

# POST IT

Postech  
talk about it

**Vol.01**

March 2013  
Postech graduate student association



# 미래는 준비하는 자의 것이다!

꿈은 다르지만 꿈을 향한 뜨거운 열정만큼은 모두가 똑같습니다.  
마음껏 펼치세요! 열정이 가득한 당신의 꿈은 현실이 될 미래입니다.  
대한민국을 이끌어갈 주인공들, 동부문화재단이 당신의 꿈과 함께합니다.

사람을 소중히!



**동부문화재단**



From testing the strength of plastic bottles to the fatigue life of artificial hip joints to the durability of wind turbine blades, Instron® equipment touches nearly every facet of our everyday lives. Our product and design solutions are manufactured to test the mechanical properties and performances of various materials, components, and structures for a wide array of environments.

## When Material Performance is Critical... **TRUST** Instron



# POST IT

Postech  
talk about it

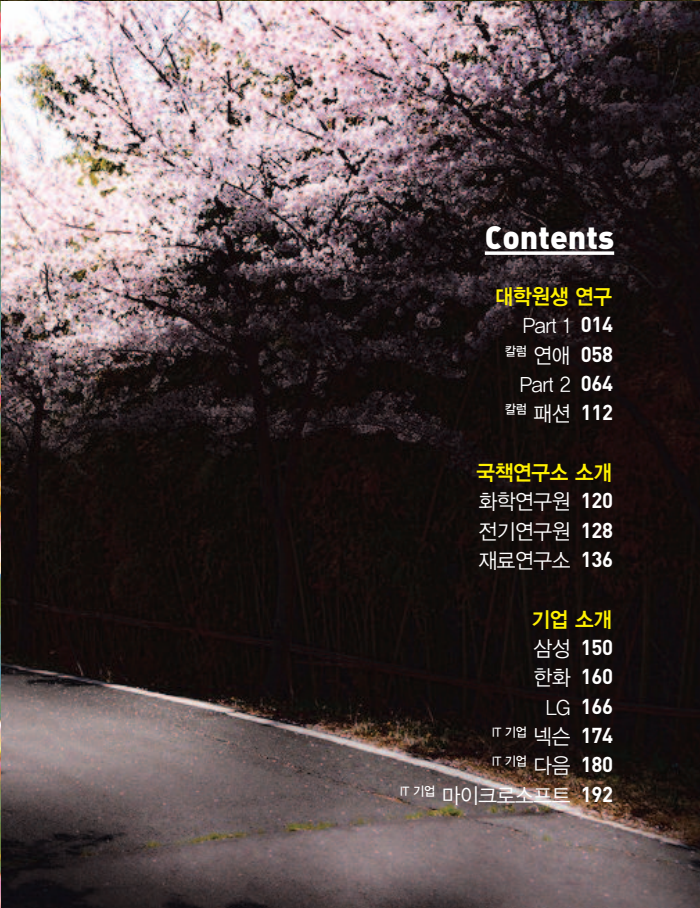
**Vol.01**

March 2013  
Postech graduate student association





## Spring of Postech



### Contents

#### 대학원생 연구

Part 1 014

칼럼 연애 058

Part 2 064

칼럼 패션 112

#### 국책연구소 소개

화학연구원 120

전기연구원 128

재료연구소 136

#### 기업 소개

삼성 150

한화 160

LG 166

IT 기업 넥슨 174

IT 기업 다음 180

IT 기업 마이크로소프트 192



대학원  
총학생회장

발간사

# 포스텍

## 대학원생에 의한 대학원생을 위한 PosT it이 되겠습니다.

2010년, 포스텍은 영국 더 타임즈의 세계대학평가에서 28위라는 한국 대학 역사상 가장 높은 순위에 오르는 쾌거를 이루었습니다. 이후에도 지속적으로 높은 평가를 받으며 작년에는 영국 더 타임즈가 실시한 설립 50년 이내 세계대학평가에서 세계 1위를 차지하는 기염을 토해내었고, 영국 더 타임즈 2012-13 세계대학평가에서도 종합순위 50위, 아시아에서는 5위, 국내에서는 1위를 차지하며 그 명성을 이어가고 있습니다. 특히 이러한 대학 평가의 항목 중에서 우수한 논문을 나타내는 지표인 논문 인용도가 아시아 대학 중 1위로 평가 될 만큼 우리 대학 연구 능력의 우수성이 전 세계적으로 인정을 받고 있습니다.

개교 20여년만에 현재와 같은 세계적인 위치에 포스텍이 올라설 수 있었던 이유는 무엇일까요? 무엇보다 지난 25년 동안 뛰어난 교수님들이 “연구 중심 대학”이라는 수식어에 걸맞게 그들의 엄청난 열정과 노력을 연구에 쏟았고, 교수님들뿐만이 아니라 포스텍 전 구성원이 대한민국에서도 세계적 수준의 연구를 할 수 있는 대학을 만들고자 하는 열망을 바탕으로 끊임없이 노력을 하였기 때문이 아닐까 싶습니다.

그 중에서도 포스텍 구성원 중 가장 많은 수를 차지하고 있는 포스텍 대학원생의 기여도 상당히 컸다고 생각합니다. 현재 포스텍을 세계적인 대학으로 평가를 받게 만든 우수한 연구 능력은 바로 대학원생에서 기인하기 때문입니다. 물론 뛰어난 교수님도, 최신의 연구 장비도 대학의 우수한 연구 능력을 갖추기 위해 필요하지만 무엇보다도 실제로 실험을 하고, 실험 결과를 분석하고, 이를 바탕으로 논문을 작성하는 뛰어난 대학원생들이 존재하여야만 비로소 우수한 연구 능력은 완성이 되기 때문에, 그동안 묵묵히 본인의 연구에 매진하여온 대학원생들이 있었기 때문에 25년이 지난 지금 포

스텍이 이만한 위치에 올라설 수 있지 않았을까 생각합니다.

이렇게 현재의 포스텍을 일군 대학원생들이지만, 포스텍 구성원 중 가장 많은 수를 차지하고 지만, 지난 20여년간 포스텍 대학원생들은 학교의 정책방향을 결정하는데 참여를 하거나 그들이 겪은 불이익에 대해서나 문제를 제기하거나 혹은 그들의 이익을 위해 목소리를 제대로 내지 못하여 왔습니다. 하지만 앞으로의 포스텍을 생각하면 더 이상 이러한 문제들이 지속되어서는 안되기 때문에 이러한 문제들을 극복하고자 지난 2010년부터 뜻있는 대학원생들이 모여 포스텍 대학원총학생회 설립과 관련된 논의들을 시작하였고, 그러한 논의들을 바탕으로 마침내 2012년 3월 제1대 포스텍 대학원총학생회가 설립되었습니다.

이로써 포스텍 대학원생들의 목소리를 모아 학교의 정책 결정 과정에 참여를 하고, 부당한 일에 대해 문제 제기를 하거나 그들의 이익을 위하여 목소리를 낼 수 있는 창구가 마련되었다는 점에서 우선 포스텍 대학원총학생회 설립에 큰 의미가 있다고 생각합니다. 하지만 아직 설립되지 1년 정도 밖에 지나지 않았기 때문에 상당수의 대학원생들이 대학원생총학생회의 존재는 물론 그 활동에 대해서도 인지를 못하는 경우가 많고, 그로 인해 대학원생들의 대표기구로서 그들의 의견을 모아 대변을 해야 함에도 불구하고 그러한 역할을 다하고 있는지에 대해서는 많은 의문이 드는 것도 사실입니다.

더군다나 지금까지 포스텍 대학원생들이 서로의 생각을 공유하고, 그것을 나눌 수 있는 공간이 없었기 때문에 대학원생들의 생각을 한 곳에 모으고, 이를 다같이 공유할 수 있는 장을 만든다면 포스텍 대학원생 전체를 위해서 좋을 것이고, 대학원총학생회에서도 대학원생들의 의견을 모아 대변





포토그래퍼 • 문재석 사진 • 이남우

할 수 있게 될 것이기 때문에 제2대 포스텍 대학원총학생회에서는 포스텍 대학원생에 의한, 포스텍 대학원생을 위한 소식지 "PosT it"을 발간을 기획하게 되었습니다.

본 소식지는 무엇보다도 포스텍 대학원생들이 하고 싶었던 말을 자유롭게 쓰고, 이를 다른 대학원생들과 쉽게 공유하고자 합니다. 이를 위해 연구실 생활을 하면서 겪었던 에피소드를 바탕으로 다른 구성원에게 하고 싶은 연구실 생활 팁부터 학교 내 불편사항, 포항 생활 이렇게 하면 좋다 등과 같은 가벼운 이야기부터 정치, 경제, 사회 전반에 대한 대학원생들의 생각까지 다양한 내용들을 담을 수 있는 공간을 마련하고자 합니다.

이와 함께 정부출연연구소/기업연구소/벤처기업 등 사회에 나가 있는 선배로부터 자신이 속한 조직에 대해 솔직한 이야기를 들을 수 있는 공간을 마련하였습니다. 학부 학생들에 비해 대학원생들은 졸업 후 진로에 대한 정보를 얻기가 쉽지 않아 개인적인 인맥을 통해 그 정보를 알아보거나 연구실 선배들을 통해서 얻었던 졸업 후 진로에 대한 정보들을 얻는데, 졸업 후 진로와 관련하여 다양한 포스텍 출신의 선배 혹은 이공계 선배들의 솔직한 이야기를 통해 대학원생들이 향후 졸업 후 진로를 결정하는데 있어 큰 도움이 되었으면 합니다.

마지막으로 연구에 매진하는 각 대학원생들이 자신의 연구 분야에 대해 소개하는 장을 마련하였습니다. 대다수의 대학원생들이 자신이 속한 연구실의 연구 내용 외에 다른 연구실에서 하고 있는 연구 내용에 대해서 알 수 있는 기회가 너무나 적고, 이로 인해 공동연구를 통해 큰 시너지를 일으킬 수 있는 연구들이 존재함에도 불구하고 서로 몰라 진행이 되지 않는 경우가 상당히 많기 때문에 이러한 점을 조금

이나마 해소해 보고자 합니다. 또한 공동연구를 수행하지 않는다 하더라도 다른 대학원생들의 연구 내용을 바탕으로 개개인의 학문적 식견을 넓히게 되어 융합 연구가 대세인 이 시대를 살아가는데 큰 도움이 되었으면 합니다.

첫 소식지임에도 불구하고 소식지 취지에 공감을 하고 바쁜 와중에 자신의 연구 분야에 대해 소개글을 작성해 주신 대학원생 학우 여러분들께 무엇보다 감사의 말씀을 드리고 싶고, 바쁜 업무 중에도 학교 혹은 이공계 후배님들을 위하여 연구소, 회사 소개 글을 써 주신 선배님들에게도 무한한 감사의 말씀 드리고 싶습니다. 마지막으로 박사 후 연구원 신분으로 바쁜 가운데 본 소식지의 구성을 신경 써 준 성호 경 박사님, 다른 행정 업무만으로도 바쁜 가운데 본 소식지 발간과 관련하여 많은 신경을 써 주신 포스텍 대학원총학생회 류지은 간사님, 본 소식지의 기획부터 발간까지 여러 모로 애를 써주신 (주)월커뮤니티 오성길 실장님, 본 소식지가 예쁘게 나올 수 있도록 신경 써주신 (주)디자인폴림 이정훈 대표이사님, 신착한 디자이너님의 노고에 진심으로 감사의 말씀 올립니다.

끝으로 대한민국에서 대학원생을 위한 국내 첫 소식지라는 자부심을 바탕으로 앞으로도 "PosT it"이 포스텍 대학원생에 의한, 포스텍 대학원생을 위한 서로의 생각과 의견 교류의 장으로 크게 활용되었으면 좋겠고, 미래에는 더 나아가 포스텍이 그러했듯 전세계 이공계의 대표 소식지로 발돋움하는 날이 오기를 기원합니다.

2013. 03. 11

대학원 총학생회장 이 남 우

## 소통의 장, 정보의 장, 교류의 장이 되기를 기원합니다.



대학원 총학생회에서 소식지를 발간하게 된 것을 포스텍 전 구성원과 함께 진심으로 축하합니다. 포스텍은 지난 1987년 대한민국 최초 연구 중심대학을 모토로 세워진 이래 지난 25년간 괄목할만한 성장을 이루어 왔으며, 여기에는 구성원들의 많은 노력이 있었습니다. 특히 포스텍에서 뛰어난 연구 업적이 다수 나올 수 있었던 이유는 구성원 중 가장 큰 비율을 차지하고 있는 대학원생 여러분의 기여가 컸다고 생각합니다.

그 동안 대학원생들의 의견을 대변하는 단체가 존재하지 않아 학교 정책을 세우는데 있어서도 대학원생의 의견을 듣기 힘들었고, 이에 따라 학생들을 위한 정책들이 대부분 학부생 위주로 이루어져 왔으며, 상대적으로 대학원생들이 소외 받아 온 것으로 생각할 수도 있지 않았을까 모르겠습니다. 작년에 대학원생들의 목소리를 대학 정책에 반영하고, 학문 연구의 자율성과 대학원생들의 권리 증진을 위하여 대학원 총학생회가 설립된 것은 이런 측면에서 매우 바람직한 일이라고 생각합니다.

대학원 총학생회가 발족 첫 해부터 의료공제회 부활, 대학원 총학생회 배체육대회 개최, 대학원 기숙사 노후물품 교체 등 대학원생의 복지를 위한 활동뿐만 아니라 과학기술정책 타운미팅과 같은 이공계 전반에 관심을 가지고 많은 활동을 수행하여 온 점에 대해 높이 평가하고 싶습니다.

이번 총학생회 소식지 발간은 대학원생들이 필요로 하는 다양한 정보와 내부 구성원간의 의견을 소통할 수 있는 장으로서 현재까지 학교에서 발간하던 소식지와는 그 성격과 취지가 다르다는 점에 주목하고 싶습니다. 대학원생이 필요로 하는 생활정보서부터 대학원생들이 하고 싶은 이야기, 기타 선



배님들이 하고 싶은 이야기를 나눌 수 있는 대학원생을 위한 대학원생에 의한 소통이 마련될 수 있다는 점에서 굉장히 고무적이라 생각합니다. 또한 기업 및 연구소, 벤처회사의 정보를 직접 그곳에서 일하고 있는 박사님들로부터 이야기를 들을 수 있는 장을 마련한 것 또한 대학원생들이 졸업 후 진로를 결정하는데 있어 큰 도움이 되리라 생각합니다.

마지막으로 각자가 연구하는 분야에 대해 다른 대학원생들에게 소개하는 장의 경우 지금까지 자신의 연구, 자기가 속한 연구실에서의 연구만을 알아온 대학원생들에게 단순히 자신의 연구를 자신의 연구에서만 끝내는 것이 아니라 다른 구성원과 같이 공유하면서 향후 공동 연구를 수행할 수도 있을 것이고, 이를 통해 대학원생 스스로가 연구의 시야를 좀 더 넓힐 수 있는 아주 좋은 장으로 활용될 수 있을 것이라 생각합니다.

대학원생을 위한, 그리고 대학원생에 의한 소식지가 처음으로 발간되는 만큼, 그 취지와 의의에 맞게 좋은 의사 소통의 장, 정보의 장, 교류의 장이 될 수 있기를 기원합니다. 그리고 이 소식지를 기획한 대학원총학생회가 앞으로도 더욱더 좋은 목적과 취지로 대학원생을 위해 많은 일들을 수행해 주길 기대합니다.

2013. 03. 11

대학원장 장 태 현

## 소통의 공간 창간호 발간을 축하합니다.



창간호 발간을 축하하며 ..

포스텍 대학원 총학생회의 소식지 창간호 발간을 축하합니다. 한참 바쁘게 연구 활동에 매진하고 있을 대학원 구성원들에게 그나마 잠시 주위를 돌아볼 수 있을 좋은 정보의 제공처가 되지 않을까 생각합니다. 참고로 포스텍 총동창회에서도 매년 4차례 소식지를 발간하고 있습니다. 그러한 소식지를 통해서 각계 각층에 퍼져 있는 동문들에게 모교와 관련된 소식, 동문들끼리의 소식, 그 밖에 동문들에게 유익할 수 있는 소식들을 전하고 있습니다. 이러한 동문회 소식지가 앞으로 더 많은 정보와 효율적인 전달 방법은 보완해 가야 하겠지만, 최소한의 서로간의 소통의 끈을 가져간다는 점에서 상당히 의미가 있다고 생각합니다. 이러한 측면에서도 대학원 총학생회의 소식지는 포스텍 동문 전체에게도 새로운 정보의 교류의 장이 하나 더 만들어진다는 점에서 큰 의미가 있다고 생각합니다.

저도 석사와 박사 과정 동안 6년의 대학원 생활을 했습니다. 돌이켜보면 가장 순수하게 한가지에 집중할 수 있었던 행복한 시절이었던 것 같습니다. 하지만, 연구실 중심의 생활을 하다 보니 가장 '소통'에는 취약했던 시절이 아니었나 하는 생각이 듭니다. 그 때는 못 느꼈지만, 대학원 시절이야말로 가장 소통에 노력을 해야 하는 시기가 아닌가 하는 생각이 듭니다. 내가 하고 있는 연구들이 어떻게 현장에서 가치를 가질 수 있을지를 고민하고, 그런 고민을 해결하기 위해서 누군가와 얘기를 하고 싶어하는 시기가 대학원 시절인 것입니다. 저는 학부 1회 출신이라 대학원 선배까지 포함하더라도 그리 많지 않은 선배들이 사회에 나가 있었던 시기였지만, 지금은 다르다고



생각합니다. 학부와 대학원을 포함해서 1만 5천명에 가까운 동문들이 사회에 포진해 있고, 또 함께 시너지를 낼 수 있는 연구를 하고 있는 교내의 다른 연구실의 많은 대학원생과 연구원들이 있습니다. 그러한 동문 및 원우들과의 소통에 노력을 기울여야 합니다. 그런 측면에서, 이번에 발간할 대학원 소식지의 역할이 매우 중요하다고 생각합니다. 소식지 하나가 이렇게 필요한 소통을 다 채워주거나 해결해 줄 수는 없겠지만, 이런 체계화된 소식지를 통해서 원우들에게 꼭 필요한 동문들의 동정 소식이나 다른 연구실의 연구 내용 등을 공유하고, 또한 원우들의 향후 미래를 위한 좋은 정보들을 제공할 수는 좋은 도구가 될 수 있으리라 생각합니다.

저희 총동창회에서도 2013년 상반기에 새단장을 하고 오픈할 동문 포탈에서도 대학원 소식지와의 연계를 통한 서로간의 소식을 적극적으로 알릴 수 있는 방법을 강구해 보겠습니다. 서서히 느껴지고 있는 포스텍 동문들의 끈끈함을 대학원 소식지를 통해서 서로가 같이 느낄 수 있는 기회가 있기를 기대합니다. 다시 한번 포스텍 대학원 소식지가 발간된다는 점을 기쁜 마음으로 축하합니다.

2013. 03. 11

총동창회장 박 재 홍

# 좋은사람만다 결혼해 두오



성혼커플수

26,314명

(2013년 2월 18일 기준)



점유율 63.2%,  
매출 1위

(주요 4개 업체간 2010년 매출액 기준)

\*성혼커플수는 두오에 가입된 남녀회원 간의 누적 성혼수입니다(1995.2.30~2012.10.31)

\*위 그래프는 공정거래위원회가 발표한 2012.3.29회계  
을마치는 10 '주요 결혼정보업체 및 일반연매'의 수익률 그래프로 표현한 것입니다



전국공동 1577-8333 재혼 1577-8182 노블레스 1577-8782

# 누구입니까?

## 글로벌 보험회사의 꿈을 완성시킬 사람!

세계에서 6번째 미국 AM. Best 신용평가 A++ 획득

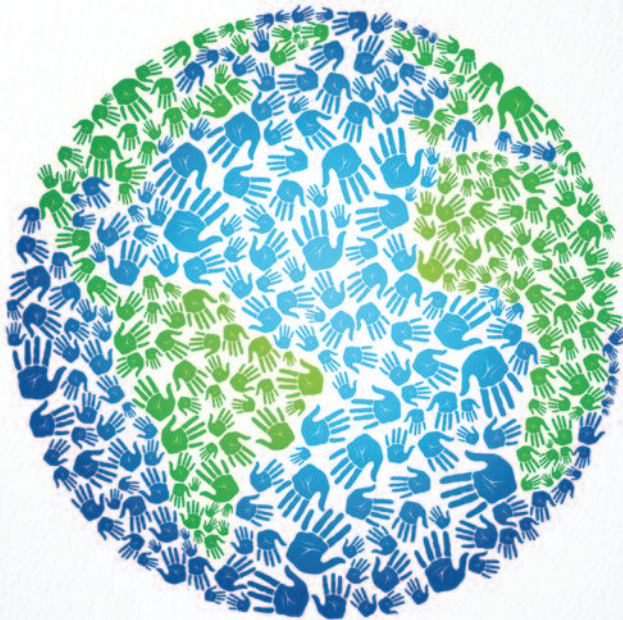
미국 S&P 신용평가 8년 연속 A+ 획득

중국 베이징, 우저우, 칭다오, 톈진 지점 설립

프랑스 AXA와 MOU, 스페인 Mapfre와 MOU

유럽 라이선스 취득

...



삼성화재의 꿈은 국내에 멈추지 않습니다

글로벌 금융회사로 더 큰 꿈을 펼쳐가고 있습니다

세계적인 보험회사로 가는 길에 당신의 젊은 생각이 필요합니다

삼성화재와 함께 해 주십시오

당신의 손에, 당신의 젊음에  
삼성화재의 미래가 달려있습니다



대한민국을 넘어서 Global Top 금융기업을 향해-

think **Next**

삼성화재

SAMSUNG



# POST IT

**Postech talk about**

**Graduate student research introduction Part1**

## Part1

이성을 가진 영역하에서의 유동에 대해서	014	수학과 권오성
변분법의 역사 및 발전	018	수학과 김승혁
Bochner-Riesz Conjecture	022	수학과 최성훈
저차원 물질계에서의 전자물성연구	028	물리학과 엄상훈
전류에 의한 자벽운동	034	물리학과 유지수
소포체에서 지방합성에 기여하는, 지방산 수송체의 기능연구	038	생명과학과 김상우
불균형 데이터 예측에 대한연구	042	산업경영공학과 김남형
운전자 엉덩관절과 눈 위치 추정을 위한 통계적 기하학적 모형 개발	048	산업경영공학과 박장운
사용자 가치 분석을 통해, 더 나은 제품, 서비스 개발하기	054	산업경영공학과 박재현
칼럼 연애킨설턴트 이재목과 함께하는 연애야! 말해줘	058	연애킨설턴트 이재목

## 이성을 가진 영역하에서의 유동에 대해서

“ ”

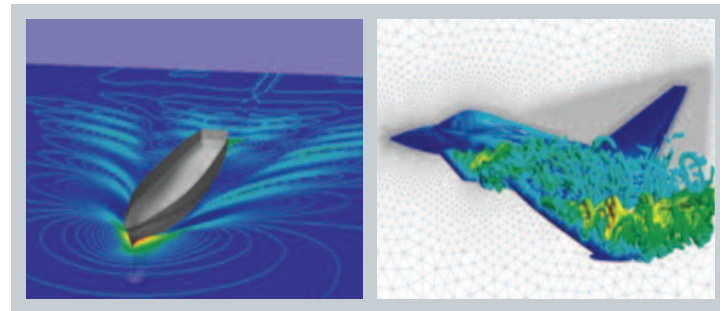
안녕하세요. 저는 수학과 권재룡 교수님 밑에서  
박사과정을 진행중인 권오성이라고 합니다.  
우연치 않게 이런 글을 쓸 기회가 되었는데  
제가 주로 연구하고 있는 분야를 간략히 소개하고자 합니다.



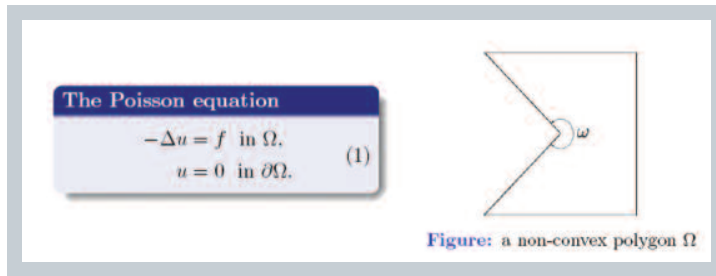
글 • 수학과 권오성 박사  
mail • jamjjari@postech.ac.kr  
소속 • 포스텍 수학과 MFDL Lab 연구원

제가 주로 관심 있는 부분은 유체의 유동, 특히 뾰족한 모서리나 테두리에서의 유동입니다. 다들 아시다시피 이러한 영역을 지날 때 유체는 와류나 불연속성이 발생하게 되어 복잡한 흐름을 보이게 됩니다. 아래의 그림이 그 예라고 할 수 있습니다.

발췌 • <http://ales.openhaja.com>

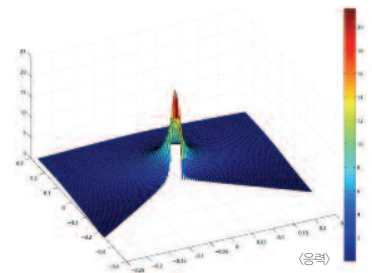


따라서 모서리나 테두리에서의 유동의 모델링과 그 해석은 중요한 이슈입니다. 이러한 유동을 모델링 하기 위한 유체 방정식은 여러 가지가 있는데 저는 주로 압축 나비에-스톡스 방정식이나 스톱스 방정식을 주로 사용합니다. 다만 이 식들을 여기서 다루기에는 어려운 면이 많으니 간단한 포아손 방정식으로 모서리가 방정식의 근에 어떠한 영향을 주는지 알아보겠습니다.



여기서  $u$ 는 유체의 속도를 의미하고  $\Delta$ 는 라플라스(Laplace) 연산자로서  $x, y$  방향에 대한 두 번의 편미분값의 합을 의미합니다.  $f$ 는 주어진 조건이라고 보시면 되고  $\Omega$ 는 이 문제를 풀 영역을 의미합니다. 그리고 경계면에는  $u=0$ 이라는 조건을 주어보겠습니다. 일반적으로 같은 외부 조건(들)을 찾을 경우 오목한 모서리를 가진 영역(위 그림 참조)에서의 근의 정칙성(미분 가능한 횟수로 보면 됨)이 매끄러운 영역(원이나 정사각형)에 비해서 떨어진다는 것이 잘 알려져 있습니다. 예를 들면  $f$ 가  $n$ 번 미분 가능하다면 매끄러운 영역에서는  $u$ 가  $n+2$ 번 미분 가능합니다. 하지만 위와 같은 영역에선 기껏해야 한번만 미분이 가능합니다.

이러한 결과가 나오는 이유는 근에 영역  $\Omega$ 에서 파생된 특이성이 포함되어 있기 때문입니다. 이 특이성을 극좌표계로 표현해 본다면 다음과 같은 함수가 됩니다:  $\phi(r, \theta) = r^\lambda [n\pi/\omega] \sin[n(\pi-\omega)\theta/\omega]$ . 여기서  $\omega$ 는 밑의 빗변이 각도이고  $n$ 은 임의의 정수입니다. 따라서  $n=10$ 이고 오목한 각도  $(\omega)\pi$ 라면  $r$ 의 차수가 1보다 작게 되어 한번 미분할 경우 특이성 함수가 원점 근처에서 발산하게 됩니다. 그러므로 (1) 문제의 근  $u$ 는 기존의 정칙성보다 높은 값을 가진  $u_r$ 과 특이성 부분  $\phi$ 으로 구성되고 이때 특이성 부분은 상수  $c$ 로 제어되어  $u=u_r+c\phi$ 로 구성되게 됩니다. 이 때 상수  $c$ 는 응력강도계수라고 불리는데 이는  $u$ 의 한번 미분( $\nabla u$ )이 응력을 구성하는 주요 요소이고 특이성 함수의 한번 미분이 원점에서 발산하기 때문에  $c$ 가 응력을 결정하는 주요 요소가 되기 때문입니다. 따라서 이러한 특이성을 찾아서 이를 근에서 제거함으로써 기존 이론의 정칙성보다 높은 정칙성을 가진 근을 구할 수 있습니다. 그리고 특이성 부분은 응력강도계수를 이용해서 컨트롤이 가능하게 됩니다. 이 이론을 수치해석 시뮬레이션에 적용을 하면 기존 이론의 수렴율보다 높은 수렴율(매끄러운 영역에서의 수렴율과 동일)을 얻을 수 있고, 모서리쪽의 유동을 더 정확하게 분석이 가능합니다. 게다가 특이성 함수의 특성을 연구함으로써 모서리 부근의 유동 예측도 가능하게 됩니다.





이제 위의 결과를 이용해서 압축 나비어-스톡스 방정식에 대해서 한 번 보도록 하겠습니다.

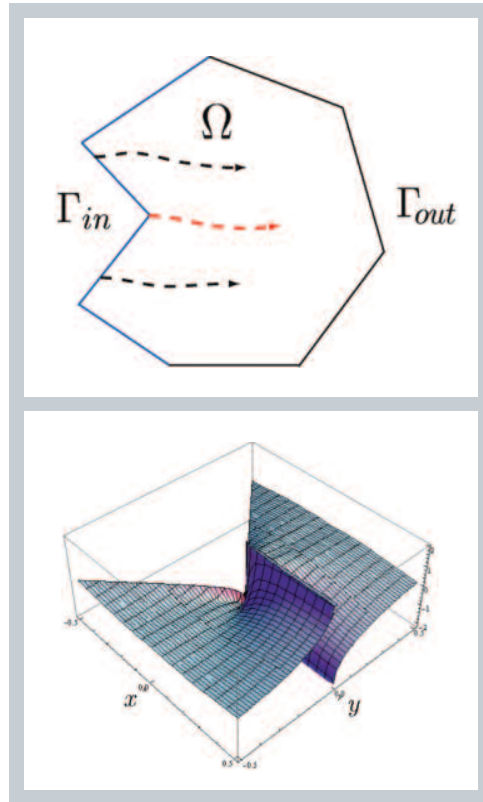
#### The compressible viscous Navier-Stokes system

$$\begin{aligned} -\Delta \mathbf{u} + \rho(\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} + \nabla p &= \mathbf{f} & \text{in } \Omega, \\ \operatorname{div} \mathbf{u} + \kappa \mathbf{u} \cdot \nabla p &= g & \text{in } \Omega, \\ \mathbf{u} &= 0 & \text{on } \Gamma, \\ p &= 0 & \text{on } \Gamma_{in}. \end{aligned} \quad (7)$$

여기서  $\mathbf{u}=[u,v]$ 는 속도,  $p$ 는 압력으로 우리가 구해야 할 변수들입니다.  $\rho$ 는 밀도,  $\kappa$ 는 압축성인데 여기서는 상수로 두겠습니다. 이제 주어진 데이터  $\mathbf{f}, g$ 에 대해서  $\mathbf{u}, p$ 를 구해야 되는데 위 방정식은 비선형이라 직접적으로는 풀 수가 없습니다. 따라서 비선형화 과정을 거친 후 근을 찾아서 되는데 그러면 너무 복잡하니 생략하고 각 근을 구하는 주요 포인트만 보도록 하겠습니다. 일단 첫 방정식에서 두 번째, 세 번째 텀들을 오른쪽으로 넘기면 앞에서 다루었던 포아송 방정식의 형태가 됩니다. 따라서 오른쪽 텀이 주어진다면 앞의 포아송 방정식 결과를 쓰면 속도벡터  $\mathbf{u}$ 는 벡터형식의 특이성 부분  $\mathbf{u}_s$ 와 나머지 부분  $\mathbf{u}_r$ 로 나눌 수가 있습니다. 그리고 두 번째 방정식은 전달방정식  $p_x + v p_y / u = (g - \operatorname{div} \mathbf{u}) / (\kappa \mathbf{u})$ 의 형태로 바꿀 수 있고 이를 이용하면  $\mathbf{u}$ 로부터 파생되는 유선  $(x, h(x))$ 와 압력에 대한 다음의 식을 얻을 수 있습니다.

$$p(x, h(x)) = \int_{\delta(x)}^x \left[ \frac{g - \operatorname{div} \mathbf{u}}{\kappa \mathbf{u}} \right] (s, h(s)) ds$$

즉 압력은 아래 그림과 같이 유선을 따라서 전파되는 형식이 됩니다. 따라서 원점에서의 특이성 함수로부터 파생된 유선상의 압력은 주변에 비해 정칙성이 떨어지게 되고 특히 모서리에서 파생된 유선의 경우 속도벡터의 특이성에 의해서 압력의 미분값에 점프가 발생합니다. 아래의 그림은  $h(x)$ 가 상수일 때  $p_y$ 의 값을 그린 그래프입니다.



따라서 압축 나비에-스톡스 방정식의 경우도 속도 벡터에 특이성이 존재하게 되고 이 특이성이 압력에도 영향을 미치게 되어 압력의 정착성을 제한하는 요소가 됩니다. 따라서 이를 제거함으로써 저희가 원하는 정착성의 근을 구 할 수가 있게 됩니다. 그리고 언급한 두 방정식 외의 다른 방정식들에서도 특이성 이론이 적용 가능합니다. 다만 문제의 연산자와 경계조건에 따라서 특이함수의 형태가 결정되고 영역의 구조에 따라서 근의 정착성이 결정되므로 그에 맞게 특이성 이론을 적용한다면 비단 속도나 압력 뿐만 아니라 소용돌이도나 밀도 자기장 등 여러 다른 변수들에 대한 특이성 함수의 영향을 알아 볼 수 있습니다. 따라서 이를 이용하면 충격파나 경계면 분리 현상 등, 물리, 기계, 항공 공학분야에서 중요한 이슈가 되는 현상들의 수학적 분석에 유용하게 쓰일 수 있고 이를 고속 이동하는 물체나 유체의 시뮬레이션의 개발에 적용 할 수도 있습니다.

## 변분법의 역사 및 발전

글 • 수학과 김승혁 박사

mail • eternity@postech.ac.kr

소속 • 카이스트 자연과학연구소 박사후 연구원

# CALCULUS OF VARIATIONS

## ( 최소 작용 원리란? )

유사 이래 사람들은 생존을 위해 매일 수많은 의사 결정을 되풀이 해 왔습니다. 그리고 사회가 고도화 됨에 따라 사회 구성원 각자가 부딪치게 되는 의사 결정의 순간은 차츰 증가하였고, 자연스럽게 효율적인 답안 도출의 필요성도 커지게 되었습니다. 멀리 돌아 볼 것 없이, 우리는 매일매일 작게는 최적화된 출퇴근 경로를 찾는 것부터, 더 나아가서는 여행이나 프로젝트 등 어떤 일을 계획할 때 소모될 비용 및 시간을 최소화하기 위해 조사, 분석을 행하는 것까지 여러 가지 선택지 중 최적의 하나를 찾는 일을 되풀이하고 있습니다.

재미있는 사실은 이러한 일이 인간, 또는 생명체에만 국한된 일이 아니라는 것입니다. 자연도 우리가 지각하는 모든 곳에서 최적의 답안을 찾으려 하고 있습니다. 예를 들어, 빛은 공간의 두 점 사이를 진행할 때 무수히 많은 경로 중 최소의 시간이 소요되는 경로를 지나며 (페르마의 원리, 1662년), 라그랑주 역학에 의하면 임의의 운동은 그 운동과 대응되는 작용량을 최소로 유지하는 ‘최소 작용 원리 (1744년)’를 따릅니다. 이러한 관찰에서 시작된 이론이 바로 이 글에서 소개할 변분법입니다.

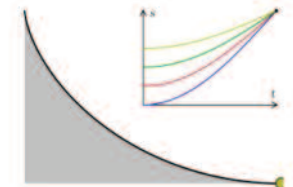
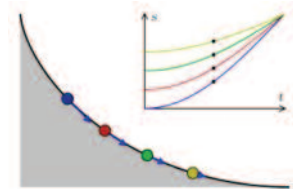
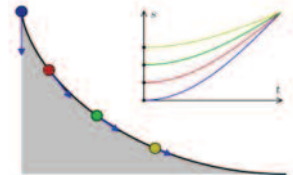
## ( 변분법이란? )

변분법이란 간단히 이야기하자면 어떤 주어진 모임과, 이 모임을 정의역으로 하고 실수를 치역으로 하는 함수, 즉 범함수가 있을 때, 이 범함수의 특이점(극소점, 극대점, 안장점 등)을 찾는 방법론입니다. 예를 들어 양 끝 점이 고정된 곡선의 모임 중 길이를 최소로 하는 원소, 소위 측지선을 찾는 문제에 변분법이 사용될 수 있습니다. 역사에서 발견할 수 있는 가장 오래된 변분문제(변분법을 사용할 수 있는 문제)라고 하면 디도의 문제, 즉 등주문제를 꼽을 수 있습니다. 페니키아의 공주였던 디도는 그의 오빠 피그말리온 왕의 폭정을 피해 카르타고 지역으로 망명하여, 그 지역을 다스리던 라르바스 왕에게 한 마리의 쇠가죽으로 둘러쌀 정도의 땅만 달라고 부탁하였습니다. 다행히 왕의 수락을 받은 디도는 쇠가죽을 길게 잘라 연결하여 원 모양의 넓은 영역을 차지할 수 있었습니다.

이와 관련하여 다음과 같은 수학 문제를 생각해 볼 수 있습니다. '주어진 길이의 단일 폐곡선 중 가장 큰 영역을 둘러싸는 것은 무엇인가?' 이를 '주어진 길이의 단일 폐곡선을 받아 이 곡선이 둘러싸는 영역을 값으로 내놓는 범함수의 최소값을 찾는 문제'로 바라보면 이 문제가 변분문제임을 쉽게 이해할 수 있습니다. 스타이너(1838년)를 비롯 다수의 수학자들의 연구를 통해원이 이 문제의 유일한 해임이, 즉 디도여왕의 판단이 옳았음이 밝혀졌습니다.

한편 수학자들이 처음으로 변분법의 중요성을 인식한 것은 요한 베르누이(1696년)가 최단강하선 문제, 즉, '어떤 점질량이 주어진 두 점 사이에 연결된 궤도를 따라 미끄러지며 지나간다고 하면, 이 때소요되는 시간을 최소화하는 궤도는 무엇인지를 찾는 문제'를 제안하면서라 볼 수 있습니다.이 문제에는 뉴턴, 야곱 베르누이, 라이프니츠, 로피탈 등 당대의 저명한 수학, 물리학자들이 관심을 가졌고, 사이클로이드가 그러한 궤도임을 밝혀내었습니다.

사이클로이드는 직선 위에서 원이 회전할 때, 원주 위의 한 고정된 정점이 그리는 궤적을 말합니다. 이 곡선은 최단강하선인 동시에 등시(等時)곡선이기도 합니다. 등시곡선이란 아래 그림처럼 선 위의 어느 점에서 출발해 미끄러져 내려와도 최하점까지 도달하는 데 걸리는 시간은 모두 같은 곡선을 말합니다.



출처

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tau-tochrone\\_curve.gif](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tau-tochrone_curve.gif)



## 뉴턴의 제 2법칙

이러한 등시곡선의 연구는 역사적으로 변분법, 그리고 이와 관련된 물리학의 발전에 크게 기여하였습니다. 1750년대에 라그랑주는 오일러와 함께 등시곡선을 해석적으로 연구하면서 자신의 접근법이 역학 전체로 확대 적용될 수 있음을 깨달았고, 이로부터 변분법적인 시각에서 역학을 기술하는 소위 라그랑주 역학을 정립하였습니다. 라그랑주는 라그랑지안이라는 함수를 이용하여 작용 범함수를 정의하고 이 범함수의 특이점이 물리 현상을 기술한다는 이론을 펼쳤습니다. 그리고 범함수의 특이점 근처에서는 범함수의 값이 거의 변하지 않는다는 사실로부터 오일러-라그랑주 방정식을 도입하였습니다. 예를 들어, 질량  $m$ 이고 시간  $t$ 에서의 위치, 속도가 각각  $x(t), v(t)$ 인 보존장 하의 한 입자의 운동을 기술하는 라그랑지안은  $L(t, x, v) = \frac{1}{2} m |v(t)|^2 - U(x)$  ( $U$ 는 포텐셜), 작용 범함수는  $S(x(t)) = \int_{t_0}^{t_1} L(t, x(t), \dot{x}(t)) dt$ 로 주어집니다.  $x_0(t)$ 가 작용 범함수의 특이점, 즉,  $ds(x_0(t)) = 0$  ( $ds$ 는  $s$ 의 미분)이라고 하면, 계산을 통해 오일러-라그랑주 방정식  $-\frac{\partial U}{\partial x_i}(x(t)) = m \ddot{x}_0(t)$ 을 유도할 수 있고 이 방정식은 우리가 잘 아는 뉴턴의 제 2법칙입니다. 1800년대 초반에 등장한 디리클레 원리, 즉, 푸아송 방정식  $\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \dots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_n^2} = f$  ( $f \in R^n$ ),  $u = g$  ( $\partial \Omega$ 는 정의역,  $\partial \Omega$ 는 정의역의 경계의 해는  $u = g$   $\partial \Omega$ 를 만족하는 두 번 미분 가능한 함수들 중에서 범함수  $F(u(x_1, \dots, x_n)) = \int_{\Omega} (\frac{1}{2} |\nabla u|^2 - u f) dx_1 \dots dx_n$ 를 최소화하는 것)이란 사실은 편미분방정식을 바라보는 새로운 관점을 제시해 주었고, 해의 존재성, 유일성 증명에 관한 순수 해석적 접근, 근사해의 수치 해석적 구성의 발전에 보탬이 되었습니다.

다만 이때까지의 변분법은 수학적으로 엄밀하지 못했습니다. 예를 들어 리만 시대(1800년대 중반)까지도 디리클레 원리에서 범함수  $E$ 를 최소화하는 함수  $u$ 의 존재성은 증명없이 사실로 간주되었습니다. 하지만 바이어슈트라스가 1895년 최소값을 취하는 함수가 존재하지 않는 범함수의 예를 제시하면서 이러한 믿음에 깨졌고, 수학적으로 엄밀성을 갖는 새로운 토대 위에서 변분법을 재구축해야 할 필요성이 대두되었습니다. 이후 힐베르트, 토넬리, 르벡 등에 의해 현대적 변분법이 완성되었고, 디리클레 원리에 대한 수학적 정당화도 이루어졌습니다. 한편 1900년 파리에 서 열린 국제 수학자 회의에서 발표된 힐베르트의 23문제를 살펴보면 세 문제(19번째, 20번째, 23번째)가 변분법과 직간접적인 연관이 있음을 확인할 수 있고, 이로부터 이 당시 수학계에서 변분법이 차지하고 있던 중요성을 간접적으로 체감할 수 있습니다.

변분법은 물리학, 미분방정식론 뿐만 아니라 기하학, 위상수학에도 영향을 끼쳤습니다. 1929년 류스터닉과 슈니렐만은 3차원 상의 임의의 볼록체는 최소 3개 이상의 닫힌(처음 점과 끝 점이 같은) 측지선을 가짐을 증명하였고, 1930, 31년 라도와 더글라스는 주어진 경계를 갖는 극소 곡면의 존재성을 증명하였습니다. (더글라스는 이 업적으로 필즈메달을 수상하였습니다.) 또한 1934년 모스는 다양체 위에서 정의된 미분가능함수의 특이점들을 이용하여 미분다양체의 위상적 성질을 공부하는 모스 이론을 제창하였습니다. 20세기 후반에는 특정한 성질을 갖는 리만 계량 텐서의 존재성을 보이거나 사교기하학에서 등장하는 여러 정리를 도출하는 데에 있어서 중요한 역할을 하였습니다.

## ( 현대의 변분법 )

한편으로 모스 이론은 다시 편미분방정식론의 발전에 지대한 영향을 주었습니다. 미분방정식론을 함수 해석적 시각에서 접근하면(예를 들어 라플라시안  $\Delta$ 을 소볼레프 공간이라는 무한차원 벡터 공간 위의 선형 연산자로 보고 이러한 선형 연산자가 지니고 있는 일반적 성질을 이용하여 미분방정식의 해의 유무를 판별하는 방법 등이 이에 해당) 많은 편미분방정식 문제들이 소볼레프 공간 위에서 정의된 범함수의 특이점을 찾는 문제로 환원됩니다. 한편 1963년 팔레에 의해 소개된 무한 차원 모스 이론 등을 이용하면 (소볼레프 공간 위에)주어진 범함수의 등위(等位)집합들이 가지고 있는 위상적 성질로부터 특이점의 존재성을 유도할 수 있습니다. 이러한 관점으로부터 1973년 암브로세티와 라비노비츠는 주어진 범함수의 안장점을 찾기 위한 충분 조건을 제시하는 고개 (mountain pass) 정리를 얻었습니다. 이 정리에서 제시하는 충분 조건은 체크하기 비교적 용이하여 범용성이 크고, 또한 비선형 슈뢰딩거 방정식 등 양자장론 등에서 파생된 편미분방정식에 대응되는 범함수의 경우 고개 정리가 보장하는 안장점은 바닥 상태에 대응된다는 점에서 큰 의미가 있습니다.

현대의 변분법은 순수수학적, 물리학적 범위를 넘어서 생물수학 같은 응용수학에도 폭넓게 사용되고 있습니다. 예를 들어 폰트라긴, 벨만 등에 의해 발전된 최적 제어론이나 확률 과정에 관한 변분법, 즉 말리아빈 미적분은 고전적인 변분법을 기반으로 하며, 제어공학, 수리 파이낸스, 확률적 필터링 등 여러 분야에 활발히 적용되고 있습니다. 최적 제어론에서 등장하는 해밀턴-야코비-벨만 방정식의 해는 주어진 비용함수를 갖는 동역학계에 대한 최적의 답안을 제시하며, 이는 경제학에서 등장하는 효용의 극대화와 관련된 문제 등에도 적용될 수 있습니다. 뿐만 아니라 변분법은 이미지 프로세싱에도 활용되어 입력된 영상의 잡음을 최소화하고 영상이 지니고 있는 특징들을 보다 확연히 하는 데 도움을 주고 있습니다. 특히 이러한 영상의 개선 문제는 의료 공학 등에서 중요시 다루어지고 있는만큼, 변분법의 발전은 크게 보자면 인류의 복지에도 기여하고 있다고 볼 수 있을 것 같습니다.

# Bochner-Riesz Conjecture

✎ 수학과 최성훈 박사

mail • zalhagge@postech.ac.kr

소속 • 서울대 편미분방정식 및 함수해석학 연구센터(PARC) 박사후 연구원

Bochner-Riesz 추측은 조화해석학(Harmonic Analysis) 분야에서 중요한 문제 중 하나로 그 자체만으로도 큰 의의가 있을 뿐 아니라, 이 문제를 해결하기 위해 시도된 여러 가지 해석학적인 도구들 역시 중요한 의미를 가집니다. 지난 몇 십년 동안 이 문제를 해결하기 위한 많은 노력이 있어 왔고, 수많은 결과들이 제시되었습니다. 특히, 이 문제는 T. Tao(트렌스 타오), T. Wolff, J. Bourgain, S. Lee(서울대 이상혁 교수) 등 조화해석학 분야에서 유명한 수학자들에 의해 연구되었지만 아직까지 일부 결과들만 얻었을 뿐 많은 부분들이 미해결된 상태입니다.

먼저 Bochner-Riesz 추측은 Cone multiplier, Restriction, Kakeya 추측 등 조화해석학 분야의 여러 중요한 문제들과 관련되어 있어 그 자체로 중요한 의미를 가집니다. (오른쪽 그림 참조). 여기서 서로 다른 관점에서 시작한 위 문제들이 상당한 연관성을 가지고 연결되어 있다는 것은 흥미로운 사실이며, 이는 Bochner-Riesz 추측을 연구하는 것이 여러 난제들을 해결하는 것과 연결될 수 있다는 것을 의미합니다.

위 추측들에 대한 연관성을 자세히 살펴보면 다음과 같습니다. 우선 Bochner-Riesz 추측이 Kakeya 추측을 해결해주며, 반대로 Kakeya 추측 역시 Bochner-Riesz 추측을 해결해줍니다. 또한 Bochner-Riesz 추측과 Restriction 추측은 서로 동치임이 알려져 있고 Cone multiplier 추측이 Bochner-Riesz 추측을 해결해줍니다. 반대

방향은 일반적으로 성립하지 않는다고 예상하지만 아직 밝혀지지 않았습니다.

이와 더불어 Bochner-Riesz 추측의 중요성은 이 문제를 해결하기 위해 새로운 해석학적 도구를 가능하게 한다는 데 있습니다. 해석학의 연구대상인 다양한 방정식의 해는 Fourier transform (푸리에 변환)으로 주어집니다. 그러

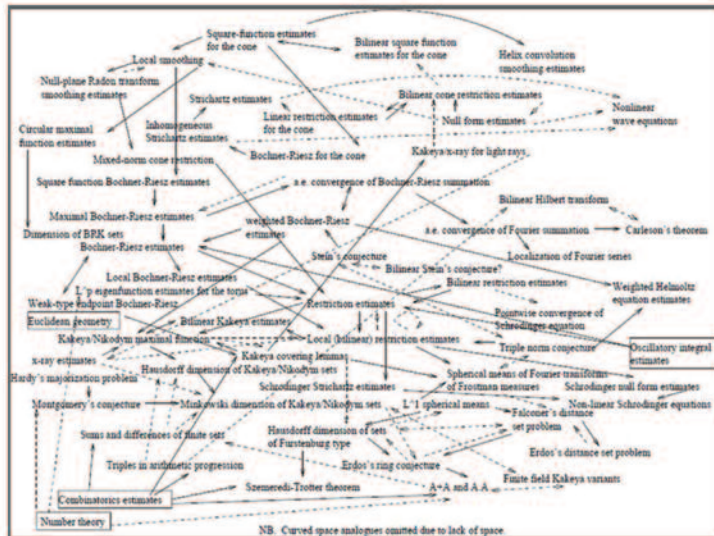
나 푸리에 변환이 곡면과 같이 넓은 다양체 위에 주어질 경우에는 정확한 계측을 얻기가 거의 불가능합니다. 대표적인 예가 구면 위에 특이집합을 갖는 Bochner-Riesz 연산자입니다. 특히 PDE (편미분 방정식)분야의 슈뢰딩거 방정식, 파동 방정식, KdV 방정식 등 여러 산포방정식의 해의 푸리에 변환은 특정한 곡면에 지지되어 있습니다. 따라서 어떤 곡면에 제한된 푸리에 변환을 갖는 연산자에 대한

연구인 Bochner-Riesz 추측은 여러 산포방정식의 최적 계측과 유계성을 얻는데 매우 중요한 역할을 합니다.

푸리에 변환을 비롯한 조화해석학의 주요 연구대상은 현재에는 신호, 영상처리 기술 등에 실제로 활용이 되고 있습니다. 곡면에 제한된 푸리에 변환에 대한 연구인 Bochner-Riesz 추측이 산업발전의 직접적인 기여를 당장에 논의할 수는 없지만, 푸리에 변환의 근본적 성질을 이해함으로써 관련 과학발전에 기여할 것이며, 이로부터 실제적인 산업에 활용될 것으로 기대됩니다. 이처럼 조화해석학 분야의 중요한 문제인 동시에 다양한 주제들과 연관되어 있는 Bochner-Riesz 추측에 대해 알아보시다.







$d$ 차원에서 Fourier transform(푸리에 변환)  $\hat{f}$ 은 다음과 같이 정의되고

$$\hat{f}(\xi) = \int_{\mathbb{R}^d} e^{-2\pi i \langle x, \xi \rangle} f(x) dx$$

inverse Fourier transform(푸리에 역변환)은 다음과 같이 정의됩니다.

$$\mathcal{F}^{-1}(\hat{f})(x) = \int_{\mathbb{R}^d} e^{2\pi i \langle x, \xi \rangle} \hat{f}(\xi) d\xi$$

만약, 함수  $f$ 가 Schwartz 함수이면 (또는  $f$ 가 compact support를 가지고 무한번 미분가능한 함수라 가정하면) Fourier inversion formula라 불리는 다음식이 성립하게 됩니다.

$$\mathcal{F}^{-1}(\hat{f}) = f$$

이제,  $f$ 를 좀 더 일반적인 함수로 생각해봅시다. 예를 들어  $L^p$ 공간에 속하는 함수  $f$ 에 대해서도 위의 Fourier inversion formula가 성립할까요? 아마도 성립하지 않을 것입니다. 그 이유는 함수  $f$ 가  $L^p$ 에 속한다면, 함수  $\hat{f}$ 의 적분이 불가능해지기 때문입니다. 그러면  $\hat{f}$ 이 적분가능하게 만들기 위해 다음과 같은 partial Fourier integrals  $T_t f$ 를 고려해봅시다.

$$T_t f(x) = \int_{\mathbb{R}^d} \chi(\xi/t) e^{i\langle x, \xi \rangle} \widehat{f}(\xi) d\xi.$$

여기서,  $\chi$ 는 반지름이 1이고 중심이 0인 ball  $B(0,1)$ 에서의 characteristic 함수입니다.

그렇다면 Fourier inversion formula와 비슷하게  $T_t f$ 는  $L^p$ 공간에서  $f$ 로 수렴할까요? 다시 말해,  $L^p$ 공간에서  $\lim_{t \rightarrow \infty} T_t f = f$ 가 성립할까요? 이것은 uniform boundedness principle에 의해 다음과 같은  $L^p$ 유계 문제와 동치가 됩니다.

$$\|T_t f\|_{L^p(\mathbb{R}^d)} \leq C \|f\|_{L^p(\mathbb{R}^d)}$$

이 문제는 disc multiplier problem (or ball multiplier problem) 로써 잘 알려져 있습니다. 그 이유는  $f$ 의 Fourier support가  $|\xi| \leq t$ 인 디스크에 포함되어 있기 때문입니다. 1차원에서는  $T_t$ 가 Hilbert transform으로 쓸 수 있기 때문에  $1 < p < \infty$ 인 영역에서  $L^p$ 유계가 성립이 됩니다. 하지만, 2차원 이상에서는 1971년에 C. Fefferman에 의해 Plancherel's theorem에 의해 성립하는  $p=2$ 를 제외하고  $L^p$ 유계가 성립하지 않음이 증명되었습니다. 그 방법은 Kakaya 추측과 관련된 Besicovitch 집합을 이용한 것이었는데 이것은 당시 조화 해석학자들에게 놀라운 일이었습니다. 왜냐하면 수학자들은  $L^p$ 유계가 성립할 것으로 예측했기 때문이죠. 수학자들은 이 반례를 분석한 후에  $L^p$ 유계가 성립하게 하기 위해서 좀 더 부드러운(smooth) 연산자가 필요하다는 것을 알게 되었고 그것이 Bochner-Riesz 연산자입니다. 그리고 이 연산자의  $L^p$ 유계에 대한 추측을 Bochner-Riesz 추측이라고 부릅니다.

차수  $\alpha$ 에 대한 Bochner-Riesz 연산자는

$$\widehat{T_t^\alpha g}(\xi) = \left(1 - \frac{|\xi|^2}{t^2}\right)_+^\alpha \widehat{g}(\xi), \quad \xi \in \mathbb{R}^d$$

으로 정의됩니다. 여기서  $k > 0$ 일 때  $k_+^\alpha = k^\alpha$ 이고,  $k \leq 0$ 일 때  $k_+^\alpha = 0$ 입니다. 그러면  $\alpha = 0$ 일 때, 이 연산자는

partial Fourier integrals이 되고,  $\alpha$ 가 증가함에 따라  $\left(1 - \frac{|\xi|^2}{t^2}\right)_+^\alpha$ 는 더 부드러운(smooth) 효과를 주게 되어  $L^p$ 유계를 얻

는 게 가능하게 됩니다. 즉, characteristic 함수와는 다르게  $|\xi| = t$  주변에서 smooth한 함수 형태가 됩니다.

범위  $(1, \infty)$ 에 속하는  $p$ 에 대해서,  $d$ 차원에서의 Bochner-Riesz 연산자에 대한 critical exponent는

$$\alpha(p) = \max \left\{ d \left| \frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right| - \frac{1}{2}, 0 \right\}$$

이며, Bochner–Riesz 추측은 다음과 같이 정리할 수 있습니다.

**Conjecture.**  $1 \leq p \leq \infty$  인 모든  $p$ 에 대해서

$$\|T_1^\alpha g\|_{L^p(\mathbb{R}^d)} \leq C \|g\|_{L^p(\mathbb{R}^d)}$$

if and only if  $\alpha > \alpha(p)$ .

필요조건은 이미 알려져 있으며, 2차원인 경우에는 *Carleson*과 *Sjölin*에 의해 증명되어 졌습니다. 하지만 3차원 이상인 경우에는 몇 십년 동안 많은 수학자들이 이 문제에 관해서 연구해 왔지만, 아직까지 많은 부분이 미해결 상태입니다. 가장 최근 결과는 2011년에 Bourgain과 Guth [2]에 의한 것인데, 그들은 Bennett, Carbery, Tao [1]에 의해 증명되어진 multilinear restriction estimate를 이용해 Restriction과 Bochner–Riesz 문제를 조금 더 해결하였습니다. 즉, 그들은  $p_0 \leq p \leq \infty$ ,  $\alpha > \alpha(p)$  영역에서  $L^p$ 유계가 성립함을 증명했습니다. 여기서  $p_0$ 는

$$p_0 = 2 + \frac{12}{4d - 3 - k} \quad \text{if } d \equiv k \pmod{3}, \quad k = -1, 0, 1$$

으로 주어진 값입니다. 사실 3,4차원일 때, 이것은 Lee(서울대 이상혁 교수) [5]가 증명한 영역  $p > 2 + 4/d$ 와 같고 결국 5차원 이상일 때 새로운 결과입니다.

다음으로 극대 Bochner–Riesz 연산자(maximal Bochner–Riesz operator)에 관한 문제가 있습니다. 극대 Bochner–Riesz 연산자는

$$T_*^\alpha g(x) = \sup_{t>0} |T_t^\alpha g(x)|, \quad x \in \mathbb{R}^d$$

으로 정의됩니다. 그러면 극대 Bochner–Riesz 추측은 다음과 같습니다.

**Conjecture.**  $2 \leq p \leq \infty$  인 모든  $p$ 에 대해서

$$\|T_*^\alpha g\|_{L^p(\mathbb{R}^d)} \leq C \|g\|_{L^p(\mathbb{R}^d)}$$

holds if and only if  $\alpha > \alpha(p)$ .



극대 Bochner–Riesz 추측은  $t$ 가 무한대로 가까이 갈 때,  $T_t^\alpha g$ 가  $g$ 로 almost everywhere convergence하겠는가? 라는 문제와 관련이 있습니다. 즉, 어떤  $p$ 에 대해 위의  $T_*^\alpha$ 에 관한  $L^p$ 유계가 성립하면  $T_t^\alpha g$ 가  $g$ 로 almost everywhere convergence하게 됩니다. 일반적으로  $T_*^\alpha$ 에 있는 sup을 제어하기가 쉽지 않기 때문에 극대 Bochner–Riesz 추측이 Bochner–Riesz 추측보다 더 어려운 문제로 알려져 있습니다.

이 문제 역시 많은 수학자들에 의해 연구되어 졌습니다. 2차원의 경우 Carbery에 의해 증명되어 졌지만 3차원 이상의 경우 Bochner–Riesz 추측처럼 아직까지 미해결인 상태입니다. 가장 최근의 결과는 Lee [5]가 증명한 영역  $p > 2 + 4/d$ 인데 그의 증명은 Bochner–Riesz 추측을 증명할 때 이용한 방법과 더불어 sup를 제어하는 방법중 하나인 Local smoothing estimate를 이용하였습니다.

마지막으로 Bochner–Riesz 연산자의 일반화 된 형태인 generalized Riesz means에 대해 알아보시다. 대표적인 예로 cone multiplier 연산자가 있습니다. 함수  $\rho$ 와 관련된 generalized Riesz means는

$$\widehat{S_t^\alpha f}(\xi) = \left(1 - \frac{\rho(\xi)}{t}\right)_+^\alpha \widehat{f}(\xi), \quad \xi = (\xi', \xi_{d+1}) \in \mathbb{R}^d \times \mathbb{R}$$

으로 정의됩니다. 먼저  $\rho(\xi) = |\xi|$ 인 경우,  $S_t^\alpha$ 는  $d+1$ 차원에서의 Bochner–Riesz 연산자가 됩니다. ( $|\xi| = t$ 인 집합은 구(sphere)이기 때문에 나중에 spherical means라고 부릅니다.)

다음으로 cone multiplier 연산자는

$$\widehat{C^\alpha f}(\xi) = \left(1 - \frac{|\xi'|^2}{\xi_{d+1}^2}\right)_+^\alpha \phi(\xi_{d+1}) \widehat{f}(\xi)$$

으로 generalized Riesz means의 약간 변형된 형태입니다. 여기서  $\phi$ 는  $[1/2, 2]$ 에 support되어 있는 smooth 함수입니다. 그리고 cone multiplier 추측은 다음과 같습니다.

**Conjecture.**  $1 \leq p \leq \infty$  인 모든  $p$ 에 대해

$$\|C^\alpha f\|_{L^p(\mathbb{R}^{d+1})} \leq C \|f\|_{L^p(\mathbb{R}^{d+1})}$$

*if and only if  $\alpha > \alpha(p)$ .*

사실 cone multiplier 추측이라고 부르는 이유는 원뿔 ( $|\xi| = |\xi_{d+1}|$ ) 주변에 support되어 있기 때문입니다. 구(sphere)와는 구별되게, 원뿔이 가지고 있는 곡률의 특징(one vanishing principal curvature)으로 인해 cone multiplier 추측이 Bochner–Riesz 추측보다 더 어려운 문제로 알려져 왔습니다. 하지만 신기하게도 cone이 가지는 곡률의 특징은  $d+1$ 차원의 cone multiplier 추측과  $d$ 차원의 Bochner–Riesz 추측의 필요조건을 같게 만듭니다. 게다가 cone multiplier 추측이 해결되면 Bochner–Riesz 추측이 해결이 됩니다. 즉, 어떤  $p$ 에 대해  $C^\alpha$ 의  $L^p$ 유계가 성립하면 그  $p$ 에 대해  $T^\alpha$ 의  $L^p$ 유계가 성립 한다는 것입니다.

Cone multiplier 추측을 풀기 위해 많은 수학자들이 연구를 했습니다. Wolff [7]는 처음으로  $p > 74$ 인 영역에서 문제를 해결 했고, Wolff [7]가 사용한 방법을 약간 수정함으로써 Garrigos, Schlag and Seeger [3]은 좀 더 나은 결과를 얻었습니다. 특히, 2차원에서  $p > 20$  영역까지 Cone multiplier 추측이 성립함을 증명하였습니다 (고차원인 경우 [4]를 참고). 그럼에도 Cone multiplier 추측은 모든 차원에서 미해결 문제입니다. 최근 2012년에 Lee와 Vargas [6]는  $p = 3$ 인 경우 3차원 cone multiplier 추측을 완전히 풀었습니다. 그들의 아이디어는 앞에서 설명한 Bourgain와 Guth [2]가 만들어낸 아이디어를 변형하여 적용한 것입니다.

## References

- [1] J. Bennett, A. Carbery, T. Tao, On the multilinear restriction and Kakeya conjectures, Acta Math., 196 (2006), 261-302.
- [2] J. Bourgain and L. Guth, Bounds on oscillatory integral operators based on multilinear estimates, Geom. Funct. Anal. 21 (2011), 1239-1295.
- [3] G. Garrigos, W. Schlag, A. Seeger, Improvements in Wolff inequality for decompositions of cone multipliers, Preprint.
- [4] Y. Heo, Improved bounds for high dimensional cone multipliers, Indiana Univ. Math. J. 58 (2009), no 3, 1187-1202.
- [5] S. Lee, Improved bounds for Bochner-Riesz and maximal Bochner-Riesz operators, Duke Math. J. 122 (2004), 205-232.
- [6] S. Lee and A. Vargas, On the cone multiplier in  $\mathbb{R}^3$ , J. Funct. Anal. 263 (2012), 925-940.
- [7] T. Wolff, Local smoothing type estimates on  $L^p$  for large  $P$ , Geom. Funct. Anal. 10 (2000), no. 5, 1237-1288.



# 저차원 물질계에서의 전자물성연구

▣ 물리학과 **엄상훈** 박사

mail • sanghoonuhm@gmail.com 소속 • 삼성전자 연구원

## 연구 분야 소개

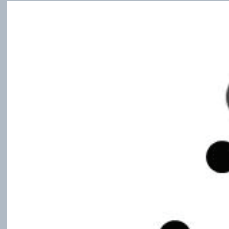
21세기 문명의 기반이라 일컬어지는 정보기술은 그 물적 기반으로 반도체 소자 기술에 의존하고 있으나, 최근에 이르러 소자 집적화 기술의 한계가 명백해지면서, 근미래에 정보기술의 물적 토대를 확보하는 것이 불확실해지고 있다. 이와 같은 반도체 소자기술 및 관련의 위기 상황은, 양자물성에 기초한 새로운 개념과 새로운 구조의 소자 개발, 양자전산 등과 같은 정보처리방식의 패러다임 전환, 더불어 이러한 신기술의 바탕에 있는 물리학의 혁신적 발전을 요구하고 있다. 즉, 양자전산과 신개념소자 등을 가능케 할 새로운 양자역학적 개념과 방법론, 그리고 새로운 물성을 지니는 물질계와 이들의 조합으로서의 새로운 소자 구조가 발견되고 고안되어야 하는 것이다.



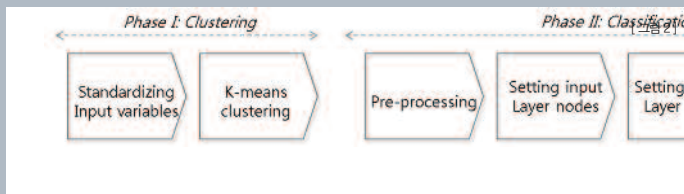
이에 새로운 가능성을 지닌 나노스케일 또는 원자수준의 신물질계를 제공하고 이러한 원자 단위 신물질계의 전자물성을 심도있게 탐구하기 위한 새로운 방법론을 제시하여 원자 수준의 특이한 응집물질계의 신물질 발견에 도전하고자 한다. 기존에 연구하였던 반도체 기판 위에 자발적으로 또는 특수한 성장제어방법에 의해 성장가능한 원자선(단원자 또는 수원자 폭을 가지며 1차원적으로 펼쳐진 선적구조)과 원자막(단원자 또는 수원자 두께의 막) 등을 말하며 이들의 전자물성이란 저차원 금속 전자계의 특이물성으로서 전하밀도파, 특이초전도, 비페르미액체거동 및 저차원 Kondo 현상 등이 주요 연구 대상이 된다.

# 저차원 물질계의 형성

[그림 1]



기존의 주요 연구 대상이라 할 반도체표면의 원자선 및 원자막의 예를 구체적으로 들면, 실리콘 (100) 기판 위에 Bi, In, Al 등의 금속을 적당한 온도에서 증착하면 아래의 그림과 같은 원자 1~2개 폭을 가지고 매우 긴 길이의 '원자선'이 자발적으로 형성됨이 밝혀졌다. 이러한 원자선의 형성은 주로 결정성자 초기에 국소적으로 작용하는 기판과의 화학결합의 이방성 또는 기판에 인가되는 구조적인 strain의 이방성에 기인한다.



또한 경사진 단결질 기판을 이용하게 되면 원자수준에서 직선적으로 잘 정의된 결정면단차의 주기적 배열을 얻을 수 있고 이러한 단차배열은 원자선을 형성시키기에 용이한 template 구실을 하게 된다. 이러한 방법을 통해 만들어진 원자선의 한계가 이전의 원자선원자막 연구단에서 집중적으로 연구하는 Si(557), Si(5512), Si(553) 기판 위의 Au 원자선 구조이다.

[그림 3]

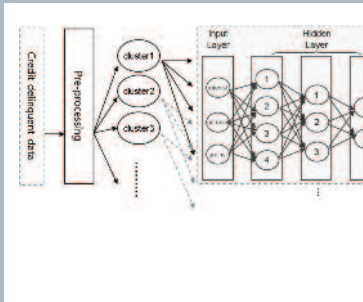


그림 1

실리콘(100) 기판 위에 형성된 Bi 원자선의 주사터널형미경사진. Bi 원자 두 개의 폭을 가지며 1000nm에 이르는 길이에서 선 내부에 결합 없이 성장한다.

그림 2

고체표면의 단차를 이용하여 형성된 원자구조의 모식도

그림 3

실리콘(557)기판위의 Au 원자선의 자세한 주사터널형미경 사진(a) 이과 원자모형 (b), 저온에서 원자선의 특정부분이 격자비틀림과 금속-비금속 전이를 보인다(d, e).



## 연구 분야 소개

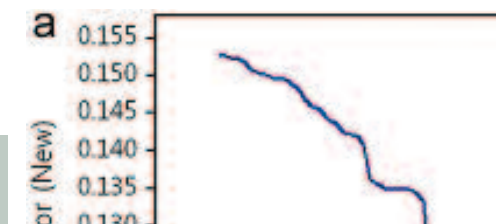


그림 4

납단원자막/실리콘 계면에서 발견된 선형적인  
무질량(디랙)밴드구조

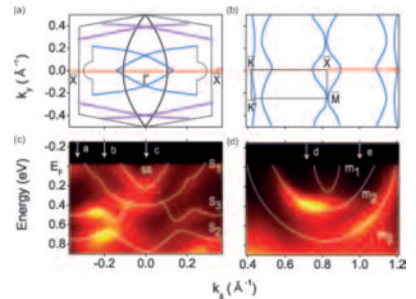
뿐만 아니라, 실리콘 기판 위에 In, Pb를 원자 1-2개 두께를 가지고 '원자막'이 자발적으로 형성됨도 밝혀졌고 이 원자막은 극저온에서 초전도성을 가지고 있다. 단결정 실리콘 기판 위에 금속 원자인 납 단원자막을 고품질로 형성하여 이차원 금속 전자계를 구현하였다. 이 이차원 원자계의 전자밴드 구조를 자체 제작한 고분해능 광전자 분광설비로 정밀하게 측정하였으며, 이 결과를 기존에 보고된 구조모델에 기초하여 범일도 함수 제일원리 전자구조계산으로 정확히 재현하였다. 특히 납 원자막의 이차원 금속전자 밴드 이외에 계면 부근의 실리콘원자층에 존재하는 소위 실리콘공간전하층에 의한 밴드구조를 측정하는데 성공하였다. 이 실리콘 공간전하층의 밴드 구조를 정밀하게 분석한 결과 놀랍게도 전자의 유효질량이 그래핀의 2배 정도 밖에 되지 않으며 삼차원 위상 절연체와는 유사한 질량을 가지는 직선적인 디랙밴드구조를 가짐을 발견하였다. 이 결과와 비교 검토한 결과, 실리콘 계면층의 밴드와 이를 덮고 있는 납원자층의 밴드가 거의 밴드갭이 없이 같은 운동량 공간에 존재하여, 이들 밴드간의 상호작용에 의한 것으로 규명되었다.

그리고 이 납단원자막은 상대적으로 매우 낮은 온도에서 액화가 일어난다. 또한 고체-액체 상전이를 전후하여 매우 정밀하게 전자밴드구조를 측정한 결과 액체 상태 고유의 밴드 구조를 완전히 규명하는데 성공하였다. 액체상태에서는 주기적인 포텐셜에 속박되지 않은 자유로운 전자상태를 의미하는 자유전자밴드와 이에서 파생하는 자유홀밴드가 존재함을 발견하였다. 자유홀밴드의 경우는 무질서한 물질에 고유한 파동의 산란특성, 즉 coherent backscattering이 전자의 산란에 적용된 결과로서 자유전자밴드의 전자가 radial 방향의 원자배열에 의해 backscattering되어 발현함을 증명하였다. 이처럼 원자선과 원자막의 이차원 물질에서는 흥미로운 다양한 물성들이 발견되고 있으며 더 많은 연구가 진행될 것으로 생각된다.

# 본인의 연구내용

그림 5

2차원 원자막(좌-a, c)과 1차원 원자선(우-b, d)의  
페르미면과 전자밴드구조



표면에 형성된 나노구조물들의 가장 큰 장점 중 하나는 이 물질계의 특유의 다양성이라고 할 수 있다. 나노구조를 형성하는 물질의 배합이나 화학성분량을 조절하여 서로 다른 구조와 주기를 갖는 다양한 저차원상들을 체계적으로 유도해 낼 수 있다. 그 대표적인 예로 실리콘(111) 표면 위에 자기 조립되는 원자 한층 두께의 이차원 인듐원자막과 1차원 인듐원자선을 들 수 있다. 다시 말해 매우 적은 인듐 원자량에 의해 민감하게 의존하여 많은 규칙적인 상들이 나타나며 이들은 서로 다른 주기와 형태의 전자구조를 가지고 있다. 실제로 1차원 인듐 원자선의 경우, 상온에서 안정적인 일차원 금속 전도성을 보여주지만 130 K 아래의 저온에서는 비금속 전도성을 가지는 현상이 일어날 뿐 아니라 구조적인 변화도 같이 일어나게 되고 전하밀도파를 형성하게 된다. 그리고 1차원 인듐원자선에 불순물을 주입하여 전자구조를 바꿀 수도 있다. 그리고 2차원 인듐원자막의 경우에는 극저온에서 2차원 전자구조를 가지며 극저온에서 초전도성을 가지게 된다. 이와 같이 실리콘 기판위에 형성되는 인듐 원자선/원자막계에 다양한 구조를 가지는 여러가지 상들이 존재하며, 이러한 특유의 구조적 다양성은 곧 그에 대응하는 다양한 전자구조를 체계적으로 연구할 수 있는 좋은 기회를 제공한다.

위와 같은 배경을 바탕으로, 본인은 고분해능 각도분해 광전자 분광법을 활용하여 인듐 원자선/원자막 그리고 인듐 원자선과 불순물과의 반응으로 일어나는 전자구조를 연구하였다. 먼저 광전자 분광법에 대해서 간략하게 살펴보겠다. 아인슈타인이 빛의 입자성을 이용하여 설명한 현상으로 금속 등의 물질에 일정한 진동수 이상의 빛을 비추었을 때, 물질의 표면에서 전자가 튀어나오는데 이 전자를 이용하여 전자의 구조를 알아내게 된다.

1차원 원자선과 2차원 원자막의 경우, 각각 전하밀도파와 초전도성이 가장 중요한 개념으로 이 개념들은 온도에 많은 영향을 받게 된다. 원자들이 규칙적인 배열을 하고 있을 때, 온도 변화에 따라 구조적인 주기성의 변화가 생기고 되고 전자구조도 같이 변하게 된다. 이 때 가장 중요한 것이 전자-포논 상호작용이다.

# 본인의 연구내용

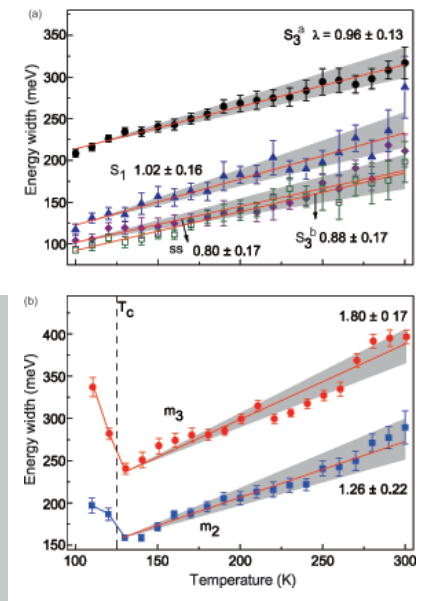


그림 6

2차원 원자막(a)과 1차원 원자선(b)에서 측정된 온도변화에 따른 에너지 밴드 두께

인듐 원자선과 원자막의 광전자 분광의 연구 결과, 온도가 감소함에 따라 밴드의 두께가 줄어듦을 확인하였고, 이 두께는 전자와 포논의 상호작용에 큰 영향을 미치게 된다. 인듐 원자막의 경우, 이전에 보고된 값과 거의 일치하지만, 인듐 원자선의 경우 표면에서 관찰된 값 중에 가장 크다는 것을 확인할 수 있다. 이 둘의 차이는 페르미면의 차원이 1차원에서 2차원으로 확장되면서 전자와 포논 상호작용은 점점 줄어들게 되며, 상태밀도에 비례하게 된다.

또한 원자선 위에 흡착된 불순물의 경우, 불순물의 종류와 온도에 따라 다른 구조를 가지고 있다는 것을 관측하였다. 나트륨, 수소, 인듐 등은 인듐 원자선 위에 흡착되어 130 K 아래에서도 원자선이 가지는 상온의 전자구조와 거의 일치한다. 그러나 산소흡착의 경우, 위와는 반대로 130 K 위에서도 원자선이 가지는 저온의 구조를 가지고 있다. 이것의 전자구조를 알아보기 위해 고분해능 광전자 분광법을 이용하여 실험한 결과, 산소 흡착의 경우는 구조적인 변화 뿐만 아니라 전기적으로도 변화를 일으키게 되며, 이때 비금속성이 나타나게 된다. 또한 이 증가된 상전이 온도는 산소 불순물이 비금속 전도성을 가지는 바닥상태를 산소가 더욱 더 안정화시키게 되면서 기존의 원자선이 가지는 구조를 가지게 되는 것으로 볼 수 있다. 기존의 원자선이 가지는 바닥 상태의 구조는 포논의 역할이 굉장히 중요한데 이 포논의 역할을 산소 불순물이 더 활성화시키는 것이다.

이러한 결과들은 자기조립 원자선과 원자막이라는 작은 극한적인 물질계의 전자물성의 정보를 제공할 뿐만 아니라 전하밀도파현상과 초전도성 자체의 연구에 대한 중대한 돌파구를 제공한다. 뿐만 아니라 원자선이라는 저차원 물질계에서조차 불순물 원자에 의한 도핑이라는 개념과 방법을 적용 가능함을 보여줄 수 있고, 이 방법을 사용하여 원자선의 전자구조를 마치 반도체 물질처럼 자유로이 조작할 수 있음을 증명함으로써 원자선구조를 미래의 소자에 응용하는데 도움이 되는 연구라고 할 수 있다.

요약하면, 원자선과 원자막 그리고 불순물과의 상호작용에는 전자-포논 상호작용이 굉장히 중요한 역할을 하게 되며, 이러한 다체계 상호작용은 전하밀도파, 초전도성 등과 같은 저차원 물리현상을 야기시키게 된다. 그리고 이런 현상들을 응용하여 전자구조를 자유로이 조절함으로써 반도체 산업에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

위의 연구대상들은 전통적인 주류 응집물질물리학의 대상에서 일정 정도 벗어나 있으나 저차원 금속물성이라는 응집물리학의 중요한 분야에 새로운 물질계와 새로운 접근법을 제시할 수 있다고 본다. 또한 표면물리학의 전통에 기초하여 나노영역의 새로운 물질구조와 이들의 전자물성에 주목한다는 점이 특징이라 하겠다.

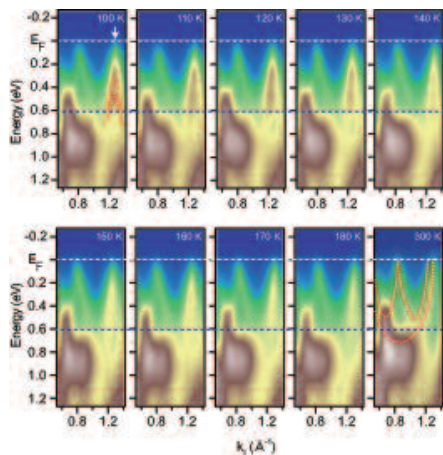


그림 7

원자선 위에 흡착된 산소 불순물이 의한 전자밴드구조의 변화



# 전류에 의한

## 자.백.운.동.

글 • 물리학과 유지수 박사

mail • [feitw@postech.ac.kr](mailto:feitw@postech.ac.kr)

소속 • 포스텍 물리학과 박사후 연구원

**스핀 전자 공학(Spin electronics 혹은 Spintronics)**은 전자의 스핀 각운동량에 의해 발생하는 여러 현상들을 연구하고, 이를 이용한 전자기 소자를 개발하려는 분야입니다. 하나의 축을 기준으로 업(up) 또는 다운(down) 값을 갖는 스핀 각운동량은 전하와 마찬가지로 전자의 내재적인 속성입니다. 따라서 전류가 흐를 때에는 전하와 함께 스핀도 전달이 됩니다. 이러한 스핀 전도에 의해 기존 전자 공학에서 발견하지 못했던 여러 현상들이 나타나게 되는데, 그 중 대표적인 것이 전류에 의해 시스템의 자화 방향이 변하는 스핀 전달 토크(Spin transfer torque, 이하 STT) 현상입니다.

STT 현상은 1996년 Luc Berger와 John Slonczewski에 의해 이론적으로 예측되었고,<sup>3,4</sup> 수년 뒤 실험적으로 관측되었습니다.<sup>5,6</sup> 강자성계에서는 전도 전자의 스핀과 국소 전자의 스핀이 같은 방향으로 정렬하려는 교환 상호 작용(s-d exchange interaction)이 존재합니다. 따라서 강자성층에 전류를 흘리면, 특정 방향으로 자화된 스핀 전류가 유도됩니다. 이러한 스핀 전류를 서로 다른 방향으로 자화된 두 강자성층 사이에 흘려주면, 스핀 전류에 의해 한 쪽 자성층의 스핀 각운동량이 다른 쪽 자성층으로 전달



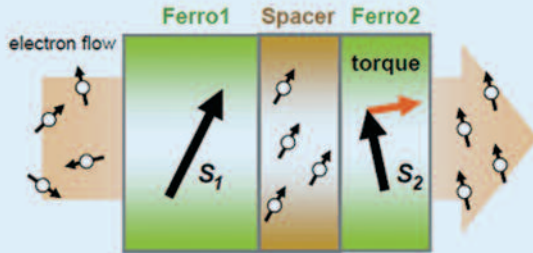


그림 1

강자성/비자성/강자성층으로 이루어진 스핀 밸브에서 STT의 작동 원리.  
(출처: <http://www.nanoqed.org/2012.php>)

됩니다. 따라서, 전류의 방향에 따라 두 자성층의 자화 방향을 평행 혹은 반평행하게 만들 수 있습니다. (그림 1) STT를 이용하면, 자기장을 이용하지 않고 전기적으로 시스템의 자화 방향을 조절이 가능하기 때문에 이 현상은 이론과 응용적인 측면 모두에서 큰 관심을 끌었고, 스핀 밸브(Spin valve), 자기 터널 접합(Magnetic tunnel junction), 자성 나노선(Magnetic nanowire) 등 여러 시스템에서 연구되고 있습니다. 이 중에서도 제가 대학원 과정에서 연구한 주제는 자성 나노선 STT의 작동에 관한 것입니다.

강자성 금속을 이용해 폭 수십~수백 나노미터, 두께 수 나노미터, 길이 수 마이크로미터 크기의 나노선을 만들면, 나노선 내부의 자성이 특정 방향, 예를 들어 나노선의 길이 방향 혹은 박막 증착 방향을 선호하게 만들 수 있습니다. 이 때, 나노선의 양 끝을 서로 반대 방향으로 자화시키면, 두 자기 도메인(magnetic domain) 사이에 자화 방향이 서서히 변하는 자벽(magnetic domain wall)

이 형성됩니다. (그림 2)자벽이 형성된 나노선에 전류를 흘리면, STT에 의해 한쪽 자기 도메인의 스핀 각운동량이 다른 쪽 자기 도메인으로 전달되면서 전자가 이동하는 방향으로 자벽이 이동하게 됩니다. 전류에 의한 자벽 운동은 STT가 이론적으로 예측되기도 전에 제안되었지만,<sup>7</sup> 이 현상을 관찰하기 위해서는 수 나노미터의 두께의 다층 박막이 필요하기 때문에 2000년대 초반에야 실험적으로 입증되었습니다.<sup>8,9</sup> 전류에 의한 자벽 운동을 연구함으로써 스핀 전류와 시스템의 자성 간의 관계를 밝힐 수 있을 뿐만 아니라, 레이스트랙 메모리(Racetrack memory)<sup>10</sup>, 연산 소자(Shift register)<sup>11</sup> 등 자벽 운동을 이용한 소자 개발 가능성이 커지면서 이에 대한 관심이 높아지고 있습니다. 특히 응용적인 측면에서는 STT를 비롯한 여러 환경적인 요인들이 자벽 운동에 미치는 영향을 분석하는 것이 중요합니다.

자성 나노선 내부의 자벽에는 두 종류의 STT가 작용합니다. 하나는 adiabatic STT로, 전도 전자의 스핀 풀림(spin relaxation)이 없어 나노선 내부를 이동하는 전도 전자의 스핀 방향이 국소 전자 스핀 방향을 정확히 따라갈 때 발생하는 STT입니다. 이러한 STT는 시스템의 자화 방향이 서서히 변할 때 즉, 자벽의 길이가 길 때 주요하게 작용합니다. 다른 하나는 non-adiabatic STT로,



그림 2

자성 나노선 양 쪽의 자기 도메인과 자벽 (붉게 표시된 부분).

전도 전자 스핀의 국소 전자 스핀에 수직인 방향 성분에 의해 발생하는 STT 그 크기는 시스템 내부의 스핀 산란(spin scattering) 혹은 스핀 뒤집기(spin flip) 정도를 나타내는 계수  $\beta$ 에 비례합니다.

자벽 운동을 유도하는 두 STT 이외에도 여러 가지 환경적인 요인이 자벽 운동에 영향을 미칩니다. 먼저, 나노선 표면의 결함이나 자기 무질서(magnetic disorders)는 자벽 운동을 방해하는 고정 퍼텐셜(pinning potentials)을 형성합니다. 이로 인해 자벽 운동을 유도하기 위해서는 최소 임계 전류 이상의 전류를 걸어주어야 합니다. 최소 임계 전류가 높으면, 자벽 운동시 발생하는 줄열(Joule heating)에 의해 실험 결과의 정확도가 떨어지고, 응용적인 측면에서도 불리하기 때문에 자기 비등방성을 조절하거나, 스핀-궤도 결합(spin-orbit coupling)이나

스핀 홀 효과(spin Hall effect), 이용하여 낮은 전류에서 자벽 운동을 유도하기 위한 연구가 진행되고 있습니다. 스핀 홀 효과란, 스핀-궤도 결합에 의해 금속에 걸어진 전류에 수직인 방향으로 스핀 전류가 유도되는 현상입니다. (그림 3) 다층 박막 구조에서 백금이나 텅스텐 등의 스핀 홀 효과가 큰 비자성 전이 금속 위에 얇은 자성층을 증착하고 박막 평면 방향으로 전류를 걸어주면, 비자성 금속에서 자성층으로 스핀 전류가 주입됩니다. 최근 스핀 홀 효과에 의한 스핀 전류를 이용해 자성층의 자화 방향을 조절할 수 있음이 실험적으로 입증되기도 했습니다.<sup>12</sup> 저자는 스핀 홀 효과에 의한 스핀 전류가 자벽 운동에 미치는 영향을 이론적으로 분석함으로써, 스핀 홀 효과가 특정 형태의 자벽의 운동에 필요한 임계 전류를 크게 낮출 수 있음을 확인하였습니다.<sup>13</sup> 스핀 홀 효과가 큰 다층 박막 구조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있고, 실험적으로 자벽의 형태를 조절할 수 있기 때문에 스핀 홀 효과에 의한 임계 전류 감소는 실제 자벽 운동 소자에 응용될 수 있습니다.

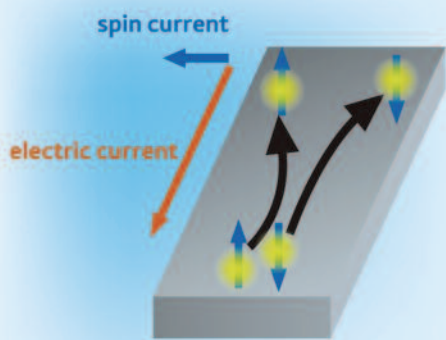


그림 3

비자성 금속 내부에서의 스핀 홀 효과

(출처: <http://www.rikenresearch.riken.jp/eng/research/4956.html>)

상온에서는 열에너지 요동에 의해 임계 전류보다 낮은 전류를 걸어주어도 자벽의 운동 속도는 완전히 0이 되지 않고, 평균이 아주 작은 확률 분포를 따르게 됩니다. 이 때 자벽 운동은 고체 결정의 성장, 물컵에 떨어뜨린 잉크 방울의 확산 등에서 볼 수 있는 크리프 역학(creep dynamics)의 양상을 띠고, 자벽 운동의 속도는 시스템의 차원, 자벽 운동을 방해하는 자기 무질서의 특성, 자벽 운동을 주도하는 힘(자기장, adiabatic 혹은 non-adiabatic STT)에 의해 결정됩니다. 저자는 서울대의 실험 그룹과의 공동 연구를 통해 크리프 영역에서의 전류에 의한 자벽 운동을 연구하였고, 그 결과 이 영역에서

adiabatic STT가 자벽 운동에 미치는 영향을 알아낼 수 있었습니다.<sup>12</sup> 특히, 기존에는 크리프 영역에서 adiabatic STT의 영향이 미미한 것으로 알려졌으나, 저희의 연구 결과를 통해 크리프 영역에서의 자벽 운동 실험 결과의 정확한 분석을 위해서는 adiabatic STT를 반드시 고려해야 한다는 것이 밝혀졌습니다.

전류에 의한 자벽 운동이 실험적으로 검증된 것은 불과 10여년 전이지만, 다층 박막 제조 기술의 진보에 의해 다양한 자성 시스템에서 새로운 실험 결과들이 발표되고 있습니다. 이러한 결과들의 이론적 분석과 응용은 아직까지 알려지지 않은 스핀 현상 연구의 중요한 기초가 될 뿐만 아니라, 향후 스핀 전자 공학 기술의 발전에도 큰 도움이 될 것입니다.

## BIOBLOGGRAPHY \_참고문헌

- [1] P. Grünberg, R. Schreiber, Y. Pang, M. B. Brodsky, and H. Sowers, Phys. Rev. Lett. 57, 2442 (1986); G. Binasch, P. Grünberg, F. Saurenbach, and W. Zinn, Phys. Rev. B 39, 4828 (1989).
- [2] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. Nguyen van Dau, F. Petroff, P. Eitenne, G. Creuzet, A. Friederich, and J. Chazelas, Phys. Rev. Lett. 61, 2472 (1988).
- [3] L. Berger, Phys. Rev. B 54, 9353 (1996).
- [4] J. C. Slonczewski, J. Magn. Magn. Mater. 159, L1 (1996).
- [5] M. Tsoi, A. G. M. Jansen, J. Bass, W.-C. Chiang, M. Seck, V. Tsoi, and P. Wyder, Phys. Rev. Lett. 80, 4281 (1998).
- [6] E. B. Myers, D. C. Ralph, J. A. Katine, R. N. Louie, and R. A. Buhrman, Science 285, 867 (1999).
- [7] L. Berger, J. Appl. Phys. 49, 2156 (1978).
- [8] M. Yamanouchi, D. Chiba, F. Matsukura, and H. Ohno, Nature 428, 539 (2004).
- [9] A. Yamaguchi, T. Ono, S. Nasu, K. Miyake, K. Mibu, and T. Shinjo, Phys. Rev. Lett. 92, 077205 (2004).
- [10] S. S. P. Parkin, M. Hayashi, and L. Thomas, Science 320, 190 (2008).
- [11] D. A. Allwood, G. Xiong, C. C. Faulkner, D. Atkinson, D. Petit, R. P. Cowburn, Science 309, 5741 (2005).
- [12] L. Liu, C.-F. Pai, Y. Li, H. W. Tseng, D. C. Ralph, and R. A. Buhrman, Science 336, 555 (2012).
- [13] J. Ryu, K.-J. Lee, and H.-W. Lee, submitted to Appl. Phys. Lett. (2013).
- [14] J.-C. Lee, K.-J. Kim, J. Ryu, K.-W. Moon, S.-J. Yun, G.-H. Gim, K.-S. Lee, K.-H. Shin, H.-W. Lee, and S.-B. Choe, Phys. Rev. Lett. 107, 067201 (2011).



소포체에서 지방합성에 기여하는,

# 지방산 수송체의 기능연구

글 • 생명과학과 김상우 박사

mail • [teamplay1982@postech.ac.kr](mailto:teamplay1982@postech.ac.kr)

소속 • SK케미칼 연구원



지질은 유채, 대두, 아자 등과 같은 오일 작물의 주요 에너지 저장 형태이다. 종자 지방은 화학적으로 다양한 성분을 가지고 있으며, 에너지가 밀집된 형태이다. 이러한 종자 지방은 사람과 동물을 위한 높은 칼로리의 음식, 탄소 형태의 연료, 그리고 산업적으로 재생 가능한 재료로 사용될 수 있다. 최근에는 청정하고 지속 가능한 바이오디젤의 원료로 사용되면서 그 수요가 크게 증가하고 있다. 이러한 이유로 식물성 오일의 수요는 2030년까지 두 배가 될 것으로 예상되고 있다. 이에 맞춰, 바이오 기술을 이용한 식물성 오일 생산 증가는 반드시 필요하다. 기존의 종자 오일을 증가시키기 위한 유전자 조작을 통한 바이오 기술은 지질 대사 과정에 관여하는 효소나 전사 인자의 활성을 조절하는 것이었다.

지방산은 지질을 합성하기 위한 전구체로서, 색소체에서 합성되며 여러 지질로 변형되기 위해 소포체로 수송되어야 한다. 지방산은 지방 친화성 물질로서 생체 막을 통과하여 수송되기 위해서는 수송체가 있어야 할 것으로 예상되어 왔다. 지방산 및 지질 합성의 과정은 지난 수십년 동안 집중적으로 연구되어 온 반면, 색소체에서 합성된 지방산이 어떻게 소포체로 수송되는지는 알려지지 않았다. 이러한 수송체들은 ABC 수송체일 것으로 여겨지고 있는데, 그 이유는 이미 ABCD1/PXA1/PED3p/COMATOSE라고 불리는 ABC 수송체가  $\beta$ -oxidation을 위해 지방산을 퍼옥시좀으로 수송한다는 보고가 있었기 때문이다.

ABC 수송체 단백질은 모든 생물체에 존재하며 큰 유전자 과를 이룬다. 총 8개의 아과를 이루는 ABC 수송체 중에서 ABCA 아과의 경우 동물에서 지질 수송체로 잘 알려져 있다. ABC 수송체의 경우 원핵생물에서 식물, 인간에 이르기까지 구조 및 기능이 높게 보존되어 있기 때문에, 식물의 ABCA 수송체 중 일부도 지질 대사과정에서 지질을 수송할 것으로 여겨지고 있으나 식물의 ABCA 수송체에 대한 연구는 아직까지 이루어지지 않았다.

본 연구는 색소체에서 소포체로 지방산을 수송하는 식물의 ABCA 수송체를 밝히는 것을 목표로 진행되었다. 이러한 ABCA 수송체를 찾기 위해 애기장대에 존재하는 총 12개의 ABCA 수송체 중 T-DNA가 삽입된 돌연변이체를 얻을 수 있었던 8개의 ABCA 수송체를 선별하여 자당이 포함되거나 포함되지 않은 1/2 MS 배지에서 식물의 초기 성장을 관찰하였다. 이렇게 실험한 이유는 애기장대의 경우 종자의 저장 지방이 약 35에서 40%를 차지하고, 이를 종자의 발아 및 식물의 초기 성장을 위해 사용하는데, 지방산을 수송하는 ABC 수송체를 발현하지 않는 돌연변이체의 경우 추가적인 자당이 없는 배지에서는 잘 자라지 못하고 추가적인 자당이 있는 경우에만 잘 자랄 것이라고 가정하였기 때문이다.

이러한 스크리닝과 다음의 실험 결과를 통해 ABCA9이라는 애기장대의 ABCA 수송체가 지질 생산을 위한 지방산을 수송한다는 것을 밝혀냈다. ABCA9은 소포체에 위치하며, ABCA9을 발현하지 못하는 돌연변이체의 경우 종자 저장 지방의 대부분을 차지하는 트리아실글리세롤의 양이 야생종에 비해 약 35% 감소하여 작고 찌그러진 종자를 생산하였다 (그림 1). 발달하고 있는 ABCA9 돌연변이체의 종자에 방사성 동위원소로 표기된 oleoyl-CoA를 제공하였을 때, 트리아실글리세롤의 합성이 야생종에 비해 35% 감소하였다. 뿐만 아니라, ABCA9을 과발현시킨 식물은 40%까지 트리아실글리세롤 함량이 늘어난 커진 종자를 생산하였다 (그림 2). ABCA9 과발현체 식물의 씨 꼬투리나 종자 생산은 야생종과 비슷하여 전체적으로는 식물당 지질 생산이 증가하였다.

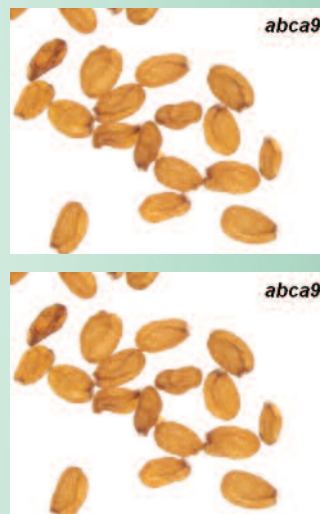


그림 1

지방산 수송체 ABCA9은 식물 종자 지방질 합성에 중요함. ABCA9 유전자가 손실된 돌연변이체 식물 (*abca9*)은 종자 지방 함량이 감소하여, 야생종 (WT)에 비해 크기가 작은 종자를 생산하였다.





## 지방산을 소포체로 공급하는 방법

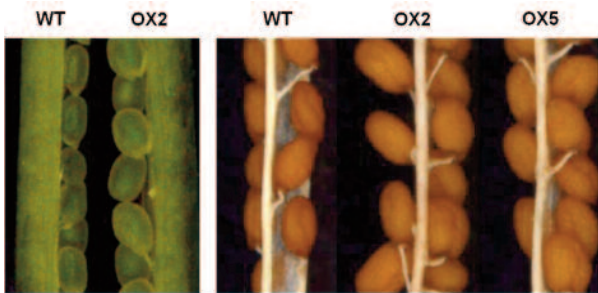


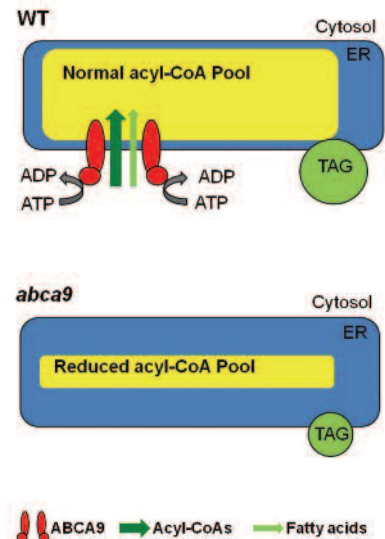
그림 2

ABCA9을 과발현한 형질전환 식물체 (OX)의 종자는 야생종 (WT)의 종자에 비해 크기가 컸으며 (사진), 종자 지방의 대부분을 차지하는 중성지방 (트리아실글리세롤, TAG)의 양이 최대 40%까지 증가하였다 (그래프).

본 연구는 식물 지질 합성 분야에서 오랫동안 풀리지 않던 난제였던 지방산을 어떻게 소포체로 공급하는지에 대한 해답을 주었다. ABCA9은 소포체에 위치하여 종자의 발달 과정 동안 지질 합성을 위한 전구체인 지방산을 소포체로 수송한다 (그림 3). 더욱이, ABCA9을 과발현시킨 식물은 단백질이나 탄수화물의 생산성을 감소시키지 않고 종자의 크기 및 트리아실글리세롤의 함량을 증가시켰다. 지질 수송체를 이용하여 종자의 지질을 증가시키는 방법은 기존의 지질 대사와 관련하여 효소나 전사 인자의 활성을 조절하는 방법과는 다른 새로운 방법으로, 기존의 방법과 더불어 종자의 지질을 증가시키기 위해 사용될 수 있을 것이다.

그림 3

ABCA9 단백질은 소포체에 위치하여 세포질에서 만들어진 지방산을 소포체로 수송, 공급한다. ABCA9 단백질이 많아지면 지방질 합성의 원료인 지방산이 원활하게 공급되어 소포체에서 지방 합성이 증가한다.



# 불균형 데이터 예측에 대한연구

글 • 산업경영공학과 김남형 박사

mail • skagud@postech.ac.kr

소속 • 서울대 데이터과학과 지식창출연구센터 박사후과정





안녕하세요. 저는 산업경영공학과 대학원의 박사 졸업 예정생인 김남형이라고 합니다. 저는 대학원 학위 과정 중 데이터 마이닝과 금융 공학을 공부하였습니다. 저희 연구실은 전통적으로 데이터 마이닝과 기계학습을 연구하던 연구실이었는데, 최근에는 이러한 기법들을 금융 시장에서 발생하는 문제들을 해결하는데 적용하는 연구도 활발히 하고 있습니다. 저의 졸업논문 주제도 금융시장에서 변동성 곡면을 예측하여 파생상품을 프라이싱하는 것이었습니다. 그 외에도 불균형 데이터의 예측이나 이미지 데이터의 노이즈 제거, 앙상블 모델 등에 관해서 연구를 하였습니다.

제가 여기서 소개해 드릴 내용은 제가 연구한 분야 중 하나인 불균형 데이터 예측에 대한 것입니다. 우선 데이터 마이닝에 대해서 간략하게 설명드리겠습니다. 처음 데이터 마이닝이란 말을 들으면 무엇인지와 닿지 않는 분들이 많을 것입니다. 데이터 마이닝(Data mining)이란 방대한 양의 데이터 속에서 유용한 정보를 추출하여 이를 의사 결정에 반영하는 과정을 말합니다. 즉, 광산에 숨어있는 다이아몬드를 찾아내는 것과 같이 가공되지 않은 데이터에서 우리에게 중요한 정보를 뽑아내는 것입니다. 최근 들어 데이터 수집기술과 저장기술의 발달로 기업이나 사회에서 축적된 데이터는 기하급수적으로 늘어나고 있으며, 그 중에서 필요한 정보를 효과적이고 효율적으로 추출해내는 것이 중요해 졌습니다. 데이터 마이닝 기법은 예측형의 회귀(regression), 분류(classification)와 서술형인 군집화(clustering), 연관규칙(association rule) 등이 있습니다. 이 분석법들은 그 목적에 따라 또는 데이터 형태에 따라 적용이 되며, 같은 문제에도 다양한 방법들이 사용될 수 있으며 하나 이상의 방법이 함께 사용되기도 합니다. 예측을 하기 위해서 회귀나 분류를 사용할 수도 있지만 군집화를 이용하여 데이터를 분류한 후 예측을 할 수도 있는 것입니다.



예측에서 중요한 평가요소 중 하나는 전체 예측 정확도의 향상일 것입니다. 그러나 현실에서 우리가 관심을 가지는 대부분의 데이터들은 매우 불균형하게 분포되어 있는 경우가 많습니다. 예를 들어 특정 서비스 이용 고객 중에서 향후 이탈 예정 고객이라든가, up-selling 마케팅에 반응할 고객, 금융권의 잠재고객 중 신용불량자 등이 전체 고객 중에서 차지하는 비율은 0.3%에서 3% 정도로 매우 한정적입니다. 또한 고객 데이터처럼 개체의 수가 크거나 유전자 데이터처럼 차원이 큰 데이터들이 늘어나면서 기존의 데이터 마이닝기법으로 데이터를 분석을 하는 것은 한계가 존재합니다. 아무리 복잡하고 정교한 방법도 메모리 등의 문제로 돌아가지 못한다면 소용이 없기 때문입니다. 또한 기존의 방법은 Type1 error나 Type2 error를 같은 비중으로 보고 분석을 하기 때문에 전체 정확도만 올리려고 하다 보면 모든 데이터를 하나의 유형으로 분류해 버립니다. 그러므로 이러한 한계점을 해결할 수 있는 대용량불균형 데이터에 적합한 분석방법이 필요합니다.

여기서 저는 실제 데이터에 적용했던 방법론을 소개해 드리고자 합니다. 해결하고자 하는 문제는 은행권의 고객 데이터에서 신용불량자를 예측하는 것입니다. 주어진 데이터는 고객들의 신용관련 정보이며 약 3만명의 고객에 대해 80개가 넘는 변수가 존재합니다. 그 중에 하나가 종속변수인 신용불량 여부, 즉 연체를 했는지 여부이며 나머지는 독립변수들이 됩니다. 독립변수에는 변수의 타입에 따라 interval, nominal, ordinal 등으로 나뉘게 됩니다. 전체 3만여명의 고객 중 연체자는 약 3.4%만 존재하는 불균형 데이터입니다. 이처럼 종속변수가 주어지지 않을 때는 supervised learning을 하여 종속변수 값을 예측하게 됩니다. 하지만 주어진 데이터에서는 전체 데이터 중에서 30%만 연체 여부를 알 수 있고 나머지 70%는 알지 못한다고 가정을 합니다. 데이터를 수집할 때 종속변수의 값을 알려면 비용이 들기 때문에 이러한 경우는 현실에서 많이 발생할 수 있습니다. 이럴 경우 기존의 방법론들은 종속변수의 값을 알고 있는 데이터만 사용할 수 있습니다. 하지만 이 연구에서는 semi-supervised learning을 이용하여 종속변수의 값을 모르는 데이터들도 함께 분석에 사용하게 됩니다. 아래의 그림은 semi-supervised learning에 대한 이해를 돕기 위해 예시를 보여준 것입니다.

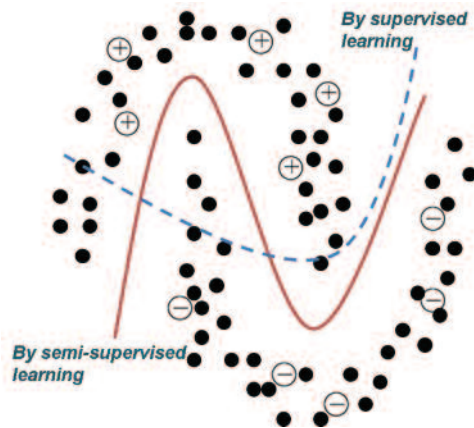


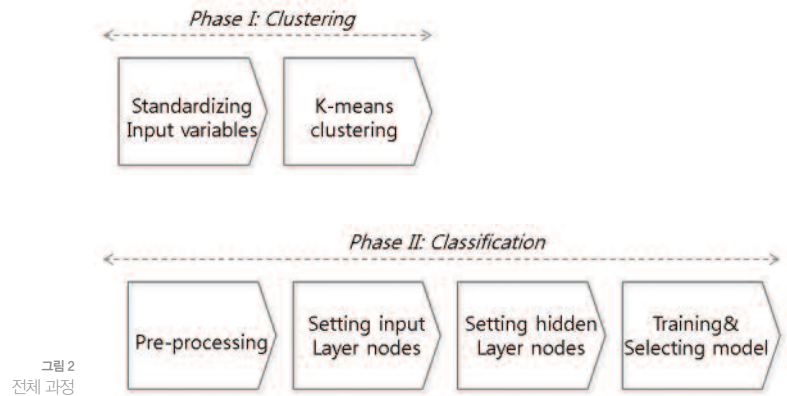
그림 1

Semi-supervised learning을 이용한 군집화

+와-표시가 있는 동그라미들은 종속변수의 값을 가지고 있는 데이터를 의미하며 까만 점들은 종속변수가 없는 데이터들입니다. 이때 종속변수를 가지고 있는 데이터로만 학습을 할 경우 점선으로 표시된 경계선으로 데이터들을 분류하게 됩니다. 하지만 종속변수 값이 없는 데이터들도 함께 추가시켜 학습을 할 경우 실선 모양의 경계선을 찾을 수 있습니다. 이처럼 종속변수 값이 존재하지 않는 데이터라도 학습을 할 때 좀 더 많은 정보를 제공할 수 있습니다.



이 연구에서 제안된 방법론은 다음 그림 2와 같이 2가지 단계로 나누어집니다.



우선 첫 번째 단계에서는 초기 데이터를 정규화, missing 데이터 처리 등의 데이터 전처리를 거친 후, k-means clustering을 통해 전체 데이터를 작은 군집들로 나눕니다. 군집화는 unsupervised learning 이기 때문에 종속변수의 값이 필요가 없습니다. 그러므로 모든 데이터를 이용하여 군집화를 하게 됩니다. 그 다음 두 번째 단계에서 인공신경망(Neural network)를 이용하여 각 군집별로 모델을 구축하게 됩니다. 이때는 군집 안에 종속변수 값을 가지는 데이터를 트레이닝 데이터로 사용하여 모델을 만든 뒤 나머지 값들에 대한 예측치를 구하게 됩니다. 그리고 모델을 구축할 때 loss matrix를 다음과 같이 정하여 실제 연체가 일어났을 때 정상으로 분류하는 것에 대한 penalty를 더욱 크게 주도록 하였습니다.

**Table 1. Loss Matrix**

Loss	Expected arrearage	Expected normal
Arrearage	0	32
Normal payment	1	0

Loss matrix의 값은 전문가의 조연과 분석을 통해 정해졌습니다. 이를 통해 종속변수의 값이 불균형하게 존재할 때 전체 데이터를 하나의 값으로 분류해 버리는 문제를 해결할 수 있었습니다.

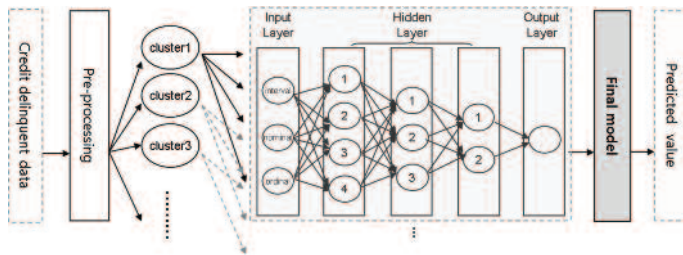


그림 3. 모델의 구조

그림 3은 모델의 구조를 좀 더 자세히 나타내 주고 있습니다. 우측의 그림 4는 예측 정확도와 시간을 비교한 것으로 a는 semi-supervised 방법이 아닌 종속변수가 있는 데이터만을 이용하여 인공신경망 모델을 구축하였을 때의 어려움과 속도이며, b는 제한된 방법으로 했을 때의 어려움과 속도입니다. b일 때 a일 때보다 어려움이 낮으며 그 감소 속도도 더 빠른 것을 알 수 있습니다.



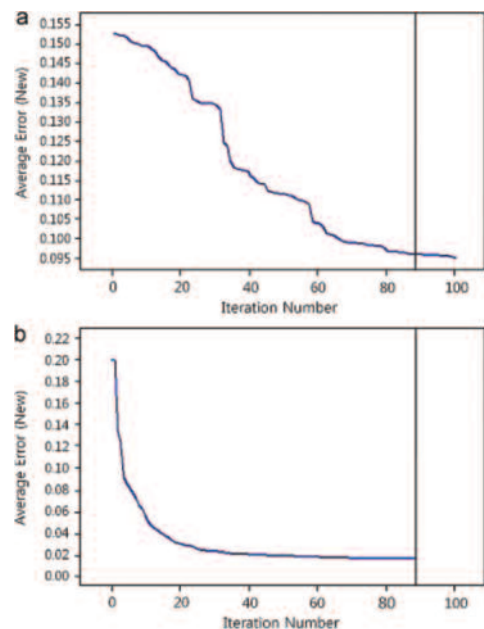
## 불균형 데이터 예측 방법

분류 문제를 풀기 전 균집화를 한다.

지금까지 살펴 본 바와 같이 분류(classification) 문제에서 종속변수 값이 없는 데이터를 함께 사용했을 때, 종속변수 값만을 사용하여 모델을 구축하였을 때보다 더 좋은 정확도가 나오는 것을 실험적으로 확인할 수 있었습니다. 제안된 방법은 분류 문제를 풀기 전 균집화를 해줌으로써 데이터들을 한번 더 정제해준 효과와 함께 종속변수가 없는 데이터들의 정보까지 함께 사용함으로써 정보의 활용도를 높였으며 대용량 데이터의 크기를 균집으로 나누어주어 전체 학습 시간을 감소시키는 효과도 가져왔습니다. 하지만 인공신경망을 이용한 분석은 블랙박스과 같이 모델에서 주어진 예측값이 주는 내재적 의미를 알아내기 어려운 단점이 있습니다. 하지만 이것도 다른 모델을 사용함으로써 해결할 수 있을 것으로 예상됩니다.

이 밖에도 앙상블(ensemble)이나 hit rate을 성능을 평가하는 척도로 사용하여 유사한 문제들을 해결할 수 있었습니다. 이처럼 데이터 마이닝은 주어진 데이터의 특징과 문제에서 요구하는 조건에 따라 다양한 방법이 제안될 수 있으며, 실제 의사결정에 직접적인 도움을 줄 수 있는 것으로 사회 다양한 곳에서 유용하게 사용될 수 있을 것입니다.

그림 4. 실험 결과 비교







운전자      영덕관절과 눈 위치      추정을      위한

글 • 산업경영공학과 박장운 박사

mail • parkjw@postech.ac.kr

소속 • 포스텍 산업경영공학과 인간공학설계기술연구실 박사후과정

통계적  
기하학적  
모형  
개발.

운전자의 엉덩관절 위치(hip location, HL)와 눈 위치(eye location, EL)는 차량 운전석의 인간공학적 설계측면에서 중요 참조자료로 활용되고 있다. HL은 운전자의 엉덩이 위치를 나타내는 좌표로서 차량의 측면에서 봤을 때 운전자들의 HL 위치분포는 운전석의 조절범위 설계를 위한 중요 참조자료로 활용되고 있다. EL은 운전자의 눈 위치를 나타내는 좌표로서 다양한 인체 크기를 가진 운전자들의 운전자세로부터 수집되며, 수집된 EL 분포(eyellipse)는 운전석의 시계성 평가에 중요 도구로 활용되고 있다.

운전석의 인간공학적 설계를 위해 운전자의 인체 크기와 운전자세의 기하학적 연관관계에 기반한 HL과 EL 추정모형들이 개발되고 있다. Diffrient et. al.(1981)은 운전자의 하체 분절길이 및 관절각도를 이용해 발목에서 HL까지의 거리(Hipxreankle)를 추정할 수 있는 기하학적 모형을 개발하였는데, Hipxreankle 추정모형은 그림 20에 나타난 것과 같이 femoral link length (FL)와, hip angle ( $\phi$ ), 그리고 shank link length (SL)와 knee angle ( $\theta$ )의 기하학적 연관식( $\text{Hipxreankle} = \text{FL} \cos(\phi) + \text{KH} \sin(\phi)$ )으로 개발되었다. 또한, You et. al. (1997)은 버스운전석의 HL과 EL을 추정하기 위해 운전자의 인체 크기 및 운전자세를 고려한 기하학적 추정모형을 개발하였다.

운전자의 분절길이(link length)는 HL과 EL에 대한 기하학적 추정모형들의 중요변수로 활용되고 있으나 정확한 길이를 측정할 수 없는 한계가 있다. 일반적으로 인체크기는 인체계측장비를 활용해 피험자의 피부표면에 위치한 인체측정 기준점간의 거리(surface landmark measurement length)로 측정된다(Chaffin et. al., 2006). 그러나 Diffrient et. al. (1981)의 HipxreAnkle모형에서 사용된 femoral link length는 운전자의 엉덩이관절과 무릎관절의 중심간의 직선거리, 또한 shank link length는 무릎관절과 발목관절 중심간의 직선거리를 의미하는 해부학적인 길이로서 측정기준점을 설정하기 어려워 일반적인 인체계측장비(예: Martin's anthropometer)로 정확하게 측정하는데 한계가 있다.

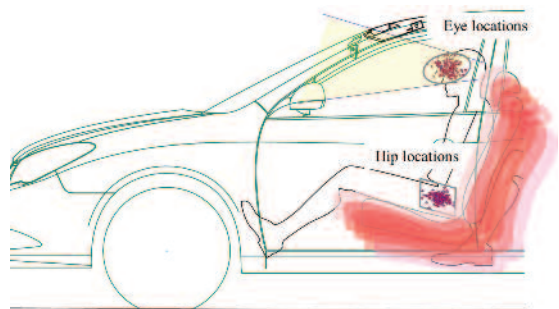


그림 1. 다양한 인체크기를 가진 운전자들의 엉덩관절 및 눈 위치 분포



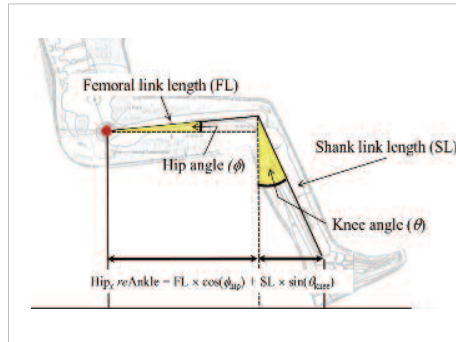


그림 2.  
운전자 분절길이 및 운전자세의 기하학적  
연관관계에 기반한 hip location 추정모형  
(Dittrich et. al., 1981)

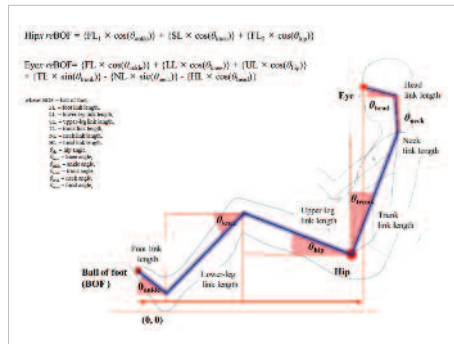


그림 3.  
Geometric relationship between related  
joint angles and link lengths for hip & eye  
location

본 연구는 HL과 EL에 대한 운전자의 인체크기 및 자세의 기하학적 모형을 기반으로 통계적 보정계수들을 적용함으로써 새로운 통계적 기하학적 모형들(statistical geometric models, SGMs)을 개발하고 평가하고자 한다. 기존 연구에서 개발된 HL과 EL 추정모형들은 OPL 변수들간의 단순한 기하학적 연관관계 또는 통계적 선형관계에만 기반하고 있어 운전자들의 인체크기 및 자세의 연관관계를 효과적으로 활용할 수 없었다. 반면, 본 연구는 운전자의 인체크기 및 자세의 기하학적 연관관계를 기반으로 HL과 EL의 기하학적 연관식을 개발한 후 다중회귀분석을 통해 모형의 계수들을 통계적으로 파악함으로써 기존의 단순한 기하학적 또는 통계적 모형들과는 차별화된 SGMs를 개발하고자 한다.

본 실험에는 운전경력 2년 이상인 20~50대 남녀 40명(남: 20명; 여: 20명)이 참여하였다. 실험참여자들은 Size Korea(2010) 남녀신장을 3개( $33^{\text{rd}}$ ile,  $33^{\text{rd}}$  ~  $66^{\text{th}}$ ile,  $66^{\text{th}}$ ile) 영역으로 나누어 다양한 키의 사람들이 참여할 수 있도록 모집되었다. 실험 참여자들의 키는 남성의 경우 평균 173 cm 이며( $SD = 6.2$ , 범위 = 157 ~ 181 cm), 여성은 평균 161 cm( $SD = 5.8$ , 범위 = 150 ~ 170 cm)이었다. 실험에서는 reconfigurable seating buck과 motion capture system이 활용되었다. Seating buck은 다양한 OPL 조건(coupe, sedan, SUV)으로 구현될 수 있도록 브레이크 페달, 가속 페달, 운전대, 운전석의 위치 및 각도가 조절 가능하도록 설계되었으며, 주행 시뮬레이션 프로그램과 연동되어 모의주행이 가능하도록 개발되었다. Seating buck에는 Equus seat(Hyundai-Kia Motors, Korea)가 장착되었으며, 실험 참여자들은 운전석의 위치, 쿠션 길이 및 각도, 등받이각도, 그리고 머리받침 위치를 선호하는 위치로 조정가능 하도록 하였다. 동작측정시스템은 Hawk-1(Motion Analysis Co., USA) 카메라 6대로구성되었다.

측정된 운전자세는 3단계절차(reference points 생성, reference points 위치보정, 그리고reference points와 markers 연동)를 통해 RAMSIS®(Human Solution GmbH, Germany)에서 가상 인체모형을 사용하여 재현되었으며, RAMSIS 인체모형으로 재현된 운전자세로부터 실험 참여자들의 엉덩 관절 및 눈 위치 정보가 추출되었다. Reference points 생성단계는 초기 선 자세에서 부착된 markers의 위치를 고려해 인체모형의 피부표면에 reference points를 생성한다. Reference points 위치보정단계는 측정된 markers 간의 위치 정보를 바탕으로 인체모형상의

reference points 위치를 보정한다. 마지막으로 reference points와 markers 연동단계에서는 RAMSIS에서제공하는 algorithm을 활용하여 인체모형의 reference points와reflective markers의 1:1 연동을 통해 실험참여자들의 운전 자세를 RAMSIS 인체모형으로 재현한다. 이때 reference points와 markers 간의연동은 RAMSIS에서 제공하는 task editor기능과 animation simulator기능(한번에 최대 38개 markers와 reference points 연동)을 이용한다. RAMSIS 인체모형을 활용하여 재현된 자세로부터 실험참여자들의 HL, EL, 그리고 6개 주요 관절각도들(head, neck, torso, hip, knee, and ankle angles)이 추출되었다.

SGMs는 운전자의HL과EL에 대한운전자 인체크기 및 운전자세간의 기하학적 연관관계와 통계적 보정계수를 이용하여 개발되었다. 예를 들어 HL에 대한 운전자 인체크기 및 운전자세간 기하학적 연관식은 그림 3에 나타내 것과 같이  $Hip_{preBOF} = foot\ link\ length\ cos(ankle\ angle) + shank\ link\ length\ cos(knee\ angle) + femoral\ link\ length\ cos(hip\ angle)$ 로 개발되었다. 이 때 Hip에 대한 기하학적 연관식은 운전자의 분절길이에 기반을 두고 있으나, 운전자의 분절길이를 인체계측장비로 측정하는 데 한계가 있다. 따라서 본 연구는 인체계측장비로 측정 가능한 운전자의 surface landmark measurement lengths를 link lengths로 변환해 줄 수 있는 통계적 보정계수를 파악하여 기하학적 모형에 적용하였다. HL과 EL에 대한 기하학적 연관식에 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 통해 constant 및 보정계수들을 통계적으로 파악하여 HL와 EL위치에 대한 통계학적 기하학적 모형들(statistical geometric models, SGMs)을 개발하였다.



본 연구의 SGMs는 HL과 EL에 대한 운전자의 인체크기 및 운전자세의 기하학적 연관관계에 통계적 보정계수를 추가로 적용함으로써 기존의 단순한 기하학적 또는 통계적 모형들과는 추정방식에서 차별화된다. ANSI/HFES 100 (2007), Diffrient et. al. (1981), Jung et. al. (2010), 그리고 You et. al. (1997)은 운전자/조종사의 HL과 EL을 추정하기 위해 분절길이 및 자세의 기하학적 연관식을 개발하였으나 분절길이는 field에서 측정이 어려운 한계가 있다. 또한, SAE J1517 (2011), SAE (2010), 그리고 Reed et. al. (2002)의 추정모형은 OPL 변수들간의 통계적 선형관계에 기반해 개발되었으나 SAE의 추정모형들을 추정성능을 평가할 수 있는 정량적 지표를 제공하고 있지 않으며, Reed et. al.의 모형은 OPL 유형별 추정성능의 변동이 큰 한계가 있다. 반면, 개발된 SGMs는 운전자의 측정 가능한 인체크기를 사용한 기하학적 모형에 기반을 두고 있으며 추정오차를 보정하기 위한 통계적 보정계수를 추가로 적용함으로써 기존모형들의 한계를 극복하면서 동시에 추정성능까지 향상시킬 수 있었다.

SGMs를 실무에서 보다 효과적으로 활용하기 위해 다양한 인체크기를 가진 운전자들을 대상으로 한 착좌전략분석이 필요하다. 착좌전략이란 운전자들이 선호하는 운전자세유형으로서 Andreoni et. al.(2002)은 8명의 남성운전자들의 착좌체압분포를 시각적으로 분석하여 상체 3가지(dorsal scapular, dorsal, and lumbar strategies), 하체 3가지 자세(ischiatic, intermediate, and trochanteric strategies) 유형으로 분류하였으며, Park (2006)은 운전자들의 운전자세(관절각도)를 군집 분석하여 선호자세 유형을 분류하였다. 개발된 SGMs는 운전자들의 인체크기와 운전자세를 중요 변수로 활용하고 있으므로 운전자들이 선호하는 대표 운전자세특성을 파악할 경우 현업에서 SGMs를 운전자들의 HL 및 EL 추정에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.



## ● ● 참고문헌

ANSI/HFES 100 (2007). Human Factors Engineering of Computer-Workstations. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., and Martin, B. J. (2006). Occupational Biomechanics(4th ed). New York, USA: Wiley Interscience.

Chaffin, D. B. (2001). Digital Human Modeling for Vehicle and Workplace Design. Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pa: SAE International.

Diffrient, N., Tilley, A. R. & Harman, D. (1981). Human Scale 7/8/9, Cambridge, MA.

Jung, K., Park, J., Lee, W., Kang, B., Eum, J., Park, S., and You, H. (2010). Development of a quantitative ergonomic assessment method for helicopter cockpit design in a digital environment. Journal of the Ergonomics Society of Korea, 29(2), 203-210.

Park, J., Jung, K., Chang, J., Kwon, J., & You, H. (2010). Evaluation of predicted driving postures in RAMSIS digital human model simulation. IE Interfaces, 23(2), 101-108.

Reed, M. P., Manary, M. A., Flannagan, C. A. C., & Schneider, L. W. (2002). A statistical method for predicting automobile driving posture. Human Factors, 44(4), 557-568.

SAE J826 (1995). Devices for use in defining and measuring vehicle seating accommodation. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

SAE J941 (2010). Motor vehicle drivers' eye locations. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

SAE J1517 (2011). Driver selected seat position. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, Inc.

Size Korea (2010). Report on the Fifth Survey of Korean Anthropometry. Retrieved June 26, 2010 from <http://sizekorea.kats.go.kr/>

Speyer, H. (2005). RAMSIS Definition of Anthropometric Measurements. Human Solutions GmbH, Germany.

You, H., Oesterling, B., Bucciaglia, J., Lowe, B. D., Gilmore, B. J. & Freivalds, A. (1997). Bus operator workstation evaluation and design guidelines. Transit Cooperative Research Program, National Academy Press, Washington, D.C.



사용자 가치 분석을 통해,

# 더 나은 제품, 서비스 개발하기

글 • 산업경영공학과 박재현 박사

mail • parkdog3@postech.ac.kr 소속 • 삼성전자 연구원

연구 내용을 본격적으로 공유하기에 앞서 필자의 연구가 가능하게 만들어 주었던 환경을 한번 되돌아 보고자 한다. 좋은 연구자란 어디에 있든지 간에 좋은 연구를 수행할 수 있는 역량을 갖춘 사람을 뜻할 것이다. 그러므로 좋은 연구자에게는 연구 환경이 연구의 내용에 영향을 미친다고 볼 수는 없겠지만, 좋은 연구자 속에 속하지 못하는 필자는 축복받은 환경 덕분에 연구자로서의 소임 중 하나를 겨우 끝마칠 수 있게 되었다. 그 소임이란 학위과정을 통해 자신이 연구자로서 최소한의 역량을 지녔다는 것을 다른 사람에게 증명하는 것이다. 이 힘들고 어려운 길을 축복받은 환경이 있었기에 걸어들 수 있었다. 기숙사에서 도보로 5분 거리에 있는 연구실, 수많은 저널을 구독하고 있는 도서관 네트워크, 편리한 부대시설 등 만약 연구에 매진하기로 마음만 먹으면 더 이상 좋을 수 없을 정도로 포스텍은 연구하기에 최적의 환경이다.



이러한 좋은 환경 속에서 수백 명의 교직원, 수천 명의 대학원생, 그리고 그것보다 약 절반 가량이 되는 학부생이 배우고 익히고, 새로운 것을 만들고 연구하느라 여념이 없다. 다른 종합대학에 비해 십 분의 일도 안 되는 작은 규모이면서도 항상 선도적인 연구를 수행하는 우리대학을 실질적으로 이끌어 나가는 주체는 단연 대학원생이다. 모든 대학원생에게는 지도 교수가 있어서 연구의 방향과 전략, 방법 등에 있어서 많은 도움을 받고 있지만 실질적으로 지식 노동을 하고 있는 수 천 명의 대학원생이 우리대학의 핵심 동력이라고 볼 수 있다. 만약 대학원생 간의 소통의 장이 마련되어 파편화되어 있는 현대 공학, 이학 연구에서 서로가 서로를 이해하고 자신의 것에 접목시킬 수만 있다면 이보다 더 좋은 시너지 효과도 없을 것이다. 그러한 취지에서 우리대학에도 대학원생 간 학문적 소통이 가능한 본 소식지가 창간된 것을 진심으로 축하하는 바이다. 이러한 취지에 맞게 필자의 학위 논문 연구를 가능한 타 전공자도 알기 쉽게 설명해보고자 한다.

이를 위해 필자의 전공인 HCI(Human-Computer Interaction) 대해서 먼저 간략하게 소개할 필요가 있을 것 같다. HCI 정의와 관련해 가장 권위를 인정받는 미국 컴퓨터 학회(ACM: Association for Computing Machinery)는 HCI를 인간과 상호작용할 수 있는 컴퓨터 시스템의 설계, 평가, 구현 과정을 다루는 학문으로 정의한다. 그리고 이 과정을 둘러싼 중요한 현상들에 대한 연구도 포함한다. HCI는 즉 인간과 컴퓨터 사이의 상호작용을 다루는 신생학문으로서, 인간공학(Ergonomics and Human factors), 인지공학(Cognitive engineering), 컴퓨터공학(Computer science), 산업디자인(Industrial design) 분야와 밀접한 관련을 가지고 있으며 이들로부터 다양한 학문적인 방법론, 개념 등을 차용해왔다. 필자는 그 중에서 인간공학적 시각으로 HCI를 연구하여왔다. 새로 출시되는 전자 기기나 서비스에 '인간 중심적인 디자인'이라는 문구가 있다면 아마도 집중할구는 필자의 전공과 관련되었을 가능성이 높다.

이러한 HCI분야에서 최근 사용자 경험(UX: User experience)에 대한 관심이 고조되면서 이와 관련성이 높은 것으로 예상되는 사용자 가치(User value)도 같이 중요하게 다루어지고 있다 (그림 1 참조). 사실 인간이 본질적으로 추구하는 가치에 대한 연구는 인접 분야인 심리학과 사회학에서 오래 전부터 다루어져 왔다. 또한 사용자의 구매 기제에 주안점을 두기는 했지만 경영학과 마케팅 분야에서 가치와 제품 또는 서비스 사이의 관련성이 언급되어 왔다. 필자의 연구에서는 기존 연구에서 이루어진 토대 위에서 제품 또는 서비스를 사용하며 충족되는 가치를 정의하고 평가하는 방법에 대해 논의하였다.



그림 1. 사용자경험 개념도

# 일상적 가치와 사용자 가치의 구분

먼저 일상적 가치(Life value)와 사용자 가치(User value)를 구분하였다(그림 2 참조). 일상적 가치는 인간이 보편적으로 추구하는 가치들로서 심리학과 사회학에서 정의한 바와 같이 자유, 평등 등의 추상적 목표와 정직, 관용 등의 행동 덕목을 포함한다. 필자의 연구에서는 광범위한 문헌조사를 토대로 55개의 일상적 가치 요소의 목록을 도출하였다. 그리고 이 목록이 어느 정도 포괄적(Comprehensive)이고 상호 배타적이지 않으며(Non-exclusive), 가치 중립적이고(Neutral), 실용적(Empirical)이라고 가정하였다.

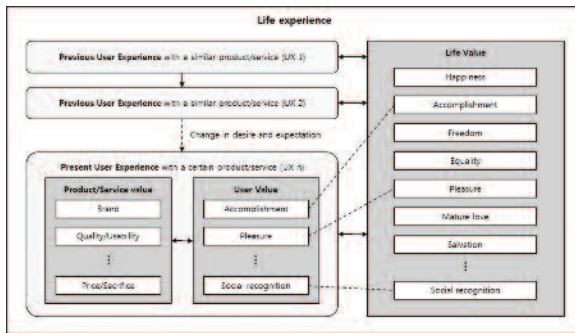


그림 2 사용자 가치 개념도

그리고 사용자 가치는 일상적 가치 중에서 특정한 제품이나 서비스와 관련된 집합이라고 정의하였다. 일상적 가치의 특성을 그대로 물려받기 때문에 추상적 목표와 행동 덕목을 모두 포함한다고 보았다. 사용자 가치는 어떤 제품, 서비스와 관련되는가에 따라 달라질 수 있는 것으로 여겨지는데, 특히 필자의 연구에서는 스마트폰 사용자 가치 요소를 도출하였다. 이를 위해 사용자의 스마트폰 사용 행태를 관찰한 후 일상적 가치 요소 집단에서 관련된 가치 요소를 추출하는 방식으로, 편의(Convenience), 즐거움(Pleasure), 금전(Money), 우정(Friendship), 아름다움(Beauty), 호기심(Curiosity), 휴식(Relaxation), 편안(Comfort), 애정(Tenderness), 사생활(Privacy), 자신감(Confidence), 동질감(Kinship), 행복(Happiness), 추억(Reminiscence), 그리고 흥분(Excitement) 등 15개의 스마트폰의 잠재 사용자 가치 요소를 도출하였다. 이 때 사용자를 관찰하는 방식으로 변형된 일상 재구성법(DRM: Day Reconstruction Method)을 사용하였으며 24명의 참여자를 대상으로 각 일주일에 걸쳐서 스마트폰 사용 행태를 분석하였다.

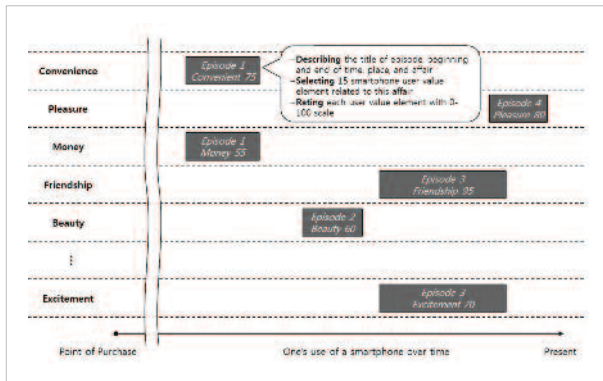


그림 3.  
가치 추출 방법 (VSM; Value sampling method)

한편 사용자 가치를 평가하는 방법으로서, 기존 연구의 분석과 고찰을 통해 가치 추출 방법(VSM; Value sampling method)을 제안하였다. 사용자 스스로 경험을 설명하고, 어떤 가치와 연관되어 있는지 선택하며, 선택된 가치가 얼마나 충족되었는지 점수를 기술한다 (그림 3 참조). 추상적인 개념을 평가하는 방식에 대해서는 이미 많은 방법들이 알려져 왔다. 하지만 평가 대상 자체의 변동성(Variability)이 심하다는 측면에서 기존 방법들을 그대로 가치 평가에 사용하기 어려운 측면이 있다. 가치 평가가 갖추어야 할 조건에 대해 논의한 후에 이를 만족시키는 방법을 역으로 구상한 것이 바로 가치 추출 방법이다.

제안된 방법을 검증해보기 위해 총 42명의 참여자를 모집하여 또 한번의 사례 연구를 진행하였다. 참여자에게 일주일 동안 각자의 스마트폰 경험을 기록하게 하고 기록된 경험으로부터 사용자 가치가 얼마나 충족되었는지 평가하게 하였다. 이때 도출된 2381개의 평가치를 이용하여 통계적으로 분석한 결과 가치 추출 방법 자체의 신뢰도가 높은 것을 확인하였다. 이로 미루어 가치 추출 방법이 평가 방법으로서 충분히 활용 가치가 있는 것으로 판단된다. 덧붙여 별도의 사후 연구를 통해 사용자 경험이 사용자 가치에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

필자의 연구에서는 일상적 가치와 사용자 가치를 구분하는 방식으로 가치를 이원적으로 정의하였고, 가치 추출 방법이라는 가치 평가 방법을 제안하였다. 이를 통해 일반 사용자가 각자의 스마트폰을 사용하는 과정에서 가치를 어떻게 얼마나 충족시키는가에 대한 기반 분석이 가능하게 되었다. 필자의 연구의 결과는 스마트폰이나 탑재된 어플리케이션을 설계할 때 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다. 추후에는 같은 방식으로 다른 제품이나 서비스를 평가할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 이러한 연구가 다른 분야에 직접적으로 적용, 접목되기는 힘들겠지만, 타 분야에서 이를 모티브로 삼아 새로운 연구를 개척하는 기제가 될 수 있게 되기를 기대해 본다.



연애컨설턴트 이재목과 함께하는

# 연애야! 말해줘

■ 연애컨설턴트 이재목



How to love

## 대한민국의 연애교육수준은 초.딩.수.준이다

필자는 결혼정보회사 듀오에서 10년동안 재직하며, 400여회의 미팅이벤트를 기획 및 진행하여 약 40,000여명의 미혼남녀들의 만남을 직접 주선하고 옆에서 지켜보고 모니터한사람이다. 이런필자가 상대하는 사람들은 연애에 굶주린, 아주 특별한 별난사람들이 아니다. 그들은 대부분 대한민국의 내노라하는 대학을 나와, 이름만대면 알만한 직장을 다니고 대한민국에서 한발 짝도 해외로 안나가본 말그대로 평범한 청춘들이다. 의사, 변호사, 판사, 연구원, 박사, 운동선수 심지어 대졸업을 하는 사람들까지 너무도 많은 사람들이 자신의 삶을 위해서 너무 뻥한 노력들을 기울여왔다. 학창시절 국영수를 중심으로 친구들과 경쟁했고, 대학을 가선 학점과 학위를 위해서 또 밤을 새며 공부를 했다.



이런 공부들은 사실 연애에 비해서는 너무도 쉽다. 필자는 동국대학교 정치외교학과를 졸업했다. 이런 필자 주변엔 공부하기위해 일본 게이오대학을 가고, 고시공부를 해서 패스한 친구들이 많다. 하지만 그런 그들조차 여성과의 아주 평범한 소개팅이나 맞선자리에서는 무슨 언어장애가 있는것처럼 입이 굳어지고, 상대방에 대한 몇가지 질문만 쏟아내다가 이야기거리가 떨어지고만다. 심지어 여성에게 '호구조사 나오셨어요?'라는 수치스런 말을 한마디 듣고나면 그날로 그사람과의 인연은 끝이다.

대한민국에 석박사는 넘쳐난다. 이제는 대학원나온 것이 자랑도, 선망의 대상이 아닌지 오래되었다. 너무도 공부하기 좋은 구조로 된 대한민국이다. 그에 반해 누군가와 교감하고 이야기하고, 소통하는 교육수준은 저질이다 못해, 초등학교 수준이다.



## 연애에도 매.커.니.즘이 존재한다

우리는 남녀간의 만남에 대해서 너무도 운명적이고, 추상적이고, 저절로 무언가가 이루어진다는 막연하고 무서운 생각을 하고있다. 다이어트따위를 하는 데에도 매커니즘이 존재한다. 6시이후에는 아무것도 안먹고, 간식은 먹지말고 유산운동 30분을 일주일에 세번씩 꾸준히 해야한다는 너무도 오래되고 뻔한 공식을 2013년이된 지금도 서울강남을 비롯한 대한민국 모든 비만인들이 추앙하고있다. 이런 뻔한 이야기를 위해서 책을 사고, 다이어트비디오를 구입하고, 영양식단을 짜고 난리다. 이렇게 살빼는것에도 그러한 공식과 과정이 있는데 한사람의 인연전부를 가져오는 연애에 어떻게 심오한 공식 즉 매커니즘이 없다고 생각하는가? 앞으로 우리 포항공대인들은 연애컨설턴트 이재목과 함께 연애에 대한 트렌드와 변화되는 이성을 바라보는 시각에 대한 이야기들을 통해서 증시현황보다 더 변화무쌍한 이 연애계에 대해서 생생히 알아볼것이다.

## 연애에는 0000의 법.칙.이 존재한다

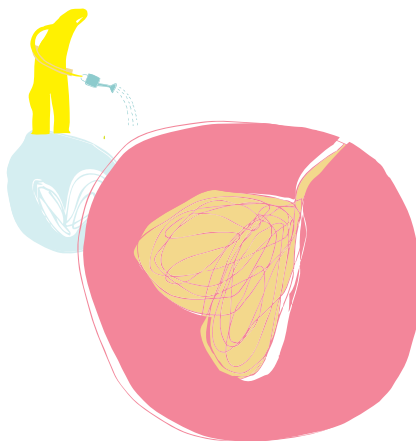
연애는 약육강식의 법칙이 철저하게 적용되는 인간관계의 한 유형이다. 막연하게 로맨틱한 무언가가 전기가 통하듯 흐른다는 것은 존재하지 않는다. 그러한 감정을 어떻게 행복한 내일상으로 만들어가느냐는 아주 냉정하고, 철저한 상대방과의 신경전을 비롯한 각종 정보, 타이밍, 교육등을 통해서 스스로가 이성에게 매력적이고, 강한 위치를 점할 수 있는 부단한 노력을 기울여야한다. 그러기 위해서는 패션과 뷰티쪽은 물론이고, 이성과 첫만남을 가졌을시 한시간을 넘어 대화자체를 즐길수있는 매너와 화술을 키워야한다. 특히 상대방을 대하는 태도는 아주 중요하다.



## 2013 연애키워드는 공.정.이다

2013년 싱글들의 이성을 만날 때 핵심키워드는 긍정이다. 이것은 아주 중요한 사실이다. 과거 모래시계 최민수로 대변되던 1990년대의 연애헤랜드는 남성의 터프함과 여자의 조신함으로 대변되는 극단적인 남성과 여성의 성향을 선호했다면 2013년의 연애헤랜드는 바로 긍정이다. 연애헤랜드의 긍정은 일반적으로 생각하는 긍정과는 사뭇다르다. 앞으로 진행될 칼럼을 통해서 보다 연애헤랜드의 긍정에 대한 구체적인 사례를 배워보도록하겠다.

**PS.** 연애헤랜드 이재목의 연애를 잘하는 사람도, 연애를 많이해본사람도 아니다. 단지 대한민국 싱글들의 만남을 옆에서 보고, 듣고, 모니터하며 그 사례를 팩트에 의거해서 정리하고 데이터화하는 해설가다. 이러한 보다 사실에 근거한 이재목의 이야기를 통해서 우리 포스텍인들이 보다 준비된 신랑감 혹은 매력적인 연애헤랜드를 할 수 있는 강한 사람으로 만드는데 일조하고 싶다.



## Profile

- 이름 이재목
- 직업 연애헤랜드 & 매칭전문 파티플래너
- 생년 1976년생
- 소속 ㈜듀오 이벤트사업부
- 학력 동국대학교 정치외교학과 (53대 학생회장 출신)
- 자격 레크레이션 1급, 웃음치료사 1급, 펀리다십 지도자 1급  
코미디TV 공채개그맨 대상수상, 서울시 주최 성교육 프로그램 수료
- E-mail gagman2000@duonet.com
- 블로그 <http://blog.daum.net/thebestseason>
- 대표저서 연애야 말해봐 (2009년) 연애와 관련한 화술과 첫만남에서의 대화와 매너에 관련한 주제를 중점적으로 기술  
연애헤랜드 (2011년) 연애의 매커니즘을 분석하고 철저하게 응용할수있는 방법적 대안을 제시한 연애헤랜드서



# POST IT

**Postech talk about**

**Graduate student research introduction Part2**



## Part2

선 없이 사람과 사람 사이를 잇는 초고주파 회로	064	전자전기공학과 서희송
분리 논리를 위한 자동 정리 증명기에 관한 연구	070	컴퓨터공학과 박종현
무선통신의 세계 뻘뻘과 스마트폰 그리고 ...	076	컴퓨터공학과 이기석
높은 동적 영역을 갖는 정전용량 변위 센서와 이를 활용한 위치 제어 시스템 개발	080	기계공학과 강대실
가열 표면 특성에 따른 상변화 열전달	086	기계공학과 조항진
이상조직강의 저주기 피로 특성에 미치는 응력 방향과 예변형의 영향	092	철강대학원 송석원
Postech 풍력특성화 대학원 발전기 설계 연구실	098	풍력특성화대학원 장현재
기술이전 사례분석 : 항공우주기술의 기술혁신 유형분석	106	기술경영대학원 황희철

## 선 없이 사람과 사람 사이를 잇는 초고주파 회로

글 • 전자전기공학과 서희송 박사

mail • shees@postech.ac.kr

소속 • 포스텍 전자전기공학과 연구원

### 선 없이 사람과 사람 사이를 잇는 초고주파 회로



2009년 말 KT에서 아이폰3 GS 모델을 국내에 도입, 출시하면서 국내 이동통신과 휴대폰 시장에는 큰 변혁이 일어났고, 그로부터 몇 년이 흐른 후 이제 우리 손에는 스마트폰이란 녀석이 들려져 있는 것이 더 이상 낯설지 않다. 누구나 스마트폰으로 전화통화를 하고, 메시지를 보내고, 어디서든 인터넷에 접속하여 정보를 확인하고, 사진을 찍는다. 그 작은 전자기기에 굉장히 많은 무선통신기술이 들어 있다. 음성통화나 데이터 통신에 사용되는 3G, LTE (Long Term Evolution) 기술, 위치 정보를 확인할 수 있게 해주는 GPS (Global Positioning System), 스마트폰으로 전자결제나 건물출

입을 할 수 있게 해주는 NFC (Near Field Communication), 무선헤드셋이나 자동차와 연결할 수 있게 해주는 블루투스까지. 선없이 정보를 송수신할 수 있게 해주는 많은 무선통신 어플리케이션들이 거기에 녹아있는 것이다.

불과 약 5~10년 전만 하더라도 쉽게 상상하기 힘들었던, 그러나 현재에는 너무나도 자연스럽게 받아들이는 우리의 모습이다. 전자, 정보통신 기술의 발달 덕에 스마트폰이라는 간단한 기기를 통해 쉽게 언제 어디서든 전화 통화를 하고, 인터넷에 접속하고, 고품질 영상을 감상할 수 있게 되었다. 이런 것을 가능케 하는 것이 무선 통신이고, 수많은 사람들 손에 있는 스마트폰을 비롯한 여러 전자제품, 그 안에 수많은 초고주파 회로가 들어 있다.

## 무선통신의 기본, 주파수

아마 거의 모든 대학원생들이 고등학교 혹은 학부 때의 수학시간 때 sine, cosine 등 삼각함수에 대해서 배웠을 것이다. 잘 알다시피 그 삼각함수의 파형이 '초당 몇 번 반복되는지'를 말하는 주파수가 무선통신의 기본이 된다. 실제 우리의 음성 같은 아날로그 신호는 시간 축에서 들쭉날쭉한 파형을 갖게 되지만 이런 시간 축의 신호를 여러 주파수를 갖는 삼각함수들의 합으로 표현이 가능하다. 이런 시간 영역과 주파수 영역 간의 변환이 전자과 학생이라면 필수적으로 배우게 되는 푸리에 변환(Fourier Transform)을 통해 이루어진다. 음성 정보 같은 원 데이터는 수십 Hz ~ 수만 Hz 정도의 낮은 주파수들로 이루어져 있다. 하지만 이런 정보를 무선 통신으로 원거리 전송하기 위해서는, 정보를 전송하기 위한 통신 방식을 정하고 그 통신 방식에서 이용하고 있는 특정 주파수 대역을 이용해야 하는 것이다. 이는 TV 광고에서 자주 볼 수 있는 것 처럼 이런 주파수 대역이 데이터가 전송되는데 이용되는 통로가 된다는 점에서 도로에 종종 비유되기도 한다.

이러한 무선 통신에 이용되는 주파수 대역은 한정되어 있기 때문에 국가에서 엄격히 관리하는 공공자원이다. 더구나 채널 특성 상 무선통신에 이용하기 적합한 주파수는 더욱더 제한되어 있는 실정이다. 얼마 전 통신 3사를 대상으로 한 방송통신위원회의 주파수 경매에서 10MHz 가량의 주파수 대역이 수천억원의 경매가에 낙찰, 할당되기도 한 바 있다. 현재에도 기간만료로 비게 되는 여러 주파수 대역대를 방송계와 통신계에서 서로 확보하기 위해 치열한 경쟁을 펼치고 있다.

또한 주파수 별로 무선 통신의 특성이 조금씩 달라지는데 보통 낮은 주파수가 건물 같은 장애물을 잘 통과한다는 장점이 있어, 예전 낮은 주파수 대역을 가지고 있었던 모 통신사가 우수한 통화품질을 자신 있게 내세워 홍보한 바도 있다. 대신 신호의 주파수는 파장에 반비례 하는데, 안테나가 무선 통신 신호를 받아들이기 위해서 필요한 안테나의 크기 또한 이 파장에 비례하여 높은 주파수의 경우 안테나의 크기가 작아질 수 있다는 장점이 있다. 이런 일반적인 특성뿐만 아니라 각 주파수 대역 별로 특징이 있는데, 예를 들어 UWB (Ultra Wideband, 3.1G~10.6GHz)의 경우에는 채널특성 상 해당 주파수의 전파는 공기 중에서 멀리 전달되지 못한다는 점을 이용해 근거리 통신에 특성화하여 홈 네트워크 같은 특정 어플리케이션에 사용할 수 있도록 활발히 연구 중이기도 하다.



## 무선통신을 가능케 하는 초고주파 회로

이러한 전파를 이용한 무선통신을 실제로 가능하게 하기 위해서는 하드웨어가 필요하다. 무선통신에 사용되는 하드웨어는 크게 송신기(Transmitter)와 수신기(Receiver)로 이루어진다. 먼저 송신기를 살펴보면 음성이나 영상과 같은 정보를 변조(Modulation)을 거친 후 믹서(Mixer)에서 주파수를 높여 주게 된다. 이렇게 고주파에 위치한 신호가 더 멀리까지 신호를 전달될 수 있도록 전력증폭기(Power Amplifier)를 이용하여 증폭시켜준다. 수신기의 경우 송신기의 역할과 반대라고 보면 되는데, 기본적으로 수신기 안테나에서 신호를 받아들일 때 수신기에서 받고자 하는 신호는 약하고 잡음이 포함되어 있으며, 해당 주파수 주위에 있는 다른 용도의 신호가 더 큰 경우가 있기 때문에 우리가 원하는 신호만 다른 신호의 간섭 없이 충분한 크기로 키워주어 신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio)를 높일 수 있도록 해야 한다. 그 후 믹서에서 높은 주파수에 있는 신호를 낮은 주파수로 낮춘 뒤에 디지털 형태의 신호로 변환하여 디지털 신호 처리 과정을 거치게 된다.

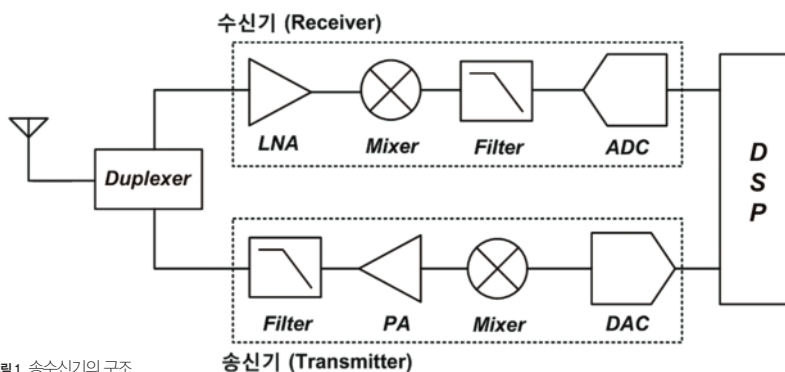


그림 1 송수신기의 구조

이러한 송신기와 수신기가 반도체 칩의 형태로 무선통신기기의 기판에 집적되어 있어서 무선통신의 신호처리를 수행하게 되는 것이다. 요즘은 하나의 무선통신기기가 여러 가지 무선통신을 수행하게 되는 것이 일반적인데 (예를 들어, 하나의 핸드폰에서 WCDMA 통신방식을 이용한 전화, Wi-Fi를 이용한 인터넷 이용, 지상파 DMB 시청, GPS를 이용한 위치정보 확인, Bluetooth 근거리 통신이 모두 가능함을 생각해 보자.) 각각의 통신에 필요한 송수신기를 하나의 칩에 모두 집적하고, 이를 간단히 모뎀(Modem)을 통해 제어, 필요한 통신을 수행하도록 한다. 이처럼 효율적으로 여러 기능을 공유함으로써 반도체 칩의 크기를 최소화하여 칩 제작원가를 줄일 수 있도록 하는 Software-Defined Radio, 혹은 Reconfigurable RF 개념의 송수신기 집적 회로 연구가 활발하게 진행되고 있다.

우리 손 안의 핸드폰 같은 핸드셋(Handset) 뿐만 아니라 통신 신호들을 받아서 필요한 지역으로 보내주는 기지국(Base Station)이나 지하철에서 쉽게 볼 수 있는 중계기(Repeater), 중계기 사이사이에 위치한 음영 지역의 전파 문제를 해소하는 펄토셀(Femto Cell) 등도 대표적인 무선통신을 위한 초고주파 회로의 영역이다. 무선 통신 신호는 공기 중으로 멀리 퍼지면 퍼질수록 그 세기가 약해지기 때문에 적절하게 중간에서 받아서 다시 충분한 세기로 증폭시켜주는 것이 필요하고, 특히 기지국 전력증폭기(Power Amplifier)의 경우 출력전력이 매우 크기 때문에 필요로 하는 소모전력이 크다. 그리고 이러한 전력 증폭기의 경우 트랜지스터를 이용하여 신호를 증폭하는 단계에서 여러 주파수 성분 간의 혼조(Intermodulation)가 발생하여 선형성이 나빠지게 된다. 이를 해결하기 위해 여러 선형화 기법과 전력증폭기의 효율 ( $\frac{\text{출력전력}}{\text{소모전력}} \times 100[\%]$ )을 높이는 다양한 방법이 연구되고 있다. 기본 신호를 증폭하는 주 증폭기와 피크 신호를 증폭하는 보조 증폭기를 위상을 조절하여 출력에서 합성하여 고효율을 얻는 Doherty Amplifier, 입력신호에 따라 전력증폭기의 공급전압을 변화시켜 쓸데없이 소모되는 전력을 최소화하는 Envelope Tracking 등의 기술이 대표적인 것이다. 특히 우리 POSTECH은 기지국 전력증폭기 분야에서 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있다.

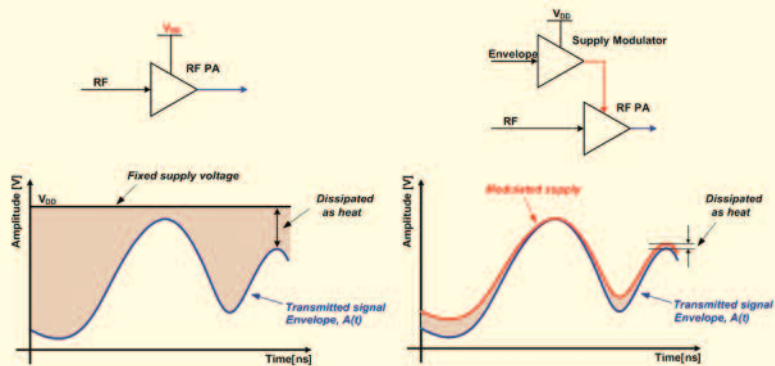


그림 2 고효율 Envelope Tracking 전력증폭기

## 타 분야와의 연관성

초고주파 회로도 예전 기판 위에 트랜지스터 외에 인덕터, 커패시터 등 여러 RF 소자들을 적재하던 방식에서 벗어나 단일 실리콘 칩으로 만들어 외부소자를 제거하는 방향으로 발전하고 있다. 단일 실리콘 칩으로 같은 기능을 구현할 수 있게 되면 제작비용이 절감되기 때문에 대량생산이 필요한 현재의 RFIC 특성 상 거부할 수 없는 기술발전의 흐름이라고 할 수 있겠다. 이 때문에 시스템 반도체 파운드리 산업의 발전에 큰 영향을 받고 있다. 차세대 공정이 개발되면 해당 공정의 모델링이 잘 되어 있는지, 수율은 충분히 나오는지 확인을 위해 RFIC 설계 제작을 통해 확인을 해보기도 하고, 활발한 피드백을 통해 서로 도움이 되는 방향으로 연구를 진행하게 된다.

메디컬, 헬스케어 분야와의 융합도 중요한 트렌드다. 사람 몸에 장치하여 그 사람의 건강상태를 실시간으로 체크하고 문제가 있을 경우 알려 줄 수 있는 센서 네트워크가 최근 각광받는 어플리케이션으로 등장하고 있다. 이러한 센서 네트워크도 결국 무선통신으로 메인 컴퓨터와 연결되어야 하기에 사람 몸에 장비될 센서 네트워크는 별도의 배터리를 달기 힘들다는 특성 탓에 초저전력, 초소형의 송수신 초고주파 회로가 필요하고 이는 요 몇 년 사이 시스템 반도체 분야에서 중요하게 다루어지는 이슈 중 하나이다. 송수신기의 전력소모를 최대한 줄이고, 더 나아가 태양빛이나 열, 사람의 체온으로부터 직접 에너지를 얻어서 이용하는 에너지 하베스트 기능도 활발히 연구되고 있다.

## 맺음말

우리가 간단한 조작만으로 전화를 걸고, 인터넷을 이용하고, DMB를 시청하는 동안 핸드폰 안에서 앞에서 설명한 송수신기 반도체 칩이 쉬지 않고 신호 처리를 하고 있으며, 우리 핸드폰의 송신기에서 발신된 신호는 중계기를 거쳐 기지국에 도달, 다시 한번 증폭되어 당신이 연락하고 싶은 사람, 그 정보를 필요로 하는 사람에게 다가가고 있다. 이처럼 선에 묶이는 공간의 제약을 극복하고 사람과 사람, 그리고 세상과 세상을 이어 주는 무선통신을 가능케 하는 따뜻한 기술, 이것이 바로 초고주파 회로이다.



그림 3 우리 손 안의 스마트폰

# 연구

## 분리 논리를 위한 자동 정리 증명기에 관한 연구

안녕하세요, 컴퓨터 공학과 프로그래밍 언어 연구실 박종현입니다. 이 글에서는 저희 연구실에서 진행하고 있는 분리 논리를 위한 자동 정리 증명기에 관한 연구를 간략하게 소개 드리도록 하겠습니다.



글 • 컴퓨터공학과 박종현 박사

mail • parjong@gmail.com

소속 • 삼성전자 소프트웨어센터 연구원



IT 기술의 발전에 따라서 일상 생활은 물론 산업 전반에 걸쳐서 컴퓨터가 활용되고 있습니다. 최근에는 컴퓨터의 활용이 경쟁력의 핵심이 되면서 그 활용 범위가 점점 더 넓어지고 있는 추세입니다. 일례로, 기계 공학의 꽃이라고 불리는 자동차의 경우에도 최근에는 컴퓨터의 활용이 점차 증가하여 2015년에는 컴퓨터에 의존하는 부분이 원가를 기준으로 할 때 40%에 이를 것으로 추정되고 있으며, 또 다른 예로 증권 거래의 경우에도 컴퓨터에 의해서 거래를 자동으로 관리하는 기법이 최근에는 널리 활용되고 있습니다 (주식에 관심이 있으신 분이라면 프로그램 매매라는 용어를 한번쯤은 들어보셨지요?).

이렇듯이 컴퓨터의 활용 범위는 점차 넓어지고 있지만, 컴퓨터를 활용하는 경우 “신뢰성”이 항상 문제가 됩니다. 정확히 말하자면, 컴퓨터를 활용하기 위해서는 컴퓨터와 이를 제어하는 프로그램이 필요한데, 이 중 프로그램의 정상적인 동작을 보장하는 것이 매우 어렵습니다. 프로그램의 비정상적인 동작을 역사적인 이유로 버그라고 하는데, 이런 버그가 없도록 프로그램을 개발하는 것이 얼마나 어려우냐고 하면 다음(그림 1\_뒷면 참조)과 같은 농담이 개발자들 사이에서 널리 퍼져있을 정도로 어렵습니다.

그렇다면 이런 버그로 인한 피해는 어떤 것이 있을까요? 단순하게는 논문 제출 1시간 전에 문서 편집 프로그램이 갑작스럽게 종료되어 그 동안 작업한 내용이 사라져 버리는 ‘소소한’ 피해가 있을 수 있습니다. 물론 이 정도 피해의 경우 대범하신 분들은 ‘그 정도야 다시 작성하며 되지!’ 하고 넘어 가실 수도 있습니다 (물론 제 이야기는 아닙니다).



A hand with the index finger pointing upwards towards a white rectangular button with rounded corners. The button has the word "BUG" written in large, bold, white capital letters. The background is a dark, textured grey.

# BUG

하지만 컴퓨터의 활용 범위가 넓어지면서 위와 같이 대범하신 분들도 그냥 넘어갈 수 없는 엄청난 재해들이 버그로 인해서 발생해 왔고, 그 피해 규모도 또한 점점 더 커지고 있습니다. 예를 들어, 1985년에는 Therac-25라는 방사선 치료기기의 제어 프로그램의 버그로 치명적인 양의 방사선을 환자에서 조사하는 사고가 발생하였습니다. 이로 인해 3명의 환자가 중상을 입고 3명의 환자는 사망하였습니다. 또, 1996년에는 유럽 우주 기구(ESA)에서 개발한 아리안 5호 로켓의 최초 비행에서 로켓 제어 프로그램의 버그로 발사 후 37초 만에 자폭하는 사고가 발생하였습니다. 이로 인해 직접적인 손실만 미화 3억 7천만불 (약 3700억원)에 달하는 것으로 추산되고 있습니다. 이외에도, 2009년경에 발생한 도요타 자동차의 급발진 사고의 경우 아직까지 원인이 명확하게 판명되지는 않았지만, 자동차 제어 프로그램의 버그가 그 원인이 아닐까 하는 추정이 제기되고 있습니다. 비교적 최근인 2013년 1월 8일에는 코스피200 지수 선물 시장에서 약 15조 원 규모의 매수 주문 실수가 발생하여 그 중 10%정도가 실제로 체결되는 사고가 발생하였는데, 거래를 관리하는 프로그램의 버그가 주문 실수의 원인으로 추정되고 있습니다.

다양한 예제들에서 알 수 있듯이 프로그램 상에 잠재되어 있는 버그는 엄청난 재해로 초래할 수 있습니다. 그래서 이를 방지하기 위해서 프로그램 상에 버그가 없다는 것을 보장하는 기술의 중요성이 점점 더 커지고 있는데요, 기존에는 이를 위해 Testing이 널리 활용하고 있습니다. Testing은 프로그램을 이 프로그램이 동작할 것으로 예상되는 특정한 상황에서 실제로 동작시켜 본 후, 이 때 기대하는 대로 동작하는지 확인하는 기법입니다. 하지만, 일반적으로 모든 상황에 대해서 프로그램을 미리 Testing을 한다는 것은 불가능하기 때문에 Testing을 통해 프로그램의 신뢰성을 어느 정도 높일수 있지만, 버그가 없다는 것을 보장하기에는 근본적으로 한계가 있습니다.



그림 1 스마트폰 게임 만들기 (네이버 중)

이러한 한계를 극복하고자, 프로그램에 버그가 없다는 것을 보장하는 여러 가지 검증 기법들이 연구되어 왔으며, 그 중 가장 대표적인 것이 Hoare 논리입니다. 무려 1960년대에 제안된 Hoare 논리는 프로그램의 정상적인 동작, 즉 프로그램의 명세(specification)는 프로그램 실행 전후의 변화를 통해서 설명할 수 있다는 관철에 기반하고 있습니다. 이에 따라서 Hoare 논리에서는  $\{P\}C\{Q\}$ 라는 기호를 이용해서 프로그램의 명세를 기술합니다. 여기서 C는 우리가 관심을 가지는 프로그램이고, P와 Q는 프로그램의 실행 전후의 상태를 “수학적으로 엄밀하게” 적어 놓은 것이며, 이 명세는 프로그램 C를 P를 만족하는 상태에서 동작시키면, 그 동작이 완료될 경우 Q가 만족되는 상태에 도달한다는 것을 의미합니다 (그렇기에 P를 전조건, Q를 후조건이라 합니다). 이렇게 명세가 주어질 경우 Hoare 논리는 프로그램 C가주어진 명세를만족하는지 “증명”하는 방법을 제공합니다. “증명”이 존재할 경우 프로그램이 항상 주어진 명세대로 동작한다는 것이 (다시 말해서 버그가 없다는 것이) 검증되는 것입니다. 사실 Hoare 논리를 이용한 증명은 중간에 검증 조건(verification condition)이라고 하는 수학적 성질이 참인지 판별하는 과정을 제외하면 대부분의 과정이 명확하여 자동으로 진행할 수 있습니다. 다시 말해서 프로그램 검증은 결과적으로 어떤 수학적 성질이 참인지 확인하는 것으로 귀결되게 됩니다. 어떤 수학적 성질이 참인지 자동으로 판별해주는 프로그램을 자동 정리 증명기(automated theorem prover)라고 합니다. 즉, 충분히 강력한 자동 정리 증명기가 있으면 Hoare 논리를 이용하면프로그램을 “자동으로” 검증할 수 있다는 의미입니다.

이러한 프로그램 검증 과정을 이해하기 어려우실 텐데요, 간단한 예제를 통해서 이를 살펴보도록 하겠습니다. 그림 2는 덧셈과 뺄셈을 반복해서 주어진 두 수의 몫과 나머지를 계산하는 간단한 프로그램입니다. 프로그램 자체는 C 언어의 문법에 따라 작성되어 있습니다. 간단하게 설명하면 두 정수  $x$ 와  $y$ 가 주어질 때  $r$ 에  $x$ 의 값을 저장하고(라인 1)  $q$ 에 0을 저장한 이후(라인 2),  $r$ 에서  $y$ 를 빼면서(라인 4) 뺄셈이 몇 번이나 수행되었는지를  $q$ 에 저장(라인 5)하는 동작을  $y$ 의 값이  $r$ 보다 작아질 때까지 반복(라인 3-6)하는 프로그램입니다. 이 프로그램이 종료되면  $q$ 에는  $x$ 를  $y$ 로 나누었을 때의 몫이,  $r$ 에는 그 나머지가 저장되게 됩니다(참 쉽죠?). 이 프로그램의 명세는 다음과 같은 식으로 작성되게 됩니다. 이 프로그램은 어떠한 정수에 대해서도 동작하므로 전조건에는 특별한 조건이 없습니다 (true). 이 프로그램이 실행된 이후에는  $q$ 에는  $x$ 를  $y$ 로 나누었을 때의 몫이,  $r$ 에는 그 나머지가 저장되어야 하므로  $x$ 는  $q$ 와  $y$ 를 곱한 값에  $r$ 을 더한 값이 되어 합니다 ( $x = r + y * q$ ). 그리고  $(\wedge)$ 은 나머지이므로  $y$ 보다 작아야 합니다 ( $y > r$ ). 이러한 명세는 언뜻 보면 복잡해 보이지만, 실제로는 우리가 일상적으로 생각하는 나눗셈이라는 연산의 정의를 수학적으로 엄밀한 형태로 적어놓은 것에 불과합니다. 이러한 명세에 대해서 Hoare 논리를 이용해 검증 진행하면 그림 3에 나타난 검증 조건들이 참일 경우 이 프로그램을 검증된다는 것을 알 수 있습니다. 그리고 이 검증 조건들은 덧셈, 곱셈의 성질에 따라서 모두 참이라는 것을 확인할 수 있습니다. 즉, 이 프로그램은 어떠한 정수에 대해서도 정상적으로 몫과 나머지를 계산합니다. 또한, 널리 알려진 자동 정리 증명기들도 이 검증 조건이 참이라는 것을 자동으로 판별해 주며, 그렇기에 우리는 이 나눗셈 프로그램을 "자동으로" 검증할 수 있습니다.



```
{true}
```

```
1: r = x;
```

```
2: q = 0;
```

```
3: while(y <= r) {
```

```
4: r = r - y;
```

```
5: q = 1 + q;
```

```
{(x = r + y * q) ^ (y > r) }
```

이런 엄청난 기법이 1960년도에 이미 제안되었음에도 불구하고 왜 우리는 아직까지도 수많은 버그들의 홍수 속에서 허덕이고 있는 것일까요? 그 이유는 Hoare 논리를 이용한 프로그램 검증 기법은 프로그램이 조금만 커지거나 복잡해져도 현존하는 자동 정리 증명기들이 현실적인 시간 안에는 참/거짓을 판별할 수 없을 정도로 복잡한 검증 조건을 생성하기 때문입니다. 특히, 프로그램이 동적 메모리를 사용할 경우(malloc이나 free같은 함수들 C 프로그램 작성하면서 종종 사용하시지요?) 그 복잡도가 급격하게 증가하는 문제가 있어서 현재는 제한적인 경우에만 활용되고 있습니다.

그림 2 「나눗셈」 프로그램

```
true → (x = x + y * o)
```

```
(x = r + y * q) ^ (y ≤ r) → (x = (r - y) + y * (1 + q))
```

```
(x = r + y * q) ^ ¬(y ≤ r) → (x = (r + y * q) ^ (y > r))
```

그림 1 「나눗셈」 프로그램의 검증 조건들



Hoare 논리의 이러한 문제를 해결하고자 분리 논리(separation logic)가 제안되었습니다. 분리 논리는 Hoare 논리의 확장으로, 기본적인 아이디어는 Hoare 논리와 동일합니다. 단, 차이점은 분리 논리의 경우 Hoare 논리와는 다르게 프로그램의 명세를 작성할 때 일반적인 수학적 성질뿐만 아니라 동적 메모리와 관련된 성질, 특히 동적 메모리의 특정 부분들이 서로 분리되어 있다는 사실을 명시하는 것을 허용합니다. 이를 허용할 경우 생성되는 검증 조건의 복잡도를 획기적으로 낮출 수 있다는 것이 여러 가지 예제를 통해서 확인되었습니다(분리 논리를 사용하여 sel4라고 하는 소규모 운영체제(OS)의 커널(Kernel)에 대해서 그 안정성을 엄밀하게 증명하는 것이 가능하다는 사실이 학계에 보고되었습니다). 이러한 장점 때문에 최근에는 분리 논리를 활용한 다양한 검증 도구들이 개발되고 있습니다.

하지만, 기존 검증 도구들은 분리 논리의 일부만을 활용하는 한계가 있습니다. 구체적으로, 분리 논리는 동적 메모리의 성질을 기술하기 위해 분리 동접(separation conjunction)과 분리 함의(separation implication)이라는 기술 방법을 허용하는데, 기존 검증 도구들은 분리 동접만을 활용하고 분리 함의는 활용하지 못하고 있습니다. 문제는 이러한 선택이 의도적인 것이 아니라, 이 둘을 동시에 지원하는 자동 정리 증명기가 없었기 때문에 어쩔 수 없는 선택이었다는 점입니다.

이러한 문제를 해결하고자, 저희 연구실에서는 분리 동접과 분리 함의를 동시에 지원하는 자동 정리 증명기를 개발하고자 꾸준히 연구를 진행해오고 있습니다. 지난 2년간 그 첫 단계로 분리 논리의 이론적 기반인 Boolean BI 논리에 대한 자동 정리 증명기에 대한 연구를 수행하여, 최근 그 결과를 저희 분야의 최고 학회 중 하나인 POPL(Symposium on Principles of Programming Language)에 발표하였습니다. (다른 분야와는 다르게 컴퓨터 분야에서는 저널보다 학회 발표를 중시합니다. 왜인지는 저도 잘 모르겠습니다.) 현재는 이를 분리 논리를 위한 자동 정리 증명기로 확장하는 연구를 진행하고 있습니다. 관련 연구 결과를 홈페이지(<http://pl.postech.ac.kr/BI/>)를 통해서 공개하고 있으니 혹시 관심 있으신 분들은 방문해 보시면 좋을 것 같습니다. 이상으로 연구 소개를 마치겠습니다. 감사합니다.







# 무선통신의 세계

## 삐삐와 스마트폰 그리고 ...

글 • 컴퓨터공학과 이기석 박사

mail • mic0123@postech.ac.kr 소속 • 포스텍 컴퓨터공학과 연구원

얼마 전 인기리에 막을 내린 드라마 ‘응답하라 1997’을 시청하신 적이 있나요? 이 드라마가 아니더라도 전화선을 통해 새로운 세계를 열어 주었던 ‘피씨통신’과 친구들과의 교감을 책임지던 ‘삐삐’를 추억하시는 분들이 많으실 것으로 압니다. 2013년 현재, 통신기술, 특히 무선 통신기술은 그 시절에 비해 어떻게 변했을 까요? 통신이라고 해봤자 호출용으로 사용하던 ‘삐삐’와 부의 상징이었던 ‘아날로그 휴대전화’가 고작이었던 그 시절에 비하면, 지금은 눈부실 정도로 엄청난 발전을 이루었습니다. 개인적으로 휴대하고 있는 통신 전자기기들 ( 휴대전화, 스마트 폰, PMP, 휴대용 게임기, Tablet PC 등) 은 물론 이거니와 교통 관리 시스템, 위성 통신 시스템, 전자 금융 시스템 등, 가히 통신의 홍수에서 살고 있습니다. 통신 콘텐츠는 또 어떻게 변했을 까요? 단순 텍스트 및 그림 정보 공유에서 현재는 다양한 형태의 고급 멀티미디어 정보 교환으로 발전하였으며 그 통신량 또한 이전과는 비교가 되지 않습니다. 이러한 추세는 정보에 대한 사용자들의 욕구가 점점 더 커져 갈 미래에 더욱 가속화 될 것이라는 것을 누구나 예측할 수 있을 것입니다.

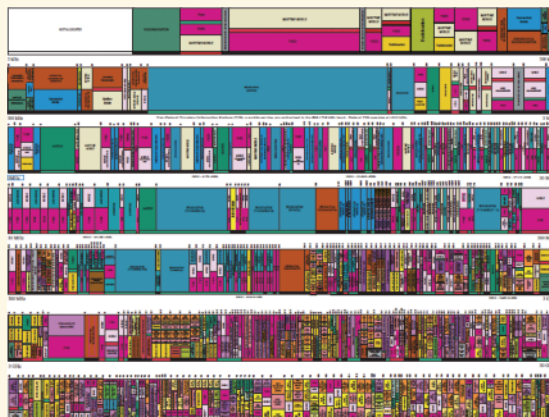


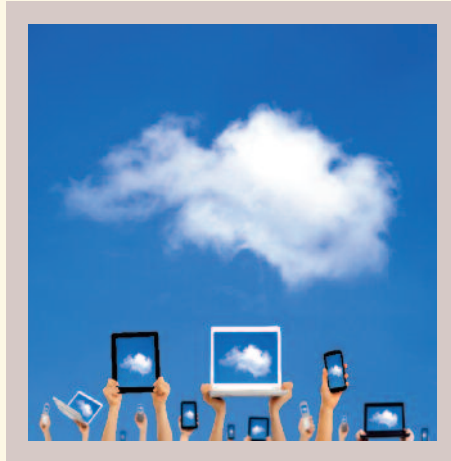
그림 1

2011년 미국 주파수 할당 표

참조 [http://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/spectrum\\_wall\\_chart\\_aug2011.pdf](http://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/spectrum_wall_chart_aug2011.pdf)

이러한 추세에 발맞추기 위해서, 컴퓨터 통신 분야의 연구자들은 어떤 문제에 대해 연구하고 있을까요? 가장 중요한 문제는 주파수의 부족 현상입니다. 현재 대부분의 무선 통신은 전파를 통해 이루어집니다. 통신을 수행할 때, 여러 기기들이 같은 주파수의 전파를 사용하면 서로의 수신을 방해해 정상적인 통신이 어렵게 됩니다. 이러한 문제를 막기 위해, 모든 나라에서는 통신에 사용할 주파수와 전송 전력을 법으로 정해 놓고, 불법적인 사용을 규제하고 있습니다. 미국에서는 FCC (Federal Communications Commission)에서, 우리나라에서는 전파 관리국에서 주파수 관리를 담당하고 있습니다. 주파수마다 다른 특징을 가지고 있어 통신에 사용할 수 있는 주파수의 범위는 수 KHz ~ 수십 GHz로 한정되어 있습니다. 현재 무선 통신 사업이 활발해짐에 따라 거의 대부분의 주파수가 할당되어 저 있는 상태로 새로운 통신 시스템을 위한 주파수가 부족한 상태입니다 (그림. 1). 이를 해결하기 위해 크게 2가지 방향의 연구가 진행되고 있습니다. 첫 번째는 통신에 사용할 주파수의 범위를 넓히기 위한 연구입니다. 진동수가 높아질수록 짧은 시간에 많은 정보를 전송할 수 있지만 짧은 거리를 이동하더라도 신호가 크게 감소하는 특징을 가지고 있다. 그래서 고 주파수 전파는 통신에 사용하기 힘듭니다. 이를 극복하기 위해 수십GHz 대역을 사용하지만 통신 신호를 한쪽 방향으로만 쏘아

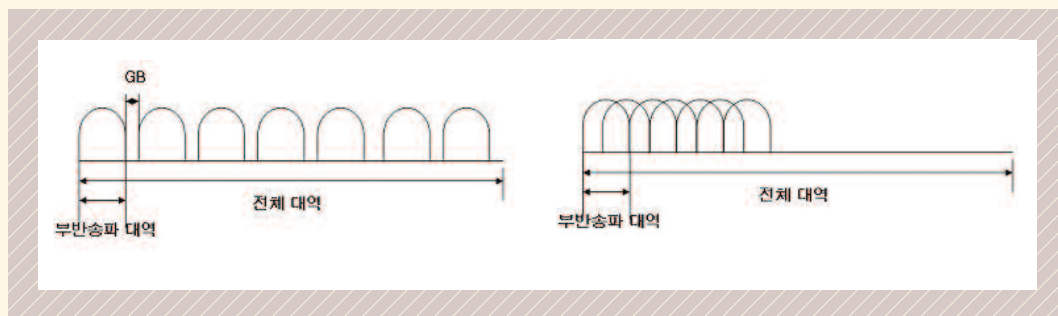
전송 거리를 늘리는 지향성 안테나 기술이 연구되고 있습니다. 단방향 통신은 일반적인 전방향 통신과 달리 통신을 수행하기 위해서 안테나를 통신 가능한 방향으로 서로 정렬하여야 하는 단점을 가지고 있습니다. 각 단말이  $n$  방향으로 통신을 수행한다고 할 때, 통신을 수행하기 위해서 평균적으로  $O(n^2)$ 의 안테나 정렬이 필요합니다. 이 불필요한 시간 소모는 통신에 소요되는 시간보다 더 큰 시간을 낭비하게 함으로써 지향성 안테나 통신의 필요성을 무색



하게 하는 치명적인 약점입니다. 저자는 지구상의 가장 큰 지향성 통신 네트워크인 위성 통신 네트워크가 안테나 정렬 없이도 통신을 수행한다는 점에 착안하여 주어진 네트워크 상황에 맞추어 안테나 정렬을 최소화 하는 기반 토폴로지 구성 기법을 제안하였습니다. 또한 지향성 안테나 통신은 기존 전방향 통신 네트워크

의 통신 기법을 그대로 적용할 수 없기 때문에, 안테나 정렬을 고려하여 일정 시간 내로 안테나 정렬을 보장할 수 있는 매체접근제어 기법을 제안하였습니다. 지향성 안테나 통신과 더불어 사용 주파수를 늘리기 위한 기술로는 Terahertz communications system 기술이 있습니다. THz 대역의 주파수는 초고속 통신이 가능하지만 전송 거리가 매우 짧고 공기 중의 수증기에도 신호가 크게 감소하는 특징을 가지고 있어 현재로써 통신에 사용하지 못하지만 연구를 통해 그 가능성을 보유한 기술로 인정받고 있습니다.

두 번째는 다른 통신 시스템에서 사용하도록 할당되어 있지만 현재 지역에서 일시적으로 사용되지 않는 주파수를 재활용하기 위한 연구입니다. 각 통신 기기가 현재 주변의 주파수 사용 현황을 파악하여 적합한 주파수를 찾아 통신하게 하는 인지 라디오(Cognitive Radio) 통신이 대표적인 기술입니다. 인지 라디오 네트워크는 일정 범위 내의 주파수를 여러 개의 작은 주파수 대역으로 나누어 현재 사용 중이지 않은 주파수 대역을 허가 받지 않은 단말들이 기회적으로 사용하는 네트워크입니다. 사용 중이지 않은 대역을 정확히 찾는 것과 사용 중이지 않은 대역 중 어느 단말이 어떤 대역을 사용할 것 인지를 효율적으로 제어하는 것이 인지 라디오의 핵심입니다. 저자는 동적인 유일 ID를 사용하여 주파수 할당 제어 시간을 최소화 하는 매체접근제어 기법을 제안 하였습니다.



또 다른 중요한 문제는 어떻게 사용자들이 요구하는 많은량의 정보를 전송하느냐는 문제입니다. 위에서 설명하였듯이 전송에 사용되는 주파수 대역과 전송전력은 법으로 규제되어 있어 정보 전송량을 무한정 높일 수 없습니다. 이를 해결하기 위해 다양한 방향의 연구가 진행되고 있습니다. 첫 번째는 주어진 주파수 대역을 더 알뜰하게 사용하는 직교주파수분할(Orthogonal Frequency Division Multiplex, OFDM) 기술입니다. 전송 간의 간섭을 막기 위해 전송 주파수 사이에 일정 간격을 유지하여야 합니다. 하지만 직교성(서로 간의 간섭이 없는 성질)을 가지는 주파수들을 사용할 경우, 전송 주파수 사이의 간격을 크게 줄일 수 있습니다. 이렇게 낭비되는 대역을 줄임으로써 주어진 주파수 대역으로 더 많은량의 정보를 전송할 수 있습니다. 자세히 설명하면, OFDM 전송 장비는 subcarrier라고 불리는 직교성을 가지는 여러개의 주파수에 각각 정보를 실어 보냅니다. 모든 subcarrier의 상태가 동일하다고 가정 했을 때는 모든 subcarrier에 같은 에너지를 부여하여 모두 같은 량의 정보를 전송하도록 하는 것이 가장 효율적이지만 현실 네트워크에서는 subcarrier 마다 다른 컨디션을 가지는 것이 일반적입니다. 이러한 현실적인 환경을 고려하여 저자는 주어진 subcarrier 컨디션에서 최대로 많은 정보를 전송할 수 있는 subcarrier 에너지 부여 기법을 연구하여 다른 에너지 부여 기법에

그림 2

(좌) 전송 간섭을 피하기 위해 일정 간격을 유지하는 경우  
(우) 직교성을 가진 주파수를 사용하는 경우

비해 빠른 시간 내에 부여 에너지를 결정할 수 있는 기법을 제안하였습니다. 이 연구를 통해 현실적인 네트워크 환경에서 OFDM의 효율을 높여 더 많은 정보를 전송할 수 있는 방법을 제시 하였습니다. 두 번째는 전송 중 일어나는 신호의 변화를 상쇄 시켜 높은 효율의 전송을 가능하게 해주는 MIMO (Multiple Input Multiple Output) 안테나 기술입니다. 송신된 무선 신호는 다양한 경로를 거쳐 수신되는데 이로 인해서 올바르게 신호를 수신하지 못하는 경우가 발생하게 됩니다. 이를 Multipath fading 이라고 부르는데, 이러한 현상은 고속 전송의 가장 큰 장애 요소입니다. 하지만 MIMO는 다양한 경로로 오는 신호들 간의 간섭을 여러개의 안테나를 통해 상쇄하여 고속 전송을 지원할 수 있습니다. 세 번째는 무선 전송을 하는데 소모되는 오버헤드를 줄이는 기술입니다. OFDM과 MIMO 같은 기술로 인해 전송 속도가 높아질수록 전송을 위한 오버헤드가 전송효율을 낮추는 가장 큰 원인이 됩니다.

예를 들어, 전송시간이 2초이고 오버헤드가 1초인 경우 전송효율은 2/3 이지만 전송 속도가 빨라져 전송시간이 1초가 되면 전송효율은 1/2 이 됩니다. 그래서 전송 속도가 빨라질수록 오버헤드를 최소화 하는 기술이 반드시 필요합니다. 정보를 주고 받기 위해서는 전송이 충돌이 나지 않게 누가 먼저 정보를 보낼 것인지, 안전한 전송을 위해 어떻게 암호를 주고 받을 것인지, 어떤 형식으로 정보를 보낼 것인지, 얼마나 많은량을 한꺼번에 전송할 것인지 등 프로토콜 (Protocol)이라고 불리는 서로간의 약속을 가지고 있습니다. 특히, 전송 충돌을 피하기 위한 매체접근제어(MAC) 프로토콜이 전송 오버헤드에 가장 큰 부분을 차지합니다. 저자는 기존의 매체접근제어 프로토콜들(경쟁 기반의 매체접근제어 프로토콜들과 예약 기반의 매체접근제어 프로토콜)과는 전혀 다른 방식의 ID 기반의 매체접근제어 프로토콜을 제안하였습니다. 제안한 매체접근제어 프로토콜은 전송마다 반복적으로 소모되는 오버헤드를 제거함으로써 고속 네트워크에도 높은 전송 효율을 보여 많은 정보를 짧은 시간 전송할 수 있습니다.

이 밖에도 배터리 사용량을 줄이는 통신 방식에 대한 문제, 무선 통신 네트워크 간의 간섭을 최소화 하는 기반 장비 배치 및 주파수 할당 문제, 접속 네트워크 변동 시 끊어짐 없는 서비스를 제공하기 위한 Handover 문제, 통신 기기가 많아짐에 따른 주소 체계 변경 문제(예, IPv4 → IPv6), 다른 종류의 네트워크 간의 공존 (Network Convergence) 문제 등 모두 다 나열하기 불가능 할 정도의 많은 문제들에 대해서 활발하게 연구 중입니다. 이러한 연구를 통해 수년 혹은 수십년 뒤에 진정한 정보화 환경인 유비쿼터스 (Ubiquitous) 세상이 펼쳐지면 '응답하라 2013'이라는 드라마를 보면서 골동품이 되어 버린 스마트폰, Tablet PC를 추억하는 날이 오지 않을까요?



높은  
동적 영역을  
가진

정전용량  
변위 센서와

이를 활용한

위치 제어 시스템 개발

변위는  
시간, 온도 등  
실험 대상,  
종류에 관계없이

글 • 기계공학과 강대실 박사

mail • daesil11@gmail.com

소속 • 포스텍 음향진동 트랜스듀서 실험실 연구원

중요한  
측정 결과 중  
하나이다.





과학적 실험을 할 때, 가장 중요한 것 중 하나가 바로, 피실험 대상의 특징 또는 실험의 결과를 정량화 하는 것이다. 이 때, 정량화가 필요한 특징 또는 결과는 실험의 종류나 실험 대상에 따라 다양하겠지만, 그 중 '변위(displacement)'는 '시간'이나 '온도' 등과 함께 실험의 대상이나 종류에 관계없이 대부분의 실험에서 중요한 측정 결과 중 하나이다. 변위는 대상에 어떠한 행위를 가하기 전과 후의 '위치의 변화'를 의미하는 것으로, 물체의 형상이나 길이 또는 크기는 이러한 변위를 기반으로 정량화 된다. 압력이나 무게와 같은 힘을 측정하는 것도, 작용한 힘에 대응하는 용수철 또는 박막의 변위를 측정하는 것에 기반하며, 물체를 이동하거나 가공(manufacturing)할 때 에도 변위 측정이 필요하다.

변위의 측정이 이렇듯 중요하다 보니, 자연히 변위를 측정하기 위한 연구도 매우 활발하고 다양하게 이루어져 왔다. 익히 잘 알고 있는 고전적인 LVDT(Linear Variable Differential Transformer), 스트레인 게이지, 마이크로 미터 등은 이미 최적에 가까운 모듈을 상업적으로 사용할 수 있는 상태이다. 그리고, 광섬유 변위 센서[1, 2], AFM (Atomic Force Microscopy)[3], 정전용량 변위 센서[4], 레이저 또는 X-ray 간섭계[5, 6], 광학 또는 음향 비행시간 기반 변위센서[7] 등 다양한 센서들이 현재에도 많은 연구가 진행 중이다. 또, 이들은 종류가 다양한 만큼, 실제 생활에서 또는 산업 현장이나 실험실에서 사용되는 변위 측정의 환경에 따라, 변위 센서는 다양한 용도로 구분되어 있다.

최근의 실험실에서는 나노 또는 마이크로 미터 크기의 구조물이 수백 마이크로 미터 또는 밀리미터 이상의 영역에 걸쳐 형성되어 있는 소위 '나노-밀리 다중스케일' 연구가 많이 진행되고 있다. 이러한 분야의 연구가 진행되는 만큼 이러한 다중 스케일 구조물을 만들거나 측정하기 위한 변위 센서에 대한 수요도 증가하고 있다. 그러나, 현재 밀리미터 이상의 범위에 대해 나노미터급 분해능으로 측정할 수 있는 변위 센서는 최상위 모델에 해당하는 소수의 광학 인코더와 레이저 간섭계 뿐이다. 이들 광학 센서들은 분해능과 측정 영역, 측정 속도 등의 성능에 있어서는 매우 우수하다. 그러나 실험실 환경에서 종종 사용되는 유체 속이나 고분진 환경, 그리고 제어되지 않는 공기 중(온도, 습도 등의 변화가 잦은)에서 사용에는 불리한 면이 있다. 또, 가격이 고가이고, 임의의 스테이지에 결합하여 사용하기에도 불편하다. 때문에, 이러한 다중 스케일 연구를 위한 새로운 변위 센서가 필요하며, 이에 정전용량 방식을 사용하여 독자적인 타입의 변위 센서를 개발하였다.

## 정전용량변위센서

두 개의 도체에 전압이 인가되면, 각 도체에 전하(charge)가 모인다. 이 때 모이는 전하의 양은 전압에 비례하여 다음과 같이 표현된다.

$$Q=CV \quad (1)$$

여기서 C는 비례 상수이며 정전용량(capacitance)이라고 한다. 즉, 정전용량은 1V의 전압이 인가되었을 때, 두 도체에 축적되는 전하의 양을 의미한다. 정전용량은 도체의 모양과 간격에 따라 차이가 있으나, 가장 간단한 대표적인 모델이 평행 평판 모델이다.

Figure 1  
Parallel Plate Model



Figure 2  
Three types of the capacitive sensor

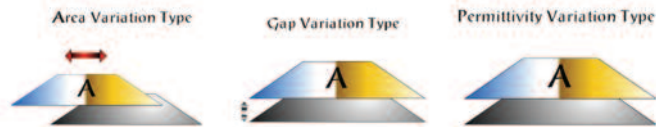


Figure 1은 평행 평판 모델의 개념도와 정전용량을 보여준다. 평행 평판 모델은 이름 그대로, 두 개의 도체 평판이 서로 평행하게 있는 상태를 가정한 모델이다. 이 때, 평판의 면적 (Area, A)이 평판 사이의 거리 (Gap, d)에 비해 현저하게 크다 가정을 한다. 이 모델은 정전용량의 예측과 구현이 가장 간단하기 때문에, 대부분의 정전용량 방식의 센서는 이 모델을 사용한다.

Figure 1의 식은 평행 평판 모델에서 정전용량을 구하는 식으로,  $\epsilon_0$ 는 진공의 유전율 (permittivity, 약 8.85 pF/m),  $\epsilon_r$ 은 상대 유전율 (공기에서 약 1, 물질에 따라 다름), A는 도체 평판의 마주보는 면적(전체 면적이 아니라 위에서 봤을 때 겹쳐지는 면적이다. 편의상 특별한 언급없이 '면적(area)'이라 하면 이 면적을 의미한다.), d는 평판 사이의 거리(편의상 '갭(gap)'이라 한다.)이다. 식에서 알 수 있듯이, 설계자가 변경 가능한 파라미터는 3가지 - 상대 유전율, 면적, 갭 - 이다. 따라서, 정전용량 센서의 종류도 유전율 변화형, 면적 변화형, 갭 변화형의 3가지가 있다 (Figure 2).

## 정전용량선형엔코더

처음 정전용량 변위 센서의 개발을 시작할 당시, 밀리미터 이상의 영역을 나노 미터급 분해능으로 측정하기 위한 것이었다. 그러나, 모든 센서는 최후에는 전압신호로 데이터를 받게 되며, 이 때 1mm 의 영역을 1nm 로 측정하기 위해서는, 가장 이상적인 경우 (다른 잡음이나 불확실성이 전혀 없는 경우)를 가정 하더라도, 10 V의 전압을 10  $\mu$ V 이하의 잡음을 갖도록 측정해야 한다. 그러나 통상적인 회로에서는 10 V에서 약 1mV의 잡음을 갖도록 측정하는 것이 대부분이다 (다시 말해서, 측정 가능한 전압과 잡음의 비율이 1:10000, 즉,  $10^4$  이고, 이 비율을 신호 대 잡음 비 (Signal to Noise Ratio, SNR)라고 한다.). 이러한 SNR의 한계를 극복하기 위해서는 변위와 전압이 선형 관계인 센서를 사용할 수 없고, 변위에 따라 정현파와 같이 주기적인 신호를 출력해 주는 센서를 사용해야 한다. 이를 위해, 정전용량 센서의 3가지 타입 중에서 면적변화 방식을 선택하고, 도체 평판을 잘게 나누어 주기적으로 배치하여 사용한다.



Figure 3  
Capacitive encoder

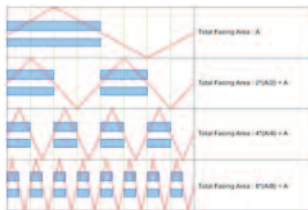


Figure 3은 도체 평판이 하나인 경우를 둘로 나누는 것을 보여주며, Figure 4에서 빨간색 선은 위 (또는 아래)의 도체 평판이 수평으로 움직일 때, 해당 위치에서의 면적을 나타낸다. Figure 4의 빨간색 선은 결국 출력 신호의 크기를 반영하는 것이므로, 평판의 크기가 같을 때, 도체를 잘게 나누면 나눌수록, 동일한 변위에 대해 출력 신호의 주기가 많아지는 것을 의미한다. 이러한 이유로 도체 평판을 잘게 나누어 주기적으로 배치하는 구조를 사용하며, 이를 '선형 엔코더 (encoder)'라고 한다. 선형 엔코더의 각각의 평판을 '전극 (electrode)'이라고 한다.

Figure 4  
Periodic signal to periodic electrode

## CLECDiS

Contact-type Linear Encoder-like Capacitive Displacement Sensor



앞서 설명한 것과 같이, 정전용량 센서를 엔코더 구조로 사용하면, 회로의 SNR에 무관하게 분해능을 대폭 향상시킬 수 있어 보인다. 그러나, 처음 평행 평판 모델을 설명할 때 이야기 한 것과 같이, 이 모델이 성립하려면, 평판의 크기가 갭의 크기에 비해 현저히 커야 한다. 다시 말하면, 어느 정도 이상 잘게 나누면, 각 전극의 모서리에서 발생하는 fringe effect라고 불리는 비선형 효과가 증가하여, 더 이상 겹쳐지는 면적의 크기와 무관하게 신호의 크기는 작게 나오게 된다 (Figure 5의 모서리 부분의 field가 휘어지는 것을 보라).

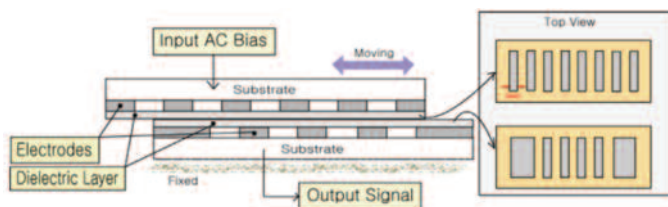
Figure 5  
Electric field of an capacitive encoder



때문에, 엔코더 구조에서 전극의 크기를 작게 하려면, 갭의 크기도 함께 줄여야 하는데, 정밀한 계산에 따르면, 전극의 크기(폭)가 갭의 크기의 5배 이상이어야 한다. 앞서 대부분의 회로는 SNR이 약  $10^4$  이라고 설명하였고, 이 경우 1 nm의 분해능을 얻기 위해서는 신호의 주기가 20  $\mu\text{m}$  이하가 되어야 한다. 따라서, 전극의 주기가 전극의 크기의 2배라고 가정할 때, 전극의 주기(즉, 신호의 주기)를 20  $\mu\text{m}$ 로 만들기 위해서는 갭이 2  $\mu\text{m}$  이하가 되어야 한다. 수평 스테이지를 사용하여 1 mm 이상의 구간을 갭변화 없이 2  $\mu\text{m}$  간격으로 유지하면서 수평 이동을 하는 것은 불가능에 가깝다.

이러한 구동 문제를 해결하기 위해, 본 연구실에서는 정전용량 선형 엔코더를 접촉식으로 사용하는 CLECDiS (Contact-type Linear Encoder-like Capacitive Displacement Sensor)를 개발하였다. 이 센서는 전극 표면에 Diamond-Like-Carbon(DLC)이라는 고경도, 고강도, 저마찰계수의 재료를 코팅한 후, 접촉 구동을 한다. 때문에, 코팅재의 두께로 갭을 제어할 수 있으며, 수평 상대운동 제어를 접촉 유지 제어로 변형함으로써 상대적으로 쉽게 전극의 크기를 줄일 수 있는 바탕을 마련하였다.

Figure 6  
A concept figure of CLECDiS



현재 CLECDIS는 사용하는 스테이지에 따라 다양한 형태로 마이크로 머시닝 기법을 사용하여 제작하고 있다. 스테이지에 따라 측정할 수 있는 범위와 분해능, 그리고 반복 정밀도 등에서 약간씩 차이가 있긴 하지만, 최대 0.5 nm 급의 분해능과, 20 nm 급의 반복 정밀도, 그리고 9 mm 의 측정 범위를 가진다 (즉, 9 mm 영역을 최대 0.5 nm 분해능으로 측정하며, 반복하여 측정하였을 때 동일하게 나오는 정밀도가 약 20 nm 가 된다). 따라서 현재의 성능으로도 충분히 나노-밀리 다중 스케일 연구에 잘 활용될 수 있다.



Figure 7 A stage for CLECDIS and CLECDIS samples

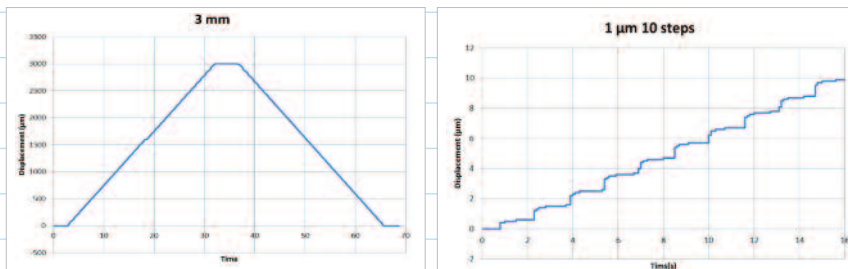


Figure 8  
Output signal of CLECDIS

## References

- [1] 홍준희. 광섬유변위센서연구동향과응용. 월간자 동화기술, vol. 11, 2011. pp.26-32.
- [2] 이건호, 안병준, 김대현. 구조건전성모니터링을 위한광섬유변위센서시스템개발. 비파괴검사학회 지 2011;31;374-81.
- [3] Chen X, Koenders L, Wolff H, Neddermeyer H, Haertig F. Atomic force microscope cantilevers as encoders for real-time forward and backward displacement measurements. Measurement Science and Technology 2011;22;094017.
- [4] Seppä J, Korpelainen V, Merimaa M, Picotto GB, Lassila A. A method for linearization of a laser interferometer down to the picometre level with a capacitive sensor. Measurement Science and Technology 2011;22;094027.
- [5] Yacoot A, Kuetgens U. Sub-atomic dimensional metrology: developments in the control of x-ray interferometers. Measurement Science and Technology 2012;23;074003.
- [6] Liu C-H, Cheng C-H. Development of a grating based multi-degree-of-freedom laser linear encoder using diffracted light. Sensors and Actuators A: Physical 2012;181;87-93.
- [7] Lee J, Lee K, Lee S, Kim S-W, Kim Y-J. High precision laser ranging by time-of-flight measurement of femtosecond pulses. Measurement Science and Technology 2012;23;065203.



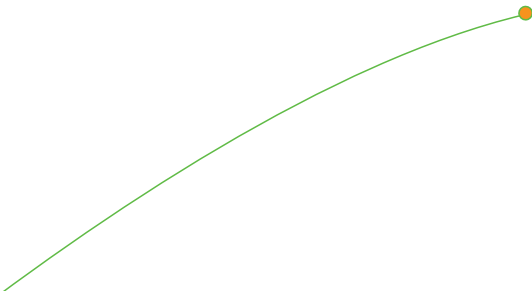
## 가열 표면 특성에 따른 상변화 열전달

글 • 기계공학과 조항진 박사

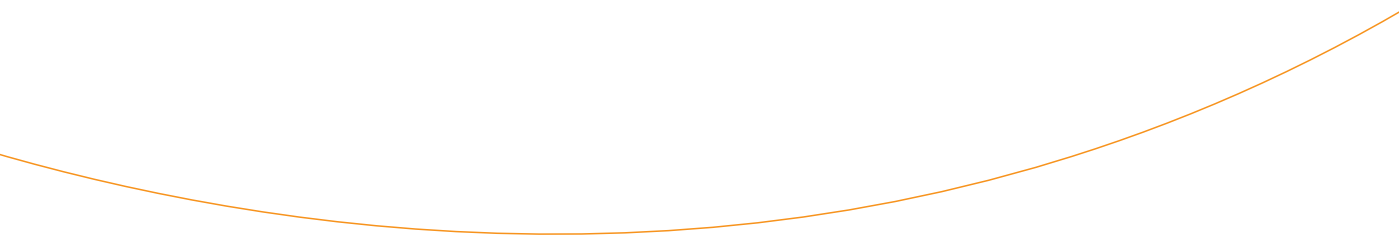
mail • jhj04@postech.ac.kr

소속 • 포스텍 환경연구소 박사후과정



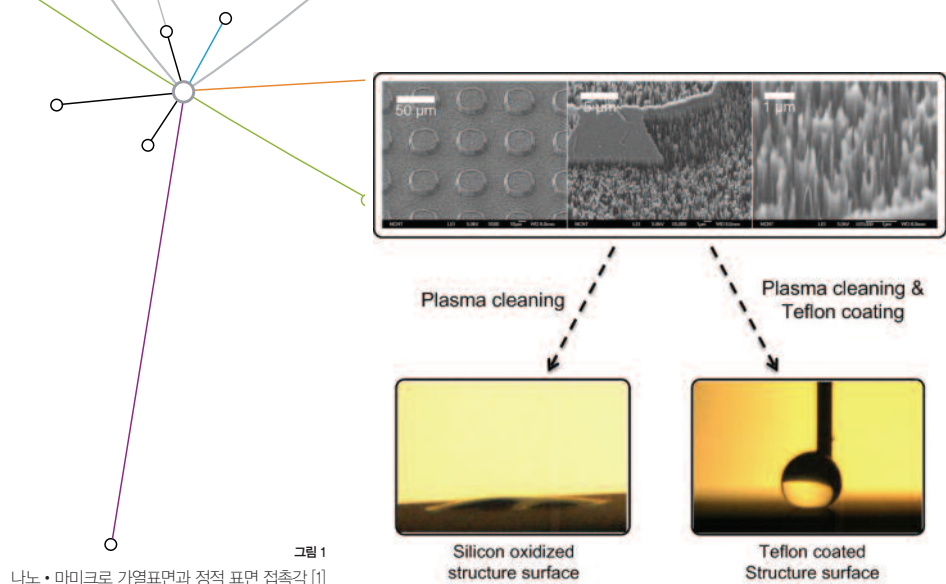


커피를 마시거나 음식들을 해 먹기 위해 냄비에 물을 담고 렌지의 불을 키고 있으면 물이 뜨거워지면서 기포들이 점점 올라오는 것을 볼 수 있다. 그리고 그 기포를 한참 쳐다보고 있으면 처음에는 넓은 표면 여기저기에서 조그만 기포들이 생성되는가 싶더니 어느새 냄비의 바닥 중에 유독 기포가 생기던 부분에서만 계속적으로 기포들이 올라오는 것을 볼 수 있다. 아마 라면을 끓이고 있었다면 면과 스프를 넣는 시기를 놓친다면 기포는 점점 커지고 결국 냄비 바닥이 거뭇게 타는 것을 경험하게 될 것이다. 혹시 냄비 바닥이 왜 탔는지에 대해 생각해본 적 있는가? 모두가 알다시피 물의 끓는 점은 100도 이다. 그렇기 때문에 냄비 안의 물이 아무리 뜨거워져도 물의 온도는 150도를 넘지 못한다. (우리는 모두 물이 끓는 점을 넘어서 불안정한 상태라도 존재할 수 있다는 것은 알고 있다.) 그리고 냄비 만드는 회사들은 100도에서 거뭇게 타버리는 재질로 냄비를 만들지는 않았을 것이다. 보통 냄비 재질로 사용되는 스테인리스 스틸에 탄다고 일컬어지는 현상의 발생은 어떤 성분이 섞이느냐에 따라 다르겠지만 그 정도가 100~150도는 훨씬 넘어설 것은 직관적으로 생각해 볼 수 있다. 그렇다면 대체 이 설거지하기도 어렵고 보기도 흉한 탄 냄비는 어떻게 설명할 수 있는 것일까?



## \* 상변화 현상(Phase Change)

위 현상은 액체상(liquid phase)이 기체상(vapor phase)으로 변화하는 상변화 중 비등(boiling)의 여러 상태 중 임계열유속의 발생과 그 증상에 대한 간단한 표본을 보여주는 현상이다. 상변화란 열에너지에 의해 물질의 상이 고체에서 기체, 고체에서 액체, 액체에서 기체 등으로 변하는 현상을 말한다. 상변화에 대한 연구가 중요한 이유는 이 비등을 이용하여 단상에서의 열전달보다 높은 열전달 성능을 기대할 수 있기에 여러 산업 분야에 적용가능하기 때문이다. 그 중에 가장 고 에너지 전달을 요구하는 에너지를 생성하는 발전소, 강한 냉각 능력을 요구하는 전자 제품분야에서 상변화 현상은 아주 중요한 연구 화제다. 상변화 현상에 대한 연구는 액상에서 기상으로 바뀌는 비등 외에 반대로 기상에서 액상으로 바뀌는 응축 (condensation)이 있다. 응축 현상에 대한 연구는 이 역시 열전달과 열분포에 영향을 미치기에 이와 연관되어 에어컨, 공기조화기 등에 연구가 진행되기도 하며, 혹은 바닷물을 식수로 변환하는 담수화과정에서 중요하게 연구가 되고 있다. 오늘 소개할 연구는 이러한 상변화 현상 중 비등현상 중 하나인 임계열유속에 관한 것이다.



## \* 비등 현상(boiling phenomena)

액상에서 기상으로 바뀌는 현상을 집중하는 비등현상(boiling phenomena)은 크게 convective boiling, nucleate boiling, transient boiling, film boiling으로 구분된다. 흔히 열로 유체를 가열할 때 우리가 보게 되는 부분은 convective boiling 구간과 nucleate boiling 구간이다. 유체의 일부가 가열됨에 따라 전체 중 일부분의 유체 입자 온도가 올라가게 되고 그에 따라 유체 내에 밀도차가 발생하여 내부의 유체들이 순환하게 되는 것이 convective boiling 구간이다. convective boiling 구간에서는 과열된 유체에 의해 유체가 순환하는 것을 볼 수는 있으나, 기포의 생성은 없는 구간이다. Convective boiling 상태에서 유체가 더 과열 되면, 그 현상의 원리는 매우 복잡하나 실생활에서 가장 쉽게 볼 수 있는 기포가 생기는 nucleate boiling 구간이 있다. Convective boiling과 nucleate boiling의 구분은 간단하게 기포의 첫 생성을 기준으로 한다.

이 과정에 대해 간단히 살펴보면, 물이 순환되고 있지만 열원에서 올라오는 열유속(heat flux)이 점점 올라가면 액체 입자간 거리가 점점 커지게 된다. 그러다가 일정 순간에 거리가 멀어져서 증발된 입자들끼리 모여 기체의 핵을 생성할 수 있는데, 이 때 기상과 액상 사이의 경계를 생성할 수 있을 정도로 에너지가 충분히 가해지면 첫 비등이 발생하게 된다. 이러한 과정이외에 미세한 마이크로 규모의 흠(cavity)에 갇혀져 있던 미세한 증기(vapor) 입자들이 열을 받아 팽창하면서 기포가 발생하기도 한다. 실제 생활에 활용되는 표면들은 마이크로 규모의 흠들이 많기에 실제 비등 현상은 두 번째 메커니즘을 통하는 경우가 많다. 생성된 기포라도 주위 온도가 기포를 유지하기에 적정하지 않은 상태일 때는 다시 사라지기도 한다. 기포가 유체 내에서 유지가 가능한 조건은 간단하게 살펴보면 기포 내부의 가스 압(gas pressure)이 기포의 표면 장력(surface tension)과 균형을 이룰 때 유지된다. 만약 기포가 열원으로부터 받는 에너지가 기포 표면과 기포가 발생하는 열원의 고체 표면간의 에너지보다 크게 된다면, 그 기포는 표면으로부터 떨어져나가 유체 속을 움직이게 될 것이다. 보통 이렇게 기포(라면 냄비에서 쉽게 볼 수 있는)들은 위의 조건들을 만족해야 생기기 때문에 끓는 점 이상의 온도가 필요하다. 상온 상압 pool boiling 실험을 하는 경우 표면 물질에 따라 조금씩 변하지만, 보통 표면 온도가 상태의 포화 온도보다는 과열되어야 기포가 생기게 된다. 그리고 위의 조건이 만족되는 곳에서 기포가 생기기에 용이하기 때문에, 모든 표면의 기포가 활성화되기에는 열유속이 낮은 조건에서는 전부가 아닌 일부(표면에 기포가 발생하기 쉬운 흠이 존재하는) 장소에서만 계속 반복적으로 기포가 자라는 것이다.

\*

### 임계열유속(Critical Heat Flux)

열유속(Heat flux)이 계속적으로 올라가게 되면 기포들은 유체내의 온도구배가 바뀌게 된다. 이에 따라 위의 기포를 유지할 수 있는 조건들이 점점 더 많은 홈(cavity)들에서 가능하게 되고 많은 부분에서 기포가 생기게 된다. 점점 많아진 기포 기동들은 서로 합쳐지게 되고 어느 한 순간에는 가열 표면 위에는 순간적으로 액체가 아닌 액체가 끓어서 된 기체들이 표면을 덮게 된다. 즉, 비등 현상이 심해져서 더 이상 가열표면에 액체가 닿지 못하게 되는 것이다. 기체의 열전도도는 상변화로 얻어지던 열전달 능력에 비해 크게 떨어지기 때문에 밑에서 공급된 열들이 순간적으로 표면에서 기체들에 의해 빠지지 못하고 가열 표면에 열이 집중되는 현상이 일어난다. 이 현상을 임계열유속(Critical Heat Flux)라고 하는데 열이 잘빠지다가 순간적으로 열이 가열 표면에 집중되어 가열 표면은 아주 짧은 시간에 온도가 급격하게 커지게 된다. 즉, 150도 정도였던 가열 표면이 순식간에 3~500도가 넘어서며 그 상태에서 조금의 열 증가는 급격한 표면 온도의 증가를 유도하여 가열표면의 녹는점까지 상승하여 급기야 표면이 녹아 버리는 사고의 위험이 생긴다. 이 현상의 중간 정도가 부엌에서 일어난다면 간단한 냄비 타는 걸로 끝나지만, 실제 이미 작동하고 있으며 열유속의 제어가 어렵고 그 양이 엄청난 발전소에서 일어난다면 발전소가 멈추게 될 것이며, 가전제품에서 이런 현상이 일어난다면 그 제품은 화재로 손상되고 말 것이다. 이렇듯 임계열유속은 열전달 기기의 안전성과 직접적인 연관이 있는 인자로서 발생 열유속의 예측과 증가는 아주 중요한 연구 대상이라 할 수 있겠다.

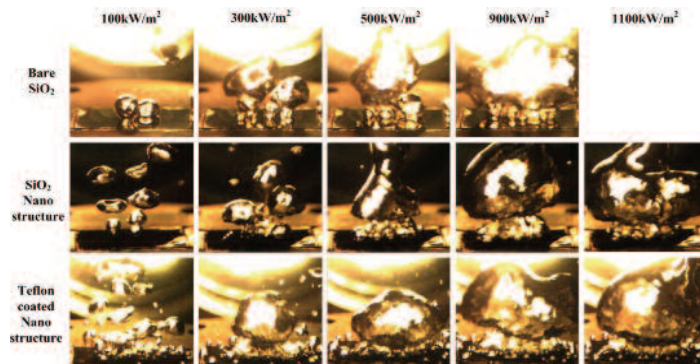


그림 2

가열표면에서의 비등현상 가시화 결과 [1]



### \* 가열표면 특성과 임계열유속

이러한 임계열유속은 작동유체, 운전조건에도 영향을 크게 받지만, 가열표면의 특성과도 큰 연관이 있다. 가열표면의 특성은 기포의 형성 형태, 표면상에서의 열분포 등에 영향을 미치기에 비등현상 전반에 걸쳐 중요한 인자이다. 특히 작동유체가 표면에 닿지 못하여 열전달 현상이 급격히 떨어지는 관점에서 임계열유속 관점에서 보았을 때, 가열 표면의 젖음성과 유체 수급 능력은 아주 중요한 영향을 미친다. 이에 따라 그림과 같이 나노-마이크로 구조를 이용하여 모세관현상을 이용한 유체 수급 능력을 높인 가열 표면을 비등현상에 적용하여 보았다. 이때, 같은 구조에서 마지막 표면 처리를 달리 함으로써, 유관상의 표면 접촉각 (apparent static contact angle)이 소수성과 친수성으로 다르게 나타나도록 표면을 제어하였다. 이러한 시도는 기존의 친수성 표면이 임계열유속을 높이는데 기여하고, 소수성 표면은 낮은 임계열유속을 갖기에 가열표면으로 적합하지 않다는 결과들을 바탕으로 구조가 어떤 영향을 미칠 수 있는가를 살펴보기 위함이었다.

그 결과, 아주 흥미롭게도 겉보기 접촉각이 소수성이라도, 표면의 나노-마이크로 구조표면의 경우 기존의 구조가 없는 실리콘 웨이퍼 표면에 비해 41.5% 증진되는 것을 확인할 수 있었다. 기존의 연구에서는 소수성 표면의 경우 임계열유속이 매우 낮아 실리콘 웨이퍼 표면 임계열유속에 절반이 되지 못한다. 소수성 표면들이 기포를 잘 생성하기에 액체가 가열표면에 닿지 못하는 임계열유속 현상이 빠르게 일어나는 것이다. 하지만 이러한 결과는 소수성 표면 구조들이 실제 대기 중에서는 유관상으로 소수성 표면이었지만 물에 담겨지면서 구조 사이에 물이 침투하고, 이후 모세관 현상을 이용하여 물 수급 능력을 높인 것으로 해석된다. 친수성 표면의 경우 기준표면(실리콘 웨이퍼 표면)의 임계열유속에 비해 57.2%가 증진되어, 소수성 구조 표면보다 증진도가 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 이는 표면의 화학적 친수성과 소수성이 최종적으로 물 수급 능력 전체에는 조금씩 영향을 미쳤기 때문으로 해석된다. 이러한 가열 표면 특성 변화로 인한 임계열유속 증진 기술은 실제 그 적용범위가 다양하며, 많은 열전달 기기의 안전성을 확보성을 확보할 수 있다는 점에서 아주 흥미로운 결과라고 할 수 있겠다. 앞으로도 좀 더 좋은 열전달 능력과 높은 임계열유속을 구현하기 위해서 다양한 표면 인자들을 조절함으로써 타버린 냄비로 고생하는 일이 줄어들지 않을까라는 기대를 하여 본다.

#### Reference

- [1] Jo, H.J., Kim, S.H., Kim, H., Kim, J., Kim, M.H., "Nucleate boiling performance on nano/microstructures with different wetting surfaces", Nanoscale Research Letters, Vol.7, 2012, 7-242

# 이상조직강의 저주기 피로 특성에 미치는

## 응력 방향과 예변형의 영향

글 • 철강대학원 **송석원** 석사

mail • loogia@postech.ac.kr 소속 • 포스텍 철강대학원 연구원

환경규제가 강화되고 환경오염에 대한 관심이 증가됨에 따라 자동차 업계에서는 연비를 개선하고 이산화탄소의 배출을 줄일 수 있는 방법으로 차체의 고강도화를 통한 경량화에 관심을 기울이고 있다. 또한 제품의 기계적 파괴의 50~90% 이상을 만들어 내는 피로파괴는 제품의 신뢰성에 크게 영향을 미치기 때문에 산업계에서 중요한 요소로 고려되고 있다. 피로파괴란 일반적인 상황에서는 재료의 파괴가 발생하지 않는 낮은 힘이지만 계속되는(반복되는) 작은 힘이나 열 따위에 의해서 발생하는 파괴이다. 피로파괴는 그 파괴가 언제 일어날지 예상하기 어려워 산업계에 큰 피해를 입히는 주범으로 파악되고 있다. 크게 분류하여 피로는 고주기 피로와 저주기 피로로 구분 가능하다. 고주기 피로의 경우 재료가 소성변형을 일으키지 않는 구간 내에서 계속되는 하중에 의해서 파괴가 진행되는 피로파괴

로 피로파괴가 발생하기 까지 오랜 시간이 걸리며 주로 볼트, 너트, 기어와 같은 작은 하중을 지속적으로 견디는 상황에서 발생하게 된다. 이와 대조적으로 저주기 피로파괴는 소성변형을 포함하는 꽤 큰 응력에 의해 발생하는 파괴로 고주기와 비교하여 파괴까지 시간이 적게 걸리며 주로 제트엔진, 화력발전소의 터빈, 교량과 같은 곳에서 발생하는 파괴이다. 따라서 본 연구에서는 자동차용 강재로 널리 사용되고 있는 이상조직강(Ferrite-Martensite dual phase)의 고강도화와 더불어 우수한 내피로 특성을 확보하기 위한 연구를 수행했다. 강도와 저주기 피로수명을 동시에 향상시키기 위해 강재에 예변형(Pre-strain)을 가했으며, 판재에 가해지는 응력 방향에 따른 물성의 변화도 관찰했다.



**F**

Ferrite-Martensite dual phase



A large, white, stylized letter 'A' is overlaid on the left side of the image. The background is a sepia-toned photograph of a propeller engine, showing the propeller blades and the engine block. The sky is visible in the background with some clouds.

1988 Aloha flight 243

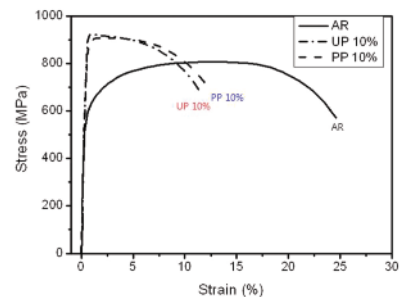
## 일축예변형과 평면예변형

본 연구에서는 예변형모드가 강재의 인장특성과 피로수명에 미치는 영향에 대해 관찰하기 위해 모재에 일축예변형(uniaxial pre-strain, UP)과 평면예변형(plane pre-strain, PP)을 각각 적용했다. 일축예변형이란 변형이 한 방향으로 가해지는데 이를 제한하는 어떠한 힘도 작용하지 않는 자연스러운 변형모드라고 이해하면 된다. 그리고 평면예변형이란 재료가 변형함에 있어서 한 방향으로의 변형이 제한되는 변형이며, 주로 압연(rolling)과정이 평면예변형이다. 또한 응력 방향이 물성에 미치는 영향에 대해 관찰하기 위해 모재와 평면예변형을 적용한 강재로부터 압연방향과  $0^\circ$ (rolling direction, RD),  $45^\circ$ (45° direction, 45),  $90^\circ$ (transverse direction, TD) 방향으로 시편을 채취하여 실험을 수행했다.



**그림 1**  
1988년 Aloha flight 243기가 운행도중  
피로파괴에 의해 비행기 지붕이 파괴되는  
사고가 발생하였다.

첫 번째로 일축예변형 시편과 평면예변형 시편의 인장 실험결과, 변형 모드에 상관없이 유사한 인장 특성을 보였다. 예변형 강재(UP, PP)의 경우 모재와 비교하여 50% 이내의 연성감소와 100 MPa의 인장강도 증가가 나타났다. 예변형에 의해 재료의 내부에 전위(dislocation)라고 불리는 재료의 변형에 큰 영향을 미치는 결함이 쌓이게 되고, 이렇게 쌓인 전위는 일반적으로 재료를 단단하게 만들어 강도를 증가시키고 연성을 감소시킨다. 따라서 예변형에 의해 증가한 강도와 감소한 연성은 굉장히 당연하고 일반적인 현상이다. 그러나 저주기 피로수명은 예변형 모드에 따라 서로 다른 결과를 나타냈다. 일축예변형 시편은 모재에 비해 저주기 피로수명이 감소한 반면 평면예변형 시편은 오히려 모재보다 피로수명이 향상되었다. 일반적으로 저주기 피로수명의 경우 연성과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있다. 연성이 좋은 재료의 경우 저주기 피로에서 가장 중요한 인자인 균열전파를 지연시키기 때문에 저주기 피로수명은 연성의 지배를 받는다는 것이 일반적인 상식이다. 일축예변형의 경우 일반적인 상식을 따라서 저주기 피로수명이 감소하였다. 하지만 평면예변형 재료의 경우 연성이 감소하였음에도 저주기 피로수명이 증가한 매우 특이한 거동을 보였으며 강도까지 향상 가능한 유용한 방법임을 나타냈다.



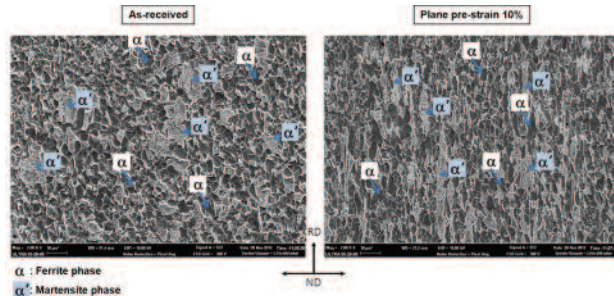
**그림 2**  
예변형 모드에 의한 인장강도 및 연성의 변화



## 예변형 모드에 따른 미세조직 변화거동의 상이

예변형 모드에 따른 저주기 피로수명의 변화원인을 해석하기 위해 재료의 물성에 많은 영향을 미치는 미세조직을 관찰했다. 미세조직을 분석하기 위해서 SEM이라고 불리는 분석 툴을 이용하였다. 분석결과, 예변형 모드에 따른 미세조직 변화거동이 상이하게 나타났다. 평면예변형의 경우 일축예변형에 비해 저주기 피로 수명의 결정적인 영향을 미치는 균열 전파방향과 수직한 방향으로 미세조직의 종횡비가 증가했다. 균열전파 방향과 수직한 방향으로 연신된 미세조직에 의해 균열 전파를 효과적으로 저지함으로써 저주기 피로수명이 증가했다. 반면 일축예변형의 경우는 특별히 확인할만한 미세조직적 변화가 드물었다. 따라서 일축예변형 시편의 경우 모재와 비교하여 연성의 감소에 의해 모재보다 저주기 피로수명이 감소했으나, 평면예변형 시편의 경우 연신된 미세조직에 의해 연성 감소에도 불구하고 강도와 저주기 피로수명이 함께 향상되었다.

그림 3  
평면예변형에 의해서 모재에 비해 미세조직이  
RD방향으로 종횡비가 증가하였다.



두 번째로 응력방향에 따른 물성 변화를 관찰한 결과, 압연방향과 90°인 경우 (TD시편) 인장 특성과 저주기 피로수명이 가장 낮게 조사되었다. 응력방향에 따른 저주기 피로수명의 변화를 분석하기 위해서는 저주기 피로시험 과정에서 발생한 재료의 연화거동을 관찰했다. 피로파괴의 경우 작은 힘이지만 계속되는 외부의 응력에 의해서 재료는 끊임없이 내부의 상태가 변화하게 된다. 이러한 변화에 의해서 같은 변형을 위해서 필요한 외부의 응력 또한 요구되는 값이 바뀌게 된다. 이런 현상은 주로 경화거동과 연화거동으로 분류되는데 사용된 강재의 경우 모두 연화거동을 나타내었다. 그러나 TD방향압연방향과 수직한 방향의 시편은 이러한 연화거동이 가장 좋지 못한 방향으로 발생하였으며 그 결과로 모재와 평면예변형 시편 모두에서 TD방향이 가장 저하된 저주기 피로수명을 나타냈다.

## R

Rapid softening

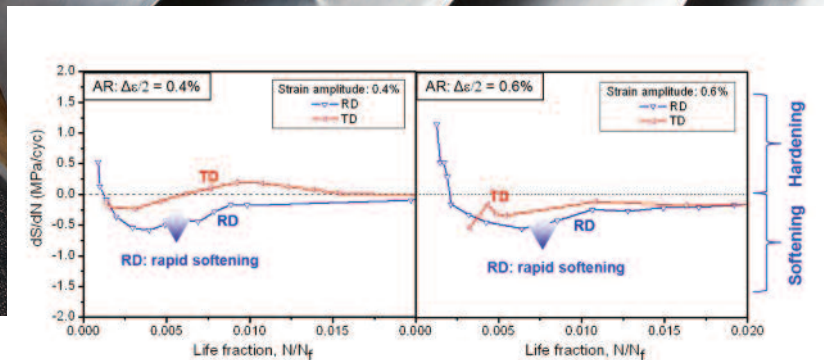


그림 4

TD방향의 시편이 연화가동이 느려 피로수명이 낮게 나타난다.

본 연구에서는 환경문제, 원가절감, 안전성 확보와 같은 다양한 산업적 문제를 위한 해결책으로 평면예변형을 제시하였다. 평면예변형을 통해서 발생하는 독특한 미세조직은 환경문제 및 원가절감을 위한 고강도화에서 나타날 수 있는 폐단인 안전성 부재의 문제를 해결하였다. 본 연구에서 언급한 것과 같이 파괴에 중요한 역할을 하는 균열전파를 방해하는 미세조직의 개발은 산업적으로 대두되는 문제들을 해결함은 물론이고 안전성을 증가 시킬 수 있는 방법으로 유용하게 사용할 수 있다. 게다가 이러한 미세조직의 제어는 단순히 연구에 사용된 이상조직강을 넘어 모든 금속재료에 적용 가능한 방법으로 그 적용범위가 넓다.

# POSTECH 풍력특성화 대학원 발전기 설계 연구실

관 • 풍력특성화대학원 장현재 석사

mail • [hyunjae@postech.ac.kr](mailto:hyunjae@postech.ac.kr)

소속 • 한국전기연구원 HVDC 연구본부 전력기센터





# About LAB

## | 연구실 소개 |

Postech 풍력특성화대학원은 석유와 같은 화석연료를 대체할 무공해 청정에너지 개발에 대한 인류의 고민과 함께, 최근 불안정한 유가와 각종 국제 기후변화협약에 대응하기 위해 풍력에너지에 관한 연구를 하고 있는 대학원입니다. 국내 풍력발전 기술은 부품의 국산화율이 90%에 육박하고 있지만, 핵심 기술은 선진국보다 경쟁력이 부족한 상황입니다. 그러나 세계 최고의 우리나라 중공업 기반에 풍력발전 기술이 융합된다면, 풍력산업은 국가경쟁력 확보를 통해 국가 경제 성장의 한 축을 담당하는 산업으로 부상하게 될 것입니다.

풍력발전기는 융복합 산업으로 전기기기, 전력전자, 유체역학, 구조역학, 재료역학 등 많은 분야가 총 망라되어있는 기술집약적인 산업입니다. 그 중 저회 발전기 설계 연구실은 풍력발전이라는 특수한 애플리케이션에 최적화된 발전기를 설계하기 위한 목표를 세우고 연구를 하고 있습니다. 그림 1 에는 풍력발전기의 구조와 저희가 연구하고 있는 부분인 발전기가 어디에 들어가는지 잘 나타내주고 있습니다.

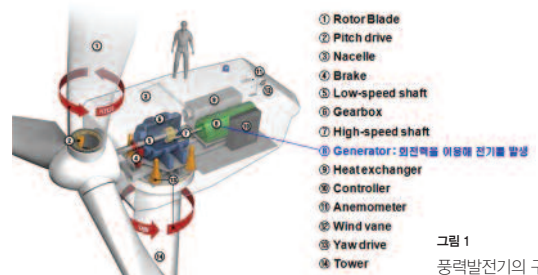


그림 1  
풍력발전기의 구조

# Introduce Field of study

---

## | 연구분야 소개 |

저희 연구실의 연구분야는 풍력발전용 영구자석형 동기발전기의 설계입니다. 풍력발전기는 크게 두 가지 종류로 나눌 수 있습니다. 기어박스(Gearbox)가 있는 기어드(Geared)형의 풍력발전기와 기어가 없이 풍력발전기의 축이 발전기의 축과 바로 연결되는 직접구동(Direct Drive)형 풍력발전기가 바로 그것입니다.

기어드 형태의 풍력발전기는 대개 유도발전기를 이용합니다. 유도발전기는 정상속도구간이 매우 좁아서 일정 속도로 회전해야 전기에너지가 발전됩니다. 따라서 유도전동기는 주로 기어박스와 쓰입니다.

직접구동형 발전기는 동기발전기를 이용합니다. 동기발전기의 경우에는 발전기 후단에 백투백 컨버터라고 하는 전력변환장치가 위치하게 되어 동기발전기에서 출력되는 전기에너지를 교류 → 직류 → 교류 변환을 통해 전력품질을 바꾸게 됩니다.





아래의 그림.2는 풍력발전기의 두 가지 형태인 기어드형의 풍력발전기와 직접구동형의 풍력발전기를 보여주고 있습니다. 앞서 보았던 기어드형과 직접구동형은 각기 다른 특징이 있습니다. 기어드 형의 경우 발전기의 부피가 작아져 발전기 제작비용이 낮다는 장점이 있지만 기어박스의 잦은 고장으로 인해 신뢰성이 떨어진다는 단점이 있습니다. 직접구동형은 기어박스의 부재로 신뢰성과 효율은 높으나, 발전기의 부피가 매우 크고 그로 인해 운반 및 제작 비용이 많이 든다는 단점이 있습니다.

최근에는 그림.3과 같이 풍력발전기 시장비중이 점차 해상(Onshore)으로 가고 있는 추세입니다. 해상은 육상보다 바람의 조건과 지형적 제약 등을 고려해서 훨씬 매력적이기 때문에, 신뢰성 면에서 우수하다고 판단되는 직접구동형 발전기가 해상용 풍력발전 시장의 중요한 축으로 역할을 하고 있습니다. (일반적으로 해상에서 풍력발전기가 고장이 나면, 유지보수 비용은 상당한 금액이 됩니다.)

직접구동형 풍력발전기에 쓰이는 동기발전기는 회전자에 코일을 감아 전기적으로 여자(excitation)시키는 방식이 있고, 영구자석을 이용하여 발생시키는 방법이 있습니다. 전기적 여자방식의 발전기의 경우 회전자 권선의 고장 때문에 신뢰성이 떨어지므로 최근에는 영구자석 동기발전기가 주목을 받고 있는 추세입니다. 그러나 영구자석 동기발전기는 그림 4에 보이는 바와 같이 매우 큰 부피를 가지고 있습니다. 따라서 재료비용과 제작비용 그리고 효율 측면에서 최적화된 발전기가 되어야 합니다.

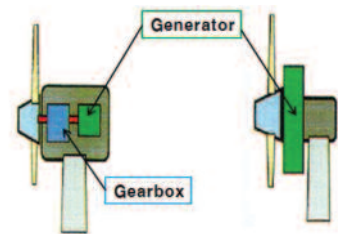


그림 2 풍력발전기의 형태

그림 3 풍력발전시장의 추세(그래프)





그림 4

직접구동형 영구자석 동기발전기  
(좌 : 회전자, 우: 고정자)

저희 연구실에서는 영구자석형 동기발전기의 최적화 설계를 위해서 FEA(Finite Element Analysis)를 통해 발전기의 전자기적 해석, 열 해석, 구조 해석을 시행하고 있으며, 아래의 그림은 각각 전자기해석, 열해석, 구조해석을 시행한 시뮬레이션 결과입니다.

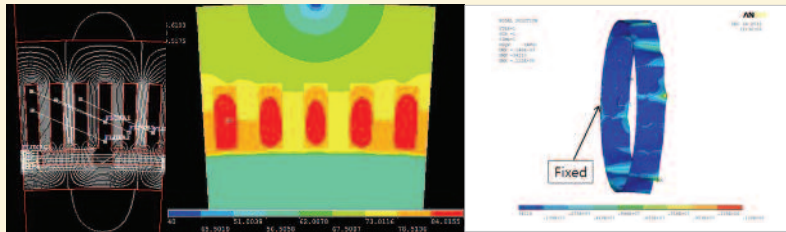


그림 5

FEA (왼쪽부터 전자기 해석, 열해석, 구조해석)

또한, 풍력발전기에 적용 가능한 다양한 토폴로지(Topology)의 영구자석 동기발전기에 관한 연구도 진행하고 있습니다. 풍력발전기에 적용 가능한 영구자석 동기발전기의 종류는 방사방향으로 자속이 나가는 발전기 형태인 RFPMG(Radial Flux Permanent Magnet Generator)와 축 방향으로 자속이 나가는 발전기 형태인 AFPMG(Axial Flux Permanent Magnet Generator), 횡 방향으로 자속이 나가는 TFPMG(Transversal Flux Permanent Magnet Generator)이렇게 3가지의 발전기 형태로 나뉠 수 있습니다. 우리 주위에서 볼 수 있는 발전기 대부분은 RFPMG의 형태인 발전기입니다. 그러나 AFPMG와 TFPMG도 현재 각국에서 활발히 연구 중에 있으며, 저희 연구실에서도 이 두 가지 발전기를 풍력발전에 적용하면 부피를 줄일 수 있다는 장점이 있기 때문에 연구를 진행하고 있습니다.

이외에 발전기 설계 시 가장 심각한 문제로 여겨지고 있는 희토류 계열의 강자성체 수급 불균형 문제를 해결하기 위한 연구도 진행 중입니다. 현재까지 저희 연구실에서 진행한 대체 방안은 DSRFPMG(Double Stator Radial Flux Permanent Magnet Generator)와 페라이트 자석을 사용한 매입형 영구자석 발전기입니다.

DSRFPMG는 그림 7의 우측에 나와 있습니다. 기존의 RFPMG의 경우 자석에서 나오는 자속의 반만 사용하였습니다. 나머지 반은 회전자 철심(Rotor Core)을 지나 다른 극의 자석으로 회귀(回歸)되었습니다. 회귀되는 부분이 빨간 동그라미를 친 부분입니다. 이는 자석의 반만 사용하는 것과 같습니다. 따라서 회전자 철심의 아래쪽에도 고정자 철심(Stator Core)을 배치하여 아래쪽의 자속도 모두 사용하는 식으로 발전기의 구조를 정한 것입니다. 이렇게 되면 사용할 수 있는 자속이 2배로 늘어나고 이는 곧 자석 사용량의 저감을 실현시키는 방안이 될 수 있습니다.

또 다른 방법은 매입형 영구자석 발전기입니다. 이는 기존의 다양한 애플리케이션에 적용된 사례가 많은 방법 중 하나입니다. 일반적으로 표면 부착형 영구자석 발전기는 에너지밀도가 높은 희토류 계열의 자석을 사용하여 발전기 설계를 하였습니다. 그러나 매입형 영구자석 발전기의 경우 회전자 내부에 자석을 배치하여 낮은 에너지밀도를 갖는 자석에서 나오는 자속을 집중시켜 발전기를 설계합니다. 매입형 영구자석 발전기는 희토류 계열의 자석을 사용하지 않는다는 장점이 있지만 회전자내에 자석을 위치시켜야 되기 때문에 회전자의 부피가 커진다는 단점이 있습니다.

위의 방법 외에 희토류 수급불균형 문제를 줄일 수 있는 많은 연구가 진행 중에 있으며, 원천적인 해결책은 희토류 계열의 물질을 대체 할 수 있는 물질의 발견 또는 개발이라고 할 수 있습니다. 현재 저희 연구실에서 실시하고 있는 발전기 설계 절차는 전자기적 해석을 기반으로 간단한 열 해석과 구조해석을 진행합니다. 그러나 실제로 발전기는 열적, 구조적으로 철저한 해석이 시행되어야 하며 그를 기반으로 설계가 이루어져야 합니다. 따라서 열전달, 동역학, 구조역학 등의 지식이 많이 필요하며, 이런 분야의 전문가들과 협력을 한다면 신뢰성 있는 발전기 설계를 할 수 있을 것이라 판단합니다. Postech의 우수한 학우들과 연구를 진행할 수 있는 기회가 온다면 좋겠습니다.

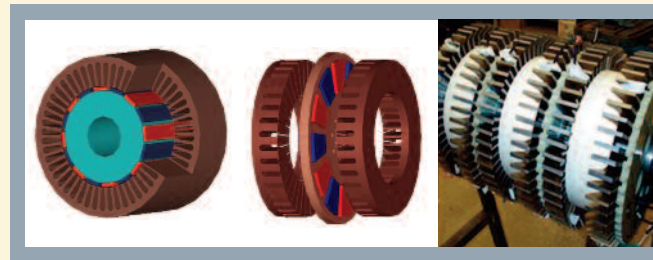


그림 6 왼쪽부터 RFPMG, AFPMG, TFPMG

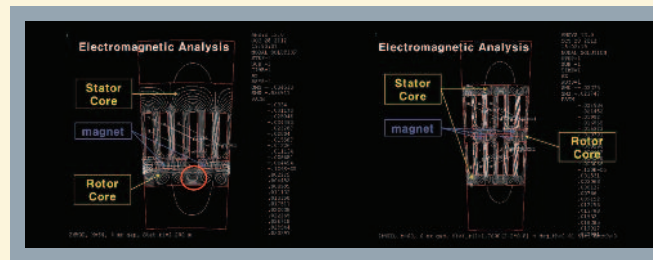


그림 7 RFPMG(좌)와 DSRFPMG(우)의 2차원 자속선 (Flux line)

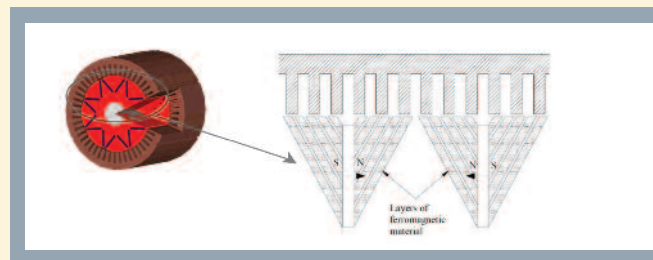


그림 8 매입형 영구자석 발전기의 형태(좌)와 단면도(우)

# Research Results

---

## | 연구 실적 |

저희 연구실은 유니스 750kW RFPMG 설계, 현대로템 2MW급 RFPMG 설계, 유니스 3MW급 RFPMG의 재해석 등의 프로젝트를 수행하였습니다. 또한 외부 회전자형 영구자석 동기발전기, 매립형 영구자석 동기발전기, 중공권선을 이용한 TFPMG설계, 2MW급 AFPMG의 설계, Multibrid식 5MW급 분할코어 설계, DSRFPMG (Double Stator Radial Flux Permanent Magnet Generator)의 설계, 기존 유니스 750kW RFPMG의 최적화 방안등에 대한 연구를 진행 하였습니다. 대학원 학우 여러분들께서 추후 궁금한 사항이 있으시다면, 풍력대학원 발전기 설계 연구실은 언제나 열려 있기 때문에 찾아와주시면 친절히 설명해 드리겠습니다.







## 기술이전 사례분석

글 • 기술경영대학원 **황희철** 석사

mail • summitme@nate.com

소속 • 대한항공 항공기술연구원

# Technology Transfer Case Study.

: 항공우주기술의 기술혁신 유형분석



미국의 NASA(National Aeronautics and Space Administration)는 기술이전사례를 일반대중에게 공개하고 있고, 공유된 연구결과는 기업과 연계하여 기술이전으로 이어져 새로운 시장을 창출하고 있다. 2007 ~ 2010년 동안 187개 기술의 기술이전결과를 조사한 결과 일자리측면에서 9,200개 직업창출, 62억 원의 생산성과 효율성을 달성했다고 한다.

항공우주기술은 IT, 교통, 건강, 의학, 일반소비제품 등 산업 전반적으로 혁신을 선도하는 기술로 발전되어왔다. 그런데 항공우주 기술은 일반산업의 기술보다 발전속도가 빨라서 최첨단기술로만 인식되고 있으며 소비자의 니즈와 무관한 기술개발에 집착하여 오버슈팅의 함정에 빠질 수도 있다.





이처럼 최첨단기술도 딜레마에 빠질 수 있기 때문에 기술이전의 사례를 분석함에 있어 기술파급 유형 및 혁신의 모티베이션 그리고 타입별로 분석해 보았고 추후 기술이전 시 전략적 구도를 설정하는데 의미를 가지길 기대한다.

이러한 기술파급유형분석을 통해 기술이 오픈 이노베이션관점에서 산업간의 장벽을 넘어 상호보완적으로 연구 개발될 수 있음을 확인할 수 있다. 또 혁신의 모티베이션 분석을 통해 혁신이 어떤 동기에 의해 유발될 수 있음을 분석할 수 있고 마지막으로 혁신의 유형을 크게 점진적·급진적·아키텍처·모듈러로 나눌 수 있으며 항공우주기술에도 적용가능 한 혁신유형임을 확인할 수 있다.

## 기술이전 사례분석



미국은 기술이전 및 파급의 의무를 1958년 제정된 항공우주법을 통해서 명문화하고 있으며 그 일환으로 NASA에서는 1976년부터 항공우주기술의 파급을 위해 연구개발한 기술에 대해 상업화를 지원하고 있다. 각 연구센터로부터 기술파급현황에 대한 자료를 수집하여 매년 보고서를 발간하고 있으며, 일상생활, 공공안전, 교통, 시스템 분야 등의 다양한 방면으로 기술이전 사례를 보여주고 있다.

항공우주기술은 환경조건(무중력, 높은 온도차이, 고강도 등), 고신뢰성, 안전성 그리고 경량화 등의 첨단 기술솔루션으로 개발되어 왔기에 일반제품에 적용하기에는 어렵다고 생각되어 왔다. 하지만 기술의 첨단화로 인식하는 것 보다 기술개발과정에서 나오는 패턴을 분석함으로써 기술의 활용성을 살펴보면 일상생활에 혁신적인 제품으로 우리가 사용하고 있음을 알 수 있다.





아래와 같이 항공우주기술의 기술이전 사례를 기술파급유형 그리고 혁신의 모티ベーション, 타입별로 구분 할 수 있다.

분야	기술활용 예	기술파급 유형	혁신의 모티ベーション	혁신 타입
교통분야	네비게이션	직접파급형	프로세스상의 필요	급진적 혁신
교통분야	항공기 윈릿	간접파급형	산업 및시장변화(연료절감)	점진적 혁신
교통분야	비행기 낙하산	간접파급형	산업및 시장변화(안전성)	점진적 혁신
일상생활 분야	장기보존식품	직접파급형	산업및 시장변화(보존성)	급진적 혁신
일상생활 분야	무선전동공구	직접파급형	산업및 시장변화(편리함)	아키텍처혁신
일상생활 분야	원유유출 정화 박테리아	간접파급형	새로운 지식	급진적 혁신

## 기술이전 사례분석

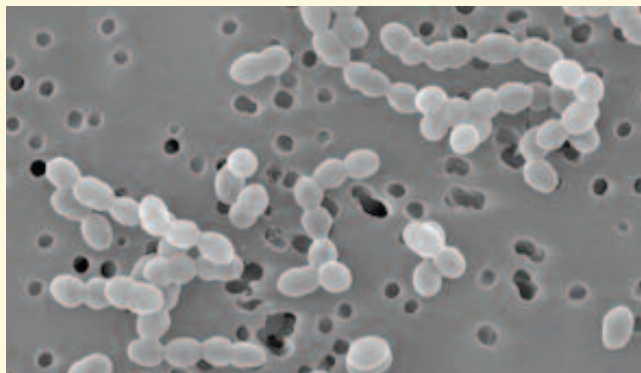
우리가 흔히 사용하는 무선전동공구는 달표면의 암석 및 토양을 채집할 때 크기는 소형이며 무선으로 작동 가능한 장비의 필요에 의해 개발된 기술이 파생되어 시장에 출시된 제품이다. 혁신 타입으로는 아키텍처형 혁신으로 제품을 이루는 부품은 유지되나 전체적인 아키텍처가 변형된 사례에 속한다.

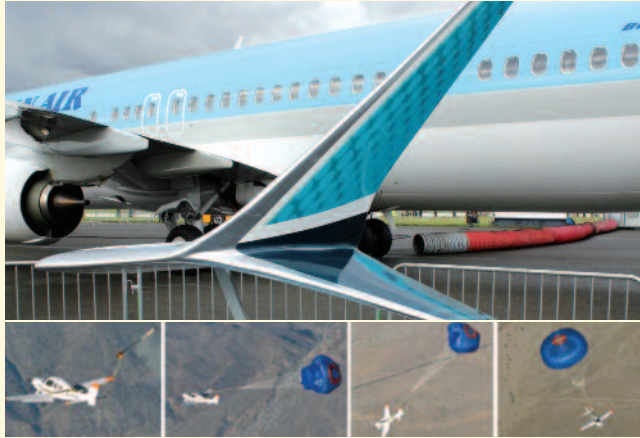
간접파급형(기술적인 원리, 체계 등은 다른분야에서 확립되었으나 항공 우주연구를 위해 집중적으로 연구개발이 이루어져 민간분야로 파급)의 사례인 비행기의 윈릿은 항공기산업의 연료절감 방법을 찾다가 개발되었는데 보잉사와 함께 기술을 개발 적용한 사례이다. 비행기의 날개 끝을 꺾는 형상이 비행기의 저항력을 낮추어 연료절감 효과 및 약 2억 15백만톤의 이산화탄소 절감효과를 가져왔다.

급진적 혁신의 사례인 원유유출 정화용 박테리아는 NASA에서 물을 정화하고 재활용하는 방법을 찾다가 기업과 파트너십을 통해 개발한 방법이다. 기존의 정화시스템과 다르게 박테리아를 이용함으로써 가격은 물론 다양한 분야로 적용 가능한 기술로 발전하였다.

혁신의 모티베이션에 따른 기술이전으로 비행기 낙하산 사례가 있다. 비행기가 부득이하게 추락 할 경우 낙하산을 장착하여 안전하게 하강할 수 있도록 하는 기술로 비행기 안전성에 대한 요구가 사회적으로 반영되어 혁신적인 제품으로 이어진 사례이다.

기술혁신은 크게 4세대에 걸쳐 진화되어 왔다.(Miller, 2001; Rogers,1996). 4세대 기술혁신의 특징은 불연속적, 융합적 혁신을 강조하며, 고객의





잠재적 니즈 파악이 중요해지고 있다. 그 요인으로는 IT, 바이오 등의 복합적, 융합적 산업들이 등장하고 있어 기업단독으로는 연구개발이 불가능한 시대가 도래하였고 제품의 수명주기가 단축되고 있어 협력연구가 중요시 되고 있다.

항공우주기술을 일반 산업의 기술보다 발전속도가 빠른 최첨단 기술로만 인식할게 아니라, 오히려 지금은 기술을 개발하는 과정에서 나오는 기술을 사회, 경제적으로 활용하는 기술이전이 중요시 되는 시점에 있다고 볼 수 있다.

본 사례는 항공우주기술의 기술이전 파급유형, 기술혁신의 동기, 유형을 파악하는데 목적을 두었다. 그리고 4세대 기술혁신이 진행되는 현재 시점에서 기술이전이 정보통신기술, 생명공학기술, 환경기술 등 산업간 경계를 넘을 수 있는 가능성을 보여주기도 한다.

이런 관점에서 대학, 기업, 연구소에서는 기술의 이전과 관련해 기술혁신의 전략적 구도를 세우는데 혁신의 유형 및 동기를 파악할 필요성을 가지는 것에 본 사례가 의미를 가질 수 있다고 생각한다.

마지막으로 기술혁신을 효율적으로 달성하기 위해서는 합리적인 기술혁신체제가 필요하며, 대학의 연구결과가 기업 및 연구소로 기술이전이 되기 위해서는 앞에서 살펴본 혁신의 유형에 대한 이해 그리고 혁신의 모티ベーション에 대한 공감대가 형성되기를 기대한다.

# STYLE GUIDE

“

이진하가  
제안하는  
소개팅 성공 스타일



프로필 • THE IMAGE 이진하 대표

- 스타일리스트 & 이미지 컨설턴트
- 전) 제시카고메즈, 김윤진, 이미연, 이미숙, 채림, 유오성, 이유진 등 스타일링 담당
- 삼성CS아카데미, 듀오 아카데미, 휴먼 다이내믹 수석 컨설턴트
- 청치인 및 기업 CEO, 일반인 등 다수 개인컨설팅
- 대학교 및 기업체 다수 강연



소개팅 나갈 때 어떤 옷을 입을까 매번 고민이다. 어떻게 해야 첫 데이트에 성공 할 수 있을까? 자, 이제 이성을 사로잡을 수 있는 호감의 법칙에 대해 알아보자.

1000여명의 2~30대 직장인/대학생 대상으로 '소개팅에서 가장 먼저 신경 쓰이는 것'이 무엇인지 조사한 자료에 의하면 1위는 단연 얼굴이다. 다만 여성분들의 경우 50%안팎인 반면 남성의 응답자의 경우 80%에 이른다. 여성들은 얼굴을 남성들 만큼 중요하게 생각하지 않는다는 얘기다. 잘생기고 못생기고를 떠나서 사람들은 대부분 첫 만남에서 얼굴을 본다. 가장 중요한 것은 내가 어떠한 표정을 하고 있는나이다. 사람의 눈을 쳐다보며 미소 짓는 표정이야말로 나를 더욱더 매력적으로 만들어 주는 첫 법칙이다.

매력적인 나만의 미소를 만들었는가?  
그렇다면 나의 용모를 체크해 보자.

1. 면도는 했는가?
2. 코털은 다듬었는가?
3. 손톱은 다듬었는가?
4. 냄새는?
5. 머리엔 무스나 젤, 왁스를 발랐는가?

2위에는 남자는 '몸매', 여자는 '키와 스타일'로 나왔다. 그렇다면 외모나 몸매도 충분히 커버가 가능한 '스타일'에 대한 질문에는 남/녀 모두 90%가 넘는 압도적인 답변을 보여주었다. 첫 소개팅에서의 옷차림은 중요하지 않을 수 없다.

옷차림의 기본은

1. 너무 튀지 말자
2. 3가지 색을 넘지 말자
3. 유행 보단 나만의 스타일로
4. 과한 악세서리는 피하도록 하자

그럼 첫 만남 시 이성에게 바라는 혹은 싫은 의상은 원지에 대해 알아 본 결과 여성의 경우 청바지 차림의 편안한 캐주얼과 캐주얼 정장. 두번째로는 깔끔한 기본 정장을 선호한다고 한다. 청바지나 면바지에 티셔츠를 입더라도 첫만남에선 되도록이면 자켓을 입도록 해보자. 나의 단점을 조금은 가릴 수 있는 팁이다. 캐주얼보다는 정장이 낫겠해 보인다는 사실.

학생인 만큼 한벌의 정장보다는 세미 정장인 콤비 스타일로 단정하지만 적정 선에서 세련된 느낌으로 코디해 보자. 원포인트 코디, 셔츠에 포인트를 주자. 청바지나 면바지에 컬러플한 셔츠를 입고 기본 남성 블레이저 자켓이나 화이트 자켓을 입어보자.

여자는 여성의 컬러, 핑크나 노랑, 보라 등이 잘 어울리는 남자를 좋아한다는 사실! 단, 나의 피부를 고려해야 한다는 점. 내피부가 노란기가 많다면 오렌지 핑크색을, 내 피부가 희거나 붉다면 흰색이 많이 섞인 핑크색을 입어보자.

소개팅시 최악의 의상중 1위는 남녀모두 노출이 심한 의상, 2위는 트레이닝과 평상복으로 나타났다. 힙합스타 일이나 트레이닝 복, 스키니, 과한 악세서리는 상대에 대한 호감을 뚝 떨어뜨리니 피하도록 하자.

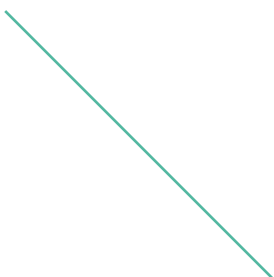
매력적인 표정과 센스있는 옷차림을 했다면 마지막으로 배려있는 매너로 마무리 하자. 소개팅에서 대화는 상대방에 대해 더 잘알아갈수 있는 기회이다. 공통된 주제로 이야기를 꺼내도록 해보자. 대화를 나눌때 여성들은 적절한 호응과 맞장구를 쳐 상대방에게 대화를 경청하고 있다는 인식을 준다. 여성들은 남성들의 작은 배려에 감동한다는 걸 잊지 말자.

여러분들의 이미지는 외모, 태도와 매너, 대화로 이루어진다는 것을 잊지말자.



#### 댄디스타일

멋쟁이란 뜻으로 18세기말~19세기초 멋내기를 좋아했던 영국 남성들의 스타일에서 비롯된 룩.



#### 캐주얼 스타일

격식을 차리지 않는, 무관심한 이란 뜻으로 경쾌한 스타일로 격식에 매이지 아니하고 가볍게 입을 수 있는 룩.



## 정장 스타일

사회적으로 규제된 정식복장  
또는 그렇게 복장을 갖추어 입는 룩



# STYLE GUIDE

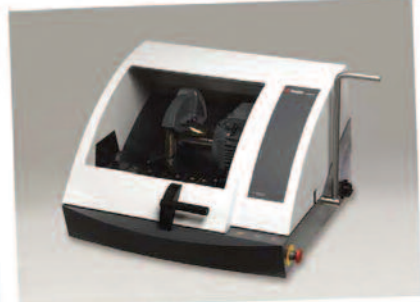


## 소프트한 가디건 스타일

1890년대 초부터 영국에서  
입기 시작. 일명 카디건 스웨터로  
앞트임식 스웨터의 총칭.



## Labotom-5



- 250mm 수동 Cut-off Machine
- 쉬운 작동 방법
- 인체공학적 커팅 핸들
- 커팅 테이블을 비추는 강력한 라이트
- 넓어진 공간으로 다양한 형태의 시편 Clamping 가능

## Tegramin

자동 Grinding/Polishing 장비



- 본체+자동헤드+연마제 공급장치의 견고한 일체형 구조
- 50um~5,000um 두께 조절
- 200개의 가공 방법 저장
- 편리한 조그서를 및 turn/push knob key 조작
- Disc cooling 가능

## 시료 테스트를 위한 시험실



- 저희 (주)만진교역은 다양한 종류의 시험 장비를 구비하고 있습니다.
- 고객 샘플 테스트를 위한 전문 인력이 회사에 항상 상주하고 있으며, 다양한 Application 실험을 통해 고객이 필요한 내용에 대해서 빠르게 대응할 수 있습니다.
- 장비 구매 전이나 시편 테스트 시 언제라도 이용하실 수 있습니다.
- STRUERS 사의 다양한 Method를 직접 확인해 보십시오!

## 정기적인 세미나 개최



- 저희 (주)만진교역은 STRUERS 본사와 연계하여 다양한 세미나를 개최하고 있습니다.
- 덴마크 본사에서 전문가가 직접 방문하여 다양한 주제로 시편 가공에 대한 세미나를 개최하고 있습니다.
- 시편 가공으로 100년 이상 쌓여있는 노하우를 직접 전수받으실 수 있는 기회입니다.
- ONE STEP AHEAD! 앞서가는 기술을 직접 체험해 보십시오!



# 전세계 어디를 가든 대아여행사

## 참 잘 선택하셨습니다

### 국제선 항공권 판매대리점

- 국제항공운송협회(IATA)가입
- 전세계 항공권 당일 발권(e-티켓)
- 전화상담만으로 항공권 즉시 발권 가능
- 각국 비자 발급 대행

### 다문화가족 항공권상담 환영

- 항공권 최저가 판매  
(중국, 베트남, 필리핀 등)

### 해외여행 (패키지 및 기업연수상담)

#### 대마도 여행

- 관광, 낚시, 등산 등 맞춤형 여행

#### 내나라 여행

- 제주도(PKG 및 개별여행상담)
- 전노선 철도승차권  
(새마을호, 무궁화호) 및 KTX 발권



## 대아여행사

포항본점 TEL 282-0011 / 포항공대 TEL 279-2581 / RIST TEL 279-5252



# POST IT

**Postech talk about**  
National policy laboratory introduction



#### 국책연구소

한국화학연구원 120

한국전기연구원(KERI) 128

재료연구소 136



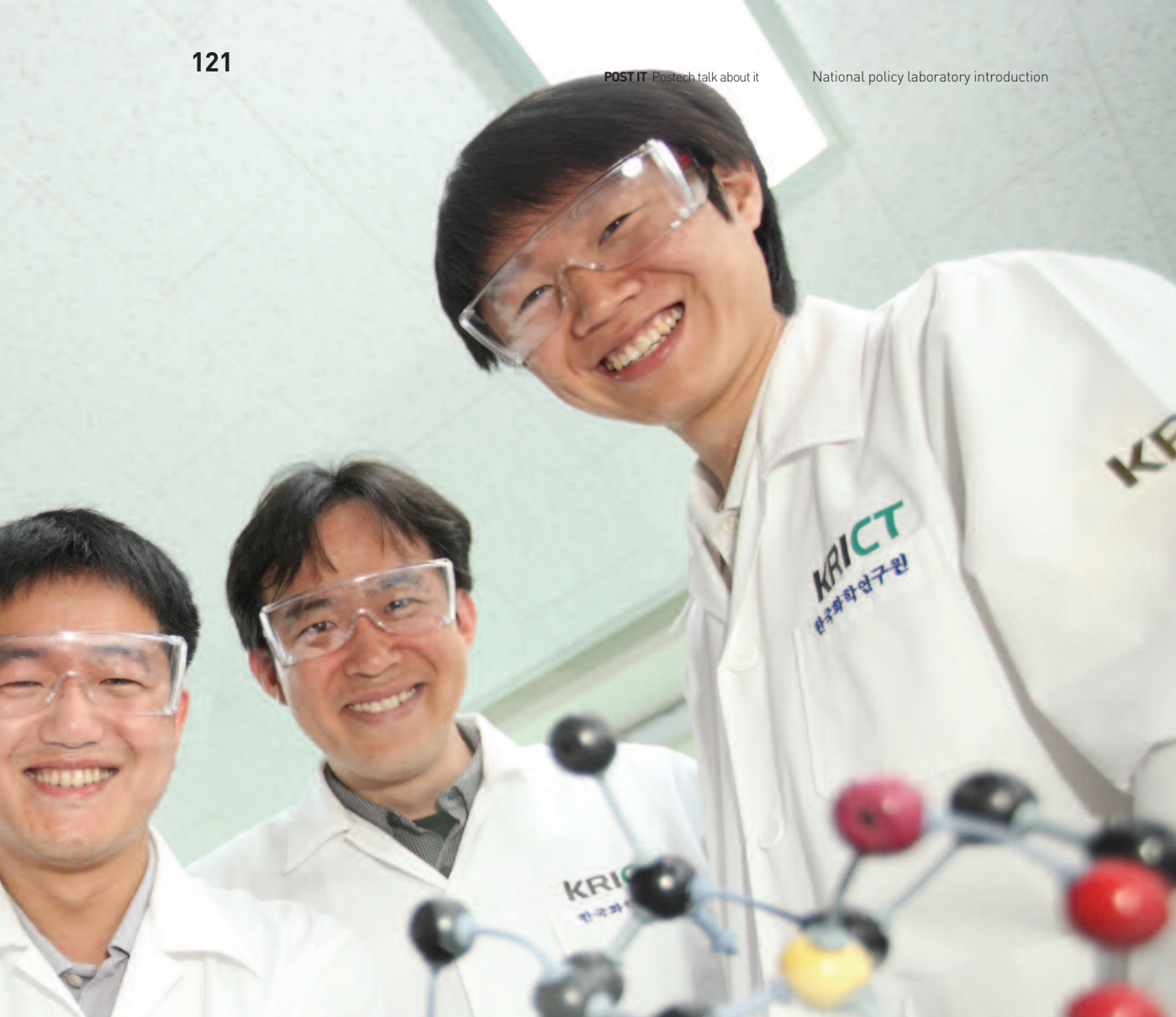
## KOREA RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY

### 한국화학연구원

**한국화학연구원**은 1976년 우리나라 화학 및 관련 융·복합 기술분야의 원천기술 개발 및 성과확산과 공공인프라 서비스를 목적으로 설립되었습니다. 한국화학연구원은 설립이래 국내 화학산업의 성장을 이끌어 왔으며, 이제는 국민 삶의 질향상을 위한 기술의 질적 성장에 역점을 두고 핵심원천기술개발에 집중하고 있습니다.

4대 중점 연구분야로 “친환경 화학 공정 기술 개발, 고부가가치 녹색화학 소재 개발, 질환 치료 신물질 파이프라인 확보, 신성장동력 녹색융합 화학 기술 개발”로 설정하고 국가화학산업의 경쟁력 강화와 신성장산업 창출에 기여하고 있습니다.





국민들의 건강하고 풍요로운 미래를 만들어가고 있는 한국화학연구원은 그린경영이념을 수립하여 글로벌화 및 개방형 R&BD, 정도경영, 녹색화학기술개발 및 선진형 기술사업화를 선도하는 세계일류 화학전문 공공연구기관이 되겠다는 경영 의지를 실천하고 있습니다.

화학기술은 첨단융합분야의 핵심 기술로서 국가의 미래를 책임지고있는 분야입니다. 미래첨단산업의 선두, 그 확고한 경쟁 우위는 바로 화학에서 시작 될 것입니다. 한국화학연구원은 세계 5대 녹색화학강국 KOREA 실현에 기여하는 세계일류 공공연구기관이 될 수있도록 최선을 다하고 있습니다.

## | 한국화학연구원 비전 및 경영목표 |

### 비전

국가 화학산업을 선도하는 세계일류 공공연구기관

### 2020 목표

세계 5대 녹색화학 강국 실현

### 2012~2014 경영목표

**GREEN** 경영

Global Top Group 5 개 육성

세계일류 화학기술 16건 창출

4세대 R&BD 시스템 구축

### 경영목표 달성 추진전략

#### 4대 중점연구분야 집중

- 친환경 화학공정기술 개발
- 고부가가치 녹색 화학소재 개발
- 질환치료 신물질 파이프라인 확보
- 신성장동력 녹색 융합화학기술 개발

#### 4대 기관운영분야 혁신

- 글로벌화 확대 및 산학연 협력 주도
- GREEN경영 조직문화 정착 및 화학 대중화
- 녹색화학 성과창출형 R&D시스템 구축
- 수요맞춤형 기술사업화 시스템 구축

### KRICT 임무

- 화학 및 관련 융·복합 분야의 원천기술 개발과 화학 공공 인프라 서비스
- 화학산업의 경쟁력 강화와 국가 신성장 산업 창출
- 화학 관련 정책기획 선도 및 산학연 협력의 구심체 역할 수행

## 연구본부별 연구분야

### ■그린화학공정 연구본부

- 탄소자원 고효율 이용 화학 전환 기술
- 석유 대체원료 이용 화학제품 전환 기술
- 바이오매스유래화합물의 촉매 전환 및 정제 기술
- 온실가스 저감 및 활용
- 분리기술기반자원 회수 공정 기술
- 친환경 계면제어코팅재료 공정 기술

### ■화학소재 연구본부

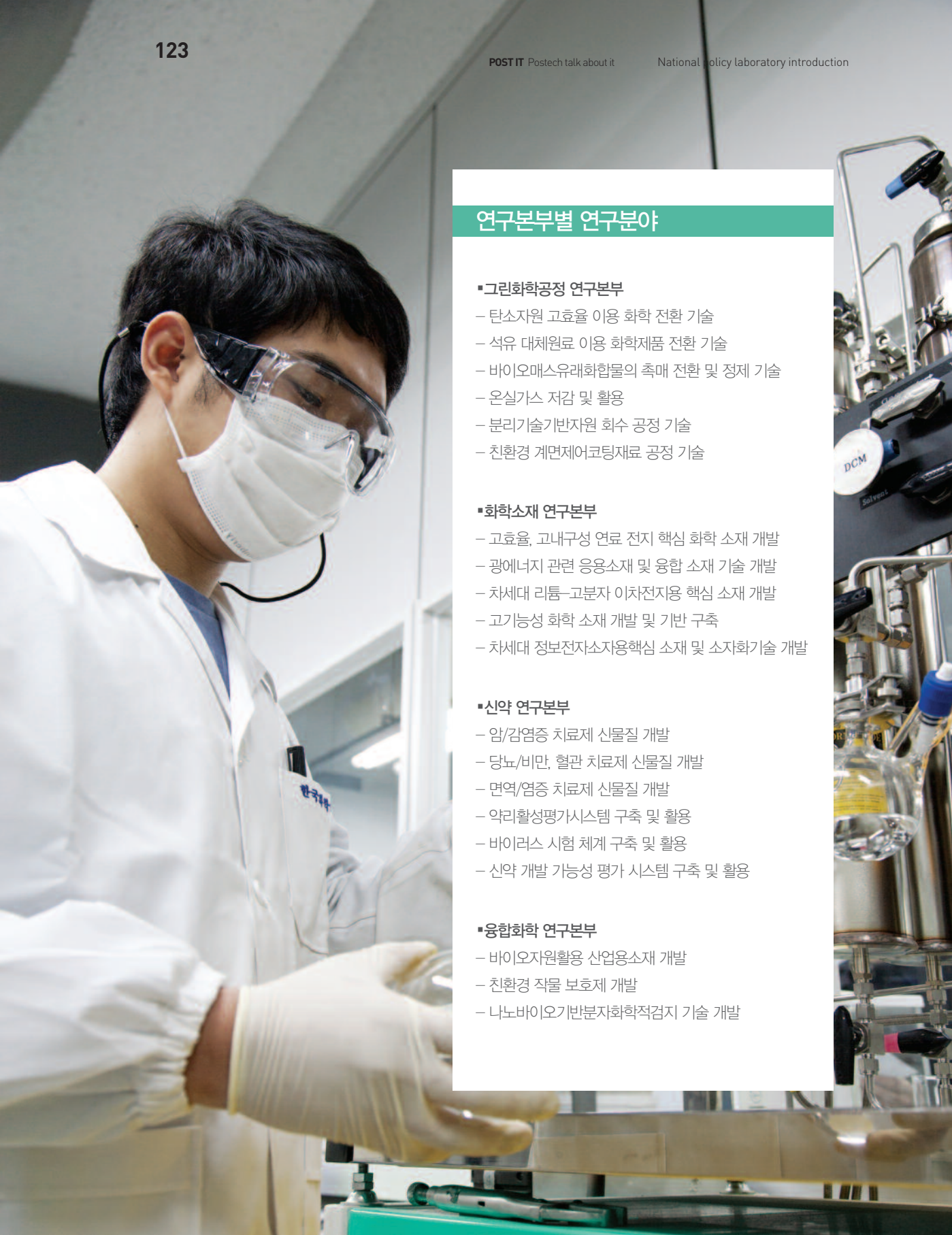
- 고효율, 고내구성 연료 전지 핵심 화학 소재 개발
- 광에너지 관련 응용소재 및 융합 소재 기술 개발
- 차세대 리튬-고분자 이차전지용 핵심 소재 개발
- 고기능성 화학 소재 개발 및 기반 구축
- 차세대 정보전자소자용핵심 소재 및 소자화기술 개발

### ■신약 연구본부

- 암/감염증 치료제 신물질 개발
- 당뇨/비만, 혈관 치료제 신물질 개발
- 면역/염증 치료제 신물질 개발
- 약리활성평가시스템 구축 및 활용
- 바이러스 시험 체계 구축 및 활용
- 신약 개발 가능성 평가 시스템 구축 및 활용

### ■융합화학 연구본부

- 바이오자원활용 산업용소재 개발
- 친환경 작물 보호제 개발
- 나노바이오기반분자화학적검지 기술 개발



### ■울산연구 사업본부

- 정밀화학 산업의 고부가가치화와 석유 화학공정 고도화
- 생물자원을 이용한 바이오화학산업 R&BD 및 기술 실용화

### ■공공 인프라 본부

- 중소기업 지원단 : 화학산업분야 중소기업에 대한 체계적인 지원을 통하여 중소기업의 기술 경쟁력 향상에 기여
- 화학분석 센터 : 기초연구와 화학산업의 기반이되는 화학물질 및 소재에 대한 신속·정확한 화학 분석 기술 지원
- 신뢰성평가 센터 : 고분자/정밀화학소재의 물리화학적열화 및 그에 따른 고장과 관련된 분석 기술 개발 지원
- 화학소재솔루션 센터 : 화학소재의 사업화를 촉진하기 위하여 정보에서 파일럿공정기술까지 One-stop 지원
- 한국화합물 은행 : 신물질 개발 지원을 위한 다양한 화합물의 범국가적 공동활용 추진

## 기업정보



### ■홈페이지

- [www.krict.re.kr](http://www.krict.re.kr)

### ■위치

- 대전 본원 : 대전광역시 유성구 장동 100번지 (가정로 141)
- 울산 : 울산광역시 중구 유곡동 (2개센터)

## 인재채용

### ■우수 인재상에 기반한 미래과학기술계 리더 확보

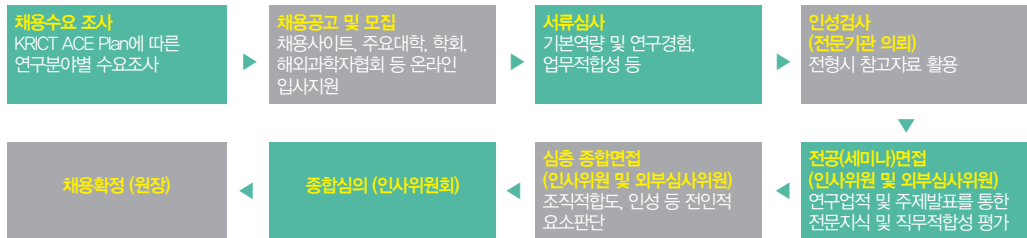
- 우수 인재상과 연계한 공정한 채용 전형을 통한 우수 인재 선별





### ■ 전형절차 및 주요내용

- 서류전형 : 기본역량, 수행예정업무와의 적합성 등 평가
- 인성검사 : 외부전문기관을 통해 조직문화 적응력 및 리더로서의 발전가능성 등 종합적 인성에 대해 사전평가 실시
- 전공(세미나)면접 : (연구직) 전공세미나를 통한 전문성 및 연구역량 등 미래 선도가능성 평가  
(행정/기술직) 역량발표면접을 통한 기본역량 및 발전가능성 등 평가
- 종합면접 : Q&A방식의 전인적 역량 평가로 우수인재상과의 부합여부 최종 평가

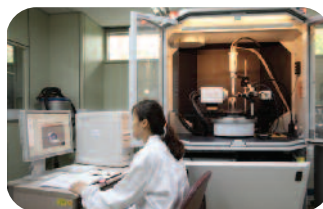


### ■ 채용 문의사항

채용진행 일정 등에 대한 문의사항이 있으실 경우 다음 연락처로 연락주시기 바랍니다.

305-600 대전광역시 유성구 가정로 141 한국화학연구원 행정관리부 인적지원팀

Tel. 042-860-7797 Fax. 042-861-7022



# 선배를 통해 미리 본 기업

Senior to preview the appearance of companies



인터뷰 ●

한국화학연구원 신약연구본부  
약리활성연구그룹 **최길돈**

## Q 회사 지원동기?

기초연구와 이를 응용한 산업화를 동시에 경험할 수 있는 좋은 기회라는 생각이 들었습니다.

## Q 입사 전/후의 회사의 이미지 차이는?

화학연구원이라고 하면 화학 전공자만이 일하는 곳이라는 생각이 있었는데 생물학, 물리학, 약학 등 다양한 배경을 가지고 있는 사람들이 함께 일하는 융합 연구가 활발하게 이루어지고 있었습니다.

## Q 어떤 일을 하시나요?

신약은 크게 바이오신약과 합성신약으로 나눌 수 있는데 화학연구원에서는 합성신약을 주로 연구하고 있습니다. 저는 신약개발 초기단계에서 수 십만종에 이르는 화학연구원의 화합물라이브러리로부터 신약개발이 가능한 유효물질을 고효율 약효검색(High Throughput screening)이라는 자동화 시스템을 활용하여 발굴하는 작업을 합니다. 이렇게 발굴된 물질은 의약화학 전공자와의 공동연구를 통하여 최적화되고 우수한 선도물질 또는 전임상 후보물질을 제약회사로 기술이전하게 됩니다.

## Q 입사후가장 좋았던 점?

개인적으로는 한 가족의 가장으로서 생활을 책임질 수 있는 기반을 마련했다는 것이 좋았고 사회적으로는 몇가지 프로젝트를 성공적으로 마무리하고 연구원의 중요한 일원으로 인정받고 있다는 느낌을 받았을 때 좋았습니다.

### Q 입사후 가장 기억에 남는일?

다국적 제약회사인 테라-리ly 사와의 공동연구를 통해서 신약약품표적에 대한 우수한 물질을 발굴하고 기술이전한 경험이 있습니다. 우리나라는 아직 신약개발분야에서는 선진국과 큰 격차가 존재하는 것이 사실입니다. 나름대로는 최선의 노력을 하고 있지만 과연 우리가 제대로 하고 있는 것인지 의구심이 들 때가 많이 있습니다. 다국적 제약회사와의 공동연구를 통해서 그들의 체계적인 연구시스템을 배울 수 있는 좋은 기회를 가질 수 있었고 화학연구원의 신약관련 기반기술이나 경험이 결코 그들에 뒤지지 않는다는 것을 확인할 수 있어서 자신감을 가질 수 있는 계기가 되었습니다.

### Q 업무를 하면서 보람을 느낄 때?

내가 가진 신약개발관련 경험과 기술이 다른 연구자 또는 제약회사와의 공동연구를 통하여 인정받고 과제의 성공에 크게 기여했다고 느낄 때 보람을 느낍니다.

### Q 회사에서 화식이란? (화식분위기, 회사만의 기업문화 등등...)

화학연구원은 다른 정부출연연구소와 마찬가지로 학교와 회사의 중간정도 되는 분위기를 가지고 있습니다. 기업처럼 조직문화를 강조하고 상하 관계를 중시하는 문화가 존재하지만 한편으로는 학교처럼 자유로운 연구 분위기도 느낄 수 있습니다.

### Q 10년후 나의 모습은?

신약개발과제의 책임자로서 우수한 물질을 개발하여 임상에 진입시키고 궁극적으로 실생활에서 사용되는 신약을 만들어 보고 싶습니다.

### Q 관심갖고있는 후배들에게 하고싶은 이야기?

학교에서 배운 기초과학지식을 산업적으로 적용해서 연구할 기회를 가지고 싶은 후배들에게 화학연구원이 하나의 좋은 선택이 될 수 있다고 말씀드리고 싶습니다.



포스텍 대학원 총학생회

PosT it

KERI

## 한국전기연구원(KERI) 소개

한국전기연구원(KERI · 원장 김호웅 [www.keri.re.kr](http://www.keri.re.kr))은 경남 창원에 본원을 두고 있는 전기전문 정부출연기관이다. 지난 1976년 국가공인시험기관으로서 첫 출발한 이후 매년 괄목할 만한 성장을 거듭해 현재 2개의分院(의왕, 안산)과 3개의 연구센터(서울 RSS센터, 밀양나노센터, 양산전지연구센터), 직원수 630여명에 달하는 최고수준의 전기전문연구기관으로 성장했다. 2012년 10월로 창립 35주년을 맞이했다.

한국전기연구원(KERI) 발전의 역사는 곧 대한민국 전기기술 발전의 역사이기도 하다. KERI는 그동안 765kV 전력설비 국산화, 원전제어봉 구동장치 제어시스템, 한국형 에너지관리시스템(K-EMS), 고속전철용 전기시스템 엔지니어링 기술, 디지털 X-ray 영상진단기기, 자기부상열차 자기부상제어시스템, 반도체 제조공정용 청정이송시스템 등 산업과 직결되는 기술은 물론 전력수급정책, 전력수요관리, 전자기 환경기술 등 공공의 이익에 관련된 분야에서 크고 다양한 성과를 거두었다. 아울러 'First in Korea, Best in the world'라는 슬로건 아래 CNT/그래핀 투명전극, 대면적 원통형 나노노광 원천기술, 세계 최고 성능 고온초전도선 및 초전도 케이블 등 관련 업계가 주목한 원천기술을 개발하고 기업에 이전해 산업발전에 기여하고 있으며, 대전력시험기술, 반도체소자 기반 펄스전원 기술, 고온초전도에너지저장장치 기술, 나노하이브리드 융합소재 기술 등 세계시장에서 선진국들과 경쟁이 가능한 선도기술들도 확보하고 있다.

KERI는 또한 전력기기에 대한 국가공인시험인증기관이자 세계 중전기 산업계의 'G 10'이라 불리는 '세계단락시험협의체(STL)' 정회원 자격을 획득한, 세계 3대 국제공인기관이다.





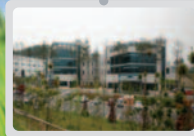
창원본원

&gt;&gt;&gt;

경기안산

&gt;&gt;&gt;

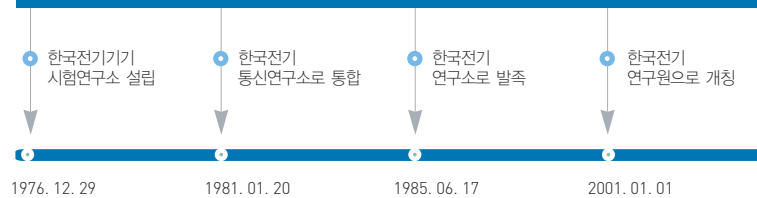
경기의왕



- 부지 : 173, 204㎡(52,486평) • 건물 : 71,085㎡(21,541평)
- 설비 : 500/4000MVA급, 대전력시험연구 설비 등 2,000여종

높아진 위상 덕분에 국내 기업의 시험의뢰를 우선 지원하기 위해 해외 각국 업체로부터 쏟아지는 시험의뢰를 제한해 처리할 만큼 세계적 경쟁력과 신뢰성을 확보하고 있으며, 전기계측기기에 대한 검교정, 전력기기에 대한 국내 및 국제 표준화, 고전압 대전류 측정에 대한 국가표준 관리 업무도 담당하고 있다.

#### 한국전기연구원 연혁



임무	기능
<b>국가산업 발전에 기여하기 위한</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기관련 분야 산업원천, 실용화, 공익성 기술 연구개발 및 성과확산</li> <li>• 전기관련 분야의 시험·인증 서비스 제공</li> </ul>	<b>연구개발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력 및 신 재생에너지 시스템 기술개발</li> <li>• 전력기기 기술개발 및 전기부품·소재 기술개발</li> <li>• 의료IT 융합 기술개발</li> </ul> <b>시험인증</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기기기 시험·인증 서비스 제공</li> </ul>

## 2013년도 경영목표

2012년 한국전기연구원은 81억원의 기술료를 창출했다. 이공계 정부출연 연구기관 가운데 기술료 수입순위 2위에 해당하는 금액이다. 2013년에는 100억원 달성을 목표로 하고 있다. 전통 전기기술을 연구개발하고 있는 KERI에서 기술료 100억원을 창출한다는 것은 상당한 의미를 갖고 있다. 또한 KERI는 금년에도 지난해와 마찬가지로 KERI BRAND를 세계화해나 가는데 전력을 다할 방침이다. KERI 창원 본원 강당입구에는 Global Pride KERI라는 문구가 선명하게 새겨져 있다. Global Pride를 지향하는 저희 연구원의 경영철학을 보여주는 슬로건인 동시에 우리들 전기엔 직원 모두의 다짐이기도 하다.

KERI는 연구개발 분야와 더불어 전력기기의 성능을 시험평가하는 시험인 증업무를 중점적으로 수행하고 있다. 시험인증 부문은 세계 최고 수준인 네덜란드 전력기술연구소(KEMA)와 이탈리아의 전력중앙연구소(CESI)와 어깨를 나란히 할 정도로 발전을 이루었다. 시험기술 측면에서는 오히려 KEMA와 CESI보다 결코 뒤지지 않는 것으로 세계 중전기기업계들로부터 평가를 받고 있다. 이런 높은 평가로 인해 KERI는 2011년 다른 나라 시험 인증기관 또는 기업들보다도 짧은 기간에 세계단락시험협약체(STL)에 정 회원으로 가입할 수 있었다.

2013년 KERI는 연구와 시험분야에서 원천 창의기반 기술은 물론 응용기술분야에서 우수한 성과를 많이 도출하고 이들 기술을 관련 기업에 이전하여 기술료를 확보함으로써 자연스럽게 국내 최우수 출연연으로서의 자리매김하게 될 것으로 기대하고 있다.

전기에너지는 국민들이 이용하기 가장 편리한 청정에너지이다. KERI는 '가치를 창조하는 세계 일류 전기전문연구기관'이라는 비전의 조기 실현을 위해 임직원 모두가 '퍼스트 무버(first mover)'를 지향하는 도전적이고 미래지향적인 자세로, 국가성장동력인 전기에너지 관련 원천기술 및 실용화 기술개발에 매진한다는 방침이다. 이를 통해 첨단 전기기술이 제공할 무한한 혜택을 보다 손쉽고, 안전하고, 편리하고, 지속적으로 이용할 수 있는 환경을 구축함으로써 우리 국민들의 편리한 삶, 행복한 삶, 건강한 삶, 풍요로운 삶의 실현에 기여하는 한편, 윤리경영과 과학문화 확산, 지역사회 발전을 위한 노력을 통해 국민에게 사랑받는 세계 일류 정부출연연구소로 굳건히 자리매김해 나갈 것이다.

### 중점추진기술과 전략과제

#### 차세대 전력망 기술

- 전력망 고도화 운영제어 기술
- 신재생 에너지 보급 및 품질 기술
- 스마트그리드 ICT 적용 기술

#### HVDC기술

- 고신뢰 전력변환 기술
- 전력기기 고성능화 기술
- 전력반도체 기술
- 초전도 전력수송 및 자기응용기술

#### 전기추진 기술

- 전기자동차 및 펄스파워 기술
- 고효율, 고출력, 고속 전동력 기술

#### 나노기반 전기신소재 기술

- 나노 공정장비 핵심 기술
- 친환경 나노기반 전기소재 부품기술
- 나노기반 녹색 에너지원 기술

#### 융복합 의료진단 및 치료기기 기술

- 의료용 영상진단기기 개발
- 고에너지 이용 치료기기 개발
- 의료용 센서 및 U헬스케어 기술 개발

#### 전기기기 시험·인증 기술

- 초고압 대전력 성능평가 기반 구축
- 시험인증 서비스 국제화
- 전력 IT 및 신 재생에너지 기기 성능 평가 기반구축



# 01

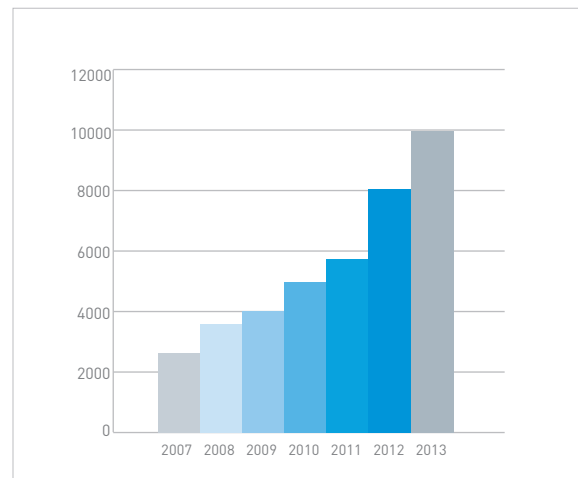
## TL0 (Technology Licensing Office):

기술이전전담조직, 대학·연구기관내의  
지적재산 관리, 보유기술의 발굴, 민간  
이전 및 사업화를 전담하는 조직

## KERI 기술이전 노력과 성과

한국전기연구원은 성과확산을 위한 전담조직(성과확산팀)을 신설(2011. 2. 1)하는 한편, 업무역량 집중화를 통한 체계적이고 전략적인 연구성과 기술사업화를 지원하고 있다. 2009년 선도 TLO 지정 이후 2011년 2단계 재지정 및 기술사업화 우수기관(평가등급 연속 "A")으로 선정되었으며, 기술마케팅 및 전주기적 성과확산시스템을 통한 성과확산노력을 강화하고 있다. 2012년에는 연구원과 기업체간의 상생발전을 도모하기 위해 KERI의 기술을 이전받았거나 공동연구를 한 중견기업들의 네트워크인 'KERI 기술사업화 협의회'를 발족하여 지원하고 있다. 이외에 지식재산권(IP) 경영전략 고도화 및 중소기업기술지원 확대, 공격적인 기술마케팅 확대 등을 통해 2012년 사상 최대의 기술료 징수액인 81억원을 달성했다. 연평균 기술료징수액 증가율은 21%가 넘는다. 2013년에는 사상 최초로 100억원 징수 돌파를 목표로 하고 있다.

\*2013년도는 목표치



## 〈KERI 기술료 수입 추이〉

연도별	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
기술료 징수액(단위: 백만원)	2,809	3,579	4,050	4,856	5,502	8,089	10,000
기술이전 건수	47	64	54	76	96	104	



## 02

### 세계 최고 수준 저전압 대용량 초전도케이블 기술이전

LS전선 통해 상용화...미국, 일본, EU 등과 시장 선점 본격 경쟁

#### 사진1

AC 22.9kv / 50MVA 초전도 케이블(좌)  
및 AC 154kv / 1GVA 초전도 케이블(우)

KERI 조전욱 박사팀이 개발한 세계 최고 수준 저전압 대용량 초전도 케이블 기술이 LS전선을 통해 상용화된다. KERI는 2012년 8월 정액기술료 21억7000만원, 경상기술료 매출액의 0.5%를 받는 조건으로 LS전선과 기술이전 계약을 체결했다. KERI는 2001년 9월부터 2011년 3월까지 10년간 정부의 대형 국책 R&D사업인 21세기프론티어사업 중 하나인 '차세대초전도응용기술개발사업단'의 주관기관으로서 LS전선, 창원대, 위덕대 연구팀과의 공동연구를 진행해 왔다. 이를 통해 얻은 'AC 22.9kv/50MVA 초전도 케이블' 및 'AC 154kv/1GVA 초전도 케이블'에 관한 설계 및 제품화 기술을 LS전선에 이전하기로 한 것이다. 개발된 초전도 케이블은 기존 전력케이블보다 크기는 1/3, 전력량은 5배에 달하는 뛰어난 성능이다. KERI연구팀은 해당 기술과 관련해 26건의 원천특허를 출원 및 등록했고, 초전도 전문학술지 등에 총 46편의 SCI 논문을 게재했다. 또한 세계 최초로 초전도케이블 평가 관련 국가 규격을 제정했다.

이번 기술이전으로 한국은 미국, 일본, 유럽연합(EU) 등과 초전도 케이블 시장 선점 경쟁에 본격 나서게 됐다. 현재 세계적으로 초전도 케이블 총괄기술을 확보하고 실증사업을 진행중인 곳은 LS전선을 비롯, 스미토모(일본), 사우스와이어(미국), 넥상스, NKT(EU) 등 5개사 정도에 불과하다.



조전욱 박사는 세계 최고 전압인 154kV, 세계 최대 전력 용량인 1GVA급 초전도 케이블을 개발하는 등 국내 초전도 기술을 세계 최고 수준으로 높이는 데 공헌한 점을 높게 평가받아 국내 최고 권위를 자랑하는 '2012년 다산기술상' 시상식에서 대상을 수상하기도 했다.

전세계 초전도케이블 시장 규모는 2015년 2.91억불에서 2020년 17.01억불, 2030년 154.18억불로 증가할 것으로 나타나 2020년 이후 급속한 성장세를 보일 것으로 전망된다.(Analysis of Future Prices and Markets for High Temperature Superconductor, 2003.6),

한편, 초전도케이블은  $-200^{\circ}\text{C}$  상태에서 전기저항이 완전히 사라지는 초전도현상을 이용해 만든 차세대 케이블로, 전력손실은 최소화 되면서 기존 케이블과 같은 굵기로 4~5배의 전력을 송전할 수 있어 '꿈의 전선'으로 불린다. 저전압으로도 대용량 전력공급이 가능하고 장거리 송전에 유리해 도심의 대전력 전송이나 스마트그리드간 계통연계, 국가 전력망 구축에 폭넓게 사용될 것으로 기대되고 있다. 또 최근처럼 민원으로 송전선로나 송전탑 건설이 어려울 경우나 노후케이블 교체가 필요한 경우 기존 저용량 케이블을 대체함으로써 신규부지를 확보할 필요가 없는 등 사회적·경제적 효과를 기대할 수 있다. 이런 장점 때문에 한국과학기술기획평가원은 올해 발표한 10대 미래 유망기술의 하나로 '초전도 송전'을 꼽았고, 초전도 기술 상용화 주도권을 잡기 위해 세계적인 경쟁이 치열하게 벌어지고 있다. 미국 학술지 <네이처>는 "한국이 세계 최초로 초전도케이블로 스마트그리드 상용화를 이룰 것"이라고 전망하기도 했다.

사진 2

KERI 김호용 원장(오른쪽)이 LS전선(주) 윤재인 전무와 기술이전 조인식 직후 기념촬영을 하고 있다.





# KERI, 박리 그래핀 분야 세계 최초 상용화

이건웅 박사팀, (주)상보에 기술이전

현재 KERI가 개발한 그래핀의 대량제조 기술을 세계 최초로 국내 중견기업에 의한 상용화를 추진하고 있다. 이에 따라 본격적인 그래핀 시대의 도래에 더욱 박차가 가해진 상황이다. KERI는 2012년 2월 16일 창원 본원에서 (주)상보와 '고품질 그래핀 대량제조 및 유연전극 응용 기술'에 관한 기술이전 조인식을 가졌다. 이는 이견웅 박사팀이 지난 2010년부터 착수한 '전기기능성 2차원 나노소재(그래핀) 대량제조 및 소자응용기술개발' 과제의 성과이다.

그래핀은 높은 전기전도성과 전하이동도의 특성 등으로 향후 응용 가능성이 높아 꿈의 신소재로 불리고 있으며, 최근 몇 년 사이에 전세계적으로 연구가 폭발적으로 집중돼 왔다. 이견웅 박사팀이 개발한 기술은 현재 그래핀의 상업화를 위해서 일반적으로 제시되고 있는 화학 기상증착법과는 다르다. 개발된 기술은 습식공정 기반의 화학적 흑연 박리법으로 고효율의 그래핀을 대량 제조하는 기술이다. 대면적·고품질 그래핀을 고농도로 분산하고 그래핀 페이스트를 대량제조하는 기술로서 KERI가 세계 최초로 확보한 차별화된 나노소재 제조기술이다. 흑연으로부터 추출된 그래핀을 얇고 고르게 분산유지시킨 고농도 용액 및 페이스트(paste), 그리고 다공성 분말의 대량제조를 통해 시계처럼 손목에 감거나 돌돌 말아서 가방에 넣을 수 있는 컴퓨터 등 차세대 유연(flexible) 전기전자에너지 소자 적용을 위한 인쇄전자 공정에 접목이 가능하다. 농도와 점도 조절이 쉬워 인쇄전자 용 잉크로 직접 활용할 수 있어 향후 소프트 일렉트로닉스의 구현을 위한 습식공정기반 인쇄전자공정 적용이



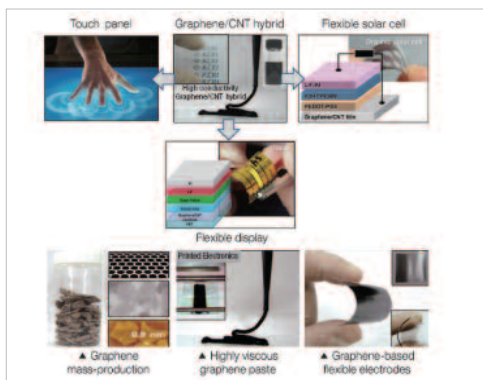
가능할 것으로 예상된다.

KERI의 그래핀 대량제조기술은 또한 향후 투명전극에 필수적으로 쓰이는 ITO(산화인듐주석)를 대체하는 탄소 나노튜브·그래핀 혼성 투명전극, flexible display, 태양전지 등의 각종 유연 전극, 에너지 소자전극 및 전자파 차폐필름, 자동차 열선유리 등에 쓸 수 있는 투명히터, smart window, 각종센서 등에 다각적인 활용이 가능하다.

연구팀의 해당 연구결과와 2011년 2월 나노기술 분야의 유력 국제학술지 'ACS NANO'(Impact Factor=11.42)에 2편, 'Small'(Impact Factor=8.35)에 1편 등이 게재됐으며, 2011년 11월 산업기술연구회가 차세대 국가먹거리 창출을 위한 세계제일의 원천기술로 선정해 발표한 6개 '세계 1등 도전과제'의 하나로 선정되기도 했다.

KERI는 개발된 기술을 중견 전문기업인 (주)상보에 착수로 5억원에 런닝로열티 2.7%의 조건으로 기술이전했다. KERI와 상보는 이번 기술이전과 상용화를 통해 향후 5년간 2,000억원의 제조원가(생산비용) 절감효과, 420만 달러의 수입대체성과를 거둘 것으로 전망하고 있다. 특히 상보는 KERI로부터 이전 받은 기술 관련 향후 400억 원 이상의 투자를 통해 정전용량 방식 투명전극 필름, 태양전자·연료전지, 플렉시블 디스플레이 전극소재 등의 상용화를 통해 향후 5년간 6,000억원의 매출을 달성한다는 계획이다.

한편, 전기기능성 나노카본소재인 그래핀 나노기술과 관련된 세계시장규모는 2018년 약 24조원(Standard resources, NanoMarkets 2010), 국내시장규모는 2015년 4조원에 달할 것으로 예상된다.





세상을 움직이는

재료과학의 힘

# 재료 연구소

# KIMS

[www.kims.re.kr](http://www.kims.re.kr)

재료연구소는 소재 기술과 관련된 분야의 연구개발, 시험평가, 기술지원 등을 종합적으로 수행해 국가기술혁신을 선도하고 산업발전에 기여하기 위한 목적으로 설립됐다. 재료연구소는 1976년 한국기계금속시험연구소로 시작해 2007년 한국기계연구원 부설 재료연구소로 탈바꿈했다. 석기시대, 철기시대 등 역사는 소재를 중심으로 구분되어 진다 해도 과언이 아니다. 특히 소재는 산업의 쌀이라고 불리며 오늘날 산업 및 경제발전의 근간으로서 중요한 역할을 담당하고 있다. 이에 재료연구소는 오는 2020년까지 세계 1등 소재기술 20개 달성을 비전으로 설정, 소재 분야의 발전을 주도하여 한국을 넘어 글로벌 소재 전문연구기관이 되기 위해 노력하고 있다. 재료연구소 연구원들은 우리나라 경제 성장의 첫 시작을 책임진다는 각오로 각종 소재 기술 개발에 몰두하고 있다. 재료연구소는 성능한계 돌파 소재 기술개발, 신기능 창출 소재 기술개발, 소재안전·고도화 기술지원 등을 중점 연구분야로 선정하고 우수한 연구성과 창출을 위해 최선을 다하고 있다.



## 연구본부별 연구분야

• Field of study •

### ■ 경량금속 연구단

#### ○ ALMG연구

- 자동차 및 전자부품용 고강도 난연성 마그네슘 합금 기술 연구
- 자동차용 고강도 알루미늄 합금 기술 연구
- 압연접합 및 액상반응제어에 의한 금속다층판재 및 복합소재 개발
- 고강도 마그네슘합금의 고속압출 기술

#### ○ 타이타늄연구

- 고강도 고성형성 및 생체의료용 타이타늄 합금 기술 연구
- VAR 및 ISM을 이용한 타이타늄 합금 특수용해/주조 기술
- 타이타늄 합금 소성가공 및 특수접합 기술
- 타이타늄 분말 압연판재 및 다공체 제조 기술
- Ti base 형상기억합금 및 저탄성 타이타늄합금 소재화 기술

#### ○ 변형제어연구

- 경량 고비강도 융합소재 제조 및 변형제어기술
- 정밀 단조를 위한 전산해석기술
- 열·탄소성변형과 조직변화 기구분석 및 수식화
- NT기반 구축을 위한 다단위(Multi-scale)해석기술

### ■ 신금속 연구본부

#### ○ 철강재료연구

- 미래 자동차용 저비용 고강도/고연성 강판
- 침입형 원소를 활용한 고기능성 스테인리스 판재
- 고성능 장수명 냉간 금형소재
- 발전기용 저투율 고질소/고망간강 소재의 신뢰성 평가

#### ○ 내열재료연구

- 차세대 발전용 및 국방용 내열소재 개발
- 초내열합금의 미세구조 제어 기술
- 컴퓨터계산을 이용한 니켈기 초내열 합금 설계 기술
- 주조공정 시뮬레이션에 의한 주조 결함 제어 기술
- 초내열합금의 열피로 등 고온 기계적특성 분석 기술

#### ○ 재료물성연구

- 원자단위 배열구조 분석을 통한 물질발현기구 규명
- 나노영역에서의 물질고유특성 측정 및 분석기술 개발
- 미소영역 상변화 실시간 분석 및 3차원 영상을 이용한 미세구조 분석기술 연구
- 신 개발재료의 비파괴적 분석기법 개발 및 극한환경용 복합소재의 기계적/물리적 특성평가 기법개발
- 합금설계 및 조직제어에 의한 고강도-고전도도 동합금 개발
- 가공열처리에 의한 석출 상 및 결정립 조직 제어기술



재료연구소 전경



연구모습

## 연구본부별 연구분야

• Field of study •

### ■ 분말/세라믹 연구본부

#### ○ 분말기술연구

- 임계성능을 극복할 수 있는 신 분말 복합화 기술
- 분말 실험상화를 위한 성형 및 고밀도화 기술
- 분말 소재의 입자, 표면, 기공 제어 기술
- 친환경/에너지용 구조 및 기능성 분말 소재 기술

#### ○ 나노기능분말연구

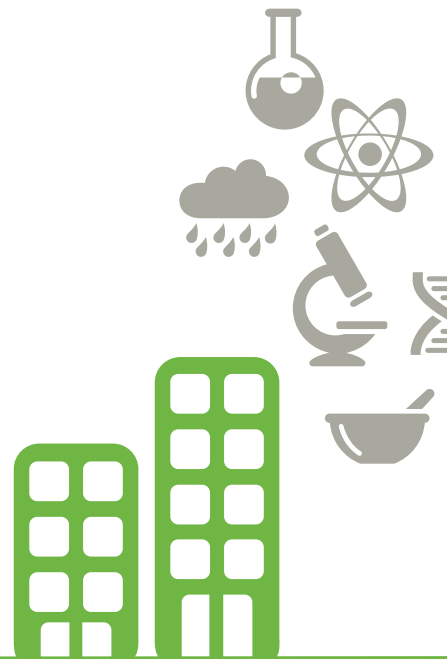
- 나노분말 합성 및 미세부품 제조 기술
- 고특성 나노 자성 분말 합성 및 응용 기술
- 실험상 압전 세라믹스 성형 및 소결 기술
- 친환경 무연 세라믹 초미세 분말 합성 및 미세구조 제어
- $\text{MgB}_2$  초전도 재료의 임계전류 향상 및 선재 응용기술
- 반도체 나노입자를 이용한 에너지 변환 기술 개발

#### ○ 엔지니어링세라믹연구

- 고강도/고인성/내마모/저비용 소재 및 초고온 세라믹스 소재 제조 기술
- 친환경 다공성 세라믹 여과 소재 기술
- 사이알론 형광체 합성 기술 및 생산공정 기술
- 나노다공성 생체세라믹을 이용한 경조직 재생 기술

#### ○ 기능세라믹연구

- 전고체 이차전지 및 SOFC용 전극 및 전해질의 조성제어 및 저온공정기술 개발, 고속 대면적 코팅 및 특성평가 기술
- 다기능 고성능 센서용 무연/유연 압전소재, 온도 감응 NTC 박막 소재 조성제어 및 후막화 기술
- 기능성 의료용 부품의 생체 적합성 향상 코팅기술 및 기술이전
- 유해배기가스 저감 촉매소재 기술 및 기술이전



## 대한민국 소재강국 실현을 재료연구소가 함께합니다.

### ■ 표면기술 연구본부

#### ○ 전기화학연구

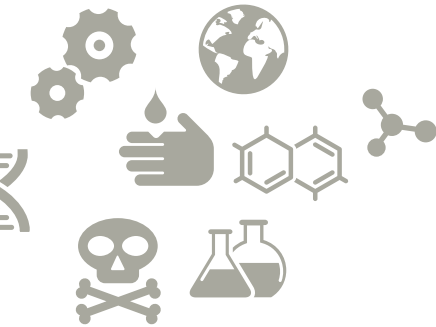
- 친환경 3가크롬 도금액 및 공정 기술
- 전자부품용 고정밀 메쉬 연속 제조 기술
- 도금 시뮬레이션 기술
- 나노기반 에너지 소자용 전극, 표면코팅 및 특성 평가
- 습식 투명전도성 ZnO 형성 및 탄소섬유 표면제어 기술
- 습식 공정 응용 바이오 소재 표면 개질 기술 분야
- 마그네슘 화성처리 및 양극산화 기술
- 연료전지용 핵심 소재, 부품 및 스택 기술 분야

#### ○ 플라즈마코팅연구

- 극한환경 보호용 용사코팅 기술 개발
- DLC 및 Nanocomposite 박막과 같은 Tribology 코팅 공정 개발
- 고밀도 플라즈마 유도 고효율 스퍼터링 기술 개발
- 디스플레이용 투명전도막 및 보호막 제조기술
- 300 mm급 Roll-to-Roll 공정 적용 강판 및 폴리머 기판 코팅 기술 개발
- 플라즈마 소스 시뮬레이션 및 설계 기술 개발

#### ○ 소자기능박막연구

- 에너지변환 박막소재 (실리콘 박막, 전도막) 및 소자화 기술
- 대면적, 유연성 유기태양전지 소자화 및 평가 기술
- 산화물반도체 박막소재 연구
- 고광투과 폴리머 및 유리 기판 표면 처리 기술
- 폴리머 기반 유연 기능성 박막 코팅 및 계면가공 기술



변형제어 연구모습



재료연구소 전경

## 연구본부별 연구분야

• Field of study •

### ■ 복합재료 연구센터

#### ○ 복합재료 소재기술연구

- 자성금속 섬유 저열팽창 나노 유리섬유 금속코팅 나노섬유 등의 기능성 섬유 개발
- 플러린 그래핀 및 탄소나노튜브 등의 나노카본 소재 개질 및 하이브리드 기술
- 저점도/난연/고인성 고분자 수지 및 고기능성 유기 고분자 합성기술

#### ○ 복합재료 응용기술연구

- 고분자/금속/나노 복합재료의 응용 및 성형기술
- 전기전도성, 방열, 열팽창, 투명, 전자기 및 방탄 등의 다기능화 기술
- 친환경 및 극한 환경용 복합재료의 제조 및 응용기술

#### ○ 복합재료 구조시스템 연구

- 복합재/하이브리드 소재의 구조 설계 및 해석, 시험 평가 기술
- 신재생 에너지용 구조용 복합재 기술
- 구조 복합재의 저속/고속 충돌 해석 및 기계적 특성 평가 기술

### ■ 산업기술 지원본부

#### ○ 중소중견기업지원

- 대외기관의 중소기업 지원협력방안 수립 및 네트워크 구축
- 소재/부품 손상원인 분석 센터 운영
- 중소기업 애로기술을 위한 기술지원사업의 연구소 Hub 역할
- 재료기반 정보시스템 개발 및 DB 구축
- 시험 평가 접수관리 및 기술인재 지원 사업관리

#### ○ 물성평가연구

- 재료의 기계적 특성 및 미세조직 평가
- 화학성분분석 및 표면 특성 평가
- 고기능 열처리, 특수주조 및 주강제품 기술
- 소재부품 손상원인분석 및 연관 공정 개선

#### ○ 정밀측정지원

- 길이, 질량, 시간, 주파수, 온도 및 습도 관련 분야

#### ○ 원자력공인검사

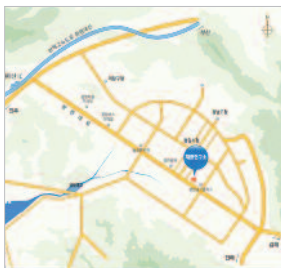
- 원전종사자 교육 및 훈련, 산업체 기술지원
- 원전산업 관련 연구개발

#### ○ 시험평가 기술지원

- 1인사 기술 후견인 제도 운영
- 기업지원 연구직 파견
- 보유기술 실용화 지원
- KIMS 기술 아카데미 운영
- 소재산업지원 전문정보 플랫폼 운영



재료연구소 강석봉 소장



경남 창원시 성산구 창원대로 797  
재료연구소





### 채용분야

직종	전공분야	자격
연구직	재료, 시험평가 및 기타관련분야	석·박사
행정직	인문, 사회과학, 경상계열 전 학과	학사이상

### 기타사항

- 국가 보호대상자 및 장애자 지원자는 관련 증빙 첨부시 관련 법률에 따라 가산점 부여.
- 제출서류는 일체 반환하지 않으며 제출된 서류에 허위 사실이 발견될 경우 합격을 취소.

기타 상세한 사항은 개별적인 모집공고문 및 원서접수처(전화055-280-3712)로 문의

### 응시자격

- 국가공무원법 제33조 1항 각조에 해당되지 아니하는 자
- 전공분야 석·박사 학위 소지자(행정직은 학사 이상) 및 졸업예정자로서 병역필 또는 면제자 (단, 전문연구요원으로 편입되어 있는 자라도 지원가능하고, 병역미필자는 전문연구요원으로 지원가능)
- 행정직은 영어공인시험 성적서 제출  
(단, 영어권 국가에서 학위 이수자는 학위증으로 갈음, 접수일 기준 최근 2년 이내 성적서에 한함)

### 제출서류

- 응시원서 1부(소정양식)
- 자기소개서 1부(소정양식)
- 대학 및 대학원 전 학년 성적증명서 각 1부
- 대학 및 대학원 전 학년 성적증명서(평점이 기재된 증명서) 각 1부
- 최종학위증 사본 또는 학위취득예정 증명서 1부
- 최종학위논문 요약문 1부
- 경력증명서 각 1부(경력자에 한함)
- 주요 연구실적(논문, 저서, 지적재산권 등) 목록 및 증빙자료 각 1부  
(※ 연구목록과 증빙자료가 일치하지 않을 경우는 접수 불가함.)
- 어학능력 증빙서류 1부(행정직만 해당 : 토익, 토플, 텡스 등)
- 지도교수(또는 직장상사 등) 추천서 1부(자유형식)

### 전형방법

- 제 1차 전형 : 서류전형  
(서류전형 합격자는 연구소 홈페이지에 공지하며 2차 전형 일정 등을 통보)
- 제 2차 전형 : 세미나 및 면접  
(최종학위 논문 및 최근 주요 연구실적으로 세미나 개최 \_발표 및 질의응답 영어로 실시/연구직)

### 모집시기

- 정기 및 수시모집
- 매년 채용계획이 확정되면 연구소 홈페이지 또는 구인사이트, 일간지 등을 통해 공고

employ

# ? 선배를 ! 통해 미리 본 기업

인터뷰 가이드

인터뷰 • 한국기계연구원 부설 재료 연구소 이광석 연구원

## Q. 현재 근무하고 계신 회사 및 근무 부서는?

제가 현재 근무하고 있는 회사는 정부출연연구소 중 하나로 산업기술연구회 소속인 한국기계연구원 부설 재료연구소입니다. 또한 제가 근무하는 부서는 재료연구소를 대표하는 강소형 조직인 경량금속연구단 소속 변형제어연구실입니다.

## Q. 회사 지원동기?

창원에 위치한 재료연구소는 POSTECH과 같은 국내 최고 수준의 대학원에서 전통적인 구조 금속 재료를 연구한 뒤 학위를 보유하게 된 연구자들이, 나름대로 분야의 연속성을 지키면서 학계와 기업의 중간 위치에서 관련 연구를 지속할 수 있는 최적의 환경이라 판단했었습니다. 물론 포항에도 포기연이나 RIST와 같은 훌륭한 연구 기관들이 있으나 저는 1993년에 POSTECH에 당시 이름으로는 재료금속공학과 학부생으로 입학한 뒤 2006년 초까지 13년이라는 나름대로 긴 시간 동안 학사, 석사, 박사 및 Post-doc을 밟아 왔었고, 환경의 변화가 필요하다고 생각했었습니다. 이후 독일

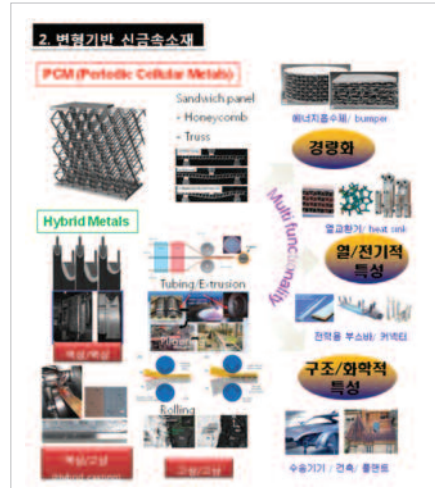
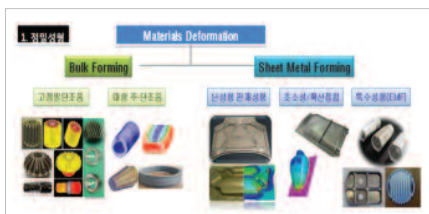
IFW Dresden에서 Post-doc으로 계속 연구를 하던 중 2007년 4월 재료연구소가 독립 부설화하면서 연구 분야 인력을 꾸준히 채용하게 되어, 입사 시점 또한 시기적으로도 잘 맞았습니다.

## Q. 입사 전/후의 회사의 이미지 차이는?

제가 입사하던 당시에는 대부분의 일반인 및 비전문가들은 재료연구소가 아닌 한국기계연구원으로 알려져 있었고, 또한 창원이라는 도시 자체가 기계산업이 발달한 도시로 알려져 있어, 소재를 전공한 입장에서 지역적으로 부차적인 연구, 타 분야를 support하거나 따라가는 연구를 주로 하게 되지 않을까 하는 작은 염려가 있었습니다. 그런데 제가 입사하던 시기부터 정부에서 조선, 자동차, 반도체 등 국가 주력 기간 산업의 경쟁력 유지 및 강화에 소재 산업 자체의 발전 및 창의적인 신소재 연구 역량 확보가 필수적으로 선행되어야 한다는 인식이 확산되었고, 그 연장선상에서 신소재 자체를 개발하는 재료연구소의 역할과 미션이 강화되어 앞에서 언급한 걱정이 기우였음을 입사 후 시간이 지나면서 계속 느끼고 있습니다.

## Q. 어떤 일을 하시나요?

제가 속해 있는 변형제어연구실은 재료에 외력을 가하면 영구적으로 형상이 변하는 소성 변형과 열변형 및 이에 따르는 미세조직 변화에 대한 이론 정립, 수식화 및 전산 응용 기술을 확립하기 위해, 신소재와 신공정 개발에 필요한 원천 및 응용 기술을 연구하는 조직입니다. 크게 벌크재 및 판재 금속의 정밀 성형 기술, 변형 유기 신금속 소재 제조/성형/평가 기술, 전주기적 다단위 수치해석 기술 분야에서 11명의 박사급 연구원을 포함 27명이 열심히 연구개발을 수행하고 있습니다. 제가 하고 있는 연구들을 좀 더 구체적으로 설명 드리면, 1. 단일금속소재로 구현하기 힘든 두 가지 이상의 배타적인 기능을 동시에 부여할 수 있는 고부가가치 하이브리드 금속 소재를 개발하고 그 특성을 평가하는 연구, 2. 두꺼운 금속 판재를 접착 없이 열로만 정밀 성형함에 있어 자동화된 고주파 유도 열원을 이용하는 연구, 3. 비평형상 합금을 신공정으로 제조하고 성형, 평가하는 연구 등입니다. 이 중 맨 마지막



▲ 재료연구소 경량금속연구단 변형제어연구실 주요 연구 테마

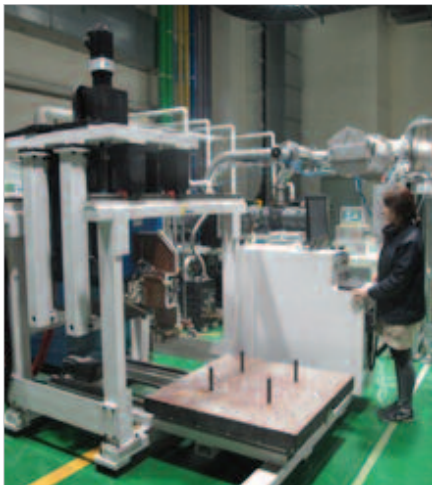
막 비평형상 합금 관련 연구는 제가 POSTECH 신소재공학과 재료소성연구실(Materials Plasticity Lab., 지도교수 장영원 교수님) 대학원생이던 때부터 10년 이상 꾸준히 연구해 온 테마입니다.

## Q. 입사 후 가장 좋았던 점?

신소재공학도가 영문으로 Department of Materials Science and Engineering인데, 이는 과학과 공학의 다리 위치에서 양쪽을 모두 이해하고 융합할 수 있는 학문 분야라는 의미를 내포하고 있습니다. 따라서 금속 재료를 연구한 개인 연구자로서의 입장에서는 학연산의 중간에서 과학과 공학을 넘나들며 꾸준히 연구하고 교류할 수 있는 배경과 기회를 장기적으로 확보하게 되었던 점을 들 수 있습니다. 물론 경제적으로 안정 되었다는 점, 생활 패턴이 상대적으로 규칙적으로 변했다는 점 또한 빼놓을 수 없습니다.

### Q. 입사 후 가장 기억에 남는 일?

물론 여러 가지가 있겠지만 제 키만한 연구용 장비들을 디자인하고 set-up하여 오랜 시행착오 끝에 처음으로 실험에 성공했던 날들이 가장 기억에 남습니다.



▲ 재료연구소 변형제어연구실 보유 신소재 분위기제어 박판주조/변형장치 및 고주파 유도 열원 적용 조선용 후판 친환경 정밀 열유기 국가공 장치

### Q. 업무를 하면서 보람을 느낄 때?

아무래도 대부분의 연구원들이 느끼는 기본적인 보람은, 좋은 논문을 쓰고 특허를 확보하는 등 훌륭한 연구 성과를 창출하는 데 있을 겁니다. 이 점은 학교의 교수님들이나 대학원생들도 마찬가지겠지요. 이를 위해서는 일정 수준 이상의 연구 인력과 연구 비용이 필수적으로 수반되어야 하는데, 실원들과 협심하여 장시간 기획한 대형 과제들을 성공적으로 수주하게 되었을 때 역시 장시간의 고생에 대한 보상을 함께 받게 되는 것 같아 보람을 느끼게 됩니다. 마지막으로 같이 연구를 수행하는 연구생 여러분들이 몇 년간 함께 연구를 하며 경력을 쌓아 좋은 회사에 취직하게 될 때의 기쁨도 빼놓을 수 없겠습니다.

### Q. 회사에서 회식이란? (회식분위기, 회사만의 기업문화 등등 ...)

재료연구소가 부설화된 지 얼마 안 되어 아직도 그 인력이 많은 편이 아니고, 급속 연구를 하는 분야의 특성에 남쪽에 위치한 지리적 특성을 더해 소위 가족적인 분위기라고 선배님들께서 많이 알려 주셨고 입사 초기에는 피부로 와 닿았었습니다. 다만 최근 들어 이러한 경향이 다소 약화되고 있는데 이는 현 시대상을 반영하는 것 같습니다.





▲ 2013년 1월 31일 재료연구소 POSTECH 동창회 신년회 사진 모습  
(맨 왼쪽이 필자)

### Q. 10년후 나의 모습은?

10년 후의 모습을 완벽히 예상할 수는 없겠지만, 제 목표는 바람직한 국내외 사회구성원으로서의 과학기술인이 되는 것입니다. 좀 더 구체적으로 말씀 드리자면 대학원생이 된 이후 20대때는 제가 하는 연구 테마 자체 이외에는 주변의 사회경제적인 상황에 너무나 무심했었고 이후 10년간은 제가 소속되어 있는 연구실에서 연구를 수행함에 있어서 지리적으로 가까운 연구실, 유사한 테마를 다루는 국내외 연구실에서 느끼는 현실에 대한 고민까지를 겨우 조금씩 돌아보기 시작했던 것 같습니다. 이런 관점에서 우선 향후 10년간 연구자로서 그간 제가 해왔던 연구 결과들을 심화/융합하여 세계적인 연구자들과 당당히 경쟁할 수 있는 글로벌한 연구자가 되었으면 합니다. 또한 동시에 사회에 도움이 되는 과학기술이란 무엇이고, 이를 위해 과학기술자들이 어떤 노력을 해야 하는지를 선후배 연구원들과 함께 고민하여, 동일 연구 분야에 관심을 두고 있는 젊은 연구자들에게 괜찮은 멘토가 될 수 있는 연구원이 되도록 노력하고자 합니다.

### Q. 관심 갖고 있는 후배들에게 하고 싶은 이야기?

정부출연연구소가 대기업 연구소에 비해 상대적으로 직업의 안정성이 장시간 보장되는 장점이 있지만, 30대의 젊은 연구원에게는 어느 조직이나 높은 업무 강도를 요구하고 기대합니다. 더불어 제가 몸담고 있는 재료연구소는 POSTECH과 마찬가지로 한반도의 동남쪽에 위치해 대외적으로 자신감 있고 적극적인 연구 활동을 할 수 있는 스킬 또한 필요로 합니다. 당장 소속된 연구실에서의 연구 업무도 힘들고 바쁘시겠지만, 저를 비롯해 재료연구소에 근무하는 19명의 POSTECH 대학원 출신의 선배들도 그러했지만, 대부분의 POSTECH 대학원생들은 우수한 연구 환경에서 수년간의 학위 과정을 마친 뒤 졸업을 하는 시점이 되면 높은 수준의 연구 결과를 배출할 수 있는 능력을 자신도 모르는 사이에 갖추게 됩니다. 다만 특정한 학문적인 혹은 산업적인 테마를 다루는 연구 그 자체를 잘 하는 능력과 더불어, 어디서건 본인 주변에 인적/물적 연구 환경을 갖추고 확장하는 능력을 균형 있게 꾸준히 배양하신다면 학계와 산업계의 bridging position에 있는 정부출연연구소에서 좋은 결실을 얻을 수 있으리라 확신합니다.

부드럽게 휘어지고!

자유롭게 펼쳐지고!

3D로 즐기고!

## 꿈의 디스플레이 아몰레드에 세계가 놀라다!



## 디스플레이의 글로벌 리더 삼성디스플레이

작게 접히고, 자유자재로 휘어지는 디스플레이!  
미래를 활짝 열고, 세계를 깜짝 놀라게 할 '꿈의 아몰레드'는  
삼성디스플레이가 만듭니다.

홈페이지 [www.samsungdisplay.com](http://www.samsungdisplay.com) 블로그 [blog.samsungdisplay.com](http://blog.samsungdisplay.com)

삼성디스플레이

SAMSUNG

# 사랑합니다.



고객님의 사랑으로 커온 신세계치과가 벌써 16년째를 맞이합니다.  
둘 아껴주시고 관심을 가져 주신 것에 감사드립니다.  
찾아주시는 모든 고객님께 가장 좋은 진료로 보답하겠습니다.



미국 UCLA 치과대학 임플란트 지도의사과정  
(Advanced Implantology Preceptorship)

단국대학교 치과대학 외래교수

단국대학교 치과병원 보존과

포항대학교 치위생과 겸임교수

제37회 보건의날 국무총리 표창

A.O / E.A.O Active Member



**PAMTIP**

포스텍 미래기술 최고 경영자과정 총동창회 회장

대표원장 이재운



# POST IT

**Postech talk about**  
Corporation introduction



## 기업소개

삼성디스플레이	150	삼성디스플레이 OLED사업부 이 청 상무
한화케미칼	160	나노연구센터 박혜란 연구원 / 연구기획팀 김보경 연구원
LG화학	166	LG화학 배터리 연구소 유정우 과장
넥슨	174	넥슨코리아 CSO팀 최지현 팀장
다음	180	다음커뮤니케이션 신재승 데이터마이닝팀
마이크로소프트	192	한국 마이크로소프트 이승식 부장

# SAMSUNG DISPLAY

Display beyond Imagination!

## 세계 1위 삼성디스플레이의 새로운 도약

삼성디스플레이는 2012년 7월 삼성전자 LCD사업부와 삼성모바일디스플레이를 합병,  
세계 최대 디스플레이 전문기업으로 새롭게 태어났습니다.

90년대 초반 디스플레이 사업을 시작해 중주국 일본의 경쟁사들을 제치고

세계 1위에 오른 삼성은 그동안 대형과 중소형, LCD와 OLED로 나뉘어져 있던 디스플레이 사업을  
하나로 통합해 미래 시장을 향해 더 큰 도약을 준비 중입니다.



## The First and The Best

### 세계 속 삼성디스플레이

끊임없는 투자와 연구개발을 통해 디스플레이 분야에서 세계 최고의 기술력을 보유하고 있는 삼성디스플레이는 태블릿, 노트북, 모니터, TV 등 대형제품부터 스마트폰, 패블릿(스마트폰+태블릿), 포터블 게임기, 카메라 등 중소형 제품에 이르기까지 다양한 제품 라인업을 갖추고 전세계 평판 디스플레이 시장의 1위 자리를 굳건하게(12년 세계시장 점유율 24.5%) 지켜나가고 있습니다.

특히 2002년부터 대형 LCD 패널 시장에서 연속 10년 동안 세계 1위를 기록, 차별화된 기술력으로 LCD 시장을 선도해왔으며 현재, UHD(Ultra High Definition) TV를 비롯해 프리미엄급 제품으로 초대형-고화질 LCD시대를 주도하고 있습니다.



삼성디스플레이의 고해상도 기술이 집약된  
삼성전자 85인치 UHD TV



삼성디스플레이는 지난 2007년, LCD에 이어 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 OLED(Organic Light Emitting Diode) 양산에 세계 최초로 성공하며 미래 시장의 선두주자로서 또 한 번의 쾌거를 이루었습니다.

미국과 일본 등 세계 각국 연구진들의 오랜 노력에도 불구하고 '꿈의 디스플레이'로만 머물러 있던 'OLED'는 삼성의 연구진과 개발자들에 의해 현실이 되었습니다. 자연 색에 가까운 색재현력과 무한대에 가까운 명암비, 빠른 응답속도 등 뛰어난 화질적 특성으로 매년 빠른 속도로 성장하고 있는 OLED는 2013년 전세계 모바일 시장에서 20% 이상을 차지할 것으로 예상되며 삼성디스플레이는 현재 중소형 OLED 시장에서 98%라는 놀라운 점유율을 기록하고 있습니다.



삼성디스플레이의 플렉서블 기술이 적용된  
삼성전자 55인치 커브드(Curved) OLED TV

# Samsung Display

## 회사소개

“

상상력과 기술이 결합된  
최첨단 미래제품으로  
새로운 라이프 스타일을 창조해가는  
삼성디스플레이

”



## 일하고 싶은 회사

삼성디스플레이 39,000여 명의 임직원들은 아산, 천안, 기흥에 위치한 국내 사업장과 5개 해외생산법인(중국 소주, 천진, 동관, 슬로바키아), 14개국에 위치한 판매거점에서 디스플레이를 향한 꿈과 열정을 키워가고 있습니다. 특히 아산사업장이 위치한 ‘삼성 디스플레이 시티’는 삼성의 디스플레이 사업 인프라가 집약된 대규모 생산 단지로 회사의 주요 생산시설을 비롯해 4천세대 규모의 임직원 아파트와 유치원, 어린이집, 외국어고등학교 등의 교육 인프라까지 갖추고 있습니다.

또한 아산, 천안, 기흥 각 사업장 내에는 임직원들을 위한 최첨단 업무시설을 비롯해 식당, 카페테리아, 헬스클럽, 잔디구장, 병원, 약국, 헤어숍 등 다양한 편의시설을 갖추고 일하고 싶은 직장 건강하고 활기찬 일터를 만들어가고 있습니다.

## 상상 너머의 디스플레이

### ‘Display beyond Imagination’!

삼성디스플레이의 비전 속에는 상상 속에서만 가능했던 디스플레이, 상상 너머의 디스플레이를 현실로 만들어 가는 삼성디스플레이의 꿈과 도전정신이 담겨 있습니다. 신문처럼 둘둘 말 수 있는 롤러블(Rollable) 디스플레이부터 종이처럼 쉽게 접었다 펼 수 있는 폴더블(Foldable) 디스플레이, 유리창처럼 투명한 디스플레이까지 인간의 무한한 상상력과 최첨단 기술이 결합된 미래제품을 통해 새로운 라이프 스타일을 창조하고 우리 삶의 질을 한차원 높여가는 삼성디스플레이의 꿈입니다. 또한 디스플레이 기술의 발전이 더 행복한 삶과 더욱 더 즐거운 일상으로 이어지는 새로운 미래야말로 삼성디스플레이가 꿈꾸는 세상입니다.



임직원들의 리프레쉬를 위해 사업장 곳곳에 마련된 휴게공간



플렉서블 제품을 통해 미래 디스플레이 시장을 선도하는 삼성디스플레이



## 도전하고 창조하는 차세대 리더

삼성디스플레이의 기업문화 속에는 끊임없는 혁신을 위한 도전과 창조의 정신이 녹아 있습니다. 실패에도 굴하지 않고 강한 모험심과 도전정신을 바탕으로 새로운 분야를 개척하는 인재, 기존의 형식에 얽매이지 않고 발상과 인식의 전환을 통해 새로운 해결책을 제시할 수 있는 창의적 인재야말로 삼성디스플레이가 원하는 인재입니다.

삼성디스플레이는 이런 뛰어난 인재들이 회사와 함께 더 큰 발전을 이룰 수 있도록 끊임없는 역량교육과 함께 지역전문가 제도, MBA 지원 제도를 운영하고 있으며 이를 통해 많은 임직원들이 미래 디스플레이 산업의 전문가이자 차세대 리더로 성장해 나가고 있습니다.

## Samsung Display

### 인터뷰

봄을 재촉하듯 온종일 겨울비가 내리던 지난 2월 1일, 삼성디스플레이 천안사업장에서 본교 화학공학과 출신 이청 상무를 만날 수 있었다. 인근의 아산사업장과 함께 삼성디스플레이의 대규모 생산기지가 자리잡고 있는 천안사업장은 업무시설과 함께 잔디구장, 카페테리아식당, 헤어숍, 병원, 헬스클럽, 약국 등 다양한 편의시설까지 갖추고 하나의 타운을 이루고 있었다. 세계 최고의 디스플레이 기업에 다니고 있다는 자부심 때문일까. 사업장 내에서 만난 임직원들의 모습은 긍지와 활기로 넘쳐났다. 사무실에서 반갑게 우리를 맞이한 이청 상무의 얼굴에서도 인터뷰 내내 웃음과 자신감이 떠나지 않았다.

# 도전하고 연구하는 포스텍의 학풍,

## 삼성과 닮은 꼴

인터뷰 •

삼성디스플레이 OLED사업부 이청 상무





### 선배님 만나 뵈게 되어 반갑습니다.

네, 이렇게 찾아 주셔서 정말 감사합니다. 이런 기회를 통해 후배들을 만나게 돼 무척 설레고 기쁩니다.

### 와서 보니 사업장 규모가 어마어마합니다. 회사 소개를 부탁드립니다.

지난해 삼성모바일디스플레이와 삼성전자 LCD사업부가 합쳐져 지금의 삼성디스플레이가 되었습니다. 한동안 LCD와 OLED, 대형과 중소형으로 나뉘어져 있던 삼성의 디스플레이 사업이 하나로 통합되며 기술력은 물론 매출('12년 33조), 세계시장 점유율('12년 24.5%) 등 모든 면에서 세계 최고의 디스플레이 기업으로 자리매김하였습니다. 제가 있는 천안사업장을 비롯해 국내에는 아산과 기흥까지 총 3개 사업장이 있고 중국 천진, 동관, 소주, 슬로바키아에 5개의 해외법인이 있습니다. 국내외를 합해 소속 임직원만 39,000여 명에 이릅니다.

### 선배님은 삼성디스플레이에서 어떤 일을 하시나요?

저는 현재 OLED사업부에서 차세대 디스플레이와 관련된 일을 하고 있습니다. 한마디로 얘기하자면 세상에 없는 제품, 유일무이한 기술을 개발하는 것이 제가 하는 일입니다.

### OLED에 대해 좀더 자세히 설명해 주시겠어요?

LCD에 이어 디스플레이 시장에서 최근 '대세'로 자리잡은 것이 바로 OLED입니다. 스마트폰은 물론 태블릿PC, 게임기, 카메라, 자동차 등 사용범위도 점점 확대되고 있습니다. 백라이트와 컬러필터를 필요로 하는 LCD와 달리 자체적으로 빛을 내는 유기물을 증착해 디스플레이를 만들기 때문에 훨씬 더 얇고 화질 면에서도 뛰어난 제품을 만들 수 있죠. 그래서 한때는 '꿈의 디스플레이'라고 불리기도 했는데요. OLED 양산을 위해 세계 각국의 개발자들이 오랜 시간 공을 들였지만 OLED 양산이 가능해진 것은 최근입니다. 지난 2007년 삼성이 세계 최초로 양산에 성공한 이후 현재는 전 세계 OLED 시장의 98% 이상을 삼성디스플레이가 점유하고 있습니다.

OLED가 더 매력적인 것은 앞으로도 그 발전가능성과 응용분야가 무궁무진하다는 점 때문입니다. 플렉서블, 투명 등 차세대 디스플레이 기술과 결합돼 새로운 시장과 새로운 라이프 스타일을 창조하리라 확신합니다.

# Samsung Display

## 인터뷰

“

나의 일은 세상에 없는,  
새로운 제품을 만드는 것

”



### 처음에 어떤 계기로 삼성에 입사하셨나요?

대학원 시절 이시우 교수님 밑에서 공부를 했습니다. 다들 잘 알겠지만 이 교수님은 처음으로 반도체 프로세스를 국내에 알리고 연구하신 분입니다. 저 역시 자연스럽게 반도체 분야에 관심을 갖게 되었고 92년 삼성전자에 입사, 반도체 기술을 기반으로 하는 디스플레이 사업부에 배치돼 지금에 이르렀습니다.

### 대학원 생활과 직장생활은 어떻게 다른가요?

많은 사람들이 학교와 회사는 다를 거라고 생각하는데, 저는 처음 삼성에 입사하고 학교와 비슷하다는 생각을 했습니다. 특히 포스텍의 학풍과 삼성의 기업문화는 상당 부분 닮아 있습니다. 포스텍은 우수한 인재들이 모인 만큼 스스로 과제를 관리하고 완성하는 가운데 자율적인 연구가 이루어지도록 지원합니다. 이는 삼성도 마찬가지입니다. 직급에 상관없이 각자 자기가 맡은 개발과제의 책임자로서 재량권을 가지고 프로젝트를 수행하는 것은 대학원의 연구시스템과 아주 흡사하다 할 수 있습니다.

### 20년 넘게 삼성에 근무 중인데, 선배님이 경험하신 삼성의 기업문화는 어떤가요?

제가 대리 시절에 대형사고(?)를 한 번 친 적이 있습니다. 당시 저의 판단착오로 회사에 큰 손해를 입히게 되었죠. 팀장님이 저를 방으로 부르는데, ‘오늘 죽었구나’ 싶었습니다. 그런데 팀장님이 의외의 말씀을 하셨습니다. “이 대리, 이번에 큰 경험 한 거야. 이 일을 잊지 말게. 지금의 손실이 앞으로 큰 재산이 될 테니.” 이때의 경험이 지금 저에게 얼마나 큰 힘인지 모릅니다. 그때부터 사전에 다양한 가능성을 염두해두고 일을 진행하는 법을 배웠기 때문입니다.

혹자는 삼성이 성과중심이라고 얘기하지만 결코 그렇지 않습니다. 끊임없이 도전하는 삼성의 기업문화 속에는 실패를 용인할 줄 아는 아량과 배려가 자리하고 있습니다.

### 일을 하면서 가장 보람을 느낄 때는 언제인가요?

얼마 전 막내아이가 “아빠는 무슨 일을 해?”라고 묻더군요, 그래서 옆에 있던 스마트폰을 보여 주며 “이게 바로 아빠와 동료들이 함께 만든 거”라고 얘기해줬습니다. 일하면서 보람을 느끼는 순간은 바로 이런 때인 것 같습니다. 새로운 제품을 만들어 세상을 놀라게 하고 그 일에 대해 주위 사람들과 가족들에게 떳떳하게 얘기하고 인정받는 것, 이게 바로 일이 주는 가장 큰 보람이 아닐까요.

### 일을 하면서 힘든 순간은 없나요? 나만의 스트레스 해소법이 있다면 알려주십시오.

특별한 방법은 없고 항상 즐겁게 지내려고 노력합니다. 누구나 힘든 고난의 시간들을 겪기 마련이지만 대처법은 저마다 각각이죠. 저는 어려운 과제에 직면했을 때나 힘든 일이 생길 때면 더욱 더 긍정적인 마인드로 도전하고 웃을 일이 없어도 먼저 웃으며 즐겁게 생활하려고 합니다. 그러다 보면 힘도 나고 또 좋은 결과가 생기니까요.

### 끝으로 사회진출을 앞두고 있는 후배들에게 한마디 부탁드립니다.

요즘 신입사원들을 보면 참 재주도 많고 스마트합니다. 일을 시켜도 빈틈없이 잘 해냅니다. 다만 한 가지 아쉬운 것은 너무 ‘조용하다’는 것입니다.

저는 처음 입사해서 회식 때 선배들에게 아자타임을 제한한 적도 있습니다. 사고도 많이 쳤지만 그만큼 도전도 많이 했던 것 같습니다. 그 때문에 엉뚱하다는 소리도 들었지만 그때의 실수와 시행착오를 통해 선배들과 소통하고 많은 성장을 이루었습니다.

조금 엉뚱하고 유별나 보이더라도 개척치 말고 도전하고 또 도전하시기 바랍니다. 그것이 바로 배우고 성장하는 기회가 될 것입니다.

# 한화케미칼

**We're in the business of building  
a more prosperous future**



한화케미칼은 1965년에 설립된 이래 50년에 가까운 기간 동안 PVC, PE, CA 등의 고분자 제품 최적화, 신축매, 고부가 제품, 다기능성 제품의 개발 등 한국의 화학기술 발전을 선도하며 기술 개발에 전념해 왔습니다. 1966년 국내 최초로 PVC 생산을 시작했을 뿐만 아니라, 저밀도폴리에틸렌(LDPE), 선형저밀도폴리에틸렌(LLDPE), 염소/가성소다(CA) 등을 국내에서 처음 생산함으로써 우리나라가 화학 선진국 대열에 합류할 수 있는 기틀을 마련했습니다. 지난 45년간 유기화학 및 무기화학의 산업용 기초원료에서 고부가 특화제품에 이르기까지 최적의 품질과 고객 맞춤 서비스를 제공하면서 한국 석유화학산업 발전의 주도적 역할을 수행해 왔습니다.

한화케미칼은 1965년 설립 이후 창립 50주년이 되는 2015년 세계 화학시장을 선도하는 '글로벌 케미칼 리더(Global Chemical Leader)'를 목표로 사업구조를 다각화함과 동시에 석유화학사업의 해외기반을 더욱 확대해 나갈 예정입니다. 이를 위해 태양광, 바이오 의약품, 2차전지 소재, 나노 소재 등 신성장 사업개발을 적극 추진하고 있으며, 중국·유럽·중동 등 해외 전략적 지역으로 꾸준히 진출하고 있습니다. 여러분도 한화케미칼의 가족이 되어 함께 Global Leader로 함께 성장해가는 날이 오기를 기대해봅니다.



# 선배를 통해 미리 본 기업 interview

인터뷰 • 나노연구센터 박혜란 연구원



## 01. 자기소개 (과, 전공)

2012년 2월 무기재료를 전공으로 첨단재료과학부를 졸업한 박혜란입니다. 이제는 한화케미칼 중앙연구구소 신입사원 박혜란으로 소개해야겠네요.^^ 첨단재료과학부는 제가 입학할 당시 새로 생긴 학과라 당시에는 학생이 많이는 없었지만 지금은 학생이 많이 늘어난 것으로 알고 있습니다. 석사기간 동안 주로 Metal Organic Framework(금속-유기 다공성 물질)을 다루는 실험을 했습니다.

## 02. 현재 근무하고 계신 회사 및 근무부서는?

2012년 7월에 입사하여 현재 한화케미칼 중앙연구구소 나노연구센터의 막내 연구원으로 일하고 있습니다. 제가 있는 부서는 크게 CNT, 조영제, 수소 저장 물질 개발 등 차세대 신사업 과제를 발굴하고 고부가가치를 창출하기 위한 연구를 진행하고 있습니다. 이 중 저는 석사때

의 전공을 바탕으로 수소흡착 실험 연구에 참여하고 있습니다 기존에 있는 기술이 아닌 새로운 기술을 개발하고 새로운 길을 개척해 나가는 일이라는데 있어 큰 자부심과 성취감을 느끼며 연구에 임하고 있습니다.

## 03. 회사 지원동기?

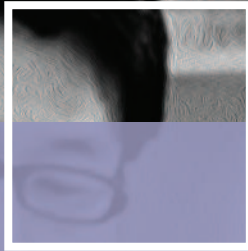
POSTECH에 있는 동안 몇 번의 recruiting에 참석하며 '한화케미칼'이라는 회사를 알게 되었고, 이 회사가 주사업인 석유 화학 산업 뿐 아니라 미래를 위한 신사업 분야에 적극적인 투자를 하는 회사라는 것을 알게 되었습니다. 회사가 새로운 분야에 대한 강력한 지원을 한다는 것은 연구원으로 근무하기에 큰 매력이라 생각하기 때문에 한화케미칼에 대한 관심이 커지게 되었습니다. 게다가 때마침 지인으로부터 회사에서 제 전공을 바탕으로 한 연구를 진행하고 있다는 소식을 듣게 되어 최종적으로 지원을 결심하게 되었습니다.

## 04. 입사 전/후의 회사의 이미지 차이는?

입사 전, 한화 그룹에 대한 이미지는 남자가 다수를 이루는 군대기업문화라는 곳으로 인지 되었습니다. 하지만 입사 후 지금까지 단 한번도 제가 걱정했던 분위기를 경험해보지 못했습니다. 연구소이다 보니 여성의 비율이 상당히 높은 편이며 여성들의 지속적인 업무를 권장하기 위하여 다양한 여성 복지제도가 실행 되고 있습니다.

## 05. 어떤 일을 하시나요?

석사 기간 동안 다루었던 다공성 물질을 바탕으로 수소기체를 저장하는 물질 개발에 참여하고 있으며 동시에 촉매에 대한 일을 배우며 관련 지식을 쌓고 있습니다. 처음 접하는 분야라 처음에는 조금 힘들었지만 지금은 오히려 한 분야에만 국한되지 않고 새로운 분야를 동시에 배워 나갈 수 있는 기회를 얻은 것 같아 좋은 경험이 될 것이라고 생각합니다.



## GLOBAL CHEMICAL LEADER HANWHA

**녹색 화학산업 구현과 더불어 사는 세상 만들기.  
지속가능한 내일을 위한 한화케미칼의 약속입니다.**

한화케미칼은 사업장 주변 환경보전 및 적극적인 온실가스 감축, 친환경 제품 개발 등을 통해 다음 세대를 위한 맑고 푸른 환경 조성에 앞장서고 있습니다. 또한 모든 임직원이 참여하는 사회공헌 활동과 신뢰에 기반한 상생 협력관계 구축, 적법하고 투명한 경영을 추진하며 지속 가능한 발전을 위한 경쟁력을 키워 나가고 있습니다.

## 06. 입사 후 가장 좋았던 점?

무엇보다도 매달 꼬박꼬박 들어오는 월급과 제때 하는 퇴근입니다. 시간적으로나 금전적으로나 학생 신분일 때 보다 여유롭다 보니, 여행이나 각종 모임, 취미생활 등을 할 수 있어 무척 즐겁습니다. 저의 경우는 여행 다니는 것을 좋아해 샌드위치 휴가를 이용해 몇 번의 짧은 여행을 다녀왔습니다. 전라도, 경상도, 서울 다양하게 다녀왔네요.^^ 뿐만 아니라 벌써 올 여름 휴가계획을 다 잡아 두었습니다. 동료들의 경우, 취미생활로 악기나 그림을 배우거나 수영, 댄스 등을 시작해 즐겁게 퇴근 후 시간을 즐기고 있습니다.

## 07. 입사 후 가장 기억에 남는 일?

지난 추석 때 난생 처음으로 부모님께 용돈을 드렸습니다. 큰 금액을 담은 것은 아니었지만 하안봉투에 담아 부모님의 두 손에 직접 전해 드렸습니다. 드리는 저도, 받으신 부모님도 말 못할 감동을 느꼈던 일이 있습니다.

## 08. 업무를 하면서 보람을 느낄 때?

아직 신입사원이라 업무상의 보람이라는 것이 '하는 일마다 잘 되어서 승승장구하는 것'의 단계는 아닌 것 같습니다. 입사 당시에 멀게만 느껴졌던 사람들과 하나 둘 점점 가까워지고, 전혀 알아 듣지 못했던 회의 내용이 조금씩 들리기 시작하고, 하고 있는 일의 흐름을 이해하

기 시작하는 것이 현재 신입사원으로서 업무와 관련한 보람을 느끼는 일 인 것 같습니다.

## 09. 회사에서 회식이란? 회식분위기, 회사 만의 기업문화 등등...)

처음에 회사에 들어오고 회식이라는 것이 참 두려웠습니다. 술을 못 하기 때문에 술을 권하면 '어떡하지?'. '강제로 마시라고 하면 어떡하지?'. '실수 하면 어찌지?' 등 여러 가지 고민을 했었습니다. 하지만 우려와는 달리, 강제로 권하시는 분도 없으셨고, 회식 분위기도 밝았습니다. 요즘은 술에 대한 두려움 없이 이런 저런 고민을 털어놓거나 가벼운 이야기를 하며 즐겁게 회식에 참여 하고 있습니다.

## 10. 회사의 자랑거리

연중 언제라도 사용할 수 있는 2주간의 Refresh 휴가는 한화케미칼의 큰 자랑거리 중 하나입니다. 여행을 좋아하는 저에게는 정말 최고의 제도입니다. 눈치보지 않고 Refresh 휴가를 이용하여 2주라는 긴 시간동안 해외여행을 갈 수도 있습니다. 다른 회사에 다니는 친구들이 가장 부러워하는 제도이기도 합니다. 또한 저희 회사는 직급이 없이 모두가 '연구원'이라는 호칭을 사용합니다. 그러다 보니 직급을 부르던 때 보다 상사와의 거리가 소통이 훨씬 원활합니다. 처음에는 부르는 사람도 불리는 사람도 어색했지만, 지금은 훨씬 자연스러워 지고 소통에 큰 도움

이 되고 있습니다.

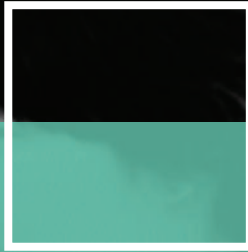
## 11. 10년 후 나의 모습은?

10년 후에는 한 아이의 엄마로서, 동시에 열정적인 연구원으로서 가정에서는 따뜻한 엄마, 일터에서는 동료들과 활발히 소통하며 제 분야에서 인정받는 열정적인 연구원이 되어 있으면 합니다. 매년 가족과 함께 Refresh 휴가를 활용하여 해외 여행을 다니면서요.^^

## 12. 관심 갖고 있는 후배들에게 하고 싶은 이야기?

사람마다 회사를 선택하는데 있어 중요시 여기는 것이 다릅니다. 새로운 곳에서 새로운 삶을 시작하기 위해서 회사의 연봉, 근무지역, 근무환경, 규모 등 다양한 요소들을 고려하는 것은 당연합니다. 하지만 모든 요소들을 만족시키고자 하는 것은 불가능 합니다. 본인에게 있어서 가장 중요한 요소를 먼저 정한 후 회사를 선택하세요. 몇 가지는 포기할 준비가 되어 있어야 합니다. 제게 있어 입사 전 한화케미칼은 특히나 근무환경, 복지 측면을 충족시켜주는 회사였습니다. 입사 후 가장 먼저 느꼈던 장점이기도 하죠. 하지만 입사 후, 다행히도 연봉 측면에서도 만족하며 지내고 있습니다.^^ 아직 반년 밖에 겪어보지 않았지만, 한화케미칼을 선택한 것에 대한 후회는 없습니다





## OPEN AND ABOVEBOARD MANAGEMENT HANWHA

공명정대한 기업문화 형성을 위하여  
한화케미칼은 공정거래를 준수할 것을 다짐합니다.

한화케미칼은 소비자의 권익 보호와 한국 경제의 균형적 발전을 위하여  
담합 및 불공정 거래 행위 등의 금지 조항을 위반하지 않도록 하는 내용  
의 공정거래 자율준수 프로그램을 2003년 도입하여 운영하고 있습니다.





인터뷰 • 연구기획팀 김보경 연구원

### 01. 자기소개 (과, 전공)

안녕하세요. 저는 생명과학과 04학번으로 입학하여 기계공학/생명과학을 복수전공 한 후 2008년에 졸업했습니다. 대학원은 포항을 잠깐 떠나 다른 곳에서 의료 공학을 전공했습니다.

### 02. 현재 근무하고 계신 회사 및 근무부서는?

제가 근무하는 한화케미칼은 석유화학을 기반으로 발전하여 최근 바이오시밀러, 태양광 발전 등 적극적으로 신사업 확장을 하고 있는 회사입니다. 저는 현재 대전에 위치하고 있는 한화케미칼 중앙연구소 연구기획팀에서 근무하고 있습니다.

### 03. 회사 자원동기?

저는 대학원 시절 알츠하이머의 발병원인인 Tau 단백질에 대해서 연구했습니다. 연구 자체는 충분히 재미있었고, 운 좋게도 랩 지도교수님도 매우 인자한 분이셨지만 언제쯤 저의 연구결과가 상용화되어 환자가 혜택을 받을 수 있을까 하는 회의감이 종종 들었습니다. 그러다 사회에 나가서 R&D를 시장 경제에서 직접 실현할 수 있는 일을 하고 싶다는 생각이 들었고, 박사 진학 대신 회사에 지원하게 되었습니다. 제가 현재 속해 있는 한화케미칼은 석유화학을 기반으로 발전해 왔으나, 최근 바이오시밀러나 태양광 전지 등 다양한 신사업에 적극적으로 투자하고 있는 회사입니다. 도전 정신을 가지고 다양한 분야를 배우며 새로운 시장을 개척해 나가는

곳이라는 것에 대해 매력을 느꼈습니다.

### 04. 입사 전/후의 회사의 이미지 차이는?

입사 전에는 바이오나 솔라 관련 기사를 많이 보아 왔지만, 입사 후에는 회사가 석유 화학을 기반을 발전하여 유화 분야에 큰 강점을 둔 회사라는 것을 알게 되었습니다.

### 05. 어떤 일을 하시나요?

제가 소속된 곳은 연구기획팀으로 연구소의 연구 과제 관리, 신규 연구과제 제안, R&D 수행체계 혁신 지원, Open Innovation 등의 업무를 담당하고 있습니다. LAB에서의 실험보다는, 미래에 어떤 기술이 유망하게 될 것이고, 또한 우리가 대비해야 할 것은 무엇인지에 대해 조사하고 연구하고 있습니다.

### 06. 회사에서 회식이란? 회식분위기, 회사 만의 기업문화 등등...

회식 분위기는 회사의 분위기보다는 팀의 분위기에 따라 크게 달라진다고 생각합니다. 제가 속해 있는 팀은 음주를 권하는 분위기가 아니고, 화기애애하며 서로 취향이나 의견을 존중하기 때문에 회식 때 스파게티나 브런치를 먹기도 합니다.

### 07. 회사의 자랑거리

한화케미칼은 우수한 연구원들을 대상으로 박사과정을 지원해주거나, 해외 MBA까지 지원해주는 프로그램을 가지고 있습니다. 또한 타 기업보다 휴가 제

도가 잘 갖추어져 있어 원하는 때에 휴가를 쓸 수 있어 1~2주 동안 여행을 다녀오기 좋은 점도 큰 자랑거리입니다. 또한 연구소는 넓은 잔디밭과 호수 등 아름다운 조경시설을 갖추고 있을 뿐만 아니라, 연구원들이 초기에 정착할 수 있도록 5년간 무상으로 아파트 및 원룸 등을 제공해 주고 있습니다. 또한 한화케미칼은 다양한 사회 공헌 활동을 하며 지역 사회의 발전을 위해서 노력하는 사회적 기업으로서의 입지를 높이고 있습니다.

### 08. 관심 갖고 있는 후배들에게 하고 싶은 이야기?

이 글을 읽는 사람 중에 저의 선배나 친구들도 꽤 많을 것 같아 이야기를 적기가 조금 조심스럽습니다. 어쩌면 대학원 과정을 수행하고 있다는 것만으로도 여러분은 지금 충분히 칭찬받아야 하는 사람들이라고 생각합니다. 실험 결과가 잘 되면 기쁘다가도, 또 잘 되지 않으면 내가 세운 가설이 틀린 것은 아닌가 막연한 두려움이 생기기도 하는 과정이 일주일에도 몇 번씩 반복되는 시간들. 남들은 안정된 진로를 찾아가는 것 같은데 스스로는 대학원 과정 후 어떤 길로 가야 할지 알 수 없는 막연한 불안감. 모든 것들이 힘드셨지만, 정답은 없는 일이며, 지금 충분히 잘 하고 계실 것이라 믿습니다. 다만 연구에 집중하시면서도 사회나 경제가 돌아가는 실정, 지금 국내외에서 일어나고 있는 사건들에도 지속적으로 관심을 기울이신다면, 앞으로의 미래를 설계하시는데 많은 도움이 되지 않을까 합니다.

## 글로벌 솔루션 파트너

# LG화학

LG화학은 1947년 설립 이래 끊임없는 혁신과 연구개발 활동으로 한국의 화학산업을 이끌어온 대한민국 대표 화학기업이다. 1947년 락히화학공업사로 출범한 이래 50년대 플라스틱가공사업, 70년대 석유화학사업에 이어 90년대에는 LCD용 편광판 등 정보전자소재사업과 2차전지 사업을 미래성장동력으로 성공적으로 육성하면서 국내 화학산업이 나아갈 방향을 제시해왔다. 특히, 그 동안의 혁신과 변화 속에서도 창사이래 지난 60여년 동안 꾸준히 흑자경영을 유지하는 등 수익동반의 성장체계를 구축했다.

LG화학은 지난 2001년 기업 분할과 함께 석유화학, 산업재, 정보전자소재 3개 사업부문 중심의 사업구조로 새롭게 출발했다. 이후 2006년 LG대산유화, 2007년 LG석유화학 합병을 통해 석유화학분야의 수직계열화를 통해 사업역량을 강화했으며, 전문 사업분야로의 선택과 집중을 통한 지속적인 성과 창출을 위해 2009년 4월 1일부로 건축장식재 사업을 영위하는 산업재 사업을 분할했다. 또한 올해는 조직개편을 통해 전지사업본부를 신설, 석유화학사업본부, 정보전자사업본부와 함께 3대 사업본부 체계를 구축해 핵심 사업중심으로 사업구조를 더욱 고도화하고 책임경영 체제를 강화하며 세계적인 기업으로 성장해 나가고 있다. LG화학은 2006년부터 전략 실행 속도와 조직문화 변화 속도를 두 배로 해 비전을 성공적으로 달성하자는 'Speed 경영'을 본격적으로 추진해 오고 있다. 이를 통해 지난 2009년 사상 최대 경영실적을 기록하였으며 창사이래 처음으로 영업이익 2조원 클럽에 가입하는 등 눈부신 성장을 거듭하고 있다.

현재 LG화학은 미래 신성장동력으로서 그린 에너지 및 디스플레이 소재 분야를 집중 육성하고 있으며, 가시적인 성과를 창출하고 있다. 특히, LG화학은 미래형 무공해 그린카를 주도 할 전기자동차용 배터리 분야에서 두각을 나타내고 있다. 현대기아차 등 국내 업체를 시작으로 미국의 GM, Ford, 유럽의 Volvo, 중국의 장안기차 등 글로벌 메이저 완성차 업체들과 전기차용 리튬이온 배터리 공급계약을 체결하며 세계 최고의 기술력을 인정받고 있다.

더욱이 2010년 7월 미국 미시건주 플랜트에서 열린 LG화학 전기자동차용 배터리 공장 기공식에 이례적으로 버락 오바마 미국 대통령이 참석하였으며, 이는 LG화학의 2차전지 사업이 전세계인의 주목을 받고 있다는 사실을 입증하는 계기가 되었다. 또한, LG화학은 최근 LCD 유리기판 사업에도 진출을 시작하였으며 그 동안 축적된 디스플레이 소재 분야의 사업경험과 기술력을 바탕으로 영역을 더욱 확장해 나갈 계획이다.

**We move fast to identify  
and resolve today's challenges  
like no other companies**



## LG화학 대전 기술연구원 소개

### R&D를 통한 화학산업 혁신의 중심

LG화학 기술연구원은 신기술의 흐름을 선도적으로 주도하여 미래의 꿈을 실현시켜 나가는 대덕연구단지 최대의 민간 기업 연구소이다. 1979년 대덕연구단지에서 연구소를 건립하여 연구개발을 시작한 이후 오늘날 첨단 정보전자소재 및 그린 에너지 분야까지 국내 화학산업 연구개발의 큰 줄기를 형성해 왔다. 이러한 연구개발 활동을 통하여 LG화학 기술연구원은 세계 첨단기술 분야의 사업화를 실현함으로써 민간기업 연구소의 성공적 사례를 제시하였으며, 첨단 산업분야에 필요한 핵심소재 개발, 신 물질 기술수출 등을 통하여 기술의 한계성을 극복하는 동시에 국가 경쟁력 제고 및 국가경제 발전에 크게 기여해 왔다.

#### ■ 주요 연구개발 성과

##### 1. 정보전자소재 분야의 부품/산업경쟁력 강화

LG화학은 석유화학을 주력으로 성장해 온 화학회사이지만, 1990년대 중반 새로운 성장엔진으로 정보전자소재 사업을 기획, 연구개발 및 사업화의 Master Plan을 수립하여 정보전자소재연구소 및 배터리연구소를 신설하였다. 일본 기업이 전 세계 시장을 장악하고 있던 LCD용 편광판, 2차 전지 등 주요 IT 제품의 독자 개발에 성공하였으며, 이를 통해 우리나라의 디스플레이, 휴대폰 등 IT 제품의 성능 향상과 함께 원가 경쟁력 강화에 크게 기여하고 있다.

특히, 2000년에는 소형 IT 기기용 전지 사업이 초기 단계임에도 불구하고, 미래의 급속한 성장이 기대되는 하이브리드 자동차용 중대형 전지 개발을 과감히 시작하여, 미국 자동차 Big 3 업체 및 현대자동차와 공동으로 제품 개발을 추진하였다. 이 결과 하이브리드 자동차용 리튬이온

폴리머전지 시스템 기술을 개발하여 2009년 7월 세계 최초로 양산 자동차(현대자동차 아반테 LPI 하이브리드)에 적용하였으며, 2010년 12월 출시된 GM의 E-REV(Extended-Range Electric Vehicle)인 Volt에 LG화학의 리튬이온폴리머전지 시스템이 적용되었다. 이외에 Ford, 르노 등 다수의 업체와 개발 및 공급계약을 체결하여 하이브리드 및 전기자동차용 중대형 전지 분야에서 최고의 기술력을 인정받고 있다. 또한 최근 3D TV에 사용되는 FPR(Film Patterned Retarder)를 세계 최초로 개발하여 편광안경 방식의 3D TV시장을 창출하는데 결정적인 기여를 한 바 있다. 이처럼 LG화학은 자동차용 중대형전지, 3D FPR 등을 필두로 하여 First Mover 산업을 만들어 가는데 역량을 집중하고 있다.



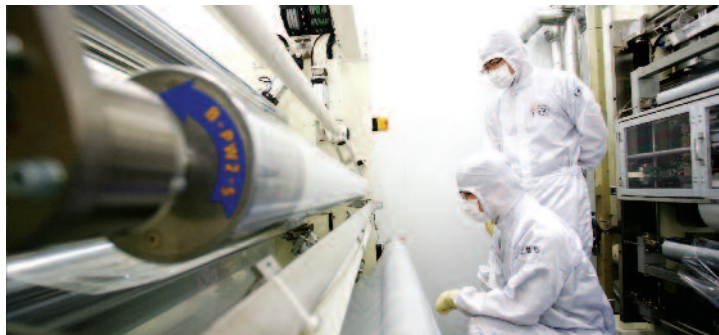
## 2. 석유화학 분야, 독자기술로 신공정 개발 및 환경친화형 제품 개발

LG화학은 석유화학분야에서 신 촉매, 신 공정 개발을 통해 주력 제품의 가격 및 품질 경쟁력을 높이고, 지속적으로 프리미엄 제품을 출시하고 있다. 폴리올레핀 분야에서 고분자의 분자구조, 분자량 분포 및 밀도를 정밀하게 제어할 수 있는 메탈로센 촉매를 독자 개발하여 2007년 급수관용 폴리에틸렌 제품, 2008년 폴리올레핀계 탄성중합체, 2009년 메탈로센 선형저밀도 폴리에틸렌 수지 등 기존 범용 폴리올레핀 제품이 구현할 수 없는 물성을 만족하는 제품을 순차적으로 개발, 출시하였다. 또한 IT 기반의 시뮬레이션 기능을 개발하여 핵심 기술로 집중 육성하고 있으며, 이를 바탕으로 공정 최적화를 통한 생산량 증대, 에너지 저감을 통한 원가 경쟁력 향상 및 새로운 공정의 개발 등에 적용하여 LG화학 제품의 경쟁력을 한층 업그레이드 시키고 있다.

### ■ 최고 수준의 infra 및 초일류 인재의 산실

LG화학은 지속적인 혁신을 위해 세계 최고 수준의 연구기관인 미국의 메릴랜드대학교, 러시아 모스크바 대학교 등에 위성연구소를 설립하여 현지 연구기관의 연구원들과 유망 신기술 확보를 위한 공동연구를 진행하고 있으며, 2011년 1월부터는 일본연구소를 설립하여 일본 내 infra를 활용한 미래 신사업 분야에서의 연구개발과 기술정보 및 인적/기술적 resource 확보 창구로 활용하고 있다. 또한, 기술발전이 매우 빠른 디스플레이 및 반도체 소재 분야의 핵심재료 개발 및 평가를 위해 2004년 400평 규모의 FAB을 완공하여 운영하고 있다.

LG화학은 현재 약 2000명의 우수한 연구진을 확보하고 있으며, 이 중 박사 구성비는 전체 연구 인력의 20% 수준이다. LG화학은 우수인력이 자신의 능력을 최대한 발휘하며 연구할 수 있는 창의적이고 역동적인 연구문화, 자율적인 연구풍토 혁신에 집중함으로써 세계 최고의 전문가로 육성될 수 있도록 지속적으로 노력하고 있다.





## LG화학 글로벌 위상 (외부 평가)

### ■ 2010년 ICIS발표 '최고 화학 기업' 선정

- 2010년 9월 27일 세계적 권위의 화학산업 전문 조사기관인 ICIS(Independent Commodity Information Services)에서 발표한 'Company of the Year'에 선정
- ICIS는 매년 전년도 매출액을 기준으로 글로벌 100대 화학기업을 선정해 발표하고 있으며, 이 중 혁신적인 성과를 거둔 한 개 기업을 'Company of the Year'로 선정
- 'Company of the Year'는 지난 2008년부터 선정을 시작했으며, 첫해에는 미국 농화학기업 모자익(Mosaic)이 2009년에는 독일의 화학기업 랑세스(LANXESS)가 선정되었으며, 2010년 LG화학이 아시아 기업으로는 최초로 선정
- ICIS는, LG화학은 세계적인 경제 위기 속에서도 '08년 대비 '09년에 매출은 8.3%, 영업이익은 45%, 순이익은 50%나 증가하며 다른 글로벌 화학기업과 비교해 탁월한 재무 성과를 거둔 것은 물론, 전기차 배터리 등 신사업 분야에서도 눈부신 성장을 이뤄낸 것이 이번 선정의 배경이라고 밝힘

\* ICIS (Independent Commodity Information Services) 회사 개요 : 런던에 본사를 두고 있는 세계적인 정유, 화학산업 분야 전문 조사기관으로 1980년에 설립되어 현재 런던을 비롯해 뉴욕, 싱가포르, 모스크바 등 세계 각지에 지사를 두고 정유, 화학산업 분야 시장정보를 수집해 고객들에게 제공하고 있음.

〈참고〉 전기차 배터리 톱 10

순위	기업명
1위	LG화학
2위	존슨컨트롤
3위	GS유아사
4위	ASEC
5위	A123
6위	파나소닉그룹
7위	SB리모티브
8위	히타치자동차에너지
9위	BYD
10위	일렉트로바야

### ■ 2012년 미 파이크리서치 '세계 최고 전기차 배터리 기업' 선정

- LG화학은 2012년초 미국 시장 조사 업체 파이크리서치 평가에서 최고 전기차 배터리 기업으로 선정
- 미국 파이크 리서치는 세계 전기차 배터리 기업 상위 10곳 비전·시장전략·파트너·로드맵·시장점유율 등을 종합 평가한 결과 LG화학이 1위를 차지했다고 밝힘
- 2위는 존슨컨트롤(미국)이 뽑혔으며 GS유아사(일본), AESC(일본), A123(미국)이 그 뒤를 이었으며, 삼성SDI와 보쉬의 합작사였던 SB리모티브(현재는 합작 청산)는 7위에 랭크됨
- 파이크리서치는 LG화학이 하이브리드와 플러그인 자동차 분야에서 가장 앞서 있는 제조사들을 고객사로 확보하고 있는 점을 높게 평가했으며, 다양한 고객층에 힘입어 'LG화학이 세계 전기차 배터리 시장에서 가장 많은 시장 점유율을 확보하게 될 것'이라고 전망

\* 파이크리서치 발표 자료

## LG화학 글로벌 위상

(사업적인 측면)

고객 기대 뛰어 넘는  
가치 제공 통해  
글로벌 시장 선도

### LG화학, 카자흐스탄 대규모 석유화학 생산기지 건설 계약시 글로벌 경영능력 인정 받으며 이례적으로 실질적인 경영권 확보

- LG화학은 카자흐스탄에 아티라우(Atyrau) 석유화학 경제특구에 UCC社(카자흐스탄 국영 석유화학 회사), SAT社(카자흐스탄 사기업)와 함께 42억불을 투자하여 연간 폴리에틸렌 80만 톤을 생산하는 석유화학 생산기지 건설을 추진하고 있음.
- 이 공장은 카자흐스탄의 풍부한 천연가스에서 추출한 저가의 에탄가스를 원료로 활용함으로써 중동산 저가 석유화학 제품 공세에 대응할 수 있는 경쟁력을 확보하는데 크게 기여할 것으로 기대되고 있으며, 2016년부터 본격적인 상업 생산을 시작할 계획임.
- 특히, 2011년 합작 계약 당시 LG화학은 공장 건설과 운영 및 제품의 판매 등 경영 전반을 책임지며 실질적인 경영권을 가지게 되는 좋은 조건으로 계약을 맺었음.
- 자원을 보유한 나라가 해당 국영기업이 아닌 외국기업에게 경영권을 위임하는 것은 매우 이례적인 일이나, 카자흐스탄 정부는 LG화학의 석유화학 공장 건설 및 운영 경험과 전세계적으로 확보하고 있는 판매망 등 글로벌 마케팅 능력을 높게 평가해 이 같은 결정을 내린 것으로 알려졌다.

이는 LG화학이 그간 고객의 기대를 뛰어넘는 가치 제공을 위해 꾸준히 우수한 품질과 경쟁력을 갖춘 제품을 개발하는 것과 함께, 단순 판매에만 그치지 않고 고객의 성장을 위해 다양한 문제를 함께 해결하는 솔루션파트너로서의 역할을 통해 세계 유수의 고객사들로부터 좋은 평가를 받고 있는 것에 대한 인정을 받은 것이다.

이번 합작은 한국 - 카자흐 정상간 자원외교가 결실을 맺는 대표적인 성공 사례로 LG화학이 에탄 가스를 활용한 세계적 규모의 석유화학 사업을 주도적으로 운영함으로써 우리나라 석유화학 산업 경쟁력을 한 단계 높이는 계기가 될 것으로 기대되고 있다.

We help with early preparation  
for your future  
like no other companies



### LG화학, 전기차 배터리 글로벌 1위로 '우뚛'

- LG화학은 미래 신성장동력으로 집중 육성하고 있는 전기자동차용 배터리 분야에서 세계 1위의 위상을 더욱 공고히 하고 있음.
- 2011년 4월에 충북 오창에 세계 최대 규모의 배터리 공장을 준공해 안정적인 양산체제를 구축했으며, 현재 연간 전기차 20만대에 배터리를 공급할 수 있는 생산능력을 갖추고 있음.
- LG화학은 지금까지 GM, 포드, 르노, 현대기아차 등 10개 이상의 글로벌 메이저 자동차 회사를 고객사로 확보, 안정적인 물량을 바탕으로 시장을 선도해 나가고 있음.

이는 LG화학 전기차 배터리의 우수성 때문으로 화학회사로서 소재내재화를 통한 원가경쟁력과 함께 분리막의 표면을 세라믹 소재로 얇게 코팅해 안전성과 성능을 대폭 향상시킨 LG화학만의 특허 받은 안전성 강화 분리막(SRS-Safety Reinforced Separator) 내부 공간활용을 극대화해 최고의 에너지 밀도를 구현할 수 있도록 하는 'Stack & Folding' 제조 기술 차량 디자인에 맞춰 적용이 용이하며 안정성이 높고 수명이 긴 '파우치(pouch) 타입' 등 경쟁사 대비 우수한 제품 신뢰성과 성능을 갖추고 있어 고객사들로부터 호평을 받으며 지속적으로 주문량이 늘고 있으며, LG화학은 향후에도 주행거리는 대폭 늘리고, 원가는 획기적으로 줄이는 차세대 전기차 배터리 개발 등을 통해 시장 지위를 더욱 공고히 해나갈 방침이다.



## LG화학 인터뷰

LG chem, Ltd Battery  
R&D AMD project

유정우 과장

Q

### 현재 근무하고 계신 회사 및 근무부서는 ?

안녕하세요, 저는 포항공과대학교 02학번 유정우입니다. 현재 LG화학의 배터리 연구소에서 근무하고 있습니다.

Q

### 회사 지원동기?

재료공학과 화학공학을 전공으로 했었기에 화학 업체 그 중에서도 개인적으로 관심이 높은 에너지와 관련성이 높은 회사를 찾아보게 되었습니다. LG화학은 국내에서 가장 큰 석유화학 업체인 동시에 세계적으로 위상이 높은 회사이고, 특히 석유화학분야, 정보전자소재분야, 배터리분야 등 현재와 미래를 아우르는 사업군을 갖추고 있어 앞으로도 높은 성장 가능성을 가지고 있기에 지원하게 되었습니다.

Q

### 입사 전/후의 회사의 이미지 차이는?

입사 전/후의 회사의 이미지 차이는 특별히 없는 편입니다. 개인적인 느낌입니다만, 특별히 채용을 위하여 거짓된 이미지를 만들어 내는 일은 하지 않고 있는 것으로 생각됩니다. 도리어 회사는 어렵듯이 생각했던 것보다 직원들이 어떻게 하면 더 역량을 발휘하는 일을 할 수 있는지를, 개개인들이 보다 큰 능력발휘를 통하여 회사 전체의 경쟁력을 향상시킬 수 있는지를 철저하게 고민하고 있다는 것을 알게 되었습니다.

Q

### 어떤 일을 하시나요?

저는 배터리 연구소에서 차세대 전지를 개발하고 있습니다. 최근에 IT 관련 mobile 기기는 물론 전기자동차에 이르기까지 오래가고 안정성이 높은 전지에 대한 요구가 점점 커져가는 중입니다. 이를 달성하기 위해 새로운 소재 개발은 물론 이를 적절하게 사용하기 위한 전극 및 전지 구성 요소에 대한 개발을 동시에 진행하고 있습니다.

Q

### 입사후 가장좋았던 점?

입사 후 가장 좋았던 점으로는 역시 담당하고 있는 연구 결과가 좋아지는 결과를 보일 때입니다. 연구결과에 일희일비하는 것은 바람직하다고 볼 수는 없지만 조금 씩이나마 앞으로 나아가는 결과들이 나왔을 때 그 일을 지속적으로 할 수 있는 힘을 얻는 것 같습니다.



Q

**입사후 가장 기억에 남는일?**

하고 있는 일이 향후 회사의 정책의 방향을 정하는데 중요한 판단요소가 된 상황이 되면서 관련 자료를 모으고 보고 자료를 작성하여 팀장님과 함께 사장님께 보고드렸던 일이 가장 기억에 남습니다. 이를 이용한 적절한 의사 결정을 통하여 앞으로의 연구 및 제품 개발 방향을 정하고, 저 역시 보다 적극적으로 해당 일에 포함되면서 새롭게 자극을 받을 수 있는 계기가 되었습니다.

Q

**업무를 하면서 보람을 느낄 때?**

회사의 R&D 직종에서의 보람은 신속한 판단을 필요로 하는 제품 개발 단계에 있어서 기초적인 연구결과에서 오는 통찰력을 바탕으로 현실적인 제안 및 조언을 해주는 것, 깊은 이해를 바탕으로 한 신제품 개발을 이끌어내는 것이 가장 클 것 같습니다. 아직은 이러한 큰 보람을 느끼진 못하지만 앞으로 이러한 경험을 목표로 일하고자 합니다.

Q

**회사에서 회식이란? (회식분위기, 회사만의 기업 문화 등등...)**

보통 회사에서의 회식을 억지로 참여해야만 하는 술자리로 치부하기 마련입니다만, 제가 개인적으로 회사에서 느낀 것은 회사도 다 우리 같은 사람들이 지내는 곳이라는 것입니다. 즐거운 일 있으면 같이 나누기도 하고, 어려운 일 있으면 같이 위로도 해주고, 우리가 보통 가지는 모임과 별다를 바 없다고 생각합니다. 한 가지 다르다면 자신과 연배도 다르고 회사 내 직위도 다르기 때문에 여기서 오는 불편함이 있을 것입니다만, 이런 점은 굳이 회사 뿐만이 아니라 사회 어디가서도 느낄 수 있는 것이라고 생각합니다. 회사라고 굳이 어려워하기 보다는 나와 다른 사람들과 즐겁게 지내는 자신만의 방법을 찾도록 노력하는게 좋을 것 같네요.

Q

**10년후 나의 모습은?**

연구개발을 바탕으로 실질적인 제품 개발에 직접적인 도움을 주고, 연구 매니징을 통해 새롭고 흥미로운 결과를 어떻게 하면 적용하여 참신하고 새로운 제품을 만들어 낼 수 있을지 고민하고, 이를 여러 사람들과 같이 실행에 옮기는 것, 10년 후 이러한 일들을 행하고 있었으면 합니다.

Q

**관심갖고있는 후배들에게 하고싶은 이야기?**

회사의 제품 개발이라고 기초적인 연구에 대한 지식이 불필요하지 않고, 또한 기초 연구라고 실질적인 제품에 응용되는 기술에 대한 이해가 불필요하지 않습니다. 현상에 대한 이해를 바탕으로 실질적인 제품을 구체화하고 현실화하는 작업에 개인적으로 흥미가 있고 끌리는 분이라면 주저하지 말고 회사의 연구소에서 근무해보는 것이 어떨까 생각합니다. 다양한 아이디어와 높은 실행력을 갖고 있는 후배분들이 많이 들어와서 개인의 역량도 심분 발휘하고 회사의 경쟁력도 강화하는 Win-Win 하는 사회생활을 하시기를 바랍니다.



IT Company  
Introduction

**NEXON**

# NEXON

## 기업 개요 (2013년 2월)

설립일: 1994년 12월

웹사이트: <http://company.nexon.com>

직원 수: 약 3,000여명(해외법인, 관계사 포함)

사업영역: 온라인/모바일/뉴플랫폼 게임 개발 및 서비스

상장여부: 도쿄증권거래소 1부 상장(넥슨 일본법인, 2011년 12월 14일)

모기업 및 관계사: NXC, 일본법인 넥슨(Nexon Co., Ltd./舊 넥슨재팬,

넥슨아메리카(Nexon America Inc.),

넥슨유럽(Nexon Europe S.à r.l), 네오플, 게임하이, 엔도어즈, JCE, NC Soft, 넥슨네트웍스 등

## 온라인 게임 선두 기업 넥슨

1994년 설립된 넥슨은 세계 최초의 그래픽 온라인 게임 '바람의나라'를 선보인 이래, 올해로 창립 19주년을 맞는 온라인 게임 선두 기업이다. 이 같은 성장은 게임성과 시장성을 겸비한 수준 높은 게임을 선보일 수 있는 탄탄한 개발력과 항상 '최초'를 추구하고 실현해 낸 넥슨의 크리에이티브, 그리고 공격적인 해외시장 확대 전략이 뒷받침되어 가능했다. 넥슨이 1999년 '퀴즈퀴즈(現 쿠플레이)'를 통해 세계 최초로 선보인 '게임 내 부분 유료화 모델(Micro Transaction Model)'은 기존 게임산업의 비즈니스 모델을 혁신적으로 바꾼 것으로 평가되며, 현재에는 온라인게임 뿐 아니라 콘솔, 모바일에 이르기까지 게임산업 전반에 걸쳐 널리 통용되고 있다. 넥슨의 대표작으로는 '메이플스토리', '카트라이더', '마비노기', '서든어택', '던전앤파이터', '마비노기영웅전', '사이퍼즈' 등이 있다.

넥슨은 국내 게임회사로서는 가장 먼저 해외 시장 발굴에 관심을 갖고 2002년 일본, 2005년 미국, 2007년 유럽에 해외법인을 설립하는 등 해외 시장 개척에 앞장서 왔다. 현재 넥슨은 일본, 중국, 대만 등 동아시아 3국을 비롯해 태국, 싱가포르 등 동남아시아와 미국, 캐나다 등 북미지역은 물론 유럽, 남미에 이르기까지 전 세계 100여개국에서 60여종이 넘는 게임들을 서비스하고 있으며, 총 13억 명이 넘는 사용자(등록 계정 수)를 확보하고 있다.

2011년 12월 넥슨 일본법인은 동경증권거래소 1부에 상장 하며 글로벌 기업으로서 세계 유명 게임 업체들과 어깨를 나란히 겨루는 경쟁력 있는 회사로 거듭나게 되었다. (참고: 2011년 일본법인 연결 실적 기준 876억엔, 한화 약 1조 2천억원) 2012년에는 다양한 신작을 선보이며, 우수한 개발력과 탄탄한 퍼블리싱 능력을 과시하며 업계 1위로서의 위상을 드러냈다. '메이플스토리', '서든어택', '던전앤파이터' 등 기존 게임들의 신규 콘텐츠 추가 등 지속적인 업데이트로 안정적인 성장을 도모하고, 개발 스튜디오와 퍼블리싱 등을 통한 핵심역량 강화로 한 단계 성장의 기반을 마련했다. 지난 해 지스타에는 최근 많은 인기를 끌고 있는 'FIFA 온라인 3'와 '마비노기2: 아레나', '워페이스', '카운터스트라이크 온라인 2', '프로야구2K' 등 전 세계 유수 개발사들의 노하우가 응집된 뛰어난 게임들을 선보이며 게이머들의 이목을 집중 시켰다.

2012년부터는 온라인게임 시장 주도는 물론 모바일 시장에 보다 능동적으로 대처하기 위해 다양한 전략을 펼치고 있다. 스마트폰게임 및 신규플랫폼 사업을 담당하고 있는 신사업본부를 신설, 넥슨 주요 IP를 활용한 모바일 게임 개발, 퍼블리싱, 투자를 활발히 진행하고 있다. 이와 함께 지난 해 일본법인을 통해 인블루(inBlue)와 글루프스(gloops) 등 우수한 모바일 게임 개발사를 인수하고, 올해 1월 디·엔·에이(DeNA)와 전략적 업무 제휴를 체결하였다. 뿐만 아니라 지난 2월 1일 모바일 게임 전문 개발사 네온스튜디오(NEON Studio)를 설립, 팀 별 개발 게임 매출의 15~20%를 인센티브로 지급하고 자유로운 게임 개발을 보장하는 등 창의적 모바일 게임 개발을 위한 토양으로 운영 할 예정이다.



INTERVIEW NEXON



## 어떤 일을 하고 계신가요?

저는 넥슨(Nexon)에서 카운터-스트라이크 온라인(Counter-Strike Online)이라는 게임을 개발하고 있습니다. 카운터-스트라이크 온라인은 밀리터리 FPS(First Person Shooting) 게임의 시작과 본보기라고 할 수 있는 카운터-스트라이크 1.6 버전을 부분 유료화 형태로 온라인화한 게임입니다. 현재 카운터-스트라이크 온라인은 대만 FPS 게임 1위, 중국 FPS 게임 2위의 기록적인 동시 접속자수를 유지하고 있고, 한국, 중국, 대만, 일본, 싱가포르, 말레이시아, 인도네시아, 태국 8개국에 활발히 진출/서비스 중입니다.

카운터-스트라이크 온라인은 밸브(Valve)의 폭파/인질구출 등의 기존 콘텐츠에 덧붙여 데스매치/팀데스매치/좀비1,2,3/좀비연합/좀비시나리오/휴먼시나리오/메탈아레나/건데스매치/좀비탈출/히든/챌린지/축구/팀데스매치아이템전/바주카전/배틀러쉬/좀비셴터 등의 다양한 모드를 추가, 개발하였고, 온라인 부분 유료화에 어울리는 다양한 무기/클래스/코스튬/강화/제조/퀘스트를 개발해, FPS 게임 시장에서의 최초와 선두 타이틀을 다양하게 기록하고 있습니다. 지금도, 해외 각국에서 좋은 성적을 거두기 위해 다양한 콘텐츠들을 개발하고 있고, 프로젝트에 포함된 팀원들과 함께 열정적으로 고군분투하고 있습니다.

## 게임회사에 지원하시게 된 동기가 어떻게 되시나요?

저는 게임을 즐기는(Play) 것도 좋아하지만, 게임을 개발(Develop)하는 것을 더 좋아합니다. 더 정확하게 말하자면, 프로그래밍(Programming)하는 것 자체를 게임을 하는 것만큼 좋아합니다. 무언가를 깊이 생각하고, 코드를 차근차근 짜나가면서 눈에 드러나는 결과를 확인하는 작업에 희열을 느낍니다. 더욱이 게임이라는 장르는 어플리케이션의 기능이나 성능과 같은 비인격적인 척도만으로 평가되는 것이 아니기에, 개발자의 개성과 창조성이 타 어플리케이션 개발보다 더욱 필요하고, 저는 이런식의 요구를 매우 즐기고 있습니다.

과거에 산업기능요원으로 병역특례를 하면서 게임이 아닌 어플리케이션을 개발한 경험이 있었는데, 이때 가졌던 불만은 프로그래밍 자체는 할만하지만, 나 개인의 개성이나 아이디어를 구현에 포함시킬 수 있는 부분이 극히 적었다는 점이었습니다. 결과물은 요구사항에 맞게만 개발되어야 했고, 단순히 기능을 충족하느냐 못하느냐 혹은 성능이 빠르냐 느리냐 정도만으로 결과가 결정되었습니다. 이런식의 개발에도 매력을 느끼는 사람이 있을 수 있겠지만, 저는 그것보다 더 인격적인 피드백이 가능한 결과물에 흥미를 느끼는 것 같습니다.

## 게임프로그래밍에 관심을 갖고 있는 후배들에게 하고 싶은 이야기를 들려주세요

개인적으로 게임 개발은 소프트웨어 개발의 꽃이라고 생각합니다. 게임 개발은 컴퓨터공학과에서 배우고 연구하는 대부분의 분야를 다루고 필요로 하기 때문입니다. 기본적으로 게임의 내용을 디스플레이하기 위해서 리얼타임 관련 컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics) 이론에 대한 깊은 이해가 필요하고, 유저와의 현실감있는 상호작용을 위해 인공지능(Artificial intelligence)에 대한 이해도 필요합니다. 또한, 온라인 게임과 같이 대규모 동시접속자를 빠르게 핸들링하기 위해서는 네트워킹

(Networking)과 멀티태스킹/병렬처리(Multitasking/Parallel Processing), 그리고 데이터베이스(Database) 등에 대한 지식도 꾸준히 공부해야 합니다. 그밖에도 경우에 따라, 스크립트 언어를 개발하기 위해, 컴파일러(Compiler) 이론이 필요할 때도 있고, 게임 데이터의 패치/업데이트/파일 핸들링을 위해 운영체제(Operating System) 시간에 배운 가상파일시스템(Virtual File System)을 구현해야 할 때도 있습니다. 덧붙여 이런 모든 영역이 유기적이고, 조화롭게 동작하게 하기 위해서는 소프트웨어 디자인(Software Design)과 소프트웨어 아키텍처(Software Architecture)에 대한 이해도 중요해서 컴퓨터공학과에서 배우고 연구하는 대부분의 분야가 게임에서도 중요한 역할을 하고 있다고 말할 수 있습니다. 그래서 저는 개인적으로 게임 개발이 컴퓨터공학과와의 집대성이면서 꽃이라고 평가하고 싶고, 컴퓨터공학도로서 이런식의 경험을 꿈꾸는 사람이라면, 게임을 개발해보라고 얘기해주고 싶습니다.

### 언제 보람을 느끼시나요?

이런 맥락에서 게임을 개발하면서 보람을 느꼈을 때는 프로젝트 팀이 열심히 준비한 콘텐츠가 시장에 나왔을 때, 좋은 반응을 얻고, 동시접속자 수치의 개선이 이루어졌을 때입니다. 한번 게임이 출시되고 나면, 아무래도 처음 게임이 나올때만큼의 뜨거운 반응을 다시 얻기힘드는데, 지속적이고 창조적인 업데이트로 유저들의 관심을 받고, 좋은 평가를 받게 되면 그간의 노력이 보상받는 듯한 기분이 들 정도로 보람을 느낍니다. 우리가 만든 게임을 우리가 즐겁게 플레이할때도 무척이나 기분이 좋습니다. 게임을 개발하면서, 출시직전에 정말 많은 테스트를 하게되는데, “이 부분은 이렇게 하면 더 재밌지 않을까?”, “이 부분은 임팩트가 있었으면 좋겠는데” 라고 하며 팀원들과 함께 토론하고 결과물을 개선해나가는 작업도 매력적입니다. 새로운 콘텐츠를 기획/구현할때는 프로그래머, 기획자, 디자이너의 구분없이 함께 콘텐츠의 재미요소에 대해 고민하고 참여합니다. 컴퓨터공학도로서 다양한 직군과 협업할 수 있는 점도 게임개발이 가진 독특한 매력중에 하나인 것 같습니다.

### 넥슨만의 독특한 분위기가 있다면 어떤 것들이 있을까요?

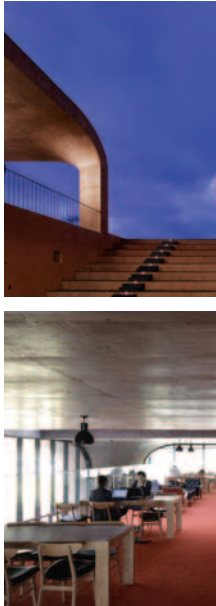
넥슨에 대한 제 개인적인 느낌은 ‘팀 혹은 프로젝트’간의 개성이 강하다는 점입니다. 프로젝트 단위로 분위기도 다르고, 방향성도 다르고, 사소하게는 조직 체계까지 다르기도 합니다. 팀원들은 프로젝트를 중심으로 강하게 응집되어 있고, 프로젝트 내의 하나의 목표를 향해서 자유롭지만 열정적이고 적극적으로 움직이고 있다고 생각합니다. 따라서, “넥슨의 회사 분위기는 어떤지? 획식은 많이 하는지? 출퇴근은 자유로운지? 야근은 많이 하는지?” 와 같은 질문은 넥슨에서 큰 의미가 없습니다. 대답은 “프로젝트마다 달라요.” 라고 답할 수밖에 없고, 실제로도 그렇습니다. 넥슨이라는 커다란 배 안에서 각각의 프로젝트는 유기적이면서도 경쟁적으로 자신들의 목표를 성취해나가고 있고, 동시에 자신들의 독특한 개성과 분위기를 역시 유지하고 있다고 답한다면 어느정도 제가 넥슨에서 받은 인상과 비슷할 것 같습니다.

## ENTERTAINMENT BUSINESS LEADER NEXON



사실, 넥슨 내의 다른 프로젝트에 몸담아본적이 없어서 다른 프로젝트에 평가할 수는 없겠지만, 제가 몸담고 있는 카운터-스트라이크 온라인 개발팀의 경우는 '대학 동아리'와 같은 분위기라고 말해도 무리가 없을 것 같습니다. 이런 평가는 우리 개발팀에 처음 오신분들이 공통적으로 느끼고 언급하신 부분인데, 그만큼 의견표출이 자유롭고 화기애애해서 활기찬 느낌을 받기 때문인 것 같습니다. 우리팀의 경우, 인격적 존중을 바탕으로 하나의 재밌는 목표를 향해 역동적으로 헌신하고, 상하관계보다는 수평적인 역할분담으로 업무에 임하는 자세를 지향하고 있습니다. 회사 일이기 때문에 주어진 업무를 어쩔수없이 한다기보다, 프로젝트의 성취가 자신의 성취인 것처럼 창조적인 아이디어와 지속적인 개선으로 팀전체의 공동목표를 달성하려고 분투하고 있습니다.

저는 제가 다시 대학 시절로 돌아가서 컴퓨터공학과 관련 진로를 결정할 수 있게 된다고 하더라도 결국에는 다시 게임을 개발하게 될 것 같습니다. '일'의 재미만을 놓고 보자면, 이와 비슷한 재미와 성취감을 줄 수 있는 '일'이 또 있을지 잘 모르겠습니다. 어떤 직업이 게임개발만큼 재미를 추구하고 재미에 의해 많은 것을 결정하게 할 수 있을까요? 상하구조보다는 수평적 역할분담으로 자유롭게 자신의 아이디어를 말하고, 실제 서비스에 적용할 수 있는 직업이 게임 개발 말고 얼마나 더 있을까요? 컴퓨터공학의 다양한 분야를 게임만큼 포괄하는 소프트웨어 개발이 또 있을까요? 게임만큼 프로그래머가 재미에 관여할 수 있는 영역이 있을까요? 자신이 만든 작품을 자신이 즐기게 되는 직업이 게임 개발 말고 더 있나요? 저는 제가 하고 있는 일 말고는 더 생각이 나지를 않습니다.

IT Company  
Introduction

DAUM

일과  
삶의 조화는 ,

## 사람을 꿈꾸게 하고 세상을 변화시킵니다.

다음커뮤니케이션([www.daum.net](http://www.daum.net), 대표: 최세훈)은 1995년 2월 '사람과 사람, 사람과 사회의 커뮤니케이션을 돕자'는 창업 이념 하에 설립되었다. 이 창립 이념은 '다음(Nex) 세상의 커뮤니케이션을 이끌어 나가는 회사', '다양한 소리(多音)에서 조화로운 화음을 만드는 회사'라는 사명에도 담겨 있다. 다음이 개발한 서비스에도 이 창립 이념은 고스란히 반영되어 있다. 1997년 대한민국 최초로 선보인 웹 기반 메일 서비스를 통해 인터넷에 모인 사람들은 정보와 지식을 나누고 마음과 삶을 나누며 즐거운 경험을 쌓기 시작했다. 이 후 1999년 카페, 2003년

미디어다음 등 무수한 정보 공유와 소통의 장으로 확대되며 더 큰 즐거움을 만들어 냈다.

2004년 다음은 창업 이념을 더 공고히 하고, 발전적으로 이어 나가기 위하여 '세상을 즐겁게 변화시키는 기업'이라는 미션을 정립했으며, 2009년 'Life On Daum'으로 비전을 세웠다. 'Life On Daum'은 PC, 모바일, 디지털뷰, 스마트 TV 등 다양한 디바이스에서 고객이 언제 어디서나 쉽게 다음의 서비스를 즐기며, 삶과 생활을 보다 가치 있게 바꾸고, 세상과 소통할 수 있도록 하겠다는 의미를 담고 있다.

다음은 미션과 비전을 바탕으로 이용자들에게 새로운 가치로 제공돼왔던 메일, 카페, 블로그 등은 물론이고, 검색, 지도, 모바일 등 다양한 서비스를 통해 가장 편리한 생활 정보를 제공하여 개개인의 삶과 생활이 다음 안에서 모두 윤택하고 풍요롭게 융합되도록 노력할 계획이다.

한편, 다음은 현재 제주 본사인 스페이스닷원에 350여명, 서울 한남오피스에 1,000여명의 직원들이 근무 중이며, 자회사로는 다음글로벌홀딩스, 다음서비스, 다음LMC, 픽스뷰, 인투모스, 핑거터치, 온네트 등이 있다.





## 사람과 사람, 사람과 사회의 커뮤니케이션을 돕자

### 다음 제주프로젝트 소개 및 연혁

다음의 제주 프로젝트는 인터넷이 가져온 새로운 경제 환경에 대한 검증, 기업의 급속한 성장에 대처할 수 있는 확장성 확보, 다음의 비전에 따른 창의성과 커뮤니케이션의 효율성을 극대화 할 수 있는 선진적인 비즈니스 환경 조성, 지방의 정보화 촉진 및 과학기술 진흥 등의 효과를 가져올 것으로 잠정 결론 내리고, 2004년부터 제주 프로젝트를 꾸준히 진행해왔다.

다음은 우선 지난 2004년 3월 제주특별자치도, 제주시, 제주대학교와의 협약 발표와 함께 본사 이전을 위한 제주 프로젝트를 구체화했다. 2004년 4월 인터넷지능화연구소 소속 16명의 제주 이전을 시작으로 다음의 본격적인 제주 프로젝트가 진행되었고, 이어 6월에는 3개 팀 총 38명으로 구성된 미디어본부가 제주로 내려가면서 제주의 업무에 활기를 불어넣었다.

2006년 2월, 다음 GMC(글로벌미디어센터)가 완공되어 총 130명의 제주 직원들이 새로운 환경에서 근무를 시작했다. 제주시 오등동 소재 1만 3,200㎡ 부지에 건축 연면적 4,950㎡ 규모 건축된 GMC의 앞쪽에는 크고 작은 독특한 오름과 함께 우뚝 서 있는 한라산이, 뒤쪽에는 아스라한 해안선과 푸른 바다가 한 눈에 들어오는 최적의 입지에 위치하고 있다. 여기에 편리한 업무공간과 다양한 편의시설을 두루 갖춰 업무의 창의성과 몰입도를 높여주고 있다.

또한, 2007년 12월에는 제주 프로젝트를 확장하기 위해 제주국제자유도시 개발센터가 분양한 첨단과학기술단지의 선도기업 유치부지 12만 7,873㎡에 대한 입주 계약을 체결했고, 2009년 12월에 신사옥 착공식을 진행했다. 2009년 3월에는 주주총회를 통해 제주도로 본사를 이전하기로 의결했으며, 2012

년 3월 이사회를 거쳐 2012년 4월, 드디어 본사 등기 이전을 완료하게 됐다.

2004.03	다음, 본사 지방 이전 테스트 계획 발표
2004.03	다음, 제주도청·시청·제주대학교와 지방 이전 추진을 위한 상호 협력 협약 체결
2004.04	인터넷지능화연구소(NIL·팀) 16명 제주 근무 시작
2004.06	미디어본부 60명 추가 제주근무 (총 약 80명 제주근무)
2004.07	다음커뮤니케이션 제주지점 오픈
2005.02	다음글로벌미디어센터 착공 (제주시 오등동)
2006.02	다음글로벌미디어센터 완공, 총 200여명 근무
2007.03	인터넷운영 전문 자회사 (주)다음 서비스 설립
2007.12	제주첨단과학기술단지 입주 계약
2009.12	제주첨단과학기술단지내 신축 사옥 착공
2011.11	제주첨단과학기술단지내 신축 사옥 완공
2012.04	신축 사옥 '스페이스닷원'으로 본사 이전 완료, 현재 총 350여명 근무
2012.10	대한민국 건축문화대상 민간부문 대상 수상, 한국건축가협회 올해의 건축물 선정



- **사옥 부지 명칭:** 다음스페이스
- **완공 사옥 명칭:** Space.1(스페이스닷원)
- **위치:** 제주첨단과학기술단지 내 다음스페이스  
(제주특별자치도 제주시 첨단로 242)
- **연면적:** 9,184㎡(약 2,783평)
- **디자인 컨셉:** '개방'과 '소통'의 가치를 담고, 화산 동굴을 형상화한 내부와  
오름을 형상화 한 외부 디자인으로 제주 천연 환경과의 어우러짐 추구
- **설립 의의:** 다음의 지속가능한 비전을 담아 창의적이고 친환경적인 업무  
환경을 조성하고 제주로의 본사 이전을 위한 거점 마련
- **규모:** 지하 1층, 지상 5층
- **층별 주요 시설:**
  - 지상 1층 - 카페테리아, 구내식당, 중앙정원, 게임로
  - 지상 2층 - 갤러리, 회의실, 사무공간
  - 지상 3층 - 도서관
  - 지상 4층~5층 - 사무공간
  - 기타 - 멀티홀, 타임라인관, 텃밭

### 다음커뮤니케이션 제주 본사 사옥, '스페이스닷원' 소개

다음은 본사 이전과 함께 제주시 영평동 첨단과학기술단지 내 신사옥에 동지를 틀었다. 다음의 지속가능한 비전을 담아서 본사가 위치한 부지는 '다음스페이스'로, 완공된 첫 번째 사옥은 '스페이스닷원(Space.1)'으로 이름을 지었다. 연면적 9,184㎡(약 2,783평)에 지하 1층, 지상 5층 규모로 지어진 스페이스닷원은 '개방'과 '소통'의 가치를 담고 있다. 오름이나 화산 동굴 등을 형상화한 디자인은 제주 천연 환경과의 유기적인 어우러짐을 염두한 결과다. 개인별 사무공간의 확대와 다양한 공간 구성으로 창의력 증진을 돕는 것도 특징이다.

다음은 이번에 완공된 사옥에 이어 프로젝트룸, 보육시설, 게스트하우스 등으로 구성된 후속 사옥을 추가로 건립해 본사의 큰 그림을 완성할 계획이다. 또한, 본사 이전을 계기로 제주도 내 지역 산업 활성화와 인재 고용 및 육성, 사회공헌 활동 확대를 추진해 제주와 더불어 성장하는 미래를 만들어 나갈 계획이다.

아울러 탄소 배출 최소화와 친환경을 중요하게 여겨 평화롭고 건강한 그린 스페이스를 만들어 나갈 예정으로 제주 지하수 보전을 위한 우수처리시설을 도입하여 조경용수, 소방용수로 사용 / 빙축열 시스템 도입으로 에너지 사용의 효율성 강화 / LED 조명

설치를 통한 에너지 절감과 탄소 배출 저감 / 친환경 자재 사용으로 환경 오염 최소화 / 건물 옥상 및 벽면 녹화를 통한 에너지 절감 / 자연 채광 및 자연 통풍 확대, 바람길 등 자연 에너지 적극 활용 / 친환경 교통계획 수립으로 자동차 탄소 배출 최소화 / 주말 농장, 유기농 텃밭, 생태연못 조성 등 주변 토지의 자연친화적 활용 / 토목공사 최소화로 자연 훼손 방지와 주변 환경과의 조화 추구 등을 위해 노력하고 있다.



사진  
스페이스 닷원 야간 건물 전경

## 개방과 소통의 공간 스페이스 닷원

### 제주 프로젝트 성과

지금까지 다음의 제주에서의 기업 활동 및 성과에 대해서는 만족스런 평가를 내릴 수 있다. 짧은 출퇴근 시간과 복지 지원책 등에 힘입어, 인터넷 지능화 연구소와 미디어 본부, 글로벌미디어센터는 지난 몇 년간 다음 내에서 가장 주목할만한 성과들을 만들어 낸 것으로 평가하고 있다. 특히 그 동안 제주 GMC에서는 블로그뉴스(현재 View), 아고라, tv팟, 검색엔진 개발 등 다음의 주요 서비스들이 탄생했으며, 이는 창의적인 근무 공간에서의 업무 생산성 향상의 결과로 풀이된다.

다음 임직원들을 대상으로 제주생활에 대한 종합 만족도를 조사한 결과 전체 응답자의 90.3%가 만족한다고 응답했다. 대부

분 다음 직원들은 제주생활의 장점과 단점에 대해 충분히 이해하고, 긍정적인 사고와 자세로 일과 삶을 조화시켜 나가고 있다. 다음은 이번 본사 이전에 따라 해결해야 할 문제들에 대해서 노사 간의 자율적인 협의체인 인사위원회에서는 적극적인 커뮤니케이션을 통해 직원들의 고충에 귀를 기울이고 의견을 수렴하여 보다 나은 지원책과 근무환경을 마련하기 위한 논의를 진행하고 있다.

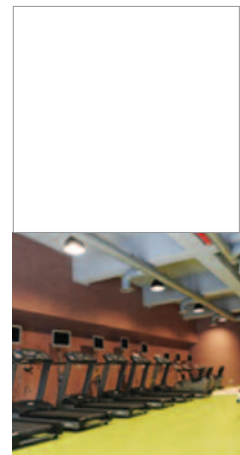


사진  
스페이스 닷원 내부시설

겨울 한가운데선  
다음커뮤니케이션  
제주본사 스페이스닷원  
을 보다

글 • 다음커뮤니케이션 신재승  
데이타이저

## Daum in Jeju

imbigbang@daumcorp.com



아직 겨울의 한 가운데에 있지만 오늘은 아침 햇살은 아주 따사롭습니다. 두터운 외투를 집었다가 이건 아니다 싶어 조금은 얇은 옷을 입고 출근길을 나섭니다. 전국이 한파로 고생이라고 하는데 마치 딴 세상 이야기 같네요. 따뜻한 아침 햇살을 받으며 집을 나서 차를 몰고 선 회사로 출근합니다. 출근길에 저 멀리 눈 덮인 한라산이 오늘 따라 유난히 선명하게 보입니다. 네, 여기는 제주도입니다. 그리고 제가 일하는 회사는 저 멀리 보이는 한라산 중턱에 위치해 있습니다. 제가 근무하는 다음커뮤니케이션은 몇 년 전부터 제주에 자리를 잡기 시작했습니다. 지금은 300명 넘는 직원이 제주에서 근무하고, 그 가족들까지 합한다면 1000명 넘게 제주에 자리를 잡고 있겠네요. 제주에서 근무하니 공기가 아주 상쾌합니다. 포항에서 학교를 다닐 때 이후로 이렇게 상쾌한 공기를 마시는 것이 얼마만인지... 가슴속까지 시원한 것이 오늘 하루 시작이 꽤 괜찮다고 생각해 봅니다.





사진 다음 스페이스 닷원, 제주도 한라산 중턱에 위치

## 제주의 출근길, 즐거움을 달리다.

출근하는 길은 한라산을 꼬불꼬불 넘어가는 5.16도로 입니다. 한겨울 한라산에 폭설이라도 내리면 체인 없이는 위험해서 넘어갈 수 없는 도로이지만 오늘은 쌓인 눈이 다 녹은 것 같네요. 이 도로를 따라 꼬불꼬불 한라산을 넘어가다 보면 아주 멋진 한라산의 풍경들이 제 눈을 즐겁게 해 줍니다. 언젠가 기회가 된다면 꼭 한번 달려보기를 추천하는 드라이브 코스입니다. 전 이 도로를 따라 한라산 중턱까지 올라갑니다. 공기가 좋은 날엔 여기서 저 멀리 해안가의 마을까지 훤히 다 보이기도 하죠. 이런 풍경들 덕분에 매일 출근길이 지루하지 않습니다. 서울에서는 만원지하철에 시달리고, 교통체증에 답답해 했는데 여기선 출근길도 하나의 즐거움입니다. 그렇게 10여분을 달리면 회사가 보입니다. 우리회사가 위치한 '첨단과학기술단지'는 제주도에서 전략적으로 IT 기업들을 유치해서 제주도 발전에 기여하려는 실리콘밸리 같은 곳입니다. 지금은 다음커뮤니케이션을 제외하면 이렇다 할 회사가 아직은 없지만 앞으로 점점 더 많은 회사가 들어올 것이라고 하네요.

제주도 첨단과학단지에 위치한 다음커뮤니케이션의 사옥 이름은 스페이스닷원(Space.1)입니다. 처음 이 건물을 봤을 때 '이게 과연 회사건물이 맞나?' 심을 정도의 충격이었습니다. 너무나 독특하고 아름다운 것이 마치 어느 건축가의 예술작품처럼 보였으니까요. 실제로 스페이스닷원은 2012년 한국건축문화대상을 받았다고도 하네요. 꼭 다음커뮤니케이션에 입사하지 않더라도 제주도에 놀러 오시면 한라산을 넘어 서귀포나 중문으로 가는 길에 한번쯤 둘러 구경해도 좋을 것 같습니다. 1층에 커피 전문점도 있으니 맛있는 커피 한잔도 하시고요, 그리고 혹시 제게 연락 준다면 언제든지 따뜻한 커피 한잔 대접하겠습니다. 그리고 스페이스닷원이라는 이름에서 예상하시듯이 앞으로 스페이스닷투, 스페이스닷쓰리 등등 건물을 계속 지어나갈 예정이라고 하네요. 가까운 미래에 이곳이 다음파크(Daum Park)가 될지도 모르겠습니다. 마치 구글의 본사 건물이 있는 곳을 구글 캠퍼스라고 부르듯이 말이죠.

푸르른 제주 속  
침단과 학기  
인터넷하는  
돌하르방

회사에 도착해 주차장에 차를 세우고 일부러 잔디를 밟으며 회사로 걸어갑니다. 서울에서는 아스팔트 위를 바쁘게 걸어가는 출근길이었는데 여기서는 자연과 함께하는 산책길 같다는 생각도 가끔 하곤 합니다. 여긴 참 조용하고 한적한 곳입니다. 이 공간에는 다른 사람들은 없고 저희 직원들 뿐입니다. 포항이 너무 조용하고 지루해서 좀 더 활기찬 곳을 원하는 분들에게는 여기는 안 맞을 수도 있겠네요. 하지만 전 이런 한적함, 여유로움이 너무 좋습니다. 회사로 들어가기 전 처음 반겨주는 것은 인터넷 하는 돌하르방입니다. 현무암으로 만든 이 돌하르방은 우리가 알고 있는 제주도의 상징인 돌하르방이 노트북을 앞에 펴고 인터넷을 하는 모습인데요, 어떤 화면을 보고 있을까 하는 호기심에 직접 화면을 살펴보기도 했습니다. 이 돌하르방을 처음 봤을 때 IT 기업인 다음 커뮤니케이션과 제주의 이미지를 아주 절묘하게 조화시켜 놓았다고 생각했습니다.

스페이스닷원의 내부 공간은 마치 미로같이 복잡하게 꼬여 있습니다. 처음에는 길찾는 데 애를 먹어서 화장실과 회의실을 찾아가는 게 마치 미션 같았으니까요. 하지만 내부는 생각보다 넓고 재미있는 공간도 많습니다. 수면실, 안마실, 도서관등의 휴식공간뿐 아니라 게임룸, 탁구대, 포켓볼 당구대 등도 있습니다. 참고로 저는 포켓볼을 아주 좋아해서 식사 후

사진  
인터넷하는 돌하르방



에 동료들이랑 한 두 게임씩 치는 것이 회사생활의 작은 즐거움입니다. 그리고 가끔 도서관에 들러 만화책을 읽기도 하고요. 운동을 좋아하는 사람들은 점심시간 등을 이용해서 회사 바깥에 있는 테니스장, 퍼팅 연습장, 농구장 등에서 운동을 하기도 합니다. 회사 안에 헬스클럽도 있어서 마음만 먹는다면 얼마든지 건강한 회사생활을 할 수 있습니다. 물론 마음을 굳게 먹어야 하지요. 사실 직장을 다니면 점심시간에 맛있는 음식점을 찾아가는 것도 하나의 재미인데요, 여기는 너무 외떨어진 곳이라 주변에 식당이 없습니다. 그래서 주로 회사 안에 있는 식당에서 식사를 하는데요, 가끔 새롭고 맛있는 음식이



그립기도 합니다. 제가 포항에서 학교를 다닐 때는 식당밥이 지겨울 때 지곡시장까지 걸어가서 맛있는 음식을 사먹기도 했는데 요즘에도 여전히 그렇겠죠? 졸업을 하고 학교에 가본지도 오래 되어서 그곳이 얼마나 변했는지 궁금하고 제 기억에 남아있는 학교와는 많이 달라졌을 것 같기도 하네요. 그곳에서 보낸 시간들보다 훨씬 더 많은 시간을 사회에서 보낸 지금이지만 여전히 그때의 기억들은 생생하고 그립습니다. 그 때는 학교는 심심하고 공부는 하기 싫고 계다가 식당밥까지 맛이 없으니 열린 학교를 떠나 직장에 다니면서 인생을 멋있고 맛있게 살고 싶었거든요. 그런데 그곳을 떠났지만 저는 여전히 그 공간이 좋고 그리웠나 봅니다. 그래서 지금은 가장 학교 캠퍼스와 닮은 회사에서 근무하고 있으니까요.

사실 다음커뮤니케이션은 제주만이 아니라 서울에도 사무실이 있습니다. 전체직원이 1000명이 훌쩍 넘기에 IT 기업으로서는 아주 큰 규모라고 할 수 있지요. 대기업이라고 하기엔 부족하고 중소기업이라고 하기에는 좀 큰 규모라고 할까요? 여기 제주엔 350명 가량 근무하지만 서울에는 1000명 넘게 근무합니다. 아직까지는 서울에 계신 직원 분들이 여기 제주에 계신 분들보다 훨씬 많지요. 직원들은 원하는 곳에서 근무할 수 있는데 보통 자신의 부서에 따라서 서울 또는 제주 한 곳에 모여서 근무하게 됩니다. 서울에서도 제주로 많이들 오고 싶어하는데 지금 제주에 자리가 없어서 건물을 새로 지을 때까지 기다리고 계신 분들이 많다고 들었네요. 직원들끼리 이렇게 멀리 떨어져서 어떻게 같이 일을 할까 생각되실 텐데요, 여기서 화상 회의가 아주 일반적인 회의방식입니다. 원격으로 회의실을 연결해서

서로 마치 옆에 있는 것처럼 대화하는 것이지요. 대형화면으로 서로를 보기도 하고 필요한 자료들을 공유해서 보기도 하고요. 처음에는 좀 어색하고 불편했는데 지금은 별 불편함 없이 마치 옆에 있는 것처럼 회의하곤 합니다. 그리고 필요한 경우 비행기를 타고 서울과 제주의 사무실로 각각 출장을 가기도 합니다. 회의가 많으신 분들은 일주일에 며칠은 서울에, 며칠은 제주에 계시기도 하더라고요. 저도 한 달에 한 두 번은 꼭 비행기를 타는 것 같네요. 제가 속한 팀은 특이하게도 서울과 제주에 각각 반반씩 근무하고 있습니다. 그래서 매주 주간회의를 화상회의로 진행합니다. 같은 공간에 근무하지 않는 팀원이지만 메신저로 대화도 많이 하고 화상회의도 많이 해서 크게 어색하지는 않은데요. 그래도 가끔 워크샐을 해서 한자리에서 실제로 만날 경우 약간 어색함이 느껴지는 것도 사실입니다. 마치 인터넷

새로운 호칭,  
새로운 변화  
'님 문화'를  
만나다.

카페에서 서로 열심히 활동하다가 실제로 만나면 조금은 낯선 느낌이 드는 것 같다고 할까요? 저도 이런 방식으로 일하는 것은 처음이었는데 생각보다는 괜찮고 불편하지 않아서 혹시 나중에 다음이 더 성장해서 외국에 사무실을 만들어도 이런 방식이라면 일할만 하겠구나 라고 생각했습니다.

그리고 다음에는 아주 독특한 문화가 있습니다. 모든 직원들이 '님'자를 붙여서 상대방을 부르는 '님 문화'인데요, 여기선 대리니 과장이니 하는 호칭이 없습니다. 이제 갓 입사한 신입사원에게도 10년 넘게 근무한 베테랑사원에게도 심지어 회사의 CEO 에게도 그냥 이름에 '님'자를 붙여서 부릅니다. '재승님' 이런 식으로 말이죠. 처음에는 이름을 부른다는 것이 쉽지가 않았습니다. 더구나 저보다 연배가 있으신 분들이나 팀장님 같은 조직장님에게 그냥 이름을 부른다는 것이 너무 힘든 일이었습니다. 하지만 이제 이렇게 OO님 이라고 부르는 것이 익숙해지고 나니 서로 인간적으로 존중하고 가까워진 느낌이 듭니다. 그전에는 저도 모르게 사원이나 대리급 동료들에게는 조금 소홀하게 대하고, 높은 직급의 분들에게는 더 긴장하곤 했던 것 같습니다. 하지만 여기선 서로가 동등한 입장에서 의견을 나누고 함께 업무를 진행하는 동료라는 생각이 먼저 듭니다. 단지 OO님이라고 부르기 때문에 생긴 변화들이 아니라 이런 모습들을 기대하는 회사의 바램이 그런 문화들을 만들어 낸다고 볼 수 있겠죠.

제 자리는 스페이스닷원의 4층 창가에 있습니다. 멀리 한라산이 보이는 아주 전망이 괜찮은 자리인데요, 햇빛이 강하게 내리쬐는 날이면 어쩔 수 없이 블라인드를 내려야 하는 게 참 아쉽습니다. 자리에 앉아서 오늘의 업무를 시작합니다. 요즘 계속 고민하는 내용인데 오늘은 그것을 실제로 만들어 보려고 마음 먹었습니다. '다음 유저 클러스터링' 이라고 다음 서비스를 사용하는 수많은 유저들을 그들의 행동을 바탕으로 분류하고 멋지게 설명해 내려는 시도입니다. 다음서비스를 사용하는 수많은 사람들, 그리고 그들이 남기는 수많은 데이터들. 저는 하루 종일 이런 데이터를 살펴보고 그 속에서 뭔가 재미있는 이야기거리를 찾는 일을 하고 있습니다. 저 스스로는 이런 일을 '사람들을 이해하는 일' 이라고 부르고 있는데요, 실제로는 데이터를 이용하여 뭔가 의미 있는 것들을 찾아내는 일들을 '데이터마이닝'이라고 부릅니다. 제가 속한 부서명도 '데이터마이닝팀' 입니다. 이쪽 분야에 크게 관심이 없으신 분들은 생소하실 수도 있는데요, '빅데이터' 시대와 맞물려 요즘 아주 핫한 분야입니다.

여러분은 하루에 어떤 일을 가장 많이 하시나요? 아마도 인터넷 서핑이 제일 위쪽 자리를 차지하지 않을까 생각되네요. 인터넷을 하다 보면 '다음'이나 '네







사진 다음커뮤니케이션 서울 오피스

조금 더 편하고  
조금 더 즐겁게,  
유저를  
생각하다.

이버' 같은 포털 사이트에 접속을 하고 그곳에서 뉴스도 보고, 검색도 하고, 카페나 블로그도 하겠지요. 때로는 필요한 물건들을 쇼핑하기도 하고요.

여러분들이 그곳에서 하는 활동 하나하나가 다 로그로 남게 되고 그것들이 모이면 엄청난 사이즈의 데이터가 됩니다. 저 같은 사람들은 그 데이터를 눈으로 보기도 하고, 통계적으로 분석하기도 하죠. 물론 데이터 사이즈가 엄청나게 크니 그런 분석을 하는 데는 수 십, 수 백대의 서버의 힘을 빌려야 하지요. 이렇게 분석된 데이터는 사용자들을 이해하는데 사용하기도 하고, 회사의 정책을 결정하는데 쓰이기도 합니다. 하지만 무엇보다 여러분들이 좀 더 편하고 즐겁게 웹사이트를 이용하도록 새로운 서비스를 만드는 데 큰 역할을 합니다. 지금 이 순간 생긴 이슈들을 빠르게 알려주는 '실시간 검색어', 한 두 글자만 검색창에 넣어도 내가 원하는 검색어를 추천해주는 '자동완성', 여러 사람들이 많이 검색해서 관련도가 높은 검색어를 알려주는 '관련검색어' 등 수많은 서비스들이 데이터마이닝을 통해 만들어졌습니다. 그리고 검색결과의 정확성을 높이는 데도 사용되고, 유저들의 성향을 분석해 개인에 맞는 추천을 하는데도 다양하게 사용되고 있습니다. 내가 물어보지도 않았는데 웹사이트에서 내가 원하는 것을 보여준다면 그게 바로 제대로 된 데이터마이닝입니다.



사진 모바일 다음 서비스

데이터를 보고 있으면 참 재미있는 것들이 많습니다. 제가 보는 데이터 안에는 천만명이 넘는 사람들이 있고 그들의 활동기록들이 있습니다. 우리나라에서 저보다

많은 사람들을 매일매일 마주하는 사람이 있을까요? 그래서 저는 이곳이 '사람냄새 나는 곳'이고, 제가 하는 일이 '사람냄새 나는 일'이라고 항상 얘기하곤 합니다. 삭막한 인터넷 세상이라고 얘기하곤 하지만 저는 이곳이 어떤 곳보다 더 인간적인 곳이라고 생각하고 있습니다. 혹시 네이버가 다음보다 훨씬 크니 네이버에 근무하는 것이 더 나은 것 아니냐고 하시는 분이 계실지 모르겠습니다. 실제로 저는 얼마 전까지 네이버를 서비스하는 NHN 에도 근무했었습니다. 거기서도 비슷한 일을 했었는데요, 제가 지금까지 봤던 데이터 안에는 아마도 우리나라 사람들 대부분이 들어있지 않을까 생각되네요. 두 군데 모두 일해보며 느낀 점은 둘 다 포털 사이트를 운영하는 회사이지만 회사의 방향과 선호하는 가치가 달랐습니다. 그리고 두 포털 사이트를 사용하는 유저들도 조금은 다른 경향을 보이고요. 어떤 곳이 더 나은지는 각자의 가치판단의 문제일 것 같지만 저에게는 지금 이 곳 다음커뮤니케이션이 좀 더 잘 맞는 곳 같습니다.

사실 왜 네이버에서 다음으로 옮겼는지 궁금하실 분들이 계실 거라고 생각합니다. 저도 이직을 할 때 주변에서 그런 질문을 많이 들었으니까요. 네이버에서의 업무들은 제게 큰 경험이었고 즐거움이었습니다. 아무것도 모르고 입사해서 데이터마이닝이라는 분야를 알게 되었고 새로운 서비스도 만 들어봤으니까요. 하지만 언제부턴가 일은 너무나 즐거웠지만 서울에서 살아가는 일은 그리 즐거운 일은 아니었습니다. 매일 똑같은 하루에 복잡한 도시는 뭔지 모를 갑갑함을 제게 안겨주었습니다. 아마 그때쯤 이 노래 가사가 제게 설레임으로 다가왔습니다.

“떠나요~ 돌이서~ 모든 것 훌훌 버리고,  
제주도 푸른 밤 그 별 아래로.”  
“정말로 그대가 재미없다 느껴진다면,  
떠나요 제주도 푸르매가 살고 있는 곳”

최성원의 〈제주도의 푸른밤〉 중에서.

#### 사진

제주도 풍경과  
제주 다음 내부 모습



누구나 여행 오고 싶은 곳이며 상상만 해도 설레는 곳이 제주도 아닙니까. 이런 제주도에 산다면 얼마나 즐거울까요? 그런 생각을 하던 중 다음커뮤니케이션이 떠올랐습니다. 그리고 제가 좋아하는 데이터마이닝이라는 일도 계속할 수 있으니 아주 완벽했죠. 물론 노래 한 곡 때문에 제가 직장을 바꾼 것은 아니지만 가끔 사소한 것로부터 인생에 큰 변화가 오기도 하기는 것 같습니다. 지금 전체 선택에 아주 만족합니다. 이곳에서 제가 해야 할 일이 더 많고 하고 싶은 일도 더 많으며 이전보다 더 즐겁게 살아가고 있으니까요. 저는 포스텍의 슬로건처럼 '과학과 국가와 미래를 선도하는' 사람은 아니지만 사람들의 삶에 조금이나마 도움을 주는 사람이고 싶습니다. 다음커뮤니케이션은 '세상을 즐겁게 변화시키는 기업'을 목표로 하는데 내가 하는 일들이 세상을 즐겁게 바꿀 수 있다는 기대감이 저에게 큰 힘이 되고 있습니다.



사진 다음커뮤니케이션 스페이스 닷원의 야경

## 새로운 기술과 새로운 문화가 공존하는 공간 제주를 담은 스페이스 닷원.

제게 제주에서 회사에 다닌다는 것은 아주 긴 여행 같은 의미로 다가옵니다. 아직 여행의 시작이라 모든 것이 더 즐겁고 신기하게 다가오는 것인지도 모르겠습니다. 앞으로 이곳에서 여행을 끝낼지 아니면 또 다른 곳으로 여행을 떠날지는 모르겠습니다. 혹시 시간이 흐르다 보면 더 멋진 일이 제게 나타날 지도 모르니까요. 사람들은 '10년 후에 난 무엇을 하고 있을까' 하고 스스로에게 묻곤 합니다. 이제 제가 사회생활을 한지 10년이 다 되어갑니다. 처음 사회에 나왔을 때 10년후가 되면 전 벤처회사를 만들어서 큰 성공을 하겠노라고 꿈을 꾸었던 것 같습니다. 물론 지난 10년동안 그럴 기회들이 있었지만 전 그런 선택을 하지 않았습니다. 성공

보다는 실패가 두려웠었던 것 같습니다. 아직 스스로 준비가 많이 부족하다고 느끼기도 했지요. 하지만 그런 선택에 후회를 하지 않는 이유는 지금 하고 있는 일이 너무나 즐겁기 때문입니다. 언젠가 여러분들도 깨닫게 되겠지만 즐거운 일을 하면서 사는 것은 쉬운 일이 아닙니다. 10년 뒤의 화려한 모습을 꿈꾸는 것도 좋지만 현재를 좀 더 즐기는 것은 어떨까요? 저는 언젠가부터 10년 후를 꿈꾸는 것이 아니라 그 10년을 어떻게 채워나갈지를 더 고민하고 있었던 것 같습니다. 그렇게 채워진 하루하루가 그 다음 하루를 그 다음 10년을 안내해 줄 거라고 생각하면서 말이죠. 여러분들도 언젠가 선택의 시간이 되면 자신이 즐거울 수 선택을 하

길 바랍니다. 그리고 이 곳 다음커뮤니케이션은 여러분들에게 좋은 선택 중 하나가 될 것이라고 생각합니다.

제주의 날씨는 하루에도 몇 번씩 변하곤 합니다. 햇빛이 짹짹 내리쬘다가 갑자기 비가 내리기도 하고, 안개로 뒤덮여 한 치 앞이 보이지 않기도 합니다. 우리네 인생처럼 아주 변화무쌍하지만 그런 것들에 살아있음을 느끼기도 합니다. 오늘도 제주의 바람은 마치 살아있는 것처럼 강하게 때론 약하게 불어옵니다. 그런 바람을 맞으면서 제 길을 걸어가다 보면 언젠가 백발이 성성한 개발자로 여러분들을 다시 만나게 될지도 모르겠습니다.



IT Company  
Introduction

Microsoft

# Microsoft

## 한국 마이크로소프트 개요

설립 : 1988년 10월 1일

매출 : 7,000억원 (2012년 6월말 결산기준)

협력사 : 약 7천여 개의 비즈니스 파트너, 솔루션 파트너, 합작 및 투자회사 등

대표이사: 김 제임스

직원 : 700 여명





한국마이크로소프트는 1984년부터 국내 협력업체를 통해 마이크로소프트 제품을 국내에 보급하기 시작했습니다. 1988년 10월에 마이크로소프트 국내 합작법인을 설립하고, 1992년 2월 (주)마이크로소프트 한국 지사를 설립했으며, 2003년 2월과 2005년 3월 두 차례에 걸친 상호 변경을 통해 현 한국마이크로소프트(유)가 되었습니다.

한국마이크로소프트는 세계적인 소프트웨어를 국내에 공급하여 업무의 효율성을 높이고 가정 및 사회, 기업 정보화에 기여하고, 국내 컴퓨터 사용자의 요구를 제품에 반영하는 역할을 수행하고 있습니다. 또한, 마이크로소프트의 주요 제품 한글화를 비롯한 국내의 기술 지원과 공급을 담당하는 한편, 국내 PC 제조회사를 위한 소프트웨어 기술 지원 및 보급은 물론, 국내 개발자와 벤처 기업들을 위한 각종 정보 및 자료를 제공하고 있습니다.

### \* 한국마이크로소프트 기업시민활동

책임 있는 기업시민으로서, 한국마이크로소프트는 IT 기술을 활용하여 국내 경제 발전을 위해 노력하는 한편, 이러한 발전의 수혜가 보다 많은 사람들에게 균형 있게 돌아갈 수 있도록 다양한 사회공헌활동을 펼치고 있습니다. 이는 전세계 모든 이와 기업이 잠재력을 최대한 발휘할 수 있도록 돕고자 하는 마이크로소프트의 사명에서 비롯되며, 한국마이크로소프트는 우리나라 기업으로서 국내 상황에 특화된 기업시민활동을 수행하고 있습니다.

한국마이크로소프트는 마이크로소프트의 첨단 기술에 기반으로 한 소프트웨어와 관련 서비스를 국내에 소개하여 세계 시장에서 우리나라 기업들이 보다 빠르게 경쟁력을 갖출 수 있도록 정보통신 분야의 국제화를 지원합니다. 동시에 적극적인 현지화 노력을 통해, 국내 경제에 기여하는 한국 기업으로 자리매김하고 있습니다. 이러한 노력의 일환으로 한국마이크로소프트는 현재 수천여 개의 국내 기업들과 파트너십을 맺고 유기적으로 협력하고 있습니다.

### \* 마이크로소프트, 최우수 사회공헌기업으로 선정

마이크로소프트가 최근 세계적인 기업평가 기관인 '레putation 인스티튜트(Reputation Institute)'가 실시한 전 세계 100대 사회공헌 기업 순위 조사 '2012 CSR RepTrak™ 100' 에서 1위에 올랐습니다. 2012년 12월에 발표된 설문을 통해 기업의 사회 지원 및 환경 보호 등의 기업시민활동(Citizenship), 도덕적이고 책임 있는 기업경영(Governance), 직원들의 근무환경(Workplace) 등 세 부문에서 조사 대상 100대 기업이 어느 정도 우수함에 대해 질문하고, 이에 대한 동의 여부에 따라 순위를 매겼으며, 마이크로소프트는 이 조사에서 고루 높은 점수를 받으며 100대 글로벌 기업 중 1위에 올랐습니다.

# 주요 기업시민 활동 소개

## 1. 우리나라 경제 발전을 위한 노력

한국마이크로소프트는 우리나라 소프트웨어 업계를 대표하는 기업으로서 국내 7천여개의 기업들과 협력하며 우리나라의 경제 발전에 기여하고 있습니다. 2009년 IDC 연구에 따르면 한국마이크로소프트가 한국에서 1원의 매출을 창출할때 한국마이크로소프트의 협력 기업들은 13.28원의 매출을 창출한다고 예상한 바 있습니다.

**1) 스파크 프로그램(Spark Program):** 마이크로소프트는 신생기업과 미래 기업인들의 성장이 있어야 '비즈니스 생태계'가 조성된다는 것을 이해하고 이들에게 각종 IT 자원 및 비즈니스 경험과 네트워크를 지원하는 활동을 전세계적으로 펼치고 있습니다.

- **드림스파크(DreamSpark):** 미래의 IT 주역들을 위한 상생 프로그램으로 고가의 소프트웨어가 부담스러운 학생들에게 다양한 개발툴을 무료로 제공해 학습에만 전념할 수 있도록 돕고 있습니다.
- **비즈니스스파크(BizSpark):** 신생 IT 벤처기업을 위한 소프트웨어 무상 지원 프로그램으로 젊은 기업들이 성장할 수 있는 비즈니스 생태계를 조성하자는 취지입니다.
- **웹사이트스파크(WebsiteSpark):** 직원 수 10명 이하의 소규모 웹 개발 전문기업 및 웹 솔루션 개발사에게 관련 소프트웨어를 무상으로 지원합니다.

**2) 이매진컵(Imagine Cup):** 마이크로소프트가 지난 2003년부터 전세계 학생들을 대상으로 매년 진행하는 IT 기술 경진대회입니다. 매년 공익적인 주제를 두고 학생들의 참신하고 혁신적인 아이디어를 소프트웨어를 통해 구현하고 있습니다. 지난 10년 동안 전 세계 190개국에서 약 165만명의 학생들이 참가하였으며, 역대 참가자들은 상금 및 장학금으로 약 175만 달러를 받았습니다. 한국도 6회 대회부터 대회 수상을 하는 등 높은 성적을 거두고 있습니다.

**3) 파트너 잡페어:** '마이크로소프트 파트너 잡페어'는 상생하는 IT생태계 구현을 위한 '마이크로소프트 파트너 지원 프로그램'의 일환으로 기업의 구인난과 청년 구직난을 동시에 해결하는 맞춤형 잡매칭 행사다.

## 우리나라의 경제 발전에 기여하고 있습니다.

우수한 인재와 검증된 IT일자리로 매 회마다 많은 관심을 얻고 있으며, 참가 파트너사들은 IT전문교육을 이수한 우수한 인재를 확보할 수 있고, 구직자들은 한국마이크로소프트가 공식 파트너사로 인증한 사업 및 기술 역량이 우수한 기업에 취업할 수 있게 된다.

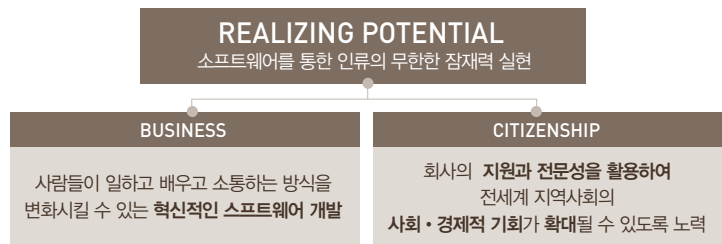
**4) 한국마이크로소프트-부산 동명대학교 소프트웨어 산업활성화를 위한 양해각서 체결:** 한국마이크로소프트와 부산 동명대학교는 2012년 지역 사회소프트웨어 산업 육성과 경쟁력 강화를 위한 인적, 기술적 협력을 도모하는 양해각서(MOU)를 체결했습니다. 이번 MOU를 통해 한국마이크로소프트와 동명대학교는 학생 소프트웨어 역량 강화와 취업지원을 위한 마이크로소프트의 캠퍼스 프로그램 도입 및 취업 교육 프로그램 공동 개발, 정품 소프트웨어 도입과 전문 인력 양성을 통한 부산 지역 소프트웨어 산업 활성화 등을 위해 협력하기로 했습니다.

## 2. 균형있는 사회 발전을 위한 노력

“소프트웨어를 통한 인류의 무한한 잠재력 실현”이라는 회사의 비전 실현을 위해 진행하는 글로벌 정보격차 해소 프로그램으로 ‘언리미티드 포텐셜(Unlimited Potential) 프로그램’을 운영하고 있다.

### 1) 사회소외계층 대상 정보화 지원 프로그램

- **탈북 청소년 정보화 지원:** 2007년 12월 한국청년정책연구원(YPIK)과 ‘탈북 청소년을 위한 창업 및 IT교육 후원사업’ 협약을 맺고 탈북 청소년들의 자립과 자활을 위해 정보화 교육을 포함한 다양한 지원을 해오고 있습니다. 2012년 11월부터는 더 많은 탈북청소년에게 IT교육의 기회를 제공하고자 탈북청소년을 위한 7개의 대안학교에 PC와 SW그리고 온라인교육을 3년간 무상으로 지원하기로 결정하였으며, 이를 위해 2012년 11월 통일부와 MOU를 맺었습니다.
- **장애우 정보화:** 정보화 사회에서 소외된 장애우의 정보화를 위해 다양한 행사를 주최하고 중증 장애우들의 정보



화 교육을 지원하는 등 다각적인 노력을 전개하고 있습니다. 매년 4월 장애를 딛고 새로이 대학에 입학한 100여명의 장애청소년들에게 동등한 IT 교육의 기회와 환경을 제공하고자 KB와 함께 PC와 Office를 제공하는 프로그램도 진행 중이며 2013년 부터는 Office활용 교육도 제공할 예정입니다.

- **어르신 정보화 지원:** 고령화에 따른 세대격차에 주목하여, 한국정보문화진흥원(KADO) 등 다양한 민간 조직과 함께 어르신들을 대상으로 IT 교육을 진행 하는 등 어르신들의 정보격차 해소에 일조하기 위해 노력하고 있습니다.

## 2) 시민사회단체 정보화 지원

- **엔지오 데이(NGO Day):** 2008년부터 시작된 프로그램으로 매년 150 여 곳의 NGO들이 모여 IT에 대한 의견을 교류하고 그들의 IT업무 역량을 강화하는 트레이닝을 무료로 제공하고 있습니다. 2012년부터는 서울에서만 진행하던 NGO Day를 전국적으로 확대하여 실시 하여 지방의 목소리를 듣는 것 뿐 만 아니라 IT 역량 격차 해소에 주력하고 있습니다.
- **SW 기증:** 전 세계적으로 마이크로소프트에서 진행하고 있는 프로그램으로 십수억 달러어치의 SW를 100여개 이상의 국가 4만여개의 비영리 단체를 '매년' 지원합니다. 작년에는 2억 5천여원어치의 SW를 기부하였으며 그 기부 대상과 규모를 점차 확대해 나갈 예정입니다.
- **NGO cloud computing group:** 마이크로소프트 직원 자원봉사자들과 마이크로소프트가 인증한 기술전문가 그룹인 MVP들이 Facebook을 통해 NGO들이 겪는 IT어려움을 실시간으로 상담하여 주는 그룹을 운영 중입니다.

## 3) 교육 정보화 지원

- **파트너스 인 러닝 (Partners in Learning):** 전세계 각국 정부 및 지역사회, 교육기관 등과 파트너십을 체결하고 교사들을 대상으로 교과과정에 정보기술을 포함시키는 방법에 대해 교육하는 한편 학생들이 글로벌 정보 환경에서 성공할 수 있도록 IT 역량을 강화시키는 교육을 제공하는 마이크로소프트의 글로벌 프로그램입니다.
- **꿈품 센터 지원:** 한국마이크로소프트와 KT 'KT-MS 꿈품 센터 지원 성공전달식'을 갖고 5억5000만원 상당의 IT 기기와 소프트웨어를 사회복지공동모금회에 공동 기탁했습니다. 또한, 다양한 IT교육을 지원하여, 어린이들의 기회격차를 해소하는 데 힘썼습니다.
- **스마트 교육 체험실:** 스마트 교육 체험실은 국가적으로 추진하는 스마트 교육 정책에 발맞춰 보다 혁신적인 교육 환경을 제공하기 위해 한국마이크로소프트와 대구광역시교육청이 체결한 '스마트 교육 체험을 위한 협력 협약'의 일환으로 구축되어 2012년 12월 개관했습니다.



## 개발자와 사용자들을 위한 다양한 활동을 전개하고 있습니다.

### 3. 정보 보안 및 안전한 인터넷 환경을 위한 노력

한국마이크로소프트는 IT 인프라의 보안 강화를 위한 첨단 프로그램을 제공하고 유관 정부기관 및 국내 정보 보안 전문기업들과의 협력을 강화하는 한편, 개발자들의 기술 향상과 사용자들의 보안 의식 강화를 위한 다양한 활동을 전개하고 있습니다.

**1) 경찰청과 보안협력프로그램 상호 협약 체결:** 2011년 4월 한국마이크로소프트는 국내 사이버 안전 강화를 목적으로 경찰청과 마이크로소프트 보안협력프로그램(Security Cooperation Program, SCP)을 위한 상호 협약을 체결하고 보안 사고 대응의 경험과 보안 위협 관련 정보를 공유함으로써 사이버 위협 대응 능력을 향상시키고, 이를 발판으로 향후 더욱 긴밀한 협력관계를 구축해 나갈 예정입니다. 보안협력프로그램은 마이크로소프트가 세계 각국 정부 및 공공 기관과의 정보보안 협력을 강화하기 위해 지난 2005년 처음 선보인 프로그램으로, 국내 참여 기관으로는 한국인터넷진흥원(KISA), 국가정보원 국가사이버안전센터(NCSC), 금융보안연구원에 이어 이번 경찰청이 네 번째입니다.

**2) 국방 포럼 개최:** 마이크로소프트는 매년 국방관련 분야의 전문가들을 초청하여 국방 포럼을 개최하고 있습니다. 정보기술의 급속한 발전이 국방 분야에 있어서 많은 변화를 요구하고 있음을 인식하고, 미래 네트워크 중심전 수행을 위한 전장 단말 고도화 및 원격회의를 위한 체계, 그리고 정보화 역기능 피해와 사이버 위협에 능동적으로 대처하기 위한 정보보안의 중요성을 다뤘습니다. 또한 국가 사이버 위기관리체계의 발전방향과 미래 네트워크 중심전을 대비한 국방 정보보호 발전방안 및 대응기술 등을 소개하였습니다.

**3) 보안 파트너 프로그램 MAPP(Microsoft Active Protection Program):** 마이크로소프트 운영체제(OS)나 응용 소프트웨어의 보안 취약점 대응을 강화하기 위하여 2009년부터 국내 대표 보안업체들과 새로운 보안 파트너 프로그램인 MAPP(Microsoft Active Protection Program)의 협약을 체결하고 긴밀히 협력하고 있습니다. 이 프로그램에는 지금까지 시만텍, 맥아피, 시스코, 포티넷 등 글로벌 보안 관련 업체들만이 참여했었습니다. 안철수연구소를 비롯하여 나우콤, 잉카, 하우리 등의 국내 보안업체들이 MAPP 협약을 통해 새롭게 발생하는 보안 취약점에 대해 신속히 대응할 수 있는 체계를 갖추고 자사 솔루션에 이를 반영해 품질을 높일 수 있게 되었습니다.



**Microsoft Main Campus**  
Redmond, Washington., U.S

### 한국 마이크로소프트 본사 개요

설립 : 1975년 4월 4일

매출 \$743억('12년 6월말 결산 기준)

영업망 : 112개 국가 6개 지역본부

(북미, 남미, 유럽-중동-아프리카, 일본, 아시아태평양, 중국)

대표이사: 김 제임스

직원 : 약 97,106 명

# Microso

### 마이크로소프트 주요 연혁

1975. 04	마이크로소프트 설립	2008. 06	빌게이츠 회장 공식은퇴
1981. 08	16bit MS-DOS1.0 탑재 PC 출시	2009. 10	Windows 7 출시
1990. 05	Window 3.0 출시	2010. 05	Office 2010 출시
1995. 08	Window 95 출시	2010. 11	윈도우폰 7 출시
1998. 06	Window 98 출시	2010. 11	마이크로소프트 링크 출시
2000. 02	Window 2000 출시	2011. 06	오피스 365 출시
2001. 10	마이크로소프트 오피스 시스템 출시	2012. 09	윈도우 서버 2012 출시
2005. 11	SQL서버 2005 출시, Biz Talk 서버2006, Visual Studio 출시	2012. 09	비주얼 스튜디오 2012 출시
2005. 11	Xbox 360 출시	2012. 10	윈도우 8 및 서피스 출시
2007. 01	Window Vista, 2007 오피스 시스템 출시	2012. 10	윈도우폰 8 출시
2008. 02	Windows Server 2008, SQL Server 2008, Visual Studio 2008 출시	2012.11	Office2013 런칭

### 마이크로소프트 사업조직 및 주요 제품

사 업 부	주 요 제 품
Interactive Entertainment Business	Xbox, Kinect
Microsoft Business Solutions	Microsoft Dynamics, Microsoft Health Solutions
Microsoft Office Division	Office, Exchange, SharePoint, Lync, Project, Visio
Online Services Division	Bing, MSN
Server and Tools Business	Windows Server, SQL Server, Visual Studio, System Center, Windows Azure Platform.
Skype	Skype
Windows & Windows Live Division	Windows, Windows Live, Internet Explorer.
Windows Phone Division	Windows Phones



---

**인터뷰**

한국 마이크로소프트 이승식 부장

**전공**

POSTEC 산업경영공학과 학부 92,  
석사 99학번 졸업생

---

전세계 기업과  
사람들이  
자신의 잠재력을  
충분히 발휘할  
수 있도록

## Interview

안녕하세요. 저는 미국에 본사를 둔 소프트웨어 기업인 마이크로소프트(Microsoft)의 한국 자사인 한국마이크로소프트의 개발자 및 플랫폼 사업본부(DPE)에 근무하고 있는 한국 마이크로소프트 이승식 부장입니다.





# question

어떤 일을 하고 계신지  
대학원생들에게 소개해  
주신다면?

● ● 마이크로소프트의 퍼블릭(Public) 클라우드 서비스인 Windows Azure를 고객 및 파트너사에 소개하고 Azure 기반의 솔루션 개발을 원활하게 할 수 있도록 아키텍처 협의, 기술 지원 및 구매 등 고객이 Windows Azure와 관련해서 필요로 하는 모든 업무를 지원하고 있습니다.

Windows Azure는 작년에 국내에 소개된 퍼블릭 클라우드 서비스로 이미 전 세계적으로 널리 사용되고 있습니다. 저는 Windows Azure를 국내 많은 기업들이 사용할 수 있도록 소개하고, 관련 업무를 지원하는 것에 보람을 느낍니다.

현재 근무하시는 회사  
(연구소)를 최종  
선택하게 되신 동기는?

● ● 대학원 졸업 이후 마이크로소프트 입사 전까지 계속 외국계 및 국내 컨설팅 회사에서 프로세스 개선 및 혁신 관련 업무를 해왔으며, 2005년 9월에 마이크로소프트의 내부 업무 프로세스 혁신을 담당하는 업무로 입사하였습니다.

글로벌 기업인 마이크로소프트에서는 내부 업무 프로세스 혁신을 어떻게 진행하는지 관심을 가지고 있었으며, 바깥에서 보고 진행하는 컨설팅이 아니라 내부 프로세스 개선을 직접 해 보고자 하는 생각에 입사를 결정하게 되었습니다.

근무 전에 가지셨던  
회사(연구소)의 이미지와  
실제 오셔서 근무를 하시면서  
생긴 회사(연구소)의  
이미지 차이는?

● ● 국내에서 일반적으로 마이크로소프트라는 회사에 대해 알고 있는 이미지와 실제 제가 느끼는 모습과 큰 차이를 느낄 수 있었습니다. 근무 전에는 윈도우와 오피스로 대표하는 기업으로 막연하게 생각했었지만, 근무를 해 오면서 30년 넘게 세계 1위 소프트웨어 기업의 자리를 지키는 저력을 확인할 수 있게 되었습니다. 오랜 기간 동안 1등을 유지하는 기업은 내부에서도 끊임 없는 혁신과 변화를 원동력으로 가지고 있으며, 그러한 변화가 그 기업을 계속 1위의 자리에 있도록 한다는 것을 느끼게 됩니다. 최근 다른 경쟁 업체들의 도전과 새로운 혁신에 주춤하는 것처럼 보일 수 있지만, 다른 면에서 지속적인 혁신과 변화를 통해 내부적인 '도전과 응전'을 이끌어가며 경쟁력을 유지하는 모습이 매우 인상적이었습니다.

회사(연구소)에서  
근무하시면서 가장  
좋았던 점은 무엇인가요?

●● 그 동안 컨설팅을 해왔던 국내 기업과는 다른 문화와 업무 방식이 낯설었지만, 익숙해 지고 난 후에는 업무 진행 방식과 의사소통이 매우 합리적이라는 것을 느끼게 되었습니다. 한국뿐 아니라 싱가포르, 미국 본사 등 전 세계에 있는 동료들과 같이 업무를 진행하면서, 업무에 대해 생각하고 일하는 방식을 다른 관점에서 볼 수 있다는 점은 가장 큰 특징 중의 하나입니다.

마이크로소프트는 매우 수평적이고 직원들의 소통을 매우 강조하고 있습니다. 이러한 원활한 커뮤니케이션이 가장 큰 장점으로 생각됩니다. 본사의 사업부문을 총괄하는 최고 경영진부터 개별 팀장에 이르기까지 이러한 소통을 가장 강조하고 있습니다. 한 예로 제가 오피스 마케팅을 맡고 있을 때 본사에서 열린 summit에 참석했던 적이 있습니다. 지금은 노키아의 CEO를 맡고 있는 당시 오피스 사업부문장인 스티븐 일랍 사장이 저녁 식사 자리에 참석해서, 일일이 전 세계에서 온 직원들의 의견을 듣고 대화를 하는 모습은 매우 인상적이었습니다 이렇게 수평적인 문화 덕분에, 저도 자연스럽게 그와 한국의 비즈니스 상황, 저의 의견을 공유할 수 있었습니다.

또한 수평적인 문화와 더불어, 모든 직원들에게 본인의 역할과 책임을 강조하고 있습니다. 경력사원은 물론이거니와 새로 신입사원을 뽑더라도 그 직원이 해야 되는 업무와 역할을 명확하게 가져갑니다. 즉 자신이 맡고 있는 업무를 그 누구도 대신할 수 없으며, 그 역할 안에서 자신에게 주어진 권한과 능력을 최대한 발휘해서 업무를 진행합니다. 개인의 역량을 최대한 신뢰하고 발휘할 수 있는 환경을 마련해 주는 모습이 좋은 것 같습니다.

지금까지 근무하시면서  
가장 기억에 남는 점은  
무엇인가요?

●● 오피스 마케팅을 담당하면서, 새로운 오피스 제품 출시를 총괄 및 진행했을 때가 가장 기억에 남습니다. 오피스 제품을 출시할 때 제가 소속된 팀원들 및 팀장이 바뀌면서 저 혼자 신제품 출시 및 마케팅 업무를 총괄해서 진행했었습니다. 거의 일년 가까운 기간 동안 신제품 출시와 관련된 모든 행사 및 이벤트를 기획하고 총괄해서 진행하면서 많은 고생을 했지만, 고생한 만큼 값진 경험을 했던 것이 가장 기억에 남습니다.

일하시면서 가장 보람을  
느꼈을 때는?

●● 기본적으로 모든 사람들이 일에서 보람을 느낄 때는 자신이 목적인 일을 달성하고 성과를 낼 때라고 생각합니다. 물론 그 과정에서 느끼는 기쁨도 있겠죠, 제가 맡았던 업무에서는 앞서 말씀 드렸던 오피스 마케팅 업무를 맡으며 신제품 출시 행사를 진행하고 나서 큰 보람을 느꼈으며, 최근에 제가 맡은 Windows Azure라는 클라우드 서비스를 국내 게임 회사에 적용해서 상용 서비스로 제공하게 되었을 때 가장 큰 보람을 느꼈습니다.

회사(연구소) 분위기는  
어떨까요?  
회식이라든가 기타  
회사(연구소)만의 독특한  
문화라던가?

●● 현재 제가 소속된 팀은 Windows Azure라는 새로 출시된 서비스를 고객이나 파트너사에 소개하고 지원하는 업무를 맡고 있으며, 전 세계적으로 약 100여 명 가량이 소속된 팀입니다.

팀원들은 호주, 뉴질랜드, 싱가포르, 일본, 인도, 중국에서 활약하고 있으며, 서로 얼굴을 보는 기회는 많지 않지만, 매주 컨퍼런스 콜을 통해 업무 협의를 하고 있습니다. 이러한 대화를 통해, 서로의 업무를 잘 이해하고 성과 달성을 위해 최선의 노력을 다하고 있습니다. 굳이 팀원들이 매일 얼굴을 보지 않더라도, 컨퍼런스 콜 만으로도 좋은 성과를 내는데 문제가 없다는 것을 알 수 있었습니다.

팀의 분위기는 철저하게 담당자가 맡은 업무에 따라 평가되고, 그 이외의 시간은 개인의 재량에 따라 업무를 진행하게 됩니다. 몇 시에 출근하는지, 하루에 무슨 일을 하는 지 팀장이 일일이 알 필요도 없고, 업무 성과 달성을 위해서 어떤 점을 도와주면 되는지, 어떤 계획을 세우고 진행하는 지가 가장 중요합니다. 마이크로소프트 내에서도 조금은 특이한 조직이지만 이런 업무 문화는 다른 회사에서 쉽게 찾아보기 어려울 것 같습니다.

10년 후의 모습은  
어떨 것이라고  
생각하시는지요?

●● 제가 현재 담당하고 있는 클라우드 서비스 분야의 전문가가 되어 있을 것으로 생각합니다. 이전에는 Office365라는 SaaS(Service-as-a-Service) 서비스 마케팅을 담당했으며, 지금은 IaaS(Infrastructure-as-a-Service), PaaS(Platform-as-a-Service) 서비스인 Windows Azure의 직접 지원 및 업무를 맡고 있습니다. 이러한 경험을 토대로 향후 IT 서비스의 중요한 축이 될 클라우드 서비스 전문가가 되어 있을 것으로 생각합니다.

대학원에 재학 중인  
과학기술계 후배들에게  
꼭 하고 싶으신  
이야기가 있으시다면?

●● 과학기술을 전공했다고 해서 사회에 나와서 과학기술 분야에만 근무하게 된다는 보장은 없습니다. 또한 과학기술 분야로 진출하더라도 어느 정도 시간이 지난 뒤에는 새로운 직급으로 팀을 맡거나 프로젝트를 리드해야 되는 등 리더십(leadership)과 커뮤니케이션 능력이 매우 중요합니다. 이러한 리더십과 커뮤니케이션 능력은 다양한 경험과 사회와 인간에 대한 이해를 토대로 길러질 수 있습니다.

또한 향후 어떤 분야든 일하게 될 영역은 대한민국에 국한되지 않고 전 세계로 확대되어 있습니다. 새로운 세계에서 접해 보지 못한 환경에서도 적응하기 위해서는 자기 분야만이 아닌 다양한 분야에 관심을 가지고 경험을 쌓고 우리가 살아가는 사회와 세계에 대한 이해를 넓힐 수 있도록 노력해야 될 것 같습니다. 팀 활동, 다양한 외국어, 대화 능력 향상 등 일상 생활 속에서 이런 노력들이 시작될 것으로 생각합니다.

# 2013년 대학원 신입생에게 드리는 안내장

“재학생여러분도 같이 보세요”

항상 우리은행을 사랑해 주시는 고객님께 감사의 마음을 전하며 2013년 1학기 세계적인 연구중심 대학인 POSTECH 대학원에 진학하신 여러분께 축하의 말씀을 전하면서 간략하나 유익한 금융상품에 대해 알려 드리고자 합니다.

## 첫째. 통장개설시 급여계좌로 만드세요.

사실 대학원생은 장학금이 매월 입금되나 학생여러분에게 수수료면제의 혜택을 드리고자 대학원생의 경우 급여로 인정 되도록 등록해 드립니다. 기존 통장이 있으신 분은 급여계좌로 바꾸세요.

## 둘째. 인터넷뱅킹( 스마트뱅킹 )은 필수로 가입해주세요.

매년 학기 초가 되면 학부생 대학원생으로 창구가 매우 혼잡합니다. 가입하시면 은행에 방문하시는 시간을 절약하실 수 있습니다.

## 셋째. 내집마련을 위한 주택청약종합저축에 대해 알려드립니다.

- 1) 향후 결혼 및 아파트청약예정인 대학원생의 필수품입니다.
- 2) 주택청약종합저축은 4%의 고금리와 함께 무주택세대주의 경우 소득공제가 가능합니다.
- 3) 월납입금이 최저 2만원(최대50만원)으로 적은 금액으로 내집마련의 혜택을 보실 수 있습니다.

\* 가입 후 24회 이상 납입하고 2년 경과시 1순위의 자격이 생기며, 당첨자 현황을 보면 평균 통장보유기간이 7년 이상으로 빨리 가입하면 할수록 유리합니다!

## 넷째. 체크겸용 신용카드(모바일카드겸용)인 NEW 우리V카드에 대해 알려드립니다.

- 1) 계좌잔액이 있을 때는 체크카드로, 없거나 할부이용 시에는 신용카드로 이용.
- 2) 현장구입 또는 예매 시 영화할인서비스(최대 6000원)
- 3) 패밀리레스토랑 최고 25%현장할인.
- 4) 대형마트, 백화점, 주유, 병원 이용 시 5%할인.
- 5) 금융서비스 : 은행수수료 면제 및 환율우대.
- 6) 기타 : 통신요금할인, 놀이공원할인, 호텔할인, 무이자할부 등(안내장참조)

\* POSTECH 대학원생의 경우는 당연자격이 되며(학생증 및 신분증만 제시), 해외 세미나 참석 등 꼭 하나는 있어야 하는 필수품입니다.

항상 우리은행을 사랑해 주시는 고객님께 다시 한 번 감사의 인사를 드리며,  
최선의 노력을 다할 것을 약속합니다. 감사합니다.





# WHOPPER

100% 순 쇠고기를 불에 직접 구워 더욱 맛있는 와퍼!



## ▶ 오시는 길



## 버거킹 포항공대점

포항공과대학교 지곡회관 1층

단체주문 환영! 054)279-6313

※ 본 제품의 이미지는 실물과 다를 수도 있습니다. [www.burgerking.co.kr](http://www.burgerking.co.kr)

The BURGER KING Bun Holes and Crescent Logo is a trademark of Burger King Corporation. © & © 1999 Burger King Corporation. All rights reserved.



## TASTE IS KING<sup>SM</sup>

# BUSINESS ADVERTISEMENT

## 다원소재과학

정 광 응 대표

Tel. 054-281-7833

취급품목 : 연구기자재 및 금속재료  
늘 한결같은 마음으로 최선을 다하겠습니다.  
위의 품목 필요시 문의 부탁드립니다.



## 동주산업(주)

나 채 홍 회장

Tel. 054-278-6100

## 정명CNS

이 학 희 대표

Tel. 054-243-9407

취급품목 : Dry ice 포항총판

본 지면을 빌어 대학원소식지 발간에 도움을 주신  
동문 및 협력업체 대표님들께 진심으로 감사드립니다.





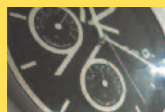
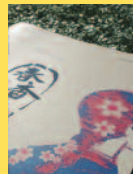
## 행복한 상상이 만드는 이야기, (주)디자인끌림

예술적 감각의 소통이 자유롭고  
머무르지 않는 흐름으로 세상을 만납니다.  
자유가 만든 소통이 항상 새로운 이야기를 만들고  
고이지 않고 흘러가기에 더 많은 세상이 끌림에게 인사를 합니다.

Welcome to Designdrag!  
항상 열려있는 여기, (주)디자인끌림입니다.

부산광역시 사하구 괴정3동 동주대학 창업보육센터 401호

tel 051.202.9201 fax 051.202.9206 mail [designdrag@naver.com](mailto:designdrag@naver.com)



논문책자  
어디서  
제작 하시나요?

디자인끌림이 답입니다.

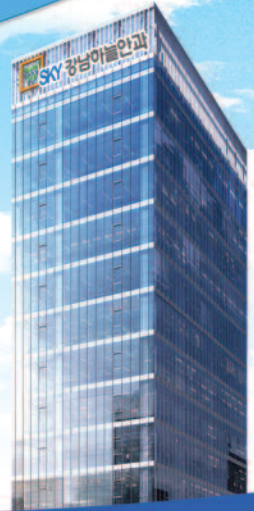


대한의사협회 의료광고심의필  
제120807-중-29874호

SKY  
EYE CLINIC

“합리적 비용 라식&라섹”

SKY하늘안과의원



SKY  
하늘안과의원

SKY하늘안과의원

예약문의 : 02) 573-9779 / 051) 803-9778

서울 강남구 역삼동 837번지 타워 837 3,4,5,6층 / 부산 진구 부전동 257-42 노블레스빌딩 8,9층



# 새로운 디지털문화가치의 창조기업

- “원스톱 시스템 통합 기술 (디지털, 아날로그 및 RF 기술) 지향”
- “ 초고속, 광대역 시스템 구현 및 신호처리 기술 보유”
- “ 디지털 방송을 위한 다양한 핵심 기술 보유”

**NEXTWILL**  
ANALOG DIGITAL SIGNAL PROCESSING

Radio frequency Digital Signal Processing

RF/디지털신호처리 전문회사

넥스윌 **NEXTWILL**



(주)넥스윌 대전시 유성구 지족동 892-11 다원빌딩 2, 4, 5층

Tel : 042-824-8171 [www.nextwill.com](http://www.nextwill.com) <http://m.nextwill.com>

# All good things which exist are the fruits of **ORIGINALITY**



\* HIEROGLYPHICS  
고대 이집트 신성문자

P E N T A

**펜타시큐리티**는 태어나는 날부터 독창성을 핵심 가치로 삼고  
어떤 시장 변화에서도 결코 포기하지 않았으며  
오히려 더욱 그 중요성을 높여 갔습니다.  
**사회에 기여하고 세계적으로 성공하는 기업**이 되기 위해  
더욱 노력 하겠습니다.

PKI기반의 전사적 인프라 보안시스템인 **ISSAC**, 최초의 상용 하이브리드 IDS인 **Siren**,  
최초의 통합 DB 보안 제품인 **D'Amo**, Intelligent Web Application Firewall인 **WAPPLES** 등  
펜타의 모든 제품들은 세계 최초로 만들었거나 기존의 제품과는 전혀 다른 사상에서 제작되었고  
사업적으로도 성공하여 수 많은 주요 정보 인프라에서 중추적인 역할을 하고 있습니다.



펜타시큐리티시스템(주)

서울시 영등포구 여의도동 25-11 한진해운빌딩 20층

TEL. 02-780-7728 FAX. 02-786-5281 / [www.pentasecurity.com](http://www.pentasecurity.com)

Penta Security Systems K.K.

Akasaka Ascend Bldg 3F, 3-2-8 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

TEL. +81-3-5573-8191 FAX. +81-3-5573-8193 / [www.pentasecurity.co.jp](http://www.pentasecurity.co.jp)

Trust for an Open Society —

**Penta**SECURITY  
[www.pentasecurity.com](http://www.pentasecurity.com)