- ① 미래사회 수요해결을 위한 목적지향적 기초·원천 연구개발 강화
  - 제 3기 나노기술종합발전계획에서 도출된 5대 중점분야 30개의 미래 기술 집중 지원
  - 향후 기술의 패러다임 전환을 위한 나노·소재분야의 기초원천연구 확대 및 산업화 연계 가능한 핵심 원천기술개발 추진
  - 나노관련 개인·집단 기초연구의 확대·활성화를 통해 우수성과를 타 사업으로 연계·상용화 촉진
  - 전통 환경기술에 NT, BT, IT 등 첨단기술을 접목, 환경융합 신소재 등 미래 원천기술 개발
- ② 산업화 촉진을 위한 부처간 연계협력 지원
  - '나노기술 선도국가 진입 및 나노 신산업 창출' 기획연구를 통해 제 3기 나노기술종합발전계획과 연계하여 전략 도출
  - 산업융합원천기술개발사업의 전략적 추진 및 확대
  - 나노융합제품의 사업화 연계를 위한 제품 발굴 및 수요연계활동 강화
  - 나노기술을 보유한 산·학·연과 연계하여 나노바이오융합기술 및 나노소재·공정기술과 접목한 고기능성 제품과 소재 개발
  - 나노융합기술 상용화 R&BD 추진을 위한 '나노융합 2020' 사업 본격 추진
  - 보건의료기술과 NT, BT 등의 융합으로 관련 핵심기술 확보와 R&D 인프라 구축을 통한 보건의료기술혁신 및 신산업 창출

### (전략2)나노기술의 전주기적 안전연구 및 국제협력 강화

#### ③ 나노물질의 안전성 관련 정보교류 및 대응전략 수립

- 나노기술 안전관리를 위한 전략수립 방안 및 연구윤리 지침 검토 및 주요국 나노 EHS 분야 연구결과 수집·분석을 통한 대응사업 추진
- 나노 식·의약품 등 안전관리 기본계획 마련
- 범부처 '제1차 나노안전관리 종합계획 향후' 향후 추진계획 마련
- 나노물질 안전성에 대한 범부처 종합 정책협의회를 통해 연 1회 이상 진행상황, 문제점 파악 및 조정

#### ④ 나노기술개발에 관한 국제협력 확대

- 한국은 OECD WPMN, WPN 등에 참여하여 국제협력 강화
- ISO 관련, 흡입독성시험용법을 위한 나노입자 발생방법 등 안전성 관련 4종류의 표준안 프로젝트에 한국 참여 중
- 나노기술 국제협력을 통한 기반구축 및 국내 핵심 연구역량 강화
- 나노바이오센서를 이용한 진단, 검사, 예방기술의 국제공동연구 개발로 질병방제 및 축산물검사 첨단 선진화

### (전략3)나노인프라 활용 전문인력양성 확대 및 연구개발 역량 강화

#### ⑤ 우수연구 및 산업체 현장 전문인력 양성 프로그램 개발 및 운영

- BK21 사업을 통해 국제경쟁력 있는 NT분야 핵심 고급 인력양성 및 미래연구 리더 육성을 위한 신진연구자 지원 강화
- 나노교육 온라인 인프라 구축 및 교과서 발간
- 나노융합산업의 기업 수요를 반영한 맞춤형 나노기술인력 양성사업 추진
- 부처별 수요에 맞는 다양한 나노 전문인력양성 프로그램 운영

#### ⑥ 연구성과 확산 및 산업화 촉진을 위한 인프라 활용 극대화

- 나노패 활용도 제고를 위한 이용료 지원, 서비스 고도화를 위한 선행공정 개발 및 전문인력 양성 등 인프라 활성화 지원
- 국가나노기술전략수립 지원 및 나노기술 동향·동향분석, 나노기술 성과확산 및 국제 네트워크 구축
- NANO KOREA 2012 국제나노기술심포지엄 및 나노융합 대전 개최
- 나노기술 상용화 공정개발, 시제품 제작, 시험생산 R&D 지원을 위한 '나노융합상용화플랫폼촉진 및 활용사업' 추진
- 의료용 나노치료소재 개발센터 지원
- 국방나노융합특화연구센터 시설 및 기반구축

## 3. 투자계획

정부는 '12년도 나노기술분야에 전년대비 2.6% 증가한 총 2,600억원을 투자할 계획이며 기관별로는 교부가 1,296억원으로 가장 많음.

(단위: 백만원)

구분	R&D	인프라	인력양성	합계
■ 교육과학기술부	111,439	4,300	13,898	129,637
■ 지식경제부	33,975	5,550	2,000	41,525
■ 환경부	14,874	0	0	14,874
■ 농림수산식품부	4,134	550	0	4,684
■ 방위사업청	2,225	0	0	2,225
■ 식품의약품안전청	2,100	0	0	2,100
■ 보건복지부	750	0	0	750
■ 출연연구기관(13개)	56,850	6,668	714	64,232
<b>합계</b>	<b>226,347</b>	<b>17,068</b>	<b>16,612</b>	<b>260,027</b>



# (株)엘엠에스



## 1. 기업소개

- 기업명 : (주)엘엠에스
- 대표이사 : 나우주
- 설립일 : 1999. 2. 13.
- 주 소 : 본사: 경기도 평택시 진위면 청호리 340-6 / 연구소: 경기도 안양시 동안구 관양동 913-4
- 직원수 : 310명
- 매출액 : 87,811백만원
- 전 화 : 031-421-2345
- 팩 스 : 031-421-6446
- 홈페이지 : www.lmsglobal.com
- 이메일 : webmaster@lmsglobal.com

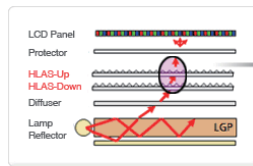
## 1. 회사소개

엘엠에스는 세계적인 부품/소재 회사를 만들어 보자는 일념으로 1999년에 설립되어, 미세가공기술을 바탕으로 불굴의 도전정신과 지속적인 R&D 투자를 함으로써 2003년에 전세계에서 2번째로 TFT-LCD에 사용되는 BLU(Back Light Unit)용 프리즘시트(Prism Sheet) 개발에 성공하였고, 현재 중 소형 프리즘시트 업계를 선도하고 있습니다. 또한 정밀가공 기술을 바탕으로 CD/DVD에 사용되는 Pick-up용 Grating Lens를 2005년에 전세계에서 2번째로 개발하였으며, 차세대 Storage의 핵심부품인 Blu-ray용 광부품개발에 성공함으로써 명실공히 세계적인 정밀광학부품 기업으로 도약하고 있습니다.

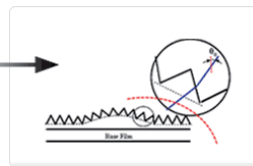
## 2. 주요생산품 또는 사업분야

### ▶ HLAS

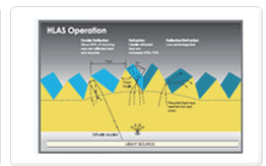
당사의 Prism sheet인 HLAS는 Diffuser sheet를 거쳐서 퍼져 나온 빛을 prism과 micro-lens의 집광 기능에 의해 수직방향으로 모아줌으로써 BLU의 휘도를 상승시키는 기능을 합니다.



[BLU구조]

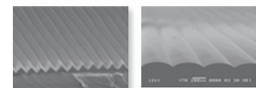


[LMS 프리즘 시트(HLAS)]



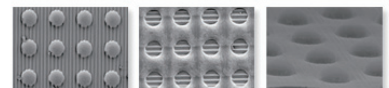
### ▶ UV imprinting LGP

LED TV의 핵심 광학 부품인 LGP에 적용되는 미세 패턴을 당사의 독자적인 UV imprinting 기술을 활용해 구현함으로써, 고 휘도 및 복합기능이 가능하도록 개발된 차세대 제품입니다.



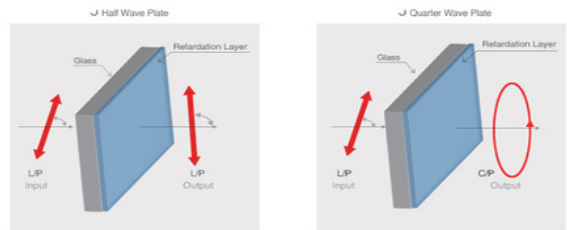
UV Imprinting Micro Structure

- UV Imprinting 기술을 이용해 다양한 LGP 패턴 구현
- 양면 패턴링 기술 적용
- 고휘도, 복합기능 LGP 구현 가능



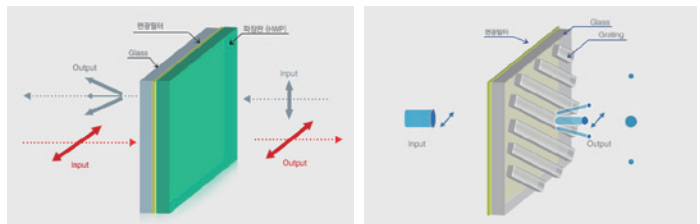
▶ 파장판

파장판은 빛의 편광을 직선(Linear Polarization) 혹은 타원편광(Circular Polarization)으로 변환시켜주는 광부품으로써 기판상에  $\lambda/2$  (HWP)와  $\lambda/4$ (QWP) 위상 지연층이 형성되어 있습니다.



▶ 편광필터 복합소자

복굴절 층과의 Index Matching을 통해 편광에 따른 선택적 회절을 발생시키는 소자로서, CD/DVD 등에서 반사되어 되돌아 오는 레이저 빛이 LD쪽으로 입사되는 것을 방지하여 출사된 빔과의 간섭에 의해 발생할 수 있는 Noise를 최소화 하기 위한 소자 입니다. 편광필터 복합소자는 편광필터와 파장판 또는 편광필터와 grating 소자와 결합된 소자로서, 편광방향에 따라 왕로광은 통과시키되, 복로광은 회절시키는 기능을 하는 소자 입니다.



3. 나노 기술개발 연구 동향

World-wide No.1 제품인 당사의 prism sheet와 World-wide No.2 제품인 당사의 광픽업용 부품은 IT산업의 특성상 고객의 요구가 끊임없이 변화되고 있는 추세입니다. 이에 부응하기 위해 당사는 나노 임프린팅 기술을 기반으로 하는 독창적인 미세/정밀 가공기술 및 Roll-to-Roll coating 기술을 통한 층 더 업그레이드 된 광학부품 연구개발에 힘쓰고 있습니다.

더 나아가 양자점, 탄소기반의 나노 소재를 바탕으로 하는 연구개발을 통해 국내 IT 산업의 발전 및 부품/소재 산업의 경쟁력 향상에 기여하고자 총력을 기울이고 있으며, 연구 개발과 더불어, IP 확보 전략에도 힘쓰고 있습니다.

4. 향후 사업계획 및 양산화 계획

당사는 LCD용 Prism sheet, 광픽업용 부품 뿐만 아니라, OLED용 부품·소재 개발에 있어서도 끊임없는 도전과 열정으로 양산화에 핵심 역량을 집중하고 있습니다. 또한 지식경제부의 기술개발사업 등을 통해, 나노 소재 및 이를 응용한 부품 개발을 진행하고 있습니다.

향후 사업화를 통해 세계초일류부품 전문기업으로 도약하는 기회로 삼고, 새로운 부품 및 소재 개발 강화 등을 통해 IT 산업의 발전에 도모하는 기업이 되고자 합니다.



www.cpri.re.kr

# (재)철원플라즈마산업기술연구원

## 기관소개



기관명 : (재)철원플라즈마산업기술연구원  
 원장 : 김성인  
 설립일 : 2005.12.28  
 주소 : 강원도 철원군 갈말읍 호국로 4620  
 직원수 : 25명  
 연락처 : 033)452-9709, www.cpri.re.kr

(재)철원플라즈마산업기술연구원은 강원도와 철원군에서 전략산업으로 육성하고 있는 플라즈마 나노소재 산업을 활성화기 위해 설립된 전문 연구기관입니다. 그 동안 지식경제부에서 시행한 지자체연구소육성사업(2004~2009), 지역산업기술개발사업(2008~2011), 지역전략산업육성사업(2009~2012)을 수행하면서 4대 산업기술을 보유하게 되었습니다. CPRI는 플라즈마 산업기술 연구분야의 선두주자로서 완벽하고 안전한 장비와 국내 최고 연구진으로 구성되어 신기술 개발과 연구에 앞장서고 있습니다.

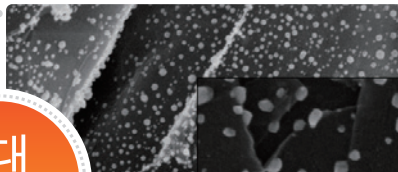
### RF열 Plasma (7)양산 공정특허

14,000도의 열 플라즈마를 이용하여 나노 powder를 생산하는 자체개발된 장비기술



### 그래핀 나노융합 (1) 물질특허 & (2) 공정특허

나노 메탈과 그래핀을 융합하여 접촉저항과 분산성을 개선하는 융합기술

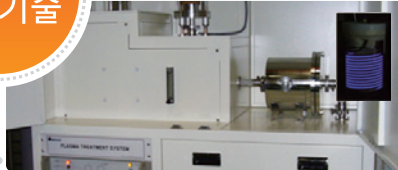


4대  
산업기술



### OLED 조명 (2) 제품특허 & (1) 디자인특허

연구원에서는 유일하게 200x200을 in-line으로 6시간 6면생산하는 장비와 자체 개발된 OLED 산별리어 조명



### 나노 Plasma CVD (4) 공정특허

나노 powder를 플라즈마 분산, 플라즈마 CVD 등의 처리를 할 수 있는 기술

## 기업지원 서비스



3개의 RF 플라즈마 장비를 갖추고 수요업체가 요구하는 세라믹, 금속, 산화물, 화합물 등 다양한 나노소재를 나노해(100nm) 및 구형화 공정개발을 지원합니다.

각종 나노산업분야에  
응용을 위하여 기업체에  
서비스 제공



OLED조명패널 in-line양산시스템과 포토리소그래피, 배관기, 적분구 등 다양한 광특성분석장비를 갖추고 OLED기판 패터닝, 페널 제작, 산소제 재료의 생산공정 검증에 대한 Beta-Test를 지원합니다.





철원플라즈마 일반산업단지 조성사업

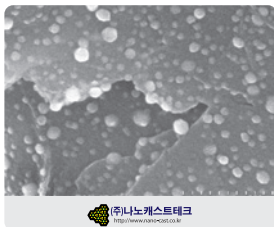
## 나노 기술개발 연구동정

철원플라즈마산업기술연구원은 플라즈마를 이용한 나노소재 engineering 전문 연구기관입니다. RF 열 플라즈마를 이용하여 Si, Ni, SiTi, AlN, Ba-glass, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CIGS 등 다양한 물질의 나노화 양산 공정기술을 개발하였고 세계 최초로 RF 열 플라즈마를 이용하여 그래핀 나노 flakes에 Si, Ni, Ag 등을 나노크기로 융합하는데 성공하였습니다. 또한, 저온 플라즈마를 이용하여 세계 최초로 나노 입자의 표면처리나 Functional group을 도입하는 장비를 개발하였고 나노 powder에 대한 플라즈마 CVD 공법을 개발하였습니다.

철원플라즈마산업기술연구원은 나노소재 및 OLED 조명의 핵심산업 기술에 대한 Know-How를 국내외 기업들과 공유하기를 원합니다.

## 기술협력 기업소개

철원플라즈마산업기술연구원의 기술을 License하여 CPRI에 입주하여 공동 기술개발과 사업수익을 함께 공유하는 기업입니다.



(주)나노캐스트테크는 세계 최초로 그래핀에 나노메탈을 융합하여 그래핀의 접촉 저항과 분산 문제를 획기적으로 해결하는 메탈-그래핀 소재를 개발/판매합니다.



(주)인포비온은 세계 최초로 나노파우더를 플라즈마로 처리하여 나노파우더의 분산도를 획기적으로 향상시킬 수 있는 플라즈마 분산처리장비를 개발/판매합니다.



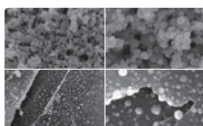
(주)광명라이팅은 CPRI에서 제작된 OLED Panel을 이용 OLED 상층리에 등기구에 대한 기술특허와 디자인특허를 확보, 관련 제품을 개발/판매합니다.

## 향후 추진계획

우리 연구원은 향후, 광역경제권연계협력사업(2012~2015), 신지역특화산업육성사업(2013~)을 추진하면서 나노소재 응용분야 대/중견기업을 유치하고 플라즈마 나노신소재 산업클러스터를 형성하여 국제적인 Plasma Nano Engineering Center를 만들어 나갈 것이다.



조형소자 평가분석장비



나노 융합 신소재



OLED 조명을 위한 패턴링 공정 시스템



OLED 조형패널 공정/배기장 시스템



RF 열플라즈마시스템



CPRI는 플라즈마 산업기술 연구분야의 선두주자로서 완벽하고 안전한 장비와 국내 최고 연구진으로 구성되어 신기술 개발과 연구에 앞장서고 있습니다.



R2R Web Coating System

## 한국나노기술원

### 나노소자특화팩센터, '한국나노기술원'으로 명칭 변경



그동안 전문용어로 구성된 명칭이었던 나노소자특화팩센터(원장 고철기)가 '한국나노기술원'으로 새로 출발한다. 나노소자특화팩센터는 5월 입법 예고한 '경기도 나노소자특화팩센터 설립 및 지원 조례 전부 개정 조례안'이 도의회를 통과하면서 이름을 '한국나노기술원'으로 변경한다고 밝혔다. 이 조례안은 경기도 나노소자특화팩센터 명칭이 2003년 당시 과학기술부가 센터를 구축하는 과정에서 '나노소자특화팩구축' 사업명을 인용, 사용해 왔으나 대국민 이해 및 친숙도가 떨어져 쉽고 편리한 명칭으로 변경하

기 위해 마련됐다. 조례안은 명칭을 변경하는 내용 외에도 나노기술원의 사업 수행에 따른 결과물을 도내 중소기업 등이 활용해 육성할 수 있도록 '나노기술원 책무'를 추가 신설하는 한편, 나노기술원의 운영지원 다양화를 위해 '도비보조금'과 '정부보조금'을 추가 신설했다. 새 명칭은 곧바로 법적 지위를 갖게 되며, 기술원은 이 변경과 새 기관명 홍보 등 후속조치에 나설 예정이다. 센터는 지난해 12월 이사회에서 명칭 변경을 의결하고 지난달 교육과학기술부 승인을 얻고, 금년 5월 오세영 도의원이 발의한 조례 개정안을 도의회에서 입법 예고 및 주민 의견 수렴 과정을 거쳤다.

## 주성엔지니어링

### 주성엔지니어링, 신사업으로 불황돌파



주성엔지니어링(대표 황철주)이 태양광 라인 '업그레이드 사업'으로 불황을 돌파한다. 주성은 태양전지 생산라인에 사용하는 플라즈마증착장치(PECVD)와 식각장비(RIE)의 수주가 지속적으로 늘어나고 있다고 밝혔다. PECVD와 RIE는 태양전지가 많은 빛을 흡수할 수 있도록 코팅·식각작업을 수행하는 장비다.

글로벌 태양광 시장이 침체를 겪으면서 태양전지 제조업체들이 증설보다는 기존 생산라인의 성능 제고에 집중하면서 주성엔지니어링의 제품이 주목을 받고 있다. 성능이 뛰어난 PECVD와 RIE를 적용하면 광변환 효율이 높은 태양전지를 만들 수 있다.

지난해 관련 사업의 매출 비중은 전체의 약 20% 수준으로 올해도 수주가 눈에 띄게 늘고 있다. 주성엔지니어링은 우리나라를 비롯한 미국, 중국의 주요 태양광 업체들로부터 수주가 예정돼 있다고 밝혔다.

주성엔지니어링 관계자는 "LCD 라인에 사용되는 PECVD 기술로 이미 인정을 받았으며 이를 바탕으로 개발한 태양광용 PECVD 역시 우수성을 입증 받은 것"이라며 "RIE는 파일러라인이 아닌 양산설비에 적용 가능한 세계 유일의 식각장비"라고 말했다.

## 톱텍

### 나노섬유관련 특허권 취득



톱텍은 6월 28일 폴리올레핀 나노섬유 부직포 제조방법, 제조장치 및 세퍼레이터에 관한 특허를 취득했다고 공시했다. 정확한 특허 명칭은 "카본나노 구조물 함유 시트의 제조방법"이며 본 발명은 카본나노 구조물의 분산액과 섬유를 혼합하여 시트형상 섬유제작공정을 이용하여 높은 생산성으로 카본나노 구조물 함유 시트를 제조할 수 있는 제조방법에 관한 것이다.

관계자에 따르면 본 발명의 제조방법으로 저비용으로 카본나노 구조물 함유 시트를 생산할 수 있으며, 생산된 고품질의 카본나노구조물 함유 시트는 도전재료, 전자파 흡수재료, 촉매담체재료, 연료전지재료 등의 소재로 적극 활용할 계획이라고 밝혔다.

# 사무국 일정 / 행사

## 〈외부전문가 세미나 실시〉

영국의 경제학자인 아놀드 토인비는 이런 말을 했다. “나는 내일의 일을 하기 위해 알아야 할 일들을 매일 배우고 있다.”

조합도 내일의 일을 하기위해, 미래를 준비하기 위해 배움과 공부의 끈을 놓치 않고 있으며, 일환으로 나노관련 전문가를 초빙하여 분야별 세미나를 추진하고 있다. 세미나는 지난 4월 1차를 시작으로 현재까지 7차례 실행하였으며, 앞으로도 지속적으로 실시할 예정이다.

교육의 힘은 무엇보다도 강하다. 앞으로 더욱 성장할 나노조합의 모습을 기대해 본다.



## 〈나노조합-ATC협회 MOU체결〉

나노조합과 ATC협회는 지난 5월 24일 수요연계 협력기반을 마련하여 기업간 상호 경제적 가치를 창출하고 산업 경쟁력 확보를 위해 상호협력 양해각서(MOU)를 체결하였다.

국내 나노기업이 개발한 나노제품들이 수요처를 발굴 할 수 있도록 ATC 회원사에게 직접적으로 홍보·연계 할 계획이다.

ATC협회 회원사인 중소·중견기업의 새로운 나노소재/부품/기술에 대한 높은 관심과 수요가 예상되며, 이에 따른 나노융합제품의 조기 상용화를 기대해 본다. 뿐만 아니라 ATC협회 회원사들에게는 나노융합제품(기술) 접목을 통해 기술혁신에 도움이 될 것으로 보인다.



### 《사무국 상반기 워크샵》

매년 2회 개최하는 사무국 워크샵. 이번 개최 장소는 충남 공주 명산, 계룡산이다. 높은 곳에서 넓은 경치를 보면서 깊게 생각할 수 있는 것은 사람들이 산 정상을 향하는 이유중 하나일 것이다. 매일 사방이 막힌 사무실 책상에서 벗어나 숨이 트이고 머리가 맑아지는 산행은 무엇보다도 비교할수 없는 좋은 교감이다.

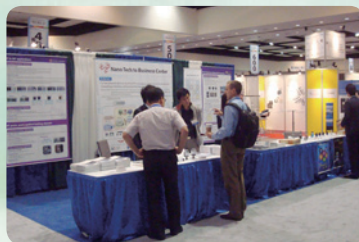
워크샵 전반적으로는 "Cross the NTRA"를 주제로 세미나, 체육활동, 레크레이션 등의 다채로운 활동으로 상·하간 공감을 충분히 이끌어 냈다. 이는 워크샵이 이해와 소통의 장으로 자리매김 했다는 뜻일 것이다.

게다가 현재의 조합모습에 대해 직원들의 다양한 의견제시 및 공유를 통해 앞으로 나아가야 할 우리의 미래상도 그려 볼 수 있는 좋은 기회였다.



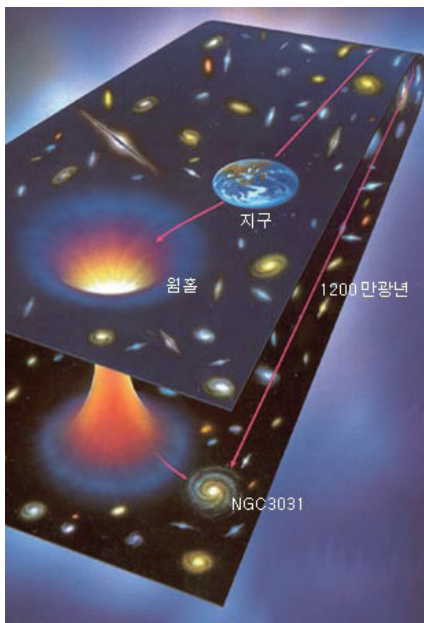
### 《미국 NSTI 참관》

북미권의 나노기술행사인 "Techconnect World 2012"가 6월 18일부터 4일간 Santa Clara 컨벤션센터에서 NSTI(Nano Science and Technology Institute)주최로 개최되었다. 1998년 최초 개최 이후 15회째 맞이하는 이번 행사는 Nanotech, Microtech, Biotech, Cleantech, Techconnect 등 5개의 특화된 협력 전문행사를 동시에 개최되었으며 주로 측정분석장비와 소재일부 그리고 기관을 홍보하기 위한 목적으로 매우 작은규모(104부스)로 진행되었다. 한국에서는 총 4개 기관이 참가하여 '나노융합기업 T2B 촉진사업'을 통해 적극적인 해외 홍보·마케팅을 실시하였다.





# 너 그게 아니?



## <우주의 신비 1> 블랙홀

중력이 엄청나게 강해 빛도 탈출할수 없다는 블랙홀과 반대의미의 화이트홀은 무엇일까?

블랙홀은 밀도도 중력의 세기도 무한대인 '특이점(Singular point)'과, 그 주위의 '사상의 지평면(Event horizon)'으로 형성된다. 사상의 지평면은 안쪽으로 들어가면 모든 것이 탈출할 수 없게 되는 영역의 경계면이다. 아인슈타인의 이론에서는 빛보다 빨리 진행하는 물질은 없다. 가령 블랙홀의 중력이 엄청나게 강하여 빛도 거기서 탈출할 수 없다면, 다른 물질 역시 거기서 탈출할 수 없다. 블랙홀의 내부로 들어간 물질은 영구히 거기에 갇히게 된다. 그렇다면 모든 물질이 그 곳으로 들어가 버리는 특이점이란 과연 어떠한 곳인가? 그 곳은 어떠한 방정식도 의미가 없고, 어떠한 물리의 법칙도 전혀 통용되지 않는 세계이다. 특이점으로 들어가 버리면 어떻게 되는가? 그것은 현재 전혀 알지 못하고 있다.

많은 천체는 회전하고 있다. 블랙홀도 회전하고 있는 것이 있다. 회전하는 블랙홀의 안이 어떻게 되어 있는가를 알아보자. 회전하고 있는 블랙홀 주위의 공간은 일그러지고, 블랙홀 바깥쪽에 '에르고 영역(Ergo Sphere)'이라고 불리는 공간 영역이 발생한다. 에르고 영역 안에서는 공간 자체가 광속 이상의 속도로 블랙홀에 이끌려서 돌고 있기 때문에, 어떠한 운동을 하여도 블랙홀이 도는 방향으로 끌려가게 된다. 회전의 또 하나의 효과는 블랙홀의 표면인 사상의 지평면의 내부에 또 다른 하나의 지평면이 나타나는 일이다. 이것을 '내부 지평면'이라고 부른다. 바깥쪽의 지평면으로 들어간 물체는 반드시 안을 향해 끌려가게 되는데, 내부 지평면보다 안쪽에는 큰 원심력이 작용하고 있어서 그 안으로 들어간 물체는 반드시 중심 방향으로 낙하하지 않고 운동할 수 있다. 단 내부 지평면의 밖으로 되돌아갈 수는 없다. 내부 지평면 안에서의 특이점은 고리 모양으로 분포한다. 이 내부 지평면의 안쪽 영역은 다른 우주로 가는 통로로 되어 있다. 다른 우주에서는 블랙홀이 아니라 '화이트홀(White Hole)'로 나타난다. 화이트홀이란 블랙홀과는 정반대로 그 안에 머물러 있지 못하고, 반드시 바깥 세계로 밀려 나가게 되는 시공간의 영역이다. 따라서 내부 지평면 안으로 들어간 물체는 잠시 거기 머문 다음 급히 내부 지평면 밖으로, 그리고 화이트홀 밖으로 내던져지게 된다. 그 곳은 이전과는 다른 우주이다. 단 내부 지평면이 안정하게 존재하는지의 여부는 알지 못하고 있는데, 많은 연구자는 불안정하다고 생각하고 있다. 다른 세계로 가는 통로가 되었다고 해도 순식간에 그 문을 닫아 버릴지도 모르기 때문이다.

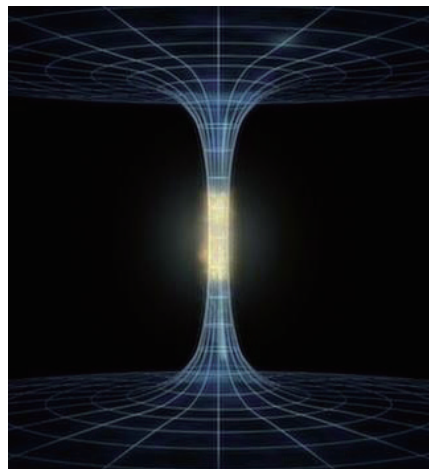
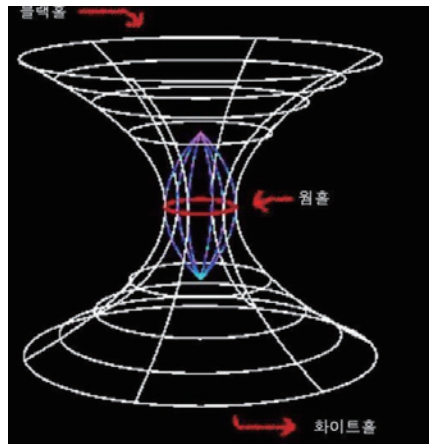
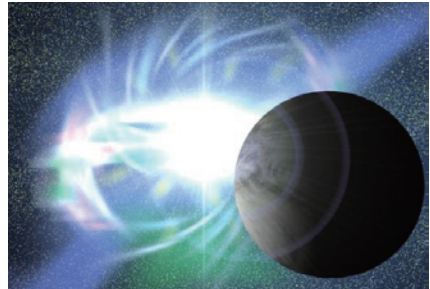
## <우주의 신비 2> 화이트홀

화이트홀은 블랙홀을 시간적으로 뒤집은 것이다.

원홀을 중심에 두고 볼 때 화이트홀은 블랙홀과 반대쪽에 있다. 그러나 과학자들은 화이트홀의 수명이 매우 짧은 것을 알아냈다. 즉 화이트홀에서는 물체(빛)의 에너지가 급격히 증가해 순식간에 블랙홀로 바뀐다는 것이다. 만약 태양만한 화이트홀이 있다면 그 수명은 1만분의 1초밖에 되지 않는다고 한다.

다시말해서 블랙홀과 반대되는 개념으로 블랙홀을 시간반전해서 블랙홀로 빨려들 어간 천체들이 다시 빠져나오는 것이 화이트홀이다. 사실 화이트홀이 존재하는지는 알수없지만 만약 화이트홀이 존재한다면 그곳으로부터 빛의 속도로 가스나 천체 등의 물질이 튀어나오는 것이 보일 것이다.

블랙홀과 같이 모든 것을 흡수하는 세계가 있으면, 반드시 그 반대 세계가 존재한다는 것을 일반 상대성 이론은 유도하고 있다. 다시 말해 물질이 그 내부로는 절대로 들어갈 수 없는 모든 물체를 방출하는 세계가 있다는 것이다. 이것을 화이트홀(White hole)이라고 한다. 그러나 화이트홀이 어떻게 형성되는가 하는 메커니즘에 대해서는 전혀 아는 바가 없다. 블랙홀의 명명자 휠러는, 블랙홀과 화이트홀의 사상의 지평선 내부를 잘라내고, 그 나머지를 연결하면 어떻게 되는가를 생각했다. 이렇게 하면, 블랙홀에 흡입된 물질은 화이트홀에서 방출된다. 이 때 블랙홀의 흡입구가 있는 세계와 화이트홀의 방출구가 있는 세계는 전혀 다른 세계이다. 이 두세계를 연결하는 통로를 웜홀(Warm hole, 슈바르츠실트의 목, 아인슈타인-로젠의 다리)이라고 명명하였다. 웜홀은 말 그대로 시공의 벌레 먹은 구멍이라는 뜻이다. 최근에는, 우주의 탄생에 기술하는 대통일 이론과 일반 상대성 이론을 연결함으로써 어미 우주에서 딸 우주로, 딸 우주에서 손자 우주가 탄생된다는 다중 우주 발생의 개념이 클로즈업되고 있다. 그리고, 다중 우주가 발생한다면 이들 우주를 연결하는 빠져나갈 통로로서 웜 홀이 자연적으로 형성된다는 것이 증명되었다





# 나노융합IP 최고전략과정

6기 모집안내

강의기간 2012.9.7 - 2013.2.27

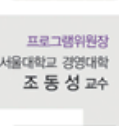
신성장동력, 나노융합IP(특허)에서 찾아드리겠습니다.

서울대학교 공과대학이 주관하고 경영대학, 법과대학, 기술지주회사가 공동 참여하는 '나노융합IP 최고전략과정' 6기에 귀하를 초대합니다. 본 과정은 국내외 최고과학기술자가 나노(nano)분야의 기술트렌드와 IP(특허, 지식)를 강의하고, 수강자들은 서울대 법대, 경영대, 공대 운영교수의 지도 하에 의료, 에너지, 나노재료, IP융합 등 관심 분야를 선택해 사업화 과정을 논문으로 작성합니다. 주지하시는 바와 같이 '앞으로 10년'은 에너지, 모바일, 환경이라는 기술적 환경변화가 새로운 비즈니스 뿐만 아니라, 사회 변화를 드라이브하는 시기가 될 것입니다. 따라서 원천기술의 확보와 이를 통한 비즈니스 전개만이 지속가능한 성장을 담보할 수 있습니다. '나노 기술'은 이 원천기술의 핵심을 이루는 'Enabler'입니다. 전 세계는 이미 나노 기술 경쟁에 돌입하였으며, 기술 선진국들은 CEO, CTO 인력은 물론 투자자, 의료인, 변리사, 변호사, 공무원, 미래 전략가들에게 미래 과학 기술의 흐름을 이해시키고 IP를 통한 교육과 인적 네트워크를 형성하도록 하는 체계적인 교육과정을 제공하고 있습니다.

본 과정은 이러한 취지에 부응하는 국내의 최고 과정을 지향하며 다음과 같이 운영되고 있습니다. 첫째, 유비쿼터스 메디칼, 에너지 클린텍, 나노재료, 그린 IT 분야로 나누고 기술트렌드 및 IP를 소개합니다. 둘째, 서울대 경영대, 법대 교수가 지도교수로 참여하여, 신성장 산업모델을 졸업논문으로 작성합니다. 셋째, 졸업 후 신산업 창출이 가능하도록 서울대학교 기술지주회사와 연계하고 필요시 타 국내의 산업화 지원 네트워크와도 연계합니다. 넷째, 미래 전략분야인 '에너지 하비스팅, IT 융합네트워크, 로봇 응용' 등 새로운 분야로 영역을 넓혀 나갑니다. 바쁜 일정 속에서도 관악캠퍼스에서, 일주일에 한번 저녁 시간을 다양한 분야의 동료들과 함께, 미래 지식과 비전의 바다를 향해하는 귀중한 시간을 마련 하시기를 바랍니다. 다시 한번 귀하를 나노융합IP최고전략과정 6기에 초대합니다.



운영위원장  
서울대학교 공과대학  
이우일 학장



프로그래밍장  
서울대학교 경영대학  
조동성 교수



과정주임  
서울대학교 공과대학  
박영준 교수



## 과정특징



### 1 EMERGING TECHNOLOGY

- > 유비쿼터스 메디칼, 에너지 클린텍, 나노재료, 그린 IT 기술에 집중
- > 서울대 교수를 중심으로 국내외 최고과학기술자의 기술트렌드 및 IP 강의
- > 에너지 하비스팅, IT 융합네트워크, 로봇 응용 등 미래전략분야로 영역 확장

### 2 SUSTAINABLE GROWTH

- > 사업화 시뮬레이션을 위한 템플릿 제공
- > 분과별 지도교수제에 의해 최고 기술과 경영전략 지도
- > 서울법대, 경영대 교수의 공동지도로 신성장 융합모델을 졸업논문으로 작성

### 3 POWERFUL NETWORK

- > 각계각층의 동문들과 다양한 교류 활동 지원
- > 서울대 기술지주회사와 연계하여 신산업 창출 지원
- > 나노연구센터, 비즈니스인큐베이터, 테크노파크 등 국내외 나노기관과의 네트워크

## 모집요강

교육기간 2012년 9월 7일 ~ 2013년 2월 27일

강의시간 매주 수요일 17:00-21:00

모집인원 40명

지원자격 21세기 신성장동력을 찾는 국내 R&D, 기술이전 사업화 관계자 IP Management와 관련한 국내외 기업(기관) 책임자 및 담당자 국내 기업, 연구소, 대학, 기술이전 전담기관에 종사하는 관심있는 모든 분 벤처캐피탈리스트, 변호사, 회계사, 변리사 등 나노기술을 이해하고자 하는 수요자 기타 위 자격과 상응하다고 인정되는 분으로 분야 및 직종에 제한을 두지 않음

모집기간 수시모집 (1차 마감 - 2012년 7월 31일 까지)

원서교부 신청자에게 우편 송부 또는 온라인 교부(<http://nanoip.snu.ac.kr>)

접수방법 email 또는 우편 접수

접수처 nanoip@snu.ac.kr 서울시 관악로 1 대학동 산 56-1 서울대학교 39동 130호

제출서류 입학원서(본 과정 소정 양식), 반영합판 사진 2매, 전형료 납입증

문의전화 02-880-8901

홈페이지 <http://nanoip.snu.ac.kr>