



# POST IT

Postech  
talk about it

**Vol.04**

December 2013  
Postech graduate student association

*Isaac Newton*

# 꿈을 향한 첫 걸음

카페24가 대한민국 쇼핑몰의 성공을 응원합니다.



SimpleX Internet | **cafe24™**

고객의 성공에 항상 카페24가 함께합니다.

# 좋은사람만다 결혼해 듀오



성혼커플수

26,314명

(2013년 2월 18일 기준)



점유율 63.2%,  
매출 1위

(주요 4개 업체간 2010년 매출액 기준)

\*성혼커플수는 듀오에 가입한 남녀 회원 간의 누적 성혼수임(내지: 1995. 2. 14 ~ 2012. 10. 15)

\*위 그래프는 공정거래위원회가 발표한 '회계사' 2012. 3. 29일

발표하는 표 '주요 결혼정보업체의 일반인원'의 매출액 기준을 그래프로 표현한 것입니다



전국공통 1577-8333 재혼 1577-8182 노블레스 1577-8782

한국 대표 결혼정보회사 듀오 서울/부산/대구/대전/광주/인천/수원/천안/울산/창원/전주/LA/뉴욕/뉴질랜드



# POST IT

## 2013 Winter vol.04

발 행 일 | 2013년 12월 11일

홈페이지 | <http://gsa.postech.ac.kr/>

편집위원 | 이남우, 유지은

발 행 처 | 포스텍 대학원총학생회

경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교  
학생회관 214-2호 (T. 054 279 3716)

디 자 인 | 디자인 끌림 (T. 051 202 9201)

# C o n t e n t s



## Keep going, 뉴턴의 운동 제1법칙 '관성의 법칙'

이벤트	008
연구 신예린(환경공학부)	010
동문기업 한국 트리즈 컨설팅 세 번째 이야기	016
국책연구소 한국기초과학지원연구원	028
연구 이길호(물리학과)	046
기업 대우조선해양	054
칼럼 연애(듀오)	064
연구 이정훈(신소재공학과)	072

## F=ma, 뉴턴의 운동 제2법칙 '힘과 가속도의 법칙'

연구 원승현(환경공학부)	080
기업 코스콤	086
칼럼 손리의 운동 프로그램 소개	094
국책연구소 한국표준과학연구원	100
연구 이수동(산업경영공학과)	112
기업 ITX Security	118
연구 김은호(첨단원자력공학부)	128
동문기업 심플렉스인터넷	140

## Action and reaction, 뉴턴의 운동 제3법칙 '작용·반작용의 법칙'

연구 조호진(컴퓨터공학과)	156
칼럼 피부(우르우스)	162
국책연구소 한국해양과학기술원	166
자유기업 문재석(화학공학과)	178
연구 임현규(화학공학과)	186
GSA활동 제2회 GSA배 풋살대회를 마치고..	192
칼럼 여행	196

# POST IT

Postech  
talk about it

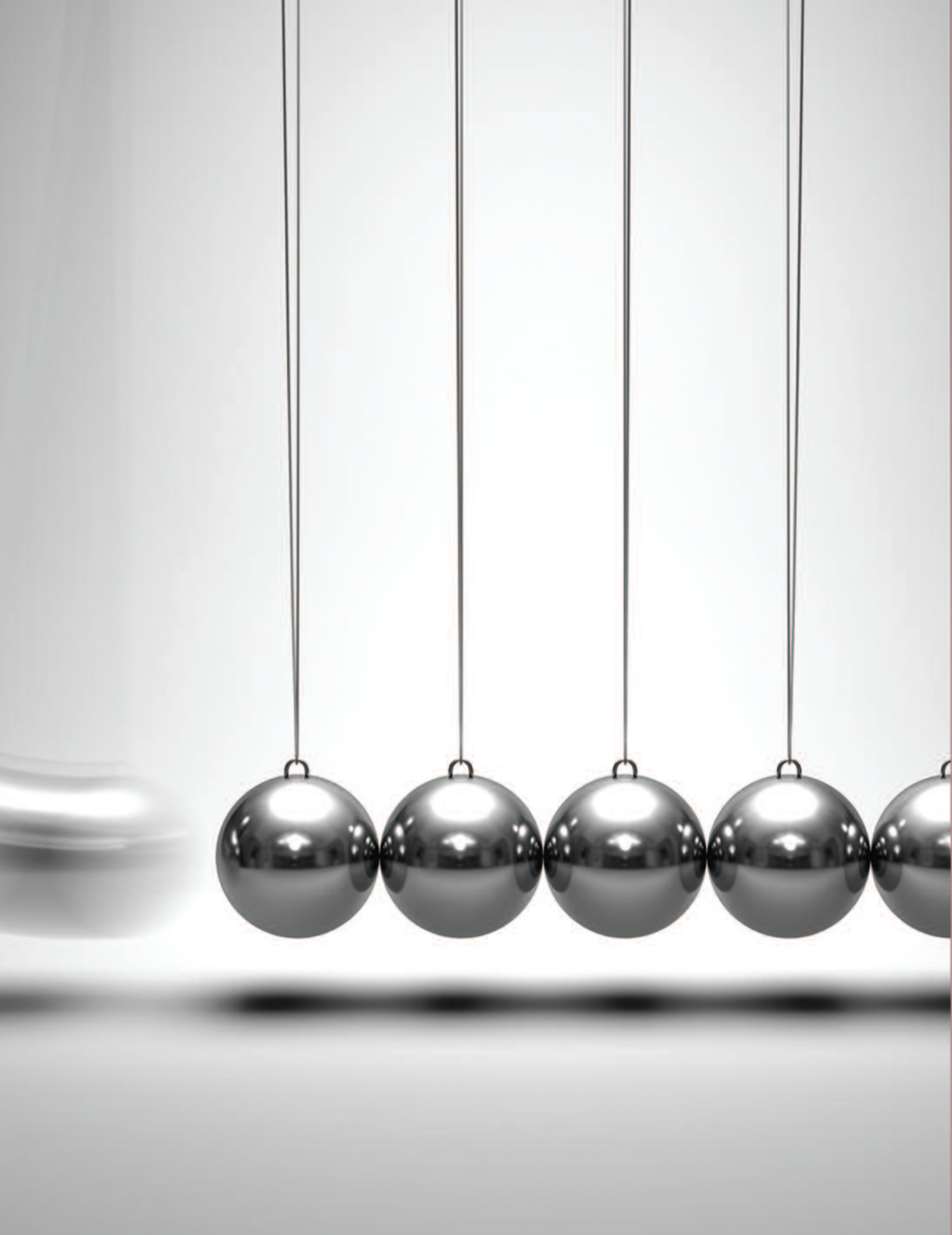
**Vol.04**

December 2013  
Postech graduate student association

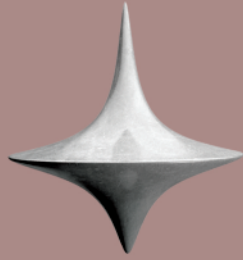


Winter of Postech





01



# Keep going

뉴턴의 운동 제1법칙 관성의 법칙

## Part1

이벤트 008

연구 신예린(환경공학부) 010

동료기업 한국 트리즈 컨설팅 세번째 이야기 016

국책연구소 한국기초과학지원연구원 028

연구 이길호(물리학과) 046

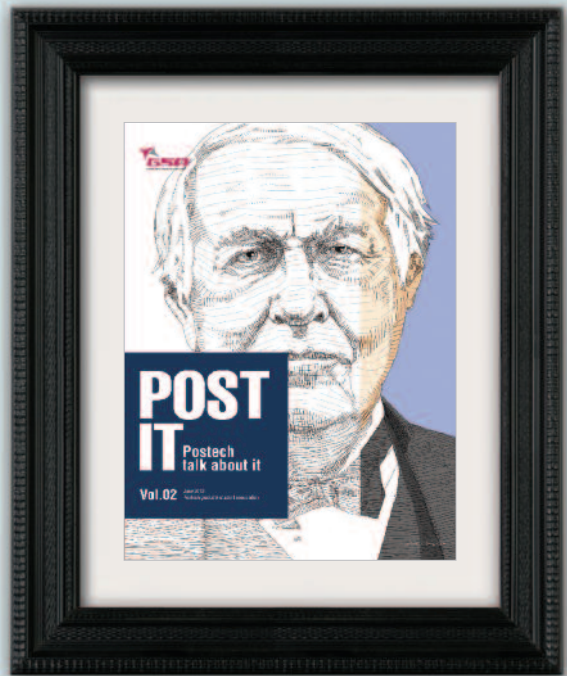
기업 대우조선해양 054

칼럼 연애(듀오) 064

연구 이정훈(신소재공학과) 072

# Post it Event

\_연말 이벤트



01. 2013년 3월 4일 Vol.1 창간호 발간 / 02. 2013년 6월 14일 Vol.2 여름호 발간  
03. 2013년 9월 2일 Vol.3 가을호 발간 / 04. 2013년 12월 11일 Vol.4 겨울호 발간



## Postech Talk About It Event

지금까지 발행된 4가지 색의 Post- it 을 가져오세요! 선착순 20명에게 버거킹 쿠폰(2만원 권)을 드립니다!

행사 장소 : 대학원총학생회실(학생회관 214-2호) | 행사 일정 : Vol.4호 발간일부터 연말(12/31) 까지

상품 내용 : 버거킹쿠폰 2만원 (선착순 20명)

# Biomimetic and Environmental Materials

글 • 환경공학부 석사과정 신예린

지도교수 • 황동수

mail • sarashin@postech.ac.kr

소속 • 친환경 생체모사 재료 연구실

Laboratory of Biomimetic and Environmental Materials (LBEM)



## 01

### Laboratory of Biomimetic and Environmental Materials

Within the branch of Environmental Science and Engineering, our laboratory focuses on biomimetics, specifically, engineering biomaterials derived from the marine environment.

Biomimetics is simply the science of mimicking biology. Human design is an endless variation of nature, creative yet not original. Like many inventions we now enjoy, we take advantage of the intelligent design of nature to advance our lives. For example, the shape of the airplane is derived from the wings of birds and the paddle fins for swimming are from the fishes. Similarly, our lab observes



things in nature at a microscopic level and studies how each of their function is supported perfectly by their biological, chemical and physical components, so that we can mimic and apply their characteristics in order to improve our society. In addition, we aim to engineer environmentally friendly materials.

**Diagram 1**

Examples of inventions inspired by the chemical and structural design principles from nature. From top to bottom: burdock inspired Velcro, shark skin inspired Fast Skin and human eye inspired camera lens.



**Diagram 2**

Marine species studied at the Lab of Biomimetics and Environmental Materials. From the top clockwise: Mussel, Hydroid, Crab, and Squid Beak. Diagram 3 Multidisciplinary Research

## 02

### Why marine species?

As the marine environment has much in common with the human body, understanding these marine biomaterials will inspire new paradigms for engineered biomaterials.

Similarities of the human body and the marine environment include:

- Naturally saline environment
- Variation of control over fluid flow
- Fouling by flowing via macromolecules
- Degradation of organics via cellular activities

The mussel that we often enjoy eating at the seafood restaurants grow on the rocks by the sea. Although they are tiny, they encompass enormous adhesive ability to stick to the rocks against the great power of the waves. The secret to their strong attachment lies in their foot. Mussels have feet that secrete a long thread with a rounded end called byssus. This byssus is what attaches directly to the rocks; it is basically glue that works in water! So, by looking at the different compositions of the byssus, we are able to find a novel underwater adhesive which can be applied as a biomedical material.

Another extraordinary quality found in the marine nature is the stiffness and the durability of the underwater materials. We can observe this from the beak



## *Why marine species?*

of the squids and cuticles of the hydroids. Amazingly, these materials are light weight and their compositional analyses show little or no existence of minerals. Yet, their mechanical strength is comparable to the strength of the human teeth, i.e. one of the strongest bones in the human body!

Experimental research points the source of the mechanical strength found in these creatures to the chemical bonds and interactions. The tiny molecules interacting with one another in a complex and extensive ways build up to produce a firm and protective underwater material.

These robust yet reversible interactions include:

- Coordination bonds (Mussel adhesive proteins)
- Hydrogen bonds (Whelk egg capsule proteins)
- Electrostatic interaction (Sandcastle worm adhesive protein)
- Hydrophobic interaction

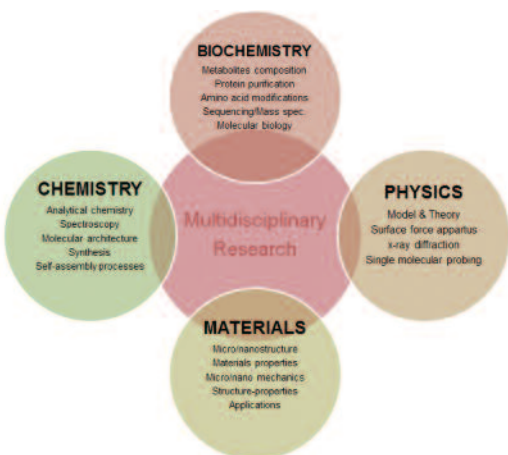


Diagram 3  
Multidisciplinary Research

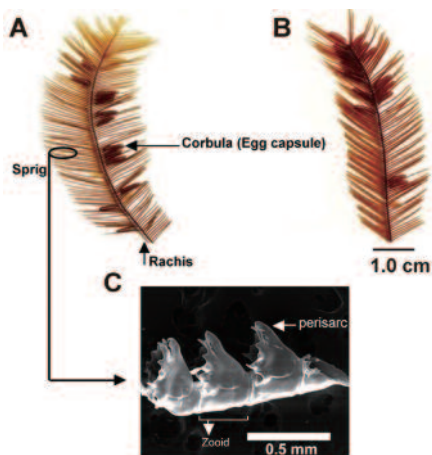


Diagram 5  
A. Marine hydroid *Aglaophenia latirostris*,  
B. Hydroid is stained red to indicate the presence of DOPA  
(Arrow Stain), C. SEM image of sprig showing three zooids.

## 03

### Approaches

The details of our investigation are based on a multidisciplinary research which includes the area of biochemistry, chemistry, physics and materials. As the research requires wide knowledge in different areas, it encourages the lab members to have cooperative discussions and brainstorming sessions. Moreover, it allows us many opportunities to work with other labs in different fields to widen our perspective. The experiments done in each field are unique in purpose and design but together they form one unified answer. In biochemistry, we can extract and purify protein from a targeted species and analyze its components - the amino acids. And through chemistry, we can account for the structure of the molecules and the abundance through spectroscopic methods. Through physics, we can test the mechanical force, tensile strength, and even make sample models. And from the materials aspect, we can start from building nanostructures and head towards making real-life applications.

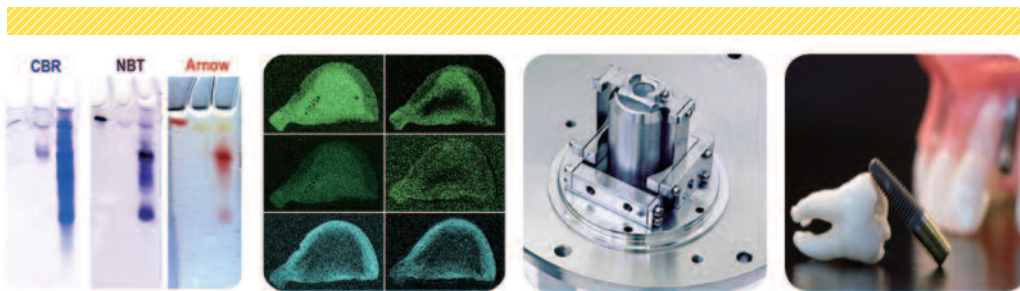


Diagram 4  
From left to right: protein purification (biochemistry), EDX spectroscopy (chemistry), Surface Force Apparatus (physics), application in the dental field (materials)

## 04

**Aglaophenia Latirostris**

other marine species. But never were they found all together in one species like it is in the hydroid.

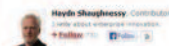
The species that I am interested in is called the hydroid. What is intriguing about this creature is that it contains melanin, chitin and Iron III-DOPA complex. These three components have been previously found to be the key players for stiffness, hardness and wear resistance in

The verification of these components in the hydroid utilizes different experiments and methods. First, the presence of DOPA can be tested by a technique called Arnow Staining. Simply, you can confirm the presence of DOPA if you see a color change from the original color to a dark red color. As you can see in Diagram 5, we see the color from yellow-brown changing to dark reddish brown. To confirm the presence of melanin, we took aninfrared spectroscopy data of known melanin, in our case Sepia melanin, as the control to compare with the melanin in our sample. In general, spectroscopy is a method to attain the structural or the composition information of a sample by shining a certain form of light through the sample and observing how the light shines through in different angles or strength. When we compared the data of these two melanins, the graphs matched closely and we were able to conclude the presence of melanin. However, we do not know they type of melanin that is present through this spectroscopy and we need to further investigate the unique function of melanin in the hydroid.

Lastly, we want to identify chitin. First, through the biochemical composition and the amino acid analysis, we were able to know that the carbohydrate found is made up of mostly chitin. We confirmed this finding by comparing our chitin with the chitin extracted from the crab shell. Using the x-ray diffraction (XRD) method, we saw that the chemical structure of our hydroid chitin sample showed similar chemical structure with the chitin sample from the crab shell that we had tested. During the verification experiments of these components, we were able to conjure up more hypotheses to explain the extraordinary mechanical strength of the hydroid.

What is yet left to be explored is the relationship between these three components: melanin, chitin and Iron III-DOPA complex. We want to know how exactly each component or a combination of these components functions to increase the mechanical strength and how strong the hydroid actually is compared to the synthetic materials that are in use. This research is like putting the pieces of a puzzle together, each piece of the puzzle must be observed carefully not only on its own but also with its relationship with the other parts of the puzzle.

# 한국 (트리즈 컨설팅 세번째 이야기)



Forbes

## What Makes Samsung Such An Innovative Company?

TECH EDITOR'S PICK 41 COMMENTS 18 LATEST

There are critics of Samsung who argue that its success is mostly due to copying and then tweaking the innovations of others. There is a good deal of truth in this, especially around the early Galaxy designs.

But Samsung is a global leader in screen technology, TVs, batteries, and chip design. So in terms of innovation it is doing a lot right. But we know very little about how.



The Samsung headquarters (Photo credit: Wikipedia)

Samsung had early successes with TRIZ, saving over \$100 million in its first few projects. It was also adopting Six Sigma at the time.

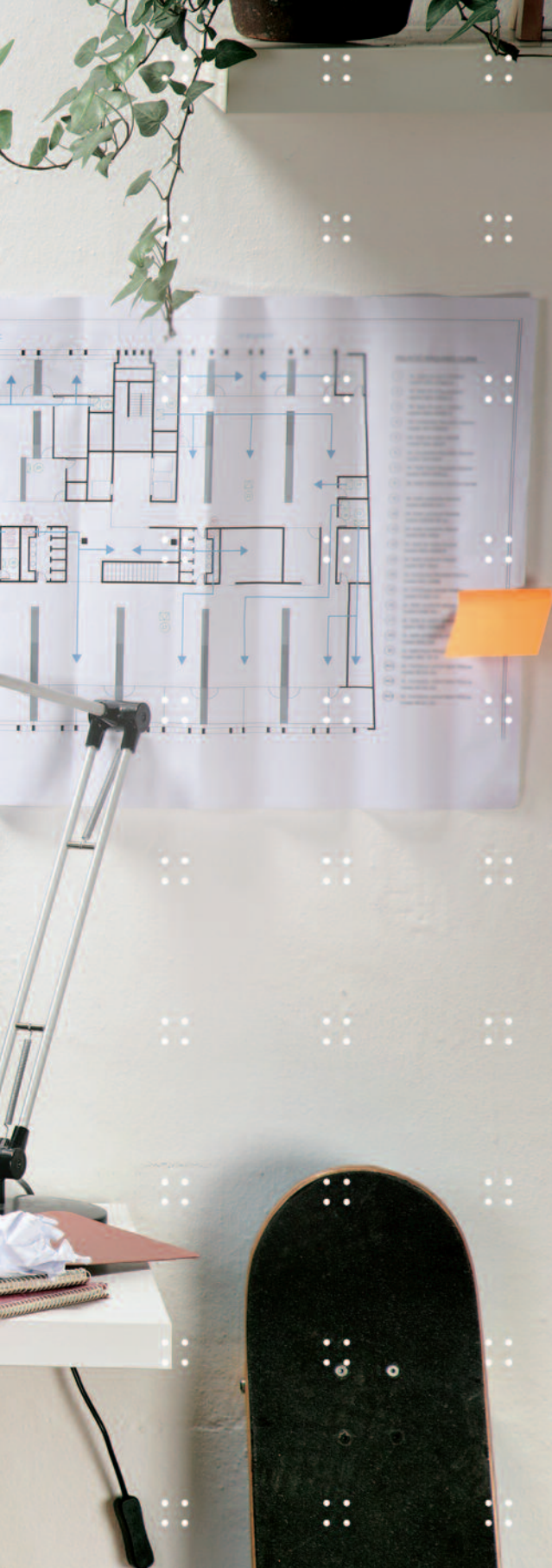
But it was TRIZ that became the bedrock of innovation at Samsung. And it was introduced at Samsung by Russian engineers whom Samsung had hired into its Seoul Labs in the early 2000s.



Samsung Engineers Perfect Marketing Storm For Galaxy S4 Ahead of 14th March

In 2003 TRIZ led to 50 new patents for Samsung and in 2004 one project alone, a DVD pick-up innovation, saved Samsung over \$100 million. TRIZ is now an obligatory skill set if you want to advance within Samsung.

At the Samsung Advanced Institute for Technology, Hye June Kim, who wrote The Theory of Inventive Problem Solving, a foundation text on TRIZ published in Korean, trained over 1,000 engineers across Samsung companies in 2004 alone.



글 • 울산대학교 산업경영대학원 김효준 겸임교수

mail • Trizkore@naver.com

1991 포항공대 재료공학과 입학 96년 2월 학사 졸업

1997 삼성종합기술원 입사

2000 삼성그룹 TRIZ 업무 시작

2008 프리랜서 독립

2013 울산대 산업경영대학원 겸임교수

# 03

## 창의성을...

지난 글에서 돈 쓰자라는 이야기를 하고 그래서 저도 양심이 있는지 노후대책에 대해서 글을 이어나갈 것으로 말씀드렸는데, 너무 노는 이야기 위주로 가는 것 같아서 이번 글에서는 조금 전문성을 살려서 일 이야기를 해보려 합니다. 너무 글이 딱딱 해지면 그 때 다시 노후대책 이야기를 하겠습니다.

What do you think  
**creative?**



2013년 박근혜 대통령이 들어서고나서 창조경제 이야기를 많이 하는데, 정말 박근혜씨는 창조경제에 대해서 얼마만큼의 진정성을 가지고 계신지 항상(?) 궁금합니다. 해야 하니까 하는 것일까 아니면 정말 절박함에서 우리나라 열정을 쏟아붓는 정성일까? 업무에 충실한 것일까, 삶을 관통하는 경험에서 우리나라 나라 사랑일까? 부하가 알려준 힌트일까 오랜기간 자신이 고민해 온 결과일까? 이런 부질없는 고민을 하는 이유가 저의 직업이 창의성과 연관되어 있기 때문입니다. 그래서 이번 글에서는 어떤 것이 창의성인가? 어떤 연구가 창의적인 연구인가? 를 이야기 하려고 합니다.

솔직히 말해서, 학부때에 학점 잘 받는 것이나 대학원에서 시험 잘 치는 것이 대학원이나 기업의 연구실에서 일을 잘 하는 것과 연관성 없으니, 멋있게 일하자 뭐 이런 내용을 전달하고자 합니다. 시험도 잘치고 학점도 잘 받는 것도 좋으나, 크게 민감하지 않다는 뜻입니다.^

이야기가 삼천포\*로 빠지는 것을 막기 위해 곧 제 직업인 창의성에 대해서 소개한다는 것을 가정하고 학점에 대해서 조금만 이야기 하고 본론으로 들어가도록 하겠습니다. 창의성의 이야기 와도 관련되어 있으니...

**삼천포\*** 남의 소중한 지명을 함부로 망령되어 일컫지 말라하시는 따끔한 충고가 귀에 들려오지만, 제 고향이 삼천포입니다. 삼천포시 동서동... 삼천포로 빠진다는 말이 싫어서 삼천포 지명이 사라지고 사천읍과 합쳐져 사천시가 되었는지 모르겠지만, 전 오히려 이 말로 인해 모두가 삼천포를 알아줘서 참 고맙다는 생각을 평소부터 짊어지고 있었습니다.

95년 10월... 전 5학년을 다니고 있었고, 되도록 졸업하라는 지도교수님의 은근한 종용으로 취직 준비를 하고 있었습니다. 제가 외학번이었는데, 군대를 다녀온 90학번 선배가 있었습니다. 당시에 삼성자동차(그런 회사 있었답니다)에 원서를 넣었고 입사면접을 보고 온 이야기를 하고 있습니다. 당시 면접관이 이렇게 물어봅니다. "왜 이렇게 학점이 낮습니까?" 당시 그 선배의 학점이 25를 약간 넘어서는 수준입니다. 그랬더니 이 선배가 왈 "제가 학점 좋으면 여기 오겠습니까?" 라고 부드럽게 대답했다고 합니다. 그리고는 당당히 합격했습니다. 2010년대의 학부생들은 별천지로 보겠지만 그 땐 그랬습니다. 저도 졸업을 앞두고 내 학점이 얼마나 되는지 약간, 아주 약간 궁금해서 알아보기는 했습니다. (전 12년 동안의 회사 생활 중 회사에서 고과가 얼마인지 몰랐고, 몰랐기에 편안했고, 지금은 궁금증만 가지고 있습니다) 2.75 였습니다. 나의 목표는 채웠습니다. 저의 목표는 beverage는 돼지 말자였고, 학부생 평균이 2.7 정도라고 전해 들었으니 약간 흡족했습니다. 약간 씁쓸했지만... 대학 본부를 나오기 전에 다시 한 번 담당자에게 물었습니다. "2.75면 ABCD 로 어느 정도 됩니까?" 그랬더니 B- 라고 합니다. 전 그 때 하늘에서 광명을 본 것 같습니다. 제 기억에 거의 대부분 C 를 받은 것 같은데 언제 평균 학점이 B 대를 꿰찼는지, 아주 즐겁게 뿌듯하게 (한심하긴...) 기숙사로 돌아왔던 기억이 나네요.

우선 학점은 어디와 연결이 될까요? 졸업 후 20년 살아보니, 연결되는 데 별로 없습니다. 오직 한 번 언급하는 경우가 있습니다. 취직할 때. (대학원은 가지도 않았고 응시하지도 않았으나, 학위 과정 신청할 때도 물어볼 것이라는 예상을 합니다. 대학원도 취직과 비슷하니...) 그러면 기업에서는 취업 응시생의 학점을 어떤 기준으로 바라볼까요?

예를 들어 경제학과를 학부 졸업했는데, 평균학점이 A0 이다. 그러면 “음...경제학에 대해서 잘 알겠군” 이렇게 생각할까요? 또는 A0 평균학점으로 경제학을 학부졸업한 친구가 어느 회사에 들어가 품질부서에서 일하고 있다가 어느날 포장마차에서 술 한잔 하며 “내가 경제학을 졸업했는데 적성과 전공을 무시당하고 품질부서에서 뭐하고 있는가? 교육이 잘 못 돼서...” 라는 장면, TV에서 자주 보는 장면이 아닐까 생각합니다. 하지만 이견 아닐 수도 있습니다. 기업에서는 어느 학생이 경제학과를 A0로 졸업했다면 경제학 분야의 지식이 많은 전문가로 인식하지 않습니다. 그냥 “경제학 바닥에서 조금 놀아봤구나” 이렇게 생각합니다. “경제학 분야에 던져 놓아도 용어에는 생소함을 느끼지 않겠군”이라고 판단하고 업무분야를 결정하는데 도움이 되겠죠. 이 학생이 학부에서 A0를 받았다는 것은 “뭘 하더라도 A0만큼의 성실성을 가진 사람이군”이라고 회사는 판단합니다. 정말 경제학의 지식을 인정받아서 전공을 살려서 경제학 분야의 일을 꼭 해야 한다면 적어도 박사까지는 가야 회사가 그 전문성을 인정합니다. 박사가 아니더라도 그 분야에서의 업적, carrier를 보고 판단할 수 있겠죠.

석사라는 것은 “이 분야에서 이렇게 저렇게 시켜서 한번 해 봤더니 연구를 따라오기는 했네” 라는 기준으로 이해해도 무방할 것 같습니다. 성실히 연구를 잘 따라오며 도와줄 사람으로 생각하겠죠. 학부시절의 성적은 성실성의 척도입니다. 중요하지 않은 것은 아니지만 절대적인 것은 아닙니다. 학점이 낮더라도 맛있는 사람이라면, 이렇게 대답할 겁니다.

**면접관:** 학점이 왜 이렇게 낮은가요?

**대답:** 네..저는 이렇게 저렇게 이런 생각으로 대학생활을 계획하고 이런 저런 이유로 이렇게 저렇게 대학생활을 하다 보니 학점에는 성실하지 못했지만, 이런 저런 부분은 꾸준히 추구하였습니다.

성실한 것이 좋은 것이라는 것을 결코 부정하는 것은 아니지만, 대학원의 연구생활, 논문 주제와 결과의 탁월성, 그 이후 기업의 연구실에서의 창의적 성과 등이 성실한 것 만으로 이루어지지 않는다는 것을 강조하고 싶어, 학점이 모든 것을 cover해 주지 않는다는 것을 강조하고 싶네요. 너무 당연한 이야기가 되어버려.....민망합니다.



And  
Bes



other  
st idea

시험을 치룰때는 “아하... 교수님은 이런 것을 중요시하는구나!” 라고 이해하시면 될 겁니다. 그기에 최대한 맞추거나, 혹은 시험치기 이전에 작년, 재작년의 시험출제성향을 미리 파악해서 그 교수님이 무엇을 중요시하는지는 알아볼 수도 있겠지요. 학점을 위해서라면 말입니다(마치 직장생활 보는 듯 합니다. 직장생활도 그래요. 상사 입장 맞춰주면 고과 잘 나옵니다). 하지만, 더 나아가서 길게 보면, 꾸준한 관심(진실한 진정성)을 가지고 졸업후 연구 생활을 하시면서 “과연 그 때 교수님이 중요하다고 생각한 포인트가 역시 핵심이네!” 라고 한 번 더 생각한다면 보람있는 일이겠고, 감사함을 느낄 수 있을 겁니다.

성실하다고 창의적인 것 까지 따라오는 것은 아니고, 현대인의 누구나가 창의성을 갈망하기에, 오늘 글에서는 창의성에 대해서 이야기를 시작해 보려고 합니다.

저의 전문분야는 TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving, 러시아 약자로 TRIZ) 라고 합니다. 구 소련연방의 겐리히 알츠슐러(Genrich Altshuller, 1926-1998)가 평생에 걸쳐 전 세계 특허 수백만 건을 분석하여 창의적인 문제해결의 공통점을 이론으로 체계적으로 집대성한 이론입니다. 좋은 아이디어가 있으면 특허에 등록하듯이 특허DB라는 것은 이 시대, 전 세계의 창의적 아이디어들을 모아 놓은 객관적인 DB라고 할 수 있겠죠. 그런 특허DB 수백만 건을 분석하면 뭔가 나오지 않겠습니까? 그런 일은 천재적인 사람이 이미 해 놓았다는 겁니다. 그 이론을 TRIZ 라고 합니다. 과연 어떤 것들이 있을까요? 이상 해결책(Ideal Final Result, IFR), 모순(Contradiction), 자원활용, 물리적 모순, 기술적 모순, 분리원리, 40발명원리, 모순테이블, 물질장 모델링, 76 표준해(Standard Solution), 창의적 문제해결 알고리즘(ARIZ), 기술진화법칙, 다차원분석 등이 있습니다. 거의 전부를 언급한 것 같네요.

전 운이 좋아서인지, 국내 최초로 기업에서 TRIZ 만 담당하는 일을 했습니다. 혼자 골방에서 책과 문헌을 보고 공부하면 되는 것이지 기업에서 TRIZ를 담당하는 것이 무슨 의미가 있느냐고 반문하시겠조? 제가 처음 TRIZ를 시작하던 2000년에는 TRIZ라는 것이 이름만 있었지, 무엇인지 알기 위해서 찾아볼 자료가 거의 없었습니다. 몇몇 자료들은 러시아 어로 된 것을 영어로 번역해 놓았는데, 보아도 무슨 말인지 이해하기 힘들었죠. 그 때까지만 해도 실제로 TRIZ가 적용된 사례가 충분히 많지도 않았고 알려지지도 않았으니, 서방에서 바라 본 시각으로 만든 그 당시의 TRIZ 책들은 더욱 더 그려했을 겁니다. 그런 상황에서 삼성이라는 회사의 직원으로서, 최고 수준의 러시아 TRIZ 전문가를 회사 직원으로 계약을 해서 얼굴을 맞 보면서 교육도 실시하고, 삼성그룹의 수 많은 회사에서 실제로 창의적 문제해결 이론을 사용해 보고 그 효과를 느낄 수 있었으니, 큰 자본력을 갖춘 거대 기업에서 트리즈를 직무로 맡았다는 것은 큰 행운이지 않겠습니까?

What do you think  
**creative?**



여러분의 선배님들이 대한민국의 많은 글로벌 회사들에서 6시그마라는 방법론으로 한 바탕 홍역을 치루고 나서 그 다음으로 나타나서 유행하고 있는 것이 TRIZ 방법론입니다. 6시그마 만큼 많은 비판과 욕을 먹고 있지는 않지만, 그래도 방법론이고, 6시그마와 달리 생각보다 오래 동안 생명을 유지할 듯 합니다. 지금 전 세계 웬만한 기업에서는 모두 TRIZ 를 배우고 적용하려고 하고 있습니다.

지금부터 곧 바로 열공 모드로 들어가면 아니 될 것 같아, 이번 회차에서 가장 중요한 개념(PTC Modeling)을 예로 들어 설명 드리고, 다음 회에서 또 다른 중요한 개념(Problem Chain Analysis)을 예로 들어 설명드리고자 합니다.

PTC Modeling은 저자가 2003년부터 개발하여 현장에 적용하며 이론적 토대를 실증한 후 2011년 Global TRIZ Conference에서 발표하였습니다. Problem Chain Analysis, PCA는 미국 Gen3Partners의 Simon Litwin이 RCA(Root Cause Analysis, 근본원인분석, 5 why)에서 발전시켜 2003년 부터 주장한 Cause Effect Chain Analysis를 저자가 좀 더 실용적으로 새로운 관점에서 획기적으로 발전시킨 이론으로 2012년 Global TRIZ Conference 에서 발표하였습니다. 예전 알츠슐러의 작업을 Classical TRIZ 라고 부르기도 하고 방금 언급한 PTC Modeling, PCA 등을 Modern TRIZ 라고도 합니다. 하지만 모순 Contradiction 에 대한 발전되어져가는 이해의 단계로 보는 것이 더 맞을 듯 합니다. 저자가 몸담고 있는 TRIZ 분야에서 많은 관심을 끌고 있는 이론으로 옳다 그르다는 논하기 어려운 일반적 정설로 받아들여지고 있습니다. 삼성과 한국에서의 TRIZ 활동과 이러한 이론적 업적으로 지난 2013년 3월에는 제 이름이 미국 Forbes 잡지에도 프린트 되었네요.

PTC 모델링은 TRIZ의 가장 중요한 개념인 모순에 대한 완결성 높은 이해도를 제공합니다. 많은 분들이 알고 있는 삼국지라는 고전의 한 부분을 설명하여 쉽게 접할 수 있도록 해 보았습니다. 예전 매일경제신문에 제가 기고한 글입니다. 재미있게 읽어보시기 바랍니다.

양자강 강줄기를 가르며 두 기운이 맞서고 있는 적벽에 조조의 100만 대군과 손권의 10만 대군이 마주 보고 있다. 이 한판의 전투로, 황제를 조롱하는 승상 조조는 천하를 통일하려는 마지막 전략을 준비중이다. 또한 풍요로운 산물과 광물의 보고인 양자강 남쪽의 고향 땅을 목숨을 걸고 사수하려는 손권과 최고 사령관 주유는 강한 긴장감에 결의를 다지고 있다.

아무 것도 가지지 않은 유비와 손권은 동맹을 맺었다. 적벽에서의 전쟁을 승리로 이끈다면 형주와 형주 서쪽의 땅을 유비가 가지기로 한다. 제갈공명은 방통이라는 또 다른 책략가와 함께 모의를 하여 조조의 100만 대군 군선의 선단을 쇠사슬로 묶었다. 12월이면 간헐적으로 불어오는 동남풍에 때를 맞추어 주유의 군사가 강을 가로질러 조조의 100만 대군을 화공으로 공격하고, 도망가는 조조의 군사를 육지에서 유비의 군사가 기습하여 태반의 조조 군사들은 적벽대전에서 목숨을 잃게 된다.

조조의 군선이 불에 타 없어지고 전세가 기울어지자 조조는 목숨을 살리기 위해 전장을 벗어나 기 시작한다.유비와 공명은 흡족한 마음으로 패잔병을 쫓아가 섬멸할 작전을 세우고 있는데 공명은 조자룡과 장비 그리고 여타 장군들에게 지시한 장소에 숨어있다가 기습할 것을 명한다. 그런데 공명이 유독 관우에게만은 명령을 주지 않았다. 관우는 발끈했다. 의리와 남아의 기개가 돋보이는 관우, 40대 중반의 나이에 20대 약관의 공명을 약간은 무시하고 있어서인지 더욱 화가 났다. “군사, 왜 내게는 아무런 명령을 주지 않는 것이요?” 그러자 공명은 “관우, 그대는 예전에 조조에게 몸을 의탁하였던 적이 있소, 그 때 은혜를 입었던 입장이라 당신은 결코 조조를 처리할 수 없을 것이요!” 그러자 관우는 “군사, 나는 이미 조조에게 은혜를 갚았으, 대소 10여 차례 전투에서 조조를 위해 적장의 목을 베어주었소, 나를 쉽게 판단하지 마시오” 그러면서 관우는 붓을 들어 군령장을 써내려간다. 자신이 조조를 처리하지 못한다면 목숨을 내어 놓겠다는 내용이다. 그런데 공명이 더 강하게 나온다. “종소, 장군, 화옹도에 가서 도망가는 조조를 기다리시오. 만일 그 곳에서 조조가 나타나지 않는다면 나의 목숨을 내어 놓겠소. 나도 군령장으로 관우장군에게 드리리이다” 출병하는 관우에게 공명은 한가지를 더 당부한다. “화옹도에서 기다릴 때 반드시 모닥불을 피워놓고 기다리시오” 대저 기습을 할 때는 흔적을 남기 않고 매복해야 하거늘 공명은 정반대로 노출하라는 이상한 명령을 내린 것이다. 그렇게 관우는 적토마와 철기병을 이끌고 화옹도로 나아갔다.

조조는 이제 겨우 30여기의 기병만을 이끌고 하루 종일 적의 포위망을 뚫고 나가고 있었다. 조금만 벗어났다 싶으면 어김없이 조자룡, 장비 등의 유비군사가 나타났고 조조의 군사는 이제 겨우 30여기만을 남겼으니 조조는 공명의 치밀함에 혀를 내두르고 있었다. 갈림길에 다다른 조조, 오른쪽으로 가면 화옹도이고 왼쪽으로 가면 강포구로 나아갈 수 있다. 이때 화옹도 먼 발치에서 모닥불이 피어오르고 있다. 이를 보고 조조는 크게 웃으며 제갈공명을 비웃었다. 일부러 모닥불을 화옹도 방향에 피워놓고 강 포구 방향에서 매복하게 하는 공명의 계략일 것이라고 말하며 자신이 제갈공명보다 한 수 위임을 부하들에게 자랑한다. 화옹도로 말머리를 돌린다. 화옹도로 갔던 조조는 거기서 관우를 맞닥뜨린다. 조조는 풀썩 주저 앉았다. 눈앞이 캄캄하다. 관우가 누구인가? 당대의 무공으로 따지면 맞설 자가 없다. 이제 죽은 목숨이다.

하지만 조조는 포기하지 않는다. 성공한 위인의 여러 특징 중 하나는 마지막 순간까지 포기하지 않고, 하면 된다는 희망으로, 끝까지 생각을 한다는 점이다. 조조의 빠른 두뇌는 상황을 정리한 후, 급히 말에서 내려 기어가서 손을 조심히 뻗어 관우의 말을 더듬으며 한다는 말이, “적토마야 잘 있었느냐!” 무슨 말인가? 옛적에 관우가 조조에게 몸을 의탁할 때 조조는 어떻게든 관우를 설득하여 부하로 만들려고 했다. 온갖 재물과 관직을 주어도 눈하나 주지 않아 결국 조조는 여포에게서 빼앗은 천하의 명마 적토마를 과감하게 관우에게 주었던 것이다. 예나 지금이나 남자는 드라이빙이다. 이 후, 관우는 전장에서 조조를 도와 적장의 목을 가져오기도 했고, 결국 유비의 거처를 알아 떠날때에는 온갖 보물과 재물은 남겨놓고도 오직 적토마만을 가지고 왔었다.



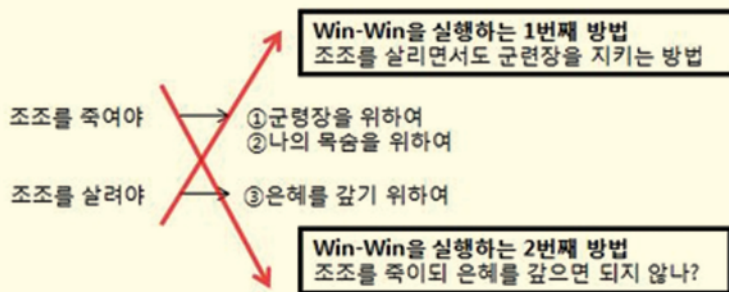
화용도에서 적토마를 만지며 하고 싶었던 조조의 뜻은 무엇인가? 예전에 은혜를 받았으니 이제 관우가 조조에게 은혜를 베푼다는 뜻이다. 눈물과 온갖 연기력으로 관우에게 목숨을 구걸하고 있다. 조조의 성실한 부탁에 결국 남아의 기개와 의리를 소중히 여기는 천하 명장 관우는 결국 조조를 살려주고, 한 번 관우앓을 지나친 조조는 혼심의 힘을 다해 달아났다. '아차' 싶은 마음이 들었을 때는 이미 조조가 멀리 달아난 후였다. 이렇게 될 것을 공명은 이미 예상하고 있었던 것이다.

무거운 마음으로 진영에 돌아온 관우를 공명은 사형에 처하겠다고 엄포를 놓았고 목숨을 구걸하지 않는 관우 앞에 유비와 장비가 나서서 극구 말렸다. 의형제인 유비와 장비의 간곡한 부탁에 공명은 마지 못해 관우의 목숨을 구해준다. 그 날 저녁, 유비는 공명을 찾았다. 적벽대전의 승전에 대한 감회를 이야기 하다가, 유비는 결심한듯 물었다. "군사는 관우가 조조를 처단할 수 없다는 것을 알면서 왜 관우를 보냈는가? 나의 형제를 그렇게 욕보이려고 했는가?" 라며 불편한 심기를 전했다. 그러자 사람의 마음을 꿰뚫어보는 공명은 "제가 어제 저녁 밤하늘 별자리를 보니 조조의 명이 다하지 않았음을 알았고, 관우는 조조에게 은혜를 입은 바 있어 주군과 함께 마음에 부담이 되고 있으니, 이번 기회에 관우의 부담을 들어주려 했던 것입니다. 유항숙 주군에게 심려를 끼쳐 드려 죄송합니다" 이 말에 유비는 더 없이 그윽한 눈빛으로 신뢰감을 느꼈을 것이다.

하지만 또 다른 면에서 생각해보면, 나라의 군 사령관으로서 공명은 리더십이 필요했다. 일사불란한 지휘체계가 필요했다. 유비와 장비는 순쉬운 상대인데 관우는 쉽지 않았다. 선비의 기개와 무장의 목직함을 가진 관우, 쉽지 않은 상대이며 관우와는 은근한 경쟁심이 있었던 것이 사실이지 않을까? 유비와 장비와 의형제를 맺은 관우, 그렇지 못한 객의 입장이라고도 볼 수 있는 공명. 화용도에서의 일로 공명은 관우를 길들였던 것이 아닐까? 과연 그 이후 관우는 공명을 군사로서, 상명하달의 엄격한 체계를 기꺼이 받아들였다. 물론 수십년 후 손권과 화친하라는 공명의 지시를 어기고 손권이 제안한 혼사를 무참히 묵사발(호랑이 자식과 개의 새끼는 인연이 안된다고...)을 만들어 관우는 그 운명을 달리하고 그 목은 조조에게까지 운반된다.

재! 당신이 화용도에서의 관우라면? 군령장을 써고 나온 장수. 모닥불을 피워놓고 화용도에서 조조를 기다리던 관우. 적토마를 쓰다듬고 울며 목숨을 구걸하는 조조. 당신이라면 어떻게 할 것인가? 나관중의 삼국지연의 이전에 당신이 관우라면 어떻게 하겠는가? 어쩔 수 없었는가? 안 되는 것이 어디 있나? 하면 된다. 생각해보자라는 말이다. 이 문제를 창의적 문제해결 이론인 TRIZ로 분석해본다.

우선 관우가 부딪힌 문제는 딜레마문제(물리적 모순, Physical Contradiction)이다. 조조를 죽여야 하고 죽이지 말아야 하는 문제이다. 이런 딜레마가 발생한 원인은 무엇일까? 조조를 죽여야 하는 이유와 죽이지 말아야 하는 이유가 서로 충돌했기 때문이다. 즉 조조를 죽이지 말아야 하는 이유에 해당하는 은혜를 갚아야 한다는 것과 조조를 죽여야 하는 이유에 해당하는 균형장을 지켜야 한다는 것이 서로 충돌한 것이 원인이다. 이러한 상충문제(기술적 모순, Technical Contradiction)가 원인이 되어 딜레마 문제가 발생한 것이다. 이러한 문제의 구조를 그림(PTC Modeling)으로 나타내면 다음과 같다.



이러한 문제의 구조에서 TRIZ는 다음과 같은 해결책을 제공한다. 우선 조조를 죽이지 않고 명령을 지키는 방법이 있고, 조조를 죽이면서 은혜를 갚는 방법이다. 가장 좋은 방법은 조조를 죽이지 않고 명령을 지키는 방법이지 않을까? 조조를 밧줄로 묶고 끌고가서 공명에게 주면 되지 않을까? 생포하면 된다.

이러한 해결책의 방향을 생각하지 못하고, 딜레마문제에 부딪혔을 때, 미리 생각을 포기해버렸던 관우는 제갈공명의 리더십에 굴복당했던 것이다. 이러지도 못하고 저러지도 못하는 딜레마 상황으로 몰고 가면 '어쩔수 없다'라는 생각을 가지게 되는 인지상정의 마음을 간파하고, 이러한 내용전개를 통해 독자로부터 지난 1000년의 세월동안 공감을 이끌어내었던 나관중의 예리함에 빠져들었던 것이 아닐까.

물론 "생포해가면 결국 죽지 않느냐?"라고 반문할 사람도 있지만 반대를 위한 반대는 하지 말자. 내가 관우라면 난 생포해서 데려간다. 그것이 최선책이라고 판단된다. 이론적으로 따지는 것도 좋지만 당신이라면 어떤 더 나은 대안이 있는지를 고민해보자.

TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving의 러시아어 약자)는 200만 건 이상의 전 세계 특허를 분석하여 그 공통점을 분석한 결과이다. 그러한 공통점을 많은 기업에서 현장에서 적용하여 실질적인 성과를 도출하고 있어서 GE, Intel 등의 글로벌 기업은 물론 삼성, 현대, 엘지, 포스코 등의 국내 기업에서도 일찌감치 도입하여 적용하는, 일반인들에게 많이 알려져 있지 않은 최신의 창의성 기법이다. 200만 건의 특허를 분석하여 40가지 발명원리, 76가지 표준해결책, 문제해결프로세스(아리즈)와 같은 구체적인 방법론들을 문제의 유형과 상황마다 체계적으로 제시하고 있다는 점이 특징이다. 누가 보더라도 창의적이라고 인정될만한 특허들에 3가지 공통점이 있는데, 비용이 적게 든다는 점(Ideal Final Result), 모순을 해결한다는 점(Contradiction), 주위의 자원을 최대한 활용한다(Resource)는 점이다. 일반적인 문제해결 방법은 최적화(Optimization)이지만, 트리즈에서는 최적화를 통해서는 혁신적인 해결책에 도달하지 않는다고 보며 창의적 문제해결을 위해서는 모순을 극복할 것을 권장하고 구체적인 해결방법까지 수백만 건의 특허분석을 통해서 제시한다.

특히 모순에는 2가지 종류가 있다. 세익스피어가 말한 것과 같은 ‘죽느냐 사느냐’의 문제는 ‘어느 하나가 이래야 되고 저래야 되는’ 물리적 모순(Physical Contradiction, 딜레마 문제)으로 규정하고 이러한 경우에는 우선 3가지 분리의 원리를 적용하라고 추천한다(시간, 공간, 전체와 부분에 의한 분리). ‘서로 다른 2개가 서로 부딪히는’ 문제는 기술적 모순(Technical Contradiction, 상충문제)이라고 규정하고 이러한 경우 우선 40가지 발명원리를 적용하고 추천한다. 왜 물리적 모순에는 분리의 원리를, 기술적 모순에는 40가지 발명원리를 우선 적용해야 하는가? 200만 건 이상의 특허들을 분석하니, 수 많은 사람들이 그렇게 문제를 해결하고 있었다는 통계적 분석결과이기 때문이다. 또한 좀 더 복잡한 문제는 이러한 물리적 모순과 기술적 모순과의 관계를 분석하여 전략적인 해결방안을 PTC Modeling을 통하여 제시하고 있으며 엔지니어링이나 현장의 생산관련 기술문제, R&D와 관련된 경우는 9개의 구체적인 프로세스를 제시하는 아리즈(Theory of Inventive Problem Solving) 기법도 적용할 수 있다.

이처럼 트리즈는 문제를 창의적으로 해결하기 위한 방법론으로서 여타 다른 창의성 방법론과 달리 상당히 구체적인 방법들을 체계적으로 제시한다는 점이 다르다. 또한 6시그마와 같은 다른 혁신 방법론과는 다르게 최적화가 목적이 아닌 획기적인 아이디어를 제시한다는 점에는 다르다. 다른 혁신의 방법과 함께 적용되어서 구체적인 아이디어가 필요하다면 기술분야나 경영, 디자인, 마케팅, 정치, 외교 등의 분야에 폭 넓게 적용될 수 있는 범용적인 이론이다.

이번 글은 여기에서 끝을 맺도록 하겠습니다. 훌륭한 이론은 간단하면서도 응용력이 넓어야 한다고 생각하고, 경지에 이르면 더욱 더 간단해지면서도 심오해야 한다고 믿습니다.

\*

소식지 1호에 실린 첫번째 글에서 새디스트란 단어를 잘 못 사용했습니다. 자기자신을 학대하는데서 쾌감을 얻는 것에는 새디스트 sadist가 아닌 메저키스트 masochist란 단어를 사용합니다. 새디스트가 아닌 메저키스트로 정정합니다.

한국기초과학지원연구원  
Korea Basic Science Institute

주소 : (305-806) 대전광역시 유성구 과학로 169-148  
전화 : 042) 865-3500, 홈페이지 : [www.kbsi.re.kr](http://www.kbsi.re.kr)

# KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

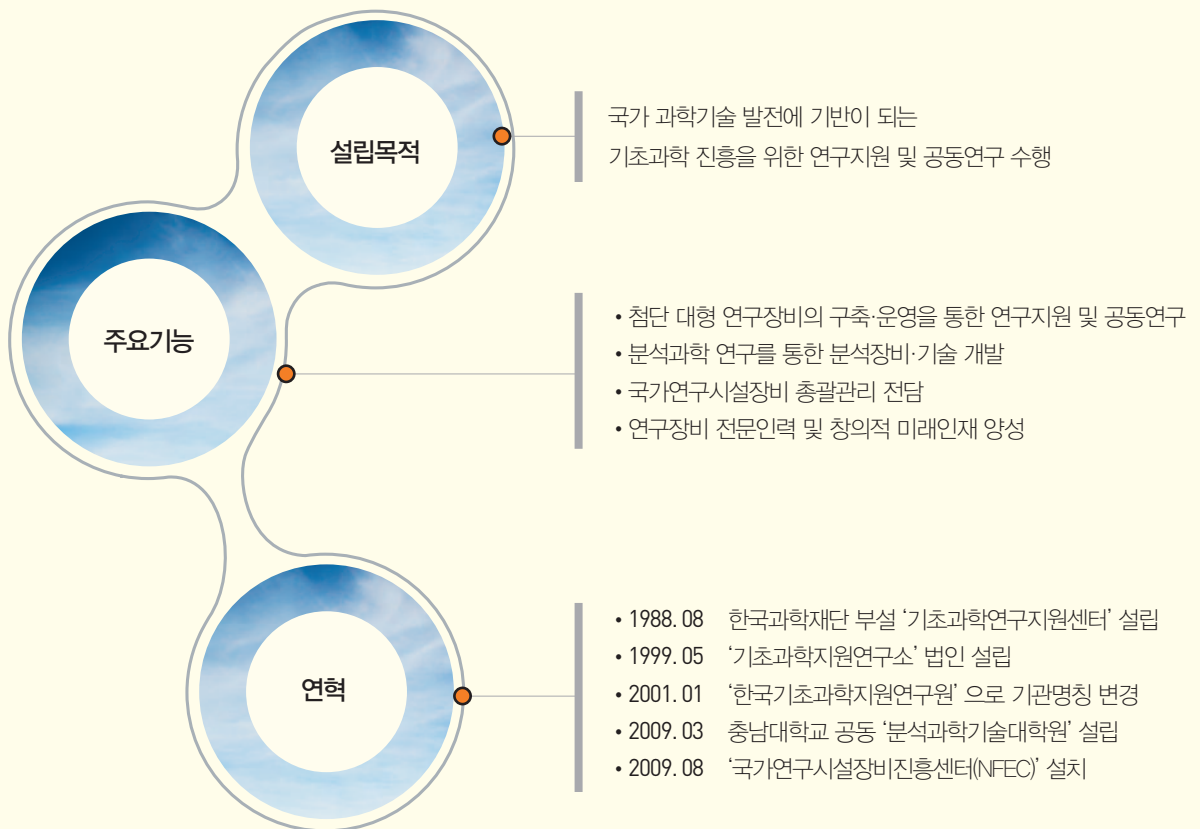
한국기초과학지원연구원



## 일반현황

## Open World-class Institute, KBSI

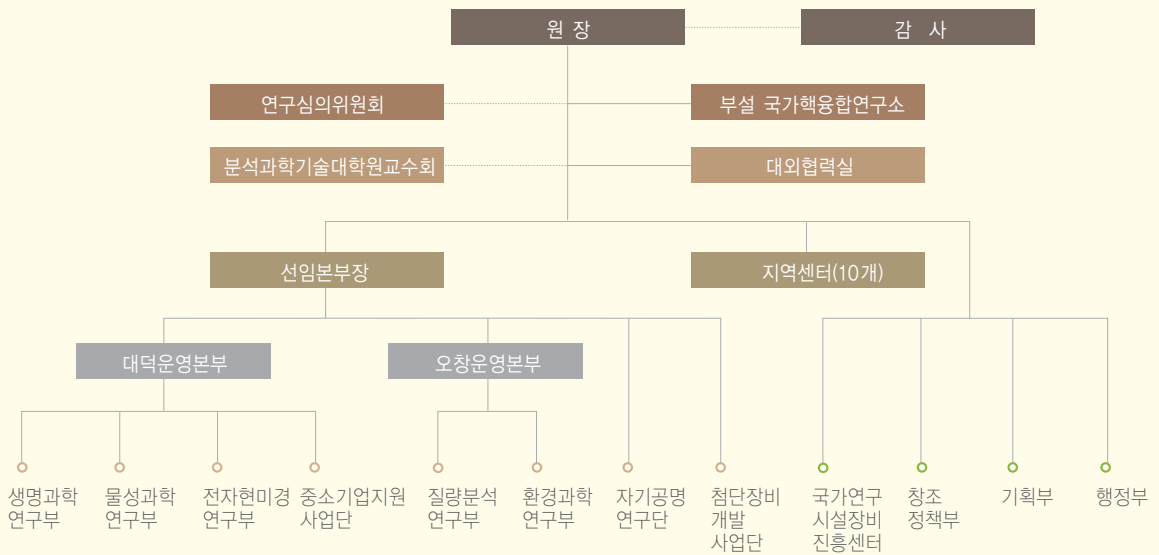
한국기초과학지원연구원(KBSI)은 기초과학진흥을 위한 연구지원 및 공동연구 수행을 위해 세계 최고 수준의 첨단 대형연구장비를 구축·운영하고 있으며, 대학·기업체·민간연구기관·정부연구기관의 연구자들을 위한 연구지원과 공동 연구를 끊임없이 수행해 오고 있습니다.



## 일반현황

### ● 조직현황

1부설기관 10지역센터 2본부 1센터 3단 5연구부 3지원부 1실



※ 본원(대덕, 오창센터), 10개 지역센터(서울, 부산, 대구, 광주, 전주, 춘천, 강릉, 순천, 제주, 서울서부)

# GROWING DEVELOPMENT

한국기초과학지원연구원은  
전문화된 첨단연구활동을 통해 세계리더로 성장합니다.

## 일반현황

### ● 인력현황

구분	임원	연구직	기술직	행정직	계
인원(명)	1	120	46	46	213

※ 본원(대덕, 오창센터): 141명(임원포함) / 지역센터: 72명, '13. 3월말 기준

### ● 예산현황

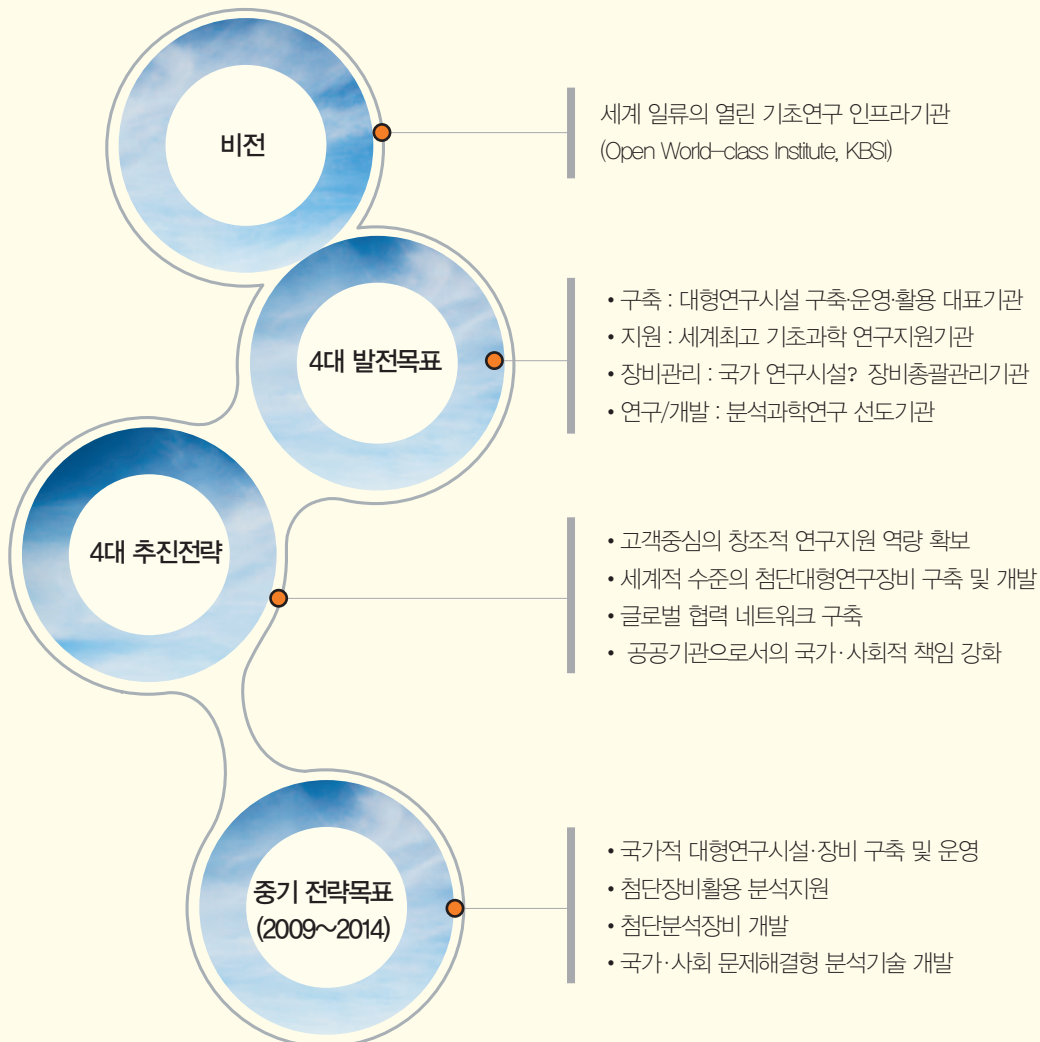
수입 (백만원)		지출 (백만원)	
I. 정부출연금	76,841	I. 인건비	16,266
		II. 연구직접비	58,472
II. 자체수입	22,700	III. 경상운영비	4,603
		IV. 시설비	20,100
		V. 차입금 상환	—
		VI. 기타	100
계	99,541	계	99,541



## 발전전략 및 추진목표 (2013~2016 경영목표 기준)

### 세계 일류의 열린 기초연구 인프라기관으로 자리매김하겠습니다.

내일이 더 기대되는 나라, 한국기초과학지원연구원이 대한민국을 희망으로 안내 합니다.  
선진과학한국을 실행하는 힘. 한국기초과학지원연구원의 무한한 잠재력을 믿습니다.



## 주요 수행분야

### ● 첨단전문연구지원

• 기초(연)은 기초과학지원 및 공동연구를 위한 국가적 연구 장비 중심기관으로서 국내 최고수준의 첨단연구장비를 보유하고 있다. 2013년 3월말 기준으로 총 1,700억원, 총 516종(3천만원 이상 장비)의 연구장비를 구축하고 있다.

이를 기반으로 생명과학(BT), 나노과학(NT), 환경과학(ET) 분야의 연구를 수행하고 있으며, 첨단 대형장비를 활용한 공동 연구를 통해 총 535편(SCI 462편)의 논문이 게재됐다.

또한 대덕본원과 오창센터, 그리고 10개 지역센터를 통한 전국적 분석지원 및 공동연구 네트워크를 구축하여 대학, 기업체, 공공연구기관 등을 대상으로하는 분석지원 서비스를 제공하고 있다. 2012년 한 해 동안의 분석지원을 통해 시료수 132,049개에 대한 분석서비스가 제공되었으며 이를 토대로 762편(SCI 639편)의 외부 이용자 논문이 발표되었다.

# FOR SEEING MORE

내일이 더 기대되는 나라,  
한국기초과학지원연구원이 대한민국을 희망으로 안내합니다.



# 전국 네트워크 조직

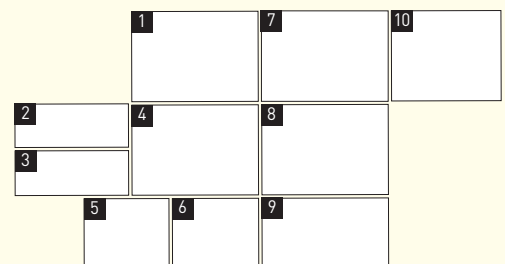
## 한국기초과학지원연구원

한국기초과학지원연구원은 대학 · 기업체 · 민간연구기관 · 정부연구기관의 연구자들을 위한 연구지원과 공동 연구를 끊임없이 수행해 오고 있습니다.





01. 대덕본원 : 전자현미경, 원소분석, 프로테오믹스, 에너지나노소재, 장비개발
02. 오창센터 : 자기공명, 질량분석, 연대측정
03. 서울센터(고려대학교 내) : 메타물로믹스, 환경분석, 레이저분광학
04. 부산센터(부산대학교 내) : 표면물성, 하이테크부품소재
05. 대구센터(경북대학교 내) : 첨단기능소재
06. 광주센터(전남대학교 내) : 노화연구, 광소재특성분석
07. 춘천센터(강원대학교 내) : 생체영상
08. 순천센터(순천대학교 내) : 나노정보, 미세구조분석
09. 강릉센터(강릉대학교 내) : 나노신소재
10. 제주센터(제주대학교 내) : 해양바이오



## 주요 수행분야

### ● 국가적 대형연구장비 설치·운영

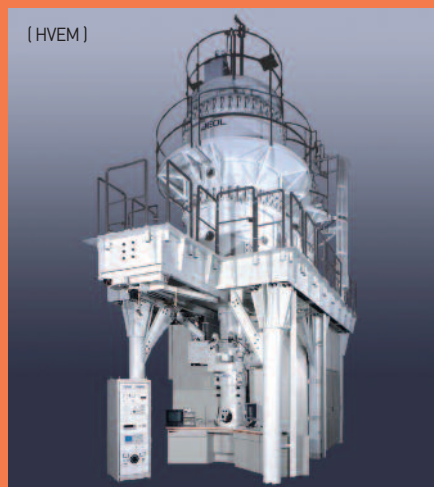
• 초고전압투과전자현미경(HVEM)은 지난 2004년부터 운영을 시작했으며, 전 세계에 설치된 약 20여대의 HVEM 중 가장 진보된 성능과 운영 시스템을 갖춘 장비이다. 원자단위의 구조까지 직접 관찰할 수 있는 가속전압 1.3 MeV 이상의 세계 최고 성능의 최첨단 전자현미경으로서 기초(연) 대덕본원에 설치하여 나노와 바이오 연구를 중심으로 기초과학 및 응용과학 분야에서 널리 활용되고 있다.

• 900 MHz NMR은 2006년 4월부터 오창센터 설치하여 운영 중에 있으며, 전세계적으로 20대에 불과한 최첨단 구조분석 연구장비로 그 장치의 세기가 지구 자기장의 40만배가 조금 넘는 21.14 테슬라(Tesla)에 해당하고, 생체 자연 상태의 단백질 입체구조를 0.1nm(수소원자 크기) 해상도로 규명하는 유일한 장비이다. 이밖에도 800 MHz NMR, 9.4 T MRI와 4.7 T MRI 등의 연구장비를 활용해 BT 연구의 활성화, 단백질·유전자의 구조연구, 첨단 소재 개발에 활용된다.

• 15 테슬라(Tesla) 초고분해능 질량분석기(15 T FT-ICR MS)는 기초(연)이 2004년부터 4년간 69억원을 투입하여 미국국립고자장연구소(NHML)와 공동으로 개발해, 2008년부터 오창센터에서 본격 가동을 시작했다.

세계 최고 분해능을 기록한 15 T FT-ICR MS는 분자 질량 측정 정확도 부문에서 세계 최고기록(측정오차 0.5 ppm 이내)을 경신하여, 단백질, DNA, 지질, 탄수화물, 대사체 등과 같은 극미량 생체 물질 및 미지의 신물질 발굴 등 생명과학 분야에서 널리 활용될 수 있으며, 포스트게놈 시대의 유전체 및 단백질체 연구에 필수적인 장비이다.

• 고분해능 이차이온질량분석기(HR-SIMS)는 국내 최초로 2008년 기초(연) 오창센터에 설치한 지구환경분야 연구에 필수적인 장비로서 지질연대 측정, 안정동위원소 연구, 핵종 분석연구 등의 분야에서 국가적 공동활용 연구장비로 운영하고 있다. 본 장비를



## 주요 수행분야

통해 대륙충돌대의 연장성, 동아시아 기후변화 등 동아시아 및 국내 학계의 현안 문제 해결이 가능하게 되었으며 국내 환경과학 분야의 연구력을 세계 최고수준으로 도약시킬 것으로 기대된다.

### ● 첨단 분석장비 개발

- 세계 최고성능의 질량분석기인 15 T FT-ICR MS를 2007년 개발 완료

- 펄토초 다차원 분광기를 2008년 개발 완료, 이 장비는 생체 분자 동역학 및 나노 재료 분광 분석을 위한 초고속 다차원 분광기로서 생체 분자 및 재료 관련 다차원 분광 분석이 가능하다. 이를 통해 지난 2009년에는 펄토초 다차원분광기를 통해 1초분의 1초의 짧은 시간 단위에서 광학이성질체의 구조 변화를 규명함으로써 세계 최고 권위의 학술지인 Nature지에 논문이 게재되기도 하였다.

- 초정밀 열영상시스템을 2013년 개발, 국내 최초로 개발된 이 장비는 시료 각 부분의 온도 차이를 이용해 3 $\mu$ m(마이크로미터; 1백만분의 1m)의 분해능에 온도분해능 0.005K(켈빈온도)에 1초당 약 100장의 영상을 얻을 수 있는 '초정밀 열영상현미경(Thermal Imaging Microscope)'으로 반도체소자 결함검사 장비와 나노? 바이오 분야의 분석장비로 활용할 수 있다. 또한 '초정밀 열영상 현미경'의 향후 활용분야로는 반도체, 태양전지, LED 등 핵심부품의 결함 및 성능검사가 필요한 전자부품 분야와 시료의 손상 없이 열분포 분석이나 나노입자의 주입으로 질병진단이 이뤄지는 생체시료 분석연구 분야가 대표적이다.

- 28 GHz 초전도 ECR 이온원 및 중이온 선형가속기인 ECR 이온을 이용한 중소형가속기를 2013년 말까지 개발 완료 예정



## 주요 수행분야

### ● 국가연구시설·장비 총괄관리

• 우리나라는 최근 연구개발예산의 증가와 함께 연구시설·장비 구축사업비도 꾸준히 증가하였으나 중복투자과 전문운영 인력 부족 등 연구시설·장비의 비효율적 운영에 대한 우려가 지속적으로 제기되고 있다. 이러한 배경으로 국가연구시설장비의 효율성을 제고를 위해 2009년 기초(연)에 '국가연구시설장비진흥센터(NFEC)'가 설립됐다. '국가연구시설장비진흥센터(NFEC)'는 범부처 연구시설·장비의 총괄전담기구로서 과학기술의 기반이 되는 연구시설·장비의 전략적 확충과 공동활용 촉진을 목적으로 설립되었다. 국가연구시설장비진흥센터는 국가 연구시설·장비의 총괄 운영관리 및 체계적 지원업무를 수행하게 되며 장비개발, 장비구축, 장비운영, 장비활용, 장비인력 및 장비정보 분야에서 국가 과학기술 인프라 발전을 위한 진흥사업도 추진 진할 예정이다.

### ● 분석과학 전문인력 양성

• 기초(연)은 첨단 분석기술 및 분석장비 개발을 위한 전문인력을 양성하기 위하여 충남대와 공동으로 2009년에 '분석과학기술대학원(GRAST)'을 설립하였다. 출연(연) 최초의 특화전문대학원인 GRAST는 분석과학분야 석 박사급 전문인력 양성을 수행하고 있으며, 2011년 첫 졸업생 전원이 취업이 이뤄지는 성과를 보였다.

이밖에 기초(연)은 '연구장비 엔지니어 양성사업'의 주관으로 연구장비 운영인력 양성에 나서고 있다. 현재 국내 대학 및 연구기관에 많은 장비가 구축되고 있지만, 연구장비 운영을 담당할 전문인력의 부족으로 지난 2011년 조사(장비기술인력 고용현황 조사, 교과부, '11.11)에 따르면, 대학, 출연(연) 등 연구기관의 장비기술인력 1인당 평균 40점의 연구장비를 운영·관리하는 것으로 드러났다.

이러한 문제를 해소하기 위해 미래부 주관으로 '연구장비 엔지니어 양성사업'이 추진됐으며, 올해에는 대학 및 출연(연)을 대상

으로 10개 전문교육기관을 지정하고, 약 200명의 연구장비 전문인력을 양성하고 있다.

### ● 과학대중화 및 과학문화 확산

• 기초(연)은 과학대중화 및 과학문화 확산을 위하여 2004년부터 '첨단장비활용 청소년과학활동지원사업'을 수행하고 있다. 이 사업을 통해 엑스사이언스(X-Science)사업과 '주니어닥터 프로그램'을 운영하고 있다. 엑스사이언스 사업은 실험(Experiment), 탐구(Exploring), 체험(Experience)을 통해 청소년들이 과학을 체험하고 이공계 진출 확대를 위해 추진됐다. 또한 '주니어닥터 프로그램'은 여름방학 기간중 개최되며, 전국의 청소년들이 대덕연구개발특구내 연구기관을 방문하여 첨단 연구인프라를 직접 체험하는 대덕연구개발특구의 대표적인 과학문화확산 브랜드로 자리매김하고 있다. 2013 주니어닥터는 지난 7월 30일부터 8월 17일까지 3주간에 걸쳐 개최됐다.



## 2013년 주요 연구성과

### ● 염전 함수로부터 전기화학법으로 고순도 금속리튬을 직접 회수 기술 개발

- 금속리튬 회수 기술 국내최초 개발
- 고성능 리튬흡착제를 이용해 천일염전 함수함수(鹹水:염전의 천일염 제조 과정에서 비닷물의 수분을 증발시켜 염분의 농도를 높인 물)에 용존된 리튬을 추출하고, 흡착제에 흡착된 리튬을 전기화학적 방법을 이용해, 고순도 금속리튬으로 직접 회수하는 기술을 개발

### ● 이온성 액체를 이용한 고효율 에너지 저장 나노복합체 전극물질 개발

- 전극물질의 표면개질을 통한 고출력 에너지 저장소자 구현
- 이온성 액체의 자기조립(self-assembly) 기술을 이용한 '다공성  $\text{Co(OH)}_2$ /이온성 액체 나노복합체'를 개발하였으며, 이 나노복합체를 활용해 전극계면에서의 이온 전도도 향상에 대한 반응 메커니즘을 규명
- 나노과학 분야 최고 권위지인 'ACS Nano'誌의 2월 18일 인터넷판(논문명: Enhanced Pseudocapacitance of Ionic Liquid/Cobalt Hydroxide Nanohybrids, IF=11.421)에 게재.

### ● 무독성 나노입자 활용한 고해상도 광학 영상기술 개발

- 체내 암세포와 정상세포 간 경계 명확 구분, 초정밀 진단치료 가능성 제시
- 기초(연) 춘천센터 권승해 박사, 서울대 나노입자연구단 유정호 박사와 7년여에 걸친 오랜 공동 연구를 통해 재료공학 분야 세계적인 권위 학술지인 "네이처 머티리얼즈誌(Nature Materials)" 2월 18일 온라인판에 게재.

### ● 금속-절연체간 상전이 특성'을 산소함량 차이로 규명

- 상전이 특성제어 통해 차세대 전자소자 응용 개발의 길 열어
- 단결정 이산화바나듐( $\text{VO}_2$ )의 '금속-절연체 상전이(相轉移) 특성'을 산화물내의 산소함량 차이로 나타나는 현상 규명 및 특성제어에 성공함에 따라 이를 활용한 광소자, 차세대 메모리, 차세대 스위칭 소자 개발 가능
- 나노 분야 최고 권위지인 '나노레터스(Nano Letters)'誌의 3월 4일자 온라인판(논문명: Hydrogen-Induced Morphotropic Phase Transformation of Single-Crystalline Vanadium Dioxide Nanobeams, IF=13.198)에 게재

### ● 기초(연), 전자현미경으로 '강유전재료 분극 현상' 직접 관찰

- 차세대 메모리 등 기능성 전자 소자 개발에 한걸음 더

• 전기장을 가하지 않아도 전기분극을 띠는 강유전체(強誘電體)의 구조와 유전분극 현상을 전자현미경으로 동시에 분석하는 분석기술이 개발됨에 따라 차세대 메모리 및 복합 산화물 기능소자 개발의 새로운 전기가 마련됐다.

- 재료과학분야 학술지인 '어드밴스드 머티리얼스(Advanced Materials)'誌 3월 18일자 온라인판(논문명: Interplay of octahedral tilts and polar order in  $\text{BiFeO}_3$  films, IF=13.877)에 게재.

### ● 기초(연), '초정밀 열영상현미경'국내최초 개발 성공

- 시료의 열상 이미지  $3\mu\text{m}$ 까지 구분, 온도분해능  $0.005\text{K}$ (켈빈온도)
- 시료 각 부분의 온도 차이를 이용해  $3\mu\text{m}$ (마이크로미터; 1백만분의 1m)의 분해능을 갖는 '초정밀 열영상현미경'이 국내최초로 개발됨에 따라 반도체소자 결함검사 장비와 나노? 바이오 분야의 분석장비로 활용 가능...

### ● '핵자기공명기법'을 사용한 저온 연료전지 연구 리뷰

- 기초(연) 한옥희 박사, 'Progress in NMR Spectroscopy'誌에 리뷰논문 게재
- '핵자기공명을 사용한 연료전지 연구'의 최고 권위자로서 인정받아 리뷰논문을 핵자기공명분야의 세계적인 리뷰 학술지인 'Progress in NMR(Nuclear Magnetic Resonance) Spectroscopy'지의 요청으로 리뷰논문(논문명: Nuclear magnetic resonance investigations on electrochemical reactions of low temperature fuel cells operating in acidic conditions)이 7월 1일 게재
- ※ 리뷰논문: 해당분야의 최고 전문가가 해당분야의 연구성과 및 결과 등을 총망라해 작성하는 논문.

### ● 미국 미시간 대학의 고신축성 전도체 개발연구에 기초(연)의 첨단 연구장비 활용

- 2배 이상 늘어나도 전도성을 유지하는 고기능성 전도체 개발
- 미국 미시간대학교 니콜라스 코토브 교수(교신저자)와 김윤섭 박사(주저자)의 주도하에 기초(연) 김진규 박사와 유승조 연구원이 참여한 이번 국제공동연구인 '고전도도와 고신축성을 가진 전도체 개발'이 세계적인 과학분야 전문 학술지인 '네이처(Nature)'誌 7월 18일자 온라인판 (논문명: Stretchable nanoparticle conductors with self-organized conductive pathways, IF=36.28)에 게재

## 2013년 하반기 주요 계획

### ● 28 GHz 초전도 ECR 이온원 및 ECR 이온을 이용한 중소형가속기(2013년 말)

- 28 GHz 이온원 입자빔 첫 인출 예정(연내)

### ● 차세대 융복합 in-situ 나노분석시스템 구축 (2014년 완료)

- 차세대 소재 및 소자 개발 연구지원
- 융복합 물성분석 지원 시스템
- 차세대 전자소재 부품을 위한 요소기술 개발과 측정

### ● 7 T 휴먼 MRI 구축 (2014년 완료)

- 뇌영상, 몸체영상 획득
- 고해상도 뇌영상 및 뇌기능 연구
- MRI를 위한 코일 및 펄스 프로그램 개발

### ● 슈퍼바이오 전자현미경 (2015년 완료)

- 생체물질의 3차원 분자구조 이미징
- 국가 나노바이오 융합연구, 뇌과학 연구의 핵심장비로 활용

### ● 국가적 대형연구시설 유치 추진중

- 국가고자기장센터
- 국가분자이미징센터
- 국가고령동물연구지원센터

**FOR  
KNOWING  
MORE**

선진과학을 실현하는 힘  
한국기초과학지원연구원의 무한한 잠재력을 믿습니다.



# KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE

한국기초과학지원연구원



# 선배를 통해 미리 본 기업

Senior to preview the appearance of companies



인터뷰 •

한국기초과학지원연구원  
서울센터 **이한주**

## Q 현재 근무하고 계신 회사(연구소) 및 부서는?

저는 현재 한국기초과학지원연구원(이하 기초연) 서울센터(고려대학교 내)에서 근무하고 있습니다.

## Q 어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?

저는 포스텍에서 물리화학을 전공했고 박사학위 때부터 지금까지 펄토 초 레이저를 이용한 분자 동역학 연구를 하고 있습니다. 다시 말하면, 펄토 초(1000조분의 1초) 수준의 극히 짧은 시간 영역에서 분자가 어떠한 동역학적 과정을 거쳐 화학/생물학적 반응이 일어나는지에 대한 실시간 분자반응 연구를 수행하고 있습니다. 현재는 특히, 카이랄 분자(사람의 오른손과 왼손처럼 자신의 거울상과 서로 겹쳐지지 않는 입체 분자, 광학 이성질체라고도 부름)의 동역학 연구에 집중하고 있으며 생체물질의 카이랄 구조가 생명현상에 미치는 영향 등에 관심을 가지고 연구하고 있습니다. 이 이외에도 펄토 초 레이저 분석이 필요한 대학이나 연구소를 위해 다양한 분석지원 업무를 수행하고 있습니다.

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

위에서 언급한 종류의 연구를 수행하기 위해서는 고가의 펄토 초 레이저 장비, 계측장비 및 광학 재료 등이 필요하며 실제로 국내에서 개별 연구자가 이러한 광학 실험 시스템을 모두 갖추어 연구하기는 쉽지 않습니다. 제가 고려대학교 화학과에서 박사 후 연수원으로 있었을 당시 기초연과 소재대학(고려대학교) 간에 펄토 초 레이저 분광법 개발과 관련된 전략적인 연구과제가 기획되었고 새로운 광학 시스템 개발 연구에 참여하는 과정에서 기초연과 인연이 닿아 입사하게 되었습니다. 기초연에는 개별

연구자가 보유하기 힘든 세계적 수준의 펄스 초 레이저 광학 시스템이 설치되어 있으며 이를 활용하여 제가 그 동안 관심 가져왔던 연구에 도전해 볼 수 있을 것이라는 비전 또한 기초연구에 입사하게 된 중요한 동기 중 하나였습니다.

**Q 근무 전에 가지셨던 회사(연구소)의 이미지와 실제 오셔서 근무를 하시면서 생긴 회사(연구소)의 이미지차이는?**

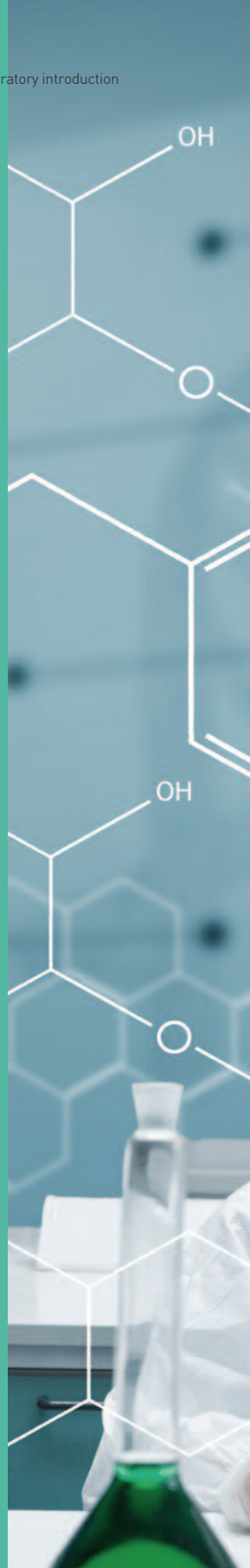
입사 전에는 연구소가 연구만 하는 곳인 줄 알았는데 막상 들어와 보니 다양한 종류(?)의 업무가 기다리고 있더군요. 연구 이외의 행정업무가 이렇게 많은지 입사 전에는 상상도 못했습니다. 그리고 대부분의 정부 출연 연구소(출연연)가 비슷할 것 같은데 정부의 목적이나 요구에 따라 과학정책도 많이 바뀌므로 정부 부처 산하에 있는 출연연의 정책방향 또한 그러한 변화에 민감할 수 밖에 없습니다. 따라서 정부의 과학정책에 따른 연구방향의 변화가 크다는 것을 느꼈고 연구를 수행하는 것뿐만 아니라 정부정책에 맞는 연구를 기획하는 능력이 연구소에서는 매우 중요하다는 생각을 했습니다.

**Q 회사(연구소)에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?**

기초연구는 여타 기관에서 쉽게 구축할 수 없는 대형 첨단 분석장비를 설치하여 운영하고 있는데 저의 경우 세계 최고 수준의 다양한 레이저 장비를 직접 설치하고 운용할 수 있다는 점이 좋았습니다.

**Q 지금까지 근무하시면서 가장 기억에 남는 점은 무엇인가요?**

크게 기억에 남는 점은 없었고 처음 입사했을 때 연구소에 있는 여러 대형 장비를 견학하는 도중에 봤던 900 MHz NMR(nuclear magnetic resonance) 장비가 생각납니다. 강력한 자기장 때문에 통나무로 만든 굉장히 큰 오두막 집 같은 곳에 장비가 설치되어 있었고 실험자가 2층계단을 통해 장비에 접근해야 하는 등 기존의 경험으로 상상할 수 있는 실험실 분위기와는 너무 달랐던 것이 인상적이었습니다.



### Q 일하시면서 가장 보람을 느끼셨을 때는?

기초연의 주요임무 중 하나가 기초과학 분야의 분석업무를 지원하는 것이기 때문에 다양한 분석지원 요청이 들어오는데 경우에 따라서 현재 설치된 장비로는 지원하기 힘든 것을 요구할 때가 있습니다. 그런 경우 대개는 분석지원이 불가하다고 말씀을 드리지만 졸업논문을 앞둔 학생들처럼 상황이 다급한 경우에는 실험 시스템을 새로 고안하여 분석지원을 해 줄 때도 있습니다. 여러모로 힘든 부분이 있지만 열심히 해서 분석지원 의뢰자가 원하는 실험 데이터를 얻었을 경우 가장 뿌듯하고 큰 보람을 느낍니다.

### Q 회사(연구소) 분위기는 어떤가요? 회식이라든가 기타 회사(연구소)만의 독특한 문화라던가?

글쎄요, 좀 부정적인 내용이긴 합니다만, 공공기관 연구소라서 그런지 근태현황이나 안전, 보안 등을 철저하게 하기 위해 연구소 출입을 지문이나 ID 카드 등으로 통제하고 있습니다. 그러니까 개인의 출입 상황이 모두 기록되는 것이지요. 또한 외부 이용자의 야간시간 및 공휴일 출입이 불가합니다. 공공기관의 관리 측면에서 어쩔 수 없다고는 하지만 사건으로는 연구의 활성화, 효율성과는 좀 거리가 먼 듯 여겨지네요.

### Q 10년 후의 모습은 어떤 것이라고 생각하시는지요?

10년 후 어떤 모습일지는 상상할 수 없을 것 같고, 대신 되고 싶은 모습이 있지 않을까 생각합니다. 제가 입사한 지 거의 4년이 되어가는데 가끔 연구소의 루틴(routine)에 관성화 되어가는 것은 아닌지 걱정하곤 합니다. 제가 기초과학과 관련된 일을 하게 된 중요한 이유가 바로 학문적 탐구への 열정과 호기심이었는데 그런 마음을 잃지 않고 10년 후 한 연구자로서 떳떳이 서 있고 싶습니다. 가끔 우스개 소리로 ‘화학세계’(대한화학회에서 발간하는 잡지)의 만화만평에 아인슈타인이 자신의 학문적 상상력은 뒷전이고 컴퓨터 앞에 앉아서 연구비 신청을 위해 (매우 힘들게 찢찢 매는 모습으로) 인건비 등을 계산하는 데 골몰하는 장면을 풍자적으로 그리면 재미있을 것 같다고 여러 번 생각해 봤습니다. 현대 과학에서는 연구비의 규모가 결국 훌륭한(?) 과학적 성과를 이끌어 내는 기반이 될지도 모르겠지만 그 보다 훨씬 더 중요한 학문적 호기심과 열정이 10년 후에도 식지 않기를 바랄 뿐입니다.



**Q 대학원에 재학 중인 과학기술계 후배들에게 꼭 하고 싶으신 이야기가 있으신다면?**

위의 답변이 한편으로는 저 자신한테나 과학기술계로 진출할 후배들에게 하고 싶은 이야기 중 하나가 아닐까 생각합니다. 여기에 덧붙이자면, 앞으로 과학기술 분야에서 연구활동을 할 때 남들의 학문적 시각보다는 본인의 사고와 상상력이 뒷받침 된 생각들을 가능한 많이 했으면 합니다. 가끔 학계에 계신 분들 중에는 어떤 분야에 대해서 “그 분야는 이미 다른 사람들이 다 했고 거의 대부분 과학적으로 밝혀진 거 아니냐?”라고 말하는 분들이 있습니다. 물론 과학의 눈부신 발전과 이에 따라 쏟아져 나오는 엄청난 양의 논문들로 이미 많은 연구분야가 과학적으로 밝혀졌다고 생각할 지도 모르지만 사건으로는 아직도 끊임없이 탐구해야 할 많은 영역들이 있고 이미 과학적으로 밝혀졌다는 부분조차도 다른 시각으로 볼 때는 이견의 여지가 있는 부분도 많습니다. 따라서 박사학위를 받은 연구자라면 자연 현상을 보는 자기 철학이 있어야 되며 이것이 박사학위를 받는 사람들 이름 앞에 Ph. D.(Doctor of Philosophy)라는 수식어를 붙이는 이유라고 생각합니다. 물론 이러한 것들에 대해 잘 알고 계시겠지만 앞으로 연구활동 하실 때 타인에 의해서 자신의 연구영역의 한계를 규정짓는 일이 없기를 당부 드립니다.



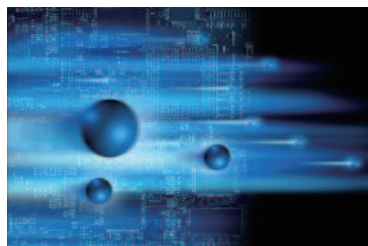
# 초전도 양자소자를 이용한 양자컴퓨터의 개발

글 • 물리학과 통합과정 **이길호**

지도교수 • 이후중

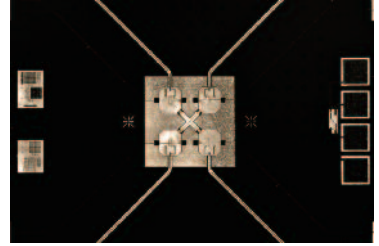
mail • lghman@postech.ac.kr

소속 • 토폴로지물질연구센터



## 수상한 양자역학

‘양자’(quantum)라는 단어를 들으면 어딘가 모르게 신비로운 느낌이 들게 된다. 전자의 스핀이 ‘업’임과 동시에 ‘다운’일 수 있다거나, 공을 벽에 던지면 벽을 투과할 수 있다는 말을 들은 첫 양자역학 수업에서 ‘의심’과 ‘불신’을 느낀 것은 비단 저자본인뿐만이 아닐 것이라 생각한다. 하지만 저자는 이 의심스러운 양자역학이 고전역학으로는 설명할 수 없는 많은 자연현상들을 자연스럽게 설명하는 모습을 보고 감탄하며, 또 설득되다 보니, 어느새 양자전도실험을 전공하는 대학원생이 되어있었다. 여기서 말하고자 하는 양자컴퓨터(quantum computer)는 이런 관점에서 더욱이 뜬구름 잡는 이야기처럼 느껴질 수도 있겠지만, 한가지 사실은 이미 구글, 나사, 군수업체인 록히드마틴사에서 약 200억 원하는 상용화된 양



자컴퓨터(아직 이것이 진정한 의미의 양자컴퓨터인지는 논란의 여지가 있다.)을 구매하여 양자인공지능 연구나 유체역학문제를 푸는데 활용하고 있다는 것이며, 생각보다 우리의 곁에 가까이 다가와 있다.

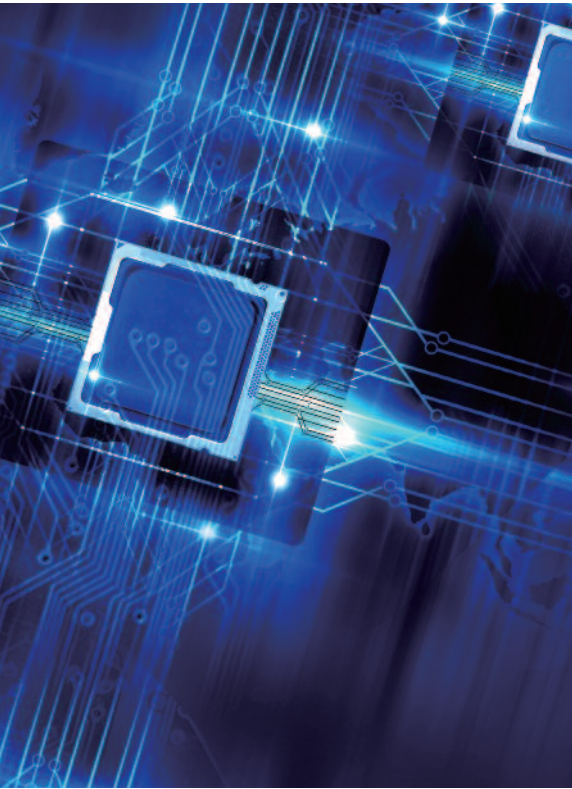
### 양자컴퓨터란 무엇인가

우리들이 친숙한 고전적인 컴퓨터(classical computer)는 고전역학을 따르며 작동하는 트랜지스터로 구성되며, '0상태'와 '1상태'를 가질 수 있는 비트(bit)라는 가장 작은 정보단위로 이진수체계에 기반해 정보를 저장하고 연산한다. 예를 들어 트랜지스터의 전압이 0 V이면 '0'상태, 5 V이면 '1'상태라고 약속하고 있다. 반면, 양자컴퓨터는 양자역학의 룰을 따르며 작동하는 컴퓨터를 말하는데, 양자컴퓨터의 bit인 큐비트(qubit)은 '0'상태와 '1'상태를 동시에 가지는 이상한 상태를 가진다. 일종의 '양다리'를 걸친다고 표현 할 수도 있겠다. 이성교제라면 도덕적으로 문제가 될 수 있겠지만 양자세계에선 아주 자연스러운 상태이다. 앞서 언급했던 '업'인 동시에 '다운'인 전자스핀의 중첩(superposition)상태가 바로 이 큐비트로 활용되는 것이다. 전자스핀의 업/다운뿐만 아니라 전자가 있고/없고, 핵 스핀의 업/다운, 광자의 수직/수평편광, 원자의 바닥/들뜬 상태 등과 같이 두 개 이상의 양자상태를 가진 시스템은 모두 큐비트로 사용할 수 있다.

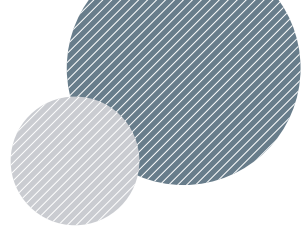
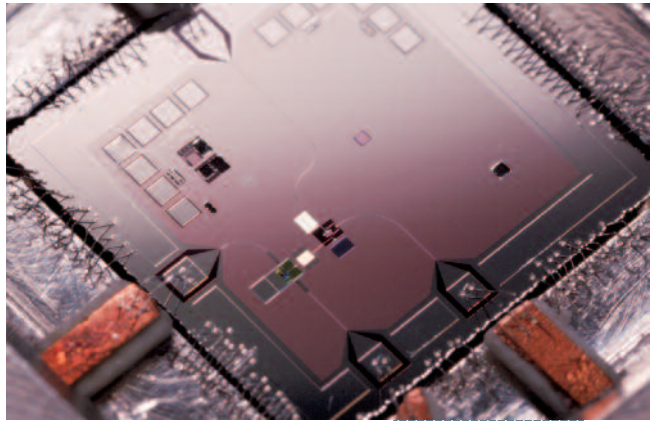


## 양자컴퓨터는 왜 빠른가

예를 들어 고전컴퓨터의 2-bit는 총 4가지의 상태(00 or 01 or 10 or 11)중 한가지만을 가질 수 있는 반면, 양자컴퓨터의 2-qubit은 이들의 중첩상태  $|2\text{-qubit}\rangle = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$ 을 가진다. 이때 U라는 연산을 2-qubit에 단 한번 가하면  $U|2\text{-qubit}\rangle = a(U|00\rangle) + b(U|01\rangle) + c(U|10\rangle) + d(U|11\rangle)$ 과 같이 U연산이 모든 상태에 각각 총 4번 행해진 결과를 얻게 되며, 이를 양자 병행론(quantum parallelism)이라고 한다. 고전 컴퓨터로 이것을 따라 하려면 양자컴퓨터에 비해 4배의 연산시간이 필요할 것이다. 예를 들어 300-qubit 양자 컴퓨터는 300-bit 고전 컴퓨터에 비해  $2^{300}(\sim 10^{90})$ 배의 연산능력을 가진다고 말할 수 있고, 이 숫자가 우주에 존재하는 원자의 개수( $10^{23} \sim 10^{25}$ )보다 훨씬 큰 양이라는 것을 듣는 순간, 양자 컴퓨터의 매력에 빠지지 않을 수 없다. 넘쳐나는 정보를 저장하고 처리할 수 있는 막대한 컴퓨팅 파워를 양자 컴퓨터에서 기대해 볼 수 있는 이유가 바로 여기에 있는 것이다.



## Quantum computer



### 초전도 양자컴퓨터

그럼 양자 컴퓨터는 어떻게 만들 것인가? 앞서 언급한 바와 같이 전자개, 원자핵개, 또는 광자개 등을 큐비트로 사용할 수 있긴 하다. 하지만 그들을 자유자재로 다룰 수 있는 능력이 있어야 한다. 이렇게 미시적(microscopic)인 시스템을 특정하고, 조종하며, 그 결과상태를 측정하는 일은 절대 쉬운 일이 아니다. 그래서 나온 아이디어가 바로 거시적 양자현상(macroscopic quantum phenomena)을 이용하는 초전도 큐비트이다. 초전도체란 임계온도(critical temperature,  $T_c$ ) 이하에서 갑자기 저항이 0이 되는 물질로써, 물질 내에 있는 스핀-1/2 페르미온(fermion)인 전자들이 포논의 도움을 받아 둘씩 짝을 지어 모이면서 스핀-0 보손(boson)인 쿠퍼쌍(Cooper pair)으로 변한다. 그러면 쿠퍼 쌍들이 보즈-아인슈타인 응축(Bose-Einstein condensation)을 일으키며 초유체(superfluid)가 되며, 전기적 저항이 사라져 버리는 것이다. 중요한 점은 이렇게 응축된 수많은 쿠퍼쌍들은 동일한 양자역학적 위상  $\phi$ 를 가지며 하나의 상태함수(order parameter)  $\psi = |\psi|e^{i\phi}$ 로 기술된다. 예를 들어 초전도체인 알루미늄 쿠키 호일을 적당히 찢어서  $T_c = 1K = -272.15^\circ C$  이하로 냉각하면 그 안에 있는  $10^{23}$ 개의 전자들이 단 한 개의 양자개체로 행동하며, 이를 거시적 양자현상이라고 한다. 이때 알루미늄 호일에 악어클립으로 전극을 연결하고 건전지를 이용해 전류를 흘리고 전압계로 전압을 측정하는 식의 거시적 방법으로 양자상태를 쉽게 조종하고 또, 측정할 수 있게 되는 것이다.

## 조셉슨 접합과 빨래판 포텐셜

좀더 구체적으로 말하자면 큐비트로 활용하기 위해서는 초전도체 한 덩이를 가지고는 부족하고, 두 덩이의 초전도체를 매우 가깝게, 하지만 붙진 않게 위치하여 만든 조셉슨 접합(Josephson junction)이란 새로운 양자소자가 필요하다.

보통은 그림1과 같이 초전도체 사이에 얇은 산화막을 삽입하는 식으로 투과(tunneling) 조셉슨 접합을 만드는데 제조방법은 의외로 간단하다. 깨끗한 알루미늄을 준비하고 그것을 산소분위기(또는 대기)에 노출시켜놓으면 표면부터 산화막이 형성되기 시작하는데, 산화막의 두께가 1~2 nm정도가 되면 외부의 산소가 안으로 침투하지 못해 산화막이 더 이상 두꺼워지지 않는다. 그 후 다른 알루미늄을 증착 하면 조셉슨 접합이 완성된다. 이 두덩이의 초전도체는 떨어져 있으므로 엄연히 다른 개체이며 각기 독립적인 위상 $\phi$ ,  $\phi_2$ 를 가지고 있다. 두 초전도체 사이에 있는 벽이 충분히 얇기 때문에 쿠퍼쌍이 양자 투과하여 다른 초전도체로 자유롭게 뛰어 넘나드는 현상이 일어나고, 이를 거시적 관점에서 조셉슨 초전류(Josephson supercurrent)라고 한다.

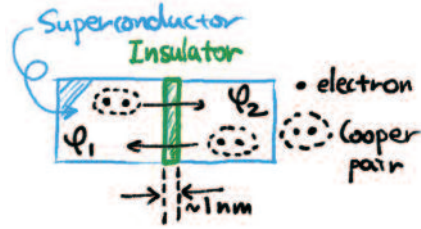


그림 1

투과 조셉슨 접합의 구조

조셉슨 접합의 행동은 재미있게도 빨래판 포텐셜(그림2)에 놓인 '가상의' 구슬의 고전적 운동과 정확히 일치한다. 구슬의 위치가 두 초전도체 사이의 위상차이( $\phi = \phi_1 - \phi_2$ )에 대응하며 이 때문에 구슬을 위상입자(phase particle)이라 부른다. 우리가 거시적으로 해줄 수 있는 것이라고는 전류( $I$ )를 가해주고 접합에 나타나는 전압( $V$ )을 측정하는 것뿐이지만, 양자상태를 조종하고 측정하기엔 충분하다. 가해진 전류는 빨래판 포텐셜이 기울어진 정도를 결정하며, 그의 반응으로 나타나는 접합양단의 전압은 위상입자의 속도( $d\phi/dt$ )에 비례한다. 기울어짐이 심하지 않으면 (검정 또는 파랑), 즉  $I$ 가 '요동이 없을 때 임계전류'  $I_{c0}$ (~수 mA)보다 작으면 구슬은 포텐셜 장벽  $\Delta E$ 에 갇혀 움직이지 못하므로, 속도가 0이 되고  $V=0$ 이다. 이렇게 전압이 0인 상태에서 흐르는 전류가 곧 조셉슨 초전류이다. 만약 기울어짐이 심해지면(빨강,  $I > I_{c0}$ ),  $\Delta E$ 가 0이 되면서 갇혀 있던 구슬이 갑자기 흐르기 시작하고, 전압은 유한한 값( $V \sim$ 수 mV) $\neq 0$ 을 가지게 된다. 이런 전압 스위칭 현상으로 위상입자가 멈춰있는지 흐르고 있는지를 측정할 수 있게 된다.

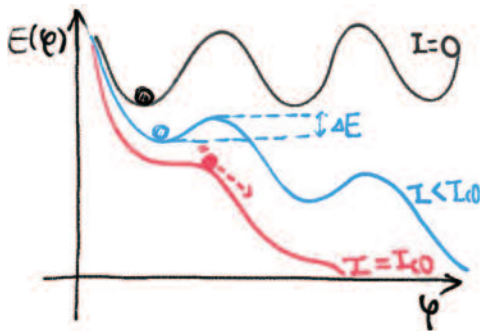


그림 2

가해진 전류에 대한 빨래판 포텐셜의 모양

## 조셉슨접합을 큐비트로 사용하기

그림 1 조셉슨 접합을 이용한 큐비트의 0과 1의 상태는 무엇에 해당할까. 그림 3처럼 포텐셜 장벽  $\Delta E$ 에 의해 준안정(metal-stable)상태에 위상입자가 갇힐 때 형성되는 양자화된 에너지준위를 이용한다. 이를 위상큐비트(phase qubit)이라고 한다. 마치 원자핵에 속박된 전자가 가지는 에너지준위와 유사하여 '인공원자'(artificial atom)라고 부르기도 한다. 편의상 바닥상태를 '0'상태로, 첫 번째 들뜬 상태를 '1'상태로 정의한다.

양자역학 시간에 배웠듯이 에너지준위간극에 해당하는 적당한 에너지( $\hbar\omega_0$ )를 가해주었을 때 '0'상태가 '1'상태로 들뜨면서 그 에너지를 흡수한다. 그 이외의 에너지는 흡수하지 못하고 전부 반사시켜 버린다. 위상입자가 들뜨게 되면 입자가 느끼는 포텐셜 장벽이  $\hbar\omega_0$ 만큼 낮아지면서, 바닥상태일 때보다 훨씬 높은(약 1,000배) 확률로 준안정 상태에서 탈출하게 된다. 곧 임계전류의 갑작스런 감소로 나타나게 되며, 따라서 특정에너지에서만 발생하는 갑작스런 임계전류감소를 관측함으로써 양자화된 에너지상태의 존재를 증명할 수 있다. 이때 탈출은 양자투과현상을 통해 일어나는데,  $10^{23}$ 개의 전자를 한 몸으로 대변하고 있는 위상입자의 투과이기 때문에 이를 거시적 양자투과(macroscopic quantum tunneling, MQT)라고 한다.

광학영역( $\sim eV$ )의 에너지간극을 가지는 수소원자와는 달리, 초전도 위상 큐бит은 보통 수십meV의 에너지간극을 가지는데, 이는 수GHz의 마이크로파의 에너지에 해당한다. (참고로,  $1\text{ GHz}=4\text{ meV}=50\text{ mK}$ ) 재미있게도 이 에너지 대역은 우리가 일상생활에서 많이 사용하는 무선인터넷, 휴대폰, 전자레인지에서 사용하는 약2 GHz의 주파수대역과 비슷하다. 공중에 흔히 떠다니는 마이크로파를 큐비트가 흡수하면 오작동을 일으키므로 이들을 차단하는 것이 굉장히 중요하다. 또, 열에너지 $k_B T$ 가 큐비트의 에너지간극보다 크다면 열적 들뜸에 의해 큐비트의 오작동이 일어난다. 따라서 큐비트의 온도를 50 mK보다 차갑게 냉각시키는 것도 중

요하다. 이런 극저온 상태는 헬륨( $^4\text{He}$ )과 그 동위원소인  $^3\text{He}$ 를 이용한 희석냉각기(dilution refrigerator)를 이용하면 도달할 수 있다. 큐비트의 열적 들뜸을 방지하기 위해서나, 초전도영역에 도달하기 위해서나 낮은 온도일수록 유리하기 때문에 희석냉각기는 초전도 큐비트를 연구하는데 필수장비라 할 수 있다.

그런데  $f_{10}=\omega_{10}/2\pi$ 의 진동수를 가진 마이크로파를 계속해서 가해주면, '0'상태에서 '1'상태로 옮겨가고 마는 것이 아니라 조금 뒤 다른 일이 벌어진다. 일단 '0'상태의 위상입자가 광자 한 개를 흡수하면서 '1'상태로 올라간다. 하지만 뒤따라오는 또 다른 광자에 의한 유도방출(stimulated emission)을 통해 '1'상태에서 다시 '0'상태로 내려오고, 그러면서 광자 2개를 내놓는다. 이런 시간에 따라 '0'상태와 '1'상태를 오르락 내리락 하는 양자상태의 진동을 라비 진동이라고 하며 양자 결맞음(quantum coherence)을 직접적으로 보여주는 예가 된다. 그리고 조셉슨 접합이 큐비트으로써 양자연산을 할 수 있다는 것을 증명해준다. 예를 들어NOT연산('0'상태는 '1'상태로, '1'상태는 '0'상태로)은 라비진동의 반주기만큼의 마이크로파( $\pi$ -펄스)를 가해줌으로써 실행 가능하다.

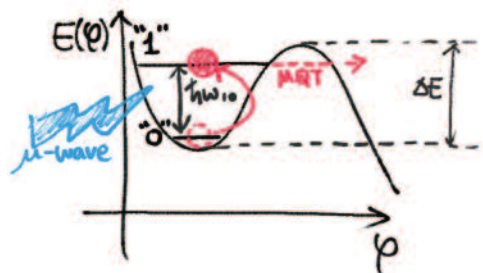


그림 3  
위상큐비트에서의 '0'과 '1'

## 새로이 등장한 하이브리드 조셉슨 접합

앞서 소개한 투과 조셉슨 접합은 가장 교과서적인 조셉슨 접합이며, 근래에는 나노기술의 발달을 통해 다양한 종류의 하이브리드형 조셉슨 접합들이 만들어지고 있다. 그리고 그들의 장점을 살려 초전도 큐비트로 사용하려 하고 있다. 대표적인 예가 그래핀(graphene) 조셉슨 접합이다.

[1] 그래핀이란 탄소원자로 된 단원자층의 박막(두께=0.4 nm)으로서, 적층형 구조를 가진 흑연을 스킵치테이프를 통해 박리하여 쉽게 얻을 수 있는데, 특히 이한 밴드구조 때문에 많은 관심을 받고 있으며 전자이동도가 큰 물질이다. 또, 매우 얇기 때문에 정전기적 게이트 조종에 의해 쉽게 저항을 바꿀 수 있는 물질이다.

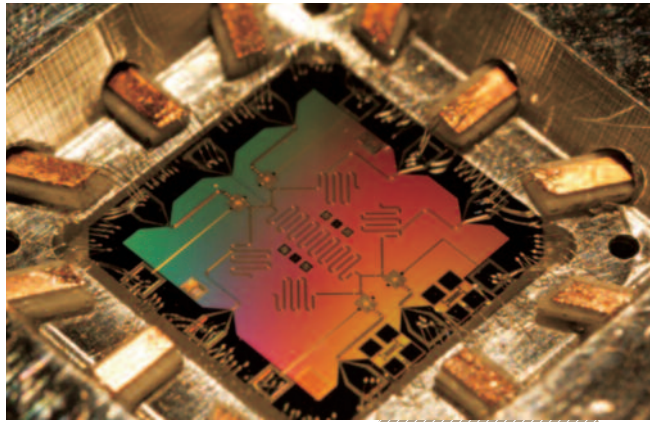
그림 4처럼 그래핀을 두 초전도체 사이에 끼워 넣고, 게이트 전압( $V_g$ )을 통해 저항을 키웠다 줄였다 하게 되면, 마치 초전도체 사이의 거리를 늘였다 줄였다 하는 효과를 가져오게 되고, 이는 곧 빨래판 포텐셜의 장벽  $\Delta E$ 를 낮췄다 높였다 하는 효과를 준다. 따라서 게이트 전압이 큐비트의 새로운 '조종관'이 된다.

이렇게 포텐셜 장벽을 조정하는 것은 효과적인 양자컴퓨터를 만들기 위해 필수적이며, 이를 위해 기존의 터널 조셉슨 접합에서는 자기장을 조종관으로 사용해왔다. 그런데 여러 개의 큐비트를 서로 붙여놓은 상태에서 원하는 위치의 큐비트에만 원하는 자기장을 가한다는 것은 넓게 퍼지는 자기장의 특성상 쉬운 일이 아니다. 이에 비해 정전기적 게이트 조종은 매우 국부적으로 쉽게 가할 수 있고, 이미 고전컴퓨터를 제작하는데 사용되고 있는 잘 개발된 기법이므로 양자컴퓨터 실현에 있어 크게 유리할 수 있다.



그림 4  
그래핀 조셉슨 접합의 구조

## Quantum computer



### 마치며

진정한 양자컴퓨터의 능력은 여러 큐비트들이 서로 얽혀(entangled)있을 때 나타난다. 큐비트를 어떻게 효과적으로 엮을 것인가 하는 것은 또 다른 연구주제가 된다. 초전도 양자큐비트의 경우는(2010년 기준)3개 정도를 엮는 수준이지만, 큐비트 개수를 늘릴 수 있는 다양한 방법들에 대한 연구가 진행되고 있다. 큐비트가 양자상태를 유지할 수 있는 시간 (coherence time) 또한 비약적으로 발전하면서 양자컴퓨터는 우리에게 점점 가까워지고 있다. 또 양자 정보를 광자에 담아 큐비트끼리 통신하는 양자통신기술도 발전하고 있는 중이다. 모 기업에서는 단일적 양자컴퓨터라는 새로운 방식을 이용해 512-qubit ‘양자단열 프로세서’를 만들었다고 주장하고 있지만, 학계에서는 그것이 진정한 의미의 양자 컴퓨터인지 논란이 되고 있다. 이 글을 통해 독자분들께서 “양자 컴퓨터라는 게 있는 것 같은데, 도대체 무엇이 좋으며, 무엇으로 어떻게 만든다는 거지?”라는 의문이 조금이나마 풀렸으면 하는 마음이다. 여기서는 비록 초전도 큐비트, 그 중에서도 위상 큐비트만을 다루었는데, 조셉슨 접합, 양자점, 나노선, 다이아몬드 등의 고체물리에서뿐만 아니라 양자광학에서도 활발히 진행되고 있는 점을 알려드리며 이 글을 마친다.

### ●● 참고자료

[1] [Gil-Ho Lee, DongchanJeong, Jae-Hyun Choi, Yong-JooDoh, and Hu-Jong Lee, “Electrically Tunable Macroscopic Quantum Tunneling in a Graphene-Based Josephson Junction”, Phys. Rev. Lett, 107, 146605 (2011)]; [Jae-Hyun Choi, Gil-Ho Lee, Sunghun Park, DongchanJeong, Jeong-O Lee, H.-S. Sim, Yong-JooDoh & Hu-Jong Lee, “Complete gate control of supercurrent in graphenep-n junctions”, Nature Comm, 4, 2525 (2013)]

# 세계 초일류 조선해양 전문기업

## 대우조선해양

대우조선해양은 세계 최대 크기의 도크와 최신 플랜트 제작 설비 등을 갖추고 중동과 동남아시아, 일본, 미주 대륙을 잇는 중간 지역인 대한해협에 위치하고 있다. 대우조선해양은 최신설비와 함께 도크 회전률과 생산성을 극대화한 야드 레이아웃, 그리고 선박과 해양플랜트의 건조 과정을 보조하는 최신 IT 기술을 바탕으로 세계 일류 조선소로 발돋움 했다.





**DSME**

주요  
사업영역

일반상선  
부분



- LNG, LPG, LNG-RV • 원유운반선
- 컨테이너 운반선 • 자동차운반선
- 여객선 • 벌크선

소개

### 대우조선해양 소개

거제도 옥포만에 자리잡은 대우조선해양은 1973년 제3차 경제개발 5개년 계획에 따라 건설 중이던 조선소를 78년 대우그룹이 인수하면서 탄생했다.

처음 옥포조선소의 출발은 순탄치 않았다. 70년대 초 정부의 경제개발 계획으로 대한조선공사 주관 하에 건설이 시작된 이래, 78년 오일쇼크로 인한 조선경기 불황과 자금 부족으로 인하여 옥포조선소 건설이 중단될 위기를 맞은 적이 있다. 위기에 빠진 옥포조선소를 구원한 곳은 다름아닌 대우그룹이었다. 당시 대우그룹은 조선업의 성장과 가능성에 대한 확고한 믿음으로 대우조선공업주식회사를 설립한 것이다.

한국 조선업의 발전에 기여한다는 목표 아래 대우조선해양은 아낌없는 투자와 기술개발로 조선업의 선두주자로 도약했다. 대우그룹 인수 5년 만인 83년, 대우조선해양은 당시 상공부로부터 1억불 수출탑을 수상하는 쾌거를 이루어냈다. 자금부족으로 건설 중단까지 고려되었던 회사가 불과 5년 만에 한국의 일류 기업으로 거듭난 것이다.

이후 대우조선해양은 93년 한국 최초로 전투잠수함을 건조하고 선박수주 세계 1위를 달성하는 등 눈부신 성공가도를 달리게 된다. 99년 위크아웃을 통해 그룹에서 독립한 이후 새롭게 출발한 대우조선해양은 '신뢰'와 '열정'이라는 핵심가치 아래 더 나은 미래를 향한 힘찬 항해 중이다.

## 해양 구조물 부분



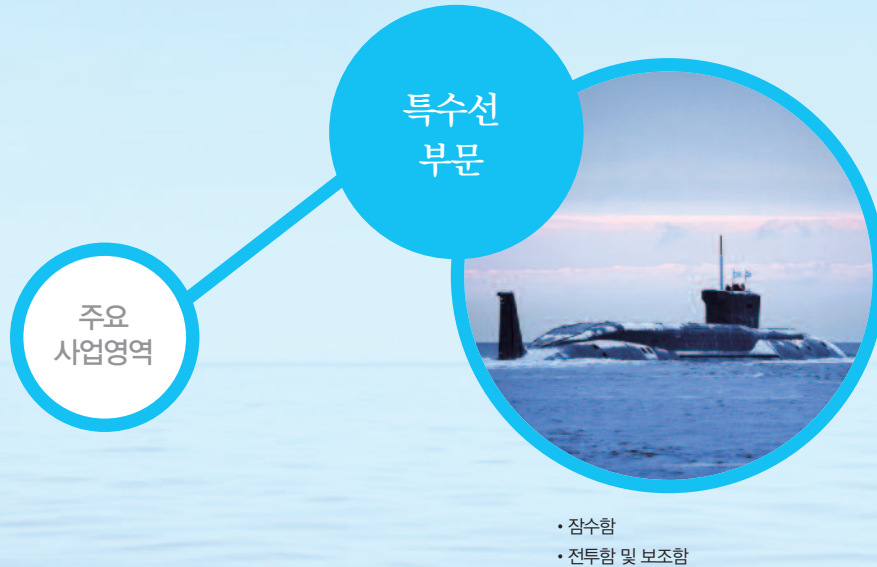
- 부유식 원유 생산·저장·하역 설비
- 고정식 플랫폼
- 반잠수식 시추선 및 드릴십



과거 한적한 어촌이었던 옥포만은 현재 세계 최고의 종합 조선소로 탈바꿈했다. 대우조선해양의 옥포조선소는 130만평의 대지 위에 세계 최대 크기의 900톤 골리앗 크레인과 정규축구장 8개 넓이의 100만톤급 드라이 독, 성인 남성 2백만 명이 한꺼번에 올라도 끄떡없는 초대형 플로팅 독 등 초대형 최신 설비들을 갖추고 있다.

또한 현재 약 4만여 명(협력회사 포함)의 직원들이 연간 300만 총톤(G/T)의 각종 대형 상선과 해상방위의 첨병인 7천톤급 이지스함, 209급 전투잠수함, 시추선을 비롯한 각종 해양플랜트 등을 높은 품질과 기술로 건조, 대부분을 해외로 수출하고 있다.

특히 대우조선해양은 고기술 고부가가치선박의 대명사인 LNG선 및 드릴십(Drillship), 반잠수식 시추선(Semi-submersible rig), 부유식 원유생산저장하역설비(FPSO) 건조에서 세계 최고 수준의 경쟁력과 기술을 갖추고 있다. 일반 상선뿐만 아니라 복잡한 기술을 요구하는 해양플랜트 및 오프쇼어 유닛 건조 분야에서도 독보적인 위치를 차지하고 있는 대우조선해양은 2013년 올해 10월 현재까지 총 43척/기, 약 117억 8천만 달러 상당의 일반상선과 군함, 해양 구조물을 수주하며 순탄한 수주 행진을 지속하고 있다.



지난 2009년 10월 '100억불 수출탑'을 수상하는 영예도 안은 대우조선해양은 2012년 한 해 매출액 12조 5,654억원, 영업이익 4,516억원, 당기순이익 1,370억 원을 기록했다.

또한 대우조선해양은 조선업체 최초로 선진경영 시스템인 PI(Process Innovation)를 도입하여 초우량 조선소의 면모를 갖추었다. 그 동안 추진해온 투명경영과 윤리경영의 성과를 인정받아 5년 연속 지배구조 우수기업으로 선정됐고, 경제 5단체장이 수여하는 투명경영 대상도 수상했다.

대우조선해양은 이런 성장세에 힘입어 앞으로 지속적인 원가절감과 고부가가치선 위주의 선별수주를 통해 경쟁우위를 확보하는 동시에 풍력발전 같은 미래 신성장 동력을 개발, 향후 조선과 해양을 아우르는 대해양시대의 주역(World leader in ocean technology)로 거듭난다는 계획이다.

## 에너지 플랜트 사업 부문



• 풍력발전 사업

### 비전

#### 대우조선해양 비전

2000년 10월 독립기업으로 다시 태어난 대우조선해양은 자사의 핵심 가치를 '신뢰와 열정'으로 정했다.

'신뢰'는 정보 공유를 통한 투명 경영으로 직원과 회사, 고객들과 회사와의 지속적인 신뢰 관계를 쌓아가는 것을 의미한다. '열정'은 회사에 대해 주인의식을 가지고 자신에게 주어진 업무에 최선을 다하는 것을 말한다.

이런 '신뢰와 열정'이라는 핵심가치를 바탕으로 대우조선해양은 보다 새로운 회사로 거듭나기 위해 빠른 노력을 거듭했다. 단적인 예로 대우조선해양은 세계 조선업계 최초로 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템을 조선소에 적용했으며, 이를 통해 최적화된 자원 분배와 빠른 의사 결정을 이끌어 낼 수 있었다. 때문에 2001년 3조원에 불과하던 매출액도 2011년 12조 2,575억원을 돌파하는 등 단 10년이라는 짧은 시간 안에 세계 최고 수준의 조선해양 전문 기업으로 발돋움할 수 있었다.

2013년 초 세계 최고 수준의 EPCO(설계, 구매, 제작, 설치 및 시운전) 전문업체로 도약한다는 목표를 밝힌 대우조선해양은 '대해양시대의 주역 대우조선해양(World leader in ocean technology)'이라는 비전 아래 조선해양 분야 세계 최고 기업으로 도약한다는 방침이다.

## 선배를 통해 미리 본 기업 대우조선해양

Interview

경영관리팀 추진호

전공

산업경영공학과 석사



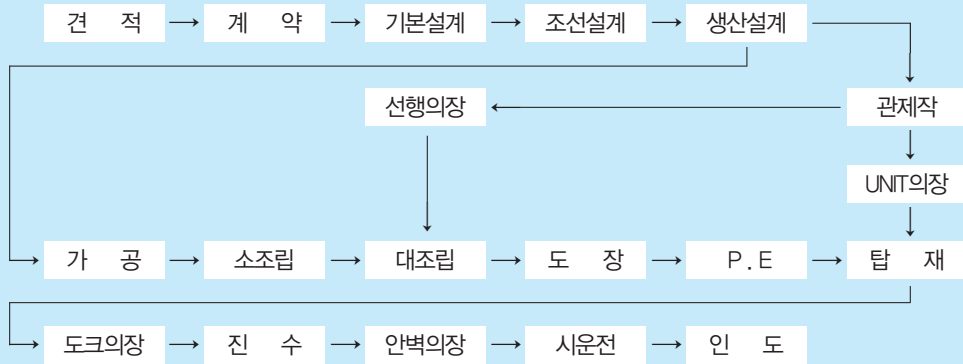
### 현재 근무하고 계신 회사(연구소) 및 부서는?

안녕하세요. 제가 대학원 졸업한지 벌써 8년이 되어가는군요. 회사 업무에 정신이 없다보니 추억이 많았던 대학원 생활을 까맣게 잊고 있었네요. 저는 산업경영공학과 석사 04학번 추진호라고 합니다. 저는 산업경영공학과 홍유신 교수님(생산관리연구실) 밑에서 석사 졸업 후 현재는 대우조선해양 경영관리팀에서 근무 중입니다. 대우조선해양은 서울 본사와 거제도 옥포 조선소가 있습니다. 그 중 저는 거제도 옥포 조선소에서 일하고 있습니다. 옥포 조선소에는 약 4만여명(직영+협력사)의 직원들이 세계 최고의 선박 및 해양 플랜트 등을 건조하기 위해 일하고 있습니다.

### 어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?

보통 석사 또는 박사를 졸업을 하시면 연구와 관련된 업무를 하기 위해 연구소쪽으로 많이 취업을 하려고 합니다. 하지만 저는 생산 현장을 좀 더 알고 싶어서 생산관리팀으로 입사를 하여 배를 건조하기 위한 생산계획 및 공정관리 업무를 4년 동안 하였습니다. 아래 그림을 보시면 선박 건조 과정 요약도입니다. 저는 가공부터 탑재까지 배 건조가 계획대로 진행이 되도록 사전관리 및 문제해결 위주의 공정관리 업무를 하였습니다.

## 선박 건조 과정 요약도



생산관리팀에서 생산과 관련된 기본 지식을 익히고 현재는 경영관리팀에서 회사에 주요한 이슈 및 Cross-functional 문제점들을 해결하는 경영혁신 업무를 수행하고 있습니다. 다시 말씀 드리면 프로세스 개선, 공법 개선, Lay-out 변경, 최적 Resource 운영 등 Total Cost 측면에서 부분최적화가 아닌 전체최적화를 위한 혁신과제 활동을 진행하고 있습니다. 최근에는 해외 자회사(루마니아 망갈리아 조선소, 중국 연태 조선소)의 혁신 체계 구축 및 과제활동에도 참여하였습니다.

### 현재 근무하시는 회사(연구소)를 최종 선택하게 되신 동기는?

취업 준비를 하고 있을 당시에는 삼성전자나 현대자동차 쪽으로 관심을 두었고요, 우연치 않게 학과 사무실에 게시된 대우조선해양 취업 관련 홍보물을 보고 조선소에 대한 관심을 가지게 되었습니다. 여러가지 어려운 여건에서도 세계 최고의 조선소가 되었고 연속적 기업이 되기 위한 회사 정책, 인사제도, 기업문화 등이 제가 평소 애 생각하고 있는 이미지와 유사하여 입사하게 되었습니다. 처음에는 근무지가 거제도라는 말을 듣고 망설

였지만 실제 면접보러 거제도 조선소에 가보니 주변 인프라가 잘 되어 있고 자연과 함께 어울려 일할 수 있는 점들이 상당한 매력으로 다가왔습니다. 대도시 생활이 그림자라고 하면 서울 사무소로도 이동이 가능합니다. 그 당시 다른 회사도 취업이 되었지만 최종으로 선택하게 된 계기는 지역적 제약 조건 빼고는 연봉, 복지, 기업문화(수평적/가족적) 등이 다 우수하였고 특히나 신입사원들에게 입사전 유럽 연수를 보내준다는게 큰 매력이었습니다.

### 근무 전에 가지셨던 회사(연구소)의 이미지와 실제 오셔서 근무를 하시면서 생긴 회사(연구소)의 이미지차이는?

입사 전에는 중공업이라 업무 환경이 상당히 무거울 거라 생각하였습니다. 하지만 업무 환경이 무겁기보다는 상당히 가족적인 환경에서 서로 협업을 하면서 일하고 있고, 어느 정도 친분이 사이면 형님 또는 동생하고 호칭을 부르면서 지낼 정도로 화기애애합니다. 물론 업무적으로는 같은 회사내에 계시는 분들과 논쟁도 많지만 그날 그날 저녁식사를 통해 안 좋았던 부분들은 대부분 해소합니다. 그래서 그런지 술자리가 좀 많긴 합니다.

다. 지역적인 제약으로 문화생활 또는 연애(결혼)에 대한 부담감도 처음에는 있었는데 거가대교가 생기면서 이러한 문제점들은 어느 정도 해소가 되었습니다. 저도 부산에 이쁜 아가씨와 결혼해서 매일 부산에서 출퇴근(약 40분 소요)을 하고 있습니다.

### 회사(연구소)에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?

기회가 주어지면 외국 여행이나 어학 연수를 가려고 했고요, 글로벌한 인재가 되고자하는 꿈을 키우고 있었습니다. 상기와 같이 외국으로 나갈 수 있는 기회를 저희 회사는 많이 제공하고 있습니다. 그 이유는 저희 회사의 대부분 고객이 외국에 있고 또한 배 건조를 위해 필요한 중요한 자재 구매처가 외국 Vendor라 해외 출장 또는 파견을 갈 일이 많이 생깁니다. 또한 해외 자회사 및 지사가 있어 파견 또는 주재원으로 3개월 이상 글로벌한 인재들과 일할 수 있는 기회가 주어집니다. 저의 경우도 해외 자회사의 혁신활동 체계 구축 및 강화를 위해 루마니아와 중국에 6개월씩 파견을 다녀왔습니다. 해외 인재들과 같이 협업 및 경쟁하면서 새로운 마음가지를 다지게 되었습니다. 업무적으로 해외에 나갔지만 외국에서 또 다른 삶은 저한테 Refresh의 기회도 주었고 또한 식견도 넓힐 수 있는 많은 기회를 주었던 것 같습니다. 기회가 주어진다면 다시 한번 파견근무가 아닌 주재원으로 나갈 계획을 가지고 있습니다.

### 지금까지 근무하시면서 가장 기억에 남는 점은 무엇인가요?

일하면서 기억이 남는 점도 많지만 업무 외적으로 기억이 남는 건신입사원 해외 연수입니다. 2006년 당시 신입사원 약 120여명을 조별로 구분하여 유럽 2개국 이상 해외 연수를 보내주었습니다. 물론 회사와 연계된 주요 업체들을 방문하여 벤치마킹하는 것이 주목적이고 물론 이문화체험도 같이 병행을 하였지요. 조별로 조장을 정하고 조원들의 업무분장을 통해 방문할 회사도 직접 컨택하고 어떤 목적으로 벤치마킹하는지 등 모든 것을 조

별 자체적으로 준비하였습니다. 진행시 실수와 여러가지 애로 사항이 있었지만 조원들간 순간순간 임기응변을 하면서 무사히 해외 연수를 마친 것이 기억이 남네요. 지금도 그 조원들과 가끔 모임을 하면서 옛날 추억을 되살리곤 합니다.

### 일하시면서 가장 보람을 느끼셨을 때는?

업무를 하면서 타인으로부터 인정을 받을 때가 가장 보람을 느낍니다. 특히나 조선소에서 개인의 힘으로 무엇가를 변화하거나 개선하기가 쉽지는 않은 직장입니다. 최근 저의 업무는 해외 자회사에 파견으로 가서 혁신활동을 통해 성과창출하는 것이 저의 임무였습니다. 루마니아 망갈리아 조선소에 가서는 원가 절감활동의 일환인 잔재관리 프로세스 개선(직사각형인 강재를 필요한 모양으로 절단 후 남은 부분을 효율적으로 재활용)을 통해 수익 구조에 기여를 하였고, 중국 연태 조선소에서는 조립 공장 Plan-Do-Check-Action 순환 체계 재정립을 통해 기존 대비 30%이상의 생산성 향상을 이루었습니다. 물론 저 혼자만의 결과물은 아니지만 저희 역할이 상당히 중요하여자회사 사장님 및 주재원들로부터 인정을 받았습니다.

### 회사(연구소) 분위기는 어떤가요? 회사이라든가 기타 회사(연구소)만의 독특한 문화라던가?

저희 회사는 중공업이다 보니 조직간 또는 조직내 단합 및 협력을 많이 강조합니다. 그래서 회사에 오시면 각종 체육 행사로 내부 결속을 다지곤 합니다. 특히 저희 회사는 산행을 많이 다닙니다. 보통은 4시간이고요, 길면 8시간의 산행을 합니다. 가끔 야간 산행도 2~4시간을 하기도 하고요. 제가 생산관리팀에 입사하고 2년째 되던 해에는 회사에서는 쉽지 않은 해양 프로젝트(FPSO) 1척을 건조하기로 되어 있어 사전준비를 많이 하고 있던 참이었습니다. 저희 팀에서도 많은 준비를 하였지만 정신적으로 재무장이 필요하다고 무박(18시간) 산행을 진행하였습니다. 말 그대로 새벽에 산행을 시작하여 잠도 안 자고 그 답날 오후에 최종 산행을 마치는 행사였습니다.



이명길의 족집게 연애편지

# 아름다운 첫 키스를 위하여

지난 첫 번째 칼럼에서 손잡기, 팔짱 끼기, 뽀뽀하기 등의 스킨십 진도를 다루었는데, 사실 여기까지의 스킨십은 냉정히 바라보면 남자의 주도하에 이루어지는 '썸썸' 단계일 뿐 여자가 진심으로 마음을 준 확실한 '연인' 관계는 아니다. 솔직히 뽀뽀 같은 경우 빠른 남자들은 만남 당일에도 시도를 하기도 하지만 정상적인 소개팅을 통해 만난 사이라면 대략적으로 1개월~1.3개월, 만남 횟수로는 대략 5회 내외 정도에서 이루어진다고 보면 된다.

여기서 문제는 남자는 '뽀뽀'를 하게 되면 마치 그녀가 내 여자라든가 된 것처럼 오버를 하고 착각을 하게 된다는 것이다. 손 잡고 뽀뽀를 하게 되면 남자는 상대를 더 이상 '객관적'으로 판단하지 못하게 되고, 특유의 냉철함을 잃어버리게 된다. 내일 아침에 중요한 시험이 있어 일찍 잠을 자야 한데도 그녀와 새벽 2시까지 통화가 하고 싶고, 평소에는 김밥해븐이나 다니지만 그녀와 데이트가 있는 날에는 오전부터 인터넷으로 씨푸드 레스토랑을 검색하고 있게 된다. 그러나 '스'가 들어가는 스킨십을 하기 전까지의 연애는 남자의 일방적인 연애편지 아직 그녀가 마음의 문을 열었다고 볼 수는 없다.



일본의 사회심리학자 마츠이 유타는 남녀의 사랑, 감정이 달라지는 계기로 '키스'를 꼽았다. 키스 이전까지의 커플들 사이에는 격렬한 질투심 등이 없었고, 서로에 대한 헌신적인 태도도 약했지만 키스를 한 이후에는 서로에 대한 여러 가지 감정들이 급상승하게 된다는 것이다. 이는 시작부터 스피드를 내는 남성들과 달리 남성을 파악한 후에 비로소 속도를 따라오는 여성들의 연애 패턴 때문으로 키스를 하게 되면 이를 통해 '이제부터 사람이 내 사람이다'라고 느끼는 감정들이 '확신'으로 변하는 것이다. 물론 남자들도 키스를 통해 이런 감정들이 더욱 강력하게 발산된다. 그래서 남녀 관계에는 '스'자 들어가는 스킨십이 중요한 것이다.

## 첫 키스 전에 알아야 할 상식들

뽀뽀까지 1개월~1.3개월 정도가 걸렸다면 다음 스킨십 진도는 당연히 '키스' 뽀뽀까지의 과정이 '내가 너의 남자친구다'라는 것을 주장하기 위함이라면 '키스'는 '당신이 나의 남자친구다'라는 것을 확인 받는 과정이라고 보면 된다. 그럼 이제부터 키스를 준비하는 당신을 위해 결혼정보회사 듀오에서 미혼여성들을 대상으로 했던 재미있는 통계를 알려주니 당신의 '멋진 키스계획(?)'에 도움이 되길 바란다.

### 1. 여성들이 선호하는 첫 키스 장소 1위~5위

여성들이 가장 선호하는 첫 키스 장소는 1위 한적한 공원, 2위 자신의 집 앞, 3위 바닷가(강가), 4위 자동차 안, 5위 극장 순으로 나타났다. 그러므로 첫 키스는 단 둘이 있을 때, 까불지(?) 말고 적당히 분위기를 잡고 시도할 것.

### 프로필

이름 이명길

저서

사랑을 만드는 온도 37.2도

연애예상하기

여우들이 궁금해하는 늑대들의 진실

연애공작소

판타스틱 어른백서 연애편

행복한 남녀관계를 위한 법률상식

미디어 소개

KBS 최강희의 볼륨을 높여요

황정민의 FM대행진

SBS 골드미스가 간다

한밤의 TV연예

SBS 김미화의 U

유재석의 진실게임

KBS 폭소클럽

이광기 김현숙의 4시엔

Olive 변정수의 올리브 쇼

늑대들의 본능토크

On Style 연애성형 프로젝트

오디션

TVN 환상의 커플

리얼스토리 모

루팡

M-net 트렌드 리포트 필 등

여러 방송에서 연애편으로 활약 중

연애강연

SK커뮤니케이션즈, SK텔레콤, 삼성전자, LG 디스플레이, LG상사, GS칼텍스, 신세계백화점, 현대백화점, 롯데백화점, 미래에셋, 신한은행, IBM, 한국증권금융, 넥슨, 태평양, 베네핏, 사법연수원, 보건복지가족부, 인천공항공사, 경기도청, 서울시청, 카이스트, 서울대, 고려대, 연세대, 한양대, 경희대, 동국대, 성균관대, 숭실대 등 500여개 기업 및 대학에서 연애특강 진행 중

## 2. 남자들이 이런 행동을 하면 '첫 키스를 하는구나' 하고 눈치를챈다.

여성들은 남자친구가 '여기 좀 앉아봐 하며 자신을 옆 자리로 데리고 온다'거나 '일단 손목부터 잡는다'거나 '자신의 눈을 그윽하게 바라보거나 눈을 감으라고 한다'거나 '어두운 곳으로 유도한다'는 등의 시도를 하면 '아 이 남자가 키스를 시도하려고 한다'는 것을 눈치를챈다고 한다. 실제로 여성들은 '남자친구가 키스를 하려는 것을 느낌으로 알 수 있다'고 응답해 일정 정도의 만남 이후에는 다음 진도를 어느 정도 예상하는 것으로 나타났다. 그러니 상대가 눈치를챈다고 하더라도 쫓지 말고 당당하게 슈팅을 시도할 것. 단, 이때 반드시 뽀뽀 정도는 한 다음 시도할 것. 잘못하면 만나마자 키스부터 시도하면 국가로부터 전자발찌를 선물 받을 수도 있음에 주의.

## 3. 여자들이 말 하는 이런 키스는 싫어요? 1~5위

1위 음식, 담배냄새에 찌든 입 냄새 키스, 2위 손은 어디를 만져 못된 손 키스, 3위 오늘 만났는데 너무 빠른 키스, 4위 나 키스해도 돼? 질문 키스, 5위 술 취한 채 하는 음주 키스 등. 첫 키스에 종소리가 울린다는 말도 웃기지만 그렇다고 첫 키스가 '더럽다'고 느껴져서도 안 되기 때문에 이 정도는 주의하길 바란다.

뽀뽀까지의 관계가 남자 혼자 흥분하는 '예고편'이라면 키스 이후의 관계는 진짜 '영화'의 시작이다. 마지막으로 이미 연애하고 있는 남자들에게 이야기하고 싶다. 미국의 키스학교에서 가르쳐주는 키스를 잘 하는 7가지 방법 중 제일 중요한 비결은 바로 이것이다. '이것이 마지막 키스라고 생각하고 하라' 항상 지금 하는 키스가 마지막이라고 생각하고 하라.



# FOR FIRST KISS



이재목의 연애 스피치

# 체질은 한의학에서만 중요한 게 아니다.

글 • 듀오연애강사 이재목

늦은 저녁 모처럼 텔레비전 앞에서 채널을 돌리다 한의학 관련 방송을 시청했다. 어떤 병이든 한의학에서는 자신의 체질을 아는 것이 먼저라고 했다. 연애도 마찬가지다. 자신의 어떤 유형의 연애 성향을 가졌는지 아는 것이 먼저다.

얼마 전 한 회사원의 연애 컨설팅을 한 적이 있다. 이 사람은 요즘 같은 부서 동료에게 관심이 간다고 했다. 하지만 직장 동료라 조심스럽다고 했다. 조언을 구하는 그에게 나는 자신의 연애 체질부터 알아보라고 말했다. 그를 위해 체질에 따른 두 가지 연애 유형으로 나누어보았다.



## 연애와 업무에 대한 철저한 구분형

예전에 직장동료였던 선배가 있었다. 그는 회사에서 누구보다 평판을 신경 썼다. 특히나 여성 직원수가 압도적으로 많은 결혼정보회사의 특징상 그 선배는 말 한마디, 행동 하나 오해를 받을까 노심초사하며 조심하였다. 회의시간 말투는 물론이고, 식사시간 작은 농담 하나도 절대 실수하는 법이 없었고, 술이 들어가 스스로를 컨트롤 하기 힘든 상황에서도 여자 직원들에게만은 젠틀맨 그 자체였다.

이런 선배가 퇴근 후 사적인 공간에서는 전혀 다른 사람으로 변신했다. 클럽도 좋아했고, 여자들을 많이 만날 수 있는 술집도 즐겼다. 언변도 화려해 어느 자리, 어느 곳에서도 낯선 만남과 대화가 전혀 어색하지 않았다.

회사나, 학교 조직 내에서 타인의 시선을 신경 쓰고, 평판을 중요시 여기는 이러한 체질에겐 사내 연애나 가까운 사이의 사람을 만나는 것은 권하고 싶지 않다. 이런 사람들은 연애의 대상을 외부에서 찾아야 한다. 괜히 가까운 사람과 연애를 시작했다가는 수많은 생각과 신경들로 연애가 평탄하기 힘들고 상대방에게도 상처를 줄 가능성이 높다. 또한 업무에도 지장을 받을 확률이 크다.

이런 체질의 사람들에게는 결혼정보회사나 사설 미팅 사이트 등을 이용해보는 것을 적극 권해보고 싶다. 필자가 재직하고 있어서가 아니라, 사실상 우리가 사람을 만날 수 있는 기회는 한정되어있다. 하지만 공과 사(?)를 구분하는 체질의 사람들에게는 나와서 관계는 없지만 내가 원하는 스타일의 사람과 만날 수 있는 곳이 이런 곳이기 때문이다. 그리고 외부에서 만남을 가져야 마음도 편안해 자신의 매력을 100% 발휘할 수 있고, 설령 만남이 잘 되지 않아도 큰 부담이 없다.

### 프로필

이름 이재묵

직업 연애컨설턴트 &  
매칭전문 파티플래너

생년 1976년생

소속 (주)유이 이벤트사업부

학력 동국대학교 정치외교학과  
(53대 학생회장 출신)

자격 레크레이션 1급, 웃음치료사 1급,  
편리더십 지도자 1급.

코미디TV 공채개그맨 대상수상,  
서울시 주최 성교육 프로그램  
수료

E-mail gagman2000@duonet.com

블로그 [http://blog.daum.net/  
thebestseason](http://blog.daum.net/thebestseason)

저서 연애야 말해봐 (2009년)

연애중결서 (2011년)

## 연애와 업무 상호보완 형

반면, 태생적으로 낯을 가리고, 처음 보는 자리를 불편해 하는 체질이 있다. 이처럼 외부에서 만남이 편하지 않고 자연스럽지 않은 사람은 주변을 살펴야 한다. 우리는 이 같은 연애 체질을 주변 탐구 형이라고 부른다. 이런 사람들은 결혼정보회사나 소셜데이팅서비스와 같이 처음 보는 이성과 만나 유연한 대화를 나눠야 하는 만남에선 인연을 만나기 힘들지 모른다. 오히려 주변에서 오랫동안 함께 지내 온 편하고 익숙한 사람과 인연을 만들어가는 것이 낫다. 그리고 이러한 체질의 사람은 가까운 관계의 연애가 업무에도 긍정적인 효과를 줄 가능성이 크다.

하지만 주변에서 공략의 대상을 찾았다고 그 사람에게 바로 다가가서는 안 된다. 천리 길도 한걸음부터라고 천천히 그 사람에게 의미를 부여하며 다가갈 필요가 있다. 그리고 주변 사람들을 내편으로 만들어 긍정적인 이미지를 만드는 것부터 해야 한다.

즉, 철저한 사전작업이 필요한 것이다. 익숙해서 쉽게 다가갈 수 있을 거 같지만, 반대로 너무 익숙해 상대가 나를 이성적으로 느끼는 것이 어려울 수도 있기 때문이다.

사랑이 고픈(?) 계절이다. 지금 회사든 학교든, 연구실이든 가까운 누군가가 이성으로 보이기 시작한다면 자신이 어떤 연애 체질인지, 어떤 유형의 사람인지부터 알고 시작해보자.



# VARIOUS LOVE STYLE



가까운 미래,  
경량화 및 친환경소재로서 주목 받는

# 마.그.네.숨

글 • 신소재공학과 박사과정 이정훈

지도교수 • 이종수

mail • pocion@postech.ac.kr

소속 • Materials Reliability Lab



요즘 친환경 자동차 개발이 전세계적으로 화두가 되고 경쟁이 앞다퉈 이루어지면서, 차량 무게의 70%를 차지하는 철을 대신할 소재로 마그네슘이 각광받고 있습니다. 자동차의 무게가 가벼워지면 연비향상은 물론이고 이산화탄소의 배출을 줄여 환경보호 차원에서도 이롭기 때문이죠. 그렇다면 왜 마그네슘일까요? 그 해답을 차세대 경량화 소재로서 마그네슘이 가지는 특성을 살펴보면서 이야기해보려 합니다.

## 마그네슘 합금의 주요 특성



마그네슘은 비중이 1.74로 알루미늄 합금의 2/3, 타이타늄 합금의 1/3, 철의 1/4에 해당하며 상용 금속재료 중에서 가장 가벼운 재료입니다. 따라서 제품에 적용 시, 제품 조작에 필요한 에너지를 절감할 수 있습니다. 다음 표에 마그네슘의 비중을 1로 하였을 때 다른 재료와의 비중에 대한 비교를 나타내 보았습니다.

재 료	비 중	비 교
Cr-Mo steel	7.85	4.51
Titanium	4.5	2.59
Aluminum	2.7	1.55
Magnesium	1.74	1

비강도는 강도/비중으로 나타내는데, 이 비강도는 우주항공재료로서의 척도가 되는 성질 중의 하나입니다. 마그네슘 합금은 비강도가 매우 우수하므로 기존의 재료보다 적은 양으로도 요구되는 강도를 얻을 수 있습니다. (비강도 : 질량대비 강도를 나타내는 값으로 가벼우면서 튼튼한 재료로 소재분야에 척도를 나타내기 위함, 강도 : 물체의 강한 정도로 재료가 파괴되기까지의 변형저항)최근 초경량 소재의 적용 분야는 우주항공 분야에서 다양한 운송수단으로 확대될 전망입니다. 경량화에 의해 항공기의 비행 시간이 단축되어 우주항공산업의 발전을 가속화 시킬 것으로 기대되며, 운송수단에 적용됨으로써 연비가 향상되어 에너지 가격이 하락할 것으로 전망됩니다. 자동차 제조업체에서는 차체의 마그네슘 함량을 기존의 5kg 정도에서 45~190kg까지 올리는 것으로 계획하고 있는데, 이것은 마그네슘의 사용으로 자동차 무게를 10% 줄이면 평균 연비가 3%, 가속 성능이 8% 가량 향상되기 때문입니다.

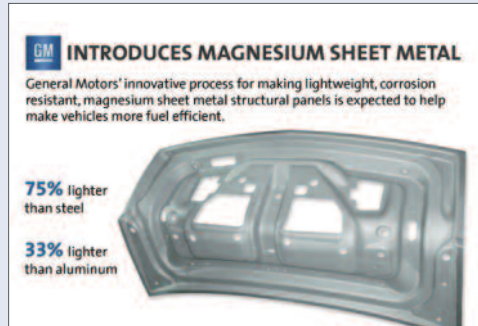


그림 1

제너럴 모터스(GM)는 마그네슘을 통한 차량경량화를 통해 두 자리수의 연비실현이 가능하도록 철과 알루미늄의 대체제로서 경량 마그네슘 강판을 차량 제조 소재로 적용하고 있습니다.

실제로 제너럴 모터스(GM)는 마그네슘을 통한 차량경량화를 통해 두 자리수의 연비실현이 가능하도록 철과 알루미늄의 대체제로서 경량 마그네슘 강판을 차량 제조 소재로 적용하고 있습니다.

또한 마그네슘 합금은 별도의 코팅 처리 없이 전자파 차폐 특성을 가지고 있어 IT 소재로서도 각광을 받고 있습니다. 휴대폰이나 컴퓨터 같은 민감한 전자 소자 등이 전자파로 인한 오작동을 일으킬 수 있기 때문에

전도성 금속으로 전자파 차폐 및 분산 기능을 가진 구조재가 필요하게 되는데, 특히 스마트폰, 노트북, 카메라 등 모바일 기기에 경량 소재이면서 전자파 차단 특성을 보이는 마그네슘 소재가 응용되고 있습니다. 더구나 전자기기에서 발생하여 인체에 해로운 전자파를 효과적으로 차단할 수 있어 기기 사용자를 보호할 수도 있습니다.

마그네슘은 진동감쇠능이 알루미늄보다 25배 우수하며, 단단하면서도 에너지 흡수율이 뛰어나 충격, 음향, 진동에너지 흡수 및 저장용으로 적합하며 진동이 있는 곳에서 사용하면 승차감을 향상시키고 제품의 피로 수명을 연장할 수 있습니다. 예를 들어 컴퓨터의 하드디스크, CD, 자동차 휠, 패널로 층간 소음 및 난방비 절감효과를 가져올 수 있습니다. (진동감쇠능:진동을 열로 흡수해 진동을 점차 소산시키는 능력)

이와 더불어 에너지 효율이 높아 친환경 소재로 환경 규제 강화에 적합하고, 상용화 기술을 통해 재활용이 가능하며 재활용 과정에서조차 먼지나 유독성 가스가 생성되지 않습니다. 심지어 땅 속에 묻으면 100% 썩기 때문에 환경오염을 유발하지 않습니다. 이 외에도, 치

사용분야	제품
항공우주	제트엔진 부품, 휠, 창틀, 의자, 도어 손잡이, 보조 날개, 헬리콥터 부품, 인공위성 부품
운송기기	핸들 프레임, 에어백 프레임, 스티어링, 실린더 헤드 커버, 연료 탱크, 시트 프레임, 인스트루먼트 패널, 오일 팬, 허브, 크러치 하우징, 브레이크 페달 브래킷, 기어 박스, 도크보트, 자전거 프레임, 손수레, 2륜차 크랭크 케이스, 파렛트
ICT	휴대폰 케이스, 컴퓨터 부품, 노트북 케이스, PDA, 디지털 카메라 하우징, 전자제품 EMI 차단용
의료기기	혈체어, 목발, 의족
레저용품	테니스 라켓, 텐트 프레임과 페그, 야구 배트, 캐처 마스크, 낚시용 릴, 양궁 핸들, 등산용 가방 프레임, 지팡이



# Magnesium

수안정성, 용접성, 절삭성, 방열성 등의 많은 장점을 마그네슘 소재가 가지고 있으며, 때문에 그 적용범위가 급속히 확대되고 있습니다. 다음 표는 마그네슘 합금의 다양한 사용분야와 제품의 예를 나타낸 것입니다.

그림 2

마그네슘 합금의 다양한 사용분야와 제품의 예를 나타낸 것입니다.



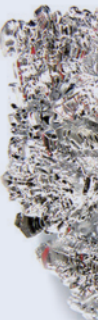
## 마그네슘 합금 응용에의 문제점



지금까지 살펴본 바와 같이 마그네슘 합금은 경량화 및 환경 친화적인 측면에서 우수한 특성을 가지고 있음에도 불구하고 마그네슘 제품의 상용화에 어려움을 겪고 있습니다. 그 이유는 다음과 정리할 수 있습니다.

1. 열악한 내부식성으로 인하여 적용 범위가 제한적임.
2. 강철보다 강하지만 충격이 심하면 부서짐.
3. 산소와 만나면 폭발하거나 (분말 상태일 경우) 물과 닿으면 쉽게 녹스는 성질을 가짐.
4. 표면처리 및 가공이 까다로우며 수율이 좋지 못해 불량률이 높음.
5. 공정 과정이 많아 제품 단가가 높음.

특히, 가공성에 있어 마그네슘 소재의 응용에 큰 어려움이 있는데요. 마그네슘이 알루미늄이나 다른 금속보다 성형이 어려운 이유는 특유의 결정구조 때문입니다. 금속의 소성변형능력은 그 결정구조가 지배적으로 좌우하게 됩니다. 마그네슘은 조밀육방구조(HCP, hexagonal close-packed)이며 일반적으로 가공이 잘되는 Al, Cu, Fe 등은 입방정 구조(Cubic)입니다. 금속의 소성변형에 대한 주요 인자로는 슬립, 쌍정, 적층 결함 에너지 등이 있는데, 그 중 슬립에 의한 변형기구가 지배적입니다. 슬립이란 어떤 금속의 결정이 다른 결정에 대해 일부가 비가역적인 전단 변위가 될 때 소성 변형되는 것을 말하고 이것은 어느 특정 결정면에서 특정 결정 방향으로 일어납니다. 다시 말하면 원자와 원자층이 미끄러짐으로써 가공되는데, HCP구조는 3개, Cubic 구조는 12개의 슬립계를 가집니다. 따라서 슬립계의 수가 적은 HCP구조가 Cubic 구조에 비해 소성변형이 어렵다는 것을 알 수 있습니다. 마그네슘의 HCP 결정구조는 밀면(basal plane)에서 주로 변형되나 마그네슘 합금을 상온에서 변형시키기는 매우 어렵습니다. 고온이 되면 마그네슘 합금은 앞서 언급한 3개의 슬립계 외에 다른 슬립계가 작용하기 시작하여 상온보다 고온에서 가공이 더 용이하게 됩니다. 이러한 냉간가공의 어려움 때문에 공업적으로 이용되는 마그네슘은 대부분 단조형태 대신 주물형태로 이용합니다.



# Magnesium



## 국내 마그네슘 개발과 적용 성과



우리나라의 경우, 철강 회사인 포스코가 사업다변화와 비철 재료의 기술 개발의 일환으로 마그네슘 판재 연구와 소재 적용 테스트에 박차를 가하고 있습니다. 모든 모바일 기기를 대상으로 마그네슘 판재를 소재로 적용시키려는 노력을 하고 있으며, 불판과 같은 가정용기에서 휴대폰, MP3, 카메라 등 우리 생활 속에서 쉽게 접하고 있는 제품 소재에 이미 적용하고 있을 뿐만 아니라 그 적용 범위는 더 확대될 전망입니다. 특히 포스코는 기존의 마그네슘 판재 생산방식을 완전히 탈피해 새로운 기술을 적용함으로써 생산성을 획기적으로 높이고 원가절감과 판재의 물성을 동시에 만족시키는 기술력을 가지고 있습니다. 마그네슘을 슬라브를 만들지 않고 지속적으로 몰드에 흘려 넣어 뜨거운 상태에서 바로 얇은 판재로 압연하는 고유기술인 Strip-casting이 그것입니다. 이러한 기술력을 바탕으로 자동차 강판 소재로 본격 개발한다는 중장기 계획을 가지고 있습니다.

## 마그네슘 합금의 연구 분야



앞서 언급한 마그네슘 합금이 가진 응용을 위한 문제점을 해결하기 위해 현재 많은 연구들이 진행되고 있습니다. 희토류 원소 첨가 합금과 강소성 가공을 통한 성형성과 부식성 향상에 관한 연구뿐만 아니라, 마그네슘의 변형기구로서 중요한 역할을 하는 쌍정의 거동 이해와 이와 관련된 응력모드에 따른 쌍정의 특성과 변형 이방성에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있습니다. 본인의 연구 또한 이 변형 쌍정이 미세조직의 재결정에 의한 결정립 미세화, 소성 거동, 집합 조직 변화에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구를 주제로 진행하고 있습니다.

마그네슘 합금은 경량구조 소재로서의 우수한 특성과 더불어 아직 해결하지 못한 문제점을 가지고 있기 때문에 그 응용을 위해 활발한 연구가 필요하며, 앞으로 소재분야의 있어 가장 도전적인 연구 분야가 될 것으로 예상됩니다. 마그네슘이 미래의 우리 생활에 어떠한 영향을 미치고 변화시키게 될지 기대하셔도 좋을 것 같습니다.



# 02



# $F=ma$

뉴턴의 운동 제2법칙 힘과 가속도의 법칙

## Part2

연구 원승현(환경공학부) 080

기업 코스콤 086

칼럼 손리의 운동 프로그램 소개 094

국책연구소 한국표준과학연구원 100

연구 이수동(산업경영공학과) 112

기업 ITX Security 118

연구 김은호(첨단원자력공학부) 128

동문기업 심플렉스인터넷 140

## 환경오염 물질 분해, 미래 에너지 자원 생산 친환경 에너지 광촉매

글 • 환경공학부 통합과정 원승현

지도교수 • 최원용

mail • poiynara@postech.ac.kr

소속 • 광에너지 환경응용 연구실



### 태양에너지를 활용하는 방법

지난 2009년 유엔미래포럼은 환경오염과 에너지 부족을 '해결해야 할 지구촌 과제' 중 하나로 선정 하였습니다. 산업혁명을 겪은 인류는 한정된 화석연료를 주된 에너지원으로 사용하게 되었고, 이는 환경오염과 에너지부족이라는 문제를 야기했습니다. 그 문제를 해결하기 위해 제시된 대안 중 하나는 무한한 에너지원인 태양에너지를 사용하는 방법입니다. 2011년 기준 지구의 에너지 총 사용량은 15 TW로 추정되는데, 지구로 도달하는 태양에너지는 120,000

TW입니다. 만약 우리가 지구로 복사되는 태양에너지의 극소량이라도 사용할 수 있다면, 지구의 에너지 부족 문제는 간단히 극복할 수 있을 것입니다.

포항공대 환경공학부/화학공학부 소속인 광에너지 환경응용연구실은 최원용교수님 지도 하에 태양에너지를 활용하는 방법 중 하나인 광촉매를 이용하여 환경오염 물질을 분해하고, 미래 에너지 자원을 생산하는 연구를 하고 있습니다.



### 반도체 광촉매란?

모든 원자에는 그에 따른 에너지 준위가 있습니다. 원자들이 가까이 모여 연속적인 하나의 결정을 만들게 되면 에너지 준위가 겹쳐지면서 전자가 있을 수 있는 가전자대(valence band)와 높은 에너지 대역의 전도대(conduction band)가 생성됩니다. 가전자대와 전도대의 에너지 차이는 결정이 도체, 반도체, 또는 부도체인지를 결정하게 됩니다.

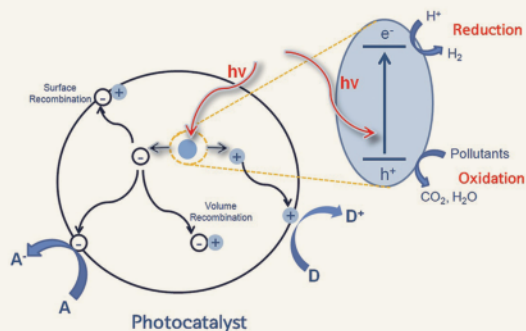


그림 1 광촉매의 활성 원리

광촉매는 빛을 흡수하여 전자를 가전자대에서 전도대로 여기하고, 이때 생성된 전자-정공의 전하쌍을 이용하여 다양한 종류의 산화, 환원 반응을 일으키는 데 그 원리가 있습니다. 원칙적으로 모든 반도체적 성질을 가진 물질이 광촉매로 사용될 수 있습니다. 그러나 실제로 쓰이는 광촉매 물질은 여러 제약에 의해 그 종류가 제한됩니다.

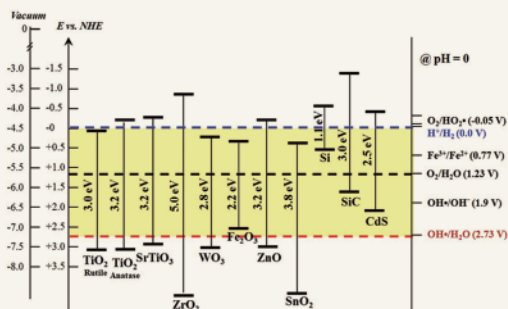


그림 2 다양한 반도체 물질의 띠간격

광촉매로서 활성을 가지려면 다음과 같은 조건을 충족시켜야 합니다. 첫째로, 광촉매의 가전자대와 전도대의 간격이 적절하여야 합니다. 일반적으로 띠간격이 좁을수록 긴 파장의 빛을 흡수할 수 있어 효

율적이지만, 생성된 전자-정공 전하쌍이 빠르게 재결합하여 산화, 환원반응에 사용되기 어렵습니다. 둘째로, 광촉매의 가전자대와 전도대가 각각 낮거나 높은 것이 좋습니다. 가전자대가 낮을수록 생성된 정공에 의한 산화력이 커지고, 전도대가 높을수록 생성된 전자의 환원력이 커지기 때문입니다. 그림2는 다양한 광촉매의 띠 간격을 보여주고 있습니다. 대표적인 광촉매인  $\text{TiO}_2$ 는 가전자대의 위치가 물을 산화할 수 있고, 전도대가 수소를 만들 수 있는 위치에 있어 지속적으로 연구되어 왔습니다. 활성이 좋고 지구에 풍부하게 있는 물질로서 가격이 저렴하다는 장점과는 달리,  $\text{TiO}_2$ 는 큰 띠 간격을 가지고 있어 자외선을 조사하여야만 활성을 보이는 단점이 있습니다.



### 광촉매를 이용한 오염물질 제거반응

광촉매를 이용한 오염물질 분해 반응은 대부분 산화과정으로 이루어집니다. 그러므로 광촉매의 가전자대가 낮을수록 오염물질 분해에 효과적입니다. 대체적으로 넓은 띠 간격을 가진 광촉매의 가전자대는 낮은 쪽에 위치합니다. 일반적인 산화물 광촉매( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{WO}_3$ )가 여기에 해당됩니다. 광촉매의 산화반응은 정공과 화합물의 직접산화반응과 강력한 산화제인 OH 라디칼의 생성을 통한 간접산화반응 두 가지로 나뉩니다. 아래의 식은 광촉매의 오염물질 산화과정을 나타내고 있습니다.

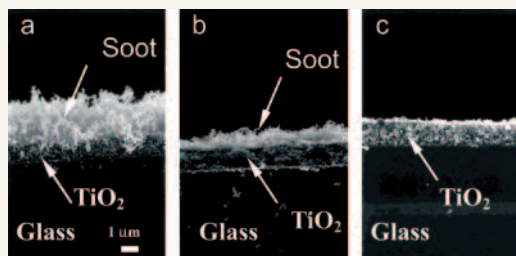
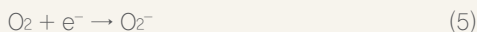
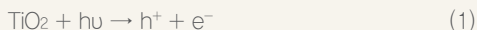


그림 3 SEM Image, soot이 코팅된  $\text{TiO}_2$  FILM  
(J. Phys. Chem. B, Vol. 106, No. 45, 2002)

광촉매의 주된 산화력은 직접산화반응보다 생성된 OH 라디칼에 의해 기인합니다. 강력한 산화제인 OH 라디칼은 오염물질을 분해한 후 물로 전환됩니다. 이와 같이 광촉매를 이용한 오염물질 제거공정은 깨끗한 산화제인 OH 라디칼을 사용하므로, 다른 방식보다 환경친화적인 공정입니다.

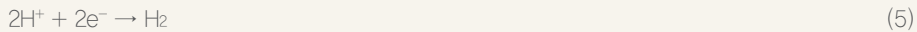
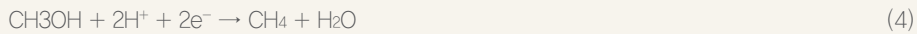
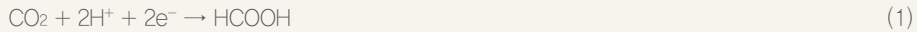
2002년 본 연구실은 광촉매를 이용한 숲의 분해실험을 통해 OH 라디칼이 공기중으로 움직여 표면에 흡착된 오염물질뿐만 아니라, 가까운 거리의 오염물질도 분해할 수 있는 특성을 증명하였습니다. 이는 OH 라디칼이 기체오염물질 분해에서도 중요한 역할을 한다는 사실의 바탕이 되는 기초연구였습니다.

오염물질을 산화시키는 반응이 단지 OH 라디칼에 의해서만 결정되는 것은 아닙니다. 많은 연구결과를 광촉매 분해반응이 산소가 있는 조건 하에서 월등히 높아지는 경향을 보여주고 있습니다. 빛을 받아 생긴 전자-정공 전하쌍은 짧은 시간에 재결합되는데, 산소는 생성된 전자와 빠르게 반응하여 전자-정공의 재결합을 막아주는 역할을 하기 때문입니다. 위의 (5)번 식은 산소가 광촉매를 이용한 오염물질 분해반응에 중요한 역할을 하는 것을 보여주고 있습니다.



### 광촉매를 이용한 에너지 생산반응

광촉매를 이용한 오염물질 분해반응이 정공을 사용했다면, 생성된 전자는 에너지원을 만드는데 사용됩니다. 이런 환원과정을 통해 무기물은 유기물로 합성되고, 수소이온은 수소 기체로 전환됩니다. 다음은 광촉매의 환원과정을 통한 에너지 생산과정을 나타내고 있습니다.



광촉매 환원과정에서는 각각의 조건에 따라, 유기물을 합성할 수 있고, 수소를 만들어 낼 수도 있습니다. 하지만, 광촉매의 환원반응은 산화반응보다 약간 복잡한 과정을 거칩니다. 하나의 정공을 사용하는 산화반응하고는 달리, 광촉매 환원반응은 2개 이상의 전자를 필요로 하기 때문입니다. 전자를 많이 소모할수록, 더욱 복잡한 구조의 유기물이 합성됩니다. 그러므로, 일반적인 광촉매는 에너지 생산에 적합하지 않습니다. 본 연구실에서는 Pt-TiO<sub>2</sub>, Pd-TiO<sub>2</sub>처럼 TiO<sub>2</sub>의 표면을 개질 하여 수소와 유기물을 만들어 내는 성과를 얻어냈습니다.

일반적으로 금속은 반도체보다 Fermi level이 낮아 전자를 머금는 성질이 있습니다. 빛을 받아 생성된 전자는 광촉매 표면에 붙여진 금속으로 이동하게 됩니다. 이렇게 이동한 전자가 수소이온이나 이산화탄소와 반응해 에너지원을 생성하게 됩니다.

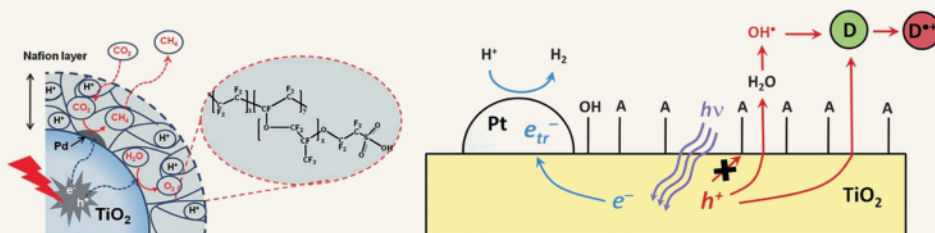


그림 4 Nafion coated Pd-TiO<sub>2</sub>, Pt-TiO<sub>2</sub>를 통한 인공광합성 과정  
(Energy Environ. Sci., 2012, 5, 6066–6070, Energy Environ. Sci., 2012, 5, 7647–7656)



## 가시광 반응 촉매

모든 연구의 궁극적인 목적은 연구가 현실에서 사용되도록 만드는 것입니다. 광촉매 연구도 마찬가지입니다. 지구에 들어오는 빛인 가시광선에 활성을 보이는 광촉매를 개발하는 것이 중요합니다. 앞서 언급한 바와 같이 보편적으로 사용되는 광촉매는 자외선 하에서 활성을 보입니다. 많은 연구자들은 가시광에서 안정적으로 사용 가능한 광촉매가 개발된다면 현재 산업체계가 모두 뒤바뀔 만큼 영향력이 크다고 말하고 있습니다.

하지만 가시광에서 활성을 보이는 광촉매를 개발하는 것은 어렵습니다. 가시광을 흡수할 수 있는 광촉매의 경우, 띠 간격이 좁아 빠른 시간 안에 전자-정공의 재결합이 일어나기 때문입니다. 그래서 많은 연구자들은 광촉매에 반도체를 접합하여 전자가 가전자대로 떨어지는 것이 아닌, 다른 반도체의 전도대로 흘러가 재결합을 막는 구조를 주로 만들어 사용합니다.

지난해 우리 연구실에서는 값싼 페놀 수지를 감응제로 사용하여 가시광에 활성을 보이는 광촉매를 만들었습니다. 이 과정은  $\text{TiO}_2$ 의 띠 간격과 페놀수지의 띠 간격을 적절히 접합시켜 전자가 페놀수지의 가전자대에서  $\text{TiO}_2$ 의 전도대로 전이되도록 만든 원리입니다.

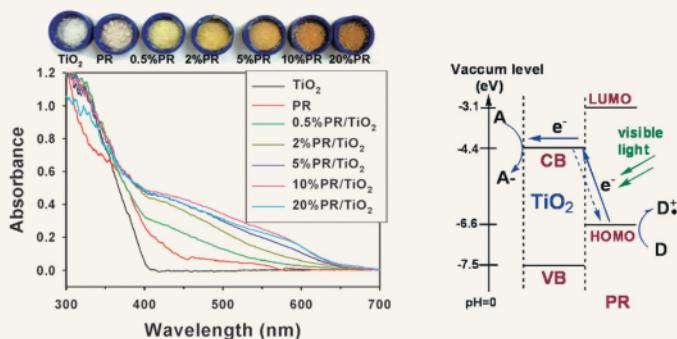


그림 5 PR-complexed  $\text{TiO}_2$ 의 가시광 흡수과정 (Chem. Comm., 2012, 48, 10621-10623)

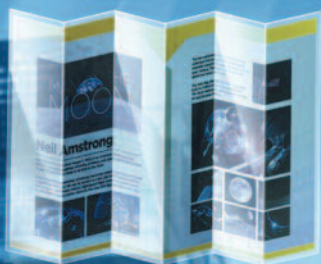


## 글을 마치며

모든 화합물은 산화, 환원과정을 통해 새로운 것으로 생성되고, 그 가치를 찾아 갑니다. 앞선 내용과 같이 광촉매는 산화, 환원반응을 일으켜 그 자체로 무궁무진한 사용가치가 있습니다. 본 연구실은 이런 미래 에너지원의 실용화를 이룩하기 위해 연구하고 있습니다.



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 아몰레드는  
삼성디스플레이가 만듭니다.

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

삼성디스플레이

SAMSUNG

# Global Financial IT Solution Leader

>koscom

## 글로벌 금융커뮤니케이션의 미래를 이끌어 갑니다.

금융커뮤니케이션의 새로운 장, 코스콤이 열어갑니다.

코스콤은 금융의 흐름을 원활하게 하는 토털 금융IT 환경 구축과 솔루션 제공으로

대한민국 자본시장의 공신력과 경쟁력을 키우고,

나아가 해외로 진출하는 등 금융IT 업계의 변화와 혁신을 주도하고 있습니다.





## 새로운 금융가치를 창조합니다. 고객의 꿈이 가까워집니다.



### 한국증권전산(KOSCOM) 소개

코스콤은 1977년에 설립되어 증권업계 IT인프라의 구축 및 운용을 통해 증권·파생상품시장의 발전을 견인해 오고 있는 금융IT솔루션 전문회사입니다.

당사는 국내 최초의 주식 매매시스템, KOSPI200 지수선물·옵션시장의 매매시스템을 개발하여 가동시켰으며, REPO시장, 국채시장 등 수많은 시장개설에 따른 전산시스템의 개선을 수행해왔습니다. 또한 코스콤은 증권·파생상품 시장의 시세공표 업무를 전담해 오고 있고, CHECK Expert 등 수많은 정보단말상품을 개발하였으며, 정보이용자들의 전산시스템으로도 실시간 시장정보를 제공하고 있습니다.

이외에도 증권망(STOCK-NET), 재해복구센터(CRS2000), 공인전자인증(SignKorea), 금융SAC 등의 공공 IT인프라를 구축하여 업계와 투자자들에게 서비스하고 있습니다. 이상과 같이 코스콤은 35년 이상 증권 및 파생상품시장에서 다양한 사업을 전개해 나가고 있으며, 고품질의 서비스 제공을 통해 자본시장IT 파트너로서 시장발전을 위해 기여해온 기업입니다.

금융IT를 통해 고객이 행복해지는 행복 금융의  
시대를 코스콤이 열어가고 있습니다.

### 기관명

KOSCOM(한국증권전산)

### 기관분류

기타공공기관

### 기관장

우주하

### 매출액

약 3,000억

## 세계 금융IT 솔루션 리더 – KOSCOM

### 증권·파생상품 시장 전산화 서비스

최고 수준의 공신력과 기술 경쟁력으로  
증권·파생상품 시장 신뢰성 제고

### 증권·파생상품 업무 전산화 서비스

고객의 다양한 IT환경에 최적화된 업무  
전산화 및 책임 운영 관리



## 한국증권전산 >

### 직원수

약 700명

### 직원평균보수

약 9,500만원

### 채용담당 부서

인력개발부

### 채용담당 전화

02-767-8413

### 채용담당 팩스

02-767-8446

### 홈페이지

[www.koscom.co.kr](http://www.koscom.co.kr)

자본시장 IT 파트너  
**> koscom**

주소: 서울특별시 영등포구 여의나루로 76

전화: 02-767-7114 팩스: 02-767-8467

### 금융정보 서비스

언제 어디서나 다양하고

유용한 국내외 종합 금융정보 제공

### IT 인프라 서비스

지속적 개발·혁신을 통해 최고의 안정성과

보안성을 확보한 IT 인프라 구축 및 운영서비스



## koscom 인터뷰

### Interview

우승환 사원

2012년 입사

인프라사업부 인프라마케팅팀

우승환

### 전공

산업경영공학과

### 현재 근무하고 계신 회사 및 부서는?

안녕하세요. 저는 코스콤(구, 한국증권전산) 인프라사업부 인프라마케팅팀에 2년 차 사원으로 재직중인 산업경영공학과 학부 05학번 졸업생 우승환이라고 합니다. 코스콤은 자본시장 전산화를 목표로 36년 전에 설립된 주식회사인데요, 대다수의 지분을 한국거래소가 보유하고 있는 금융위원회 산하기관입니다. 모기업인 한국거래소가 공기업(준정부기관)인 관계로, 코스콤 또한 공기업(기타공공기관)에 해당합니다. '코스콤'이라는 이름이 생소하실 듯 하여 조금 더 부연설명을 드리자면, 코스콤은 자본시장과 관련된 대부분의 IT 업무를 담당하고 있습니다. 우선 각 증권사를 통해 들어온 주식 및 파생상품 주문을 순서에 맞게 체결시켜주는 매매체결 시스템의 운영 및 차세대 시스템 개발 업무를 수행하고 있어요. 이러한 주식시장 전산화를 통해, 과거 뉴스에서 자주 봤던 육각형 테이블에서 호가를 던지고, 천장의 전광판이 바쁘게 돌아가던 증권거래소의 모습은 역사의 뒤편길로 사라지고, HTS 나 MTS를 통해 내 방에서, 혹은 화장실에서도 편하게 주식거래를 할 수 있는 시대가 되었죠. 또한, 신문 지면이나 뉴스 하단, 그리고 포털 사이트 검색 등에서 찾아볼 수 있는 주식 시세 및 각종 지수들의 분배 업무도 코스콤에서 담당하고 있습니다. 그 외에도, 증권업계 공인인증서 발급·관리 및 금융보안 업무, 증권사의 각종 IT 업무 파트너 역할 등을 수행하며, 자본시장의 IT를 전반적으로 책임지고 있습니다.

### 어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?

저는 경영 직군으로 입사하여 본부 사업기획을 담당하고 있습니다. 특히, 증권용 공인인증서인 SignKorea의 마케팅을 주로 수행 중인데, 시장 예측 및 수지분석을 통한 가격체계 수립부터 마케팅 채널에 대한 고민, 관련 정책 대응 및 보안성 강화를 위한 서비스 개선 방안 모색 등 상당히 폭 넓은 업무를 다룹니다. 그와 더불어 각종 대내·외 행사 기획, 금융위원회·미래창조과학부 등의 대외기관 대응과 같은, 150명 규모의 본부 차원에서 추진하는 다양한 프로젝트의 총괄 업무도 맡고 있어요. 창업을 한 친구들을 제외하고, 취업한 포스텍 동기들 중 아마 가장 다양한 업무를 다루지 않나 싶습니다. 업무강도가 그렇게 높은 편은 아니지만, '공기업' 하면 떠올리는 무료한 이미지와는 상당히 다른, 나름 재미와 생동감이 있는 일들을 하고 있죠 ^^

### 현재 근무하시는 회사를 최종 선택하게 되신 동기는?

산경과는 포스텍에서 가장 특이한 과 중 하나라고 봅니다. 경영에서 최적화, 제조공학, 프로그래밍까지 정말 다양한 분야를 공부하죠. 하지만 넓게 배우는 만큼 깊이가 부족할 수 있기 때문에 정체성에 대해서 많은 고민을 할 수 밖에 없었습니다. 이러한 저에게 코스콤은 최고의 선택이었던 것 같습니다. 사업 기반이 자본시장 +

IT 이기 때문에, 일반 경영학과를 전공한 입사 동기들보다 회사의 상품에 훨씬 더 친숙하게 다가갈 수 있었거든요. 학사 졸업 이후 취업한 친구들 얘기를 들어보면 학교에서 배운 지식과 실제 업무에서 필요한 능력은 괴리가 있다고들 하는 경우가 많은데, 저 같은 경우 전공 지식들을 업무에 십분 활용할뿐더러, '좀 더 열심히 할 걸'하고 후회하는 경우도 있을 정도예요.

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

'공기업'이라는 딱딱한 이미지 때문에, '군대식이라거나 업무상 비효율적인 부분이 많다거나 하면 어쩌나?'하는 걱정을 많이 했었습니다. 하지만 입사 후에 겪어보니, 생각보다 분위기도 훨씬 자유롭고, 상사 분들도 다들 여유가 있으셔서 여러모로 배려를 많이 해주셨어요. 업무적으로도, 공공기관이기에 필연적, 당위적으로 지켜야 하는 제도적 장치들을 제외하면 상당히 합리적으로 의사결정이 이루어집니다. 회의 시에도 누구나 자유롭게 발언할 수 있는 분위기라, 이제 입사 2년 차인 저도 편하게 아이디어를 얘기하곤 합니다.

### 회사에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?

뭐니뭐니해도 직장인들에게 가장 중요한 것은 대우겠죠. 매번 통장을 스쳐 지나가는 월급일지라도, 항상 월급날이면 은행 어플에 로그인하는 것은 누구나 똑같이 겁니다. 코스콤의 금융권 공기업다운 좋은 대우와 비교적 안정적인 고용은 일하면서 가장 든든한 부분이지 않나 싶습니다. 저 같은 촌놈에게는 서울 근무가 마냥 좋은 것은 아니지만, 많은 후배님들께는 본사가 여의도라 서울 한복판에서 근무할 수 있다는 것도 장점 중 하나가 될 수 있겠네요.

### 회사 분위기는 어떤가요? 회식이라든가 기타 회사만의 독특한 문화라던가?

앞에서도 얘기했지만, 직원 분들이 다들 여유 있고 켄들

하세요. 제가 학사특례로 다른 회사에서 일할 때는 사람 때문에 힘든 경우가 많았는데, 코스콤에서 근무한 1년 2개월 기간 동안에는 인간관계로 인한 트러블은 한 번도 없었어요 ^^ 그리고 회사 규모가 글로벌 대기업들에 비해서는 상당히 작은 터라, 다른 부서의 직원들과도 교류가 많습니다. 전 직원이 700여명 가량 되는데, 저는 이미 한 200분 정도는 알고 지내는 것 같네요. 사내 동호회 활동을 장려하고 많은 지원을 해주는 것도 타 부서 사람들과 친분을 쌓기 수월한 이유 중 하나이겠네요.

### 10년 후의 모습은 어떨 것이라고 생각하시는지요?

코스콤은 고용이 비교적 안정적이고, 비슷한 성격의 회사가 거의 없는 관계로 아직 또한 아주 제한적인 편입니다. 그래서 저 같은 경우 주말에 커피 한 잔 하면서 미래 설계를 해보는 경우가 많아요. 변수가 적은 만큼 구체적인 부분들까지 이것저것 생각해보게 되더라고요. 커리어 패스에 있어서는, 경영 쪽 관련된 지식과 기술적인 부분 두 마리 토끼를 잡고 싶다는 욕심이 생기네요

### 대학원에 재학 중인 과학기술계 후배들에게 꼭 하고 싶은 이야기나 이야기가 있으시다면?

롤(LoL)을 하는 기회비용은 시간당 PC방비 천원이 아니라 최소 3만원이다. (생똥맞지만 직장인 입장에서 대학원생 후배님들에게 꼭 해주고 싶은 말이네요.)



# KNEE KICK HANDS CROSS

**니킥-핸즈 크로스** 어깨와 쇄골 라인을 예쁘게 만들어 주는 유산소성 운동이다. 니킥에 팔을 교차하는 동작이 추가된 형태이다. 무릎을 가슴으로 당기는 동작은 복부의 근육을 긴장시킬 뿐 아니라, 동시에 팔을 교차하면서 어깨 부위의 근육을 자극, 어깨와 쇄골 라인을 탄력있게 만들어 준다. *fitroad*



01

다리를 어깨너비로 벌리고 양팔을 옆으로 뻗는다.

02

오른손이 위로, 왼손이 아래를 향하도록 양 팔을 가슴 앞에서 교차시켜 어깨를 조여준다. 동시에 왼쪽 다리를 배꼽 부위까지 끌어 올린다.



## ☑ 운동팁

- 호흡은 무릎을 올릴 때 '후' 내뿜는다.
- 복부 아래 부분을 사용하여 무릎을 끌어 올린다.
- 어깨와 쇄골을 조이는 느낌으로 팔을 교차시킨다.





03

교차 시켰던 팔을 다시 양옆으로 벌리면서 올렸던 다리도 제자리에 내려 놓는다.

04

이어서 오른손이 아래로, 왼손이 위를 향하도록 팔을 교차시킨다. 이번엔 오른쪽 다리를 배꼽 부위까지 올린다.



05

다시 양팔과 다리를 제자리에 위치시킨다.

# HANDS UP JUMP

**핸즈 업 - 점프** 멋지고 예쁜 어깨 라인과 힙업에 효과적인 전신 유산소성 운동이다. 핸드 업에 점프 동작이 추가된 운동법으로 어깨 뿐 아니라 엉덩이 부위를 함께 자극할 수 있다. 무릎에 무리가 가지 않도록 점프는 가볍게, 착지는 무릎이 발끝을 향하도록 신경쓰도록 한다. *fitroo*



## 01

무릎을 살짝 구부린 상태에서 허리와 가슴을 편다. 두 손을 포개어 머리 위로 올린다.

## 02

팔로 원을 그리듯이 위에서 아래로 내리며, 제자리에서 가볍게 뛰어 오른다.



### 주의사항

- 관절에 무리가 가지 않도록 제자리에서 가볍게 뜀다.
- 점프 후 무릎이 발끝을 향하도록 착지한다.

### 운동팁

- 호흡은 팔을 위로 뻗을 때 '후' 내뿜는다.
- 어깨 근육의 수축과 이완 상태에 집중하며 팔을 내렸다 올린다.

03

무릎이 발끝으로 빠지도록 착지한다. 동시에 팔꿈치를 살짝 구부려 팔을 내린다.



04

다시 팔을 머리 위로 뻗으면서 제자리에서 뛰어 오른다.



후!

05

가슴과 허리를 펴고 어깨와 함께 엉덩이 근육을 조여준다.



# FLOOR TAEKWONDO

**플로어 태권도** 팔 근육의 수축과 이완을 반복하여 팔 라인을 날씬하게 만들어주는 운동이다. 엷드린 상태에서 태권도의 팔 동작을 하는 것과 같은 운동법이다. 팔을 천천히 굽혔다 뒤로 뻗었다 하는 동작은 팔 근육의 이완과 수축을 도와 팔의 앞, 뒤 전체적으로 군살을 제거하고 슬림하게 만드는데 도움이 된다. *fitroos*



## 01

무릎을 구부려 엷드린 후 양손으로 바닥을 짚는다.

## 02

오른팔 팔꿈치를 잡아 당기듯이 허리 옆에 붙인다.



### 주의사항

- 허리에 무리가 가지 않도록 무릎을 구부린 상태로 들어 올린다.

### 운동팁

- 호흡은 무릎을 들어 올릴 때 '후' 내뿜는다.
- 엉덩이를 바닥에서 살짝 띄운다는 느낌으로 무릎을 들어 올린다.



03

팔꿈치를 펴면서 팔을 뒤로 쪽 뻗는다.

04

뻗었던 팔을 다시 접어 팔꿈치를 허리 옆에 붙인다.



05

오른손으로 바닥을 짚는다. 이어서 반대쪽도 동일한 방법으로 실시한다.



한국표준과학연구원은  
국민행복을 책임지는  
측정표준 대표기관이 되겠습니다.





**BETTER STANDARDS,  
BETTER LIFE!**

**표준이 올라가면, 생활이 즐거워집니다.**

#### **한국표준과학연구원**

한국표준과학연구원(KRISs)은 헌법 제127조 제2항 “국가는 국가 표준제도를 확립한다.”와 국가표준기본법 제13조 (국가측정표준대표기관) 제1항 “한국표준과학연구원을 국가측정표준 대표기관으로 한다.”에 따라 1975년 설립되었습니다.

KRISs는 국가측정표준 대표기관으로서 국가표준제도의 확립 및 이와 관련된 연구개발을 수행하고, 그 성과를 보급함으로써 국가 경제발전과 과학기술 발전 및 국민의 삶의 질 향상에 이바지하는 것을 목적으로 하고 있습니다.

정부출연연구기관인 KRISs는 10년 연속 우수기관으로 선정되었으며 안정적인 지원과 연구의 자율성을 바탕으로 국가표준을 확립하고 있습니다.

# BETTER STANDARDS, BETTER LIFE!



## ● 국민행복을 이끄는 다양한 연구 분야 수행 ●

KRISS에서는 물리, 기계, 화학, 생물, 방사선 등 다양한 분야의 기초연구가 진행되고 있으며 특히 국민의 삶과 직접적으로 연관되는 보건 의료, 환경, 식품, 안전 분야에 힘을 쓰고 있습니다.

구분	기반표준본부	삶의질측정표준본부	산업측정표준본부	미래융합기술본부
관련 전공	물리학, 전기전자공학, 기계공학, 재료공학 등	화학, 생물, 방사선측정, 식품영양분석	물리학, 재료공학, 기계공학 등	물리학, 의공학, 화학, 생명공학, 기계공학 등

※ 모집시기: 상/하반기 정기 공개채용 (연구원 홈페이지 및 인터넷 구인 사이트 공고)

## ● 자율적이고 도전적인 연구가 가능한 환경 ●

### 모험연구과제

KRISS는 신입직원들의 다양하고 창의적인 아이디어를 모험 연구과제로 지원하고 있습니다. 모든 신입직원들은 불확실한 이론 및 실험이라도 3년까지 연구가 가능하며 성공적인 아이디어를 KRSS의 사업으로 확장시켜 지속적으로 수행이 가능합니다.

### 창의적전문연구사업

KRISS는 독창적이고 창의적인 원천기술개발을 위해 실패의 부담 없이 연구를 할 수 있도록 창의적전문연구사업을 수행하고 있습니다. 창의사업은 3년단위의 단계평가를 통해 최장 9년까지 안정적으로 연구수행을 할 수 있도록 연구비 및 연구장비를 탄력적으로 지원하고 있습니다.

### 글로벌 수월성연구단 (World Class Lab)

KRISS는 세계 Top 5 수준의 국가측정표준기관으로 발전하기 위하여 글로벌 수월성연구단(WCL)을 육성하고 있습니다. 글로벌 수월성 연구단은 세계 최고 수준의 연구역량 확보 및 연구성과 창출을 통해 글로벌 선도기술을 선점하고자 노력하고 있습니다. 이를 위해 우수 연구진 구성, 최첨단 연구시설·장비 구축, 국내·외 연구협력 네트워크 구축 등을 지원하고 있습니다.



## ● 직원 우대제도 ●

### 우대연구원 제도

최근 3년간의 연구 성과가 탁월한 연구원을 우대하여 국제수준의 연구 활동을 장려하는 제도이며 연구비(매년)와 특별장려금(매월)지급합니다.

### 연구연구제도

6년 이상 근속한 직원이 일정기간 대외기관 등에서 자율적인 연구활동을 수행할 수 있도록 지원하는 제도이며 급여, 체재비, 왕복항공료, 보험료 등을 지원합니다.

### 복지시설

- 직장 내 어린이집 운영
- 기숙사 제공(2011년 신축)
- 전국 유명 휴양시설 회원자격 이용
- 실내체육시설 및 동호회 지원
- 자기계발비 및 출산장려금 지원
- 무료 종합 건강검진 지원

# BETTER STANDARDS, BETTER LIFE!



## ● 출연연 최초, 연구원 내 어린이집 개원 ●



KRSS는 '아침에 눈을 뜨면 출근하고 싶은 직장'이 되기 위해

직원들을 위한 다양한 복지환경을 제공하고 있습니다. 그 중 대표적으로 올해 3월에 개원한 'KRSS 사과나무 어린이집'을 말할 수 있습니다. 이는 정부출연연 최초의 직장 내 어린이집으로 '실내공기질 인증' 획득, 친환경 소재 구성, 최신식 안전설비 등을 자랑하고 있습니다. KRSS 직원들은 근무 중 언제든지 연구원 내 어린이집에 들러 아이들을 쉽게 만날 수 있어서 보다 연구에 집중할 수 있습니다.

## BETTER STANDARDS, BETTER LIFE!



2025년, KRISS는  
세계 최고가 되는 것을  
꿈꿉니다.

짧은 역사에도 불구하고 세계를 선도하는 국가측정표준기관으로 성장한 KRISS는 새로운 목표를 바라보고 있습니다. 2025년, KRISS는 세계 최고의 측정표준기관이 되는 것을 꿈꿉니다. 'The Simpler, The Better' 정신으로 일과 시간 낭비를 줄일 수 있는 프로세스 혁신을 통해 오늘도 그 꿈에 한발자국 다가옵니다.



## SENIOR TO PREVIEW THE APPEARANCE OF COMPANIES

\*

**현재 근무하고 계신 회사(연구소) 및 부서는?**

한국표준과학연구원 진공센터

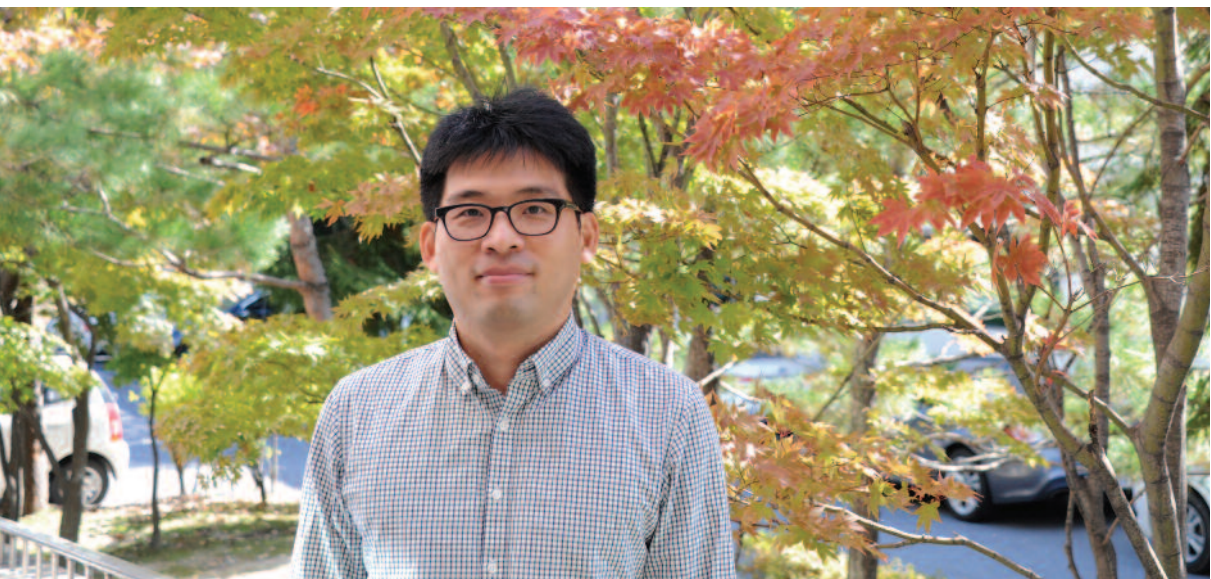
\*

**어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?**

먼저 저희 센터는 이름에서도 알 수 있듯이 진공 기술과 그 응용에 관한 표준 기술을 확립하고, 산,학,연에 측정 기술을 보급하는 일을 기본 목표로 하고 있습니다. 이를 위해 20 여 명의 연구원과 대학원생들이 진공 발생과 유지 및 플라스마와 화학 증착 같은 복합진공공정에서의 상태 진단과 평가에 대한 연구를 수행하고 있습니다. 그 중에서도 저는 진공을 잘 만들고, 이것을 유지하기 위한 연구를 하고 있는데요, 진공을 잘 만들기 위해서는 무엇보다 진공 소재와 펌프가 중요합니다.

인터뷰 •

한국표준과학연구원 진공센터  
정낙관 박사



## 세계를 선도하고 국민이 신뢰하는 국가측정표준과학 연구기관



그래서, 진공에 가장 방해가 되는 수분 흡착과 수소 투과를 줄일 수 있는 표면 처리법을 개발하고, 그래핀과 같은 새로운 소재의 기체 흡착과 투과 특성을 측정하고 제어하는 연구를 하고 있습니다. 또한, 대형 열진공챔버를 만들어 우주선에 사용될 광학 부품 등을 지상에서 테스트하는 일을 하고 있으며, 고성능 펌프 개발을 위해 다양한 환경에서 펌프의 성능을 평가하는 일도 하고 있습니다. 한편, 진공을 유지한다는 것은 챔버 내부의 기체를 제거하는 것은 물론이고 원하는 기체를, 원하는 양만큼 집어 넣고 빼는 일도 포함하기 때문에 미세 유량을 측정하고 제어하는 연구도 수행하고 있습니다.

\*

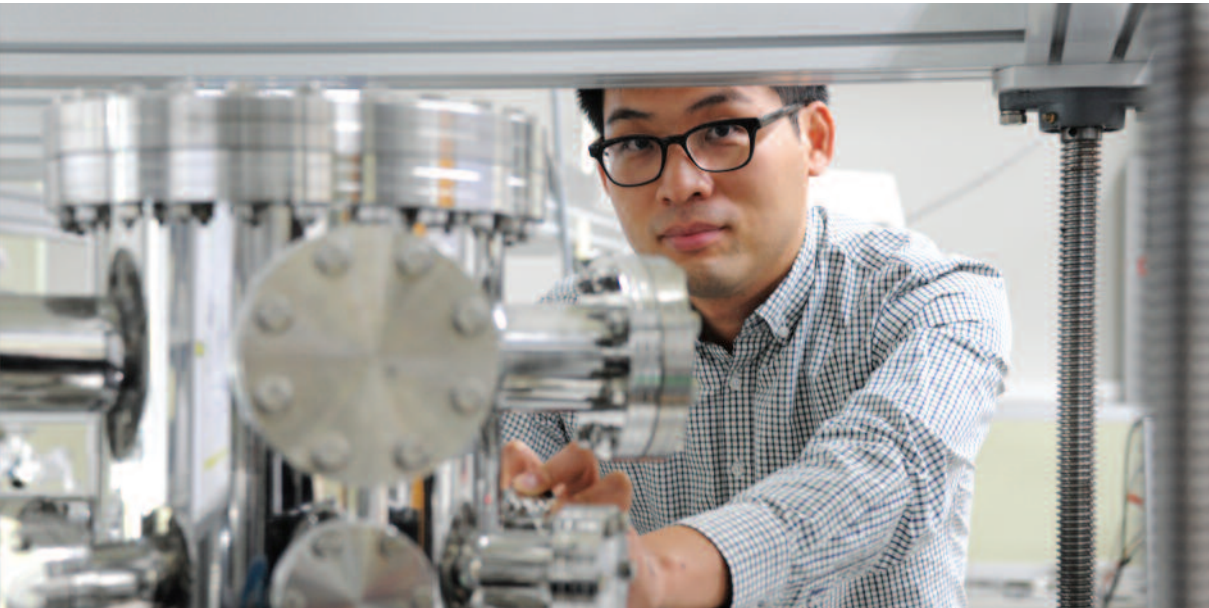
### 현재 근무하시는 회사(연구소)를 최종 선택하게 되신 동기는?

저는 어린 시절 대덕연구단지가 있는 대전에서 자랐습니다. 그 덕분에 대덕연구단지를 종종 놀러 오기도 하고, 방문하면서 나도 커서 사람들에게 무언가 도움을 줄 수 있는 것을 연구하고 개발하는 과학자가 되고자 하는 꿈을 꾸게 되었습니다. 그리고, 대학원 시절 2년 여간 이곳, 표준과학연구원에서 연구생으로 있는 동안 연구에 대한 순수한 열정을 가진 여러 박사님들을 만나고, 연구원의 좋은 시설과 장비를 사용하면서, 표준과학연구원이란 과학자로서 정말 연구하기에 좋은 곳이라는 인상을 받았기에 저에게는 다른 어느 곳보다도 가장 입사하고 싶은 곳이 되었습니다.

\*

### 근무 전에 가지셨던 회사(연구소)의 이미지와 실제 오셔서 근무를 하시면서 생긴 회사(연구소)의 이미지차이는?

근무 전에는 표준연이 건립된 지 30년이 넘어 건물도 다소 오래된 느낌이 들고, 각자의 연구 분야를 10년 이상 오래 연구하신 분들이 대부분이어서 고지식하고 딱딱하여 의사소통이 힘들지 않을까 하는 우려가 있었는



데요, 막상 실제 근무해 보니 건물들도 새로 지어진 것들이 많고, 오래된 건물들은 내부 수리 및 리모델링이 잘 되어 있어 연구하고 생활하는데 부족함이 없었습니다. 또한, 사람들이 무엇보다 때문지 않고 순수하다는 느낌을 많이 받았으며, 썰렁한 농담도 무척 잘하시고, 다들 자신이 하는 일에 보람과 사명감을 가지고 즐겁게 연구하고 계셨습니다. 그리고, 실내 체육관과 테니스장, 골프 연습장 등이 있고 동아리가 활성화 되어 있어 여러 사람들과 맘을 흘리면서 스트레스도 풀고 교류를 할 수 있어 좋았습니다.

\*

#### 회사(연구소)에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?

표준과학연구원은 기반 기술을 연구하는 곳이다 보니 백년지대계까지는 아니더라도 10년 이상 긴 안목을 가지고 업무를 수행합니다. 그렇기에 국가와 여러 사람들에게 정말 중요한 일을 찾고, 그것을 할 수 있도록 도와 주는 환경이 좋은 것 같습니다. 그러다 보니 다른 사람과 경쟁하고 그들을 넘어서야 하는 것이 아니라 함께 발전해 나가는 공동체 의식이 있어 좋은 것 같습니다. 또한, 연구소 주변에 숲과 나무가 많아서 조용히 거닐다 보면 몸과 마음이 편안해 지고, 여러 가지 생각들도 정리가 되서 좋습니다.

\*

### 지금까지 근무하시면서 가장 기억에 남는 점은 무엇인가요?

신입 직원 입문 교육에서 암행어사가 가지고 다니는 물건이 마패 외에 유척(자)이 있다는 것을 처음 들었었는데요. 표준과학연구원의 일원으로서의 역할과 책무에 대해 다시 한번 돌아 보게 되었던 기억이 납니다.

\*

### 일하시면서 가장 보람을 느끼셨을 때는?

아직 입사한 지 얼마 안되어 주도적인 성과를 내지는 못했지만, 공동연구자로 참여하여 대기업이 아닌, 중소기업이 세계 최고 성능의 제품을 개발하여 수입 대체 뿐 아니라 해외에 수출까지 하게 되었을 때 뿌듯함을 느꼈고, 저 또한 하루 빨리 주도적인 연구를 통해 대한민국의 과학 발전에 이바지하여야겠다는 다짐을 하였습니다.

\*

### 회사(연구소) 분위기는 어떤가요? 화식이라든가 기타 회사(연구소)만의 독특한 문화라던가?

저희 연구소는 무엇보다 자율을 중시하고, 나이가 많거나 지위가 높다고 해서 다른 사람에게 명령하기 보다는 서로 존중해 주는 문화를 가지고 있습니다. 그래서, 어느 누구와 만나서도 자신의 생각을 자유롭게 이야기하고, 토론하며, 상대방의 의견을 무시하지 않고 귀담아 들어 주는 것 같습니다.

\*

### 10년 후의 모습은 어떤 것이라고 생각하시는지요?

우리 연구소에는 평생을 한가지 연구에만 몰두해 오신 '장인'이 많이 계십니다. 요즘 같이 빠르게 변화하는 세상에서는 자칫 소홀히 생각 할 수 있는 그런 것들을 소중하게 여기고 발전 시켜 나가는 그분들의 모습을 보면서 저도 저의 위치에서, 묵묵히 저에게 주어진 일을 하는, 그런 사람이

되고 싶습니다. 그렇기 때문에, 10년 후에도 지금과 마찬가지로 실험실 한 켠에서 열심히 챔버를 조이며, '진공이 왜 이리 안떨어지지'하면서 어디가 새는 것은 아닌가 고민하고 있지 않을까요?^^

\*

### 대학원에 재학 중인 과학기술계 후배들에게 꼭 하고 싶은 신 이야기가 있으시다면?

'요즘 젊은이들은 꿈이 없다'라는 말을 자주 듣는 데요, 제가 경험하고 보아온 포스텍은 작지만, 강한 대학입니다. 그렇기에 포스텍의 일원인 여러분들은 세상을 변화시키고 이끌어 나갈 충분한 능력이 있다고 생각합니다. 따라서, 눈앞에 주어진 환경에 순응하며 따라가기 보다는, 보다 진취적이고 모험적인 생각을 가지고 세상을 바꾸어 나가는 '진정한 과학자'가 되어 주시길 바랍니다. 감사합니다.



# Bayesian



# networks

글 • 산업경영공학과 통합과정 이수동  
지도교수 • 전치혁  
mail • [dongdong@postech.ac.kr](mailto:dongdong@postech.ac.kr)  
소속 • PASTA

# 데이터로 그리는 인과관계 지도, 베이지안 네트워크

## 데이터 광산에서

### 금맥을 캐는 학문, 데이터마이닝

산업경영공학을 전공하고 있는 연구자로서, 우리가 살고 있는 현 시대를 하나의 키워드로 요약하라는 질문을 받는다면, 저는 망설임 없이 '데이터'의 시대라 대답할 것입니다. 지난 수십 년간 지속된 국가와 기업들의 정보시스템에 대한 투자, 컴퓨터의 발전 및 보급, 데이터베이스 기술의 발전 등으로 각 분야에서 다양한 형태의 데이터가 기하급수적으로 축적되어 왔습니다. 기업의 생산 및 판매관리 데이터, 주식거래 데이터, 병원환자 데이터, 전화통화 기록 데이터 등 산업의 분야에 걸친 예시들은 모두 열거하기 어렵습니다. 뿐만 아니라, 인터넷 인프라 확대와 스마트폰 등의 모바일 기기의 상용화로 인해, 우리가 일상에서 보고 듣고 말하는 모든 정보들이 전자데이터로 저장되고 있습니다. 이처럼 넘쳐나는 데이터는 우리에게 과거 알지 못했던 가치 있는 지식을 추출할 수 있는 자원이며, 보다 나은 의사결정을 할 수 있는 기회이기도 합니다. 저의 관심 연구 분야인 데이터마이닝(data mining)은 통계학, 데이터베이스 기술, 패턴인식, 기계학습 등 다양한 학문을 활용하여 데이터로부터 유용한 정보를 추출하는 것을 목적으로 합니다.

## Bayesian network

### 베이지안 네트워크

수많은 데이터마이닝 기법 중, 최근 저는 베이지안 네트워크(Bayesian network)를 이용한 데이터 분석에 관심을 두고 있습니다. 베이지안 네트워크에 대한 이해를 돕기 위해 '확률 그래프 모델(Probabilistic Graphical Model: PGM)'에 대한 간략한 설명을 먼저 드리겠습니다. 확률 그래프 모델이란, 말 그대로 변수간의 확률적 관계를 그래프(네트워크)로 표현하는 방법론을 말합니다. 분석의 목적과 데이터의 특성에 따라 서로 다른 이론적 배경의 수많은 모델들이 연구되어오고 있습니다. 확률 그래프 모델은 확률 및 통계 이론과 그래프 이론을 기반으로 응용수학과 공학 전반에서 발생하는 문제들을 다룹니다. 기계학습, 데이터마이닝, 패턴 인식 등에 활용되며, 의료영상 분석, 생물정보학, 컴퓨터 비전, 금융, 마케팅, 생산관리 등 다양한 분야에 응용되고 있습니다. 특히, 많은 변수를 포함하고 있는 방대한 데이터에서 변수간의 복잡한 관계를

그래프로 시각화하여 표현한다는 장점이 있어, 최근 빅데이터 환경에서 더욱 큰 주목을 받고 있습니다.

이제 다시 베이지안 네트워크 이야기로 돌아가보죠. 베이지안 네트워크는 대표적인 확률 그래프 모델 중 하나로 변수들 간의 확률적 의존 관계(probabilistic dependency)를 나타내는 그래프와 각 변수 별 조건부 확률(conditional probability)로 구성됩니다. 간단한 예를 살펴보겠습니다.

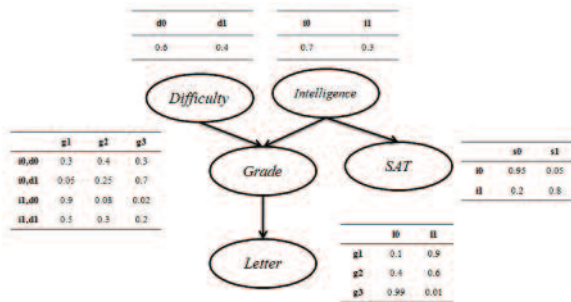


그림 1  
베이지안 네트워크의 예

그림 1은 미국 대학 진학을 준비하는 학생의 상황을 베이지안 네트워크로 설명해 본 예제입니다. 그래프 상의 타원 모양의 다섯 개의 노드(node)들은 변수들을 의미하고, 노드 사이를 이어 주는 화살표, 즉 엣지(edge)들은 변수 간의 인과관계를 표현합니다. 상황은 이렇습니다. 대학의 입시는 지도교수의 추천서(Letter)와 학생의 SAT 점수(SAT)를 반영합니다. 지도교수는 학생이 받은 학점(Grade)을 보고 추천서를 써주는데, 학점은 학생이 수강한 수업의 난이도(Difficulty)와 학생의 학업능력(Intelligence)에 의해 결정됩니다. SAT 점수는 오직 학생의 학업능력에만 영향을 받는다고 가정합니다. 위에서 설명된 변수간의 인과관계를 엣지로 이어주면 그림 1의 베이지안 네트워크의 구조(structure)가 완성됩니다.

각 노드 옆에 위치한 테이블은 해당 변수의 조건부 확률분포(Conditional Probabilistic Distribution: CPD)를 나타냅니다. Grade 변수의 CPD 테이블의 두 번째 행 첫 번째 열에 위치한 0.05라는 값은, 학생의 학습 능력이 낮고( $I=0$ ), 과목의 난이도가 높고( $D=d$ ) 경우에 학생이 높은 학점( $G=g$ )을 받았을 확률( $P(G=g | I=0, D=d)$ )을 말합니다. 이와 같은 조건부 확률분포가 모든 변수들에 대해 주어진다면, 전체 변수의 결합확률분포(joint probability distribution)는 각 CPD들의 곱으로 이루어지게 되며, 이를 factorization이라고 합니다. 위의 예시에서의 결합확률분포는 다음과 같겠지요.

$$P(D, I, G, S, L) = P(D)P(I)P(G | D, I)P(S | I)P(L | S)$$

Factorization이 가능하다는 것은 데이터의 확률적 분석에서 매우 큰 의미를 갖습니다. 결합확률분포를 알게 되면, 일부 변수들( $E$ )의 관측값(evidence:  $e$ )이 주어진 상황에서 우리가 관심을 가지고 있는 목적 변수(target variable:  $T$ )가 갖게 될 값의 확률분포  $P(T=e|E=e)$ 를 추정할 수 있



습니다. 예를 들어, 예제의 학생이 저의 친구라고 합시다. 저는 그 친구가 매우 어려운 과목을 수강했다는 것( $D=d$ )과 SAT의 점수가 높다는 것( $S=s$ )만 알고 있을 때에, 이 친구가 받게 될 추천서의 확률분포인  $P(L|D=d, S=s)$ 를 구하는 것이지요. 이와 같은 문제를 확률적 추론 (probabilistic inference)라 하며, 베이지안 네트워크의 특성인 factorization은 확률적 추론의 핵심이라 할 수 있습니다.

이처럼 베이지안 네트워크는 변수 간의 인과관계를 그래프로 단순하고 명확하게 표현할 수 있을 뿐만 아니라, factorization을 통해 확률적 추론 문제를 보다 효율적으로 풀 수 있도록 해주는 유용한 도구입니다. 이 외에도, 베이지안 네트워크는 변수간의 확률적 의존 관계를 다루기 때문에 결측치(missing data)가 존재하는 상황에서도 데이터 분석이 가능하며, 변수간 인과관계 규명을 통해 해당 문제 상황에 대한 이해도를 높일 수 있습니다. 또한, 모델 안에서 변수의 사전 분포를 가정할 수 있기 때문에, 분석가의 사전 지식을 결합한 분석이 가능하며, 이를 통해 특정 데이터에의 과적합(overfitting) 현상을 피할 수 있습니다.

베이지안 네트워크의 기본적인 개념과 장점에 대한 소개는 이 정도로 마무리 하고, 지금부터는 작년과 올해에 걸쳐 제가 진행했던 베이지안 네트워크 관련 연구에 대한 설명을 드리겠습니다.

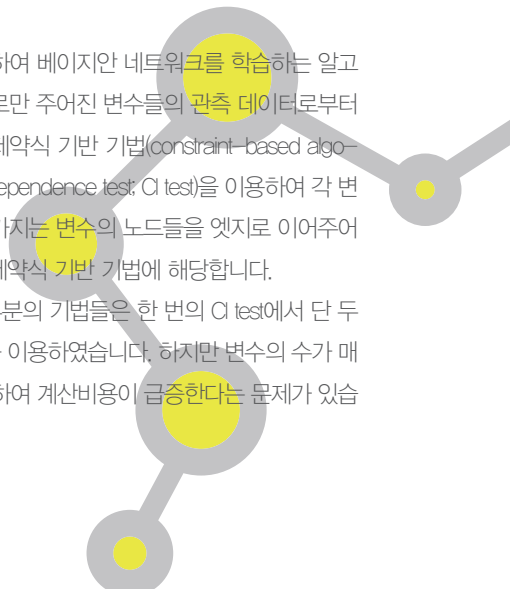
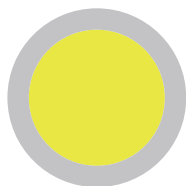
### 관측변수들의 인과관계 탐색

Structure learning

데이터 분석은 크게 확증적 데이터 분석(confirmatory data analysis)과 탐색적 데이터 분석(exploratory data analysis)로 나눌 수 있습니다. 확증적 데이터 분석은 분석자가 대상 데이터에 대한 가설을 세우고, 관측된 데이터를 이용하여 가설을 검증하는 연구를 말합니다. 이와 반대로, 탐색적 데이터 분석은 사전 가설 없이 관측 데이터로부터 데이터에 내재된 정보를 찾아가는 접근법입니다. 베이지안 네트워크는 두 경우를 모두 다룰 수 있습니다만, 저는 후자 쪽에 더 큰 흥미를 느꼈습니다. 그 첫 번째 연구로, 2012년에 부분최소자승 회귀분석(Partial Least Squares regression; PLS regression)을 이용한 새로운 베이지안 네트워크 학습 알고리즘<sup>1)</sup>을 제안하였습니다.

변수들의 관측 값들로부터 변수 간 인과관계를 파악하여 베이지안 네트워크를 학습하는 알고리즘을 '인과관계탐색 알고리즘'이라고 합니다. 숫자로만 주어진 변수들의 관측 데이터로부터 어떻게 베이지안 네트워크를 학습할 수 있을까요? 제약식 기반 기법(constraint-based algorithms)은 변수들의 조건부 독립성 검정(conditional independence test; Ci test)을 이용하여 각 변수들 간의 독립성을 판별, 이를 통해 서로 의존성을 가지는 변수의 노드들을 엮어서 이어주어 베이지안 네트워크를 학습합니다. 제안하는 기법은 제약식 기반 기법에 해당합니다.

두 변수 간의 Ci test 기법은 매우 다양한데, 과거 대부분의 기법들은 한 번의 Ci test에서 단 두 변수만의 조건부 독립성을 검정하는 pairwise Ci test를 이용하였습니다. 하지만 변수의 수가 매우 많은 경우, 필요한 Ci test 횟수가 지수적으로 증가하여 계산비용이 급증한다는 문제가 있



니다. 이를 해결하기 위해 다중선형회귀분석(multiple linear regression)을 통한 번의 test에서 두 개 이상의 변수들을 검정하는 기법들이 등장하였습니다. 하지만 일반 선형회귀분석은 관측 데이터에 다중공선성이 존재하는 경우 성능이 크게 저하됩니다. 이를 해결하기 위해, 다중공선성의 영향을 없애줄 수 있는 PLS 회귀분석을 CI test에 이용, 실험을 통해 기존 기법들에 대한 제안된 기법의 상대적 우수성을 입증하였습니다.

## 잠재변수를 포함한 변수들의 인과관계 탐색

때로는 관측치 데이터가 주어진 변수들을 그대로 분석하는 것 보다, 잠재변수들을 활용하는 것이 유리한 경우가 많습니다. 잠재변수들은 분석하고자 하는 대상 변수에는 영향을 주지만 실제 관측치 데이터는 얻을 수 없는 변수들을 말합니다. 쉬운 예로, 전국 대학 랭킹 산정을 위해 대학 평가를 한다고 생각해 보죠, 대학을 평가할 수 있는 특성들은 많을 것입니다. 교육역량, 연구역량, 재정역량, 인지도, 학생복지 등을 쉽게 떠올릴 수 있습니다. 하지만 이와 같은 변수들은 특정 수치의 관측값을 가지질 수 없습니다. 이를테면 '연구역량'이라는 추상적인 개념만 존재할 뿐이지, 정량적인 값은 실재하지 않는 것이지요. 다만, 교수 및 대학원생 수라든지 교수 1인당 SCI급 논문 수, 평균 피인용 횟수 등의 지표를 통해 연구역량의 정도를 가늠할 수 있을 뿐입니다. 이처럼 잠재변수를 반영하며, 실제 관측값을 갖는 변수들을 측정변수(또는 관측변수)라 합니다. 그림 2에서 직사각형은 측정변수를, 타원은 잠재변수를 표현합니다.



그림 2  
잠재변수를 이용한 대학 랭킹



이와 관련하여 저는 2013년 "A Latent Variable Model Learning Method using Bayesian Networks" (Lee and Jun, 2013)<sup>[2]</sup>에서 통해, 측정변수들의 관측치 데이터로부터 측정변수들을 설명할 수 있는 잠재변수를 추출하고, 잠재변수들 간의 관계구조를 베이지안 네트워크를 이용하여 학습하는 알고리즘을 제안하였습니다. 잠재변수들은 측정변수들에 대한 변수군집(variable clustering)을 통해 추출됩니다. 변수군집은 유사한 변수들을 그룹핑하는 과정입니다. 동일 군집에 속한 측정변수들을 잘 설명할 수 있는 잠재변수를 도출하게 되는데, 이 때에는 주성분 분석(Principal Component Analysis; PCA)를 이용합니다. 위 과정을 거쳐 잠재변수 추출이 완료되면, 추출된 잠재변수들의 추정치를 이용하여 베이지안 네트워크를 학습합니다. 학습된 네트워크의 관련 계수들을 PLS를 이용하여 추정하고 나면, 잠재변수를 포함한 변수간의 구조가 완성됩니다. 이를 이용하여 변수 추정 및 연관성 분석이 가능합니다.

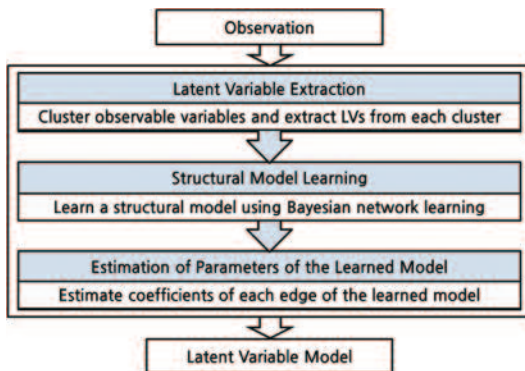


그림 3

Framework of the proposed method

### 맺음말

앞서 소개해드린 바와 같이, 베이지안 네트워크는 다양한 분야에서 주어진 데이터의 인과관계를 규명하고 확률적 분석을 시행하는 데에 있어 매우 유용한 도구입니다. 이 글을 읽으시는 각기 다른 전공의 연구자 분들께서도, 각자의 분야에서 다루고 계신 데이터에 베이지안 네트워크를 활용해 볼 수 있으시다면 좋겠습니다.

필자의 개인적인 연구 계획에 대해 말씀을 드리자면, 기존 연구의 이론적 확장에 더불어, 이탈고 객관리, 소비자 구매패턴 분석 등 마케팅 분야의 실제 데이터에의 적용에 관심을 두고 있습니다. 관심이 있으신 분은 언제든지 문의 및 조언을 해주시면 감사하겠습니다.

### ● ● 참고자료

- [1] 김준성, 이수동, and 전치혁, "부분최소자승회귀분석을 이용한 변수간 인과관계 탐색 알고리즘," 대한산업공학회 추계학술대회논문집 (2012): 316-320.
- [2] Su-Dong Lee, and Chi-Hyuck Jun, "A Latent Variable Model Learning Method using Bayesian Networks," APIEMS 2013, 12월 발표 예정



## DIGITAL STANDARD ITX Security

## NEW TECHNOLOGY BETTER SAFE WORLD

ITX security는 1998년 2월 설립 이래 최고의 기술력과 서비스를 바탕으로 영상 감시 장비 기기의 기술 진화의 역사를 창조해왔습니다. 개발·제조한 DVR은 독자적 기술력 바탕으로 미국, 일본, 영국, 러시아 등 전세계로 수출해 왔으며, 2008년에는 LCD콤보 DVR을 개발하여 전세계적으로 그 기술력을 인정 받았으면서, 최고의 기술 혁신을 이룬 회사로 명성을 얻기 시작하였습니다. 이는 최고의 기술력을 바탕으로 최상의 제품을 만들어내겠다는 기업 정신과 비즈니스 파트너와의 약속은 반드시 지킨다는 확고한 신념이 있었기에 가능했습니다.

### ITX 사훈

- 첫째 스스로 최고임을 자부하라
- 둘째 서로 존중하라
- 셋째 조금만 더 잘하자



### ITX 기업개요

대표이사 박상열  
 설립일 1998년 2월 27일  
 임직원수 214명(연구인력 65명)  
 자본금 63억원  
 주 소 본사) 서울 금천구 가산동  
       공장) 경기 수원 권선구 고색동  
 기 타 코스닥 상장사

### ITX 주요제품

영상보안제품(CCTV)  
 - Stand-Alone DVR  
 - NVR (Network Video Recorder)  
 - IP-Camera  
 - 차량용블랙박스  
 - VMS (Video Management System)  
 - ISO 9001, ISO 14001외 OHSAS 18001

## ITX 보유 핵심 기술

#### 자체 CODEC 설계 기술

MPEG4, H.264 CODEC을 자체적으로 개발하고 적용하는 기술

#### DSP 및 Any Chip 기반의 DVR/NVR, IP Camera 설계 기술

DSP 및Any ASIC, Soc 등을 활용하여 DVR/NVR, IP Camera를 설계할 수 있는 기술

#### VMS 등을 개발할 수 있는 소프트웨어 기술

무한대의 DVR/NVR과 IP Camera 등을 통합 관리하는 S/W 기술

#### VA 등을 개발할 수 있는 소프트웨어 기술

영상분석, 인식, 추적, 예측할 수 있는 Video Analytics 기술

#### 모바일 프로그램 소프트웨어 기술

IP 기반의 다양한 Device들과 연계를 위한 프로그램 S/W 기술

#### PLD 설계 기술

FPGA, CPLD 칩을 사용한 MUX, En/Decoder, Peripheral Device 설계 기술





## DIGITAL STANDARD ITX Security

(주)ITX 시큐리티는 오랜 경험을 통해 축적된 기술로 최상의 DSP 기반의 보안 솔루션을 고객께 제공하고 있습니다. 자사는 1998년도 2월에 설립되어, 영상 감시 장비 및 주변기기의 디자인, 개발을 통해 보안시장을 선도하고 있는 기업입니다. 2000 초 자사는 차세대DSP 기반의 스탠드얼론 DVR을 생산하면서 업계에서 최고의 기술 혁신을 이룬 회사로 명성을 얻기 시작했으며, 스탠드얼론 DVR, 차세대 관제시스템, PC기반 DVR, 전문 카메라라인, 콘트롤러 등의 장비들과 숙련된엔지니어 및 개발팀의 지원을 통해 보안시장에서 인정하는 최상의 통합 보안 솔루션을 고객들에게 지원하고 있습니다.

또한 ISO 9001, ISO 14001 품질/환경경영시스템 인증을 국제 표준에 준하여 확보함으로써 선진화된 품질경영시스템과 전세계적으로 요구되고 있는 다양한 국제 환경협약에 따른 규제를 준수하는 환경경영시스템을 구축하였습니다.

저희 회사의 모든 제품들은 관련 국제표준 이상의 EMI, EMS, 전원환경, 안정성등의 여러가지 자체 신뢰성 기준을 통과하였고, 대외적으로는 CE, FCC, KCC 등의 다양한 국내외 EMC 규격 기준에 부합되고, UL, CSA, PSE 등의 전세계 제품안전 관련 인증 및 서비스에 적합하도록 설계 제조되고 있습니다.

ITX시큐리티는 앞으로도 꾸준히 혁신적인 기술력 유지와 세계 일류 서비스 프로그램을 통해 자사 고객들을 지원하여 경쟁력을 키우며, 고객들과 같이 커나아갈것이며, 보안 시장에서의 브랜드명과 위치를 확고히 지켜나갈 것을 약속드립니다. 저희 ITX 시큐리티는 자사의 고객과 고객의 소중한 고객들께 노력 이상의 것을 보여드리도록 하겠습니다.



가격  
경쟁력

다양한  
활용분야

효율적인  
OEM/ODM  
개발

기능  
차별화

용이한  
유지보수

## ITX 핵심 경쟁력

### 가격 경쟁력

CPU, CODEC, MUX 등의 Chip 구성을 DSP 1개로 구현하고 GUI/Network까지 수용

### 다양한 활용분야

DVR, IP Camera, Black Box, Alarm 기기 등 다양한 분야에 적용

### 효율적인 OEM/ODM 개발

DSP내에 GUI, FONT, OSD 탑재하여 다양한 고객들의 요구 수용 가능 / 추가 변경이 용이

### 기능 차별화

DSP F/W로 채널별 기능 차별화

### 용이한 유지보수

DSP F/W Up-grade로 문제 해결





## 선배를 통해 미리 본 기업 ITX 인터뷰

### Interview

임종빈 수석연구원  
ITX 시큐리티 연구소  
SW그룹 I2P팀장

### 전공

전자 (학사96)  
컴공 (통합09 재학중)

### 현재 근무하고 계신 회사(연구소) 및 부서는?

안녕하세요? ITX 시큐리티 임종빈 수석연구원입니다. 회사에서는 연구소 software group내의 I2P(Intelligent Image Processing)팀에 소속되어 있고, POSTECH에서는 컴퓨터 공학과 컴퓨터비전 연구실에 통합과정으로 재학 중입니다. 2009년부터 회사의 지원으로 포항에 내려와 있고 가끔 회사를 오가고 있습니다.

### 어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?

ITX 시큐리티는 DVR, NVR, IP camera와 같은 영상 보안과 관련된 장비를 제조하고 판매하는 회사로 제품의 설계부터(하드웨어 및 소프트웨어) 생산까지 하고 있습니다. 영상 보안 하면 쉽게 생각하실 수 있는 것이 바로 CCTV와 카메라입니다. 사회적인 문제들이 많이 발생되고 있어서 관련 시장도 계속 성장 중에 있습니다. 요즘 CCTV가 설치되지 않은 곳이 없다고 할 수 있으니 실감이 나시죠? CCTV는 DVR(Digital Video Recorder)이나 NVR(Network Video Recorder)을 일컫는 용어입니다. DVR은 아날로그 카메라로부터 영상을 받아 저장장치(하드디스크)에 녹화하는 장비이고, NVR은 IP카메라(네트워크 카메라)로부터 네트워크로 영상을 받아 녹화하는 장비입니다. 고전적으로 볼 때 이 분야에서 중요한 것은 영상을 고화질로 encoding하여 저장/전송하거나 사건이 발생했을 때 해당 영상을 쉽게 검색하고 decoding하여 보여주는 것입니다. 즉, 영상 압축, 네트워크를 통한 전송, 저장 및 검색, 사용하기 쉬운 User Interface등이 키워드가 되겠지요. 또한 이런 장비들은 PC보다 열악한 환경(낮은 CPU 사양, 작은 memory)에서 구현되므로, software를 얼마나 잘 최적화하고 구현하는가도 중요합니다. 몇 년 전부터 이 분야의 이슈는 영상의 크기와 Video codec인데요, Full HD(1920 x 1080)를 지원하는가, H.264 codec을 지원하는가, 등이 그에 해당합니다. 화질이 좋아야 범죄 현장의 증거를 확실히 할 수 있으니 당연한 요구사항이겠지요.

그런데 막상 이런 시스템이 범죄 해결이나 예방에 도움을 얼마나 줄 수 있을까요? 요즘 건물들에 보면 수 십대에서 수 백대에 이르는 카메라들이 설치되어 있습니다. 이런 곳에서 도난 사건이 발생했다고 생각해 보지요. 범행 시간이 정확하지 않으면 아마 엄청난 분량의 영상을 뒤져서 용의자를 찾아야 할 것입니다. 하지만 사람이 얼마나 정확히 이 일을 할 수 있을까요? 어떤 연구 결과에서는 15분 이상 영상을 보고 있으면 집중력이 현저히 떨어진다고 합니다. 그럼 이런 일을 효과적으로 할 수 없을까요? 최근에는 computer의 계산능력이 크게 향상되어, 이러한 문제들에 대한 solution들이 많이 연구되고 있고, 실제 제품으로도 나오고 있습니다. 제가 맡고 있는 부분이 바로 이 부분입니다. Visual Surveillance라고 하는데요, 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 영상을 분석하고 사람에게 유용한 영상 감시 정보-예를 들어 수상한 사람이 담을 넘었다던가-들을 만들어 영상과 함께 저장/전송할 수 있도록 하는 것이지요. ITX 시

큐리티에서도 앞으로 영상 보안 분야에서 이 부분이 중요할 것이라 판단하여 제가 다시 POSTECH으로 오게 되었습니다. (자의 반 타의 반^^) 그 후로 저는 이러한 영상 분석 기능을 하는 Video Analytics algorithm을 연구하고, 실제 제품에 들어 갈 수 있는 소프트웨어를 개발하였고, 현재 상용화를 하기 위한 준비 중에 있습니다. 학업과 병행하다 보니 좀 어려운 점이 있긴 합니다만, 감수해야 하겠지요.

### 현재 근무하시는 회사(연구소)를 최종 선택하게 된 동기는?

제가 처음으로 회사를 알게 된 것은 1999년이었는데요, 선배로부터 여름 방학 아르바이트 제안을 받아서 2개월간 회사에서 지냈습니다. 당시에 회사를 시작한 지 얼마 되지 않아서, 10명도 되지 않는 인원으로서 자유롭고 가족적으로 일하는 모습을 볼 수 있었습니다. 대부분이 POSTECH 선배님들이셔서 친근했었고, 또 제가 하고 싶었던 분야 (embedded sys-



tem)에서 재미있는 일들을 하고 있었습니다. 저는 개인적으로 큰 회사보다는 제가 하고 싶은 일을 하면서 중요한 역할을 담당하고 보람을 느끼는 곳에서 일하고 싶었기 때문에 당시의 기회가 계기가 되어 2001년부터 산업기능요원(학사특례)으로 회사에서 일을 시작하게 되었습니다.

### 근무 전에 가지셨던 회사(연구소)의 이미지와 실제로서 근무를 하시면서 생긴 회사(연구소)의 이미지차이는?

처음 일을 시작할 때는 그전과 차이는 없었습니다. 모든 선배님들께서 잘 해주셨고, 업무에 있어서도 어려움은 없었습니다. 입사한지 일년 정도 지나서 한 선배님(현재도 회사에 계시지만 실명은 비공개...^^) 밑에서 함께 일한 적이 있었는데, 당시 프로젝트가 잘 진행되지 않았고 문제도 많이 생겨서 혼도 많이 나고 욕도 많이 먹었던 적이 있었습니다. 저는 나름 학교에 있을 때에도 파워온(POSTECH 전자공학/로보틱스 동아리)에서 이것 저것 많이 해보며 제가 하는 일에 자신감이 많았었는데, 그런 상황이 몇 개월 지속되니 자신감을 많이 상실했었고, 그 선배님 대하는 것도 너무 어려웠었고 스트레스도 많이 받았습니다. 지금은 추억이 되었고 그 분과도 잘 지내지만, 아마 그 당시 제가 학교에서 하던 방식으로 일을 진행하니, 주먹구구식이고 관리도 잘 되지 않은 부분이 (간단한 소프트웨어 개발 및 하드웨어 개발이라 설계뿐 아니라, 외주도 관리하고, 부품도 수배하는 등의 일도 했었지요) 문제였던 것 같다는 생각이 들었습니다. 지금은 당시에 욕먹었던 과정이 저에게 도움이 되었다고 느껴집니다. 그 후 2003년부터 주력 제품으로 DVR을 개발하기 시작하였고, 2005년경부터 저희 회사는 폭발적으로

성장하기 시작했는데, 2006년에 직원수가 30명 정도로 늘었고, 2009년에는 아마 100명이 넘어갔던 것으로 기억됩니다. 현재는 200명 가까이 되니, 초기에 비해 사람수가 많이 늘었지요, 이렇게 회사가 계속 성장해가다 보니 회사에서 기존의 멤버들이 감당해야 하는 일의 범위가 조금씩 달라졌습니다. 기존에는 개발에만 신경을 썼다면 관리적인 측면도 생각해야 한다는 것이지요. 회사가 지금도 계속 성장 중이기 때문에, 앞으로도 계속 좋은 방향으로 변해갈 것이라 생각이 됩니다.

### 회사(연구소)에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?

‘전문가로 인정받는 것’, 그리고 전문가가 될 수 있도록 ‘기획과 시간이 주어진 것’ 같습니다. 제가 처음 입사했을 때 몇 년간은 하드웨어개발 특히 embedded system 회로 설계 및 검증(검증을 위한 소프트웨어)을 담당했습니다. 그 때에는 제가 설계한 부분에 대해서 다른 분들께서 인정해 주신다는 것, 믿어 주신다는 것이 좋았습니다.

DVR 개발을 시작하면서 소프트웨어 개발로 분야를 바꿨는데요, 100% 제 의지가 반영된 것이었지만 전자과 출신인 저로서는 자신 있는 일은 아니었고 그냥 재미있을 것 같은 해보고 싶은 일이었습니다. 소프트웨어 중에서도 DVR에 효율적인 파일시스템 설계 및 구현과 저장장치(HDD, CD, DVD) 및 외부 장치(USB) 관련된 디바이스 드라이버 부분을 담당했습니다. 첫 제품은 Linux가 아닌 RTOS에서 그런 것들을 구현했는데, OS도 잘 모르는 사람이 Linux도 아닌 RTOS 기반에서 개발을 하는 것이 쉽지는 않았습니다. 하드웨어 관련 지식이 드라이버 구현과 디버깅에는 도움이 되었지만, 소프트웨어 부분은 많은



시간을 투자하여 공부해야만 했습니다. 당장 제품 개발을 앞에 둔 상황이라 시간이 많은 것은 아니었지만, 회사에서는 저에게 그런 기회와 시간을 준 것이지요. 몇 년 후, 저는 DVR에 특화된 파일 시스템만이 아니라, 일반적으로 많이 사용되는 파일 시스템, storage device에 관해서 전문가가 되어 있었고 관련 팀에서 팀장을 맡게 되었습니다.

그리고 또 다시 주어진 기회와 시간, POSTECH 대학원에서 현재 하고 있는 연구를 수행하게 되었습니다. 회사로서는 회사의 미래 기술 확보할 수 있고, 제 개인적으로는 자기 발전의 기회를 가질 수 있었습니다. (아직 졸업을 안 했으니 진행 중이지만……) 영상 관련 장비를 만드는 회사지만, 사실 공부를 시작할 때까지 컴퓨터 비전에 대한 지식은 전무했습니다. 그렇게 학업을 시작하고, 그 내용을 바탕으로 회사에 필요한 연구를 수행하고 상용화를 시키기까지 회사에서는 저에게 시간을 준 것이지요.

#### 지금까지 근무하시면서 가장 기억에 남는 점은 무엇 인가요?

2003년부터 2004년까지 DVR개발 초기였던 것 같습니다. 그 당시 연구, 개발하는 인원이 현재의 소장님을 포함하여 5명이었습니다.(하드웨어 1, 소프트웨어

4) 회사 인원이 많지 않아 소장님도 개발에 직접 참여하셨었고, 잘 해보자는 의지만으로 몇 개월(1년 이상?)동안 회사에서 지내다시피 했습니다. 저나 소장님이나 결혼하고 아이도 키우는 상태였는데, 일주일에 두 번 집에 들어갔습니다. 육아에 지친 와이프가 회사 앞에 와서 같이 식사를 할 때도 있었지요. 매일 매일이 피곤하고 지쳐갔지만, 잘 될 것이라는 희망이 있었고, 즐거운 분위기에서 자유롭게 일할 수 있었습니다. 거의 업무 시간에 제한이 없었는데, 업무 시간이라도 피곤하면 침대에서 눈을 붙이거나, 볼 일이 있으면 자유롭게 외출했었지요. 가끔 밤에 야식에 고량주 한 잔씩 하고 스타크래프트로 스트레스를 풀기도 했습니다. 그 상황에서 한 사람이라도 없어진다면 개발을 접어야 하는 상황이었기 때문에 모두들 사명감과 미래에 대한 희망으로 일했던 것 같습니다.

#### 일하시면서 가장 보람을 느끼셨을 때는?

그렇게 제품을 첫 제품을 개발하고 해외의 몇몇 업체들이 저희 제품에 관심을 보이기 시작하였습니다. 당시 저희는 DSP(Digital Signal Processor) 한 개만을 이용하여 DVR에 필요한 기능들을 모두 소프트웨어로 구현했는데, 그런 접근을 한 업체는 거의 없었고,



성능 역시 타사 제품 대비 좋았습니다. 얼마 후 해외의 유명 보안업체로 제품이 출고되기 시작했고, buyer가 계속 늘어나면서 2006년에 매출이 급성장하였습니다. (몇 백억이었는데 기억은 나지 않네요) 이 때가 가장 보람을 느꼈던 것 같습니다. 힘들게 개발하고, 관련된 제품들을 계속하여 개발했는데 시장에서 반응이 좋았고, 실제로도 많이 팔렸을 때 말이지요. 2009년 KOSDAQ에 상장할 때에도 그 동안의 힘든 과정에 대한 보상을 받을 수 있어 보람을 느낄 수 있었습니다.

#### 회사(연구소) 분위기는 어떤가요? 회사이라든가 기타 회사(연구소)만의 독특한 문화라든가?

회사에서 연구소의 분위기는 자유롭습니다. 소프트웨어 그룹의 경우, 30대가 주를 이루는데 소장님, 직급에 크게 관계없이 의견을 주고 받을 수 있습니다. 물론 잘못된 일이 있으면 쓴 소리 듣는 것은 당연하겠지요. 또 회사에서는 자기 발전을 위해 영어 학원 등을 지원해 주고, 사내 동호회를 적극 권장하며 금전적으로 지원해 줍니다. 겨울마다 연구소 전원이 스키장으로 워크샵을 가는데, 현재 목표는 (돈을 많이 벌어서) 해외로 스키/보드를 타러 가는 것이지요. 저는 포항에 온 이후에도 매년 워크샵에 참석하고, 가끔 과메기를 사서 가는데 반응이 참 좋습니다. :)

#### 10년 후의 모습은 어떤 것이라고 생각하시는지요?

ITX 시큐리티는 벤처 기업에서 시작하여 작은 중소기업으로 성장하였고, 현재도 계속하여 진화하고 발전 중인 회사라고 생각합니다. 저도 그 속에서 회사와 함께 성장하는 중이라고 생각하고요. 앞으로 10년 후면 거의 50이 가까운 나이인데요 T\_T. 10년 후면 일단 통합과정을 마치고 다시 회사로 복귀해서 이쪽 분야의 팀장을 하고 있을 것 같습니다. 만약 회사가 현재 상태에 정체해 있다면 말이지요. 그러나 ITX는 계속하여 성장하고 있는 회사인 만큼, 앞으로 10년 뒤에 임직원 수가 500명이 될 수도 있고, 1000명이 될 수도 있을 것입니다. 그렇게 된다면, 제 희망은 ITX 제 2연구소를 만들고 제2연구소장을 하는 것입니다. 특히 컴퓨터 비전이나 영상 처리 분야의 선행 기술을 연구하고 제품화 하여 ITX 시큐리티의 미래 먹거리를 만들고, 또 우수한 후배들을 계속 채용하여 함께 성장해 나가고 싶습니다.

#### 대학원에 재학 중인 과학기술계 후배들에게 꼭 하고 싶은 이야기나 이야기가 있으신다면?

제가 대학원에 있다 보니 후배들과 진로에 대해 많이 이야기 하게 되는데, 아쉬운 점이 있다면 대부분이 안정적인 직장만을 원한다는 것입니다. 저는 후배들에게 열정을 가지고 자신이 하고 싶은 일을 찾아 기회를 줄 수 있는 곳이면 어디든 가리지 않는 도전정신을 가지라고 말하고 싶습니다. 일에서 즐거움을 찾고 노력하여 인정받으면 기회는 언제나 주어질 것이고, 부나 안정성은 자연히 따르게 마련이겠지요. 회사의 발전이 곧 자신의 발전과 같은 그런 곳, 그곳의 주인공은 바로 여러분들입니다.

# 빛이 닿지 않는 곳을 우리의 기술로 채워갑니다

지구의 가치를 높이는 기술 **두산중공업**



글 • 첨단원자력공학부 박사과정 김은호

지도교수 • 김무환

mail • faith209@postech.ac.kr

소속 • 원자력안전연구실

## 원자력발전소의 노심 용융물 유출사고와 냉각에 관한 연구

원자로 외부로 핵연료 용융물이 유출되는 사고는 원자력발전소가 가동 된 이래로 전 세계적으로 두 번이 있었습니다. 1986년의 체르노빌 원전사고와 지난 후쿠시마 원전사고가 그것입니다. 체르노빌 사고의 경우는 현재 운전중인 절대다수의 발전소들과는 전혀 다른 독특한 유형의 원자로로서 사고의 형태 또한 무리한 테스트 중의 폭발 사고였습니다. 하지만, 후쿠시마 원전사고는 비등경수로 유형으로 (국내의 가압경수로와는 설계상 많은 부분이 다르지만), 국내를 비롯하여 원자력발전소를 운영하는 모든 나라에게 대비하지 못한 규모의 자연재해와 미흡한 대응, 그리고 사후 관리전략에 대해 많은 생각할 거리들을 안겨 주었습니다.

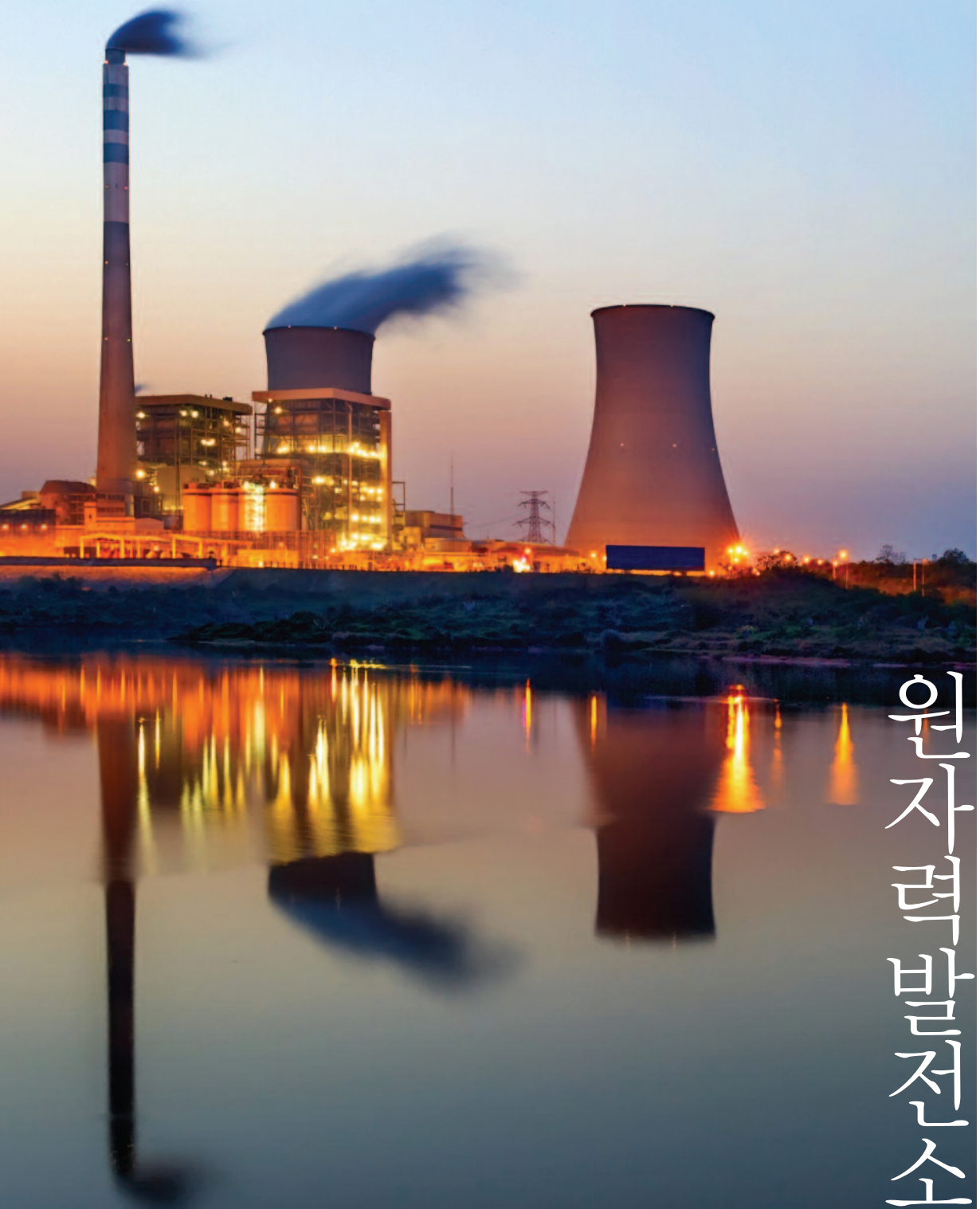


그림 1, 2 후쿠시마 원전사고



지금도 현재 진행형에 있는 후쿠시마 사고를 계기로 국내에서도 원자력 에너지를 이용한 전력생산에 대하여 많은 관심이 쏟아지면서, 폐지를 주장하는 의견부터 어쩔 수 없는 대안이다라는 의견까지 다양한 논의가 이루어지고 있습니다. 개인적으로는 이번 후쿠시마 사고를 통해서 보다 많은 사람들이 원자력이라는 기술을 사용할 때 우리가 누릴 수 있는 혜택과 감수해야 하는 위험성을 어느 한쪽에 치우치지 않고 보다 정확하고 균형 있는 안목을 가질 수 있는 기회가 되기를 바랍니다. 그리고, 그러한 안목을 바탕으로 향후 원자력에너지가 우리 사회가 지향하는 공동체의 모습에 비추어 어떻게 사용해 나가는 것이 좋을지 결정해 나갈 수 있게 되기를 희망합니다.

이번에 말씀드릴 연구의 내용은 원자력발전소의 사고의 관한 것이며, 그 중에서도 노심이 녹아 내리는 심각한 상황을 일컫는 '중대사고' 분야입니다. 가정으로 주어지는 심각한 사고상황은 최악의 상황을 가정하고 대비하는 중대사고 연구의 특성상, 현재 원자력발전소의 모든 안전시스템이 마비되는, 매우 희박한 확률로 발생할만한 상황임을 미리 말씀 드립니다.



# 원자력발전소

## 1. 핵분열 반응과 원자력발전소 사고의 특이점

원자력발전소 사고의 특이점은 바로 열에너지를 생산하는 원자로내부에 기인합니다. 원자력발전소는 기본적으로 열에너지를 사용하여 고온고압의 스팀을 만들어내고, 이를 이용하여 터빈을 돌려 전기를 생산한다는 점에서는 화력발전소와 동일합니다. 하지만 원자력발전소는 원자로 내부의 핵연료에서 우라늄과 중성자가 만나 일으키는 핵분열 반응을 통해 발생하는 에너지를 이용하기 때문에, 석탄이나 석유와 같은 화석연료의 연소과정에서 생성되는 에너지를 이용하는 화력발전소와는 전혀 다른 길을 가게 됩니다.

현재 우리가 쓰고 있는 대부분의 핵연료는 우라늄 연료입니다. 우라늄은 자연상태에서 대부분이 동위원소 우라늄(U)-238의 형태로 존재하며 핵분열 과정에서 주도적인 연료의 역할을 하며 원자폭탄의 원료로 사용되는 우라늄(U)-235의 경우 1% 미만입니다. 역시 쓸만한 것들은 대부분 사용하기 쉬운 형태로 존재하지 않는 것 같습니다. 원자력발전소에서는 이러한 천연 우라늄 속의 우라늄-235를 농축을 통하여 3~5%로 비

율을 끌어올려 연료로 사용하게 됩니다. 참고로 1945년 히로시마에 떨어진 우라늄 원자폭탄 “Little Boy”의 경우 평균 농축도가 80% 수준입니다.

그런데 여기서 우리가 주목해야 할 부분은 우라늄이라는 원소의 사이즈입니다. 우라늄235는 양성자 92개와 중성자 143개로 이루어진 비교적 거대한 사이즈의 원소입니다. 우리에게 친숙한 탄소-12나 산소-16의 경우와 비교해보면 꽤나 몸집이 큼니다. 이 정도로 많은 양성자와 중성자를 품고 있는 몸집이 큰 원소들은 사실 그 존재 자체가 불안한 경우가 많습니다. 행여나 지나가던 중성자가 다가왔을 때 또 받아들이게 되면 스스로의 상태를 이기지 못하고 깨어져 버리고 맙니다. 즉, 핵분열이 일어나게 됩니다. 핵연료 내부의 우라늄-235는 원자로 내부의 중성자와 만나 두 개의 커다란 덩어리의 또 다른 형태의 동위원소와 2~3개의 중성자로 깨지면서 많은 에너지를 쏟아냅니다. 원자로의 발열은 주로 이 에너지에 의한 것입니다.



그림 3 전형적인 원자력발전소

핵분열을 통해 태어난 두 개의 커다란 덩어리의 동위원소들은 가지고 있는 양성자와 중성자를 합한 질량수가 주로 90~140 안팎이 되며, 이들을 가리켜 핵분열 생성물 즉, fission product 라고 부릅니다. 예를 들면 39개의 양성자와 60개의 중성자를 가진 이트륨( $Y$ )-99와 53개의 양성자와 82개의 중성자를 가진 아이오딘( $I$ )-135가 있습니다. 불안정한 핵분열 생성물들은 각자의 특성에 따라 특별한 과정을 거쳐 안정한 상태를 찾아가게 되는데, 그것이 바로 방사성 붕괴과정 즉, decay process 입니다.

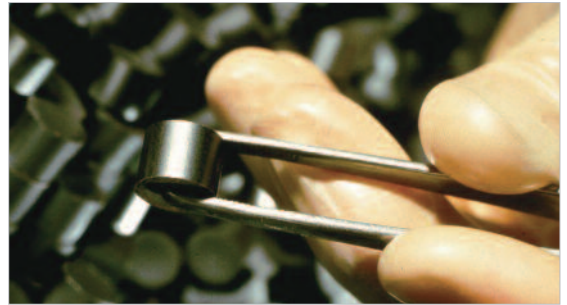


그림 4 농축된 우라늄 핵연료 pellet

Decay process는 에너지를 쏟아내면서 보다 안정한 형태의 동위원소로 변화되어가는 과정입니다. 방출되는 에너지는 alpha선, beta선, gamma선 등으로 방사선이라고 부릅니다. 앞서 말씀 드린 이트륨( $Y$ )-99는 대표적인 beta decay process를 거치는 동위원소로서, 베타선을 방출해 가면서 지르코늄( $Zr$ )-99, 나이오븀( $Nb$ )-99, 몰리브덴( $Mo$ )-99, 테크니슘( $Tc$ )-99을 거쳐 최종적으로 안정적인 동위원소인 루테튬( $Ru$ )-99에 도달합니다. 핵분열 생성물들은 각자의 특성에 따라 다양한 방사선을 방출하면서 각자의 안정적인 동위원소 종착역에 다다르게 되며, 그 기간 또한 눈 깜짝할 사이에 일어나는 것들부터, 손자의 손자가 대를 이어 지켜봐도 끝나지 않는 것들도 있을 만큼 다양합니다.



그림 5 우라늄 원자폭탄 "Little Boy"

이렇듯 핵분열이 지속적으로 일어나는 원자로 안에서는 그 결과물인 핵분열 생성물의 양도 점차 늘어나게 되고, 새롭게 태어난 불안정한 핵분열 생성물들은 스스로 안정화되기 위한 각자의 길을 가면서 나름의 방사선을 쏟아내게 됩니다. 그리고 이들 방사선의 에너지도 결국 열에너지로 전환되게 되는데 이를 잔열, 혹은 decay heat이라고 부르며 앞으로 이어질 원자력발전소 사고의 주인공이 됩니다.

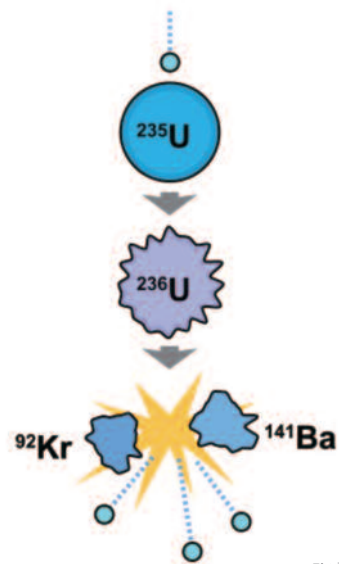


그림 6 핵분열 반응

## 2. 핵분열 생성물과 Decay heat

석탄이나 석유를 사용하는 화력발전소의 경우 연료 물질의 공급을 중단하면 에너지 생산이 중단됩니다. 하지만 원자력발전소의 경우 정지를 시키기 위해서 우라늄 연료를 단순히 밖으로 뽑아낼 수가 없고 또 그러한 과정이 꼭 안전하지 않기 때문에 원자로 내부에 우라늄 연료가 중성자와 만나지 못하도록 하는 조치를 취하여 핵분열을 중단시키게 됩니다. 그 방법이 바로 우라늄보다 중성자와 훨씬 잘 반응하는, 그리하여 원자로 내부의 중성자를 모두 소모시킨 수 있는, 물질을 함유한 제어봉을 삽입하는 것입니다. 하지만, 핵분열이 중단되더라도 핵분열을 통해 일단 태어난 불안정한 핵분열 생성물들은 주변에서 핵분열이 추가적으로 일어나든 말든 각자의 안정화의 길을 가야 하기 때문에 곳곳이 방사선을 방출하고 decay heat을 생성시키게 됩니다. 단, 추가적인 핵분열이 없으므로 새로이 추가되는 핵분열 생성물은 없기 때문에 시간이 지날수록 decay heat은 점점 줄어들게 됩니다.

Decay heat을 통한 발열량은 핵분열을 통해 얻는 열에너지에 비하면 수% 수준입니다. 언뜻 보면 수% 수준에다가 시간이 갈수록 점점 줄어든다고 하니 그리 위험해 보이지 않지만, 실상 그 규모를 보면 꼭 그렇지만은 않습니다. 대략적으로 원자로 정지 직후의 decay heat은 full power의 수% 수준이며, 대략 1시간이 지나면 1% 정도가 됩니다. 예를 들어, 열에너지를 약 3천 MW 정도 내는 보통의 상업용 원자력발전소의 경우를 들어보겠습니다. 이들 발전소를 기준으로 볼 때, 1%의 에너지는 30MW 수준입니다. 참고로 이 정도의 에너지면 원자로 입장에서 1초에 원자로 노심을 1도씩 상승시킬 수 있으며, 30kg 정도의 물을 증발 시킬 수 있는 에너지입니다. 즉, 한 시간이면 원자로 내부가 3000도 이상에 도달하고, 100톤 가량의 물이 증발될 수 있는 많은 양의 에너지입니다.

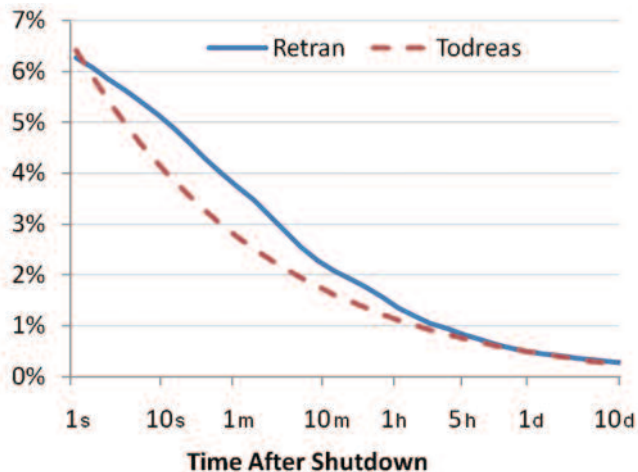
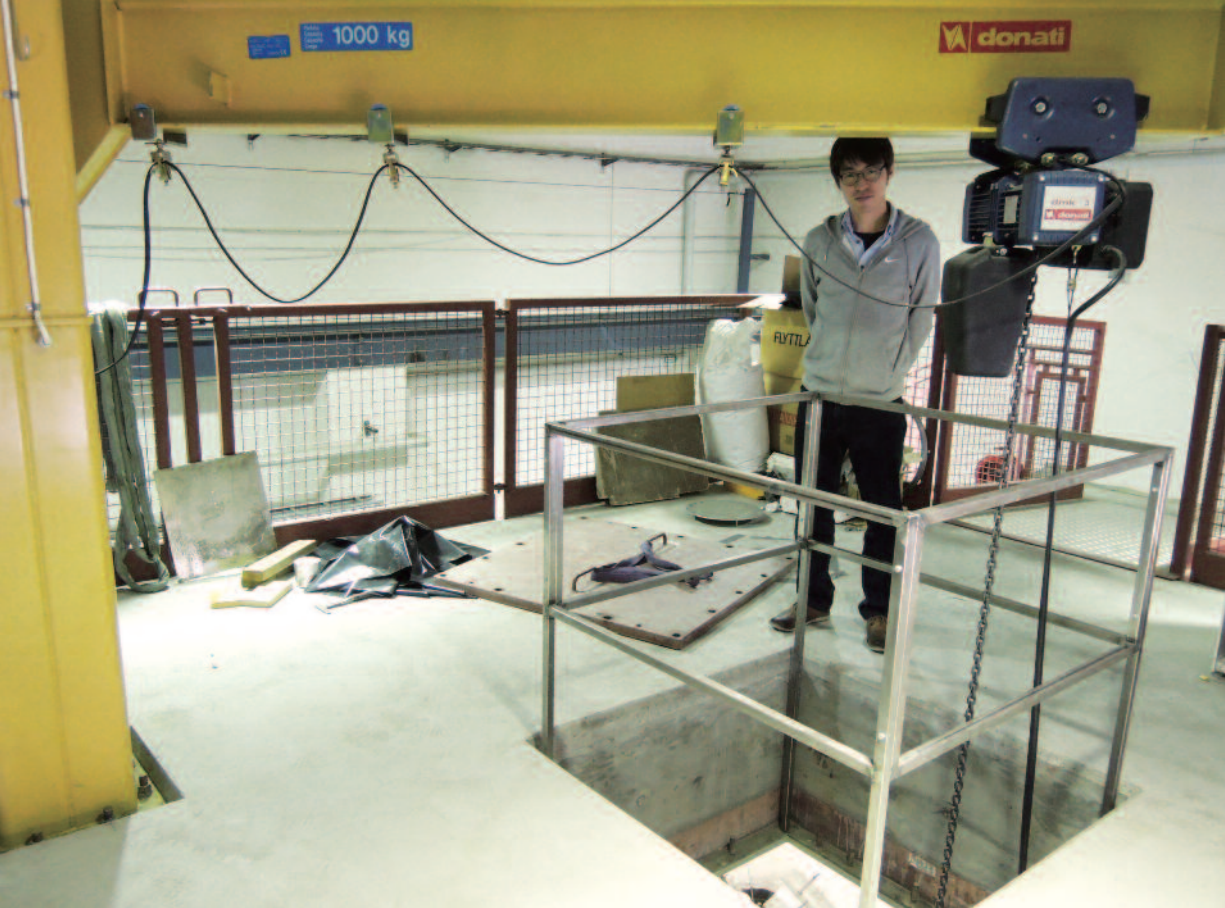


그림 7 시간에 따른 full power 대비 Decay heat 비율로 나타낸 감소곡선  
(Retran과 Todreas는 상관식 이름)



첨단원자력공학부\_김은호(오른쪽)

### 3. 노외 노심용융물 유출사고의 위험

원자력발전소는 운영과정에서 방사능 물질을 관리하게 되는 특성상 열을 발생시키고 전력을 생산하는 주요 시설보다 방사능 물질이 외부로 유출되지 않도록 사고를 예방하고 차단하기 위한 시설이 훨씬 많은 부분을 차지합니다. 그리고 원자력 발전소에서 정비를 위해서 혹은 사고가 발생하여 원자로를 중단해야 되는 상황이 오면, 상황에 따른 다양한 냉각 시스템을 통해 내부의 decay heat을 밖으로 빼내어 원자로를 안전한 레벨까지 냉각을 시킵니다. 그리고 냉각 시스템은 전기로 펌프를 구동하여 냉각 시스템을 구동하는 active 시스템뿐만 아니라, 전기가 없는 상황에서도 자연대류 순환을 이용하여 냉각을 시킬 수 있는 passive 시스템을 동시에 갖추고 있기 때문에 그리 쉽게 모든 것들이 불능 상태에 빠지진 않습니다. 하지만, 후쿠시마 원전사고의 상황에서처럼 전원이 모두 상실되어 active 시스템을 쓸 수 없는 상황이 되고 passive 시스템조차 무지로 인해 가동 불능상태로 방치해 버리는 상황을 가정해 보도록 합니다. 이렇게 원자로의 냉각 시스템이 작동하지 못하는 상

황이 오게 되면, decay heat은 내부에 그대로 쌓이기 시작하게 됩니다. 기화가 되면 후쿠시마 원전사고에 대하여 다룰 수 있었으면 좋겠네요. 아. 비전공자분들의 입장에서 관심이 있으실지는 모르겠습니다.

이제 모든 냉각 시스템을 쓸 수 없는 상황이 되었습니다. 앞서 기술한 대로 핵분열 생성물들이 뿜어내는 decay heat은 원자로 내부의 물을 모두 증발 시키기에 충분합니다. 시간이 지남에 따라 Decay heat의 열로 인해 서서히 원자로 내부의 물이 증발하면서 물 속에 잠겨있던 핵연료봉이 물 밖으로 노출되기 시작합니다. 그리고 핵연료를 감싸고 있던 지르코늄 합금 피복관과 내부의 우라늄 연료 및 그 외 핵분열 생성물들은 액체 상태의 혼합물이 되어 원자로 용기의 하단으로 흘러 내려가게 됩니다. 이러한 혼합 용융물을 노심용융물 혹은 liquid corium, molten core, core melt 등으로 부릅니다.

그림 8 미국의 Three Mile Island 원자력발전소\_1979년 2호기에서 노심용융사고 발생하였으나 원자로 용기 내부에서 냉각 후 종료



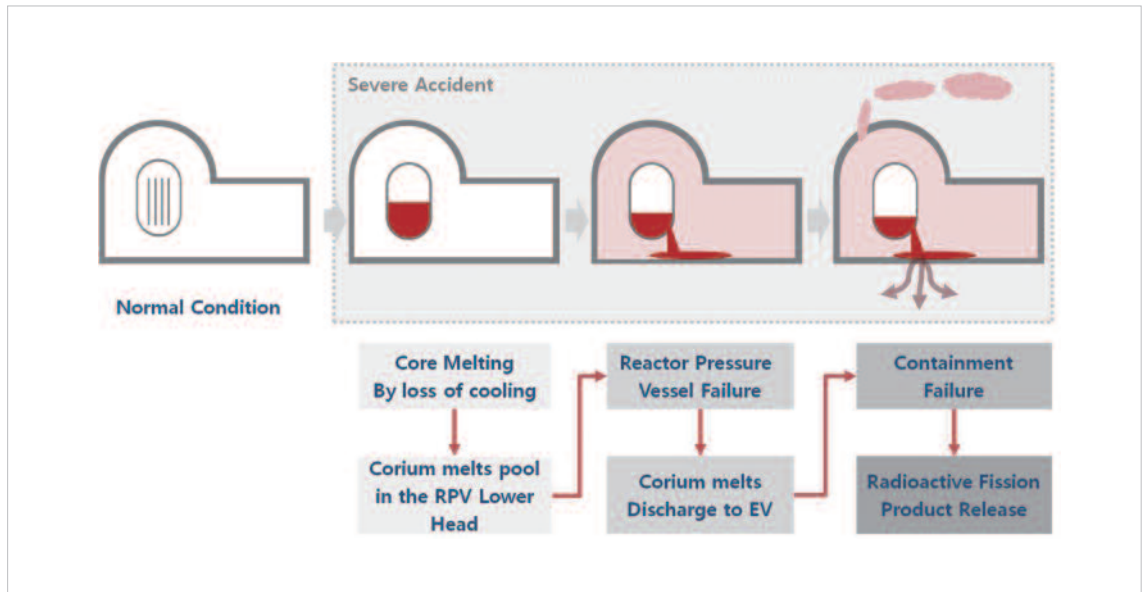


그림 9 중대사고의 진행과정

노심이 녹아 내렸습니다. 노심용융사고라고도 하며, 일반적으로 중대사고라고 부릅니다. 원자력발전소의 사고는 크게 설계기준사고와 중대사고로 나뉩니다. 원자력발전소의 기능적 목표는 전력의 생산이지만, 안전의 목표는 방사능 물질의 외부 유출 차단입니다. 방사능 물질은 곧 방사선을 내뿜는 핵분열 생성물들이며 이들은 정상적인 상황에서는 핵연료 및 이를 둘러싸고 있는 피복관(cladding tube) 내부에 가두어져 있기 때문에, 원자로의 노심이 용융되는 사고가 발생하지 않는 한 이들 방사능 물질이 밖으로 유출되지 않습니다. 이런 이유로 발전소에서 발생 가능하다고 예측되는 수 많은 사고 시나리오에서 노심 손상이 일어나지 않도록 설계를 하고 대응 가능한 설비를 갖추도록 법으로 강제하는 등의 많은 노력이 노심 용융을 막기 위해 집중되어 있습니다. 즉, 설계기준사고에서는 노심용융이 일어나지 않으며, 노심용융이 일

어났다면 그것은 노심을 보호하는 설계 시스템의 대응 영역을 벗어난, 확률적으로 발생가능성이 매우 낮은 사건이 심각한 정도로 일어난 것입니다. 이러한 사고를 중대사고(Severe Accident)라고 부르며, 설계기준을 넘어선 영역이라는 말로 Beyond Design Basis Accident 라고도 부릅니다.

#### 4. 원자력안전을 위한 마지막 방어막

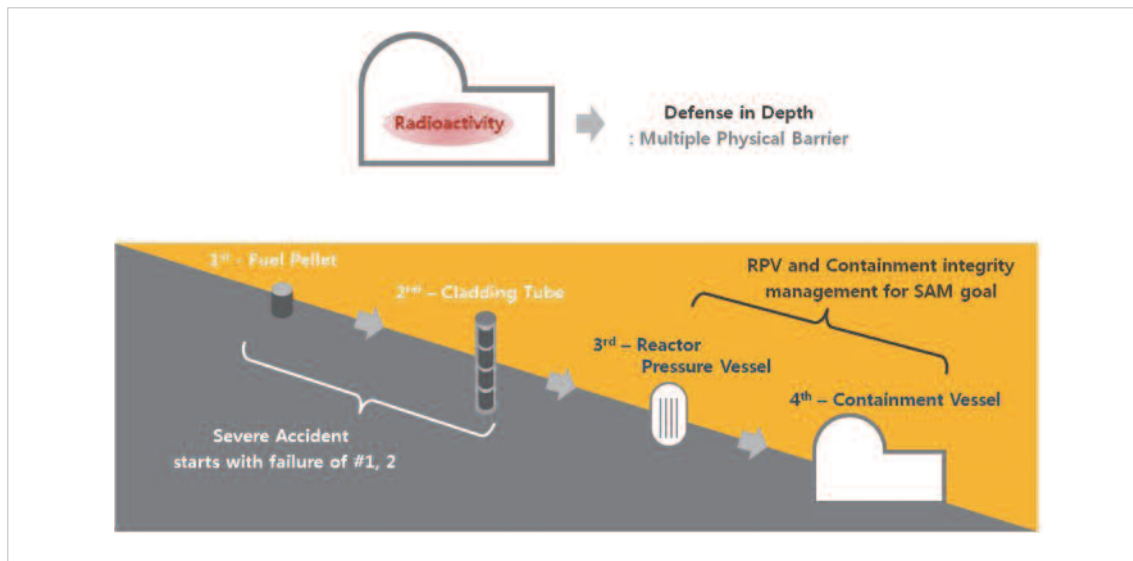


그림 10 Multiple Physical Barriers against Radioactive Material Release

현재 원자로용기 하단에 모인 노심용융물은 핵연료 생성물에서 발생하는 decay heat으로 계속해서 열을 발생시키고 있는 상황입니다. 이제 원자력발전소에 남은 물리적 방어선은 원자로 용기와 격납건물이 있습니다. 중대사고 관리전략은 바로 이들 원자로 용기나 격납건물이 손상되지 않도록 하여 방사능 물질이 외부로 유출되는 것을 막는 것입니다. 먼저 방사능 물질이 외부로 유출될 수 있는 시나리오를 먼저 확인해 보겠습니다.

방사능 물질의 외부 유출을 위해서는 먼저 원자로 용기가 파손되어야 하기 때문에 용기 파손 상황부터 생각해 보도록 하겠습니다. 일단 계속해서 열을 발생시키는 고온의 노심용융물을 원자로 용기가 아무런 조치 없이 방치될 경우 언제까지 견뎌낼 수는 없습니다. 가장 약한 부분이나 혹은 열이 집중되는 부분에서 부분적으로 파손이 일어나 노심용융물이 조금씩 새어서 격납건물의 바닥에 떨어질 수 있으며 경우에 따라서는 파손이 확대되어 대량의 노심용융물이 쏟아져 내릴 가능성도 있습니다.

원자로 용기가 파괴되었으니, 이제 남은 것은 격납건물입니다. 앞선 원자로 용기의 파괴로 인하여 액체 상태의 방사능 물질은 노심용융물의 형태로 격납건물 바닥에 떨어진 상태이며, 기체 상태의 방사능 물질은 격납건물 내부로 퍼져나간 상황입니다. 방사능 물질의 유출은 약 4m 정도되는 격납건물의 바닥 콘크리트가 파괴되어 용융물이 새어 나가는 경우와 약 5기압까지 견디는 격납건물의 내압이 초과하여 기밀이 깨져 leak가 발생하는 경우입니다. 문제는 아무 조치를 하지 않을 경우 두 가지 경우 모두 뜨거운 노심용융물에 의해 동시에 발생 가능하다는 것입니다. 고온의 노심용융물은 콘크리트와 화학반응을 일으킵니다. 그 과정에서 콘크리트는 침식되며, 동시에 반응의 결과물로 CO나 CO2와 같은 비응축가스를 만들어 내어 격납건물 내부의 압력이 상승합니다. 하지만 노심용융물과 콘크리트의 반응은 온도에 매우 민감하기 때문에 만약 노심용융물이 냉각이 되어 일정 이하의 온도를 유지할 수 있다면, 언제든지 상황은 종료될 수 있습니다. 모든 것은 노심용융물의 냉각에 달려 있습니다.

## 5. 노외 노심용융물의 냉각 전략

원자력발전소를 운영하는 각 나라들은 원자로의 유형 및 특성과 각국의 안전 철학에 따라 노심용융물을 냉각시켜 사고의 진행을 막기 위한 중대사고 전략을 가지고 있습니다. 이 전략들은 크게 세가지 관점으로 나누어 볼 수 있다. 먼저 원자로 용기의 하단 영역(cavity)에 물을 채우느냐 마느냐하는 관점에 따라 Wet cavity와 Dry cavity 전략으로 나뉘며, 두 번째로 원자로 용기를 바라보는 관점에서는 어떻게든 원자로 용기를 냉각

하여 격납건물로 노심용융물이 나오지 못하게 막는 MR(In-Vessel Retention) 전략과 원자로 용기의 파괴를 상정하고 그 다음을 대비하는 EVR(Ex-Vessel Retention) 전략으로 나뉘며, 마지막으로 노심용융물의 냉각을 위한 전용 추가 설비인 Core-catcher를 도입하느냐 마느냐로 나뉩니다. 참고로 국내의 경우 wet-cavity + MR 방식의 전략을 취하고 있습니다.

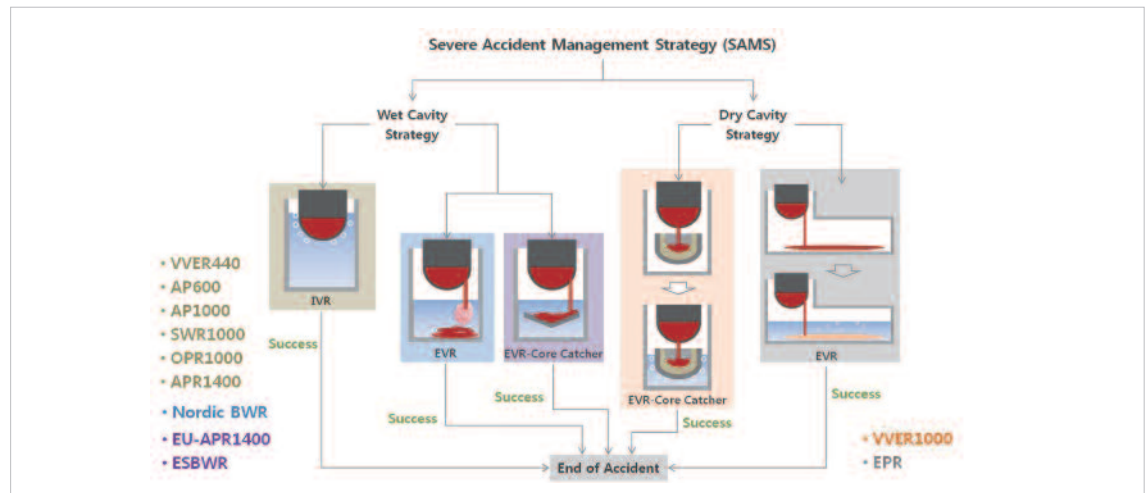


그림 11 중대사고 전략의 분류체계

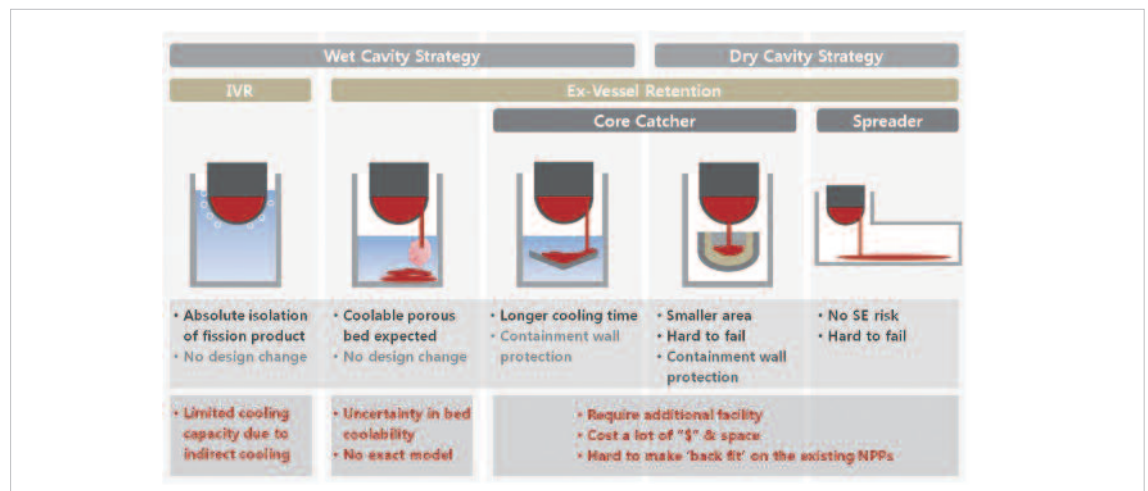


그림 12 중대사고 분류 및 특성

Wet cavity 전략의 경우 원자로 용기 하부의 공간에 물을 채워 넣음으로써, MR 방식을 택할 시에는 원자로 용기 하단을 직접 냉각할 수 있게 되어 용기 파손을 막을 수 있으며, EVR 방식을 택할 시에도 노심용융물이 원자로 용기를 뚫고 나오더라도 바로 물과 만나게 하여 냉각시킬 수 있다는 장점이 있습니다. 그리고 EVR의 경우 고온의 노심용융물이 저온의 물과 만나 파편화가 되고 이들 입자가 바닥에 쌓이게 될 때 다공성 입자층이 형성될 것과, 이러한 다공성 bed는 내부로의 냉각수 출입에 유리하여 냉각에 효과적일 것이라는 기대를 하고 있습니다. Wet cavity - EVR 전략은 현재 스웨덴과 같은 북유럽 국가들에서 채용되고 있습니다.

하지만 한편으로는 wet cavity의 MR 방식의 경우 용기의 외벽을 냉각하는 간접적인 방식이라 노심용융물의 발열량이 큰 원자로 노형(reactor type)에서는 그 효과가 제한적일 수 있고, EVR 방식의 경우는 바닥에 형성될 다공성 입자 bed의 형성 및 냉각성에 대해 아직 정확한 예측 모델이 없다는 단점이 있습니다. 하지만, MR 방식에 대해서는 원자로 용기 외벽에서의 자연대류 유속을 빠르게 할 수 있는 구조물이나 더 높은 열을 견디는 표면에 대한 연구가 진행 중에 있으며, EVR의 경우는 wet-cavity + EVR을 택하고 있는 북유럽 국가들을 중심으로 노심용융물의 파편 입자층의 냉각성에 대한 평가 연구가 활발히 진행 중입니다.

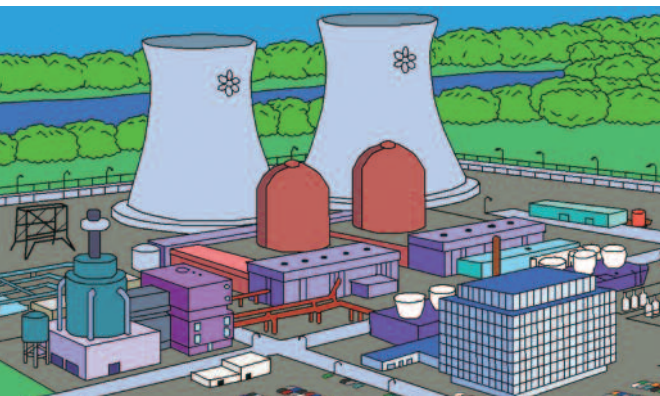


그림 13 스프링필드 원자력발전소(외쪽)

그림 14 스프링필드 원자력발전소 사고 (오른쪽)



## 6. 현재 진행중인 연구

현재 저희 연구실에서는 노심용융물이 원자로 용기에서 유출되어 북유럽 국가들이 택하고 있는 EVR 상황이 발생하였을 때를 가정하여, 격납건물 바닥에 다공성 입자층의 형성과정과 구조적 특성, 그리고 냉각성에 대한 연구를 수행하고 있습니다. 이러한 연구를 통해 노심용융이 발생하는 사고 시나리오 상에서 자연현상적으로 노심용융물의 파편 입자층이 가질 수 있는 냉각성을 판단할 수 있습니다. 그리고 모든 안전장치가 불능이 된 최악의 상황에서의 기존 원전의 안전성을 판단하는 기준이 될 수 있으며, 이후 대규모 발전소의 설계에서 어떠한 상황에서도 방사능 안전을 확보할 수 있는 효과적인 전략을 세울 수 있는 토대가 될 것을 기대하고 있습니다.



원자력 발전소



# SimpleX Internet

사람과 인터넷을 함께 생각하는 가치있는 기업

We offer the best Web hosting, Server hosting,  
e-Commerce hosting and e-Commerce Marketing Consulting service  
in the country through total IT business brand 'cafe24'

# SimpleX Internet



이재석

■ 심플렉스인터넷 대표

신뢰를 바탕으로한 실천경영



# 심플렉스인터넷 회사 소개

심플렉스인터넷은 온라인 비즈니스를 하는 사람들에게 필요한 서비스를 제공하는 IT비즈니스 기업입니다. 심플렉스인터넷의 사업 방향은 온라인 비즈니스에 필요한 인프라 요소를 원스톱으로 제공하는 것입니다. '카페24' 라는 대표 브랜드로 많이 알려져 있습니다.

심플렉스인터넷은 크게 3가지 영역에서 서비스를 선보이고 있습니다. 호스팅 서비스는 인터넷 사용자들이 쉽고 안정적으로 기업 홈페이지나 쇼핑몰 같은 웹사이트를 구축할 수 있도록 서버와 네트워크 등을 제공하는 사업입니다. 이런 호스팅 인프라를 바탕으로 2003년부터는 쇼핑몰 구축 솔루션을 제공하며 사업을 확대했습니다. '카페24 쇼핑몰 솔루션'은 온라인 쇼핑몰 제작부터 운영까지 누구나 쉽게 구현할 수 있도록 설계되어 있습니다. 온라인 쇼핑이 새로운 유통 트렌드로 각광을 받는 등 온라인 비즈니스 모델이 주목받으면서 온라인 마케팅 컨설팅분야에서도 활약하고 있습니다.



# 사회적 흐름 그리고 비즈니스 아이템

회사 소개는 이 정도로 하고 본격적인 강연을 시작해보도록 하겠습니다.

오늘 참석한 분들이 산업경영공학과 학생들이죠? 제가 학교를 다닐 때는 산업공학과였는데 과 명칭이 산업경영공학과로 바뀌었네요. 이렇듯 대학 학과들의 이름이 변하는 이유도 사회적 흐름과 연관이 있다고 봅니다.

우리 사회는 빈곤에서 풍요의 시대로, 물질 중심에서 사람, 인재 중심으로 변화해오고 있습니다. 좀 더 구체적으로 사회의 발전 구조를 이야기해보면, 빈곤과 혼돈의 시대에서 공동의 목표를 가지고 움직이는 시대, 개성과 가치를 추구하는 시대, 그리고 한 단계 업그레이드 되어 교육 등 수단적 장치를 통해 변화하는 시대, 그리고 선진문화를 경험할 수 있는 시대로 정리할 수 있습니다.

예를 들어 자동차가 생겨나면서 우리들은 모두 자동차를 타고 싶다는 공동 목표가 생깁니다. 그 다음에는 자신이 원하는 자동차, 자신만의 스타일의 자동차를 찾게 됩니다. 거기서 한 단계 더 업그레이드하기 위해서는 본인 스스로 운전을 잘하고 차에 대해 잘 알아야 하겠죠. 그 다음에는 선진 교통 문화가 사회적으로 정착되어 내가 굳이 노력하지 않아도 발전되는 사회를 기대하게 됩니다.

이런 사회의 발전 구조는 비즈니스 환경에도 그대로 적용해 볼 수 있습니다. 빈곤과 혼돈의 시대는 권력에 의해 좌지우지되는 정경유착 등이 벌어지게 되죠. 공동 목표 시대에는 목표를 이루기 위한 수단이 필요해지면서 기술자체가 중요해집니다. 개성과 가치가 중시

되면서 틈새 시장이 생겨나고, 기술 간 융합도 빈번하게 일어나게 되죠. 한 차원 더 발전하기 위해서 사람들은 서비스를 강조하기 시작했습니다. 개인이 노력하지 않아도 제공되는 서비스만으로 만족감을 느낄 수 있게 되죠. 이 시대는 플랫폼과 인공 지능이 결합하고 사람이 중심이 되면서 기술과 인문학의 결합 등이 나타나게 됩니다. 선진문화 단계에서는 플랫폼 기반으로 콘텐츠가 생산됩니다. 이 전 단계에서는 플랫폼 참여자들은 만들어지는 리소스들을 소비하는 입장이었지만 이 시대에서는 플랫폼 참여자 스스로가 리소스가 됩니다. 대표적인 것이 오픈 소스죠. 또한 이 시대는 기술 기반 위에 인문학적 설계가 더해지는 사회적 구조가 됩니다. 이런 사회적 구조 안에서 비즈니스 아이템을 결정할 때에는 사회가 어느 단계를 지나고 있는 지에 대한 분석, 어느 단계에서 효율적으로 잘 할 수 있는 지에 따라 관심 아이템이 결정될 수 있습니다.



Simple

# Empathy SimpleX Internet

IT비즈니스 분야의 포트폴리오를 완성하고 있는 성공기업입니다.



## 효율적 마케팅 전략

아이템의 선택되면 마케팅이 중요해집니다. 저희 회사는 이론을 중요시 여기는 기업입니다. 때문에 마케팅 세부 전략을 잘 때에도 큰 틀에서 마케팅 속성 등을 염두해두는 편입니다. 고객이 어떤 상품을 선택할 때 이성적 판단으로 합리적인 가격인가, 최고의 사양, 최고의 서비스인가를 먼저 따지게 됩니다. 하지만 이성은 만든 사람의 의도가 숨겨져 있을 수 있기 때문에 잘 믿기 힘듭니다. 이성보다는 기업이 가지고 있는 인간성에 더 신뢰를 느낄 수 있습니다. 때문에 기업들은 양심적인 기업으로서 모범을 보일 수 있도록 해야 합니다.

기업이 갖고 있는 인간적 면모보다 더 고객의 마음을 사로잡는 것이 바로 헌신과 투자입니다. 기업이 상품이나 서비스의 질적 향상을 위해 강한 투자와 헌신적 서비스를 보여준다고 느낀다면 고객은 그 기업에 믿음을 가질 수 있을 것입니다.

기업과 소비자, 정치인과 유권자를 놓고 생각을 해보면 기업과 정치인은 세력을 확대하고자 하는 속성이 있고, 소비자와 유권자는 최선의 선택을 하고자 하는 속성이 있습니다. 기업은 소비자에게 브랜드나 기업 상품을 각인시키기 위해 자질적으로 뛰어나며, 능력과 고객에 대한 관심이 많고, AS 등 사후 이슈에 대한 관심도 많다는 것을 알려줘야 할 필요가 있습니다. 그런 노력을 통해 고객의 믿음을 얻은 권위 있는 브랜드로 자리매김하는 것이 곧 성공적인 마케팅 전략이라고 생각합니다.

# Free SimpleX Internet

창의적이고 열정이 묻어나는 유쾌한 기업문화를 만들어 갑니다.



## 조직과 소통

기업 경영에서 빠질 수 없는 화두가 바로 조직 내 소통입니다. 조직을 경영함에 있어 소통은 단순히 정보를 전달한다는 것 이상의 의미를 갖고 있습니다. 오다 노부나가와 도요토미 히데요시, 도쿠가와 이에야스 일본의 대표적인 3명의 인물입니다. 이들은 각각 다른 조직 경영 방식을 가지고 있었습니다. 그들이 남긴 대표적인 말들이 그것을 이야기해주고 있죠. 오다 노부나가는 “울지 않는 새는 죽어버려라”라고 했고, 도요토미 히데요시는 “울지 않는 새는 울도록 만들자”라고 했으며, 도쿠가와 이에야스는 “울지 않는 새는 울 때까지 기다린다”고 했습니다. 핵심은 ‘죽인다’, ‘울게 만든다’, ‘울 때까지 기다린다’입니다.

보통 조직을 보면 핵심사원, 핵심팀장, 경영자, 이사회, 주주 순으로 구성이 되어 있습니다. 권력이라는 건 크게 두 가지 종류가 있습니다. 명분적, 실질적 권력입니다. 조직이 안정적이면 위에 말한 순서대로 명분적 권력이 성립되게 됩니다. 하지만 반대로 국가 위기가 오거나 다변화되는 사회라면 아래로부터 실질적 권력이 생겨나게 되죠.

경영의 관점에서 나와 실질적 권력 사이의 거리가 한 단계나 두 단계나 두 단계 이상이나가 본인 스스로 판단하는 것이 중요합니다. 벤처기업의 경우 핵심 기술 가지고 창업한 CEO는 강력한 권력이 있겠죠? 앞서 말씀 드렸던 히데요시 스타일은 명분적 권력을 가지고 있는데 실질적 권력과 한 단계 정도가 됩니다. 이 정도 관계에서 합리적 행동은 실질적 권력과 잘 지내는 것입니다. 만약 두 단계 이상 차이 나면 때를 기다리는 이에야스 스타일이 되겠죠. 물론 실질적 권력은 처해진 상황, 일의 스펙트럼에 따라 달라질 수 있습니다. 그 권력 이동에 따라 합리적으로 행동할 수 있는 것이 중요합니다.

다음으로 소통에 대해 이야기 해보겠습니다. 사람은 기본적으로 정답을 추구하지만 조기 결론을 원하게 됩니다. 때문에 평소 전체적으로 조직 내 소통이 원활하지 않으면 구성원들이 부정적 결론에 빨리 도달하게 됩니다. 조직 내에서 소통을 강조하는 이유는 단순한 정보 공유의 기능을 넘어 조직 전체의 긍정적 신뢰를 위해 필수적이라 할 수 있습니다.

## ○ 인재 특성

인재에 대한 등급을 이야기해보면 세상을 보는 안목을 가진 자, 개념적 사고, 전략을 짤 수 있는 자, 일머리 즉 전략이 나오면 그에 따른 일의 시나리오를 짤 수 있는 자, 그리고 추진력이 있는 자, 마무리를 잘하는 자로 나눌 수 있습니다. 사회 구조가 안정화된 단계에서는 왼쪽 방향으로 중요성이 강조되고, 사회 패러다임이 변화하는 시기에는 오른쪽으로 중요성이 이동하게 됩니다.

패러다임 변동기에는 해결사가 인재상이 됩니다. 위기 시 이슈를 해결할 수 있는 능력이 있는 사람이 해결사가 되는 거죠. 하지만 시간이 좀 더 흐르고 안정화단계가 되면 약점이 없고, 두루두루 다방면에서 다 잘하는 사람이 인재가 될 수 있습니다. 해결사의 존재는 또 다른 관점에서 볼 수도 있습니다. 길을 지나가다가 돌을 주었는데 금이 박혀 있다고 하면 이걸 금덩이가 되죠. 하지만 회사 대리석 기둥에 흠집이 나면 이걸 그냥 쓰레기가 됩니다. 역사를 봐도 그렇습니다. 삼국지는 처음에 재미가 없다가 관우, 장비가 나타나면 재미가 있어집니다. 왜냐하면 상황과 위기를 해결하기 때문이죠. 이들도 약점이 나타나고 위기가 해결이 되지 않자 브레인인 제갈공명이 등장하게 되죠. 더 재미있어집니다. 그러다 결국 이들의 약점에 의해 다 죽게 됩니다. 결국은 해결에 의해 재미있어지다가 약점에 의해 망하는 구조가 되는 것입니다.

보통은 해결사에서 보편적 인간으로의 전환이 잘 안됩니다. 역사적 흐름이나 기업, 조직에서 보면 이 전환이 잘 안될 때 나오는 이야기가 인적 청산이기도 합니다. 인적 청산이 되지 않고 가면 효율적이지 못하게 될 수 있죠.

그 다음으로 관상에 대한 이야기를 해볼까 합니다. 인재에 대해 일반적인 인재상이 있어도 사람을 보고 판단하는 일은 매우 어려운 일입니다. 그래서 그나마 사람을 잘 알아보기

위해 만들어놓은 체계가 관상이죠. 저는 여기서 전통적 관상에 대해 이야기하고자 하는 것은 아닙니다. 일단 자주 듣는 이야기 중에 “영업을 몇 십년 했다”, “시장에서 장사를 얼마나 했다”는 사람들은 사람을 볼 때 어떤 유형의 사람인 줄 알 수 있다는 이야기가 있습니다. 오랜 경험을 바탕으로 가능한 일이란 뜻입니다. 이처럼 다양한 경험이 있으면 사람 얼굴만 봐도 내면을 안다는 설이 있습니다.

우리고 어떤 사람을 만나서 친해지면 그 사람만의 미묘한 느낌, 특징을 알게 됩니다. 처음엔 잘 모르지만 한 사람에 대해 오래 알게 되면 그걸 알게 됩니다. 그런 것들을 생각하면 얼굴에서 내면을 캐치해내는 메커니즘은 분명히 있는 것 같은데 사실 알기가 힘든 겁니다. 여기서 유사한 얼굴이면 유사한 내면을 가진다는 ‘유사 얼굴 유사 내면의 법칙’을 생각해볼 수 있습니다.

카리스마를 예로 들어 봅시다. 포커페이스가 제일이라고 하지만 전쟁 중에도 정보 교환은 이뤄집니다. 전체 정보를 다 가리는 것보다 더 유리한 것이 일부 정보는 공개하는 것입니다. 사람도 전체 내면의 일부 정보를 얼굴로 보여주는데 그 일부가 겉으로 보여지는 것이 바로 카리스마가 될 수 있습니다. 비즈니스를 하거나 어떤 공동 작업을 할 때 카리스마 있는 사람이 있으면 저 사람의 의지를 나의 의지로 바꾸려면 엄청난 에너지가 필요할 것 같다는 느낌이 올 것입니다. 그럴 경우엔 그와 대적하기 보다 차라리 맞추게 되죠.

이처럼 사람은 의도적으로도 자신의 내면을 바깥으로 들어내게 됩니다. 사람의 내면은 다양한 개성들이 있는 데 완성도가 떨어지는 것과 완성도가 높은 것으로 나뉘볼 수 있습니다. 완성도가 높은 것은 본성에 가깝고, 완성도가 낮은 것은 후천적 요소나 외부 요인에 의해 결정되기 쉽죠.

결론적으로는 사람을 볼 때 본성적인 것과 후천적인 것을 분리하는 훈련만 해도 그 사람에 대한 이해를 잘 할 수 있다는 이야기를 하고 싶습니다. 스튜어디스가 본인을 보고 웃는다고 해서 나를 좋아한다고 생각하는 것은 착각이죠. 내면에서 우리나라와 나를 진심으로 좋아하기 때문에 보여지는 미소와 구별을 할 줄 알아야 한다는 겁니다. 그 두 개의 개성을 잘 분리해서 판단하는 것이 중요합니다.

# Reliance SimpleX Internet

신뢰를 바탕으로 한 실천경영기업으로 성장하겠습니다.



## 마치며

앞에 설명했던 내용들에 대해서는 그 구조나 매커니즘에 대해 한번 잘 파악해보고 생각해 보았으면 합니다. 또 강조하고 싶은 것은 학교에서의 학생은 무엇을 해야 하나를 생각했으면 하는 겁니다. 사실 이제껏 이야기한 것은 비즈니스에서 중요한 내용들이었습니다.

사회에 나오면 아무래도 이해관계의 집단이기에 사람과의 관계에서 믿음과 신뢰에 한계가 있을 수 있습니다. 하지만 학교는 이해관계의 집단이 아닌 만큼 학창시절에 서로 간에 순수한 믿음과 신용을 창출해 인생을 살아가는 자산을 만드셨으면 합니다. 감사합니다.



# 03



## Action and reaction

뉴턴의 운동 제3법칙 작용 · 반작용의 법칙

### Part3

연구 조호진(컴퓨터공학과)	156
칼럼 피부(우르오스)	162
국책연구소 한국해양과학기술원	166
자유기고 문재석(화학공학과)	178
연구 임현규(화학공학과)	186
GSA활동 제2회 GSA배 풋살대회를 마치며..	192
칼럼 여행	196





# ?? ???? (Image Deblurring)

글 • 컴퓨터공학과 통합과정 **조호진**

지도교수 • 이승용

mail • NUCL23@postech.ac.kr

소속 • 컴퓨터그래픽스 (CG)

## 01 영상 디블러링 기술의 필요성

최근 DSLR 및 스마트 폰의 확산과 더불어 디지털 카메라가 널리 사용되고 있다. 일반적으로 어두운 환경에서 사진 촬영 시 부족한 광량을 채우기 위해 노출 시간이 길어지게 되고, 사용자의 손떨림이 영상에 블러를 일으키게 된다. 이와 같이 카메라나 물체의 움직임 때문에 생기는 블러를 모션 블러라 한다. 촬영된 사진이 모션 블러를 포함하는 경우에는 일반적으로 재촬영을 통해 선명한 영상을 확보할 수 있지만, 기념행사와 같이 특정한 순간을 촬영하는 경우에는 이미 지나간 순간을 다시 촬영하는 것이 어렵다. 특히, CCTV 및 차량 블랙박스과 같은 카메라는 특정 사건을 기록하는 것이 목적이므로 재촬영이 불가능하다. 따라서 소프트웨어를 이용한 후처리 기반의 영상 디블러링 (블러 제거) 기술이 요구되며, 최근 국내외 연구기관에서 다양한 기술들을 개발하고 있다. 이 글에서는 컴퓨터공학과 그래픽스 연구실에서 개발한 영상 디블러링 기술을 소개한다.

## 02 모션 블러의 수학적 모델

균일 모션 영상 블러란 영상의 각 픽셀들이 모두 동일한 형태로 블러가 된 것을 의미한다. 이런 균일 모션 영상 블러는 일반적으로 다음과 같은 형태로 표현된다.

아래 그림에서 \*는 컨볼루션(convolution) 연산이며, 선명한 영상의 각 픽셀들이 블러커널로 표현되는 카메라 궤적을 따라서 섞이게 된다는 것을 의미한다. 일반적인 영상 디블러링 문제에서는 블러 영상만 알고 있는 상태에서 블러커널과 선명한 영상을 추정해 내야 하는데, 하나의 블러 영상만을 이용하여 더 많은 정보를 알아내야 하기 때문에 매우 어려운 문제이다.

지금까지 개발된 대부분의 디블러링 방법들은 선명한 영상들에 포함된 에지(edge)들의 통계적인 특성을 만족하도록 블러커널과 선명한 영상을 추정하는 방식이었는데, 이 방식은 통계적인 특성을 이용하여 최적화하는데 시간이 많이 걸린다. 본 글에서 소개하는 영상 디블러링 기술은 복잡한 최적화 대신에, 첫째로 블러가 있는 영상 내의 중요한 에지들이 블러가 있기 전에 어떤 형태를 띠었는지를 알아낼 수 있다면 이를 블러 영상의 에지와 비교하여 블러를 추정할 수 있다는 점과, 둘째로 완전히 복원된 선명한 영상이 없더라도 중요한 에지의 형태만 알 수 있다면 모션 블러를 추정할 수 있다는 점을 이용한다. 이와 같은 사실에 근거하여, 빠르게 수행될 수 있는 영상 필터와 임계값을 이용하여 선명한 영상의 에지를 예측함으로써 기존의 방법보다 수십 배 이상 빠르게 블러를 추정하고 제거할 수 있다.



블러 영상의 에지



선명한 영상의 에지



블러 영상

=



선명한 영상

\*



블러 커널

## 03 영상 디블러링 알고리즘

포항공과대학교에서 개발한 영상 디블러링 기술은 크게 세 단계로 이루어져 있다. 위 그림을 참고하면, 우선 (1) 선명한 영상의 에지 정보를 예측해 내는 선명한 영상 예측 단계와 (2) 예측된 선명한 영상과 블러가 있는 영상을 비교하여 블러커널을 추정해 내는 블러커널 추정 단계, 그리고 (3) 추정된 블러커널을 이용하여 선명한 영상을 복원해 내는 영상 복원 단계이다. 영상 복원 단계의 결과는 다시 선명한 영상 예측 단계의 입력으로 사용되며, 이 세 단계를 블러커널이 더 이상 개선되지 않을 때까지 반복하여 수행한다. 또한 모션의 크기가 큰 블러를 효과적으로 추정하기 위하여 다운샘플링(down sampling)된 영상으로부터 결과를 얻은 후, 이를 다시 큰 영상에 적용하여 결과를 얻는 다중 스케일 처리 방법을 이용한다. 다시 말해서, 작은 크기의 영상으로부터 블러가 제거된 영상을 얻은 후, 이를 이중선형 보간법(bilinear interpolation)을 이용하여 그 다음 단계의 큰 입력 영상으로 사용한다. 앞에서 언급한 세 단계를 반복적으로 수행한 후에는 입력 블러 영상이 포함하는 모션 블러 정보를 획득하게 되며, 이렇게 추정된 블러커널과 입력 블러 영상을 이용하여 마지막 단계에서 시각적으로 좋은 품질을 갖는 선명한 영상을 복원하게 된다. 커널 추정의 세 단계를 수행하면서 복원된 영상은 시각적으로 좋은 품질을 가질 필요가 없고 블러커널 추정에 필요한 에지 정보만 제공할 수 있도록 복원되기 때문에 사용자가 원하는 품질 기준을 만족시키기 어려우며, 이를 해결하기 위해서 최종 영상 복원 단계가 필요하다. 최종 영상 복원 단계에서는 기존의 좋은 품질을 내는 복원 방법들 중의 하나를 사용하여 복원을 수행한다.

영상 디블러링 기술은 일반적인 영상 필터링과 다르며, 모션 블러를 유발하는 복잡한 형태의 카메라 궤적을 추정할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 하지만, 복잡한 카메라 궤적은 한 번의 연산으로 추정이 어렵기 때문에 커널 추정의 세 단계를 반복적으로 수행해야 하며, 이 과정에서 단순한 영상 선명화 필터보다 연산 시간이 더 필요하게 된다. 포항공과대학교에서 개발한 영상 디블러링 기술은 기존의 디블러링 기술들과 달리, 빠르게 수행될 수 있는 필터링과 임계값을 이용한 선명한 영상 예측 단계를 도입함으로 전체적인 블러 추정/제거 시간을 수십 배 이상 가속화 하였고, 실용성을 증대시켰다.



## 04 디블러링 기술의 실행 예

우선 본 글에서 소개하는 영상 디블러링 기술의 처리 속도를 비교하기 위해 기존의 다른 디블러링 기술들과 동일한 영상으로 블러 제거를 수행하였다.



입력 블러 영상 (640x480)



디블러링 결과 및 추정된 커널

디블러링 기술	처리 시간
Fergus, 2006	1시간 25분
Shan, 2008	4분 48초
제안된 방법, 2009	약 4.5초(CPU) 약 0.7초(GPU)

포항공과대학교에서 개발된 방법은 기존 기술과 비교하여, 동일한 CPU로 처리할 때 약 40~60배 이상 빠른 속도를 보장하면서 시각적으로 유사한 수준의 복원 결과를 보였으며, 이를 GPU로 가속화 하였을 때는 600~800배 이상 빠른 속도를 보였다. 다음은 다른 영상들에 대한 모션 블러 제거 결과를 보여준다.

입력 블러 영상



결과 영상



영상 크기	1024 X 768
커널 크기	49 X 47
처리 시간 (CPU)	18,656초
처리 시간 (GPU)	2,125초

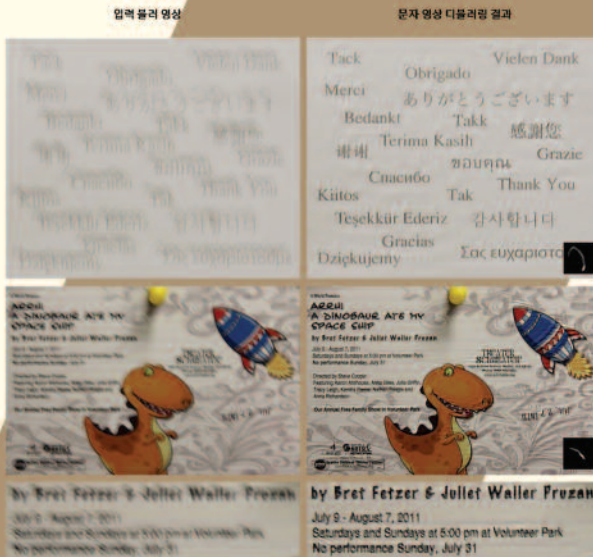


영상 크기	972 X 966
커널 크기	65 X 93
처리 시간 (CPU)	18,813초
처리 시간 (GPU)	5,766초



영상 크기	858 X 558
커널 크기	61 X 43
처리 시간 (CPU)	8,969초
처리 시간 (GPU)	0.703초

최근에는 이러한 모션 블러 제거 기술을 확장하여 다음과 같은 문자 영상에 특화된 디블러링 기술을 개발하기도 하였다. 문자 디블러링 기술은 포렌식(forensics) 및 자동차 번호판 복원과 같이 중요한 분야에 응용될 수 있을 것이다.



## 05 기술의 개선 방향

제안된 영상 디블러링 기술은 영상의 중요한 몇몇 에지 만으로도 충분히 모션 블러를 추정할 수 있다는 아이디어를 이용하여 모션 블러를 훨씬 빠른 속도로 제거할 수 있는 방법이다. 특히, 선명한 영상 예측 단계에서 필터링과 같은 간단한 영상 처리 도구를 사용하여 완전하게 복원된 선명한 영상 없이도 복잡한 카메라 모션을 빠르게 추정할 수 있으며, 기존의 방법과 비교하여 복원 영상의 품질이 저하되지 않으면서 매우 빠른 복원 속도를 보장한다.

그럼에도 불구하고, 영상 디블러링 기술들은 비디오에 실시간으로 적용되기는 어려운 한계점이 있다. 현재 소개한 기술을 실용적으로 CCTV에 적용하기 위해서는, 블러를 포함하는 특정 프레임을 추출하여 해당 프레임에 디블러링 기술을 적용하여 분석 시에 사용할 수 있을 것이다. 비디오에 실시간으로 적용하기 위해서는 현재 디블러링 기술을 더 빠르게 할 수 있는 연구가 필요하다.

다른 한편으로는, 본 글에서 소개한 영상 디블러링 기술은 영상의 모든 픽셀들이 동일한 모션을 갖는 균일 모션을 대상으로 하였다. 실제 촬영된 영상 및 비디오에서는 비균일 모션 블러(예: 카메라 회전, 사람/차량과 같은 객체 움직임 등)가 발생할 수 있는데, 이러한 경우에는 해당 영상 및 비디오를 여러 영역으로 분리하여, 균일 모션을 갖는 영역에 대해서 각각 영상 디블러링을 수행하여 효과적으로 비균일 모션 블러를 처리할 수 있다.

12월, 본격적인 겨울 추위가 시작되면서 몸도, 피부도 면역력이 약해지는 시기다. 여름철 자외선에 장시간 노출됐던 피부가 겨울 날씨를 만나면 급격히 건조해지며 각종 피부 트러블까지 유발할 수 있다. 특히 겨울철에는 얼굴뿐 아니라 두피와 바디 피부 또한 건조해지기 쉬워 각별한 관리가 필요하다.

# HOW TO MAN'S SKIN CARE

## 겨울철 건조한 피부 걱정 끝!

우르오스로 머리부터 발끝까지 촉촉한 오빠피부 완성

스킨, 로션 둘 다 바르기 귀찮다면?

올인원 보습제품으로 간편하게 촉촉함 유지하기

평소 피부 관리에 관심이 없는 남성들은 세안 후 스킨이나 로션 바르기를 귀찮아 하는 경우가 많다. 특히 요즘에는 남성 화장품도 스킨, 에센스 등 보습 제품의 종류가 다양해져 남성들의 피부 관리를 더욱 어렵게 만들고 있다. 하지만 겨울철 세안 후 보습을 충분히 하지 않으면 피부 당김이나 각질뿐 아니라 잔주름까지 생기는 등 급격한 피부노화의 원인이 될 수도 있다. 우르오스의 보습라인은 피부 관리를 귀찮아 하는 남성들을 위해 스킨과 로션을 하나로 합친 올인원(All-in-one) 제품으로 구성되어 한 병

만으로도 촉촉한 피부를 유지할 수 있다. 에너지 시그널 AMP 성분이 피부를 부드럽고 매끈하게 유지시켜 줄 뿐 아니라 9가지 허브 추출물이 면도 및 외부 자극으로 손상된 남성 피부를 진정시켜준다. 인공향료, 인공색소 등 피부에 해로운 성분이 포함되어 있지 않아 더욱 건강한 피부 관리를 돕는다. 피부 타입에 따라 지/복합성 피부는 산뜻한 워터 타입의 스킨로션을, 중/건성 피부는 촉촉한 밀크 타입의 스킨밀크를, 극건성/건성피부는 고보습 크림타입의 스킨크림을 사용하면 된다.



## 겨울 햇빛 무시하면 큰 코 다친다! 스키장, 겨울 캠핑 등 야외활동 시 자외선 차단제로 피부 보호

많은 남성들이 자외선 차단제는 여름철 피부 관리 제품이라고 생각하는 경우가 많다. 하지만 자외선은 사계절 내내 조심해야 할 피부 최대의 적. 특히 겨울철 대표 스포츠인 스키를 즐길 때에는 흰 눈에 반사되는 햇빛이 피부를 공격해 여름철보다 자외선에 더욱 심하게 노출 될 수도 있다. 자외선 차단이 필요하다는 것은 알면서도 끈적끈적한 느낌이 싫어 바르기가 꺼려지는 남성들이라면 우르오스의 플러스 선블럭을 주목하자. 플러스 선블럭은 SPF50+ PA+++의 강력한 자외선 차단 기능과 워터 프루프

기능을 제공하면서도 끈적임 없는 발림성으로 흡수가 빨라 마치 스킨을 바르는 듯 한 느낌을 준다. 백탁 현상이 전혀 없으며 에너지 시그널 AMP와 9가지 허브 추출물이 함유되어 있어 피부 보습도 동시에 가능하다.

## 겨울철 건조해지는 두피, 아미노산계 샴푸로 건강하게 관리하자

날씨가 추워지면서 비듬이나 각질 등으로 고민하는 남성들이라면 올 겨울에는 샴푸를 바꿔보자. 겨울철에는 얼굴 피부뿐 아니라 두피도 건조해지기 쉬워 더욱 각별한 관리가 필요하다. 건조해진 두피는



500ml 18,200원 / 300ml 13,200원

### 우르오스 스킨워시

촉촉한 반투명 액상 타입으로 풍성한 잔 거품이 모공 속 노폐물까지 말끔하게 씻어주며 효모/감귤 발효 추출물로 신경 쓰이는 체취 및 땀냄새를 제거하는데 탁월하다. 각질 및 유분 감소로 상쾌한 사용감뿐 아니라 촉촉한 보습감을 제공해 건강하고 매끄러운 피부로 가꿔준다. 무 인공향료/ 무 인공색소.



스킨로션 / 스킨워시 200ml 29,700원  
스킨크림 80g 19,800원

### 우르오스 보습라인

스킨과 로션을 하나로 간편하게 사용하는 All in One(올인원) 제품으로 에너지 시그널 AMP성분이 피부를 촉촉하고 매끈하게 유지시켜 준다. 9가지 허브 추출물이 면도 및 외부 자극으로 손상된 남성 피부를 진정시켜 준다. 피부 타입별로 지/복합성은 산뜻한 워터 타입의 스킨로션을, 중/건성은 촉촉한 밀크 타입의 스킨밀크, 극건성/건성피부는 고보습 크림타입의 스킨크림을 사용하면 된다. 무 파라벤/ 무 인공향료/무 인공색소

각질과 비듬 등 각종 트러블을 유발해 탈모의 원인이 될 수도 있다. 우르오스 스칼프 샴푸는 저자극의 고급 아미노산계 성분을 사용하여 자극이나 트러블 걱정 없이 부드럽고 깨끗한 두피 관리를 돕는다. 피지와 노폐물 제거, 비듬, 가려움을 덜어주는 데 효과적일 뿐 아니라 코어셀베이션 린스 효과가 모발을 부드럽게 해 행굴 때 두피의 당김을 최소화 한다. 실리콘, 인공향료, 인공착색제, 파라벤 등 두피에 해로운 성분이 포함되어 있지 않아 두피를 더욱 건강하게 관리할 수 있다.

# ULOS



25ml 22,000원

## 우르오스 플러스 선블럭

끈적임 없는 발림성으로 흡수가 빨라 마치 스킨을 바르는 듯 한 느낌을 준다. SPF50+ PA++++의 강력한 자외선 차단 기능과 워터프루프 기능을 제공해 야외활동과 스포츠 활동 시 태양으로부터 피부를 지켜준다. 백탁 현상이 없으며 세안 시 전용 세안제가 불필요하다. 에너지 시그널 AMP와 9가지 허브 추출물이 함유되어 있어 피부 보습도 동시에 가능하다.

## 각질 제거에 탁월한 바디 제품으로 샤워하면서 보습까지 한번에!

겨울철에는 얼굴뿐 아니라 팔, 다리 등을 비롯해 몸의 곳곳이 건조해지지만 샤워 후 바디크림까지 바르는 번거로워 고민하는 남성들이 많다. 그럴 때에는 샤워 시 사용하는 바디용품만 잘 골라도 촉촉함을 유지할 수 있다. 우르오스 스킨워시는 각질 및 유분 감소로 상쾌한 사용감 뿐 아니라 촉촉한 보습감을 제공해 남성 피부를 건강하고 매끄럽게 가꿔주는 제품이다. 촉촉한 반투명 액상 타입으로 풍성한 잔 거품이 모공 속 노폐물까지 말끔하게 씻어주며 효모/감즙 추출물로 신경 쓰이는 체취와 땀냄새를 제거하는 데에도 탁월하다.



500ml 29,700원 / 300ml 19,800원

## 우르오스 스칼프 샴푸

고급 아미노산계 세정성분으로 두피에 자극이 적은 남성 전용 두피샴푸이며 피지와 노폐물 제거 및 비듬, 가려움을 덜어주는데 효과적이다. 코어셀베이션 린스 효과가 모발을 부드럽게 해 행굴 때 두피의 당김을 최소화 한다. 무 실리콘/인공향료/인공착색제/파라벤.

국가 해양 과학기술을 선도하는

# 한국 해양과학기술원 KIOST



# 지금은 해양 시대

육지의 활용면적이 갈수록 줄어들고, 육상자원의 공급여력 또한 한계에 봉착함에 따라 인류는 바다가 지닌 가능성에 주목하고 있다. 해양은 인류의 생존에 직결되는 식량과 에너지를 무궁무진하게 내포하고 있는 자원의 보고이며, 오늘날 전지구적인 환경·기후변화 문제의 해답을 찾을 수 있는 유일한 곳이다. 그리고 이러한 해양의 무한한 가치를 밝히는 기술이 바로, 해양과학기술이다.

한국해양과학기술원은 1973년 설립 이후 40년 간 바다를 연구해 온 국내 유일의 종합해양연구기관이다. 설립 당시 해양과학 분야의 불모지나 다름없었던 우리나라가 오늘날 세계적인 해양경쟁력을 갖추는 데 중추적인 역할을 담당해 왔다.

바다가 가진 공간적·산업적·정책적 가치는 시간이 흐를수록 높아지고 있다. 이에 한국해양과학기술원은 해양지질, 해양생명, 해양공학, 해양환경, 해양관측, 해양정책, 그리고 해양관련 융·복합연구에 이르기까지 연구 영역을 확대하여, 다각적이고 종합적인 연구 활동을 수행하고 있다.

뿐만 아니라 연구거점도 점진적으로 확장하여, 현재 경기 안산 본원을 비롯하여 대전 선박해양플랜트연구소, 경남 거제 남해연구소, 경북 울진 동해연구소 등 세 곳의 분원과 중국 칭다오의 한·중해양과학공동연구센터, 마이크로네시아 축 주의 태평양해양연구센터, 페루 리마의 한·페루(중남미)해양과학공동연구센터 등 세 곳의 해외연구센터, 그리고 미국 워싱턴 주의 KIOST-NOAA Lab과 영국 데번 주의 KIOST-PML Lab 등 두 곳의 국제공동연구실을 운영하고 있다.





## 해양기반 연구

우리나라 해양의 근간을 이루는 기반에 대한 연구로 해양환경·보전 연구, 해양순환기후 연구, 해양생태계 연구의 세 가지로 구성된다.

해양환경·보전연구는 우리나라 연안 및 주변 지역해의 해양물리·화학·지질학적 환경 특성을 규명하는 해양기초과학 연구와 해양오염 사고에 따른 소프트웨어 기반의 방제 관련 연구를 수행하며, 해양순환기후 연구는 우리나라 해역의 해양 변화와 기후를 진단·예측하기 위한 연구를 수행한다. 또한 해양생태계 연구는 우리나라 연안과 열대 해양에 서식하는 해양생물의 지속적이고 건전한 이용을 유도하기 위해 해양생태계의 구조와 기능 연구를 수행한다.



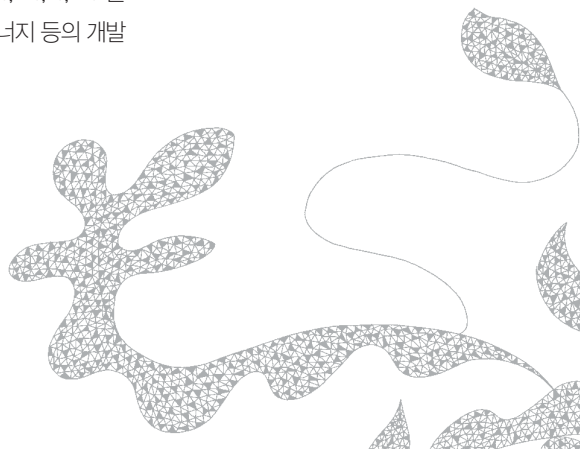
1,400톤급 해양조사선 온누리호

## 응용기술 연구

해양의 무궁무진한 가치를 발굴해내어 우리 삶 속에서 실질적으로 활용하기 위한 연구로 심해저 자원 연구, 연안개발·에너지 연구, 해양바이오 연구의 세 가지로 구성된다.

심해저자원 연구는 국내외 해역에 분포하는 해양 광물자원에 대한 연구를 수행한다. 이에 따라 금속 광물자원의 안정적 공급원 확보를 위해 태평양 및 인도양 공해상과 남태평양 도서국가의 배타적 경제수역(EEZ) 내에 분포하는 망간단괴, 해저열수광상, 망간각 등의 개발과 이용을 위한 다학제적 연구를 수행한다.

연안개발·에너지 연구는 항만을 포함한 연안공간의 효율적 활용 및 가치 향상, 해양 청정 에너지 확보를 위한 미래형 첨단 항만 기술, 해양 공간 창출 및 활용 기술, 그리고 해양 에너지 자원의 개발과 이용에 관련한 연구를 수행하며, 해양바이오 연구는 해양생명 현상 연구에 MT, BT, IT, NT 분야의 첨단 융복합 기술을 적용함으로써 바이오 신소재, 신의약 소재, 해양 그린 에너지 등의 개발을 연구하고 있다.

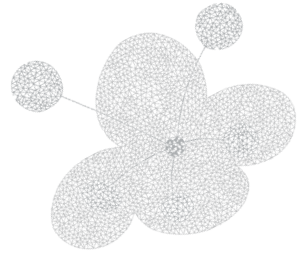


## 특성화 연구

우리나라 주변 및 열대해양 고유의 특성을 관찰하고 분석하여, 내일의 해양을 그려나가는 연구로 연안재해·재난 연구, 해양위성 연구, 해양방위 연구, 해외생물자원 연구의 네 가지로 구성된다.

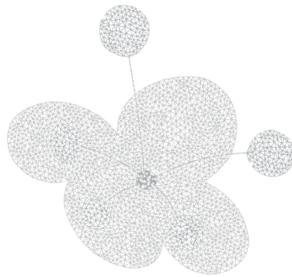
연안재해·재난 연구는 태풍에 대한 예측력을 향상시키고, 지구 변화에 따른 연안의 침식해일, 연안 방재 기반 자료 산출 등 연안 재해 저감 및 방지를 위한 연구를 수행하며, 해양위성 연구는 위성 및 음파신호를 이용한 원격 해양관측 방법을 이용해 수괴 및 해저(면)의 탐색, 해양의 물리적 특성 관측 및 관련 기술 개발에 관한 연구를 중점 수행한다.

해양방위연구는 해양 영토 방위를 위해 한반도 주변 해역의 특성을 규명하고, 변화를 감시하기 위한 시스템을 개발·관리하는 연구를 수행하며, 해외생물자원 연구는 해외 해양에 사는 해양생물을 분석·감시하는 한편, 각 지역 해양생물의 지속적인 활용을 진작시키기 위해 해외 해양에 특화된 해양생태계의 체계와 기능 연구를 수행한다.



## 해양정책 연구

국가 해양 정책의 싱크탱크 역할을 담당, 대형 융복합 연구 프로그램 개발과 연구 기획, 연구개발 성과의 산업화 촉진을 위한 경제성 분석 등의 연구를 수행한다. 해양영토 및 공간관리, 기후변화 및 해양환경, 해양자원 이용 개발, 해양 산업화 등 해양과학기술과 관련한 다양한 분야의 정책을 연구하고 있으며, 국내외 해양과학기술과 해양산업의 동향을 조사·분석하여 각 분야에 적합한 연구개발 전략을 수립하고 있다.



미세조류 바이오디젤 실증실험장



태평양연구센터 수중탐사활동



안산본원 본관동



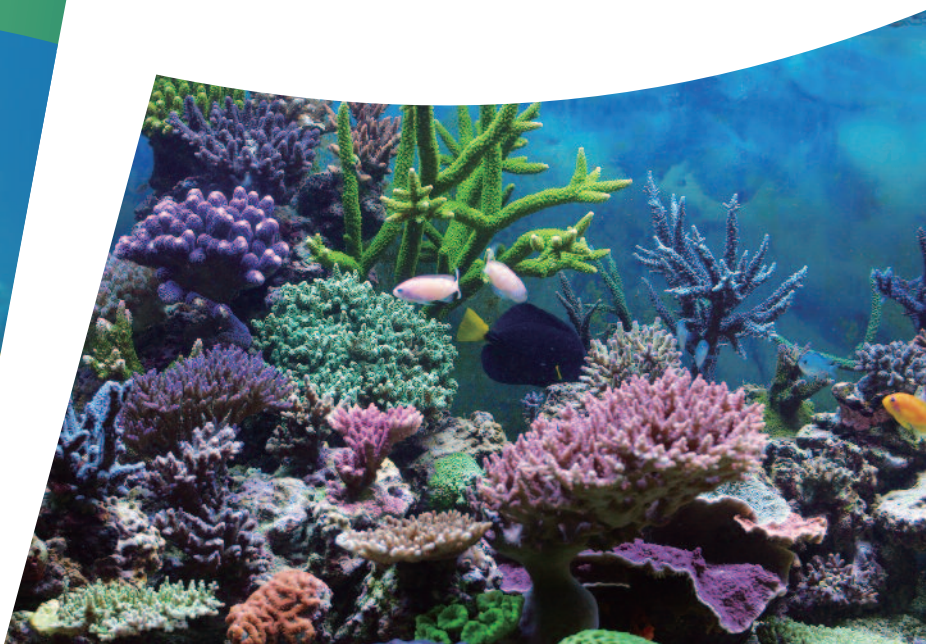
심해 무인 잠수정 해미라

## 해양관측기술·자료 연구

해양관측기술·자료 연구는 해양과학데이터센터를 통해 우리나라의 해양과학데이터 모두를 철저히 관리, DB로 구축하여 해양과학데이터 관리 정책 및 기술 개발에 대한 연구를 수행한다. 또한 기기 검교정·분석센터를 통해 해양관측·조사 자료의 품질보증을 위한 정도 관리 체계를 운영함으로써 세계 최고 수준의 신뢰도를 가진 해양자료 정보 서비스의 제공 기반을 마련하고 있다.

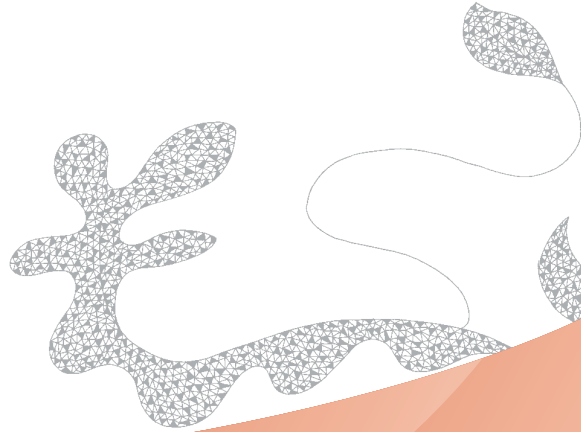
## 선박해양플랜트 연구

해양공간 및 자원의 개발과 이용을 위한 필수 기술인 해양 구조물-플랜트 엔지니어링의 원천 핵심 기술, 해양 에너지 자원-해양 수자원 개발을 위해 필요한 해양 시설물 설계 및 성능평가 기술을 연구하고 있다. 최근에는 부유식 해상 터미널, 해양구조물의 극한응답, 파력 발전장치, 선박의 파랑 하중, 해양 심층수 등을 중점적으로 연구 중이다.



## 남해·동해 등 특정 해역 연구

국내 동·서·남해역, 제주도·울릉도 주변 해역 등 특정 지역의 해양생태계와 해양환경, 해양자원 등을 다각적으로 조사분석함으로써 각 해역의 특성을 규명하고 새로운 해양가치를 창출하기 위한 연구를 수행한다. 또한 국가지정 독도전문연구기관으로서 독도전문연구센터를 설치, 독도 주변 해역과 EEZ 관할 해역에 대한 연구 수행을 통해 해양주권 확립에 기여하고 있다.



KIOST의 바다는 인류의 행복이 자라는 곳입니다. 바다에 생명력과 기술을 더해 바다와 사람을 잇고 바다, 그 이상의 가치를 만드는 일 KIOST는 바다 연구와 해양과학기술의 개발을 통해 우리 삶의 영역을 넓히고 풍요로운 행복을 창조합니다.

한국해양과학기술원

선박해양플랜트 연구소  
해양CCS연구단  
단장/책임연구원

더 넓은  
가능성의  
바다가  
열리고  
더 큰 희망의  
미래가  
옵니다.

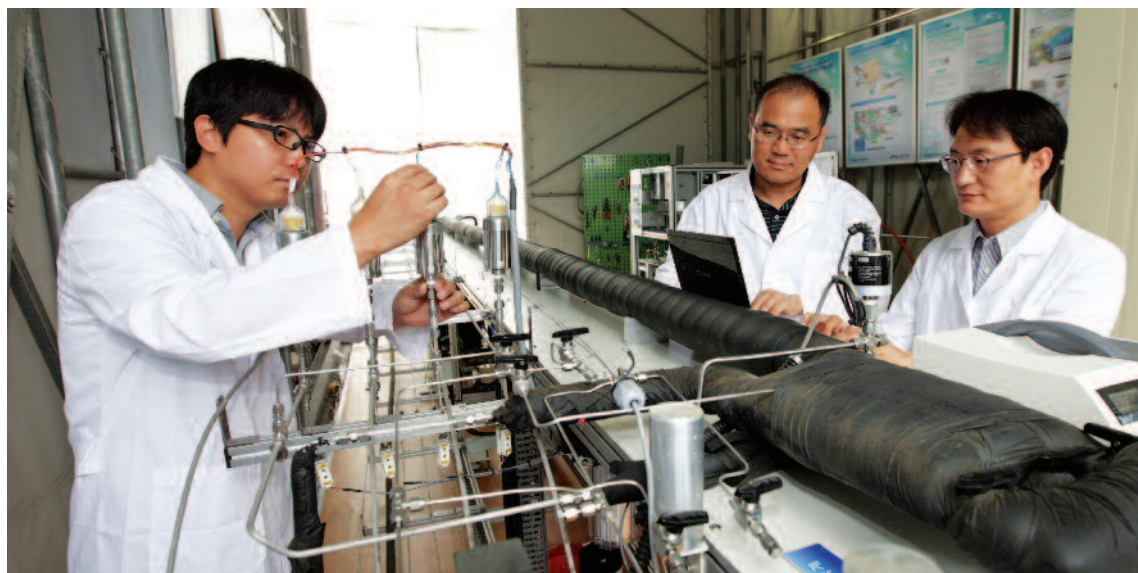
허철

## 현재 근무하고 계신 회사(연구소) 및 부서는?

안녕하세요. 저는 한국해양과학기술원 선박해양플랜트연구소 해양CCS연구단에서 근무하고 있는 허철입니다. 소속기관의 이름이 매우 길지요. 저희 연구원은 해양을 대상으로 자연과학 및 공학을 연구하는 정부출연연구소이고, 제가 근무하고 있는 선박해양플랜트연구소는 대덕 연구단지 내에 위치하고 있으며 주로 공학분야의 연구를 진행하고 있습니다.

## 어떤 일을 하고 계신지 대학원생들에게 소개해 주신다면?

제가 하고 있는 일은 기후변화 대응기술로서 온실가스 저감을 위한 이산화탄소 포집 및 저장(Carbon dioxide Capture and Storage, CCS) 연구를 수행하고 있습니다. CCS 기술은 발전소나 제철소 등에서 대규모로 배출되는 이산화탄소를 분리, 포집 및 수송하여 지하 800m 이하의 저장용량이 매우 큰 해양/육상의 유가스전, 대수층, 석탄층 또는 심해에 안전하게 격리시키는 기술입니다. 이를 세부 단계로 나누면 (1) 대규모의 이산



화탄소를 배출하는 발전소, 제철소 등 발생원에서 연소 후 포집기술, 연소 전 포집기술 및 순산소 연소기술 등을 이용하여 이산화탄소를 회수하는 '포집단계', (2) 포집된 대용량의 이산화탄소를 압축시켜 초임계상태 또는 과냉 액체 상태로 파이프라인을 이용하거나 삼중점 부근까지 액화시켜 선박을 통해 운반하는 '수송단계'와 (3) 수송된 이산화탄소를 해양/육상의 지중 퇴적층에 장기간 안정적으로 주입하는 '저장단계'로 구분할 수 있습니다. 제가 관심을 갖고 수행하고 있는 세부분야는 해양을 매개로 한 이산화탄소 수송과 주입과정에 대한 연구입니다. 좀 더 구체적으로 설명 드리면 퇴적층 내 이산화탄소 거동 수치해석을 통한 주입공정 안전해석, 주입층 내 이산화탄소 거동 전산모사 및 특성 연구, 불순물 포함 이산화탄소 처리공정 안정성 모의실험, 비상 감압 등 비정상 운전상태 안전성 평가 모의실험 등을 수행하고 있습니다.

**현재 근무하시는 회사(연구소)를 최종 선택하게 되신 동기는?**

석·박사 학위과정 중에 제가 해양과 관련된 일을 하리라고 생

각해 본적은 없었는데요.(웃음) 석사학위를 마치고 삼성엔지니어링에서 석유화학 및 가스 플랜트 관련 업무를 하였고, 회사를 그만 두고 박사학위 과정에서는 마이크로채널 내에서의 상변화 열전달 연구를 수행하였습니다. 지금 하고 있는 연구는 이산화탄소 수송 및 저장 기술개발이고요, 이들을 보면 전혀 다른 분야의 일 같은데요, 사실 이산화탄소를 저장하는 해저의 지중공간은 미세한 공극들이 마이크로 스케일의 유로로 연결되어 있고 이곳에 대용량의 이산화탄소를 주입하기 위해서는 열유체 공정의 해양플랜트가 필수적으로 요구됩니다. 즉, 공부하는 과정 중에 치밀하게 계획된 목표는 아니었지만 제가 지금까지 공부해온 지식과 경험을 종합적으로 활용할 수 있는 분야의 일들을 할 수 있는 최적의 직장인 현재의 연구소인 것 같습니다.

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

선박해양플랜트연구소하면 주로 떠오르는 이미지가 배일텐

한국해양과학기술원 선박해양플랜트연구소 전경



데요, 사실 저도 입사 전에는 배와 관련된 이미지만을 가지고 있었는데요, 저희 연구소는 굉장히 다양한 분야에 대한 연구를 수행하고 있습니다. 에너지 소모 및 온실가스 배출을 최소화하는 첨단 그린쉽 뿐만 아니라 해양플랜트 엔지니어링, 부유식 해상 터미널, 파력 발전장치, 심해저 자원 개발을 위한 해양 로봇, 해저 무선통신, 해양 심층수 등을 연구하고 있습니다. 즉 해양공간과 자원을 대상으로 자연과학과 공학이 융합된 종합해양연구기관입니다.

### 회사(연구소)에서 근무하시면서 가장 좋았던 점은 무엇인가요?

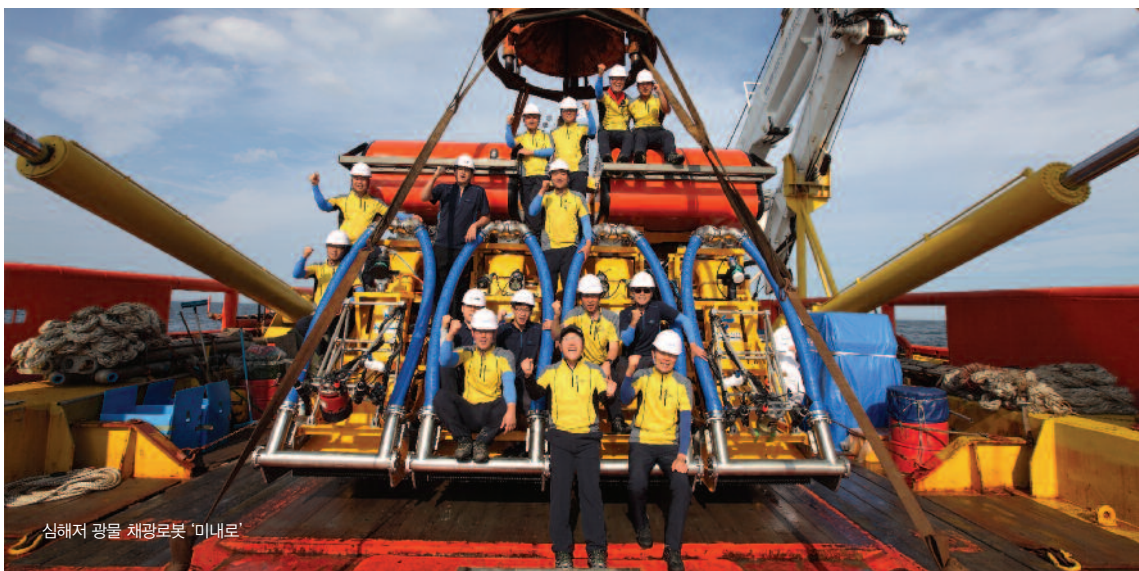
다양한 분야의 전문가들과 같이 일한다는 것이 제게는 무척 매력적이었습니다. 지금 수행하고 있는 이산화탄소 포집 및 저장 분야의 연구를 예를 들면 기계공학, 화학공학, 지질학, 지구물리, 해양학, 조선공학, 해양공학, 토목공학, 석유공학, 환경공학 등의 전공자들과 같이 일하고 있고요. 심지어는 경제학, 법학 분야의 분들과도 연구를 진행하고 있습니다. 지적 다양성을 유지하면서도 하나의 성과물을 만들어 가는 과정에서 타 분야의 전문가들로부터 배울 수 있다는 점이 좋은 것 같습니다.

### 일하시면서 가장 보람을 느끼셨을 때는?

이산화탄소 포집 및 저장 분야의 연구는 아직까지 전세계적으로 초기단계의 연구라 할 수 있는데요, 국내 저장 가능성에 대해 많은 분들이 회의를 가지고 계실 때 저희 연구팀에서 국내 실용화 가능성을 제시하였고 이를 통해 관련 연구가 가속화되는 계기가 되었고요, 같이 연구를 수행하고 있는 연구소 및 대학교의 연구원들과 함께 세계적 수준의 논문과 특허를 발표할 때 보람을 느끼고 있습니다만 아직 시작단계 이므로 지금보다 더 좋은 결과를 내도록 노력하고 있습니다.

### 회사(연구소) 분위기는 어떤가요? 회식이라든가 기타 회사(연구소)만의 독특한 문화라던가?

제가 처음에 연구소에 입소해서 신입 연구원 환영회식을 할 때 전체 연구소 환영회식을 한 적이 있습니다. 여러 부서의 많은 분들의 축하를 받으면서 바다가 소주로 만들어진 게 아닌가 하는 농담을 받은 적이 있습니다.(웃음) 아무튼 저희 연구소는 이처럼 모든 구성원들과 자유롭게 소통할 수 있는 문화가 아직 살아있는 곳입니다.



심해저 광물 채광로봇 '미네로'

## 10년 후의 모습은 어떤 것이라고 생각하시는지요?

우선 제가 지금 하고 있는 연구가 실용화되어 있는 모습을 상상하고 싶네요. 발전소에서 배출되는 이산화탄소를 더 이상 대기 중으로 배출하지 않고 안전하고 환경친화적인 방법으로 해양퇴적층에 저장·감축하고 있겠지요. 개인적으로는 해양플랜트의 계통안전, 사고해석을 위한 열유체 연구분야에 기여하고 있는 연구원이 되었으면 합니다.

## 대학원에 재학 중인 과학기술계 후배들에게 꼭 하고 싶은 이야기가 있으시다면?

저도 그러한 경험이 있지만 많은 후배들이 이슈가 되고 외부로부터 주목받는 최첨단 분야의 연구주제를 선호하는 데요. 전통 연구분야에도 지속적인 관심을 가져달라고 부탁드립니다. 연구를 진행하다가 조선소나 엔지니어링 산업계의 많은 분들과 이야기를 하다 보면 학교의 우수한 인재들이 특정 분야에 집중되어 있어 정작 우수한 인재를 채용하고 싶어 도 인적 재원이 부족하다는 말씀을 많이 듣습니다. 많은 후배

들이 다양한 분야의 연구를 통해 여러 기관에 진출하고 같이 일할 수 있으면 좋겠습니다.



참고 CO<sub>2</sub> 해양지중저장 개념도



# GRADUATE STUDENT

# &

# COFFEE

## 대학원생과 커피

▣ • 화학공학과 통합과정 **문재석**

지도교수 • 강인석

mail • heavymix@postech.ac.kr

소속 • 전산유체실험실



커피는 현대를 상징하는 음료 중 하나이다. 사람들이 아침에 정신을 차리게 해주고, 두뇌 회전을 원활하게 해주며, 전구와 더불어 밤늦게까지 깨어있게 한다. 전세계적으로 1년에 6천억잔 정도가 소비되며, 나라에 따라서 인당 12kg의 커피를 소비하는 나라도 있다. (2008년 기준) 커피 한잔에 약 10그램의 커피가 소비된다고 하였을 때, 한 사람이 일년에 1200잔 정도를 평균적으로 소비한 셈이다. 미국의 독립선언서를 만든 토마스 제퍼슨은 커피를 일컬어 “문명화된 사회의 가장 사랑받는 음료”라 하였다. 이는 커피 안의 카페인으로 인해, 두뇌 활동을 활발

하게 하게 하고, 더 많은 시간 깨어있게 하기 때문인데, 이성적인 두뇌활동을 기반으로 둔 문명화된 사회, 그 중에서도 아카데미아는 커피 없이는 돌아가지 않는다고 해도 과언이 아니다. 헝가리의 수학자 폴 에르되시는 이런 음료를 두고, “수학자는 커피를 정리로 바꾸는 기계다”란 명언을 하였는데, 꼭 수학자뿐만이 아니더라도, 수 많은 대학원생들은 하루의 시작을 커피로 하고, 식사시간이나 휴식시간에 삼삼오오 모여서 커피를 마시곤 한다.



# GRADUATE STUDENT & COFFEE

문명화된

사회의

가장 사랑받는

음료 커피



같은 커피란 이름으로 불리우지만, 우리가 마시는 커피의 종류는 무척 다양하고, 가격도 다양해서, 가장 값싸게는 마트에서 산 인스턴트 커피를 정수기 물에 하나씩 타마시는 인스턴트 믹스 커피도 있고, 자판기 등에서 캔 음료의 형태로 마실 수도 있으며, 원두를 갈아 커피 메이커 등에서 마시거나, 인근의 커피숍에서 사는 까페라떼나 아메리카노도 있다. 모두가 기본적으로 동일한 원료 - 커피콩 - 에서 나왔지만, 그 제조과정에 따라 또 그 음용방법에 따라 사람이 느끼는 맛과 향은 천차만별이다. 누구는 달달하게, 누구는 씹싸름하게, 누구는 쓰게 마시지만, 모든 것이 커피라는 하나의 이름으로 불리우고 그 이름은 원생들과 떨어질 수 없는 하나의 음료이다.

커피콩은 사실 콩이 아니라 커피 나무의 열매 (체리)의 씨앗으로, 자연적인 상태에서는 흰색에 가까운 색을 띠고 있다. 이 체리를 벗겨낸 후에, 말리게 되면 옅은 녹색에서 갈색 정도의 색을 띄게 되는데, 이 상태를 그린 빈이라고 한다. 이 그린빈의 상태로 대부분의 커피교역은 이루어지고, 이런 상태로 보관한 커피가 가장 오래 보관될 수 있는 상태다. 이런 커피콩에 열을 가하게 되면, 안에 있는 수분이 증발을 하면서 부피가 증가하고, 부피 증가과정에서 커피콩의 공극률 역시 증가하며, 수분이 날라간 뒤에 더 붉아지게 되면, 카라멜화 반응과 마이야르 반응 등이 일어나면서 커피 특유의 향이 생긴다. 조리된 음식과 마찬가지로, 로스팅된 콩은 이후 급속하게 산화하기 시작하며, 기름기가 많은 강배전 콩일수록 이런 과정은 빨리 일어나고, 보관 방법에 따라 산패속도가 달라질 수는 있으나, 역

으로 되돌릴 수는 없다. 우리가 이야기하는 커피는 이런 과정에서 생성되거나, 채 사라지지 않은 여러 성분을 여러가지 추출법을 통해 마시는 것이다. 개인의 기호에 따라, 쓴 맛을 줄이기 위해 우유나 크림 등을 얹어 쓴 맛을 인지하지 못하게 하거나, 설탕 등을 첨가해서 신맛과 쓴 맛을 최대한 억제하기도 하며, 이런 과정 없이 최대한 커피 본연의 맛을 추출하기 위해 다양한 온도에서 다양한 방식으로 추출을 하기도 한다. 향은 휘발성이며, 맛은 산패하기 때문에, 추출한지 오래된 커피는 맛이 있기 힘들지만, 허나 현대기술로 향을 최대한 보존하며, 유통기한을 늘릴 수 있게 되었다. 커피액을 공장에서 추출하여 건조를 시킨 인스턴트 커피, 액상으로 담아 캔이나 유리병에 담은 캔커피와 커피우유, 그리고 현장에서 바로 뽑는 원두커피 등으로 나누며, 원두 커피는 그 추출방식에 따라, 드립 커피나 에스프레소 등으로 나눈다.

흔히 마시는 인스턴트 커피 믹스는 인스턴트 커피에, 식물성 유지와 우유단백질을 분말의 형태로 만들어둔 커피 크리머 그리고 설탕을 일정 비율로 섞어둔 것인데, 이때에 주 재료가 되는 인스턴트 커피는 고온 고압에서 추출된 커피액을 분무 건조 혹은 동결 건조한 것이다. 고온 고압으로 원액을 추출하는 과정에서 쓴 맛을 포함한 잡미를 많이 함유하고 있기 때문에, 설탕과 커피 크리머를 거의 필수적으로 첨가한다. 근래에는 부족한 향을 추가하기 위해 원두를 미세하게 갈아 넣거나, 풍미를 살리기 위해 설탕과 크림을 넣지 않고 마시는 경우도 있다. 액상으로 시판되는 캔커피나 커피 우유의 경우, 순수 커피만을

## 붉은 열매 커피

커피는 영어로 'coffee',  
식물학적으로는 'coffea'로 불린다.  
커피나무에서 생산된 생두(生豆)를  
일정 시간 동안 붉은 뒤  
곰게 분쇄하고 물을 이용하여  
그 성분을 추출해 낸 음료이다.

적절한  
당분 섭취가 가능한  
커피,  
늘 깨어있어야하는  
대학원생과 가장 잘 어울리는  
음료



판매하기에는 앞선 이유와 동일하게 소비자에게 충분히 미감을 주지 못하기 때문에, 대부분 우유와 시럽을 첨가하여, 캔커피의 형태로 팔거나, 혹은 반대로 우유에 커피를 조금 첨가한 커피 우유의 형태로 판매를 한다. 가격대에 따라, 우유가 아닌 분유를 쓰거나, 갓 추출한 액이 아닌, 인스턴트 커피를 이용하는 경우도 있으며, 커피 본연의 향은 좀 부족할 수 있지만 어디에서나 예상할 수 있는 맛을 안정적으로 먹을 수 있다는 점이 큰 장점이다. 또 커피를 마시는 주된 이유 중 하나가 더 두뇌회전이라는 점을 생각해보았을 때, 적절한 당분까지 섭취가능한 이

런 형태의 커피는 늘 깨어있어야 하는 대학원생과 가장 잘 어울리는 형태의 커피이기도 하다. 이런 커피는 카페인 함유량이 인스턴트 커피나 드립 커피에 비해 떨어지기에 여러잔 마셔도 덜 부담스러운 것이 특징이다.

과거 한국에서는 원두 커피라 불렸던 커피는 이제는 그 정의가 기계 혹은 사람의 손으로 중간 정도의 굵기로, 중력을 이용한 커피 추출을 일반적으로 이야기하고, 전문점에서 마시는 에스프레소와 그 계



열 커피는 기계의 힘을 이용하여 압력을 가하여 추출한 경우를 이야기한다. 이런 추출에서부터는 추출과정에 사람의 힘이나 기술이 개입하기 시작한다. 인스턴트 커피는 단순히 농도의 문제라면, 원두커피와 에스프레소는 다공성 물질에서의 물질전달이 어떤 식으로 이루어지는가를 Darcy의 법칙과, Fick의 법칙을 토대로 계산하여야 하는 문제가 되는 것이다. 커피 원두 안의 다양한 성분들, 대표적으로 카페인에서부터, 클로로겐산 등의 폴리페놀류, 당분 등의 탄수화물류와 신맛을 담당하는 각종 산류 등은 각기 온도에 따른 물질전달 계수 및 용해도를 갖고 있고, 이가 용매 - 일반적으로 물 - 에 얼마나 녹아 나오느냐에 따라 맛이 결정난다. 아주 오래 전에는 커피를 물과 같이 끓여서 침출식으로 추출하였지만, 이렇게 되면 너무 많은 성분들이 나와서 좋지 못한 맛을 내기 때문에 설탕이나 향신료 등을 첨가해서 마셔야 했고, 이제는 일반적으로 정해진 시간 동안, 정해진 온도에서 뽑아내는 것이 일반적이다. 이렇게 함으로써 커피 맛은 일정하게 유지되며, 몸에 좋거나, 맛이 좋은 성분들은 최대한 이끌어 내고, 아닌 성분들은 최대한 추출을 억제하는 것이다.

입도가 작아지면 표면적이 늘어나 물질전달이 빨리 일어나지만, 유체의 저항이 증가하며, 입도가 커지면 압력강하는 줄어들지만, 커피가루와 물의 접촉면적이 줄어들어 충분한 추출이 이루어지지 않는다. 이런 조절을 어떻게 하느냐에 따라 추출방식이 침출식과 여과식으로 나누어진다. 침출식은 커피와 물을 같이 놔두고 일정 시간 후에 걸러내는 방식이고, 여과식은 고정되어있는 커피에 물을 흘려주어 추출을 하는 방식인데, 침출식은 입

도와 시간이 독립적으로 조절가능하기에 복합적으로 조절이 가능하나, 용기의 세척이나 관리가 여과식에 비해 까다롭다는 단점이 있으며, 여과식은 입도에 따라 유량이 달라지기 때문에 조절하기가 더 까다로울 수 있으나, 뒷처리가 간편하고, 표준화된 방식으로 제조할 수 있기 때문에, 커피 메이커에서부터, 에스프레소 머신, 캡슐 커피에까지 여과식이 더 일반적으로 쓰이는 방식이라고 볼 수 있다.

가장 고온 입자로 커피를 추출하는 에스프레소의 경우 15~25bar 사이의 압력을 커피가루에 가해서 30초 이내에 추출을 하게 된다. 그보다 약간 굵은 모카포트의 경우, 섬세한 온도 컨트롤을 할 수 있는 것이 아니지만, 가스렌지 위에서 간편하게 압력을 만들어낼 수 있는 기에 쓰는 방법이며, 이때는 약 5bar 정도의 압력이 걸려서 수분 이내에 추출이 된다. 이때 대부분의 시간은 물통안의 물의 온도가 끓는 점까지 올라가는데 필요한 시간이다. 이런 식으로 표면적을 늘려서 커피를 추출하게 되면, 한잔의 커피를 만드는데 필요한 커피 양이 줄어들어 효율적일 수 있지만, 커피의 모든 맛이 적은 양의 용매에 용출되기 때문에 그대로 마시기에는 일반적으로 부담스러우며, 쓴 맛과 신 맛을 억제하기 위해 인스턴트 커피 때와 마찬가지로, 설탕이나 우유, 크림, 때로는 뜨거운 물을 추가하여 마시게 되고, 일반적으로 알려진 커피 레시피들은 보편적인 이름 - 카페라떼나 카푸치노, 마끼아또, 에스프레소 콘 파나 등의 이름을 갖는 것이다. 이 커피들이 앞서 이야기한 캔 혹은 인스턴트와 차이를 갖는 것은 추출을 한 뒤, 방향성 물질들이 채 다 휘발되기 전 섭취를 한다는 것이고, 그렇기에 상대적으로 보존을 중점

## 커피의 어원

에티오피아의 'caffa(헴)'에  
어원을 두고 있는 커피는  
커피나무가 야생하고 있는 지역인  
아랍어에서 유래되었다.  
1650년경 커피 애호가였던 헨리 불런트경이  
커피라고 부르기 시작하면서  
현재의 이름을 얻게 되었다.

에 둔 음료들에 비해 향이 풍부하다는 것이다. 그 차이만큼, 그리고 거기에 그를 추출하기 위한 장소, 추출하는 인력 등의 비용까지 산정되어 비싸다.

커피입자를 이보다 굵게 갈아내면, 표면적이 줄어들어 추출되는 효율이나, 속도는 늦지만, 중력에 의해 커피를 내릴 수 있게 된다. 커피 메이커를 이용한 추출이나, 핸드드립을 통한 추출은 이런 방식을 통해 이루어지며, 커피 메이커의 경우, 급속 가열장치를 이용하여, 실온의 물을 순간적으로 일정 온도 이상으로 올려서 추출을 하는 형태이고, 핸드드립의 경우는 그 온도와 유량을 사람이 조절을 해가며 추출을 하는 형태로, 기본적으로는 동일한 매커니즘에 의해 커피 원두에서 유효성분들을 용매로 추출하는 과정이다. 일반적으로 85~95도 정도의 온도에서 3분 이내에 추출하는 것이 추천되지만, 필요에 따라서는 냉침 - 실온 혹은 그 이하의 온도의 물을 이용하여 수시간 동안 추출 - 을 하거나, 고온 추출을 하는 경우도 있다. 이러한 방식은 현대에 들어와서 가장 각광 받는 방식이었지만, 커피의 소비량이 커서, 한잔의 커피를 만드는데 들어가는 커피의 양이 15g 정도로, 에스프레소를 만드는데 들어가는 커피의 양의 두 배에 달한다. 그럼에도 불구하고 에스프레소가 주지 못하는 맛을 낼 수 있는 것은 압력과 온도 범위가 기계에 의해 결정나는 에스프레소와는 달리, 유량과 온도를 사람의 손으로 조절할 수 있다는 장점이 있어서다.

신맛을 담당하는 각종 산은 온도에 민감하게 추출 속도가 증가하여, 높은 온도에서

많이 추출되어 신맛이 풍부한 커피가 추출되며, 낮은 온도에서는 신맛보다는 쓴 맛이 원활하게 추출되는데, 이에 따라 본인이 특정한 맛을 더 선호한다면 그에 맞는 물 온도와 유속을 선택하여 추출을 하면 된다. 이러한 과정을 보기에 따라 약식 실험이라고 해도 될 만큼 흥미로우며, 실제 많은 사람들이 온도계와 입도를 조절할 수 있는 분쇄기 등을 갖고 유량을 조절해가며 커피를 추출하는 데에 취미를 붙이고 있다.

연구실에서 커피를 마시기에 가장 간편한 방법은 인스턴트 커피이겠지만, 향을 포기하지 않는 사람들은 핸드드립을 통해 마시기도 한다. 또, 네스프레소 등으로 대변되는 캡슐 커피를 간편하게 마시는 경우도 있으며, 전통적인 형태로 커피 메이커에 매일 아침 한 번씩 머신드립 커피를 내려놓는 경우나 가볍게 점심을 먹고, 터미널 앞의 스타벅스를 가는 사치 아닌 사치를 부리는 경우도 들려온다. 어느 방법으로 추출을 했다 하더라도, 그에 옳고 그름은 당연히 없으며 커피 한잔을 즐길 수 있는 여유는 대학원생에게 몇 없는 하나의 낙이 아닐까.

커피는 그 안의 카페인으로도 다양한 역할을 해오고 있지만, 그를 추출하고 또 소비되는 데에 다양한 기술을 필요로 해왔다. 한잔의 커피를 만들어내는 데에 소비되는 커피 원두의 양은 기술의 발전과 함께 점차 줄고 있으며, 사람들은 더 맛있는 커피를 마시고 싶어하면서도 그를 더 간편하게 만들고 싶어하는 욕구를 갖고 있다. 차와 함께 가장 많이 음용되는 음료로 커피의 발달이 앞으로 어떻게 될 지 전혀 예측할 수 없

차와 함께 가장 많이 음용되는 음료  
커피와 함께 포스텍 대학원생들의  
좋은 연구결과들이 많이 나왔으면 한다.



지만, 커피의 과거와 현재, 그리고 미래는 나 같은 전달현상 전공자에게 무척이나 흥미로운 주제이다. 한마디를 덧붙이자면, 이런 커피의 다양한 추출법과 맛을 느끼기 위해 포스텍의 대학원생들은 좋은 환경이라는 것이다. 포항 시내에 있는 한 커피숍이 세계 그 어느 곳의 커피숍과 견주어도, 어느 커피전문점의 커피에 견주어도, 비교도 되지 않을 만큼 맛있고, 요청에 따라 다양한 추출법으로 추출을 해주기도 한다. 그럼 많은 분들이 커피와 함께 좋은 연구결과들이 많이 나왔으면 한다.



합성생물학 접근 방법을 통한

## 해양 바이오 매스의 미생물 전환 시스템 설계

안녕하세요? 저는 분자진단 및 합성생물학 연구실에서 통합과정 6학기를 보내고 있는 임현규입니다. 최근 석유자원 고갈과 석유 기반 화학산업으로 인한 기후변화를 극복하기 위하여 '석유'에서 벗어나 주변에서 손쉽게 구할 수 있는 '바이오 매스'로부터 인간이 필요로 하는 '에너지'와 '원료'를 얻고자 하는 노력이 지속되고 있습니다. 바이오 매스로부터 효과적으로 화학물질로 전환하는 방법에는 미생물을 이용한 공정이 대표적입니다. 하지만 자연계에 존재하는 미생물의 경우 인간의 필요로 하는 화합물을 생산하도록 되어 있는 것이 아니기 때문에, 본래 미생물이 가지고 있는 대사경로를 특정 화합물의 생산이 극대화 되도록 재설계 과정이 필수적입니다. 이러한 과정에서 제가 연구하고 있는 합성생물학이라는 학문이 핵심적인 역할을 할 수 있습니다. 본 글에서는 합성생물학이라는 학문과 제 연구 분야를 설명드리으로써 앞으로의 오게 될 탈석유화 시대의 모습을 그려보고자 합니다.

글 • 화학공학과 통합과정 임현규

지도교수 • 정규열

mail • airbo2@postech.ac.kr

소속 • 분자진단 및 합성생물학 실험실

합성생물학(그림)이란 생체시스템 재설계를 위한 (1) 예측가능한 유전적 도구들을 개발하고, (2) 이러한 도구들을 이용하여 기존에 있던 생체 시스템을 재설계하거나, 더 나아가 새로운 생체 시스템을 만드는 것과 관련된 학문입니다. 생체시스템을 자동차에 비유하면, 각각의 기능을 수행할 수 있는 부품들을 설계, 제작하고 실제로 잘 굴러가는 자동차를 제작하는 것으로 생각할 수 있겠습니다.

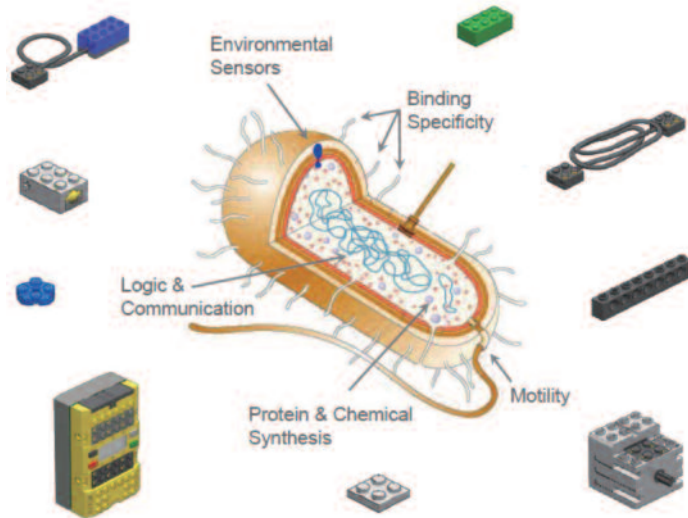


그림 1 <http://scicollage.net/archives/120>

현재 대장균이나 효모와 같은 미생물을 이용하여 에탄올, 부탄올과 같은 바이오 연료뿐만 아니라 아미노산, 바이오폴리머 등과 같은 화합물 생산 등 활발한 연구가 진행중이며, 미생물뿐만 아닌 동물이나 사람 등 그 적용 분야가 넓어질 것으로 기대되고 있습니다.

합성생물학이 다루어야 할 여러 가지 연구 주제들 중, 저는 해조류를 이용하여 바이오 화합물을 생산하는 연구를 진행하고 있습니다. 전통적으로, 미생물 발효과정에 소비되는 탄소원은 주로 옥수수나 사탕수수와 같은 곡물자원이었습니다. 현재 시판까지 되고 있는 바이오 에탄올의 경우도 옥수수나 사탕수수 등의 전분이 많은 바이오 매스로부터 탄소원을 얻고, 이를 미생물을 통해 발효를 시켜 바이오 에너지 및 바이오 기반 화합물을 생산하고 있습니다. 하지만 이렇게 생산과정에 들어가는 곡물자원들은 어디서 어떻게 생산되는 것일까요? 대부분 선진국보다 개발도상국이나 후진국에서 생산되고 있으며, 성장을 위해서 화학비료 등을 사용하고 있습니다. 또한, 지난 세월 동안 옥수수의 에탄올 생산 기여도가 높아지면서 세계 곡물 가격도 함께 증가하게 되었습니다. 식량자원으로 사용되는 옥수수의 경우 가격이 올라가면서 농부들은 옥수수를 더 심게 되고, 결과적으로 다른 곡물의 재배는 줄어들게 되어 곡물자원의 불균형을 가져오게 됩니다. 또한, 전세계 곳곳에서 기아 문제가 대두되고 있는 현실에서 식용자원이 과연 지속가능한 탄소원인지에 대한 의심이 들게 됩니다. (그림 2)





그림 2 <http://www.ethanolrfa.org>

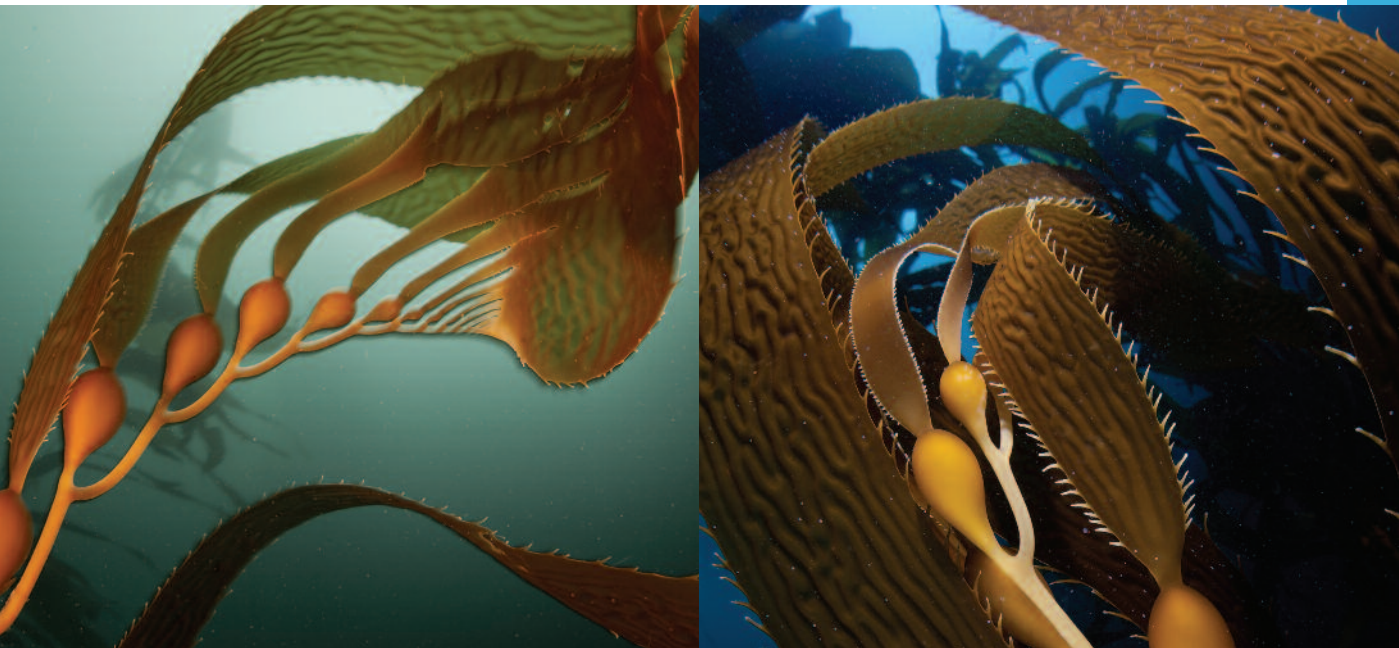
그래서 사람들은 보다 지속가능한 탄소원을 찾게 되었고, 현재 **육상식물(lignocellulose plant)**을 이용한 **미생물 발효공정**이 개발되고 있습니다. 바로 폐 목재, 종이, 옥수수 껍질 등을 구성하고 있는 탄소원을 활용하기 때문에 이상적인 바이오 매스가 될 수 있습니다. 하지만 이러한 육상식물을 활용하는 것에도 몇 가지 문제점이 있습니다. 육상식물의 경우 셀룰로오스(cellulose), 헤미셀룰로오스(hemicellulose), 리그닌(lignin)이라는 성분으로 구성되어 있는데, 이 중 리그닌이라는 성분은 식물을 구조적으로 강하게 만들어주는데, 이것이 전처리과정을 어렵게 만들고 실제 미생물을 이용한 발효공정에서도 미생물의 성장을 억제하는 등 좋지 않은 영향을 주게 됩니다. 또한, 셀룰로오스 자체적으로도 분해가 어렵기 때문에, 전처리 과정에서 공정 비용이 상승하게 됩니다. 이외에도 육상식물의 성장은 한계가 있기 때문에 낮은 바이오 매스 생산성, 토지사용 등으로 바이오 매스 확보에 문제점을 가지고 있습니다.

최근, 1세대 바이오 매스인 곡물자원, 2세대 바이오 매스인 육상식물 외에 3세대 바이오 매스라는 해양 바이오 매스(즉, 해조류)가 대두 되고 있습니다. 해조류는 크게 거대조류(macroalgae)와 미세조류(microalgae)로 나뉘게 됩니다. 이 중 거대조류의 경우 가지고 있는 색소와 엽록체의 종류에 따라 우뚝가사리 등의 홍조류, 다시마 미역 등의 갈조류, 파래와 같은 녹조류가 있으며, 미세조류의 경우 클로렐라와 같은 것들이 속하게 됩니다. 지질을 많이 함유하고 있는 미세조류의 경우 바이오디젤 생산에 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있으며, 거대조류의 경우 주 성분이 탄수화물이기 때문에 미생물 발효공정에 사용될 수 있습니다. 거대조류의 경우 육상식물과 달리 비료 등의 사용이 필요 없으며, 바다에서 자라기 때문에 재배면적에 대한 걱정이 없습니다. 육상식물보다 성장속도도 매우 빠르고, 홍조류와 갈조류의 경우 아시아 권에서 양식기술이 발달되어 있기 때문에 1년에도 수차례 확보가 가능합니다. 더욱이, 구조적으로 리그닌을 포함하지 않기 때문에 간단한 전처리 공정만으로도 분해가 쉽게 이루어져 발효가능 당을 쉽게 얻을 수 있다는 장점이 있습니다.



하지만 이러한 거대조류를 이용하는 것에도 몇 가지 해결해야 할 문제들이 존재합니다. 주로 셀룰로오스로 구성 되어있어 글루코오스(glucose)를 얻을 수 있는 육상식물과 달리, 해조류는 셀룰로오스만 있는 것이 아니라 한천(agar), 라미나리안(laminarian), 알지네이트(alginate), 후코이단(fucoidan)과 같은 여러 가지 고분자 물질로 구성되어 있습니다. 이러한 고분자를 가수분해 하게 되면 미생물이 가장 선호하는 글루코오스 이외에도 갈락토오스(galactose), 후코오스(fucose), 아라비노오스(arabinose), 글루로닉산(gluronic acid)등이 만들어지게 됩니다. 이러한 당 성분들은 미생물이 대사가 가능하지만 대부분 대사 속도 및 성장속도가 글루코오스에 비하여 매우 떨어지게 됩니다. 또한, 종류에 따라 대사가 불가능한 성분도 존재하고 있습니다.

또한, 미생물들이 가지고 있는 CCR(Catabolite Carbon Repression)이라는 메커니즘 또한 문제점으로 작용하게 됩니다. 미생물들은 진화적으로 여러가지 탄소원들이 있을때 선호하는



당인 글루코오스부터 대사하게 됩니다. 글루코오스가 대사될 동안에는 다른 탄소원들의 대사회는 억제되어 글루코오스가 고갈 되고 나서부터 2차적인 대사가 일어납니다. 이 과정에서 성장이나 화합물 생산에서 지체기(lag phase)를 보이게 되고 산업적인 측면에서 생산성이 떨어지게 되고 추가적인 비용이 발생하게 됩니다. 즉, 미생물들이 보다 효과적으로 이러한 복합당 성분을 빠르게 대사하여 원하는 product를 생산할 수 있도록 재설계가 필요합니다.

실제로, 저의 경우 해조류 중 우뚝가사리(그림3)에 존재하는 당 성분에 대한 미생물 재설계를 진행하였습니다. 홍조류에 속하는 우뚝가사리는 셀룰로오스와 한천 성분으로 구성되어 있습니다. 이를 가수분해하게 되면, 글루코오스와 이성질체 관계인 갈락토오스 성분이 나오게 되는데, 갈락토오스의 경우 글루코오스에 비하여 성장속도 및 대사속도가 약 40%정도 낮습니다. 미생물에서 갈락토오스의 경우 “Leloir 회로”를 통해 Glucose-6-phosphate(G6P)로 전환되어 해당과정으로 들어가게 되는데, 이 과정에만 6개의 효소가 필요합니다. 미생물이 가장 선호하는 글루코오스의 경우 세포 내부로 들어가면서 바로 G6P로 전환되는 것과는 매우 대조적입니다. 미생물의 갈락토오스의 대사능이 떨어지는 이유는 아마도 이러한 단계의 효소들의 발현량이 낮기 때문이 아닐까 생각되었습니다. 저의 연구에서는 이 “Leloir 회로의 효소 발현량”을 재설계하여 갈락토오스의 대사능을 높이고자 하였습니다.



그림 3 국가자연사연구종합정보시스템

생체내의 효소 발현량을 조절하는 방법은 대부분 플라스미드(plasmid)와 발현량이 높은 프로모터(promoter)를 사용하여 미생물을 형질 전환하는 방법으로 이루어지고 있습니다. 이러한 경우 유전자 발현단계 중 DNA로부터 mRNA를 합성하게 되는 전사단계(transcriptional level)의 활성을 높이는 방법입니다. 하지만, 실제로 유전자의 발현은 전사단계의 조절로만 충분한 것이 아니라 합성된 mRNA로부터 단백질이 실제 합성되는 번역단계(translation level)에서도 조절되어야 합니다. 최근 대장균 내에서 번역단계(Translational Level)에서 중요한 영향을 미치는 5'UTR(UnTranslated Region)을 1차 구조 및 2차 구조의 에너지를 예측하여, 실제 세포내에서 단백질이 발현되는 양을 정량적으로 조절이 가능하게 되었습니다.

이에 따라, 갈락토오스 대사 회로에 있는 효소들의 유전자 서열을 파악한 뒤, 대장균이 원래 가지고 있던 발현 시스템을 모두 합성 항사성 프로모터(synthetic constitutive promoter)와 최대 발현에 최적화 되어 있는 5'UTR로 교체하였습니다. 이 때, mRNA의 1차 및 2차 에너지는 실제 단백질을 구성하고 있는 DNA 서열에 따라 달라지기 때문에 각각의 유전자마다 설계해 주었습니다. 그 결과 야생형(wildtype) 균주의 경우 갈락토오스 배지에서 글루코오스 대비 약 40% 성장 속도가 느린 반면, “Leloir 회로”가 재설계된 균주의 경우 성장 속도가 약 45% 증가한 결과를 보였습니다. 또한, 탄소원 대사 속도는 53%증가하였습니다. (그림 4) 더욱이, 글루코오스에 의해 조절받는 기준과 달리 재 설계된 균주의 경우 갈락토오스와 글루코오스의 동시대사가 가능한 결과를 보였습니다.

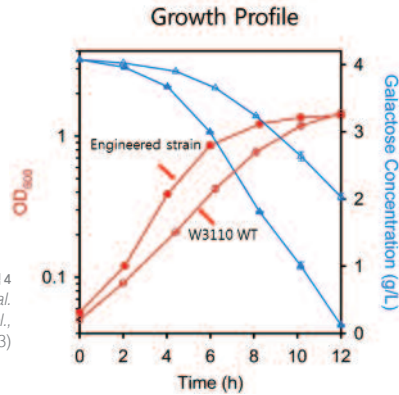


그림 4  
Lim, H.G. and Seo, S.W. et al.  
Bioresour. Technol.,  
135, 564-567. (2013)

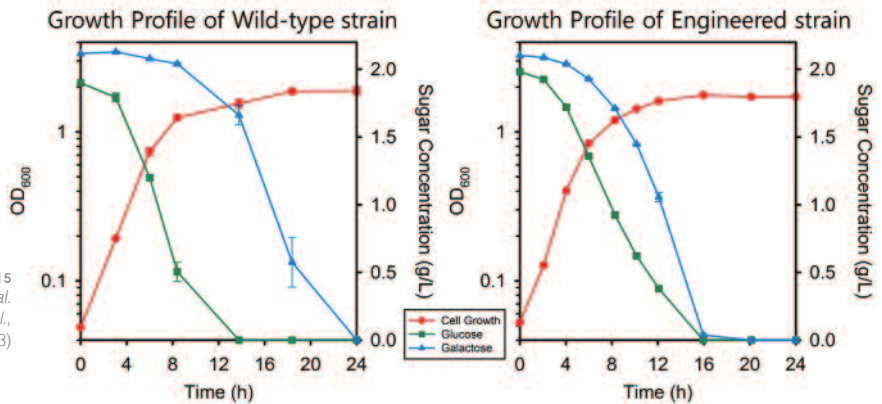


그림 5  
Lim, H.G. and Seo, S.W. et al.  
Bioresour. Technol.,  
135, 564-567. (2013)

하지만 해조류에는 홍조류 이외에 다시마와 미역등이 속하게 되는 갈조류가 있습니다. 갈조류는 홍조류와는 또 다른 구조를 가지고 있습니다. 홍조류는 글루코스와 갈락토오스로 구성되어 있는 반면, 갈조류의 경우 알긴산(alginate)과 만니톨(mannitol)이라는 성분으로 구성되어 있습니다. 만니톨의 경우 미생물들이 글루코스와 비슷한 속도로 대사가 가능하지만, 알긴산의 경우 일반적인 미생물이 분해 및 대사 할 수 있는 효소들을 가지고 있지 않습니다. 현재는 비중조절을 위한 일부 식품이나 치과 재료로만 쓰이고 있습니다. 때문에 갈조류를 미생물이 대사하기 위해서는 미생물이 가지고 있던 대사회로의 재설계뿐만 아니라, 다른 미생물에서의 유전자 도입 및 최적화 과정이 필요할 것으로 생각됩니다. 현재 열심히 연구 중에 있으니, 성공하게 된다면 추후에 발간될 post-이에 소개해 드릴 수 있을 것 같습니다.

미생물을 이용한 바이오 화합물 생산기술은 앞으로 석유 대체를 위하여 필수적입니다. 현재 곡물자원에 한정되어 있는 탄소원을 해양 바이오 매스로 대체할 수 있다면, 보다 현실적인 관점에서 지속가능한 바이오 경제를 구현하는 데 기여할 수 있을 것으로 생각됩니다. 또한 저의 연구는 합성생물학 연구의 일부 예로, 앞으로 이 학문이 미생물을 이용한 화합물 생산에 기여할 역할은 더욱 다양하고 클 것으로 기대됩니다. 머지않은 장래에 합성생물학을 통한 지속 가능한 바이오 화학 산업 발전 및 탈 석유화 시대가 오길 기대합니다.

## ‘제 2회’ 포스텍 대학원총학생회배 풋살대회를 마치며...

주최측 대표 ‘제2대 포스텍 대학원총학생회 문화체육부장’ 박민규



첨단원자력 공학부  
박민규

● 안녕하세요 대학원총학생회 문화체육부장 박민규 입니다. 이번에 제 2회 대학원총학생회배 풋살대회를 진행하게 되어 영광이었습니다. 본래 이 풋살대회의 취지는 연구실사람들간의 화합, 스트레스 해소 및 즐거움을 드리는 것이었습니다. 작년에 개최된 제1회 대회와는 다르게, 약 한 달간 구체적인 홍보를 통해 참가팀을 모집하여 대회를 개최하게 되었습니다.

작년보다는 더 업그레이드 되고 체계적으로 진행을 하기 위해 많은 분들이 애쓰셨습니다. 덕분에 많은 팀(28개 팀, 약200명)이 참가해 주셨고, 진행 중 많은 우여곡절을 겪었지만 결승전까지 별탈없이 치를 수 있었습니다.

이번 대회를 개최하면서 대학원총학생회 문화체육부에 계신 학과대표님들도 같은 대학원생임에도 불구하고 자기 시간을 쪼개어 많은 고생을 해주셨습니다. 그분들께서 도와주셨기 때문에 대회를 무사히 마치게 된 것 같아 참으로 문화체육부 대표님들께 이 자리를 빌려 감사의 말씀 드리겠습니다.

하지만 저희도 장기간 진행되는 행사를 주최하는 것이 처음이다 보니 많이 서투르게 진행하게 된 것도 적지 않아 있었던 것도 사실입니다.

그렇지만, 이번 대회를 통하여 연구실 구성원끼리 처음으로 공을 차게 된 사람들, 같은 연구실의 친구, 선후배들을 응원하러 온 동료들을 보고 나니 저희도 이번 대회를 개최한 보람을 느낄 수 있었습니다.

비록 이번 대회에 문제가 많았으나 모두들 긍정적으로 참여하시고 페어플레이 및 팀 서로간의 예의를 지켜주셔서 대단히 감사했습니다.

앞으로도 더 여러분들의 휴식과 즐거움을 드리는 문화체육부가 되도록 노력하겠습니다. 지켜봐 주십시오. 감사합니다.

## 우승팀 '반도체축구 교실' 선수



전자전기공학과  
감상호

- 안녕하세요. 전자과 박사과정 감상호입니다. 이번 대회 참가하면서 무엇보다 수고하시고 고생하신 진행팀께 감사드립니다. 수개월에 걸친 행사임에도 큰 무리 없이 잘 운영해 주신 덕분에 좋은 결과를 얻은 것 같습니다. 이번 대회는 개인적으로 참 의미 있는 출전이었습니다. 지금 마지막 학기로 내년 2월 졸업을 앞두고 연구실 후배 및 친한 동생들과 참가에 의의를 두고, 매 경기마다 즐기면서 그리고 팀에 피해는 주지말란 생각으로 임했는데 그것이 좋은 결과로 이어진 듯 하네요. 무엇보다 부족한 실력에도 믿고 따라준 동생들에게 너무 고맙고 졸업 전 그런 동생들과 함께 소중한 추억 만들 수 있어서 더욱 의미 있고 뜻 깊은 시간이었습니다. 앞으로도 기회가 된다면 이 대회가 매년 꾸준히 열려 친목 도모뿐만 아니라 학교 내 타과 사람들과의 활발한 교류에도 좋은 영향으로 꾸준히 이어졌으면 좋겠습니다.

## 준우승팀 '호우주의보' 선수



신소재공학과  
유제원

- 먼저 대회의 성공적인 개최 및 운영해주신 대학원 총학생회에 진심으로 감사드립니다. 랩 후배들의 제안이 기회가 되어 '준우승'이라는 좋은 결과를 얻게 되었고, 무엇보다 잘 알지 못했던 다른 랩의 팀 후배들을 알게 되고, 6개월이라는 긴 시간을 함께 할 수 있었던 점이 가장 큰 수확이라 생각합니다. 남자들의 운동답게 박진감 넘치는 게임은 연구에 얽매어 있는 대학원생들의 '젊음'을 표출하고, 무엇보다 잘 알지 못했던 포항공대 대학원생들과 축구를 통해 '소통'할 수 있는 화합의 기회가 되었다고 생각합니다. 향후에는 좀 더 많은 팀들이 참여하여 포항공대 대학원생들의 가장 큰 행사가 될 수 있으면 합니다. 마지막으로 '호우주의보'팀이 내년에도 본 대회의 우승후보가 되길 바라며 다시 한 번 감사의 인사를 드립니다.



### 3위팀 'TPFL' 선수

기계공학과  
김태호

● 긴 일정 관리 하시느라 대학원총학생회 운영진 여러분들이 많이 수고하셨습니다.

비록 3위를 하긴 했지만, 좋은 성적이라고 자부하고 있습니다. 아쉬운 점을 꼽자면, 풋살구장이 신축된 후 B구장에서 대회를 진행하였는데, 6:6으로 플레이 하기에 좁은 감이 있었습니다.

다음에는 B구장은 5:5로 또는 A구장에서 6:6으로 진행했으면 좋겠습니다. 상금 감사합니다.



### 3위팀 'TPFL' 선수

첨단원자력공학부  
황석원

● 긴 시간의 풋살대회를 하면서 꾸준히 실험실 선배 후배들과 함께 모여서 어떻게 경기를 할까 토론하고 또 함께 뛰면서 더욱 우애가 깊어지는 시간을 가질 수가 있었고, 또 다른 실험실 사람들의 얼굴도 익힐 수 있었던 것 같습니다. 그리고 학교 안에 정말 축구를 잘하는 분들이 많이 있구나 라는 것을 새삼 깨닫는 시간을 가질 수 있었습니다. 한가지 아쉬웠던 점은 경기를 깜박하고 나오지 않는 팀들로 경기를 간혹 못 했었는데, 물론 일정을 체크하지 않은 그 팀의 잘못이 크지만, 경기 하루 이틀 전에 그 팀의 주장에게 문자나 메일 등으로 따로 한번 더 공지를 했다면 좀더 수월한 진행이 되지 않았을까 생각해봅니다. 마지막으로 이번 풋살대회 기간 내내 심판 및 연락 등으로 수고해주신 대학원총학생회 간부님들께 감사의 말씀을 전합니다.

### 4위팀 'FC족발' 선수



철강대학원  
이준모

● 생각보다 풋살대회를 길게 진행한 것 같다. 언제 시작했는지도 기억이 나지 않을 만큼 대회기간이 길었던 것 같은데, 어느 순간 보니 4강전을 치르고 있었다. 사실 처음 대회 참가에서는 큰 기대를 걸지 않았지만 결승전 문턱에서 아쉽게 떨어지니 실망감이 더 컸다. 작년 대회에도 참가했던 기억을 되새겨보면 이번 대회는 작년에 비해서 조금 더 원활하게 진행되었지만, 여전히 경기 진행에 미숙한 부분이 있어 아쉽다. 4강전부터의 경기 진행은 축구동아리나 전문심판 등의 힘을 빌렸으면 어땠을까 생각해 본다. 내년에는 조금 더 나아진 모습을 기대해 본다.

# 대학원총학생회배 풋살대회 경지사진 공모 이벤트 수상작을 공개합니다!!

수상작을 보내주신 이하 3팀에게는 풋살공을 선물로 드립니다 ^^



## 1 CRG팀

### 응모내용

화공과 CRG 팀의 팀장 신동훈입니다.

저희는 조길원 교수님 연구실의 학생들인데 종종 학교 풋살장을 이용하여 풋살을 즐깁니다.

이번에 작년부터 활발하게 공을 차기 시작해서 이번에 유니폼도 맞추었습니다. 5월 31일에 풋살대회 연습하면서 찍은 사진입니다.

### GSA감상평

팀의 열정과 단합이 갖추어 입은 유니폼에서도 느껴지는 사진입니다. 거기에 재미있는 포즈까지 완벽하네요 ^^ 축하드립니다!



## 2 FC GEM팀

### 응모내용

FC GEM회장 송현배 입니다. 유니폼을 맞추어둔 상태인데,

착용하고 찍지 못해 아쉽네요.

연습 후 자연스런 모습을 담아봤습니다.

### GSA감상평

대학원총학생회 풋살 경기는 밤에 주로 열리는데 사진으로 보아 연습을 열심히 하시는 팀 인가 봅니다^^ 너무 멋지네요.

팀원들에 표정에서 풋살을 진정으로 즐기시는 것이 엿보이네요.

유니폼 입은 모습도 기대됩니다.축하드립니다!



## 3 반도체 축구교실 팀

### 응모내용

반도체축구교실대표 김예람입니다.

대학원총학생회배 풋살대회를 알리는 현수막을 배경삼아

팀원들과 사진을 찍어보았습니다.

### GSA감상평

마치 프로팀처럼 늠름한 모습의 사진이네요. 포스가 느껴집니다.

풋살대회 우승에 이어 사진공모전에서까지 수상하셨네요.

2관왕 축하드립니다!



슬슬 2013년도 끝자락이다. 많은 일, 많은 생각을 하며 씬 없이 달려왔던 2013년의 마지막. 싱숭생숭한 마음을 다잡으려 노력하지만, 그 어디 쉬운 일인가. 일하려 해도 손에 잡히지 않고, 인간관계는 늘 피곤할 뿐이다. 새로운 일은 늘어가지만, 막상 내가 하고 싶은 일을 찾지 못할 때. 잊을만하면 찾아오는 슬럼프다. 밖은 화려한데 내 속은 타들어 간다. 슬럼프로 몸과 마음이 지칠 무렵, 어디론가 훌쩍 떠나고 싶다. 잠시나마 일상에서 벗어나고 싶은 막연한 욕구가 머릿속을 지배하기 시작하면 대책이 없다. 그럴 때면 주저하지 말고 강릉으로 가자. 정동진에서의 일출과 헌화로 드라이브 코스, 이제는 커피의 고장이라고 불릴 만큼의 명성을 획득한 강릉 커피의 본거지 '테라로사 커피공장'과 그 명성이 시작된 안목해변의 커피 거리까지 여행하는 코스는 확실히 힐링여행이라고 할 만하다.



# 커피향 가득한 바다여행, 강원도 강릉

글/사진 김정흠  
블로그 <http://www.travstory.com>  
이메일 [travstory@naver.com](mailto:travstory@naver.com)



## 광화문의 동쪽 끝 정동진에서의 일출

강릉여행의 시작 지점은 언제나 정동진이다. 정동진에서는 동이 뜨기 직전부터 해변에 모여 해가 뜨기만을 기다리는 사람들을 만날 수 있다. 시끌벅적하게 바다와 파도를 즐기는 무리도 있고, 조용히 수평선 끝을 바라보고 있는 여행자도 있다. 이어폰을 꽂고 자기만의 세계에 빠져 음악을 듣는 이도, 끊임없이

이 카메라 셔터를 누르는 사진작가 무리도 있다. 그래도 저마다 아름다운 일출을 볼 수 있기를, 그리고 마음속 작은 소원 하나쯤은 품고 있을 거다. 해가 떠오르는 그 순간에는 모두가 숨죽여 일출을 바라본다. 설 새 없이 셔터가 터진다. 해가 떠오르는 만큼 마음도 벅차오른다. 순식간에 끝난 해돋이를 아쉬워하며 정동진 해변에 웅기증기 모여 있던 여행자들, 그리고 사진작가들도 하나둘 자리를 떠난다. 텅 빈 해변으로 변하고 나면 조금 전까지와는 다른 모습의 정동진 해변을 파도소리를 들으며 거닐어 보자.



## 강릉을 걷다 바우길 9구간

정동진역부터 바우길 9구간이 시작된다. 바우길은 강원도 고성부터 부산까지 동해의 해안선을 따라 연결된 도보여행길인 '해파랑길'의 강릉 구간에 붙은 이름이다. 강원도 구간에는 '낭만가도'라는 별칭이 붙었으니, 이 길의 이름은 세 개나 되는 것이다. 해파랑길의 낭만가도 코스 중에서도 바우길 아홉 번째 구간은 정동진역을 출발하여 남쪽의 옥계시장까지 약 14km를 걷는 구간이다. 도보여행, 트레킹에 자신이 있다면 이 구간을 모두 걷는 것도 나쁜 선택은 아니나, 험화호가 시작되는 심곡항 부근까지만 가도 좋다. 바우길 9구간은 강릉의 산과 바다, 그리고 넓게 펼쳐진 밭의 푸르름까지 만끽할 수 있는 코스다. 그다지 높지 않은 산에 올라가면 저 멀리 동해를 한눈에 내려다볼 수 있는 조망이 펼쳐진다. 산길도 험한 편은 아니어서 가볍게 돌레길을 걷는다는 생각으로 여행할 수 있는 곳.

\* 바우길 9구간 중에서도 산행 코스는 뱀을 조심해야 하는 곳이나 국내에 독사는 거의 없다고 봐도 된다. 발견해도 먼저 공격하지만 말자. 알아서 도망가는 녀석이 대부분이다.

\* 바우길 9구간은 약 5~6시간 정도 걸리는 코스이지만, 정동진역에서 심곡항까지는 약 3시간 정도 걸리는 거리다.

\* 바우길 곳곳에서 만날 수 있는 화살표와 숫자 모양의 그림이 그려진 표지와 리본 등은 그 장소가 바우길임을 알리는 표식이다. 이 표식이 없다면 길을 벗어난 것이므로 왔던 길을 되돌아가 표식을 찾으려 하자. 스마트폰의 지도 애플리케이션을 참고해도 좋다.



\* 금진항을 회차지로 하여 다니는 12번 버스는 심곡항과 정동진을 거쳐 강릉 시내까지 운행한다. 대중교통을 이용하는 여행자라면 이 버스를 이용하면 된다. 이 버스는 금진항부터 안인해변까지 해안선을 따라 달린다. 버스의 오른쪽에 앉는다면 동해의 풍경을 즐기며 달리는 기분도 만끽할 수 있으므로 참고하자. (심곡항정류장에서 탑승하는 정동진 방향의 버스 정차 시각: 0805/0900/1350/1550/1750/1950)

## 최고의 드라이브 코스, 현화로

정동진에서 남쪽으로 언덕 하나를 넘으면 나타나는 작은 포구 마을이 심곡항이다. 시골벽적인 정동진과는 달리 조용한 곳. 이곳은 민박도, 큼지막한 건물도, 화려한 간판의 횡집도 없다. 이 조용한 마을을 방문할 여행자는 그다지 많지 않아 보인다. 조용한 이곳에 숨겨진 비경이 있다는 사실이 최근에서야 알려지기 시작했다. 현화로, 이름이 낯익지 않은가. 자연이 있는 길 이름이다. 절벽에서 핀 철쭉을 본 수로부인 이 그 철쭉을 갖고 싶어하자, 지나던 한 노인이 절벽을 타고 내려가 그 꽃을 구해오며 '현화가'를 불렀다는 곳이 바로 이 부근이라는 전설에서 유래한 것이

다. 그 절벽, 얼마나 험했기에 이런 전설까지 전해져 내려왔을까. 심곡항 어귀에 있는 전망대에 올라보면 현화로의 절경을 한눈에 내려다볼 수 있다. 원래 군사 지역이었던 곳에 도로를 만들어 금진항과 연결해 놓은 것이 국내 최고의 드라이브 코스가 되었다. 깎아지른 듯한 절벽과 그 앞을 수놓은 기암괴석과 해안단구의 모습, 그리고 그 사이로 난 도로는 그 자체만으로도 최고의 드라이브 코스라는 명성이 어색하지 않다. 파도가 심해지는 날이면, 바닷물이 도로 위까지 올라오는 장면이 종종 연출된다. 이 때문에 파도를 맞는 차량이 발생하기도 하므로 주의해야 한다. 이러나저러나 현화로의 최고 명장면은 바로 그 파도가 몰아치는 바로 그때임은 틀림없다. 스릴 넘치는 드라이브, 혹은 도보여행을 즐겨보자.

## 커피와 분위기에 취하다, 테라로사 커피공장

강릉은 커피로 유명하다. 아니 유명해졌다. 누군가는 박이추 선생의 '보헤미안'과 그 제자들이 강릉 곳곳에 차린 로스터리 샵이 기폭제가 되었다고도 하고, 누구는 안목해변에 길게 늘어서 있던 커피 자판기가 시초라고도 한다. 커피의 도시 강릉의 외곽, 한 조용한 마을에는 커피를 가공하는 공장이 하나 있다. 구정면 어단리의 테라로사 커피공장이 바로 그곳. 박이추 선생의 제자 중 한 명이었던 김용덕 대표가 이 공장을 소유한 '학산'이라는 이름의 회사를 경영한다.

세계 각지의 원두를 수입·가공하여 판매하는 이 공장은 전국 각지의 고급 호텔에 납품할 만큼 맛이 좋다는 사실이 알려지며 사람들의 발길이 잦아지기 시작했다. 최근에는 증가하는 손님의 수요를 충족시키기 위해 리모델링을 마치기도 했다. 커피 애호가에게는 필수 여행코스로 자리 잡은 테라로사 커피공장. 커피를 즐기 위해 찾은 강릉 여행이라면 빼놓을 수 없는 곳이다. 조금 더 커피를 자세히 즐기고 싶다면 '커피 테이스팅 코스'를 이용해 보아도 좋다. 그러나 커피 자체에 큰 관심이 있는 사람이라면 커피 석 잔을 내리 마시는 것과 크게 다르지 않으



로 사전에 꼭 고민해보고 주문할 것. 최근 들어서는 브런치도 판매하기 시작하였는데, 이 맛 또한 일품이다. 미술랭 가이드에서 최고로 손꼽히는 레스토랑인 미셀브라스에서 근무한 경력이 있는 셰프가 직접 조리하는 이 브런치는 단연컨대 강릉 최고의 브런치가 아닐까. 테라로사의 핸드드립 커피는 맛의 호불호가 있다. 그래도 역시 기본 이상을 해주는 것은 물론이거니와 꽤 고급스러운 풍미를 자랑한다. 최고의 커피와 브런치를 한꺼번에 맛볼 수 있는 곳, 테라로사는 강릉 여행의 정점을 찍을 만하다.



\* 영업시간 : 09:00~22:00 (연중무휴)

\* 핸드드립 커피는 5,000~8,000원 수준이며, 브런치는 10,000원이다.

\* 대중교통으로는 강릉 시내에서 101번, 105번 버스를 타고 종점인 어단리에서 하차하면 된다.

\* 평일 저녁이나 주말, 공휴일 등은 손님이 꽤 많은 편이다. 1시간 이상 대기할 수도 있으니 미리 염두에 두고 움직이자.



## 커피 한 잔 들고 바다를 바라보다 안목해변

멀리 바닷가가 보이는 조용한 시골의 작은 건물에서 나는 커피 향이 주는 독특한 감정, 혹은 싸구려 자판기 커피 하나씩 들고 해변 벤치에 앉아 멀리 수평선을 멍하니 바라보는 그 기분. 어느 쪽이든 지금의 강릉은 어느 곳에서도 독특한 분위기 속에서 바리스타의 철학이 담긴 커피를 즐길 수 있는 '커피의 성지'가 되어가고 있다. 가히 '커피 향 가득한 도시'라 부를 만하다. 강릉항 옆 안목해변을 따라 줄지어 늘어선 카페는 각자 자신만의 아이덴티티를 갖고 있다. 덕분에 골라 먹는 재미가 쏠쏠해진 이곳 커피거리의 카페들은 강릉주민의 휴식처이자, 강릉을 여행하는 여행자들의 여행 필수코스로서 큰 인기를 끌고 있다. 지금은 많이 사라졌지만, 한 때는 안목해변을 따라 줄지어 선 이 커피 자판기들이 바로 커피거리의

시작이었다고 한다. 처음엔 단 두 대, 나중엔 수십 대가 되며 안목해변이 커피거리가 되는 데에 주도했다는 이야기가 전해진다. 이곳의 자판기 커피라고 해서 모두 비슷한 커피라고 치부하면 오산이다. 자판기 주인마다 미묘하게 다른 레시피와 메뉴를 제공하여 맛보는 이들에게 특별한 즐거움을 제공하고 있기도 하다. 이곳저곳의 자판기를 둘러보며 어떤 커피가 더 맛있을지 즐거운 상상을 하자. 그리고 마음에 드는 자판기에서 커피를 한 잔 뽑아 해변으로 가자. 커피 한 잔 들고 해변 곳곳에 설치된 의자에 앉아 바다를 바라보는 것만큼 안목해변과 어울리는 여행이 또 있을까. 넘실대는 파도에 고민 하나 흘려 떠나보내고, 바다 위에 뜬 구름 조각에 또 다른 고민 하나 흘려 떠나보내자. 아직 따스한 커피를 손에 쥐고 해변을 거닐어도 좋다. 푸른 자연이, 바다가, 그리고 강릉의 커피가 마음을 다잡아줄 것이다.



# 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**

FUN

재미있는 회사생활

PRIDE

회사와 개인에 대한 자부심

RESPECT

상호 신뢰

TRUST

상호 존중과 배려

**BRING YOUR DREAM, BEING YOUR DREAM.**

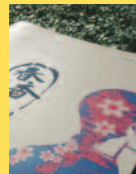


## 행복한 상상이 만드는 이야기, (주)디자인끌림

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 과정3동 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.**





# 독자리뷰



우 편 엽 서

From. 포스테키안

To. **POST IT**\_포스트잇

여러분의 소중한 의견을 포항공대 대학원 총학생회로 보내주세요

POST IT Postech talk about it



# 독자리뷰

1. 'POST IT'의 의미를 알고 계십니까?

① 알고 있다.    ② 몇 번 들어는 봤다.    ③ 잘 모른다.

2. 'POST IT'에 실린 글들은 얼마나 읽으시는 편이세요?

① 모든 글을 다 읽는다.    ② 관심 있는 글만 골라 읽는다.    ③ 거의 읽지 않는다.

2-1. 2번에서 C를 고르신 분들은 이유를 적어주세요.

3. 이번 소식지에서 가장 기억에 남는 부분을 말씀해 주세요.

4. 마지막으로 하시고 싶은 말씀을 자유롭게 써주세요. (다루었으면 하는 내용 / 궁금한 점 / 오타 등등)

독자리뷰를 작성해 주셔서 감사합니다. 내년 소식지를 제작하는데에 꼭 반영하도록 하겠습니다.

작성한 리뷰는 학생회관 214-2호로 가져다 주시기 바랍니다. 홈페이지와 페이스북을 통해서도 리뷰를 작성하실 수 있습니다.

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



\* HIEROGLYPHICS  
고대 이집트 신성문자

P E N T A

펜타시큐리티는 태어나는 날부터 독창성을 핵심 가치로 삼고  
어떤 시장 변화에서도 결코 포기하지 않았으며  
오히려 더욱 그 중요성을 높여 갔습니다.  
사회에 기여하고 세계적으로 성공하는 기업이 되기 위해  
더욱 노력 하겠습니다.

PKI기반의 전자적 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.



Trust for an Open Society —

**Penta**SECURITY  
www.pentasecurity.com

펜타시큐리티시스템(주)

서울시 영등포구 여의도동 25-11 한진해운빌딩 20층

TEL. 02-780-7728 FAX. 02-786-5281 / 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

# 세상을 밝히는 따뜻한 에너지

태양과 바람 같은 자연에 새로움을 더해  
친환경 에너지를 만드는 사람들이 있습니다

태양광, 풍력 등 자연을 이용하는  
신재생 에너지 개발과 연료전지, 발전사업으로  
저탄소 녹색성장을 이끌어가는 포스코에너지!

지구의 에너지를 새롭게 바꾸고 있습니다



# POSTECH 대학원생을 위한 상품 안내



## 인터넷뱅킹은 스마트폰으로

### 우리은행 스마트뱅킹

- 스마트폰으로 언제 어디서나!  
내 손안의 금융서비스!
  - \* 빠르고 편하게 조회와 이체를!
  - \* 카드 없이 자동화기기에서 현금 출금 지원
  - \* 간편한 예금, 적금, 펀드 등 상품 가입 지원
- 가임시 환율우대(최대80%) 쿠폰 제공!**

### 원터치 알림 서비스

- 스마트폰에서 입출금내역을  
**무료로** 받아보세요!
  - \* 인터넷뱅킹 및 창구에서 가입가능
- 가임시 환율우대(최대80%) 쿠폰 제공!**

## 편리한 신용 / 체크카드

### 신용카드

- 신용카드(**체크겸용** 사용가능)
- \* 추천상품 : NEW우리V카드
- \* 영화할인서비스(최대 6천원)
- \* 패밀리레스토랑 최고 25% 현장할인
- \* 스타벅스, 탐앤탐스 20% 청구할인
- \* 놀이공원 최고 50% 현장할인 등

### 체크카드

- 체크카드 + **10만원 신용한도제공**
- \* 기존 체크카드에 신용한도를 부여해 드립니다.
- \* 추천상품 : 우리V체크카드
- \* 후불교통카드 기능 탑재

**가임시 환율우대(최대80%) 쿠폰 제공!**  
\* 자세한 사항은 영업점 및 안내장을 참고하세요.

## 대체군복무자 우대 고금리적금

### 우리 국군사랑 적금

- 가입대상 : **전문연구요원** 대체군무자
- \* 군 복무중인 사병 및 입영예정자
- 금리 : 최대 **연 5.2%**
- \* 기본금리(연4.9%)+우대금리(0.3%)
- 우대금리
- \* 우리은행 주택청약종합저축 보유시 제공
- 계약기간 : 1~2년
- 저축금액 : 월 20만원 한도내 자유납
- 부대서비스
- \* 상해사망후유장해 보장보험 2년간 무료가입
- (우리은행 주택청약종합저축 보유시 제공)

**가임시 환율우대(최대80%) 쿠폰 제공!**

## 주택마련 필수 통장

### 주택청약종합저축

- 금리 : 최고 **연3.3%**
- \* 세전, 2년 이상 기준, 2013.11.12 현재.
- 가입금액 : 매월 2만원 이상  
50만원 이하 자유납입

**국민이면 누구든지!**

(미성년자, 유주택자도 가입가능)

**아파트면 어디든지!**

(국민주택(무주택 세대주만가능),  
민영주택 모두 청약가능)

\* 청약순위 등 자세한 사항은 상품설명서 또는 당행  
홈페이지([www.wooribank.com](http://www.wooribank.com))에서 확인하세요.

**가임시 환율우대(최대80%) 쿠폰 제공!**



포항공대(출) 054)283-6040

※ 이 예적금(우리MAGIC적금, 우리 국군사랑 적금)은 예금자 보호법에 따라 예금보험공사가 보호하되, 보호한도는 본 은행에 있는 귀하의 모든 예금 보호대상 금융상품의 원금과 소정의 이자를 합하여 1인당 최고 '5천만원'이며, 5천만원을 초과하는 나머지 금액은 보호되지 않습니다.  
※ 주택청약종합저축은 예금자보호법에 따라 예금보험공사가 보호하지 않습니다. 이 예금은 국민주택기금에 의해 정부가 별도 지급보증합니다.

과모임, 조모임, 동아리모임, 스터디모임

요즘, 캠퍼스는

**BAND**로 뭉친다!



NAVER

밴드

