

Postechian

POSTECH 이공계 진로 설계 안내서
NO. 184 / 2025



미래의한국과학자
(?)

HELLO, Postechian

안녕! 나는 포닉스! 포스텍을 소개할게!



포스텍 하면 딱 떠오르는 곳이 있어! 바로 시계탑! 캠퍼스 중심에 있어서 많은 포스테키안의 약속 장소가 되는 곳이야.
건물 위 시계탑은 계절에 따라 다른 분위기를 나타내서 더 아름다워.
그리고 또 하나, 과학의 꿈을 키우는 '미래의한국과학자상'!
이 빈 좌대는 포스텍에서 노벨상 수상자나 세계적인 과학자들의 배출하겠다는 의지를 드러낸 거야.
포스텍이 과학 발전에 기여할 인재를 얼마나 중요하게 생각하는지 보여주지!
연구와 도전의 정신을 담고 있는 이 좌대를 보며 많은 포스테키안이 꿈을 키운다고 해.
포스텍에서 시계탑을 배경으로 사진도 찍고, 나 포닉스랑 함께 과학자의 꿈도 키워보자!



TALK 카카오톡 실행 ▶ 🔍 상단 검색창 터치 ▶

+ 검색창에 채널명 '포스텍 입학팀' 입력 ▶ Ch 카카오톡 채널 추가

(상담 직원에게 메시지 보내기)



2025년 포스텍 입학팀 연간행사 안내

✧ 초청/방문 프로그램 일정 ✧

장소	프로그램명	대상	시기
포스텍 캠퍼스	이공계학과대탐험	(하계) 일반고 2학년 150명 (동계) 일반고 1학년 200명	(하계) 25년 7월 23~25일 (동계) 26년 1월
		(동계) 과학고/영재학교 1학년 100명	(동계) 26년 1월
	포스텍 한 스푼	일반고 학생 (학년제한 없음)	25년 5월 17일(토) 25년 6월 21일(토) 25년 7월 19일(토)
		과학고/영재학교 학생 (학년제한 없음)	25년 7월 12일(토)
		이공계학과대탐험 참여 학생 학부모	25년 7월 25일(금)
각 고교	고교방문설명회	고교 1~3학년	25년 4~7월
	재학생모교방문단	고교 1~3학년	25년 4~8월



이공계학과대탐험

[https://adm-u.postech.ac.kr/
program/science-engineering/](https://adm-u.postech.ac.kr/program/science-engineering/)



포스텍 한 스푼

[https://adm-u.postech.ac.kr/
program/one-spoon-2/](https://adm-u.postech.ac.kr/program/one-spoon-2/)

✧ 서울지역 설명회 일정 (본교 주관 입시 설명회) ✧

✧ 참가대상 : 학생/학부모

✧ 주요내용 : 학교 소개 및 입학전형 안내, 질의응답

✧ 참가방법 : 일정 확인 후 참여 <https://adm-u.postech.ac.kr/program/visiting-briefing>



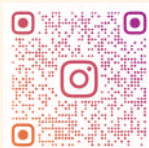
장소	일정	대상	장소	문의
서울	7.12(토)	학생/학부모	포스코센터 서관 아트홀 (강남구 테헤란로 440)	포스텍 입학팀 054-279-3629
	7.26(토)	학생/학부모		

✧ 위 목록은 추가 또는 변경될 수 있으니 [입학팀 홈페이지 ▶ 참여프로그램 ▶ 지역별설명회] 에서 반드시 확인

✧ 교육청 주관 지역별 설명회의 경우 입학팀 홈페이지를 통해 업데이트 예정



입학팀 SNS로
포스텍 소식 보러 가기



@postechadmission_official
https://www.instagram.com/postechadmission_official/

예비 포스테키안들에게 알리미가 쓴다!

과학 기술을 사랑하며 글로벌 리더의 꿈을 키우는
당신이라면 꼭 읽어봐야 할 잡지, POSTECHIAN
독자 여러분 반갑습니다. 앞으로 더욱 풍성하고
알찬 '이공계 진로 설계 안내서'를 만들고자 여러
분의 의견을 POSTECHIAN 제작에 반영하려 합
니다! 링크에 접속해 아래 단어 퍼즐의 답을 맞히
고(필수) 설문에 참여해 주시면 추첨을 통해 소정
의 선물을 드릴 예정입니다.

여러분의 많은 참여와 유익한 의견을
2025년 7월 5일(토)까지 기다립니다!

- ① 잡지에 실린 내용을 기반으로 단어 퍼즐 맞추기
- ② QR코드를 통해 링크 접속!!
- ③ 단어 퍼즐이 가리키는 단어를 맞히고 설문 참여
- ④ 포스텍 알리미가 준비한 선물 받기



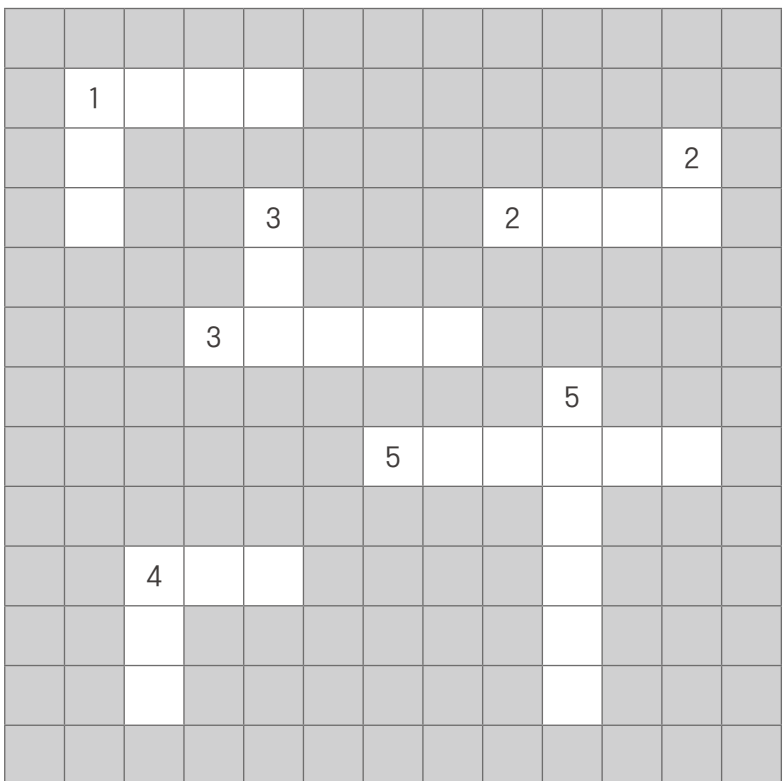
<https://forms.gle/fAT4oWxBekbaUbq3A>

가로 퍼즐

- 크로마토그래피에서 사용되는 원리로, 시료 속 이온이 고정상의 반대 전하를 가진 이온과 교환되며 분리되는 과정
- 액체 표면이 최소한의 면적이 되기 위해 발생하는 액체 분자 간의 힘
- 고전역학에서 뉴턴 운동 제1법칙이 성립하며, 알짜힘이 0인 좌표계
- 프랑스어로 '진공 상태'를 의미하며, 밀봉된 봉지에 담긴 음식물을 물로 천천히 가열하는 조리법
- 전자의 특성인 전하와 스핀으로 인한 자성을 모두 활용하는 기술

세로 퍼즐

- 크로마토그래피에서 시료의 성분을 운반하는 역할을 하는 물질로, 기체 또는 액체 형태로 존재
- 정적인 유체속에 물체가 잠겨있고, 유체에 대해 물체의 상대속도가 없을때, 중력의 반대 방향으로 유체가 물체를 밀어올리려는 힘
- 수학적으로 가산성과 동차성이 성립하는 경우 또는 성질
- 생물학적 시스템에 통합될 수 있는 신호를 수신하고 전달하는 단백질로 구성된 화학적 구조
- 크로마토그래피를 통해 분리된 성분들의 검출 신호를 시간에 따라 그래프로 나타낸 것



CONTENTS

POSTECH 이공계 진로 설계 안내서
NO.184 / 2025

- 08 **POPO** 정성준 교수의 삶의 철학: 실패 속에서 배우는 성장의 길
- 12 **알리미가 만난 사람** 백진연 선배님과 이야기: 내 마음의 끝이 수학에 있다면
- 16 **일터십** 은행을 바꾸는 은행, tossbank
- 20 **고등학생 기자단 포커스** 김진태 교수님을 만나다
- 24 **기획특집** 비만과 비만의 치료
- 34 **헬로노벨** 수많은 '일인칭'을 포착하는 문학의 힘
- 38 **최신기술소개** 대기 중 이산화탄소 포집 신기술 개발 /
화재, 재난 속 공간 입체성 느끼는 촉각기술 개발 /
종양 내에서 항체 생산하고 폭발적으로 방출하는 항암 치료법 /
상온에서 양자역학 스핀 펌핑 현상 발견
- 40 **포스텍 연구실 탐방기** 포스텍 차세대 반도체 연구실
- 44 **ALIMI ON-AIR** 알리미의 벚꽃놀이
- 46 **포라이프** 무대 위에서 물리학을 꿈꾸다
- 48 **크리에이티브 포스테키안** 도전과 경험으로 가득 채운 대학 생활
- 50 **포스텍 카툰** CES & 단기유학
- 52 **사이언스 블랙박스** 특이한 기상현상
- 56 **공대생이 보는 세상 + 레스토랑** 생명과학과 / 화학과 / 물리학과 / 전자전기공학과
- 60 **지식더하기** ① 로런츠 변환
② 크로마토그래피
- 62 **마르크스** 행렬이란 무엇인가?
- 64 **알스토리** ① 마지막의 마지막까지 다하는 최선
② 즐겁게 살자
- 66 ZOOM IN ON POSTECH!
- 68 포스테키안을 만든 알리미를 소개합니다!
- 70 독자서평 & 편집후기

발행일 2025. 04. 25.

발행인 김성근

발행처 포항공과대학교 입학팀 / 경북 포항시 남구 청암로 77

편집주간 오민진 강수향

편집기획 김세민 박다현 박태준 윤현서

편집위원 포스텍 알리미

디자인 & 제작 |주|디자인클리닝 T. 051-202-9201 F. 051-202-9206

정가 5,000원

포스텍 입학팀 홈페이지 바로가기 <https://adm-u.postech.ac.kr>





2026년 7월 11일, 영상으로
정성준 교수님의 매력적인 스토리를 만나보세요!

정성준 교수의 삶의 철학:

실패 속에서 배우는 성장의 길

글. 신소재공학과 23학번 29기 알리미 윤현서

‘POPO’ 코너는 알리미들이 포스텍 교수님들을 만나 학창 시절의 경험, 삶의 철학, 그리고 고등학생 독자들에게 전하고 싶은 이야기를 들어보는 인터뷰 코너입니다. 이번에는 포스텍 신소재공학과 정성준 교수님을 모셨는데요. 교수님의 독특한 학창 시절 이야기와 연구 분야가 궁금하다면, 지금부터 함께 알아보시죠!

교수님, 안녕하세요? 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요, 포스텍 정성준 교수입니다. 2013년에 창의IT융합 공학과 전임교수로 부임하여 현재는 신소재공학과에 재직 중입니다. 영국 Cambridge 공과대학에서 박사학위를 하고 물리학과 Cavendish 연구소에서 연구원 생활을 마친 뒤 포스텍에 오게 되었습니다.

교수님께서 회사에서 연구원으로 계시다가 다소 늦은 나이에 영국으로 박사학위를 취득하러 가신 것으로 알고 있습니다. 쉬운 결정이 아니었을 것 같은데, 어떻게 그런 과감한 결정을 하시게 되셨나요?

저는 석사학위를 하고 당시 회사의 중점사업 중 하나였던 디지털 프린팅 사업부, 그중에서도 잉크젯 헤드 개발 선행연구팀에서 근무했습니다. 물론 제가 원해서 들어간 부서는 아니었어요. 어느 누가 삼성전자에 '나는 프린터 국산화를 위한 개발자가 될 거야!'라는 꿈과 포부를 갖고 입사하겠어요? 가끔은 내가 개척할 수 있는 인생

도 있지만, 어떤 때에는 내 진로가 남에 의해 결정되고 그 결정을 따라 열심히 살아야 할 때도 있더라고요. 당시 잉크젯 프린터가 범용적으로 사용되고 있었지만, 삼성전자는 잉크젯의 핵심기술인 헤드(또는 카트리지) 기술을 보유하고 있지 못했어요. 가장 중요한 헤드는 HP에서 전량 수입하고, 회로부와 급지부 등의 시스템만을 만들어 제품을 팔고 있었거든요. 그래서 삼성에서는 헤드 기술 확보에 많은 투자를 했고, 그 연구개발 업무를 3년 반가량 했었습니다.

삼성전자와 같은 대기업은 배울 점도 많고 복지도 좋지만, 과학적 원리를 파악하여 연구하기보다는 당장의 제품 개발 성과를 추구하는 곳이기도 하고요, 주도적이고 독립적으로 일하기보다는 큰 기계의 톱니바퀴처럼 일해야 하는 경우가 많았습니다. 삼성전자에서 많은 것을 배우고 성장했지만, 연구자로서의 부족한 지식을 채우며 좀 더 주도적으로 일하고 싶다는 소망이 갈수록 커지더라고요.

당시 입사 2년 만에 제 직급에서는 유일하게 A 고과를 받을 만큼 회사에서 인정도 받았고 월급과 연말 보너스도 정말 좋았지만, 안정적 수입과 정해진 미래를 포기하고 과감하게 유학에 도전했습니다.

박사과정에서는 어떤 연구를 하셨고, 케임브리지에서의 삶은 어떠셨나요?

제가 학부 때는 전자공학, 석사 때는 광통신 분야를 공부했는데요, 박사학위 기간에는 케임브리지 공과대학 내 잉크젯 연구센터에서 프린팅에 사용하는 기능성 잉크의 유체/유변학적인 특성 평가와 마이크로 액적 연구를 했어요. 프린팅용 기능성 잉크에 대한 연구 주제는 삼성에서 잉크젯 헤드 개발을 했던 팀 내에도 전문가가 없었고 관련 지식도 매우 부족했습니다. 저 역시 연구개발 경험은 있지만 학문적 지식이 없었던 분야여서 정말 새로운 분야에 도전하는 마음으로 선정했습니다. 역시나 생소하고 어려운 주제여서 고생을 많이 했어요. 서른 살의 나이에 20살 학부생들이 듣는 유체역학 수업을 청강하면서 어렵게 공부했던 기억이 나네요. 하지만 지금 돌이켜봐도 정말 잘한 결정이라는 생각이 들어요.

박사학위 때 연구만 열심히 했던 건 아니었어요. 케임브리지 정말 다양한 국적의 사람들이 많이 사는 곳이기도 하고, 학교 중심 도시로서 오랜 역사를 통해 쌓여 온 독특한 문화를 가진 곳이었거든요. 연구실 안에만 있기보다는 한국에서는 접할 수 없는 문화 속에서 다양한 경험을 많이 해보고 싶었습니다. 봉사동아리에서 외국 학생들의 정착을 돕는 일에 참여하게 되었고, 이후에는 동아리 회장도 역임했습니다. 또한 당시 영국 최고의 지휘자 중 한 분이었던 Sir. Stephen Cleobury가 이끄시던 합창단 오디션에도 합격해서 정기적으로 공연을 다니기도 했어요. 100여 명의 단원중 유일한 아시아계 남성이어서, 연습에 참여하는 것 자체가 두려운 도전이었죠. 그래도 열심히 활동한 덕분에 케임브리지 800주년 기념공연과 유럽 최고의 무대 중 하나인 Royal Albert Hall에서 London Philharmonic Orchestra와의 협연으로 영광스러운 크리스마스 콘서트에 참여하기도 했습니다. 그리고 기숙사를 같이 썼던 여러 다국적 친구와 많은 대화와 교류를 했었는데, 그런 경험들이 지금 교수로서 학생을 지도할 때도, 연구할 때도 많은 도움이 되는 것 같아요.

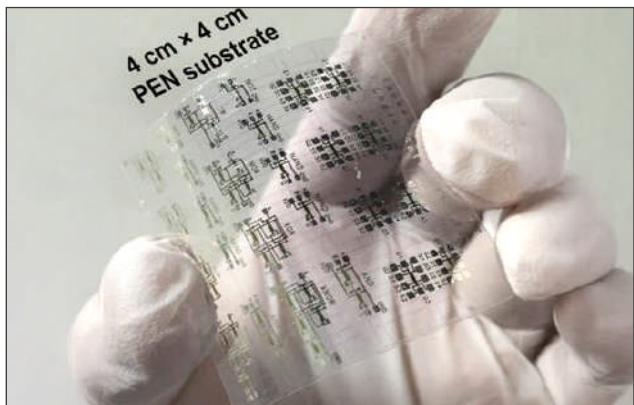
1



2



3



4



그림 1. 2015년 연구실 사진

그림 2. 2023년 연구실 사진

그림 3, 4. 정성준 교수님 연구실에서 제작한 플렉서블 전자회로

Flexible circuit using 3D-printed NAND technology



함께한 (좌)화학공학과 23학번 29기 알리미 김세민 (우)신소재공학과 23학번 29기 알리미 윤현서

현재 수행하고 계시는 연구를 소개해 주세요.

저는 프린팅 기술을 기반으로 해서 프린팅 관련 기초 연구와 가변형 전자공학 분야, 그리고 인공장기 분야를 연구하고 있어요. 가변형 전자공학 연구의 시작은 새로운 재료의 발견이에요. 우리가 흔히 말하는 플라스틱은 탄소, 수소, 질소 같은 가벼운 원소들의 공유결합으로 이루어진 유기화합물인데요, 일반적으로 전기가 흐르지 않는 부도체이죠. 그러나 플라스틱 재료를 탄소 단일결합과 이중결합이 번갈아 가면서 연결되게끔 합성하면 전기가 흐르는 도체가 됩니다. 이러한 고분자 재료는 잉크와 같은 액상 형태로 만들 수 있다 보니, 이미지를 출력할 때 사용하던 다양한 프린팅 기술들을 염료나 안료 잉크를 사용하여 상온에서 손쉽게 반도체나 센서 같은 전자 소자를 디자인하고 제작할 수 있는 기술로 발전할 수 있게 된 것이죠. 인공장기 분야에 적용하는 3D 바이오프린팅 기술도 마찬가지인데요, 우리 몸을 이루고 있는 세포나 콜라겐과 같은 유기고분자 소재들도 잉크와 같은 액상 형태를 가지고 있습니다. 이런 바이오 잉크들의 물성을 프린터에 적용할 수 있도록 조절하여, 연구자가 디자인한 대로 다양한 세포와 바이오 소재들을 적층한 뒤 프린팅함으로써 인공 장기와 조직을 제작하고 활용할 수 있게 되는 것이죠. 저는 프린팅 기술을 기반으로 연구를 발전시키다 보니 반도체, 회로,

바이오센서, 인공 폐, 인공 피부 등 다양한 분야의 연구를 한 연구실에서 훌륭한 연구진과 수행할 수 있는 점이 무척 재미있습니다. 요즘에는 가변형 유기 전자기술과 바이오 인공장기 기술의 접점에서 독자적인 바이오 전자공학 융합연구에 큰 노력을 쏟고 있는데요, 새롭고 창의적인 연구 분야를 개척하는 데에 많은 기대를 하고 있습니다.

마지막으로 포스테키안 독자들에게 해주시고 싶은 말씀이 있는지요?

저는 중고등학교 때 큰 꿈이 있거나 학업에 두각을 나타내던 학생이 아니었어요. 대학교 때는 학사경고를 연속 2번 받아 퇴학의 위기에 놓였던 적도 있었죠. 방향과 실패의 시기를 지나고 마지막 기회라고 생각했던 때에 정말 최선을 다해 지냈고, 하나씩 성취하고 전진해 오며 생각지도 못한 인생길을 걷고 있는 것 같아요. 여러분 중에 지금 힘들지만 훌륭하게 학업을 해오는 학생들에게는 격려와 파이팅을 드리고요, 혹시라도 부침과 좌절을 겪고 있는 학생들에게는 정말 괜찮다고 말해주고 싶어요. 포기하지 말고, 매일 할 수 있는 만큼만 열심히 해보세요. 각자 꽃피는 때가 다른 것 같아요. 여러분의 때가 반드시 올 거라 믿습니다.🌻



백진언 선배님과 이야기
내 마음의 끝이 수학에 있다면

글. 반도체공학과 23학번 29기 알리미 김세현

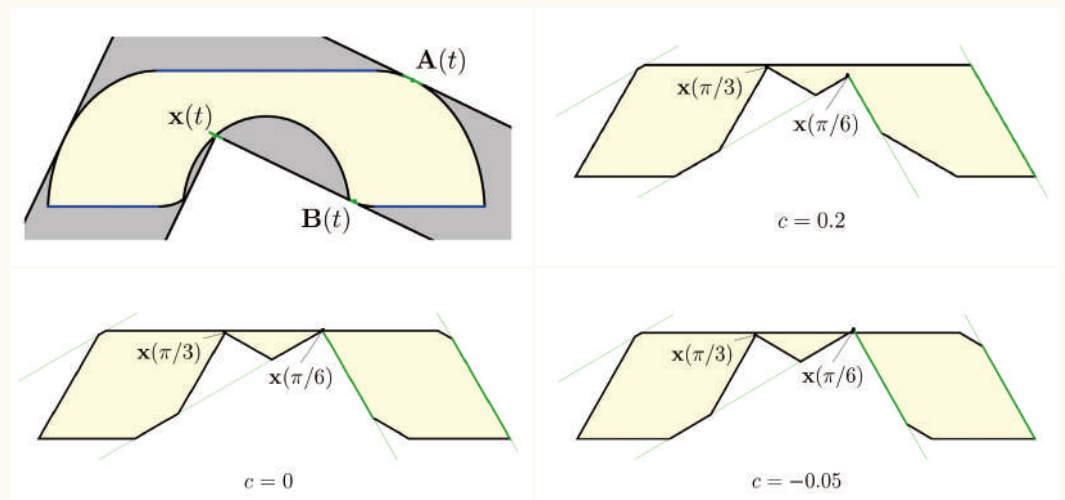
여러분은 혹시 ‘소파 옮기기 문제(Moving sofa problem)’에 대해 들어 보셨나요? 난제치고는 굉장히 이해가 쉽고 간단하지만, 답을 내는 것은 전혀 그렇지 않아 오랜 시간 풀리지 않은 ‘고전 기하학 난제’입니다. 그런데 2024년 11월 29일, 포스텍 동문이신 백진언 박사님께서 이 문제의 해답에 관한 논문을 투고하여 수학계의 주목을 받고 있습니다. 이번 <알리미가 만난 사람>에서는 수학에 대한 끈기와 열정으로 고전 난제를 푸는 데에 당당히 도전하신 연세대학교 박사 후 연구원 백진언 선생님의 이야기를 담아보았습니다. 수학에 얹힌 백진언 선생님의 인생 이야기, 함께 들어볼까요?

#1. 전국에 있는 포스테키안 독자들에게 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요, 저는 포항공과대학교 수학과 졸업 후 미시간 대학교에서 박사 학위를 받으며 소파 옮기기 문제에 도전 해온 백진언입니다. 이번에 박사 후 연구원이 된 뒤 소파 옮기기 문제를 해결하게 되었습니다.

#2. 선생님께서는 최근 소파 옮기기 문제에 대한 해답을 제시한 것으로 화제가 되셨는데요, 60년 난제 인 소파 옮기기 문제에 도전한다는 것이 쉽지 않으셨을 것 같습니다. 오랫동안 해답이 나오지 않는 연구를 묵묵히 해낼 수 있는 끈기의 근원은 무엇인가요?

어린 시절을 돌아보면, 저는 언젠가부터 수학 올림피아드를 잘하고 싶다는 욕심이 생겼던 것 같습니다. IMO(국제 수학올림피아드) 한국 대표가 되신 분들에게 자극을 받았고, 저도 어려운 문제에 계속해서 도전했습니다. 그때부터 어려운 문제를 오랫동안 붙잡고 해결하는 연습을 했습니다. 문제 하나를 풀 때 일주일도 걸리더라도 풀렸을 때의 성취감이 원동력이 되었습니다. 그러다 문득 ‘이제는 이 세상에 해답이 등장하지 않은 문제를 풀어보자. 시간은 넘쳐 나니까.’라는 생각을 하게 되었습니다. 올림피아드 문제에는 시간제한이 있지만 진짜 세상의 시간은 넘쳐나고, 그 시간 안에 한 문제만 풀면 된다는 생각이 동기가 됐던 것 같습니다.



#3. 선배님께서도 소파 옮기기 문제를 해결하기 위해 조합, 기하학, 그리고 컴퓨터 프로그래밍까지 다양한 분야의 지식을 사용하셨습니다. 이렇게 다양한 분야에 대한 지식은 주로 어디서 습득하셨나요?

다양한 분야의 수학 지식은 모두 포스텍 학부 과정에 재학하면서 배웠습니다. 포스텍에서는 해석학, 측도론, 조합론 등 학부 과목뿐만 아니라 대학원 과목까지 가리지 않고 적극적으로 수강할 수 있었습니다. 학부 때 대학원 과목을 수강하며 해뒀던 공부가 튼튼한 기초체력이 되었습니다. 제가 기억하는 포스텍의 좋은 프로그램 중 하나는 바로 UGRP(학부생 연구프로그램)였습니다. 당시에 해당 프로그램에 참여했던 것도 좋은 기회가 되었습니다. 연구자들이 하는 공부를 흉내 내 보면서 '논문은 이렇게 써보는구나, 새로운 생각은 이렇게 하는 거구나'와 같은 새로운 경험을 하게 되었습니다.

#4. 고등학교 시절 포스텍으로의 진학을 결정하신 계기가 있을까요? 그 결정 후 포스텍에서의 생활이 본인의 연구 생활에 어떤 영향을 미쳤나요?

온전히 공부에 집중할 수 있는 환경이 대학을 선택하는 과정에서 매우 큰 메리트로 다가왔습니다. 공부에 집중하기 위해 포스텍을 선택하는 친구들에게는 우선 환영한다는 말을 전해주고 싶습니다. 덧붙여 한 가지 추가로 말씀드리자면 단순히 공부에만 집중하지 말고, 대외활동을 포함해 대학교에서만 해볼 수 있는 다양한 경험을 해보며 학부 생활을 하셨으면 좋겠습니다.

입학한 후 마주한 굉장히 어려운 과제들이 제 연구 활동에 큰 영향을 미쳤습니다. 학교 다닐 때 과제가 굉장히 어려웠거든요. 그런데 그 모든 걸 다 해결하려 노력하다 보니 수학적인 기초 체력이 확실히 단단해진 것 같습니다. 또 한 다른 학교와 달리 교수님 한 분당 학생 수가 적다 보니 학생이 조금만 노력하면 교수님과 굉장히 가까워질 수 있습니다. 고민이 있다면 언제든지 교수님들과 이야기할 수 있다는 점이 굉장히 좋았습니다. 미래의 포스테키안이 되실 분들께는 입학하셔서 꼭 교수님과 적극적으로 이야기를 나누었으면 좋겠다는 조언도 하고 싶네요.



연세대학교에서 진행한
소파 옮기기 문제에 대한 강의

소파 옮기기 문제에 대한
강의를 하고 계신 백진언 선배님



#5. 앞으로의 연구나 진로에 관련된 계획이 있으시다면 말씀해 주세요.

이제는 조금 더 중요한 문제를 풀고 싶다고 생각하고 있습니다. 아직 제가 풀어보고 싶은 문제가 수도 없이 많지만, 다음에 풀고 싶은 문제를 정할 때는 더 신중해지려고 합니다. 7년 동안 한 문제에 집중했고, 처음 이 도전을 할 때에는 그냥 열정으로 시작했습니다. 하지만 막상 이 과정을 모두 겪고 나니 얻는 것도 많았지만 잃은 것도 많다고 느꼈습니다. 제 선택이 갖는 의미에 대해 신중하게 생각하고 난 다음에 풀 문제를 정해 해결해 보고 싶습니다.

#6. 수학자의 꿈을 가지고 있는 포스테키안 독자들에게 마지막으로 한 말씀 부탁드립니다.

수학자가 되려고 한다면 본인에게 수학이 얼마나 특별한 의미인지 다시 한번 생각해 보시기 바랍니다. 수학자라는 직업이 사실 쉬운 직업은 아닙니다. 남들이 하고 싶은 것을 할 때, 본인은 수학 문제에만 매달려 있다는 느낌을 받을 때도 많을 것입니다. 즉, 수학자로 살아가기 위해서는 그런 삶이 본인에게 특별한 의미가 되어야 하는 것이죠. 본인이 진짜로 원하는 인생의 의미나, 삶의 가치가 수학에 있을 수도 있지만, 다른 데에 있을 수도 있습니다. 그런 마음들을 모두 다 열어보세요. 그럼에도 불구하고 본인의 마음이 가는 곳이 수학이라면, 진심으로 응원합니다. 항상 하지 말라 해도 하는 사람들은 진짜 잘하거든요. 저도 때로는 수학자가 된 것을 후회하는 것도 같지만, 사실 돌아가면 똑같은 선택을 할 것 같습니다. 결국 이게 제 길이었던 것이죠.

포스텍 수학과 졸업 후 7년간 하나의 수학 난제에 끈기 있게 도전하신 백진언 선배님의 이야기를 들어보았습니다. 인생의 많은 시간을 본인이 사랑하는 수학 분야의 꿈을 이루는 데에 쓰고 계신 선배님의 인생에서 많은 것을 배울 수 있었는데요. 여러분도 선배님처럼 본인이 진정 원하는 것이 무엇인지, 마음속 깊이 숨겨두었던 꿈이 어디를 향하고 있는지 잘 살펴보면 어떨까요? 바쁘신 중에도 귀중한 말씀을 전해주시는 백진언 선배님께 다시 한번 감사의 인사를 드리며 글을 마칩니다.☺

안녕하세요, 포스테키안 독자 여러분! 알리미가 직접 교내외 유명 기업이나 연구소를 방문하여 일일 인턴 체험을 해보는 알턴십, 열다섯 번째 이야기입니다. 과거에는 은행을 이용하기 위해서는 직접 방문해야 했지만, 이제는 인터넷을 통해 간단히 금융 서비스를 이용할 수 있게 되었습니다. 인터넷으로 이용할 수 있는 은행은 정말 다양하지만, 그중에서도 토스뱅크는 뛰어난 편의성과 높은 사용성으로 많은 사용자들의 사랑을 받고 있는데요. 이번 호 알턴십에서는 이용현 알리미와 김채윤 알리미가 토스뱅크 본사로 직접 찾아가 보았습니다

은행을 바꾸는 은행, tossbank

글. 전자전기공학과 23학번 29기 알리미 이용현

인터넷전문은행, 토스뱅크

토스뱅크는 대한민국의 세 번째 인터넷전문은행으로, '이전으로 돌아갈 수 없는 새로운 은행 경험을 고객에게 제공한다'라는 목표 아래 다양한 사용자 친화적 서비스를 제공하고 있습니다. 토스뱅크는 다양한 서비스만큼이나 많은 팀으로 구성되어 있었는데, 그중에서도 신용모형팀, ML 서비스팀, 서버 플랫폼팀의 사수님들을 직접 만나보았습니다.

신용 평가 모델 데이터 분석 기술 체험

은행은 신용데이터 분석을 통해 고객의 신용도를 파악합니다. 그리고 이를 바탕으로 고객에게 대출을 승인해 줄 것인지, 승인한다면 얼마를 빌려줄 것이며, 대출금에 대한 금리는 얼마를 부여할 것인지

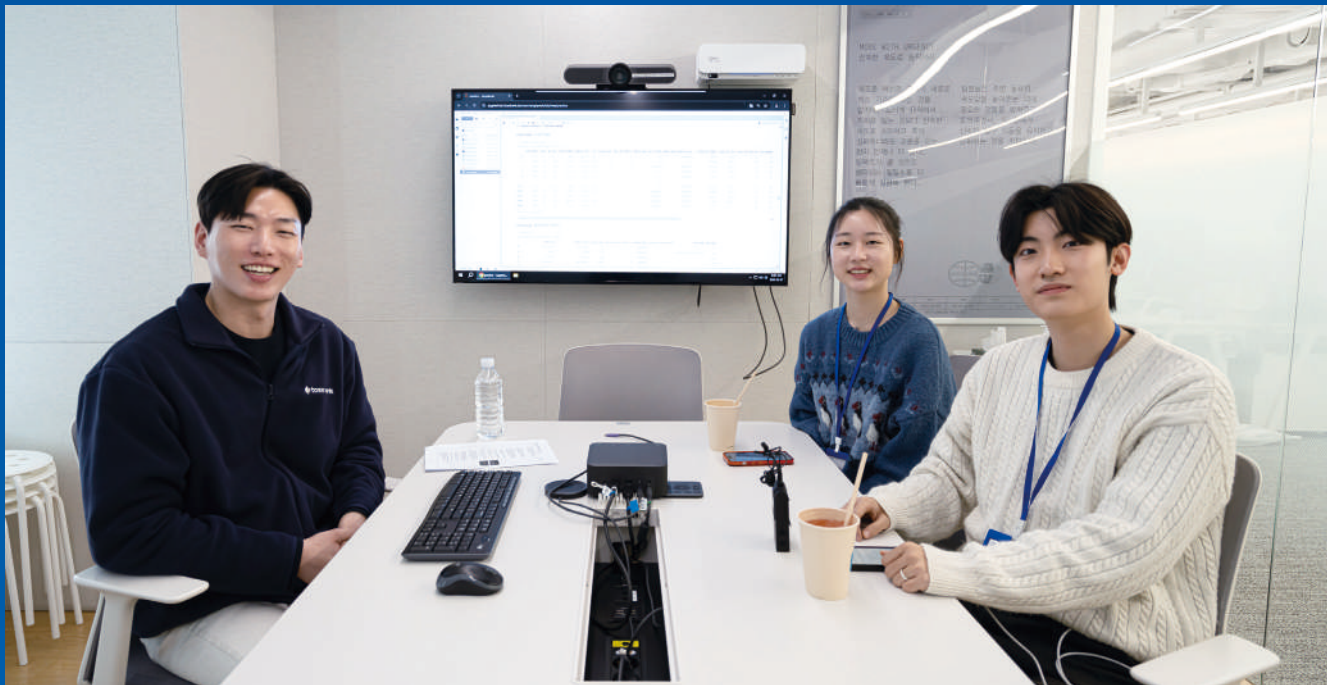
등을 분석하는데요. 첫 번째로 방문한 신용모형팀은 고객의 신용도를 정확히 예측하는 모형을 만드는 일을 하는 팀이었습니다. 이곳에서는 신용도를 측정하는 과정에 대해 자세히 알아볼 수 있었는데요. 신용도는 '신용모형'이라고 불리는 이진 분류 모델의 결과값으로 나오는 확률을 신용점수로 수치화한 것이라고 합니다. 고객이 미래에 대출금을 잘 갚는 경우를 1, 그렇지 않은 경우를 0으로 정의합니다. 그리고 1의 사건이 발생할 확률을 예측 모형을 통해 추정하여 그 확률값을 0~1,000점 사이의 신용점수로 대응시켜 사용자에게 보여주는 것이라고 합니다. 사수님께서 좀 더 쉬운 이해를 위해 직접 모의 신용모형을 시연해 주셨는데요. 고객의 다양한 정보를 입력값으로 넣고, 최종적으로 고객의 신용 점수가 산출되는 과정을 직접 눈으로 볼 수 있었습니다. 강의로만 배운 내용이 더 심화되어 실제로 적용되는 모습을 보니 정말 신기하고 놀라웠습니다!



ML(Machine Learning) 서비스 체험

고객들을 지원하는 다양한 서비스는 은행에서 정말 중요한 부분인데요. 그중에서도 ML이 필요한 부분에서 업무를 효율화하고 개선하기 위한 ML 서비스를 만드는 역할을 하는 PF ML 서비스팀을 방문했습니다. PF ML 서비스팀의 대표적인 제품으로는 신분증 자동 검증 시스템이 있었습니다. 고객이 은행에 가입하기 위해서는 가장 먼저 본인 인증을 진행해야 하는데, 그 과정에서 고객은 신분증을 찍어서 제출합니다. 토스뱅크는 비대면 은행이기 때문에 앱을 통해 신분증을 제출하게 되는데요. 이때, 촬영된 신분증이 가짜는

아닌지, 고객의 정보가 잘 식별되는지 검증해야 합니다. 이전에는 이 검증을 모두 사람이 수기로 진행해야 했지만, 현재는 ML 모델을 도입해서 약 20% 이상을 자동으로 검증하고 있다고 합니다. 그 외에도 최근에는 AI 챗봇 상담 서비스를 오픈했다고 하는데요. 토스뱅크의 챗봇은 기존의 챗봇처럼 정해진 질문에만 답할 수 있는 규칙 기반이 아닌, 사용자의 의도를 자동으로 파악할 수 있는 AI 모델을 도입한 챗봇이었습니다. 이 챗봇을 실제로 이용해 볼 수 있었는데요. 저희가 입력한 질문에 정말 사람처럼 의도를 잘 파악하고 대답하는 모습이 인상 깊었습니다.



(좌)토스뱅크 신용모형팀 한상혁 사수님

토스뱅크 서버 개발자 분과의 인터뷰

마지막으로, 토스뱅크 디렉터 서버 개발자인 박종수 사수님과 인터뷰를 진행했습니다. 먼저, '인터넷전문은행'에 속하는 토스뱅크가 기존의 시중 은행과 어떤 점이 다른지 여쭙보았는데요. 사수님께서 시중 은행과 인터넷전문은행의 가장 큰 차이점은 모든 고객이 온라인으로 방문한다는 점이라고 해주셨습니다. 또한 많은 사람들이 당연히 여기는 자정 부근에 은행 앱 서비스가 되지 않는 것, 과거 이체 내역을 조회할 때 기간 제한이 있는 것 등의 불편한

사용성을 일반적인 IT 서비스 수준, 혹은 그 이상으로 만들기 위해 노력하고 계신다고 합니다. 자정에도 멈추지 않는 은행처럼 사용성을 개선하여 고객 경험을 향상하기 위해 노력하고 있다고 말씀해 주셨습니다. 또한, 진로를 고민하는 포스테키안 구독자 여러분에게 본인의 적성에 맞는지 알아볼 방법은 직접 부딪쳐 보는 방법 밖에 없으며, 본인의 적성에 맞는지 판단할 때도 시간이 소요되니, 너무 많이 고민하지 말고, 우선 실행하는 사람이 되면 좋겠다는 조언도 해주셨습니다.



알턴십 인턴. (좌)무은재학부 24학번 30기 알리미 김채운 × (우)전자전기공학과 23학번 29기 알리미 이용현
그리고 토스뱅크 디렉터 서버 개발자 박종수 사수님과 함께

토스뱅크 알턴십을 마치며

지금까지 기존의 금융 서비스가 가지는 복잡함을 해결하고자 노력하는 기업, 토스뱅크를 견학해 보았습니다. 이번 알턴십을 진행하면서 많은 사람들의 사랑을 받는 토스뱅크의 서비스가 탄생하고 고객들에게 선보여지기까지의 과정과 그 안에 담긴 철학을 확인해 볼 수 있었습니다. 하나의 서비스를 만들기 위해 정말 많은 분이 다양한 노력을 한다는 사실을 알 수 있었는데요. 특히, 단순히 최신 기술을 적용하는 것을 넘어 기술의 활용에 대해 고민하는 역량이 중요하다는 점이 인상 깊었습니다! 알턴십을 위해 열심히 준비해 주신 한상혁 사수님, 정민정 사수님, 박종수 사수님께 정말 감사드립니다. 토스뱅크의 신용 평가 모델, 인공지능 기술, 서버 개발에 대해 흥미가 생기셨다면 포스트 입학팀 유튜브 채널에 공개될 184호 알턴십 영상까지 꼭 확인해 주세요! 📺



알리미들의 일일 인턴 체험기,
2025년 6월 6일에 공개됩니다!

고등학생 기자단 포커스 14기

김진태 교수님을 만나다



안녕하세요! 포커스 14기 경남과학고등학교 조율서, 김수현입니다. 이번 포커스에서는 컴퓨터 비전 및 유연 전자를 기반으로 한 연속체 역학 연구를 하고 계시는 기계공학과 김진태 교수님을 뵙고 인터뷰를 진행해 보았습니다.

그럼, 인터뷰 내용을 확인하러 가보실까요?

글. 경남과학고등학교 조율서, 김수현

Q 현재 진행 중인 연구에 대해 간략한 설명 부탁드립니다.

우리 연구실은 연속체 역학, 컴퓨터 비전, 유연 전자 소자라는 세 개의 키워드로 설명할 수 있습니다. 각 분야 간의 융합 연구를 수행하면서 그 속에 포함된 기초 역학 연구 또한 진행하고 있습니다. 이를 통해 항공 우주나 바이오 등 다양한 분야에 적용할 수 있는 역학 기반의 유연 전자 소자에 대한 연구를 진행하고 있습니다.

Q 기계공학 내에서도 다양한 연구 분야가 있는데, 항공 우주공학과 의공학에 관심을 두고 연구를 진행하시게 된 계기가 무엇인지 궁금합니다.

제가 추구하는 것은 항공우주와 의공학에서 적용되는 연속체 역학입니다. 연속체 역학은 어떠한 물체가 힘을 받아서 작용이 일어났을 때의 현상을 연속적으로 가정하고 모델링하는 분야입니다. 최근 차세대 유연 전자 소자 기술처럼, 딱딱한 전자기기를 말랑하게 만드는 기술이 많이 개발되고 있습니다. 이를 바탕으로 연속체 역학적인 환경에 적용해 새로운 디바이스를 만들고, 기존에 관찰하지 못했던 역학을 측정하는 연구를 주력으로 하고 있기 때문에, 이를 활용할 수 있는 항공우주와 의공학에도 관심을 갖게 되었습니다. 항공 분야의 예로는, 토네이도가 형성되는 원인을 밝히기 위해 씨앗 모양의 마이크로센서를 개발하는 연구가 있습니다. 의공학 분야에서는 아직 심장이나 혈류 내부에서 디바이스들이 어떻게 상호작용을 하는지에 대한 역학적 이해가 부족하기 때문에, 이를 연구하여 차세대 의료 디바이스의 발전에도 기여하고자 합니다.

Q 교수님께서 피부 밀착형 무선 햅틱 기기를 개발하셨다는 소식을 접했습니다. 피부의 다양한 기계적 수용체를 자극한다는 설명을 읽었는데 어떤 메커니즘을 통해 감각을 재현하는 것인지 기기에 대해 자세한 설명 부탁드립니다.

촉각을 인지하는 방식은 매우 복잡합니다. 예를 들어 손가락에서는 상황마다 각기 다른 촉각을 느끼는데, 이것은 사람의 피부에 분포한 네 가지의 서로 다른 기계적 수용체 때문입니다. 각각의 수용체는 분포 위치도 다르고, 감지하는 역학적 특성도 차이가 있습니다. 유연 전자 소자를 활용해 온몸을 덮을 수 있는 햅틱 디바이스를 개발하게 되면서, 손뿐만 아니라 신체의 다른 부위에서는 촉각이 어떻게 다르게 인지되는지를 연구했습니다.

이는 피부의 물리적 특성, 즉 비탄성 성질 때문인데요. 피부는 힘을 가하면 일정한 탄성 반응을 보이는 것이 아니라, 시간이 지남에 따라 점탄성적으로 반응하죠. 이러한 특성을 고려하여 액추에이터의 설계를 최적화하는 것이 이번 연구의 중요한 목표였습니다.

이 액추에이터는 단순히 진동을 발생시키는 것뿐만 아니라, 압력과 진동을 결합하거나, 심지어 회전하는 힘을 가해 피부를 비트는 형태의 자극까지 구현할 수 있습니다. 또한 이를 모두 타겟팅할 수 있다는 것을 역학적인 측정을 통해 증명할 수 있었습니다. 이러한 방식을 통해 기존의 햅틱 디바이스보다 훨씬 더 다양한 감각을 재현할 수 있죠.

Q 기기를 사용하게 될 때 피부 두께와 탄력성과 같이 개인마다의 특성이 영향을 줄 것이라 예상되는데 이를 어떻게 고려하셨는지 궁금합니다.

상용화된 액추에이터가 크게 두 가지 종류가 있는데, 그중 선형 공진 액추에이터는 교류로 구동이 되고 보편적으로 많이 쓰이는 액추에이터입니다. 진동수와 진폭이 조절되기 때문에 선호가 되었었는데, 저희가 개발한 액추에이터나 다른 구동 방식의 액추에이터는 사람의 피부에 영향을 많이 받아요. ERM이라고 부르는 이심 회전 액추에이터는 내부의 작은 추가 회전을 하면서 진동을 가하는데 이는 직류로 구동이 되기 때문에 진동수를 조절할 수가 없어요. 그래서 사람 피부의 기계적 성질에 따라서 액추에이터의 성능이 변화되는 건 아직도 큰 문제고, 이 문제가 해결되어야 더 현실적인 촉각을 가상 공간에서 구현할 수 있을 것 같습니다.



Q 교수님께서 하셨던 연구 중 특별히 좋아하시는 연구가 있다면 간단한 소개 부탁드립니다.

지금 바로 떠오르는 건 유연 전자 소자 관련 연구인데요. 일단 전자 소자를 유연하게 만들려면 기본적으로 딱딱한 전자 재료들을 말랑하게 만들어야 합니다. 이러한 방법에는 크게 기하학적인 구조를 바꾸는 방법과 얇게 제작하는 방법 두 가지가 있어요. 여기서 더 나아가 우리 연구팀이 집중한 기술이 바로 버클링 기법입니다. 간단히 말해서, 얇게 만든 2D 소자를 이미 당겨져 있는 유연한 기판 위에 올려둔 다음, 특정 부분을 고정하고 기판을 뉘어버리면 소자가 자연스레 휘어져 3D 구조로 변형됩니다. 이 방식을 사용하면, 아주 작은 크기의 유연한 전자 소자를 대량으로 만들 수도 있어요.

이를 통해 저희가 개발한 것이 씨앗 형태의 3D 전자 소자입니다. 기존에는 드론이나 액추에이터를 달아 환경 센서를 띄우는 방식이 많았는데, 저희는 센서 자체를 공기 중에 날릴 수 있는 형태로 만들어봤어요. 이는 기상 관측이나 환경 측정에서 완전히 새로운 방식으로 데이터를 수집하는 데 활용될 수 있습니다. 이 연구가 유연 전자 소자와 유체 역학이 정말 잘 융합된 사례라서, 개인적으로도 가장 흥미롭고 기억에 남는 연구 중 하나예요.

Q 그럼, 마지막으로 포스텍 기계공학과를 꿈꾸는 학생들에게 격려나 조언의 말씀 부탁드립니다.

요즘 학생들과 이야기하다 보면, 기계공학과에 온 이유로 로봇이나 항공 우주에 대한 관심을 많이들 이야기하더라고요. 물론 그것도 중요한 부분이지만, 제가 생각하는 기계공학은 결국 '힘'을 공부하는 학문입니다.

하드웨어를 설계하고 만드는 과정에서도 힘이 작용하고, 우리가 살아가는 세상의 모든 현상 역시 힘으로 설명할 수 있잖아요. 아침에 일어나고, 이를 닦고, 걸어 다니는 모든 행동이 결국 힘의 작용이죠. 저는 기계공학을 공부하면서 세상을 역학적인 관점에서 바라볼 수 있다는 점이 굉장히 흥미로웠어요. 그래서 이런 부분에 관심이 있는 친구들에게 기계공학과는 정말 좋은 선택이 될 것이라고 생각합니다. 그럼, 여러분 포스텍에서 만나요!

지금까지 포스텍 기계공학과 김진태 교수님과의 인터뷰 내용이었습니다. 흔쾌히 인터뷰에 응해주신 김진태 교수님께 감사드립니다. 또한 많은 도움을 주신 입학팀의 강수향 선생님과 박다현 알리미님, 그리고 촬영을 맡아주신 박상근 감독님께 감사드립니다!📸



고등학생 기자단 포커스의 이야기는
2025년 5월 2일 공개됩니다!

비만과 비만의 치료

의학저널 란셋(The Lancet)에 따르면 현재 전 세계적으로 비만 환자가 10억 명을 넘어섰다고 합니다. 세계보건기구(WHO)에서는 비만을 전 세계적으로 확산되고 있는 유행병이라 경고하고 있습니다. 기본적으로 우리 몸은 섭취한 영양소가 과잉일 경우, 그 잉여 에너지를 지방의 형태로 저장하는데요. 이 과정에서 호르몬은 지방 축적을 더 유도하고, 신경계는 식욕을 자극해 비만 치료를 어렵게 만듭니다. 이렇게 현대 사회에서 비만 문제가 대두되는 만큼 비만 치료제에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있습니다. 최근 뉴스에서 자주 언급되는 위고비(Wegovy) 비만 치료제에 대해 알고 계시나요? 위고비는 노보 노디스크 사에서 원래 제2형 당뇨병 치료제로 개발한 약물인데요. 미국 식품의약국(FDA)로부터 식욕 억제와 체중 감소 효과를 인정받으며 비만 치료제로 주목받게 되었죠. GLP-1과 비슷한 성분으로 구성된 위고비는 체내 인슐린 분비 촉진을 통해 혈중 포도당 농도를 낮춤으로써 비만을 치료합니다. 이번 기획특집을 통해 섭취한 영양소가 지방으로 변해 비만이 되는 과정부터, 비만 치료제의 핵심인 GLP-1에 대해 자세히 알아보시다!



우리 몸에서 지방이 만들어지는 과정

기획특집

1

글. 무은재학부 24학번 30기 אלימי 윤채리

WHO는 비만을 ‘세계적 유행병’으로 규정하였습니다. 비만 치료를 위한 다양한 시도가 있었는데, 네이처가 2025 주목할 사건에 ‘비만약 성과’를 꼽아 큰 화제가 되었습니다. 음식을 통한 에너지 섭취량이 소모량보다 많아서 체지방이 증가하는 것이 바로 비만의 주된 원인인데요. 탄수화물, 단백질, 지방 등 다양한 영양소를 섭취하는데, 왜 우리 몸은 에너지를 지방의 형태로 축적하는 것일까요? 첫 번째 꼭지에서는 우리가 먹은 음식이 체지방이 되는 과정을 자세히 알아봅시다!

비만이란?

비만이란, 체내에 지방이 과도하게 축적된 상태로 WHO는 체질량지수¹ $30\text{kg}/\text{m}^2$ 이상일 경우를 비만으로 정의하고 있습니다. 비만은 원인에 따라 에너지 섭취량이 에너지 소모량보다 많아서 체지방이 증가하는 일차성 비만과 유전이나 내분비 질환²으로 인한 이차성 비만으로 분류되는데요. 비만 환자의 90%는 일차성 비만에 속한다고 합니다. 에너지 섭취량과 소모량의 불균형은 식습관, 생활 습관, 연령 등 다양한 요인의 영향을 받는데, 이 중 가장 주요한 요인은 바로 식습관입니다. 그렇다면, 식습관이 어떻게 비만으로 연결되는지 자세하게 알아봅시다.

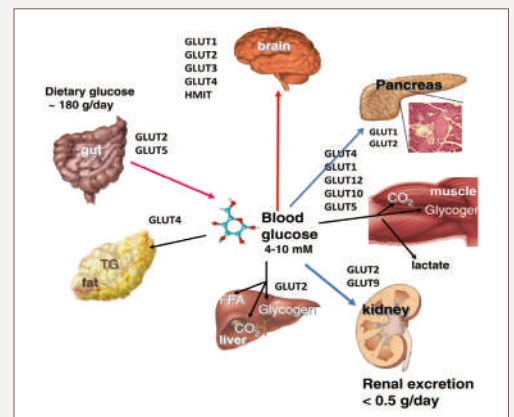
밥을 먹은 뒤 인슐린이 분비되는 과정

우리가 섭취하는 영양소에는 탄수화물, 단백질, 지방 등이 있습니다. 하지만 이러한 거대 분자들은 우리 몸에서 바로 에너지원으로 사용될 수 없기 때문에, 소화기관에서 다양한 효소의 작용을 통해 분해되는 과정을 거쳐야 합니다. 가장 주된 에너지원인 탄수화물은 소화과정을 거쳐 포도당으로 분해되고, 포도당은 소장에서 소화가 완료되어 용모를 통해 혈관으로 흡수됩니다. 이후, 포도당은 혈관을 통해 에너지원을 필요로 하는 체내 각 기관들로 전달됩니다.

혈중 포도당이 특정 기관으로 흡수되기 위해서는 해당 기관을 구성하는 세포의 막에 존재하는 GLUT(Glu-

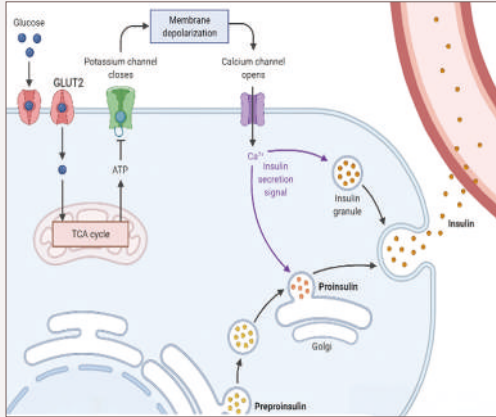
cose Transporter)를 거쳐야 합니다. 음식을 섭취한 후, 혈중 포도당 농도가 높아지면, 이를 감지한 우리 몸은 인슐린을 분비합니다. 인슐린은 세포 표면의 인슐린 수용체와 결합하면 GLUT가 촉진확산을 통해 포도당을 세포 내로 운반합니다. GLUT는 특이성과 K_m (미카엘리스 멘텐 상수) 값에 따라 14개의 종류로 세분화됩니다. K_m 값이란 특정 기능을 수행하는 효소와 기질의 결합 친화도를 나타내는 수치로, 값이 작을수록 기질과 더 잘 결합함을 의미합니다. GLUT는 포도당을 세포 내로 수송하는 단백질이므로 포도당이 기질이 되며, 포도당의 수요가 많은 기관들은 혈당이 낮은 상태에서도 효율적으로 작용할 수 있도록 작은 K_m 값을 가집니다. 반면 포도당의 수요가 덜한 기관들은 K_m 값이 상대적으로 큰 GLUT를 가지고 있습니다.

그림 1. 포도당 항상성 유지에서 GLUT의 역할



1. 영어로는 Body Mass Index(BMI)라고 하며, 몸무게(kg)를 키의 제곱(m^2)으로 나눈 값

2. 호르몬의 분비 이상으로 인해 발생하는 질환으로, 갑상선 질환, 당뇨병, 골다공증 등이 있음

그림 2. 췌장의 β -세포 내 인슐린 분비 과정

췌장의 β -세포에는 15~20 정도로 비교적 높은 K_m 값을 가지는 GLUT2가 있습니다. 따라서 혈당이 높을 때만 포도당을 흡수할 수 있어 혈당 감지 및 조절 기능을 수행합니다. β -세포로 흡수된 포도당은 글루코키나아제에 의해 인산화되어 포도당 6-인산으로 전환되고, 해당과정을 통해 ATP를 생성합니다. 세포질 내 ATP 비율이 증가하면 K⁺이온 통로가 닫히면서 세포 내 K⁺ 농도가 증가하게 됩니다. 이로 인해 세포막의 탈분극이 일어나면, Ca²⁺이온 통로가 열리면서 대량의 Ca²⁺이 세포 내부로 유입됩니다. Ca²⁺이 증가하면 시냅스 태그민³이 활성화되고, SNARE⁴ 복합체와 상호작용을 시작합니다. 인슐린을 포함한 소낭의 v-SNARE와 세포막의 t-SNARE가 결합하면서 두 막의 인지질층이 융합되고, 이 과정을 통해 인슐린이 혈액으로 방출됩니다.

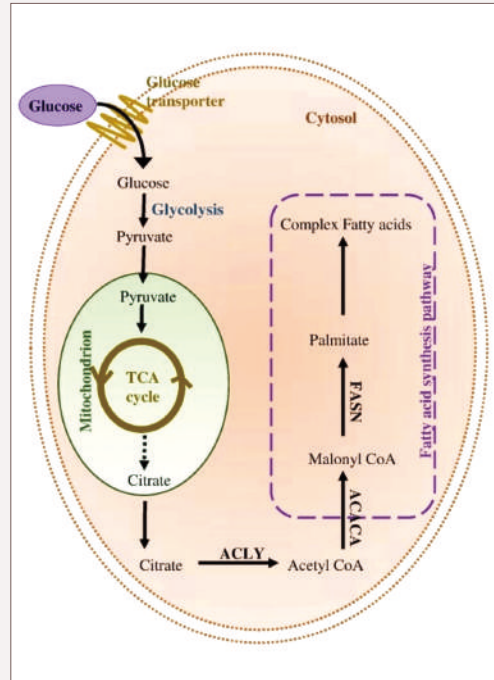
포도당을 중성지방으로 변환하여 저장하는 과정

포도당을 중성지방으로 변환하는 과정은 주로 간과 지방세포에서 일어납니다. 간의 경우 GLUT2, 지방세포의 경우 GLUT4를 통해 포도당이 세포 안으로 유입됩니다. 세포 안으로 흡수된 포도당은 해당과정을 거쳐 피루브산이 된 후 미토콘드리아에서 TCA 회로를 거쳐 시트르산으로 전환됩니다. 생성된 시트르산은 세포질로 운반되어 ATP-시트르산 분해효소에 의해 아세틸-CoA를 방출하는데, 아세틸-CoA가 지방산 합성의 핵심 원료가 됩니다.

재료가 준비되었으니 이제 본격적인 지방산 합성이 시

작됩니다! 아세틸-CoA가 아세틸-CoA 카복실화효소에 의해 말로닐-CoA로 변환되고, 지방산 합성 효소가 말로닐-CoA를 팔미테이트(C16:0⁵)로 전환합니다. 이후 ELOVL⁶에 의해 각 단계에서 탄소가 2개씩 연속적으로 중합되며 긴 탄소 사슬을 갖는 지방산을 합성하게 됩니다.

그림 3. 지방 신생합성(De Novo Lipogenesis)



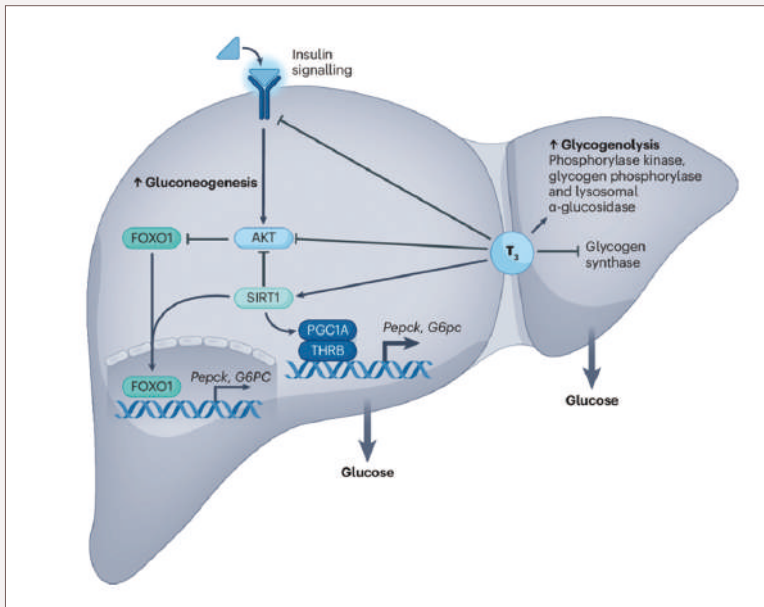
이렇게 포도당이 지방산으로 전환되는 과정을 알아보았습니다. 그런데 체지방의 90%를 구성하는 중성지방의 구성성분 중 글리세롤은 대체 어디에서 오는 것일까요? 포도당은 간에서 해당과정을 거쳐 글리세르알데하이드 3-인산(G3P)가 되고, 이어서 글리세롤-3-인산이 된 후 G3Pase의 도움을 받아 가수분해됩니다. G3Pase의 활성부위에서 물 분자가 수산화기(-OH)와 수소이온(H⁺)로 분해되는데요. 수산화기의 전자쌍이 G3P의 인산기(-PO₄²⁻) 중 부분적인 양전하(δ^+)를 띠고 있는 인 원자와 공유결합을 형성하고자 공격하면 불안정해진 인산기가 제거되어 글리세롤이 됩니다. 이렇게 만들어진 지방산과 글리세롤이 결합하여 중성지방이 되고 이후 지방조직에 축적됩니다. 이러한 과정을 지방 신생합성이라고 합니다.

3. Synaptotagmin. 시냅스 소포의 막에 위치하는 신경전달물질 방출을 조절하는 칼슘(Ca²⁺) 감지 단백질
4. Soluble NSF Attachment Receptor의 약자로, 소낭(vesicle)과 세포막(target membrane)의 융합을 매개하는 단백질
5. C16:0은 지방산의 탄소 사슬을 구성하고 있는 탄소의 개수가 16개이고 탄소 사슬 안의 불포화 결합이 아개 있음을 의미하는 지방산의 표기법
6. Elongases of very long chain fatty acids의 줄임말로 매우 긴 사슬 지방산의 연장을 촉진하는 효소

호르몬의 작용으로 지방이 몸에 축적되는 과정

체내 지방 축적은 호르몬의 작용을 통해서도 이루어지는데요. 이중 기여도가 가장 높은 것은 인슐린입니다. 인슐린은 앞서 설명한 바와 같이 지방 조직에서 지방 합성을 촉진할 뿐만 아니라, 간에서 포도당 생성을 억제합니다.

그림 4. 간에서 포도당 생성



인슐린은 간에서 포도당 6-인산을 포도당으로 변환하여 혈류로 방출하는 글루코오스-6-포스파타아제(G6Pase)와 같은 효소의 발현을 감소시킴으로써 포도당 생성을 억제합니다. 이 과정에서 중요한 역할을 하는 단백질이 Akt(Protein Kinase B)입니다. Akt는 인슐린 신호가 전달되면 PI3K 경로를 통해 활성화되며, FOXO1 전사인자를 인산화하여 핵 밖으로 배출하고, G6Pase의 발현을 감소시킴으로써 결과적으로 포도당 생성을 억제합니다. 간에서 포도당 생성이 억제되면 남아 있는 포도당은 지방산으로 전환 되어 결과적으로 체내 지방 저장에 증가하게 됩니다.

7. PI3K는 Phosphoinositide 3-kinase의 약자로, PI3K 경로는 세포의 성장, 분화, 이동, 생존, 내부 물질 운반 등에 관여하는 신호 경로

혈당이 증가하면 췌장 β -세포가 인슐린을 분비해 세포가 포도당을 흡수하게 되고, 남은 포도당은 간과 근육에 글리코젠으로 저장됩니다. 하지만 지속적으로 인슐린이 과다 분비되면 세포가 인슐린 신호에 둔해지고

근육과 간이 포도당을 효과적으로 흡수할 수 없게 됩니다. 이를 인슐린 저항성이라고 부릅니다. 인슐린 저항성이 커지면 혈당이 지속적으로 상승하고, 혈당이 높아질수록 췌장 β -세포에서 더 많은 인슐린을 분비합니다. 이때, 인슐린의 첫 번째 작용에 의해 지방 분해는 더욱 억제될 것이므로 지방 축적이 가속화되고, 비만이 됩니다.

지금까지 탄수화물을 과도하게 섭취하면 왜 체지방이 늘어 살이 찌는지 알아보았습니다. 많이 먹으면 체지방이 증가한다는 것은 자세한 원리까지는 아니더라도 대부분의 사람들이 알고 있는 사실인데요. 그런데도 식욕을 억제하지 못하고 비만이 되는 이유는 무엇일까요? 다음 꼭지에서는 신경계의 관점에서 비만이 되는 원리를 알아보시다! 🍷

그림 출처

- 그림 1. Mike Mueckler et al. "The SLC2 (GLUT) Family of Membrane Transporters". Mol Aspects Med 34(2-3): 121-138, 2013.
- 그림 2. Bo sun et al. "The role of GLUT2 in glucose metabolism in multiple organs and tissues". Mol Biol Rep 50(8): 6963-6974, 2023.
- 그림 3. Fatima Ameer et al. "De novo lipogenesis in health and disease". Metabolism 63(7): 895-902, 2014.
- 그림 4. Rohit A. Sinha et al. "Actions of thyroid hormones and thyromimetics on the liver". Nat Rev Gastroenterol Hepatol 22: 9-22, 2025.

참고 자료

1. "비만의 원인". 「대한비만학회」. <https://general.kosso.or.kr/html/?p-mode=obesityCause>
2. 최철수. "인슐린저항성의 발생기전". 「대한내과학회지」, 제 77권 제 2호 (2009): 171-177
3. Ashish Ashish et al. "Interaction between oxidative stress and diabetes: a mini-review". J Diabetes Metab Disord Control 7(2): 58-61, 2020.
4. Aswathi K Biju et al. "ATP-Citrate Lyase (ACLY): An Extensive Investigation from Molecular Insight to Therapeutic implications". Nutr Resour Human Health 4(3): 208-229, 2024.
5. C Livingstone et al. "Hormonal regulation of the insulin-responsive glucose transporter, GLUT4: Some recent advances". Proc Nutr Soc 55(1B): 179-190, 1996.
6. Ziyi Song et al. "Regulation and Metabolic Significance of De Novo Lipogenesis in Adipose Tissues". Nutrients 10(10): 1383, 2018.
7. "4. Gluconeogenesis, Glycogenesis, Glycogenolysis" University of WASHINGTON Pressbooks. <https://uw.pressbooks.pub/fmrbio-chemistry/chapter/main-body-3/>

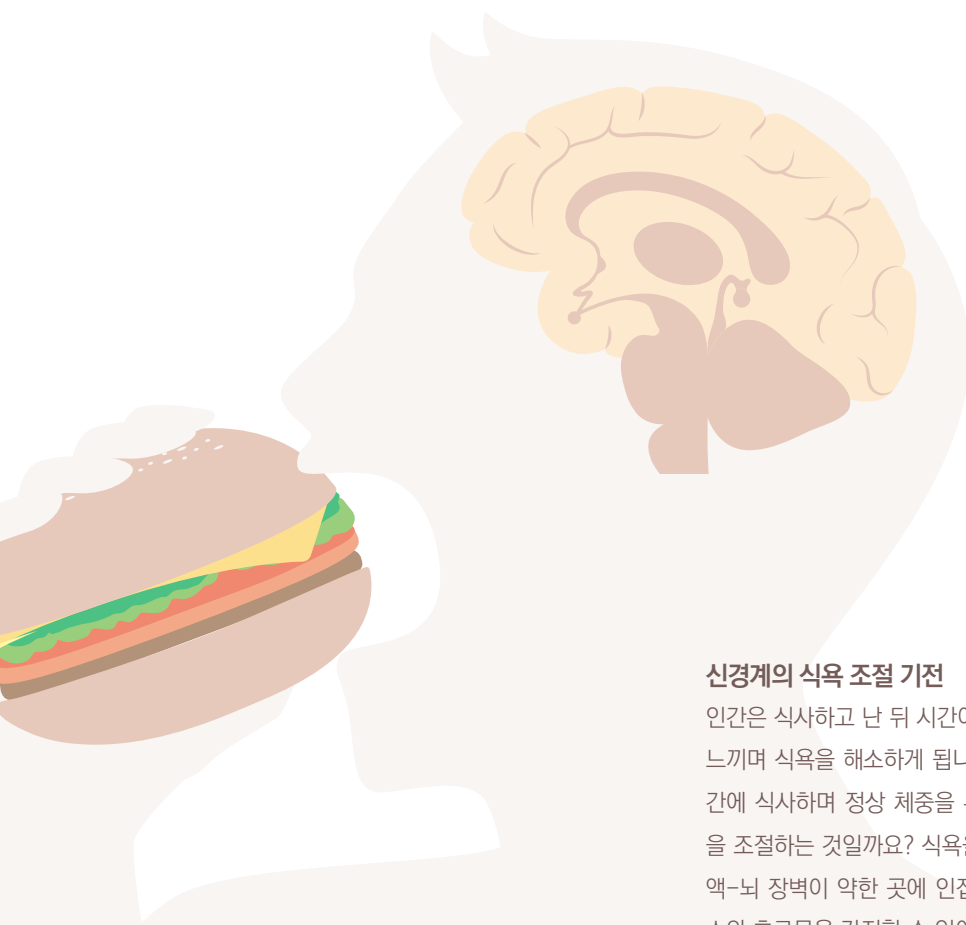
식욕은 어떻게 비만을 만들까?

기획특집

2

글. 무은재학부 24학번 30기 אלימי 황석훈

탄수화물을 과도하게 섭취하면 지방이 축적되어 비만을 일으키게 되고, 비만은 다양한 합병증의 원인이 됩니다. 왜 오늘날 사람들은 비만이 건강에 해롭다는 것을 알고 있지만, 비만을 극복하기 힘든 걸까요? 비만을 이해하기 위해서는 식욕을 발생시키는 뇌와 말초 신호¹의 기전에 대해 이해하는 과정이 필요합니다. 그래서 이번 꼭지에서는 뇌의 시상하부가 식욕을 느끼는 과정과 식욕이 음식을 먹는 행동으로 이어지는 과정을 신경계와 호르몬의 특성을 이용한 수학적 모델링²을 통해 분석하겠습니다.



신경계의 식욕 조절 기전

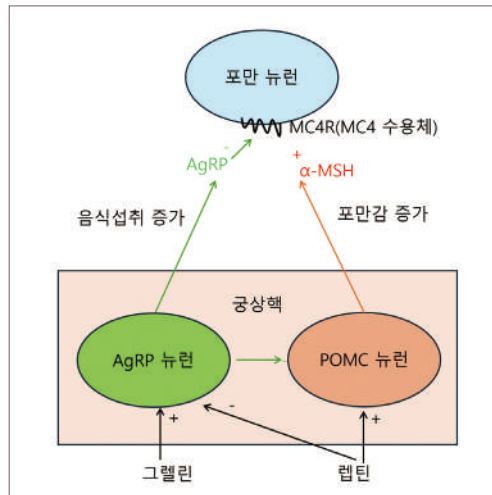
인간은 식사하고 난 뒤 시간이 지나면 식욕이 커지고, 식사를 한 후 배부름을 느끼며 식욕을 해소하게 됩니다. 이러한 식욕 조절을 통해 우리는 적절한 시간에 식사하며 정상 체중을 유지하는데요. 그렇다면 우리 몸은 어떻게 식욕을 조절하는 것일까요? 식욕을 조절하는 중추는 시상하부의 궁상핵³으로, 혈액-뇌 장벽이 약한 곳에 인접합니다. 이 때문에 궁상핵에서는 혈액 내 영양소와 호르몬을 감지할 수 있어 식욕과 관련된 호르몬을 분비합니다.

궁상핵에는 식욕 억제 기능을 가진 POMC 뉴런과 식욕 촉진 기능을 가진 AgRP, NPY 뉴런의 두 가지 신경세포 집단이 있습니다. POMC 뉴런은 축삭 말단에서 α -MSH를 분비하는데, 이는 중추 신경계의 여러 곳에 있는 수용체인 MC4R⁴에 작용하여 식욕을 억제하고 에너지 대사를 증가시킵니다.

1. 뇌와 척수 외부에 위치한 말초신경에서 발생하는 신호
2. 수학적 개념과 언어를 사용한 시스템의 서술
3. 에너지 균형, 음식 섭취, 물질대사를 조절하는 시상하부 뉴런의 그룹으로, 제3뇌실에 위치
4. Melanocortin-4 receptor로, 에너지 대사와 식욕 조절에 중요한 역할을 하는 수용체 단백질
5. Janus kinase 2로, 세포막 수용체와 세포 내 신호 전달 분자 사이의 중간물 역할을 함
6. Signal transducer and activator of transcription 3로, 세포 성장, 분화, 세포 생존과 같은 다양한 세포 과정에 중요한 역할을 하는 전사인자
7. 3-Phos-phoinositide-dependent protein kinase 1으로, 세포 내 신호 전달 경로에 관여하고 세포의 성장, 분열 노화 관련 분비 표현형을 결정하는 핵심 단백질
8. 단백질 Akt는 Protein kinase B(PKB)라는 명칭도 가지고 있음

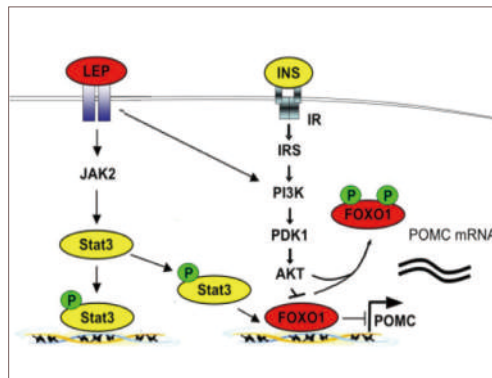
반면, AgRP 뉴런은 MC4R에서 활성화되어 α -MSH의 작용을 방해합니다. 그 결과 식욕을 촉진하고 에너지 대사를 감소시킵니다. 이 식욕 조절 회로를 중추 멜라노코르틴 경로라 부르는데요. NPY 뉴런은 중추 멜라노코르틴 경로와 별개로 수용체에 작용하여 인슐린 저항성을 증가시킵니다. 또한, 혈중 코르티솔을 증가시켜 식욕을 촉진하고 복부에 지방을 축적하는 작용을 수행합니다.

그림 1. 중추 멜라노코르틴 경로



중추 신경계 외에도, 저장된 지방의 총량에 비례하여 발생하는 말초 신호인 비만 신호를 통해서도 식욕을 조절할 수 있습니다. 각각 지방조직과 췌장에서 분비되어 식욕을 억제하는 호르몬인 렙틴과 인슐린, 위장을 포함한 여러 장기에서 분비되어 식욕을 촉진하는 호르몬인 그렐린이 이에 해당합니다.

그림 2. 렙틴의 작용 기전

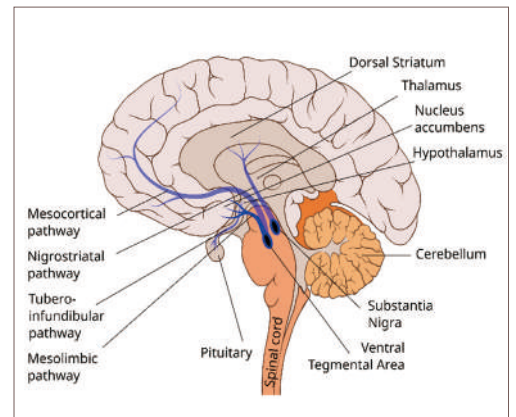


렙틴이 시상하부의 렙틴 수용체에 결합하면 JAK2⁵를 활성화하고, JAK2는 STAT3⁶을 인산화합니다. 렙틴은 PI3K도 활성화하는데요. PI3K는 PDK1⁷의 활성화를 유도하여 단백질 Akt⁸를 활성화합니다. 인슐린도 인슐린 수용체와 결합하여 PI3K가 활성화됩니다. 렙틴과 인슐린이 Akt의 활성화를 통해 FOXO1의 인산화를 유도하면, 인산화된 STAT3가 프로모터에 결합합니다. 그 결과, POMC 발현이 증가하고 AgRP가 억제되어 식욕을 억제합니다. 그렐린은 렙틴과 반대로 NPY 뉴런과 AgRP 뉴런을 자극하여 식욕을 촉진합니다.

음식에 대한 쾌락을 담당하는 뇌 중추의 반응

식욕을 억제하는 기전이 존재하는데 우리는 왜 음식에 중독될까요? 뇌의 보상 시스템은 쾌락적 섭식, 즉 맛있는 음식의 섭취 조절에 관여합니다. 이는 다른 중독 행동과 마찬가지로 중변연계 도파민성 경로(Mesolimbic pathway)와 관련되어 있습니다. 중변연계 도파민성 경로는 복측피개영역(Ventral tegmental area)에서 축삭핵(Nucleus accumbens)으로 가는 도파민 신경 경로로, 보상 경로라고도 부릅니다.

그림 3. 중변연계 도파민성 경로를 포함한 여러 가지 도파민성 경로



중변연계 도파민성 경로는 복측피개영역이 자극을 받으면서 시작됩니다. 복측피개영역이 자극을 받아 뉴런이 활성화되면, 스파이크라 불리는 전기적 신호가 발생합니다. 스파이크는 축삭돌기를 따라 이동하다가 축삭 말단에 다다르면 도파민을 분비합니다. 이 도파민 신호는 축삭핵에서 분비되고, 편도체와 같은 영역으로 전달

9. 뉴런에서 분비되는 신호 물질로, 시냅스에서 인접한 신경세포의 전위를 높이거나 낮추는 역할을 하며 신호를 전달
10. 생물체가 내부와 외부 환경의 변화에도 불구하고 일정한 상태를 유지하려는 특성

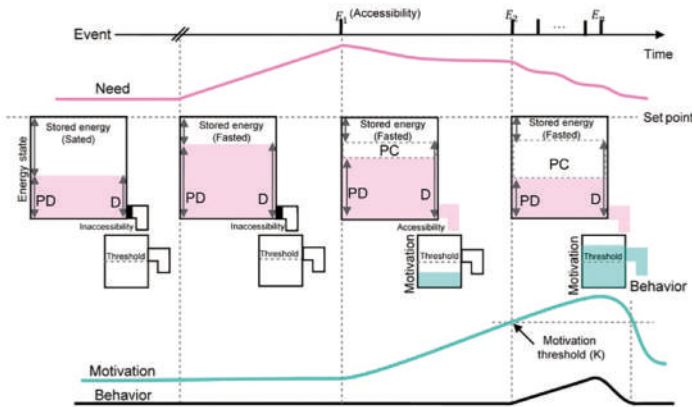
됩니다. 편도체는 전달받은 도파민 신호를 통해 그 경험을 즐겁다고 느끼며, 그 경험에 선행하거나 겹치는 감각과 행동을 해마에서 기억합니다. 이때, 전전두엽은 경험의 쾌락적 가치를 판단하고, 앞으로 같은 행동을 반복할지 판단합니다. 만약 전전두엽에서 해롭다고 판단하면 또 다른 신경전달물질⁹인 글루탐산을 축적해 보내 그 행동을 멈추라고 명령합니다. 글루탐산보다 도달한 도파민이 더 많을 경우 계속 쾌락을 느끼며 그 행동을 계속하게 됩니다.

이제 음식에 대한 목표지향적 동기가 행동으로 전환되는 과정을 수학적 모델링을 통해 표현해 봅시다. 시간 t 에서 음식의 결핍을 나타내는 D_f 는 시간 t 에서의 항상성¹⁰ 상태 H_t 의 함수로 나타낼 수 있으며, H_t 는 항상성 설정점으로부터의 편차로 정의됩니다.

$$D_f(H_t) = f(h_f^* - h_{f,t})$$

(h_f^* 는 항상성 설정점, $h_{f,t}$ 는 시간 t 에서의 항상성 상태)

그림 4. 목표지향적 동기가 행동으로 변하는 과정을 그래프로 나타낸 이미지



예측된 음식의 결핍인 $PD_f(H_t)$ 는 현재 음식의 결핍과 외부 정보로부터 예측되는 음식 결핍의 변화인 $PC_f(H_t)$ 를 합한 값이 됩니다. 그리고 $PD_f(H_t)$ 를 시간에 따른 음식의 필요도(그림4. 분홍색 그래프) $N_f(t)$ 라 정의합니다. 이때, $N_f(t)$ 는 AgRP 뉴런의 활성화도로 나타냅니다. $N_f(t)$ 는 음식을 먹게 되는 동기(그림4. 청록색 그래프) $M_f(t)$ 로 바로 이어지지 않습니다. 필요도의 일부가 유출되어 $M_f(t)$ 에 쌓이는 방식으로 정의하고, 필요도가 유출될 때의 임계점을 Leak이라고 정의

합니다. 그러면, $M_f(t)$ 을 적분을 통해 나타낼 수 있습니다. 이때, 음식을 먹게 되는 동기는 렙틴 수용체 뉴런의 활성화도로 나타냅니다.

$$M_f(t) = \int_{t_0}^t [a \times N_f(t) - Leak] dt$$

(a 는 보정 상수, t_0 는 목표(음식)에 처음 접근할 수 있는 시각)

이제 음식을 위한 동기가 임계값 K 를 넘어서면 행동(그림4. 검정색 그래프) $B_f(t)$ 가 시작됩니다.

$$B_f(t) = M_f(t) - K$$

음식을 먹어 행복함을 느끼면 중변연계 도파민성 경로가 활성화되어 먹는 행위를 반복하게 됩니다. 이 때문에 우리 몸은 맛있는 음식을 섭취하는 것에 대한 중독이 생깁니다. 결국 우리의 몸은 비만으로 이어지게 되는 것이죠.

이번 꼭지에서는 신경계가 식욕을 조절하는 원리를 알아보고, 도파민성 경로와 수학적 모델링을 통해 어떻게 음식 섭취가 중독으로 이어지는지를 분석해 보았습니다. 이처럼 비만은 중독, 즉 질병으로 정의할 수 있는 데요. 그래서 많은 과학자들이 비만을 치료하기 위해 연구하고 있습니다. 다음 꼭지에서는 비만 치료제와 연관이 깊은 GLP-1 호르몬에 대해 알아보겠습니다!👉

그림 출처

그림 1. 자체 제작

그림 2. Marianne B. Ernst, 'Enhanced Stat3 Activation in POMC Neurons Provokes Negative Feedback Inhibition of Leptin and Insulin Signaling in Obesity.', 'The Journal of Neuroscience', 2009.09.16

그림 3. https://en.wikipedia.org/wiki/Mesolimbic_pathway

그림 4. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado1820>

참고 자료

1. 노은, 「식욕조절 기전과 비만」, 『The Journal of Korean Diabetes』 Vol.23/No.2(2022년), pp. 89-96
2. 손종우, 「중추 신경계의 식욕과 대사 조절 기전에 대한 연구」, 『대한내분비학회』 10권/3호(2017년 여름) <https://www.endocrinology.or.kr/webzine/201703/sub8.html>
3. Wikipedia, 'Mesolimbic pathway' https://en.wikipedia.org/wiki/Mesolimbic_pathway
4. 서동준, 「뇌는 왜 '작심삼일'에 더 익숙할까」, 『동아사이언스』, 2019.01.08 <https://m.dongascience.com/news.php?idx=26154>
5. 서울성모병원, 「'코르티솔' 스트레스 호르몬의 정체」, 2019.09.25 <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=25385232&memberNo=5266975>
6. 최형진 외, 「A normative framework dissociates need and motivation in hypothalamic neurons」, 『Science advances』, Vol. 10, No. 45 <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.ado1820>

비만 치료제의 핵심, GLP-1

기획특집

3

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 김채윤

이전 꼭지들에서 설명한 것처럼, 비만은 단순히 게으름 때문이 아니라, 신체의 생리적인 작용으로 발생하는 ‘질병’입니다. 비만은 고지혈증, 당뇨병 등의 합병증을 유발할 수 있으며 재발 우려가 크기 때문에 세계보건기구(WHO) 역시 비만을 치료가 필요한 만성질환으로 분류하고 있죠. 그렇다면 비만을 어떻게 치료해야 할까요? 최근에는 단순한 식이 조절이나 운동을 넘어서 생리학적 기전을 활용한 치료제가 주목받고 있는데요, ‘위고비’와 ‘오젠폍’이 대표적입니다. 이번 꼭지에서는 비만 치료제의 핵심 아이디어인 GLP-1에 대해 알아보시다!

GLP-1의 혈당 억제 작용

GLP-1과 인슐린의 관계에 대한 연구는 비만 치료제 개발에 중요한 진전을 이끌었습니다. GLP는 글루카곤 유사 펩타이드로, 장내 내분비세포인 L-세포에서 분비되어 에너지 항상성 조절에 다양한 역할을 수행하는 호르몬입니다. GLP 호르몬은 체내에서 GLP-1과 GLP-2의 두 가지 종류로 존재합니다. GLP-1은 인크레틴¹ 호르몬 중 하나로 영양소에 의해 활성화되면 인슐린 분비를 증가시키고 위에서 음식물 배출을 조절하는 등의 기능을 수행합니다. 반면, GLP-2는 위산 분비 억제, 장 점막 강화, 영양소 흡수 촉진의 역할을 합니다. 특히 GLP-1은 혈당 억제와 대사 조절에 핵심적인 역할을 수행하는 중요한 호르몬입니다.

GLP-1은 인슐린이 분비되는 췌장의 β -세포에 직접 작용하여 혈당을 낮추는데요. 이 과정은 혈중 포도당 농도가 일정 수준 이상일 때 활성화됩니다. GLP-1은 β -세포의 막에 존재하는 GLP-1 수용체에 결합합니다. 이때 하나의 GLP-1R이 다수의 Gs 단백질²을 활성화할 수 있습니다. Gs 단백질은 아데닐산 고리화효소³를 활성화하며 이는 cAMP⁴를 생성합니다. 쉽게 말해 수용체가 신호를 전달하라는 명령을 내리면 여러 개의 Gs 단백질이 아데닐산 고리화효소를 활성화하며 신호를 증폭시키고, cAMP를 만들어 인슐린 분비를 촉진하는 과정으로 명령을 실행하는 것입니다.

1. 음식을 섭취했을 때 장에서 분비되어 혈당을 조절하는 역할을 수행하는 호르몬

2. G 단백질(G protein)의 일종으로, 세포 내 효소들을 자극해 신호를 증폭시키는 단백질

3. Adenyl Cyclase. ATP에서 2개의 인산기를 제거하고 고리 모양으로 만드는 작용을 하는 효소로 세포 신호 조절에 매우 중요한 효소

4. 고리형 아데노신 일인산(Cyclic Adenosine Monophosphate)으로 세포 간 신호 전달 경로에 관여하는 2차 신호 전달자

그림 1. GLP-1의 작용

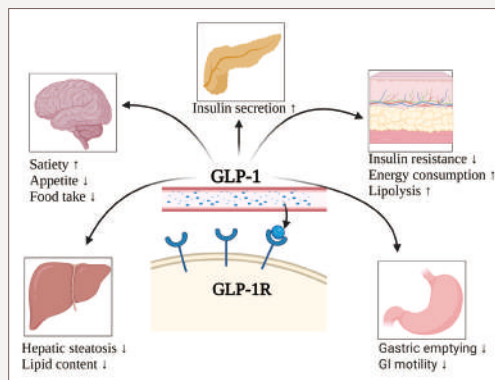
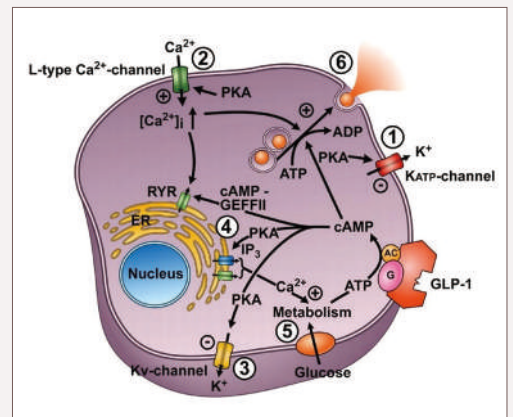


그림 2. GLP-1의 세포 수준 작용

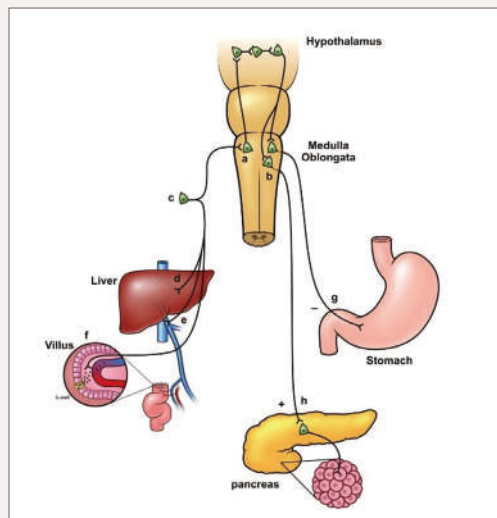


cAMP가 증가하면 단백질 인산화효소 A(PKA)와 cAMP-조절 구아닌 뉴클레오타이드 교환 인자 II (cAMP-GEFII)가 활성화됩니다. 이들은 인슐린 분비 촉진을 위한 분자적 기전을 매개합니다. 먼저 GLUT2⁵의 작용으로 ATP-민감성⁶ 칼륨(K_{ATP}) 통로가 차단된 후 세포막이 탈분극되어 칼슘(Ca^{2+}) 통로가 개방됩니다. 통로 개방으로 Ca^{2+} 유입이 증가하여 활동전위가 지속되는데요. 이때, PKA가 재분극을 일으키는 전압 의존성⁷ 칼륨(K_v) 통로에 작용하며, 재분극 과정을 통한 막전위 감소가 일어나지 않고 활동전위가 연장되는 현상이 발생합니다. 세포질 내 Ca^{2+} 는 인슐린 방출 신호로 작용하므로 β -세포의 탈분극 상태가 유지되어 늘어난 Ca^{2+} 가 인슐린 분비를 증폭시키는 것입니다.

반대로 α -세포에서 분비되는 글루카곤은 GLP-1에 의해 억제됩니다. α -세포에서도 Ca^{2+} 는 글루카곤 분비에 필수적인데, GLP-1은 β -세포에서 K_{ATP} 통로를 억제하지만, α -세포에서는 Ca^{2+} 통로를 억제하여 세포 내 Ca^{2+} 유입을 감소시킵니다. 특히 전압 의존성 통로인 P/Q형 칼슘 통로를 차단해 글루카곤 분비를 직접적으로 억제합니다. 이렇게 인슐린과 글루카곤을 조절하는 두 가지 작용으로 GLP-1은 혈당을 낮추는 기능을 합니다.

GLP-1의 식욕 억제 작용

그림 3. GLP-1의 신호 전달



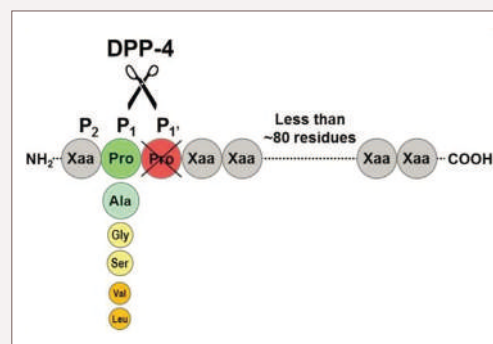
GLP-1은 신경 경로를 따라 중추신경계로 신호를 전달하기도 합니다. 장내 영양소에 의해 자극된 L-세포에서 GLP-1이 분비되면 감각 신경 말단에서 GLP-1을 감지합니다. 이 감각 신경은 미주 신경⁸의 가지이고 절단이라는 중간 신경절에서 시작됩니다. 감각 신경은 연수의 고립핵으로 신호를 전달함으로써 혈류를 통해 호르몬이 전달되기 전에 중추로 직접 신호를 보낼 수 있습니다.

고립핵에는 신경 섬유가 존재하여 이를 통해 시상하부로 신호가 전달되면 식욕을 억제하는 뉴런인 POMC를 직접 활성화하거나, 식욕을 촉진하는 뉴런인 NPY, AgRP를 간접적으로 억제할 수 있습니다. 또한 신경 섬유를 통해 미주 신경 운동 뉴런을 활성화하는데요. 위장관에 억제성 신호를 전달해서 운동을 중지합니다. 그러면 위 배출과 위 운동, 위산 분비가 모두 억제되어 위에서 소장으로 음식이 배출되는 속도가 감소합니다. 이를 통해 포만감이 증가하고 식욕이 감소하는 것입니다.

DPP-4에 의해 분해되지 않는 GLP-1RA

하지만 GLP-1은 분비된 후 다기능 효소인 DPP-4에 의해 빠르게 분해되기 때문에 실제로 작용하는 시간이 매우 짧습니다.

그림 4. DPP-4의 아미노산 인식



DPP-4는 특정한 서열을 가지는 펩타이드의 N-말단⁹에서 두 개의 아미노산을 절단하는 효소로, 특히 N-말단에서 두 번째 위치에 프롤린(Pro) 또는 알라닌(Ala)이 있는 경우 이를 인식하여 아미노산 두 개를 절단합니다. GLP-1의 N-말단 서열이 히스티딘(His)-알라닌(Ala)으로 시작되므로, DPP-4가 이를 인식해 빠르게

- Glucose Transporter type 2의 약자로, 세포막에 존재하는 포도당 수송 단백질
- 세포 내의 ATP 농도에 의해 조절되는 이온 통로
- 통로 근처의 막전위 변화에 의해 활성화되는 이온 통로
- 심장과 허파, 위장관계에 대한 부교감 신경과 연결된 감각 섬유를 운반하는 10번째 뇌신경. 심장과 허파, 위장관계에 대한 부교감 신경과 연결된 감각 섬유를 운반하는 10번째 뇌신경
- 말단에 위치한 유리 아민기(NH_2)를 나타내는 단백질 또는 폴리펩타이드의 시작 부분

분해하는 것입니다. 결과적으로 GLP-1의 반감기는 약 2분에 불과합니다. 비만 치료를 위해 GLP-1의 생리적 기전을 활용하려면 DPP-4와 경쟁적으로 결합하는 DPP-4 억제제를 사용할 수 있습니다. 하지만 이 방법은 체내 GLP-1 수치를 획기적으로 증가시키기 어렵다는 한계가 있어, 현재는 GLP-1 수용체 작용제를 활용하는 방법이 주목받고 있습니다. GLP-1 수용체 작용제는 GLP-1의 N-말단의 아미노산을 치환하거나 지방산을 부착함으로써 DPP-4의 분해를 피하면서도 GLP-1 수용체에는 결합할 수 있도록 설계된 것입니다.

그림 5. 세마글루타이드의 구조

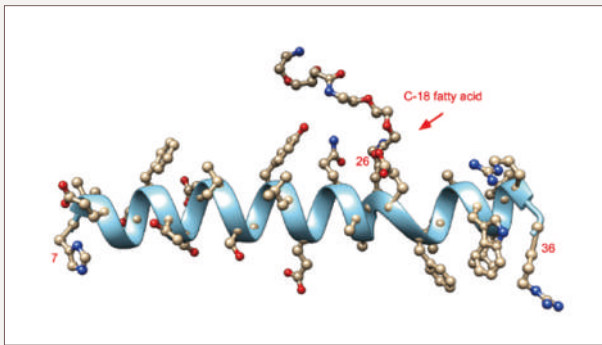
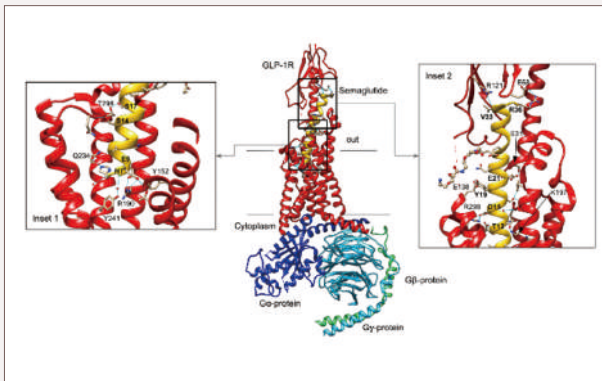


그림 6. 수용체와 결합한 세마글루타이드



대표적으로 위고비의 주요 성분인 세마글루타이드는 GLP-1의 8번 단백질인 알라닌(Ala8)을 α -아미노이소부티르산으로 대체하여 GLP-1이 DPP-4 효소에 의해 분해되는 것을 방지합니다. 또한 세마글루타이드에 c-18 지방산 작용기를 추가하면 알부민과의 결합이 더 잘 일어납니다. 크기가 큰 알부민과 세마글루타이드가 결합하면 N-말단이 보호되어 DPP-4가 접근하기 어렵기 때문에 세마글루타이드의 체내 반감기를 증가시킬 수 있습니다. 이러한 변형을 통해 세마글루타이드는 체내에서 더 오랜 시간 활성을 유지할

수 있으며 기존 GLP-1보다 안정적인 혈당 조절 효과와 체중 감량 효과를 제공할 수 있어 비만 치료제로 각광받고 있습니다.

지금까지 혈당 조절과 대사 작용에서 중요한 역할을 수행하는 GLP-1 호르몬의 작용과 이를 활용한 비만 치료제에 대해 알아보았습니다. 우리나라의 비만율 또한 40%에 가까워지고 있으며, 비만 치료제에 대한 관심도 높아지고 있습니다. 하지만 비만 예방에 무엇보다 중요한 것은 바로 올바른 생활 습관을 유지하는 것입니다. 건강한 삶을 위해 오늘부터 탄수화물 섭취를 줄여 지방 합성이 과도하게 일어나지 않도록 노력해 봅시다! 🍎

그림 출처

1. Jing-Yue Wang, "GLP-1 receptor agonists for the treatment of obesity: Role as a promising approach", *Frontiers in Endocrinology*, Vol. 14, 2023, article 1085799, <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1085799>.
2. Marcel H. A. Muskiet et al., "GLP-1 and the kidney: from physiology to pharmacology and outcomes in diabetes," *Nature Reviews Nephrology*, Vol. 13, Issue 9, 4 September 2017, pp. 605-628.
- 3-4. Jens JuulHolst, "The Physiology of Glucagon-like Peptide 1", *Physiological Reviews*, Vol. 87, Issue 4, 1 October 2007, pp. 1409-1439.
- 5-6. "Semaglutide." PDB-101, RCSB Protein Data Bank, <https://pdb101.rcsb.org/global-health/diabetes-mellitus>. Accessed 10 Mar. 2025.

참고 자료

1. 고관표, 「음식에 대한 장호르몬의 변화」, *Korean Journal of Obesity*, 2014, Vol. 23, No. 1, pp. 6-15.
2. Daniel J. Druker, "Glucagon-Like Peptide 2", *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 86, Issue 4, 1 April 2001, pp. 1759-1764.
3. Jens JuulHolst, "The Physiology of Glucagon-like Peptide 1", *Physiological Reviews*, Vol. 87, Issue 4, 1 October 2007, pp. 1409-1439.
4. Reshma Ramracheya et al., "GLP-1 suppresses glucagon secretion in human pancreatic alpha-cells by inhibition of P/Q-type Ca²⁺ channels", *Physiological Reports*, Vol. 6, Issue 17, 5 September, 2018, e13852.
5. Anita Kabahizi et al., "Glucagon-like peptide-1 (GLP-1) signalling in the brain: From neural circuits and metabolism to therapeutics", *British Journal of Pharmacology*, Vol. 179, Issue 4, 14 September 2021, pp. 600-624.
6. Carolyn F. Deacon, "Peptide degradation and the role of DPP-4 inhibitors in the treatment of type 2 diabetes", *ScienceDirect*, Vol. 100, February 2018, pp.150-157.

2024
노벨문학상

수많은 ‘일인칭’을 포착하는 문학의 힘

이번 호 헬로노벨에서는 2024년, 아시아 여성 최초이자 한국인 최초로 노벨문학상을 수상한 소설가 ‘한강’을 조명합니다. 먼저 한국 문학계에서 노벨상 수상이 갖는 의미와 앞으로의 과제를 살펴봅니다. 이후 한강 문학의 특징을 소개하며, 이를 통해 우리 시대에서 문학의 ‘쓸모’란 무엇인지 함께 생각해 보고자 합니다.

글. 인문사회학부 교수 김지윤

한국 문학계와 노벨문학상

2024년 10월, 소설가 한강이 노벨문학상을 수상했다는 반가운 소식이 한국에 도착했습니다. 오랫동안 한국 문학의 노벨문학상 수상을 염원해 왔던 문단에서는 참 기쁜 날이었는데요. 한국 문단은 길게는 타고르(라빈드라나트 타고르, 1913년 노벨 문학상을 수상한 인도의 시인 겸 철학자)가 아시아인 최초로 노벨문학상을 받은 1913년부터, 짧게는 스웨덴 한림원에서 노벨문학상 후보 추천을 의뢰받았던 1969년부터 이 상을 열망해 왔으니 이번 수상은 약 65년 만에 이룬 성과라고 할 수 있습니다.

사실 1960년대부터 한국 문학계는 아시아 문학이 어떻게 영미권과 서구 유럽 중심의 문학장에서 인정받을 수 있을지를 오랫동안 고민해 왔습니다. 그러던 중 1962년에는 일본 작가 3명이 노벨문학상 후보로 거론되어 한국 문학계에 큰 충격을 주었고, 1968년 가와바타 야스나리가 『설국』으로 노벨문학상을 수상하면서 한국 문단의 세계문학 진입에 대한 열망은 더욱 커졌습니다. 노벨문학상 수상은 한국문학번역원과 같은 문학번역지원 단체의 설립 목적 중 하나가 되기도 했습니다.

이러한 과거를 고려하면, 한강의 노벨문학상 수상은 한 작가의 개인적 성취를 넘어 한국 문학계 전체의 오랜 열망이 이뤄진 순간이라고도 볼 수 있습니다. 앞으로도 한국 문학이 세계문학이라는 생태계를 한층 더 풍요롭고 다채롭게 만들기 위해서는 체계적이고 제도적인 지원을 통해 번역가를 양성하고, 아직 번역되지 못한 작품의 수와 장르를 다변화할 필요가 있을 것입니다. 한강의 소설 『채식주의자』를 영어로 번역해 2016년 세계 3대 문학상 중 하나인 맨부커 국제상을 한강과 공동으로 수상한 번역가 데보라 스미스(Deborah Smith)는 이번 노벨문학상 수상에도 중요한 역할을 했습니다. 그러나 그가 독학으로 번역을 배웠다는 점은 앞으로 체계적인 번역가 양성 기관과 교육 과정이 필요함을 시사합니다. 또 한국 문학은 여전히 영어 번역에 치중되어 있으므로 다양한 언어로 번역될 필요성도 큼니다. 앞으로 우리에게 남겨진 과제를 잘 떠올리면서, 한국 문학계에서 노벨문학상 수상이라는 기쁜 소식이 더 자주 들려오기를 기대합니다.



그림 1.

한강 장편소설(2021.09.09.)

『작별하지 않는다』

문학동네 출판



소설가 한강과 문학의 효용성

그렇다면 한강은 어떤 작가일까요? 1970년 광주에서 태어난 한강은 처음에는 소설이 아니라 시로 문학 활동을 시작했습니다. 작가는 1993년 『문학과사회』 겨울호에 시 4편을 발표하고, 이듬해인 1994년 서울신문 신춘문예에 단편소설 「붉은 닻」이 당선되면서 소설가로서의 길을 걷게 됩니다. 작가의 대표작으로는 최근작인 『작별하지 않는다』와 『소년이 온다』와 같은 작품이 있습니다. 앞서 언급했던 『채식주의자』나 『흰』과 같은 작품도 빼놓을 수 없습니다.

스웨덴 한림원은 2024년 노벨문학상 수상자로 한강을 선정한 이유를 다음과 같이 들었습니다. 첫째, 작가가 “역사적 트라우마”에 맞서고 있다는 점, 둘째, “인간 삶의 연약함을 드러내는 강렬한 서정적 산문”을 보여주었다는 점입니다. 먼저 한강이 한국 근현대사의 많은 역사적 상처를 직시하고 이를 소설로 형상화했다는 사실은 작품을 통해 분명히 드러납니다. 소설 『작별하지 않는다』는 제주 4·3 당시 국가폭력으로 가족을 잃은 평범한 개인의 이야기를 담고 있고, 『소년이 온다』는 5·18 광주민주화운동의 시간을 통과한 사람들과 그 이후 남겨진 이들을 그리고 있기 때문입니다. 소설은 기본적으로 등장인물의 삶과 경험을 통해 사회 속 개인의 존재 방식을 탐색하는 장르입니다. 한강의 소설은 이러한 특징을 바탕으로 등장인물을 내세워 한국 근현대사의 아픈 상처를 깊이 응시하며, 이를 지속적으로 사유하고 성찰합니다. 이 점이 국경을 넘어 세계의 많은 독자에게도 깊은 울림을 전한 것이라고 생각합니다.

다음으로는 문체인데요. 사실 한강은 소설가가 되기 이전에 시를 먼저 선보인 작가이기도 합니다. 이러한 배경 덕분인지 작가의 문체는 매우 서정적이고 섬세합니다. 그러나 소설 속 세계가 단순히 아름답기만 할 것이라 기대하고 작가의 소설을 읽는다면 여러분은 조금 난감해질 수도 있겠습니다. 왜냐하면 작가의 소설은 서정적인 필체로 매우 고통스러운 순간과 마주하고 싶지 않은 상처가 응축된 장면들을 집요할 정도로 상세하게 그리고 있기 때문입니다. 『작별하지 않는다』의 초반부에는 손가락이 잘려 수술을 받은 ‘인선’이 봉합된 손가락을 3분마다 찢러가며 피를 내는 처치 장면이 자세하게 묘사되어 있고, 후반부에는 4·3 당시로 거슬러 올라가 억울하게 죽은 가족을 찾기 위해 운동장에 쌓인 동네 주민의 시신들을 하나하나 들춰보려고 생각하는 어린 국민학생의 생각이 고통스럽게 묘사됩니다.



그림 2, 3. 제주 4·3 유적지—서귀포시 상모리의 예비검속 희생자 터.

(그림 2) 추모비 아래에는 ‘예비검속’이라는 명목으로 억울하게 희생된 이들을 기리는 고무신과 참배객이 헌화한 국화가 놓여 있다.

(그림 3) 130여 명이 넘는 인원이 밤중에 끌려가 불법적인 처형으로 희생되었음을 기록한 비석이 세워져 있다.

아름다운 문체로 고통스러운 순간을 펼쳐 보여주는 작가의 문체는 어떤 의미를 가질까요? 작가는 노벨문학상 수상소감에서 처음으로 자기와 어깨를 맞대고 선 사람들, 그리고 건너편의 저 모든 사람이 ‘나’로 살고 있다는 사실을 자각한 순간을 회상합니다. 그리고 그것이 “수많은 일인칭들을 경험한 경이의 순간”이었다고 표현합니다. 우리는 한강의 소설과 같은 문학을 통해 타인의 고통을 외면하지 않고 직시함으로써, 비로소 내가 이 세상에서 다른 생명체와 공생하고 있다는 것, 그리고 우리는 하나로 연결되어 있다는 것을 깨닫게 될 때가 있습니다. 그러한 깨달음의 순간은 물론 그동안 애써 감추려고 했던 상처를 다시 들춰내는 고통을 동반할 수 있습니다. 그러나 이러한 자각의 순간이 우리에게 주는 기쁨은 분명히 존재하며, 타인과 공감하고 연대해야겠다는 생각을 통해 우리는 더 많은 생명과 함께 할 수 있습니다. 그것이 문학이 우리 시대에 주는 쓸모 중 하나가 아닐까, 생각해봅니다.🍎

1

대기 중 이산화탄소 포집 신기술 개발

2024년 대기 중 이산화탄소 농도 증가 속도가 역대 최고치를 기록하였습니다. UN에 따르면 현재 대기 중 이산화탄소 농도는 424ppm¹을 넘어서며, 최근 200만 년 중 가장 높은 수준이라고 하는데요. 갈수록 높아지는 대기 중 이산화탄소 농도를 낮추는 방법은 없는 걸까요? 다행히도, 버클리 캘리포니아 대학교의 연구팀이 대기 중 이산화탄소를 획기적으로 제거할 수 있는 이산화탄소 포집 기술을 개발했다고 합니다! 연구팀은 대기 중 이산화탄소를 직접 포집할 수 있는 물질인 COF-999²를 개발했는데요. COF-999는 탄소-탄소 및 탄소-질소 결합으로 구성되고, 아민(Amine)으로 내부가 채워진 구조를 가집니다. 대기 중 이산화탄소가 아민과 반응하면 카르바믹산(Carbamic acid)이 생성됩니다. 이 카르바믹산은 대기 중 물 분자와 수소 결합을 형성하거나, 물 분자에 의해 중탄산염(HCO₃⁻)으로 전환되어 주변 아민과의 수소 결합을 통해 안정해집니다. 따라서 COF-999는 물 분자가 풍부한 실제 대기 중의 이산화탄소를 포집하는 데 있어 효율적입니다. 뿐만 아니라, 기존에 대기 중 이산화탄소 포집에 사용되던 MOF(Metal-Organic-Frameworks, 금속 유기 구조체) 기반 탄소 포집 물질은 반복적으로 사용할 때 성능이 저하된다는 문제점이 있었는데요, COF-999는 100번의 흡착 및 탈착 과정을 거친 이후에도 성능 저하 없이 작동합니다. 연구팀은 향후 인공지능 기술을 이용해 COF를 이용한 이산화탄소 포집 기술을 더욱 발전시킬 계획이라고 밝혔습니다. 지속적인 연구를 통해 대기 중 이산화탄소 농도가 산업 혁명 이전 수준으로 회복되기를 바랍니다!

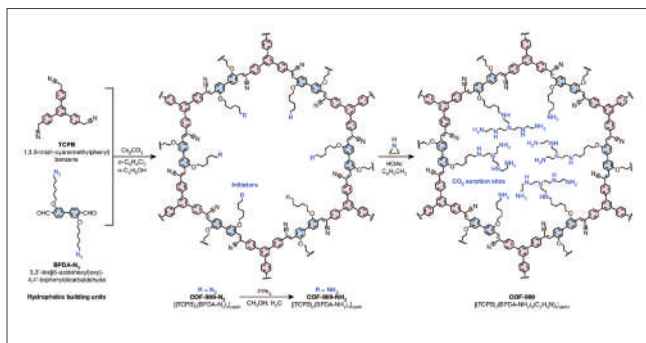
[각주]

1. Percent per million, 백만 분의 1을 나타내는 농도 단위
2. COF(Covalent-Organic-Frameworks, 공유 유기 구조체)에 기반한 탄소 포집 물질

[그림 출처 및 참고 자료]

1. 지혁민. "대기 중 CO2 획기적 제거 신물질 'COF-999' 개발 '눈길'". 넷제로뉴스. 2024.11.01. <https://www.netzeronews.kr/news/articleView.html?idxno=1623>
2. Zhou, Zihui, et al. "Carbon Dioxide Capture from Open Air Using Covalent Organic Frameworks." Nature, 23 Oct. 2024. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-08080-x>

그림 1. COF-999의 구조



2

화재, 재난 속 공간 입체성 느끼는 촉각기술 개발

화재나 지진 등으로 건물이 무너지는 재난 상황은 매우 위험하며, 시야 확보가 어려워 사람이 직접 상황을 파악하기 어렵습니다. 이럴 때, 사람이 투입되지 않아도 구조 활동이 가능하다면 정말 좋겠죠? KAIST 연구진은 드론을 원격 제어하여 공간 데이터를 수집하고, 촉각 피드백을 통해 공간 정보를 전달하여 드론 조종자가 공간을 직관적으로 이해할 수 있도록 하는 기술을 개발하였습니다. KAIST 기계공학과 오일권 교수 연구팀은 직교 방향으로 독립적인 수축 및 팽창을 할 수 있는 웨어러블 햅틱³ 장치 WHOA⁴를 개발하였습니다. WHOA 구조 안에는 형상기억합금 와이어가 직교 중첩 구조로 매듭지어 있어 전기 신호에 따라 특정 방향으로 형태가 변화합니다. 이를 통해 WHOA는 x, y축 방향의 움직임을 구분하여 WHOA를 착용한 사용자에게 입체 공간 내 움직임을 촉각으로 인식할 수 있도록 돕습니다. 예를 들어, 팔이나 발 등에 WHOA를 착용하면 공간 안에서의 방향 변화, 위치 변화를 직접 느낄 수 있는 것이죠! 그뿐만 아니라 전방에 장애물이 있는 경우 독특한 진동 패턴으로 장애물을 인식할 수 있게 설계되었다고 합니다. WHOA 기술은 화재, 재난 등 시각 정보가 차단되는 환경에서 시각 정보에 의존하지 않고도 주변 환경을 감지할 수 있게 합니다. 따라서 극한 환경에서도 드론과 같은 기기의 효과적인 조작이 가능하죠. 실제로 연구팀은 VR 환경에서 WHOA를 적용한 드론 조종 시뮬레이션을 수행했으며, WHOA를 착용한 사용자는 위험 구역과 장애물을 회피하며 구조 작업을 수행했습니다. 이 기술이 상용화된다면 더욱 안전하고 효율적인 구조 작업이 가능해질 것이지요?

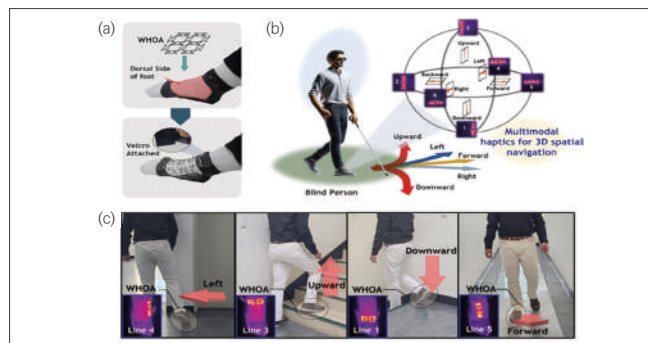
[각주]

3. 촉각을 이용해 정보를 전달하는 기술. 진동, 온도 등 피부로 느낄 수 있는 요소가 촉각 정보로 제공
4. Wearable Haptics for Orthotropic Actuation, 직역하면 직교 방향 작동을 위한 웨어러블 햅틱

[그림 출처 및 참고 자료]

- Khan, Mannan, et al. "Wearable Haptics for Orthotropic Actuation Based on Perpendicularly Nested Auxetic SMA Knotting." Advanced Materials, vol. 37, no. 1, 2024. <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202411353>

그림 2. 시각 장애인에게 WHOA를 적용한 모습



종양 내에서 항체 생산하고 폭발적으로 방출하는 항암 치료법

‘트로이의 목마’를 아시나요? 트로이의 목마는 적진 한가운데로 침투해 적의 내부에서부터 적을 무너트리는 전략입니다. POSTECH 화학과 김원종 교수 연구팀에서는 이 전략을 활용한 새로운 항암 치료법을 개발하였습니다. 바로 종양 내에 ‘항체 공장’을 만들어 암을 치료하는 방법입니다.

면역관문이란 T세포⁵가 정상 세포와 암세포를 구별할 수 있도록 돕는 단백질입니다. 그런데 일부 암세포에는 이를 약용해 T세포가 암세포를 공격하지 못하도록 하는 방어 기작이 존재합니다. 이 방어 기작을 차단하고, T세포가 암세포를 공격할 수 있도록 하는 항암 치료법을 ‘면역관문 억제 치료’라고 부르는데요. 기존 면역관문 억제 치료법은 약물이 종양에 충분히 축적되지 못하거나, 종양 주변 환경이 오히려 면역세포를 억제하는 경우 치료 효과가 떨어지는 문제점이 있었습니다. 연구팀은 CAPRN이라는 나노입자 플랫폼을 개발하여 이를 해결하였습니다. CAPRN은 약산성 환경에 반응하여 종양 세포 내에만 축적되고, 종양 세포 내에 유전자 물질을 전달하여 항체를 직접 생성합니다. 이후 레이저를 조사하면 CAPRN 내의 광감응제⁶에 의해 활성산소가 생성되고, 활성산소는 종양 세포를 파괴하고, 파괴된 세포 안에 생성되어 있던 항체가 주변 암세포를 다시 공격하면서 항암 작용을 할 수 있게 됩니다. 동물 실험 결과 CAPRN은 기존 항암 치료법보다 훨씬 높은 항암 효과를 나타냈습니다. 종양 세포 자체를 항체 공장으로 사용한다면, 정말 혁신적인 치료법인 것 같은데요. 이 치료법을 통해 많은 암 환자분들이 완치되는 날이 찾아오기를 기대합니다!

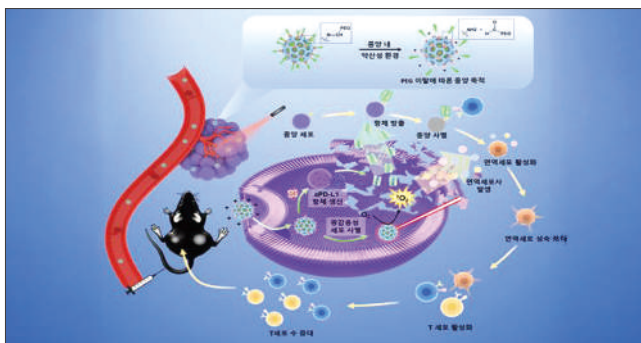
[각주]

- 백혈구의 한 종류. 가슴선(Thymus)에서 성숙하기 때문에 T 세포 라고 부름
- 빛에 반응해 활성화되는 물질. 특정 파장의 빛을 흡수하면 활성산소를 생성

[그림 출처 및 참고 자료]

- 포스텍. “화학/융합 김원종 교수팀, 트로이 목마, 암세포 안에 항체 공장 짓다”. 포항공과대학교. 2025.02.18. <https://www.postech.ac.kr/kor/research-industry-academia/research-results.do?mode=view&articleNo=15608>
- Park, Mihyeon, et al. “Nanoparticle-Mediated Explosive Anti-PD-L1 Factory Built in Tumor for Advanced Immunotherapy.” *Advanced Materials*, vol. 37, no. 7, 2025. <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.202417735>

그림 3. CAPRN의 작동 모식도



상온에서 양자역학 스핀 펌핑 현상 발견

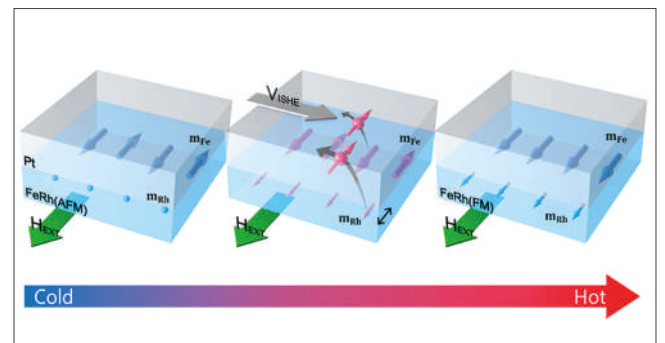
2023년 여름, 상온 초전도체 관련 이슈로 과학계가 뜨거웠습니다. 이처럼 양자역학적 현상이 상온에서 발견되는 것은 드물고 이례적인 일인데요. 놀랍게도, 서강대학교 정명화 교수와 KAIST 이경진, 김갑진 교수 공동연구팀이 세계 최초로 상온에서 양자역학적 스핀 펌핑 현상을 관측했다고 발표했습니다. 전류를 만드는 일반적인 방법은 전하를 이동시키는 것입니다. 그런데 전류의 종류에는 전하 전류 외에도 스핀의 이동으로 발생하는 전류인 ‘스핀 전류’가 있습니다. 스핀이란 양자역학의 개념으로, 입자가 실제로 회전하지 않더라도 회전하는 물체처럼 고유한 운동량을 가지는 것을 말하는데요. 이 스핀이 물질 내에서 이동할 때도 전류가 생기며, 이를 스핀 전류라고 부릅니다. 지금까지의 기존 스핀 펌핑 방식은 자성체와 비자성체를 맞게 해 스핀이 자성체에서 비자성체로 이동하게 하는 방식이었지만, 생성되는 스핀 전류가 매우 미약하여 실제 응용에는 한계가 있었습니다.

이에 연구팀은 철(Fe)과 로듐(Rh)으로 구성된 FeRh 합금을 활용해 상온에서 약 100도로 가열할 때 일어나는 상전이 과정에서 양자역학적 스핀 펌핑을 관찰했습니다. 이 방법으로 생성된 스핀 전류는 기존 스핀 전류보다 10배 이상 강력했습니다. 이번 연구는 스핀 전류를 활용하는 ‘스핀트로닉스’ 분야에 새로운 패러다임을 제시하는데요. 특히 스핀은 양자 컴퓨팅에서도 중요한 역할을 하기 때문에, 연구팀은 이번 성과가 향후 양자 컴퓨터 구현의 핵심 기술될 수 있다고 말합니다. 양자역학적 스핀 펌핑에서 더 나아가 양자 컴퓨터가 만드는 세상, 저도 정말 기대됩니다! 🌟

[그림 출처 및 참고 자료]

- 이재민. “국내 연구진, 고효율 양자 스핀 소자 가능성 제시…양자역학적 스핀 펌핑 현상 첫 발견”. 동아사이언스. 2025.01.30. <https://m.dongascience.com/news.php?idx=69759>
- Lee, Taekhyeon, et al. “Signatures of Longitudinal Spin Pumping in a Magnetic Phase Transition.” *Nature*, vol. 638, 2025, pp. 106-111. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-08367-z>
- 서강대학교. “세계 최초, 상온에서 양자 스핀 펌핑 현상 관측”. 서강대학교. 2025.02.03. <https://physics.sogang.ac.kr/front/cmsboardview.do?siteId=physics&bbsConfigFK=1206&pkid=917954>

그림 4. FeRh 합금에서 발생하는 양자역학적 스핀 펌핑 현상의 개략도



S≡MΛ

포스텍 차세대 반도체 연구실

POSTECH Semiconductor Materials and Devices Laboratory

글. 화학공학과 노용영 교수 × 화학공학과 이재운



SeMa(Semiconductor Materials and Devices Laboratory)에서는 첨단 기술 산업에서 핵심적인 역할을 하는 트랜지스터를 위한 차세대 반도체 재료 연구를 진행하고 있습니다. 기존 반도체 산업은 실리콘(Si) 기반 기술을 중심으로 발전해 왔습니다. 그러나, 소자의 성능 향상 한계, 공정 복잡성 및 제조 비용 증가와 같은 물리적·기술적 제약이 점차 두드러지고 있습니다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 우리 연구실에서는 공정이 쉬우면서도 우수한 전기적 특성을 갖춘 차세대 반도체 재료를 개발하고 있습니다. 특히, 금속 산화물 반도체와 페로브스카이트 기반 트랜지스터를 중점적으로 연구하여 기존 실리콘 반도체의 한계를 보완하고, 새로운 반도체 소자의 가능성을 탐색하는 데 주력하고 있습니다.

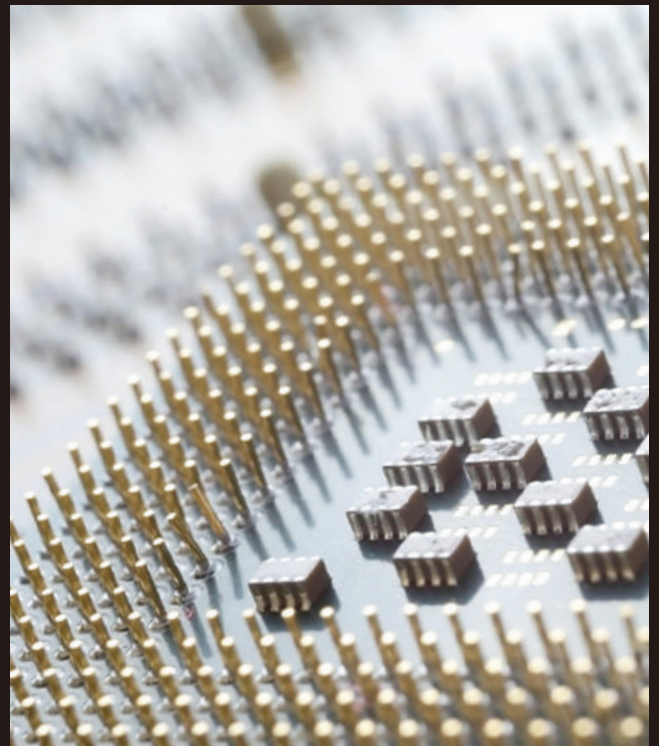
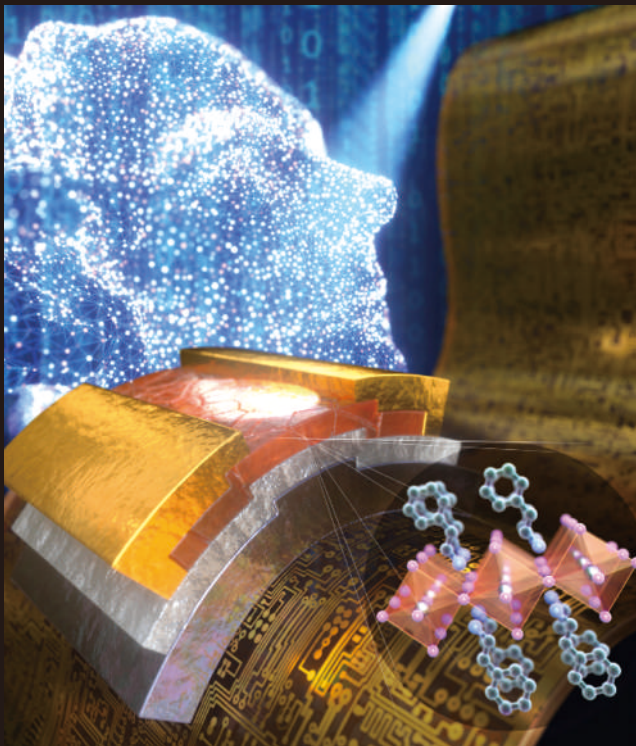


그림 1. 차세대 반도체 연구실 (SeMa) 연구분야

금속 산화물 반도체

Metal Oxide

금속 산화물 반도체는 금속과 산소가 결합한 물질로, 실리콘(Si) 기반 반도체 대비 저온 공정이 가능하다는 장점을 가집니다. 실리콘 반도체의 경우 1000°C 이상의 고온 공정이 있어야 하지만, 산화물 반도체는 400°C 미만의 저온에서도 제조가 가능하여 공정 비용 절감과 다양한 기판(Flexible, foldable substrate) 적용에 유리합니다. 또한, 무정형(Amorphous) 구조에서도 높은 성능을 유지할 수 있는 특성 덕분에, 현재 산업에서는 IGZO(Indium-Gallium-Zinc Oxide) 기반 산화물 반도체가 널리 활용되고 있습니다.

하지만 현재까지 개발된 산화물 반도체는 대부분 전자(Electron)를 전하 운반체로 사용하는 n형 반도체에 한정되어 있으며, 정공(Hole)을 전하 운반체로 하는 p형 산화물 반도체는 개발이 제한적인 상황입니다. p형 산화물 반도체는 국소화된 가전자대(Vallence Band Maximum) 구조로 인해 전하 이동도가 낮아 고성능 구현이 어려운 문제를 가지고 있습니다. 우리 연구실에서는 텔루륨 산화물(TeO_x) 기반의 새로운 p형 산화물 반도체를 개발하였습니다. 열증착(thermal evaporation)을 이용한 박막 형성 과정에서 산소 공극(oxygen vacancy)을 조절하여 텔루륨(Te) 간 결합을 증가시킴으로써 p형 반도체 특성을 확보하였습니다. 나아가 셀레늄(Se) 도핑을 통해 Te-Se 합금을 형성함으로써, 가전자대의 분포를 확장하여 전하 이동도를 향상하는 전략을 도입하였습니다.

이를 통해 기존 p형 산화물 반도체의 한계를 극복하고, 상용화된 n형 산화물 반도체 트랜지스터 성능에 상응하는 고성능 p형 트랜지스터 개발에 성공하였습니다. 이 연구는 산화물 반도체 분야에서 20년 이상 지속된 p형 반도체 개발의 난제를 해결하는 중요한 진전으로 평가되며, 현재 상용화를 위한 후속 연구를 진행하고 있습니다.

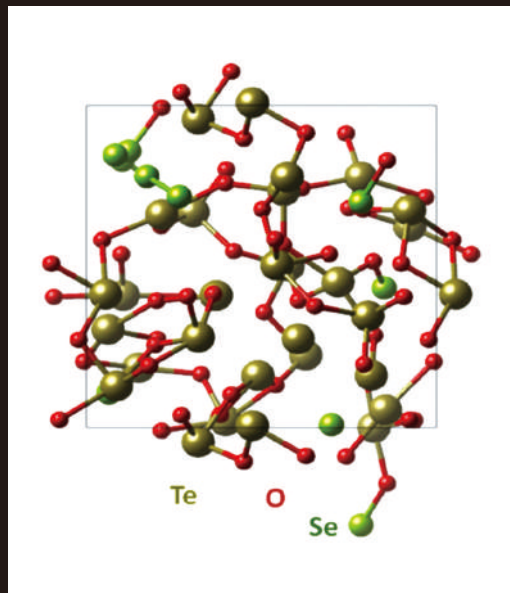


그림 2. 무정형의 Se 합금 Te-TeO_x 반도체 구조

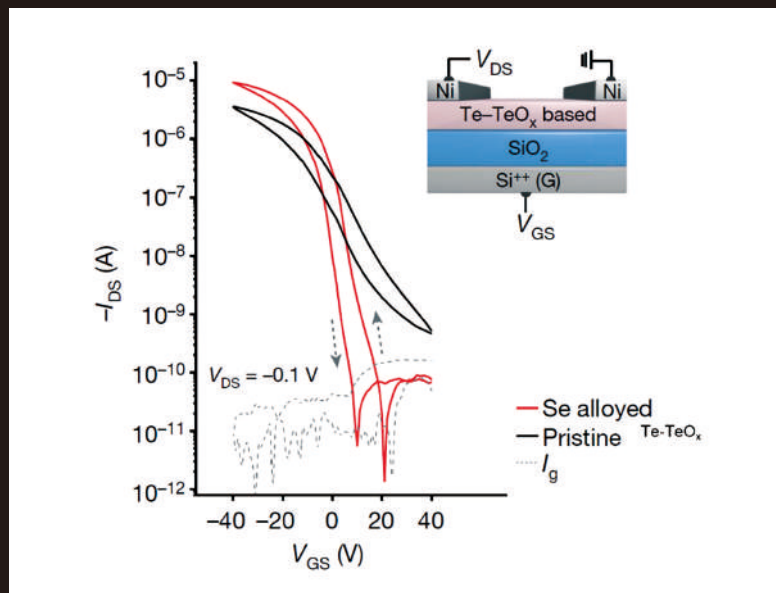


그림 3. Se 합금 Te-TeO_x를 활용한 p형 트랜지스터

페로브스카이트

Perovskite

페로브스카이트(Perovskite)는 ABX_3 의 특정 화학식을 가지는 결정 구조로, 다양한 무기 및 유기 재료에서 발견되는 대표적인 결정 구조 중 하나입니다. 이 구조는 A-site(큰 양이온), B-site(금속 양이온), X-site(음이온)으로 구성되며, 각 구성 요소는 결정의 안정성과 전자적 성질에 중요한 역할을 합니다. A-site 이온은 결정 구조의 안정성을 결정하는 역할을 하며, B-site 이온은 주로 전이 금속으로서 결정의 전기적 특성과 기본 물성을 결정하는 핵심 요소입니다. X-site 이온은 주로 산소 또는 할로겐 원소로 구성되며, 결정 구조를 형성하고 전기적 특성에 영향을 미칩니다.

특히, Sn 기반 페로브스카이트(ex) $CsSnI_3$, $MASnI_3$)는 앞선 p형 반도체의 부재를 해결할 수 있는 또 하나의 재료로서 낮은 유효 질량과 우수한 결함 내성, 높은 전하 이동도를 갖춘 유망한 p형 반도체 재료로 주목받고 있습니다. 페로브스카이트 구조는 결합 방식에 따라 2D, 3D, 2D/3D 혼합 구조로 분류됩니다. 2D 구조에서는 다양한 암모늄 양이온(A-site cation) 도입과 Lewis-base 기반 용매 시스템을 활용하여 결정성을 향상하고 박막의 균일도를 높이는 연구가 진행되고 있으며, 3D 구조에서 결정 성장 속도를 조절함으로써 높은 이동도와 안정성을 동시에 확보할 수 있는 전략이 개발되고 있습니다. 또한, 2D/3D 하이브리드 구조를 도입하여 3D 구조의 높은 이동도와 2D 구조의 환경 안정성을 동시에 극대화하는 연구도 활발히 이루어지고 있습니다. 그러나 Sn 빈자리 (Sn vacancy)가 과도하게 형성될 경우, 상온에서 금속성을 띠게 되어 소자의 안정성과 성능이 저하되는 문제가 발생할 수 있습니다. 이를 극복하기 위해 우리 연구실에서는 소재 설계, 결정 성장 조절, 공정 최적화 및 신뢰성 향상 기술을 연구하고, 실용적인 전자소자로의 적용 가능성을 높이는 데 집중하고 있습니다.

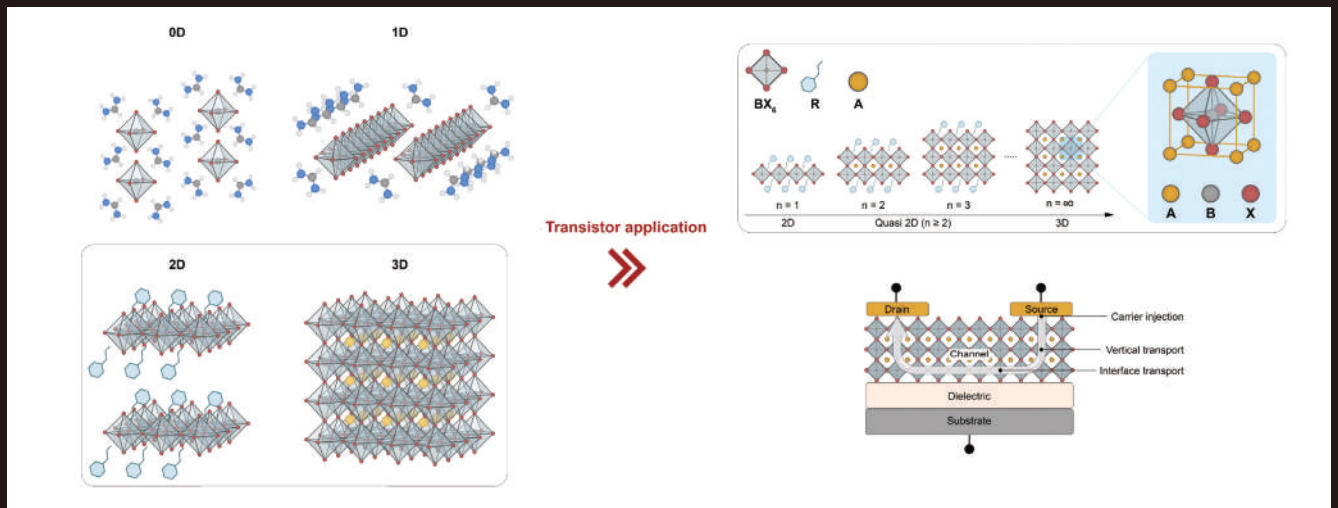


그림 4. Sn 기반 페로브스카이트 구조 및 트랜지스터 응용



차세대 반도체 연구실
홈페이지 바로가기

보다 자세한 내용은 차세대 반도체 연구실 홈페이지(<https://sema.postech.ac.kr/>)에서 확인하실 수 있습니다. 관심 있는 학생과 연구자는 언제든지 연구실로 편하게 연락해주시길 바랍니다. ☺

ALIMI



ON-AIR



알리미의 벚꽃놀이

전국의 포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

여러분은 이번 봄 어떻게 보내셨나요?

친구나 가족과 함께 벚꽃 구경을 가거나, 중간고사 준비에 열중했을 수도 있겠네요.

어느덧, 포스텍 캠퍼스에도 봄이 찾아왔습니다.

따뜻한 봄바람이 불고, 새싹이 돋아나며, 벚꽃이 만개해 캠퍼스를 아름답게 수놓았죠.

이런 풍경을 보고 있으면, 괜히 기분이 좋아져 놀러 가고 싶은 마음이 샘솟습니다.

그래서 저희 알리미도 2025년 봄을 맞아, 포스텍과 포스텍 주변에 있는

다양한 명소들을 찾아가 벚꽃 놀이를 즐겼습니다.

이번 알리미 ON-AIR에서는 피크닉, 프로필 사진 촬영, 교복제 등

알리미들이 벚꽃과 함께하며 쌓은 특별한 추억들을 담았는데요.

포스텍의 숨겨진 벚꽃 명소, 그리고 알리미와 함께하는 벚꽃놀이가 궁금하다면?

이번 영상을 시청하며 포스텍의 봄을 만끽해 보시는 건 어떨까요? ☺

알리미들의 벚꽃놀이 영상은

5월 9일에 공개됩니다!



무대 위에서 물리학을 꿈꾸다

글. 물리학과 20학번 신재운

안녕하세요, 포스테키안 구독자 여러분. 포스텍 물리학과 20학번 그리고 한양대 대학원 연극영화학과 연기 실기 석사 과정(MFA) 25학번 신재운입니다. 저는 이전 호들에 나왔던 선배님들처럼 대단한 사람도, 아직 무언가를 이룬 사람도 아니지만, 혹시 진로나 삶의 방향에 대해 고민이 많은 여러분들에게 도움이 될까 싶어 제가 지금에 이르기까지 했던 고민을 얘기해 볼까 합니다.



“저는 세상이 돌아가는 원리를 연구하고 싶어요.” 고등학교 3학년 시절에 물리학과 말고 의대에 지원하라는 선생님과 언쟁하며 했던 말입니다. 물리학은 관계를 탐구하는 학문이라고 생각했습니다. 입자 물리를 하고 싶었던 이유는 현상을 더 이상 해체할 수 없을 때까지 해체한 입자들의 관계를 알면 세상을 알 수 있을 것 같다고 믿었기 때문이었죠. 대학 입학 후에는 입자 이론 물리학자를 꿈꿨고, 해외 대학원 진학도 진지하게 고민했습니다. 나름대로 열심히 살았습니다. 그런데 2~3학년쯤 물리에 대한 이해가 깊어지다 보니, 정작 근본적인 질문을 놓치고 있었다는 걸 깨달았습니다. ‘입자 물리를 해야만 세상이 돌아가는 원리를 연구할 수 있나?’ 이론 물리학자가 되기 위해 앞만 보고 달리다, 처음으로 멈춰 서서 뒤를 돌아봤습니다.

의외로 아이디어는 〈인문과 예술의 세계〉 과목에서 배운 ‘예술사조’에서 나왔습니다. 인상주의는 사물의 경계를 허뭅니다. 개개의 빛깔을 있는 그대로가 아니라 색의 조합으로 화가가 본 대상의 인상을 표현하지요. 야수파는 한술 더 뜹니다! 애당초 대상에 존재하지도 않은 색으로부터 대상의 성질을 만들어 냅니다. 생각해 보면 물리도 마찬가지였습니다. 미시적 관점의 관계로는 파악할 수 없는, 거시적인 관점에서 창발(Convergence)하는 성질들로 세상은 굴러간다는 겁니다. 물리학에서는 복잡계(Complex system)라는 분야에서 이를 연구하고 있어 복잡계에 관심을 가지기 시작했습니다.

복잡계 연구는 적성에 잘 맞았습니다만, 한번 다른 분야에 눈을 돌려 보니 정말 여러 가지 분야에 관심이 생기더군요. 우물 안 개구리였나 싶어 흥미 가는 것은 다 해봤습니다. 학교의 많은 지원 덕분에 정말 다양한 활동을 해 볼 수 있었습니다. 군중의 이동을 음악으로 만들고자 한 UGRP(학부생 연구프로그램), 교내 방송국 PBS에서 영상을 촬영하던 도중 내가 연기해 봐도 괜찮겠다고 생각하여 시작한 연극동아리 ADLIB, 학교 홈페이지에 올라온 게시글을 보고 혹해서 참가한 영화제작 동아리 극한, 그리고 총학생회 대외협력국장, SMP(Student Mentoring Program), SA(Student Advisor) 등 다양한 경험을 해 보았습니다. 심지어는 ‘대학 전쟁’ 방송 출연도 했습니다. 그렇게 더 많은 사람, 더 넓은 세상을 보고, 다양한 체험들 속에서 자연스럽게 느꼈습니다. ‘이거, 물리가 아니어도 되지 않을까?’

이번에도 의외의 곳에서 답을 찾았습니다. 연극동아리에서 4개의 연극의 주-조연으로 참여했는데 항상 더 잘하고 싶다는 아쉬움이 있어 4학년 여름학기에 한국예술종합학교의 ‘기초 연기 2’ 과목을 학점교류 프로그램으로 수강했습니다. 처음 제대로 배워본 연기는 저를 어린 시절로 돌려놓았습니다. 연기를 하기 위해 다양한 경험들에 대해

서 생각하고 또 그때의 감정을 되살려보며 나에 대해 돌아보아야 했거든요. 사실 잘되지 않았습니다. 세상을 연구한다고 바깥만 관찰하니 막상 나를 들여다보는 게 익숙지 않았던 겁니다. ‘내’가 보는 세계에 ‘나’는 정작 없었던 거죠!



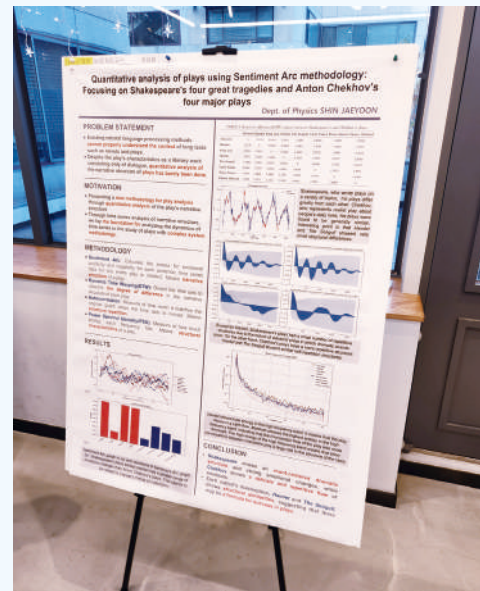
기초연기2 계절학기 단체사진



연극동아리 ADLIB 공연 노란잠수함 스틸컷

연기는 기본적으로 ‘나’로부터 시작합니다. 연기를 하는 매 순간, 대사, 호흡마다 이때 나라면 어떻게 했을지를 표현해야 합니다. 작품 속에서의 ‘나’와 실제 ‘나’가 달라지는 부분은 주변과 내가 놓인 관계입니다. 예를 들어, 여러분이 쓰는 볼펜이 멀리 떠난 짝사랑이 준 이별 선물이라고 생각해 봅시다. 그 볼펜은 더 이상 별생각 없이 던지고 놓던 볼펜이 아닐 겁니다. 볼펜을 쓸 때마다 그 친구 생각이 날 것이고, 볼펜에서 그 친구가 쓰던 삼푸나 섬유 유연제 향기가 코를 간질일 겁니다. 다른 친구가 볼펜을 마음대로 빌려 가면 버럭 화를 내기도 하겠지요. 이렇듯, 연기는 사물과 ‘나’와의 관계를 무(無)의 상태에서 대본이라는 설계도를 바탕으로 재조립하는 과정입니다. 따라서 연기를 한다는 것은 ‘나’와 사물 간의 관계를 이해하는 과정이지요. ‘나’를 포함한 진정한 세계에 대한 연구는 연기를 통해서 가능하단 생각으로 이어졌습니다. 그렇게 해서 연기를 공부하는 것을 새로운 목표로 정했고, 그렇게 현재

한양대학교 연극영화학 연기 실기 석사(MFA) 과정 중에 있습니다. 솔직히 말하자면, 쉬운 결정은 아니었습니다. 지금까지 해왔던 것과 180도 다른 일이면서, 심지어 어떻게 시작해야 할지도 막막했습니다. 썩 전망이 좋은 일도 아니고요. 주변에서도 많이 만류했는데, 특히 졸업논문 발표회에서 “재윤아 가지 마 $\pi\pi$ ” 하시던 지도교수님이 떠오르네요. 불투명한 미래와 불안감에 많이 망설이기도 했습니다. 그때, 포스텍이라는 환경이 심어준 ‘도전’이라는 가치가 저를 움직였습니다. 대학 생활을 하며 보았던 멋진 선배들, 다양한 관심사를 가지고 꿈에 도전하는 동기와 후배들은 무엇이든 할 수 있다는 용기를 가르쳐주었습니다. 학교에서 제공하는 각종 공모전, 연구 참여 그리고 교내외 행사의 기회에서 많은 실패를 겪었지만, 그 상처들로부터 실패의 의의와 도전의 가치를 배웠습니다. 더욱이 그렇게 만난 좋은 사람들은 제게 다시 일어설 힘을 주었습니다. 용기도 있고 실패도 기꺼운 것이 되었으니 더 이상 도전은 어려운 선택이 아니었죠.



물리학과 졸업논문 자연어처리를 통한 희곡 흐름 분석(2024)

진로를 선택한다는 것은 참 어려운 일입니다. 자신이 뭘 좋아하는지도 모를뿐더러 설령 깨닫는다고 해도 도전에 대한 두려움과 정신없이 흘러가는 하루들로 인해 가슴 한편에 묻어두고 지나가기 일쑤입니다. 특히 고등학생이라는 시기가 ‘나’를 돌아보기 참 어렵게 만들기도 합니다. 하지만 그럴수록 더 많이 도전하십시오. 작은 것부터도 좋습니다. 많은 경험 속에서 ‘나’를 이해할 기회가 찾아올 겁니다. 많은 성공과 실패에 도전이 주는 압박감이 무뎌질 겁니다. 그마저도 어렵다면, 제게 POSTECH이 그랬던 것처럼 고민하고, 도전할 수 있는 환경을 찾으세요. 여러분이 여러분을 찾는 경험은 고단하지만 분명 경이로울 것입니다. 여러분의 꿈, 그리고 그 여정을 응원합니다. 감사합니다. 🍀

도전과 경험으로 가득 채운 대학 생활



글. 기계공학과 21학번 박건태

학부 졸업생 대표 졸업사 연설

안녕하세요, 포스테키안 구독자 여러분, 저는 포스텍 기계공학과 21학번 박건태입니다. 현재 포스텍 기계공학과 Robotics Lab에서 석사과정으로 로봇을 연구하고 있으며, 여러분께 저의 대학 생활과 꿈을 키워온 과정에 대해 이야기해 보려 합니다. 저는 어렸을 때부터 과학상으로 로봇을 만들며 로봇공학자의 꿈을 키워왔습니다. 처음에는 단순히 로봇을 만드는 것이 좋아 로봇공학을 꿈꾸었지만, 지금은 제가 만든 로봇이 사람들에게 희망을 주고, 그 희망이 더 많은 사람들에게 전파되는 세상을 만드는 것이 목표입니다. 고등학교 시절 이원준 강사님의 장애 이해 교육을 들으며 내가 가진 기술이 누군가에게는 큰 희망이 될 수 있음을 깨달았고, 그 희망이 더 널리 퍼질 수 있는 세상을 만들겠다는 목표를 세우게 되었습니다.

1학년:

연구실? 고민 말고 일단 도전!

학부 1학년 여름방학 때, 평소 관심 있던 극한환경로봇 연구실에서 근로 학생을 모집한다는 공고를 보았습니다. 경험도 쌓고 용돈도 벌 수 있겠다는 생각에 지원했지만, '학부 1학년인 내가 과연 도움이 될 수 있을까?' 하는 고민도 들었습니다. 그럼에도 '시도해서 손해 볼 것은 없다!'라

는 마음으로 도전했고, 좋은 선배들을 만나 수륙양용선을 제작하는 등 값진 경험을 쌓을 수 있었습니다. 이때부터 저는 '할까, 말까, 고민되는 일이 있다면 일단 도전해 보자'라는 마음가짐을 가지게 되었습니다.

2학년:

창업과 연구, 나만의 길을 찾다

문제를 정의하고 해결하는 과정을 좋아하던 저는 창업에 도전해 보고 싶었습니다. 2022년, 학생들에게 부담이 되는 배달비 문제를 해결하기 위해 배달 공동 구매 시스템을 개발하고자 했습니다. 마침, 공공기술 기반 시장 연계 창업 탐색 지원사업이 있어 신청했고, 비즈니스 모델과 기술적 실현 가능성을 인정받아 지원을 받을 수 있었습니다. 실제 창업까지 이어지지는 않았지만, 미국에서 77명의 외국인을 인터뷰하고 UC Berkeley Haas에서 교육을 수료하며 창업 과정을 깊이 이해할 수 있었습니다. 연구도 꾸준히 이어갔습니다. 저의 첫 연구는 학교에 인형뽑기 기계를 설치하고 싶다는 생각에서 시작되었습니다. 하지만 기존의 XY 플로터 방식이 아닌 Cable-driven 방식을 적용한 새로운 구조의 인형뽑기 로봇을 만들기로 했습니다. 그렇게 저는 Cable-driven parallel robot을 활용

한 인형뽑기 기계를 성공적으로 제작했습니다. 또한, 단순한 기술 개발을 넘어 사회적 가치를 실현하는 방법을 고민했습니다. 아름다운가게와 협업하여 100% 확률로 인형을 뽑을 수 있는 인형 뽑기 로봇을 제작하고, 이를 통해 얻은 수익금을 기부하는 행사를 진행하였습니다. 이를 통해 어린이들에게는 성공할 수 있다는 자신감을 심어주었으며, 기부 활동으로 도움이 필요한 이들에게는 삶의 희망을 전할 수 있었습니다. 이 과정은 기술을 통해 사회적 가치를 실현할 수 있다는 확신을 주었고, 저의 가치관을 더욱 확고히 하는 계기가 되었습니다.

인형뽑기 기부 행사



3학년:

환경을 위한 기술, 바다를 살리는 로봇

고등학교 시절 국제로봇올림피아드에서 'Save the Sea'를 주제로 로봇을 제작한 경험을 바탕으로, 보다 깊이 있는 기술로 해양오염 문제를 해결하고 싶었습니다. 특히 페어구와 같은 침적 쓰레기를 수거할 수 있는 새로운 기술을 개발하여 특허를 등록하고, 이를 사업화하는 것을 시도해 보았습니다. 해양 폐기물 중 가장 많은 양을 차지하는 침적 쓰레기를 수거할 최적의 방법이 없었기에, 극한환경로봇 연구실에서 수중 로봇을 개발한 경험을 바탕으로 'NeTube 시스템'을 제작하였습니다. 이 시스템은 ▲페어구 탐지 시스템 ▲부력 장치 부착 시스템 ▲부력 상승 시스템으로 구성되어 있습니다. 또한 해양오염 문제를 적극적으로 해결하기 위해 해당 시스템을 이용한 사업화 모델을 제시하였으며 해당 아이템을 잘 성장시킨 결과 ▲고용노동부 장관상(최우수상) ▲해양수산과학기술진흥원장상(최우수상) ▲수원특례시의회의장상(우수상) ▲포스텍 홀딩스 대표이사상(우수상) 등을 수상할 수 있었습니다. 지금까지 제가 해왔던 창업, 특허, 설계, 전공, 리더, 연구 참여와 관련된 활동에서 배운 능력을 모두 발휘할 수 있었던 활동이었습니다. 비록 실제 창업은 진행하지 않았지만, 해당 사업을 진행하며 얻은 인사이트로 세상과 인류에게 도움이 되는 기술창업을 대학원 졸업 후 진행할 것입니다.

NeTube 최종 결과물



휴먼-로봇 인터페이스 결과물

4학년:

시야를 넓히고, 로봇의 온기를 더하다

학부 4학년 동안 CES(12.30~01.15), TUM (독일 뮌헨공과대학교) 1학기 교환학생(03. 26~09. 03), 노벨워크(12.04~12.12), 기업가정신 대만 프로그램(01.17~01.20)을 다녀오며 그 어느 때보다 오랜 기간을 해외에서 보낸 한 해였습니다. 그만큼 경험한 것도 많았지만 집을 오래 떠나 있으며 불안을 많이 느꼈던 시기였습니다. 그때 저를 가장 안정시켜주었던 것은 사람의 따뜻한 손과 토닥임이었습니다. 그래서 저는 사람처럼 따뜻한 온기로 나의 손을 잡아주고 등을 토닥여주는 로봇이 있으면 불안 상태에 있는 사람, 환자들에게 도움이 될 거 같아 공학장에 극복을 위한 휴먼-로봇 인터페이스라는 주제로 연구를 진행하였습니다. 사람의 외형과 유사한 로봇을 만들고 사람 팔과 같은 기능을 수행하는 로봇 팔을 제작하여 따뜻한 손으로 사람의 손을 잡아주고 등을 두드려 주며 물리적인 접촉을 통해 환자에게 안정감을 제공하는 로봇을 개발하였습니다.

끝으로:

포스텍에서, 그리고 더 나아가

제가 해온 모든 활동을 적지는 못하지만, 저는 다양한 경험을 바탕으로 제가 가진 기술을 이용해 기존의 문제를 새로운 방법으로 해결하는 도전을 꾸준히 이어왔습니다. 이러한 학부 시절의 다양한 성과를 통해 대학과 사회의 발전에 기여한 공로를 인정받았고, 자랑스러운 포스테키안상, 학부 대통령과학장학생, 동교인재상 등을 수

상했으며, 학부 졸업생 대표로 졸업하는 영예를 안았습니다. 대학원 진학 후에도 이러한 연구와 도전은 계속될 예정이며 더 깊이 있는 기술로 더 구체적인 문제를 해결해 나감으로써 대학과 사회의 발전에 기여하고자 합니다.



자랑스러운 포스테키안상, 동교인재상, 대통령과학장학생상

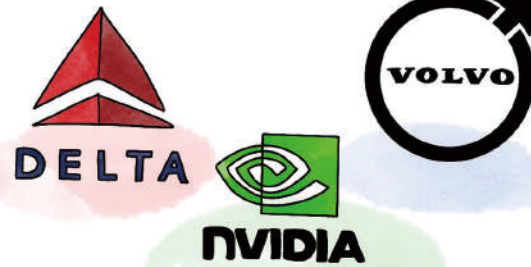
이렇게 다양한 경험과 활동을 지원해 주고, 하고 싶은 것을 실제로 실행할 수 있게 도와주는 학교는 국내에서 포스텍이 유일하다고 생각합니다. 저도 포스텍에 왔기에 이렇게 성장할 수 있었습니다. 끝으로 저의 첫 사수였던 김주환 박사님, 기술적 연구 지원을 해주신 유선철 교수님과 극한환경로봇연구실 연구원분들, 학부 지도교수님인 기계공학과 김기훈 교수님, 또 새로운 시작을 할 수 있게 해주신 기계공학과 정완균 교수님과 이준호 박사님께도 감사의 인사를 드리고 싶습니다. 이 글을 읽고 있는 포스테키안 구독자 여러분도 자신의 꿈과 목표를 향해 나아가길 바라며, 여러분의 멋진 도전을 응원하겠습니다. 감사합니다!👏

우당탕탕

포스테키안의 하루

#CES&단기유학

세계적인 기업 총수의 연설을 통해 여러 기업의 비전도 들을 수 있었습니다



제가 생각하는 POSTECH의 최대 장점 중 하나는 학생들이 해외 경험을 할 수 있도록 지원을 아끼지 않는 것인데요,



추가로 친구들과 그랜드 캐니언 여행도 가면서 잊지 못할 추억도 쌓을 수 있었답니다!



지난 1월에 저는 학교 지원을 받아 미국 CES 행사에 참여할 수 있었습니다!



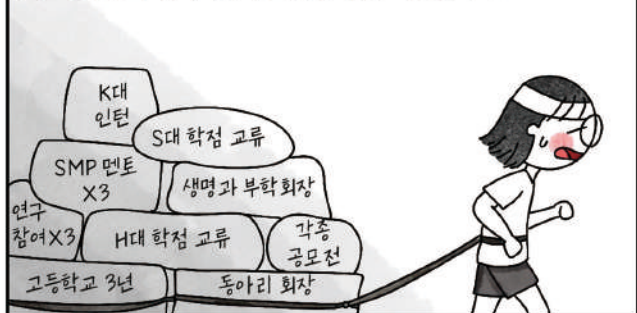
뿐만 아니라 CES에 이어 저는 지금 스웨덴에 단기유학을 와 있는데요,



뉴스로만 봤던 다양한 기업의 신기술과 제품을 경험해 보고



꿈임없이 빠르게 살아온 저에게 졸업 전 쉬어가는 시간이 필요한 것 같아 단기유학을 결정하게 되었습니다

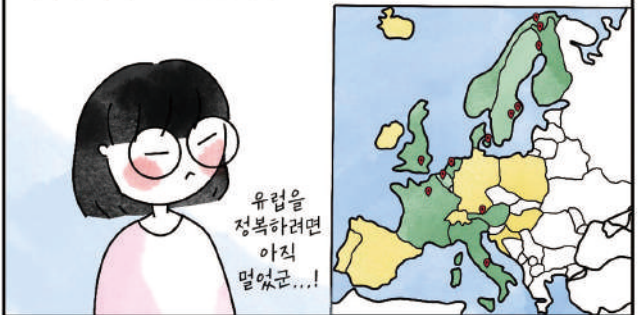


추가로, POSTECH에서 여러 지원을 받을 수 있어서 과감하게 단기 유학을 결정할 수 있었습니다

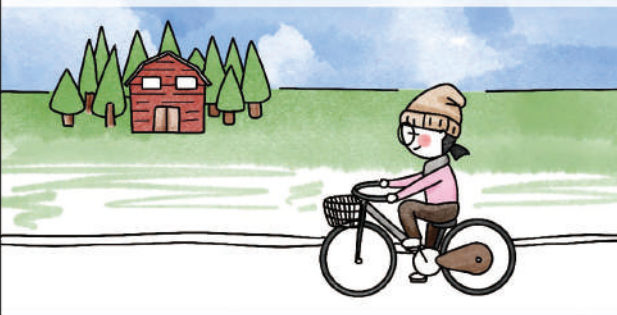
나는 이제 글로벌 포스테키안



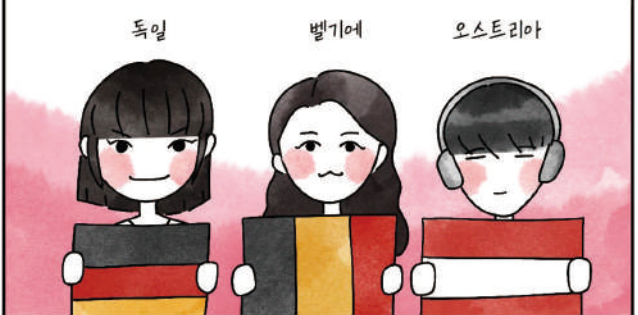
유럽에 온 김에 경험할 수 있는 것을 다 해보고자 여행도 틈날 때마다 다녀오고 있습니다



빠르고 바쁜 삶을 살다가 이렇게 평온하고 조용한 도시에서 살다보니 답답할 때도 있지만,



함께 단기유학을 간 포스테키안 친구들도 각국에 적응하면서 행복한 생활을 하고 있더군요



넘쳐나는 시간 동안 취미생활도 즐기고, 사색도 해보고, 다양한 요리도 하면서 평화로운 나날을 보내고 있습니다



아, 물론 공부도 열심히 하고 있습니다!



새로 사귀 외국인 친구들과 영화도 보고, 게임도 하고, 같이 밥을 먹기도 하고

(한국 & 대만 떡볶이 파티)



전 세계에 퍼져있는 교류 학교 중에 여러분은 어디로 가보고 싶으신가요?



특이한 기상현상

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 정찬우



여러분은 ‘브로켈의 요괴(Brockengespenst)’를 들어보셨나요? 독일의 브로켈산에서는 안개가 짙게 형성됩니다. 이때, 관측자가 안개 속에서 본인의 그림자를 본다면, 왼편의 그림과 같이 고리형의 무지개 안에 크고 일그러진 그림자를 보게 됩니다. 과거 독일에서는 이 그림자를 요괴로 착각하여 이러한 현상에 브로켈의 요괴라는 명칭이 생겼습니다. 오늘날에 이르러서도 이처럼 신기한 기상 현상들이 다양하게 나타나고 있습니다. 같이 알아보러 가볼까요?

모닝글로리 구름

Morning Glory Cloud



그림 1. 모닝글로리 구름 관측 사진

여러분은 구름을 생각하면 어떤 이미지가 떠오르나요? 아마 둥글둥글한 이미지가 떠오르실 겁니다. 그러나, 모닝글로리 구름(Morning Glory Cloud)은 마치 기다란 롤케이크의 형태를 하고 있습니다. 이 구름은 지상에서 수백 미터부터, 최대 2km 높이까지 형성되며, 길이는 최대 1,000km까지 관측됩니다. 이러한 신기한 구름은 어떻게 만들어질까요?

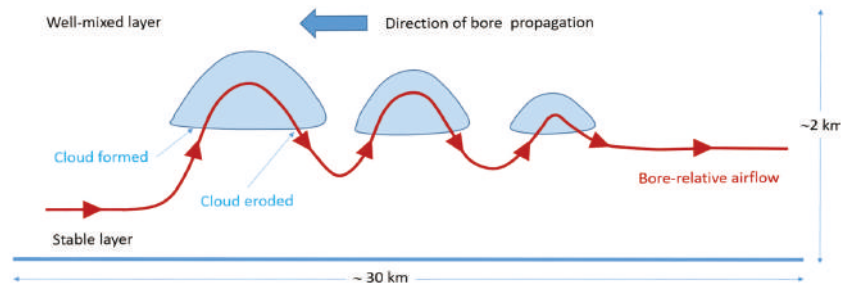


그림 2. 모닝글로리 구름의 형성 모식도

모닝글로리 구름은 이른 아침이나 밤과 같이, 땅이 식어 지면 주변의 대기가 차가워질 때 형성될 수 있습니다. 지면 근처의 차가운 대기층이 기류¹로 인해 천천히 상부로 이동하면서, '상대적으로 온도가 높은 대기'와 접촉하게 됩니다. 이때, 대기층 사이 접촉 계면에서 공기의 단열팽창²이 일어나고, 구름이 형성되죠. 계면의 전면부에서는 강력한 상승기류가 발생하고, 후면부에서는 하강기류가 형성됩니다. 하강기류를 타고 내려간 대기는, 다시 주변의 대기와 함께 상승하며 단열팽창을 하게 됩니다. 이러한 현상이 반복적으로 일어나면, 마치 롤케이크와 같은 형태를 가지는 구름이 형성되죠.

해당 현상은 일교차가 크고 대기의 안정도가 높은 곳에서 형성됩니다. 대표적으로 호주 북부 카펜타리아만 일대에서 자주 생성됩니다. 특히, 이 지역의 기류는 길고 올곧기에 규모가 큰 모닝글로리 구름을 볼 수 있죠!

1. 온도나 기압 차이로 인해 발생하는 공기의 흐름
2. 어떤 열역학계가 외부와 열 및 물질의 출입이 차단된 채로 부피가 증가하는 현상 또는 과정

폴 스트리크 홀 구름

Fallstreak Hole



그림 3. 폴스트리크 홀 구름의 관측 사진

여러분은 UFO³가 존재한다고 생각하나요? 2023년 9월, 강원도 춘천에서 UFO를 발견했다는 제보가 쏟아졌습니다. 그림 3은 당시 하늘을 찍은 사진입니다. 저 또한 UFO라고 착각했는데요, 사실은 ‘폴스트리크 홀 구름’의 모습이라고 합니다.

‘홀 펀치 구름’이라고도 불리는 폴스트리크 홀 구름, 어떻게 생성되었을까요? 해당 현상이 일어나기 위해서는 몇 가지 조건이 필요합니다. 우선, 대기의 온도는 물이 얼 수 있을 정도로 낮아야 합니다. 그러나 대기 속 작은 물방울은 어는점보다 낮은 온도임에도 불구하고, 얼지 않는 과냉각 상태를 유지해야 합니다. 또한, 해당 대기에 충격을 줄 외부 자극이 필요합니다. 외부 자극의 예로는 비행기가 있습니다. 비행기가 조건을 만족하는 대기를 지나가면, 대기 중 수증기의 일부가 충격을 받아 얼음 결정이 형성됩니다. 이때, 결정 주위의 물이 빠르게 증발하고 얼음으로 증착⁴됩니다. 얼음 결정은 더욱 커지게 되고, 이는 주변 수증기를 더욱 빨리 없애는 양성피드백⁵ 현상을 발생시킵니다. 이러한 과정을 거치며 구름의 일부가 사라지게 되어, 구멍이 생긴 것처럼 보이는 것이죠!

폴스트리크 홀 구름은 다양한 형태를 가지고 있습니다. 외부 자극이 가해진 정도나, 방향에 따라 그 형태가 달라지죠. 대표적으로 그림 4와 같이 항공기가 지나간 경로를 따라 폴스트리크 홀 구름이 형성되기도 합니다. 앞으로 비행기가 구름 속을 지나갈 때, 비행기의 경로를 유심히 쳐다보세요. UFO를 발견할 수 있을지도 모르겠네요!

그림 4. 항공기로 인한 폴스트리크 홀 구름의 관측 사진



3. Unidentified Flying Object, 미확인 비행물체를 의미

4. 물질이 액체 상태를 거치지 않고, 기체에서 고체로 상변화 함을 의미

5. 시스템의 출력이 입력량을 늘리는 효과를 주는 것 또는 현상

파타 모르가나 현상

Fata Morgana



그림 5. 파타 모르가나 현상 관측 사진

배는 물에서 사용하는 교통수단으로, 물 위에 떠서 움직입니다. 그러나 2021년 3월, 영국의 해안가 곳곳에서 하늘을 나는 배가 목격되었다고 하는데요, 어떤 일이 발생한 걸까요?

하늘을 나는 배는 바로 ‘파타 모르가나(Fata Morgana)’ 현상의 결과입니다. 그림 5와 같이 맨눈으로도 분명 배가 수평선 위로 떠 있는 것처럼 보이는 이 현상은 착시의 일종입니다. 해당 현상이 일어나려면, 대기 덕트(Atmospheric Duct)⁶가 형성되어야 합니다. 이를 이해하기 위해 역전층에 대해 알아보겠습니다. 일반적으로 해가 떠 있을 때, 해수면 근처의 대기는 바닷물의 복사열에 의해 가열됩니다. 따라서 고도가 높아질수록 대기의 온도가 내려갑니다. 이때, 해수의 순환으로 인해 기존 해수면의 물보다 더 차가운 물이 유입되면, 해수면 바로 위

의 공기들은 다시 냉각됩니다. 이로 인해 그림 6처럼 아래는 차갑고 위쪽은 따뜻한 공기층이 생기면, 고도에 따라 온도가 증가했다가 다시 감소하는 역전층이 형성됩니다. 이때, 역전층의 습도가 충분히 높고 콜로이드⁷의 농도가 낮은 경우 대기 덕트가 형성됩니다.

대기 덕트는 어떻게 착시 현상을 일으킬까요? 빛의 속도는 매질의 밀도에 반비례합니다. 즉, 빛은 밀도가 높은 매질로 들어갈 때 휘어지게 되며, 이는 빛의 굴절 현상입니다. 배에서 반사된 빛이 대기 덕트를 통과하면서 굴절되고, 그 빛이 관측자에게 도달하면, 관측자는 그 빛이 원래 위치에서 왔다고 착각하게 됩니다. 그 결과 배가 공중에 떠 있는 것처럼 보이게 되는 것이죠!

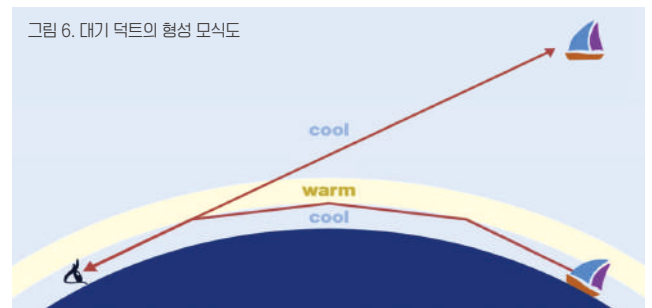


그림 6. 대기 덕트의 형성 모식도

이처럼 자연은 때때로 우리를 놀라게 하며, 미스터리한 장면을 연출하기도 합니다. 착시로 인해 요괴를 보기도 하고, 구름 속에서 UFO를 떠올리기도 하죠. 하지만 그 모든 신비로운 광경 뒤에는 자연이 만들어낸 놀라운 원리가 숨겨져 있습니다. 이제 바쁜 일상 속에서도 가끔 멈춰서서 하늘을 한번 바라보는 건 어떨까요? 또 다른 신비가 여러분을 기다리고 있을지도 모릅니다! 🌈

6. 빛의 굴절을 일으키는 층. 역전층이 있는 조건에서 형성되며, 생성을 위해선 추가로 대기 중 특정 습도 및 다양한 조건이 필요함

7. 크기가 1 nm~1 μm 사이의 용질을 의미

- 그림 출처**
- 그림 1. Roger Smith, "The Morning Glory and related phenomena", AustralianProjects, 06 February 2015, <https://www.meteo.physik.uni-muenchen.de/~roger/AustralianProjects/TheMorningGlory/TheMorningGlory.html>
- 그림 2. Roger Smith, "The Morning Glory and related phenomena". AustralianProjects. 2015 February 06 <https://www.meteo.physik.uni-muenchen.de/~roger/AustralianProjects/TheMorningGlory/TheMorningGlory.html>
- 그림 3. 홍성욱, "하늘에 구멍 뚫린 듯...강원도 춘천 상공서 관측된 신기한 구름." 「YTNNews」2023.09.12. https://www.ytn.co.kr/_ln/0115_202309121438147415
- 그림 4. Weather Explainer_itvnews. "Fall Streak: A Hole in the Clouds. What causes this strange phenomenon?" 「itvnews」. 2020.12.09. <https://www.itv.com/news/2020-08-05/a-hole-in-the-clouds-what-causes-this-strange-phenomenon>
- 그림 5. 조아라, "바다를 나는 배?...영해안가 곳곳서 '기이한 광경' 속출." 「한국경제」. 2021.03.07. <https://www.hankyung.com/article/2021030705257>
- 그림 6. Andrew T. Young, "Introduction to the Mirage Simulations". Universität Hamburg. 2015 March 21 <https://aty.sdsu.edu/mirages/mirsims/mirsimintro.html#target>

- 참고 자료**
1. Roger Smith, "The Morning Glory and related phenomena", AustralianProjects, 06 February 2015, <https://www.meteo.physik.uni-muenchen.de/~roger/AustralianProjects/TheMorningGlory/TheMorningGlory.html>
2. Weather Explainer_itvnews. "Fall Streak: A Hole in the Clouds. What causes this strange phenomenon?" 「itvnews」. 2020.12.09. <https://www.itv.com/news/2020-08-05/a-hole-in-the-clouds-what-causes-this-strange-phenomenon>
3. Andrew T. Young, "Introduction to the Mirage Simulations". Universität Hamburg. 2015 March 21 <https://aty.sdsu.edu/mirages/mirsims/mirsimintro.html#target>



생명과학과가 본 레스토랑

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 박정우

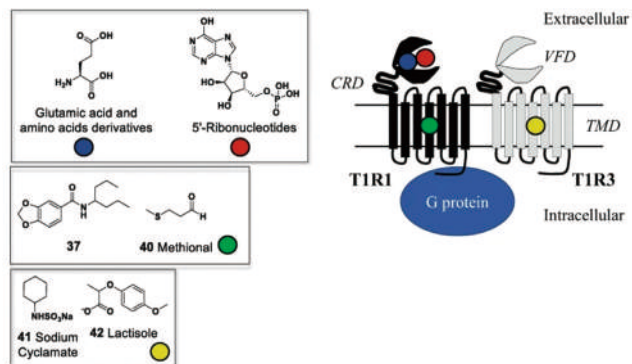
스테이크를 먹을 때는 항상 가니쉬가 같이 나와! 그런데 스테이크를 먹을 때면 신기하게 채소도 맛있단 말이지... 여기에는 무슨 과학적 이유가 있는 걸까?

우리의 혀에는 미뢰¹가 있고, 미뢰 안에는 맛 수용체가 있어. 그중에서 감칠맛을 감지하는 주요 수용체는 T1R1/T1R3 이형 수용체야. 이 T1R1과 T1R3 단백질이 결합하여 하나의 기능적 수용체를 형성하는 것이지. 이들은 미뢰 안에 있는 GPCR(G-Protein Coupled Receptor)에 자리 잡고 있어.

감칠맛을 내는 핵심 물질인 글루탐산(Glutamate)이 T1R1/T1R3 수용체에 결합하면, 세포 내 신호 전달 과정이 활성화돼. 이 과정은 G protein²을 통해 일어나게 되고, 감각신경을 통해 대뇌의 미각 피질로 들어가게 되지. 결과적으로 우리가 감칠맛을 “맛있다!”라고 느끼게 되는 거지.

돌아와서, 이제 스테이크에 가니쉬를 같이 먹을 때 왜 더 맛있는지 알아볼까? 스테이크에는 리보뉴클레오타이드의 한 종류인 이노신산(Inosinic Acid)이라는 성분이 있어. 반면에 가니쉬로 많이 사용되는 토마토와 버섯, 치즈에는 글루탐산이 풍부해.

이 이노신산과 글루탐산이 만나면 미뢰의 감칠맛 수용체의 감도가 증가해서 최대 7~8배의 감칠맛을 느낄 수 있게 돼! 그래서 스테이크(이노신산)에 구운 버섯(구아닐산, 글루탐산)을 가니쉬로 하여 같이 먹으면 감칠맛이 폭발하는 거지! 그럼, 스테이크랑 가니쉬를 같이 먹으러 가볼까~



글루탐산과 리보뉴클레오타이드의 작용 모식도

[각주]

1. 주로 혀-연구개 등 구강에 있는 세포로, 맛세포가 꽃잎처럼 겹친 형태. 맛세포는 침에 용해된 음식과 접촉하여 맛을 느끼는 역할을 하는 세포
2. 세포 외부의 화학적 신호를 감지하고 세포 내부로 전달하는 분자 스위치 단백질

[그림 출처]

Guy Servant & Eric Frerot, "Pharmacology of the Umami Taste Receptor", p109~p136

[참고 자료]

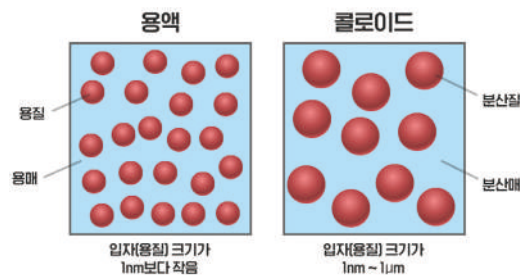
1. Yamaguchi, S., & Ninomiya, K. "Umami and Food Palatability" Journal of Nutrition (2000).
2. What is MSG, and is it actually bad for you? - Sarah E. Tracy - TED ed

화학과가 본 레스토랑

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 권영빈

“와, 이 튀김 완전 겉바속촉이야!” 역시 튀김은 바삭한 식감이 생명이지. 그런데 이 바삭한 식감은 계면 현상과 콜로이드 덕분에 만들어진다고 하는데, 한번 알아볼까? 음식을 튀길 때, 뜨거운 기름에 담긴 음식에서는 수분이 빠르게 증발해. 이때 증발한 수분은 극성, 기름은 비극성 분자라서 두 물질은 섞이지 않고, 뚜렷한 경계면이 만들어지지. 이렇게 두 가지 상이 맞닿는 경계면에서 일어나는 물리, 화학적 현상을 계면 현상이라고 해. 그렇다면 튀김에서는 어떤 계면 현상이 일어날까?

높은 온도에서는 기름의 표면장력이 감소해서 수증기가 튀김옷을 더 쉽게 뚫고 나오면서 다공성³ 구조가 형성돼. 다공성 구조는 외부 압력에 의해 쉽게 부서지는 특징이 있는데, 우리가 튀김을 먹을 때 바삭한 식감이 나타나는 이유도 다공성 구조가 부서지기 때문이야! 또, 수증기로 이루어진 기포가



콜로이드

단열층을 형성해 내부로 전달되는 열을 차단해 주기 때문에 음식이 고온의 기름 속에서도 타지 않고 익을 수 있지. 그런데 튀김 반죽에도 과학적 원리가 있다는 사실, 알고 있었어? 튀김 반죽은 밀가루 같은 고체 입자가 물에 골루 퍼져 있는 콜로이드⁴야. 이때, 밀가루 속에 있는 전분이 수분을 흡수하여 가열하면 부피가 늘어나는 현상을 호화라고 해. 호화된 전분은 튀김옷의 겉에 넓은 피막⁵을 형성하고, 기름으로부터 재료를 적절히 막아주는 역할을 하지. 또, 달걀노른자 속 ‘레시틴’이 계면활성제⁶ 역할을 해서 반죽이 음식 표면에 더 균일하게 달라붙고, 튀길 때도 기름 속에서 쉽게 분리되지 않게 도와줘. 우리가 맛있게 먹는 바삭한 튀김이 여러 과학적 원리가 맞물려 완벽한 식감을 만들어낸 거였다니, 정말 신기하지 않니? 그럼 난 다시 바삭한 튀김을 먹으러 가야겠다. 안녕!

[각주]

1. 재료 내부에 매우 많은 구멍이 존재하는 성질
2. 보통의 분자나 이온보다 크고 지름이 1nm~1000nm 정도의 미립자가 기체 또는 액체 중에 분산된 상태로 이루어진 물질
3. 겹겹갈이 얇은 막
4. 친수성 부분과 소수성 부분을 동시에 가지고 있는 화합물

[그림 출처]

김민경, “Samsung Display Newsroom”, 「미세먼지와 거품 비누에 공통점이 있다?! 생활 속 ‘콜로이드’ 찾기」, 2021.04.20. <https://news.samsungdisplay.com/27370>

[참고 자료]

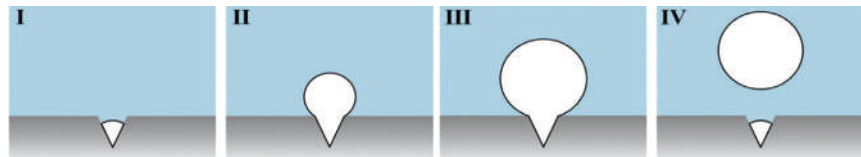
1. 최윤아, “튀기면 ‘과학’도 맛있단”. 「한겨레」, 2020.07.24. <https://www.hani.co.kr/arti/culture/book/955059.html>
2. 한화토탈에너지스, “한화토탈에너지스 공식 블로그”. 「오감을 자극하는 바삭바삭한 튀김의 과학」, 2021.09.15. <https://www.chemi-in.com/601>
3. 이해정, “식품의약품안전처 블로그”. 「바삭바삭 튀김을 더욱 맛있게 튀기는 과학적 방법」, 2022.02.15. <https://blog.naver.com/kfdazzang/222647999670>
4. 두산백과, “NAVER 지식백과 두산백과”. 「콜로이드」, 2025.03.09. <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1150508&cid=40942&categoryId=32251>
5. 이효중, “YTN 사이언스”. 「[궁금한S] 식감을 자극하는 바삭한 튀김...과학의 비밀은?」, 2021.04.16. https://m.science.ytn.co.kr/program/view_today.php?s_mcd=0082&key=202104161623406535



물리학과가 본 레스토랑

글. 화학공학과 23학번 29기 알리미 황현준

맛있는 음식에 빠질 수 없는 상쾌한 탄산음료! 그런데 왜 컵의 벽면에 기포가 주로 붙어있을까? 탄산음료를 컵에 따르면 기포가 발생하는데, 유독 컵의 벽면에서 더 많이 형성되는 것을 볼 수 있어. 이는 탄산음료 속 이산화탄소(CO₂)의 물리적 성질과 기포 형성 메커니즘 때문이야. 탄산음료는 일반적으로 이산화탄소가 액체의 포화 용해량⁷을 초과해 녹아 있는 과포화(Supersaturated)⁸ 상태야. 이산화탄소는 불안정한 과포화 상태에 있기 때문에, 분자 간 충돌 등 작은 에너지에 의해 기포핵(Nucleation site)을 형성할 수 있어. 기포핵은 씨앗의 역할을 하는데, 음료 속의 이산화탄소를 흡수하면서 기포의 크기를 점점 키지게 해. 이론적으로 기포핵은 액체 내부 어디에서나 형성될 수 있어. 하지만, 컵의 벽면에서 기포가 주로 관찰되는 이유는 컵 표면에 육안으로 관찰하기 어려운 미세한 요철과 기공(Entrapped Gas Cavity, EGC)이 더 적은 에너지로 기포핵을 형성할 수 있게 돕기 때문이야.



컵 표면의 EGC에서 기포 발생 과정

액체와 고체가 만나는 계면에서는 표면장력(Surface tension)⁹의 영향으로 인해 기포핵의 형성이 더 가속화돼. 기포와 액체 간의 표면적을 최대한 줄이기 위해 한곳에 모이게 되기 때문에 더 적은 에너지로 기포핵이 형성될 수 있어. 또한, EGC는 더 강한 표면장력과 압력 차를 발생시켜 기포핵이 잘 생성되도록 해. 그럼, 이제 수학적으로 계산해 볼까?

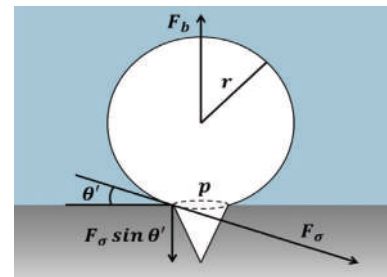
$$W = -\frac{16\pi\gamma_{LV}^3}{(P^* - P)}f(\theta^*)$$

$$f(\theta^*) = \frac{(1 - \cos\theta^*)^2(2 + \cos\theta^*)}{4}$$

γ_{LV} : 액체-기체 간의 자유에너지¹⁰

$P^* - P$: 계면에서 기체와 액체의 압력 차

θ^* : 액체와 고체 사이의 접촉각



기포에 작용하는 표면장력과 부력

위 식은 기포핵이 생성되기 위한 최소한의 일(에너지)을 실험적으로 계산한 식이야.¹¹ 식에 따르면, 접촉각 θ^* 가 작을수록 W 가 감소하여 기포 형성이 쉬워져. 접촉각이 작다는 것은 액체 분자 간의 인력이 약하고, 컵 표면이 액체를 더 강하게 끌어당긴다는 것을 의미해. 친수성 표면은 친수성 분자를, 소수성 표면은 소수성 분자를 더 잘 끌어당기므로, 컵의 표면이 친수성일수록 기포 핵생성이 더 쉽게 발생하게 돼. 이렇게 기포가 형성된 후, 일정 크기 이상으로 성장하면 질량과 비례하여 부력(F_b)이 증가하고 표면장력($F_\sigma \sin\theta^*$)을 초과하여 기포가 벽면에서 떨어져 올라가게 돼. EGC에서 이 같은 과정이 반복되면, 우리는 컵 표면에서 기포가 발생하는 것을 관찰하게 되는 거야! 탄산음료에 이런 과학적 원리가 숨어있었다니! 이제 탄산음료를 마실 때 다양한 컵을 이용해 봐야겠어!

[각주]

7. 특정 온도와 압력에서 용매가 용질을 최대한 녹일 수 있는 양을 의미하며, 이를 초과하면 용질이 더 이상 용해되지 않고 침전됨

8. 포화 용해량을 초과한 상태로, 일반적으로 불안정하여 작은 교란이나 핵 생성 과정에 의해 용질이 쉽게 석출될 수 있음

9. 액체 표면이 최소한의 면적이 되기 위해 발생하는 액체 분자 간의 힘

10. 표면장력에 의해 결정되는 계면의 열역학적 에너지로, 액체가 표면적을 최소화하려는 경향을 가지는 원인이 되며, 그 크기는 표면장력과 계면의 면적의 곱으로 표현

11. Jones, S. F., Evans, G. M. and Galvin, K. P., "Bubble nucleation from gas cavities-a review," Advanced Colloid Interface Science, Vol. 80, pp. 27-50, 1999

[그림 출처 & 참고 자료]

1. 이정원, "국립수-국소수 표면에서 탄산음료의 기포 발생 촉진-억제 효과 분석 연구," 『한국기계기술학회지』 21, no. 7, (2022): 77-83p

2. Jones, S. F., Evans, G. M. and Galvin, K. P., "Bubble nucleation from gas cavities-a review," Advanced Colloid Interface Science, Vol. 80, pp. 27-50, 1999.

전자전기공학과가 본 레스토랑

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 한예림

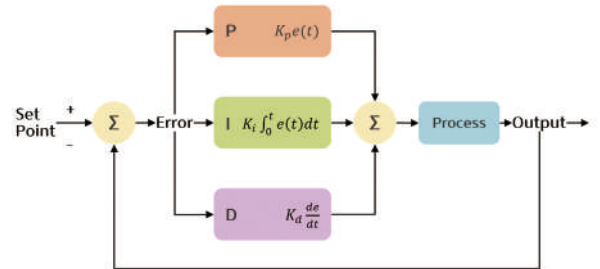
와... 고기가 입안에서 살살 녹는데? 레스토랑에서 먹는 스테이크는 촉촉하고 부드러워. 집에서 팬에 구우면 겉은 타고 속은 덜 익는데 대체 어떤 비법이 있는 걸까?

그 비결은 바로 수비드 기법에 있어. '수비드'는 프랑스어로 '진공 상태'를 뜻하는데, 그 이름처럼 재료를 진공 포장한 뒤, 저온에서 오랜 시간 조리하는 방식이야. 이렇게 하면 재료의 맛과 향, 수분, 질감이 그대로 보존된다고 해. 오랜 시간 조리하는 만큼 온도를 정확히 유지하는 것이 핵심이지. 그런데 수비드 기기는 어떻게 온도를 정밀하게 조절할 수 있는 걸까?

수비드 기기는 PID 제어 시스템을 이용해 물의 온도를 일정하게 유지해. 여기서 PID는 비례(Proportional), 적분(Integral), 미분(Derivative) 세 가지 요소를 나타내지. 제어 시스템은 기기의 센서에서 온도를 측정하고, 목표 온도와 비교하며 가열 정도를 조절하는 시스템이야.

비례 제어는 현재 온도와 목표 온도의 차이인 편차가 클수록 강하게 가열하고, 작을수록 약하게 가열하도록 조절해. 비례 제어만으로는 현재 온도를 목표 온도에 완전히 똑같이 도달시킬 수는 없어. 두 상태가 거의 가까워진 상태를 정상 상태라고 하는데, 정상 상태에서의 오차

를 해결하기 위해 적분 제어 항이 필요해. 적분 제어는 편차를 적분하고, 편차의 누적값이 특정 값이 되면 편차를 줄이도록 온도를 조작해. 따라서 목표 온도에 정밀하게 도달할 수 있게 되지. 미분 제어는 편차와 반대로 조작 방향을 설정하는 역할을 해. 예를 들어 편차가 양수이면, 그 값을 상쇄시키도록 반대 방향으로 조작하는 것이지. 아래 보이는 그림이 PID 제어를 나타낸 거야. 각 제어에서 보이는 K_p , K_i , K_d 는 각각 비례, 적분, 미분 제어를 조절하는 계수이고, $e(t)$ 는 편차를 의미해. 세 가지 요소가 함께 동작하며 목표 온도를 유지하는 거지.



PID 제어 시스템 원리

지금까지 PID 제어 시스템을 이용한 수비드 기기의 원리에 대해 알아봤어. 완벽한 고기를 조리하기 위해 세밀한 온도 조절이 필요하다는 신기하지 않아? 스테이크를 먹을 때면 이 원리를 떠올려봐! 🍖

[그림 출처]

PID 제어 시스템 원리 '[Control] PID 제어', 2025.03.08

<https://velog.io/@717lumos/Control-PID-%EC%A0%9C%EC%96%B4>

[참고 자료]

박영신, '철러장비의 온도제어를 위한 최적 PID 제어', 『한국산업경영시스템학회지』 (2022년), 131~138쪽.



로런츠 변환

글. 무은재학부 24학번 30기 알리미 정찬우

19세기 물리학자 로런츠는 전자기학과 고전역학을 통합하고자 노력했으나, 전자기학으로 도출된 결과가 고전역학 하에서 위배되는 문제에 부딪힙니다. 로런츠는 갈릴레이 변환을 활용하여 로런츠 변환 식을 만들었고, 후대의 아인슈타인의 특수 상대성 이론을 통해 로런츠 변환의 진정한 의미를 알게 되었습니다. 이해하기 난해한 상대성이론! 어떤 과정을 거쳐 발전되었는지 알아보까요?

우선 고전역학에서 사용된 갈릴레이 변환을 살펴보겠습니다. 갈릴레이 변환이란 두 관성좌표계¹ 사이의 관계를 나타냅니다.

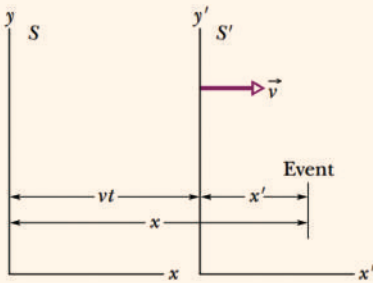


그림 1. 좌표계 S, S'에서 사건을 관측하는 경우의 모식도

고정된 좌표계 S와 v의 속도로 움직이는 좌표계 S'이 동시에 어떠한 '사건'을 관측하는 경우, 위 그림과 같이 나타낼 수 있습니다. 이때, S 및 S'에서의 물리량을 비교하면, y 좌표와 시간은 모두 일정하지만 x 좌표에서 차이가 발생합니다. 이는 S' 좌표계에서 $x' = x - vt$ 로 기술됨을 알 수 있습니다. 변환 식을 통해 뉴턴역학을 기술하게 되면 어느 좌표계에서나 물리량은 불변함을 알 수 있습니다. 이처럼, 관성좌표계에서 일어나는 모든 물리법칙이 동일하게 유지되는 원리를 '갈릴레이-뉴턴 상대론'이라고 합니다. 이러한 원리는 사실로 받아들여졌습니다. 그러나 앞서 언급했듯이 맥스웰 방정식의 결과가 뉴턴

역학과 충돌하면서, 새로운 변환식의 필요성이 생겼습니다. 그 결과 로런츠 변환이 만들어졌습니다.

로런츠 변환은 갈릴레이 변환식에 '보정'을 가하는 식입니다. 갈릴레이 변환식이 뉴턴역학에만 성립하기 때문입니다. 변환된 x'의 좌표는 아래와 같이 기술됩니다.

$$x = k(x' + vt')$$

$$x' = k(x - vt) \dots (1)$$

이때, 두 좌표계의 선형성²을 유지하면서, 갈릴레이 변환 식으로의 변형도 가능해야 하기에, 두 좌표계에서 모두 동일한 보정 상수 k를 곱하게 됩니다. 추가로, 광속 불변의 원리를 적용하면 아래와 같은 식을 얻을 수 있습니다.

$$x = ct$$

$$x' = ct' \dots (2)$$

(2) 식을 (1) 식에 대입하면 k의 값을 아래와 같이 얻을 수 있습니다.

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \equiv \gamma$$

이때의 k값을 로런츠 인자 γ 로 정의합니다. 만약, S' 좌표계의 속력이 광속에 비해 무시할 수 있을 정도로 작은 경우, 즉 $v \ll c$ 인 경우라면 로런츠 인자는 1로 근사가 가능합니다. 뉴턴역학은 광속에 근접하는 경우의 운동을 다루지 않습니다. 고로, 로런츠 인자의 근사를 통해 뉴턴역학에서 갈릴레이 변환이 성립하는 이유 또한 설명할 수 있습니다.

이제 유도한 로런츠 변환을 이용해서, 좌표계에 따라 사건이 어떻게 보이는지 알아보겠습니다. S 좌표계에 관측자가 있고, S' 좌표계는 S 좌표계에 대해 v의 속도로 움직입니다. S'에서 입자의 속도를 u'으로 측정했다면, S 좌표계에서는 입자의 속도가 어떻게 달라질까요?

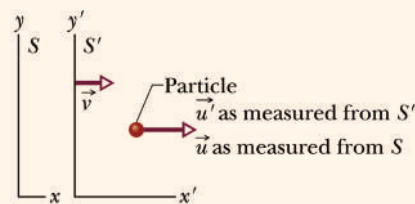


그림 2. S, S' 좌표계에서 움직이는 사건을 관측하는 경우의 모식도
 $v'_x = \frac{dx'}{dt'}$ 으로 기술될 수 있으므로, 로런츠 변환 식으로부터 dx'과 dt'을 구하면, v'_x 를 유도할 수 있습니다. 그 과정은 다음과 같습니다.

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$\frac{dx'}{dt'} = \gamma\left(\frac{dx}{dt} - v\right)$$

$$dx' = \gamma(dx - vdt) \dots (3)$$

$$t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$$

$$\frac{dt'}{dt} = 1 = \gamma\left(\frac{dt}{dt} - \frac{v}{c^2} \frac{dx}{dt}\right)$$

$$dt' = \gamma\left(dt - \frac{v}{c^2} dx\right) \dots (4)$$

따라서, $v'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{v_x - v}{1 - \frac{v v_x}{c^2}}$ 로 표현이 가능합니다. 이때, $v_x = c$ 를 대입하면 v에 상관없이 $v'_x = c$ 라는 결과를 얻을 수 있고, 이의 역도 성립합니다. 즉, 광속은 어느 좌표계에서든 상수로써 결정됨을 알 수 있습니다. 20세기 이전의 과학자들은, 빛의 매질로써 작용하는 에테르³의 존재를 믿었습니다. 때문에 '빛의 속도의 불변성'을 주장하며 에테르의 존재를 배제한⁴ 상대성 원리에 의구심을 가졌고, 로런츠 변환 식의 진정한 의미를 밝혀내지 못했습니다. 아인슈타인은 위의 결과를 그대로 받아들여 해석한 결과, 훗날 우리가 배우는 특수상대성 이론을 만들게 됩니다. 그런데, 아인슈타인 이외의 과학자들이 과연 부족한 점이 있었기에 로런츠 변환의 의미를 찾지 못한 걸까요? 이후의 이야기가 궁금하시면, 특수상대성이론의 발전 과정 및 의미 또한 찾아보시는 것을 추천해 드립니다!📖

[각주]

- 고전역학에서 뉴턴 운동 제 1법칙이 성립하는 좌표계. 알파입자 0인 좌표계를 의미
- 수학적으로 가산성(Additivity)과 동차성(Homogeneity)이 성립하는 경우 또는 성질
- 파동이 진행하기 위해 필수적이라고 믿어진 매질. 여러 학자의 주장과 모델을 거치며 발전했으나, 후대 마이컬슨-몰리 실험을 통해 에테르가 존재하지 않음을 밝힘

[그림 출처]

- 그림 1. Jearl Walker, David Halliday, Robert Resnick, "Fundamentals of Physics Extended", 10th Edition, p.1129.
 그림 2. 위 책, p.1133.

[참고 자료]

- Jearl Walker, David Halliday, Robert Resnick, "Fundamentals of Physics Extended", 10th Edition, pp. 1116-1134. https://elearn.daffodilvarsity.edu.bd/pluginfile.php/987150/mod_label/intro/fundamentals-of-physics-textbook.pdf

크로마토그래피

글. 무은재학부 24학번 30기 אליימי 김가경

크로마토그래피는 혼합물의 성분을 분리, 정제, 분석하는 화학적 기법의 하나로, 이동상¹(mobile phase)과 고정상²(stationary phase) 사이의 상호작용을 이용해 성분을 분리합니다. 이 기법은 화학, 생명과학, 환경과학 등 다양한 분야에서 활용되며, 특히 미량 성분 분석에 있어 중요한 역할을 합니다. 크로마토그래피는 혼합물을 구성하고 있는 매우 유사한 성분들을 분리하는 방법입니다. 시료가 이동상의 흐름을 따라 이동하지만, 각 성분이 고정상과 얼마나 강하게 상호작용하느냐에 따라 이동 속도가 달라집니다. 고정상과의 상호작용이 강한 성분은 천천히 이동하고, 반대로 이동상과 더 친화적인 성분은 빠르게 이동하게 되며, 이 차이를 이용해 성분을 분리하는 것이 바로 크로마토그래피의 원리입니다.

크로마토그래피의 종류는 매우 다양한데, 대표적으로 사용되는 이동상의 상태에 따라 기체 크로마토그래피(GC, Gas Chromatography)와 액체 크로마토그래피(LC, Liquid Chromatography)로 나누어집니다. 기체 크로마토그래피는 이동상이 기체인 기법으로, 기체, 액체 시료 측정에 적합합니다. 시료 도입부에 주입된 기체 또는 액체 상태의 시료는 기화되어 이동상에 의해 컬럼³ 내부로 이동하게 됩니다. 각 성분은 컬럼 내부 충전물에 흡착하고 용해되는 정도의 차이에 의해 각각 분리됩니다. 이후 컬럼 출구에 있는 검출기를 차례로 통과하여 크로마토그램 및 스펙트럼을 얻을 수 있는데요. 크로마토그램은 크로마토그래피에 의해 분리되어 나오는 물질의 변화를 시간에 따라 나타낸 그래프입니다. 일반적으로 가로축은 시간을, 세로축은 분석 물질의 검출 신호를 의미합니다. 흔히 사용하는 모세관 컬럼의 내부 벽에는 실리카와 유사한 실리카 유도체 화합물이 코팅되어 있으며, 시료와 컬럼 내부 물질의 상호작용에 의해 그 극성이 유사한 성분을 늦게 유출하는 원리

입니다. 액체 크로마토그래피는 이동상이 액체인 기법을 의미하며, 고정상으로 각종 고체 또는 액체를 사용합니다. 시료를 적당한 전개제⁴로 이동시켜 각 성분의 고정상에 대한 흡착성이나 분배계수⁵의 차이에 따른 이동 속도 차이를 이용해 분리하는 방법입니다.

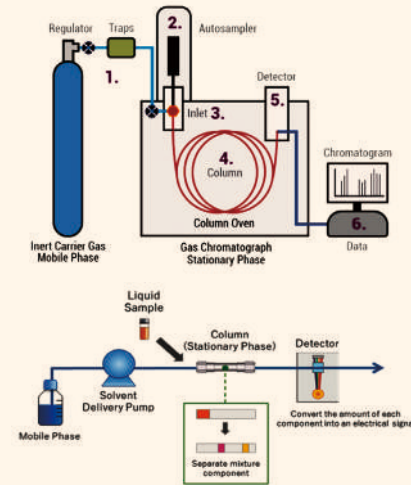


그림 1. (위) 가스 크로마토그래피 장치 구성

그림 2. (아래) 액체 크로마토그래피 장치 구성

이외에도 다양한 크로마토그래피 기법들이 존재합니다. 특정 분자와 분석 물질 간의 친화성 차이에 기반을 두는 친화성 크로마토그래피(Affinity Chromatography), 물질의 전하 차이를 이용한 이온 교환 메커니즘에 기반하는 이온 교환 크로마토그래피(Ion-exchange chromatography)가 있습니다. 또, 물질의 크기에 따른 컬럼 통과 속도 차이를 이용한 크기 배제 크로마토그래피(Size-exclusion chromatography) 등이 연구에 사용되고 있는데요. 크기 배제 크로마토그래피는 겔 침투 크로마토그래피(Gel-filtration chromatography)라고도 부릅니다.

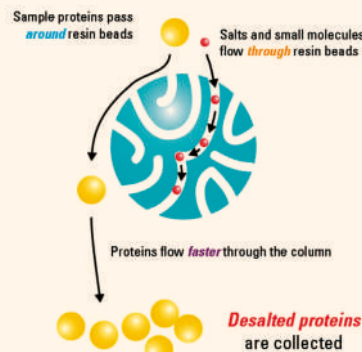


그림 3. 크기 배제 크로마토그래피의 원리

분석 시료의 성분 중 작은 분자는 그림3과 같이 컬럼 속 구슬의 구멍에 빠져 들어가 갇혀 있게 되며 용출⁶ 속도는 느려집니다. 반면, 그에 비해 크기가 큰 분자는 구슬의 구멍에 들어갈 확률이 낮아 이동상을 따라 빠르게 용출되어 검출되는 원리입니다.

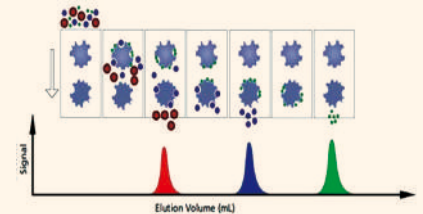


그림 4. 크기 배제 크로마토그래피의 성분 검출 과정

크로마토그래피는 현대 과학 연구에 없어서는 안 될 핵심 기술입니다. 의약품 개발에서는 순도 높은 물질을 분리하고, 생명과학에서는 단백질과 대사산물을 분석하며, 환경과학에서는 유해 물질을 검출하는 데 활용되기 때문입니다. 특히, 미량 성분을 정밀하게 분석할 수 있다는 점에서 연구자들에게 필수적인 도구로 자리 잡았습니다. 앞으로도 크로마토그래피는 과학과 기술의 발전에 중요한 역할을 하며, 더욱 정밀하고 효율적인 분석을 가능하게 할 것이라 생각합니다! 🌱

[각주]

1. 시료를 이동시키는 역할을 하는 것으로, 컬럼을 통해 흐르는 유체
2. 시료의 특성 차이를 이용하기 위해 사용된 고체나 액체, 이동하지 않는 상
3. 크로마토그래피 장비 안에 들어 있는 가느다란 관 형태의 구조물
4. 종이, 관 혹은 얇은 층의 크로마토그래피에서 사용하는 이동상 액체
5. 시료 섞이지 않는 두 용매에 용해된 용질의 농도 비율
6. 성분이 물이나 다른 물질에 녹아 흘러나오는 것

[그림 출처]

- 그림 1. "Gas Chromatography Explained: What It Is and How It Works". PerkinElmer. June 10, 2022. <https://blog.perkinelmer.com/posts/gas-chromatography-explained-what-it-is-and-how-it-works/>
- 그림 2. "액체 크로마토그래피(LC)". 성균관대학교 공동기기관. https://ccrf.skku.edu/ccrf/property/property_LC.do
- 그림 3. "크로마토그래피". 위키백과, 우리 모두의 백과사전. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%81%AC%EB%A1%9C%EB%A7%88%ED%86%A0%EA%B7%B8%EB%9E%98%ED%94%BC>
- 그림 4. "액체 크로마토그래피(LC)". 성균관대학교 공동기기관. https://ccrf.skku.edu/ccrf/property/property_LC.do

[참고 자료]

1. "기체 크로마토그래피(Gas Chromatography) 원리 및 분석 기기의 이해". Thermo Fisher Scientific 공식 블로그. 2020. 07. 06. <https://blog.naver.com/thermofisher-kr/222022556738>
2. "고성능 액체 크로마토그래피의 작동 방법". Waters. https://www.waters.com/nextgen/kr/ko/education/primer/beginner-s-guide-to-liquid-chromatography/how-does-high-performance-liquid-chromatography-work.html?srsltid=AfmB0orsIIM5imiLUjtFuaPFk07I5gRw_NPORos6bSbjuatDhTRF9UTH



행렬이란 무엇인가?

2022 개정 교육과정을 경험하는 독자들은 고등학교 수학에서 행렬을 배웠거나, 배울 것이다. 행렬은 수학뿐만 아니라 공학과 과학 전반에서도 폭넓게 쓰이는 개념이지만, 행렬의 연산법만을 배우는 현재의 교육과정상에서 이것이 수학적으로 어떤 의미를 가지는지에 대해 생각할 기회는 아직도 매우 부족하다고 생각된다. 교과서 속의 행렬을 그저 '특별한 연산 법칙이 주어진 숫자의 나열'로만 느꼈을 독자들을 위해, 이번 글에서는 행렬을 공부하는 목적과 행렬의 개념에 대해 간단히 설명하고자 한다.

먼저 벡터공간과 선형 변환에 대해 간단히 알아보자. 우리는 순서쌍을 이용해 $\mathbb{R}^2$ 의 모든 원소를 (x, y) 꼴로 유일하게 나타낼 수 있다. 이러한 순서쌍들 사이에는 자연스러운 덧셈과 스칼라 곱 $((a, b) + (x, y) = (a + x, b + y), c * (a, b) = (ca, cb))$ 연산을 줄 수 있는데, 이처럼 덧셈과 스칼라 곱 구조가 주어진 집합을 '벡터공간'이라 부른다. 앞서 이야기한 $\mathbb{R}^2$ 를 확장해 $\mathbb{R}^n$ 에는 위와 같은 방식으로 자연스러운 벡터공간 구조를 줄 수 있다. 다음으로 선형 변환이란 정의역과 공역이 벡터공간인 함수로, 다음과 같은 성질을 만족한다.

실수 $\mathbb{R}$, 벡터공간 V 에 대하여 $a, b \in \mathbb{R}, u, v \in V$ 일 때,

$$f(au + bv) = af(u) + bf(v)$$

즉, 선형 변환은 벡터의 덧셈과 스칼라 곱에 대해 일관된 구조를 유지하는 함수이며, 이를 일차함수 $y = ax + b$ 에서 상수항 $b = 0$ 인 경우를 고차원으로 일반화한 것으로도 생각할 수 있다.

행렬이란, 이러한 선형 변환의 모든 정보를 담고 있는 대상이다. 구체적으로, 벡터공간 V 에 $\mathbb{R}^n$ 을 대입해 보자. x^j 를 j 번째 성분만 1이고 나머지 성분은 전부 0인 $\mathbb{R}^n$ 의 원소라 하자. 그러면 모든 $v \in \mathbb{R}^n$ 은 $\sum_{j=1}^n a_j x^j$ (각 a_j 는 실수)꼴로 유일하게 나타낼 수 있으며, 선형사상의 성질에 의해 $f(v) = \sum_{j=1}^n a_j f(x^j)$ 가 성립한다. 따라서, 만약 모든 j 에 대해서 $f(x^j)$ 의 값만 알고 있다면, 모든 v 에 대해서 $f(v)$ 를 계산할 수 있게 된다. 또한 $f(x^j)$ 는 벡터이므로, 앞선 방식으로 $f(x^j) = \sum_{i=1}^m b_{ij} y^i$ 꼴로 유일하게 나타낼 수 있다. 이때 y^i 는 i 번째 성분만 1, 나머지는 0인 순서쌍이다.

따라서 계수들 $(b_{ij})_{1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n}$ 만 알고 있다면 모든 v 에 대해서 $f(v)$ 의 값을 정확히 계산하는 것이 가능하다.

예를 들어, $\mathbb{R}^2$ 에서 $\mathbb{R}^2$ 로 가는 선형 변환은 항상 다음과 같은 행렬로 표현할 수 있다.

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax + by \\ cx + dy \end{pmatrix}$$

위 예시에서, $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ 라고 보고, 벡터를 $x = (x, y)$ 라고 하면, 선형 변환 f 는 $f(x) = Ax$ 로도 표현할 수 있다.

이처럼 행렬을 선형 변환의 정보를 담고 있는 대상으로 바라보면, 행렬 곱셈에도 의미를 부여할 수 있다. 간략히 말해, 선형 변환의 합성은 대응되는 행렬 사이의 곱으로 나타난다. 증명은 간단히 할 수 있는데, 선형 변환 f, g 가 있다고 할 때 그 합성 $f \circ g$ 가 각 원소 x^i 를 어디로 보내는지를 직접 계산해 보면 알 수 있다.

이제 선형 변환의 한 종류인 회전 변환의 예시를 좀 더 살펴보자. 벡터공간 $\mathbb{R}^2$ 에서의 회전 변환은 다음과 같은 행렬로 나타난다.

$$\mathbb{R}(\theta) = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

임의의 벡터 $(1, 2)$ 를 30° 만큼 회전 변환한다고 하자. 이 경우 회전 변환의 결과는 다음과 같다.

$$\mathbb{R}(30^\circ) \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos 30^\circ & -\sin 30^\circ \\ \sin 30^\circ & \cos 30^\circ \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} * 1 - \frac{1}{2} * 2 \\ \frac{1}{2} * 1 + \frac{\sqrt{3}}{2} * 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} - 1 \\ \frac{1}{2} + \sqrt{3} \end{pmatrix}$$

따라서 회전 변환의 결과는 다음과 같다. $(\frac{\sqrt{3}}{2} - 1, \frac{1}{2} + \sqrt{3})$

이처럼 행렬은 선형 변환을 구체화하고, 벡터 공간에서의 변환 관계를 명확히 이해하는 데 중요한 역할을 한다.

이제 교육과정에서 배우는 행렬의 활용 예시를 살펴보자.

예제) 학생들의 학습 능력 척도를 하나의 수치로 나타내고자 한다. 이를 위해 학생들의 각 과목 성적에 서로 다른 가중치를 적용한 후 합산하여 학습 능력 척도를 구할 것이다. 세 학생 A, B, C의 성적과 가중치는 다음과 같이 주어져 있다.

성적과 가중치가 다음과 같이 주어졌을 때, 세 학생의 학습 능력 척도를 구해 보자.

	국어	영어	수학
A	80	85	60
B	50	80	90
C	75	100	70

	가중치
국어	0.3
영어	0.3
수학	0.4

학생 A의 학습 능력 척도는 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$80 \times 0.3 + 85 \times 0.3 + 60 \times 0.4 = 73.5$$

학생 B의 학습 능력 척도는 다음과 같다.

$$50 \times 0.3 + 80 \times 0.3 + 90 \times 0.4 = 66$$

학생 C의 학습 능력 척도는 다음과 같다.

$$75 \times 0.3 + 100 \times 0.3 + 70 \times 0.4 = 80.5$$

이를 행렬로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} 80 & 85 & 60 \\ 50 & 80 & 90 \\ 75 & 100 & 70 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 80 \times 0.3 + 85 \times 0.3 + 60 \times 0.4 \\ 50 \times 0.3 + 80 \times 0.3 + 90 \times 0.4 \\ 75 \times 0.3 + 100 \times 0.3 + 70 \times 0.4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 73.5 \\ 66 \\ 80.5 \end{pmatrix}$$

예제에서 나온 ‘가중치’를 곱하고 더하여 학습 능력 척도를 구하는 과정은 사실 3차원 벡터공간 $\mathbb{R}^3$ (국어, 영어, 수학 점수의 가중치)에서 $\mathbb{R}^3$ (세 학생 A, B, C의 점수)로 가는 선형변환으로 이해할 수 있는 것이다.

이처럼 우리가 고등학교에서 다루는 행렬은 본질적으로 선형 변환과 관련이 있다. 이공계열 진로에 관심이 있다면 행렬은 앞으로도 자주 보게 될 개념이니, 제때 열심히 공부해 두자. ㉠

184호 문제

문제 1 복소수를 2차원 벡터공간 $\mathbb{R}^2$ 로 보자. 즉, $x + iy = (x, y)$ 로 보자. 고정된 복소수 $c = a + ib$ 에 대해, 함수 $f: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}$, $z \rightarrow cz$ 는 $\mathbb{R}^2$ 에서 $\mathbb{R}^2$ 자신으로 가는 선형 사상임을 보이고, 그 행렬을 구하시오.

문제 2 행렬 $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ 에 대응되는 선형 변환 $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ 를 찾고, 그 식을 나타내어라. 이 선형 변환은 회전 변환인가? 아니면 어떤 변환이라고 불러야 하는가?

183호 풀이

문제 1 두 정수 m, n 에 대하여, $(m) + (n)$ 을 $\{x + y \mid x \in (m), y \in (n)\}$ 라 정의하자. d 를 m 과 n 의 최대공약수라 할 때, $(m) + (n) = (d)$ 가 성립함을 보여라.

풀이 $(m) + (n) = \{mx + ny \mid x, y \in \mathbb{Z}\}$ 에서 양수 중 가장 작은 수를 뽑아 a 라고 하자. 만약 a 로 m 을 나누었을 때 나머지가 0이 아니라면 $m = pa + r$, $m - pa = r$ 로부터 $r \in (m) + (n)$, $0 < r < a$ 가 성립하므로 모순이다. 즉, a 는 m 을 나누어야 하며, 동일한 방법으로 a 는 n 또한 나눈다. 또한 적절한 x, y 에 대하여 $a = mx + ny$ 이므로, x, y 를 나누는 모든 수는 a 또한 나누어야 한다. 최대공약수의 정의에 의해 a 는 m, n 의 최대공약수다. a 를 이제부터 d 로 표기하면, 임의의 정수 k 에 대하여 $kd \in (m) + (n)$ 이 성립하며, 반대로 모든 $(m) + (n)$ 의 원소는 이전과 동일한 논증으로 kd 의 꼴로 나타낼 수 있다. 따라서 $(m) + (n) = (d)$ 이다.

문제 2 두 정수 m, n 에 대하여, $(m)(n)$ 을 $\{xy \mid x \in (m), y \in (n)\}$ 로 정의하자. m 과 n 이 서로소인 경우, $(m)(n) = (mn) = (m) \cap (n)$ 임을 보여라.

풀이 서로소의 정의에 의해, 어떤 수 a 가 서로 소인 두 수 m, n 으로 나누어떨어지면, a 는 반드시 mn 으로 나누어떨어진다. 따라서 $(mn) = (m) \cap (n)$ 이다. 또한 $(m)(n) = \{xy \mid x \in (m), y \in (n)\} = \{abmn \mid a, b \in \mathbb{Z}\} = \{cmn \mid c \in \mathbb{Z}\} = (mn)$ 임을 알 수 있다. 따라서 $(m)(n) = (mn) = (m) \cap (n)$ 이다.

정답자 183호 정답자 : 마전고 1학년 조린서님

* MARCUS에는 포스텍 수학동아리 MARCUS가 제공하는 수학 문제를 실습니다. 정답과 해설은 다음 호에 나옵니다.

* 이번 호 문제는 2025년 7월 20일(일)까지

postech-alimi@postech.ac.kr로

풀이와 함께 답안을 보내주세요.

* 정답자가 많은 경우, 간결하고 훌륭한 답안을 보내주신 분들 중 추첨을 통하여 포스텍의 기념품을 보내 드립니다.

(학교/학년을 꼭 적어 주세요.)



해설영상 7월 25일 공개

마지막의 마지막까지 다하는 최선

글. 무은재학부 24학번 30기 אלימי 신동현

포스테키안 독자 여러분 안녕하세요? 설렘 속에 시작했던 이번 학기도 어느덧 절반이 지났네요. 치열한 입시 한 가운데에서 여러분은 요즘 어떤 생각을 하고 계시나요? 코앞까지 다가온 입시로 불안하기도 하고, 그동안 쉽지가 않았던 탓에 점차 지쳐가기도 할 것 같아요. 또, ‘이제 와서 더 한다고 크게 달라질까?’ 하는 생각이 들 수도 있을 것 같아요. 저 역시 고등학교 3학년 이맘때쯤, 비슷한 걱정을 하며 불안해했던 기억이 나네요. 하지만, 이런 걱정은 저를 흔들 뿐이었고, 돌아켜보니 마지막까지 최선을 다해야 후회가 남지 않더라고요.

저는 원래 마지막까지 최선을 다하는 사람이 아니었어요. 어느 정도 했을 때, ‘이 정도면 충분한 것 같아’ 또는 ‘어차피 안 될 것 같아’ 등의 생각으로 합리화하고 그저 ‘적당히’ 하려고만 했어요. 그러던 중 고등학교 입학 당시, 수학을 잘하지 못했던 저는 막연한 부담으로 인해 수학 공부에 매진했어요. 하지만, 아무리 공부해도 발전하는 것 같지 않아 당시 학원 선생님께서 어떻게 하면 더 잘할 수 있을지 물어봤어요.

“무슨 방법이 있겠니? 될 때까지 하는 거지.”

선생님의 답변은 단순하고 누구나 할 법한 말이었지만, 끝까지 하기보단 중간에 자신을 재단하고 한계를 지었던 제게 큰 반향을 일으켰어요. 그리고 이날 들었던 한 문장을 계기로, 목표를 정했으면 더 이상 가능성을 따지거나 포기하지 않았어요. 물론 그렇다고 해서 당장 눈에 띄는 성과가 나타나진 않았어요. 하지만 가능성을 따지며 흐려졌던 목표는 점차 뚜렷해졌고, ‘달라질까?’라는 의문은 ‘달라질 때까지’라는 또 다른 목표가 되어 저를 이끌었어요. 결국 이런 생각의 변화는 만족스러운 성적 상승뿐만 아니라, 제가 자신을 믿을 수 있는 근거가 되어 ‘마지막의 마지막까지 다하는 최선’이라는 제 삶의 좌우명으로 이어졌어요.

이런 마음가짐은 제가 삶을 대하는 태도에도 큰 영향을 미쳤어요. ‘마지막의 마지막까지 다하는 최선’이라는 문장은 목표로 한 것을 끝까지 해내는 ‘나’를 포함하고 있어요. 즉, 목표를 향하는 과정에서 겪는 실패를 좌절이 아닌, 극복할 수 있는 관문으로 바라보게 된 거죠. 실패 하나하나에 의미를 부여하며 정제되기보단 성장하고 있는 스스로에 초점을 맞출 수 있었고, 무엇이든 끝까지 하면 해낼 수 있다는 자신감도 생겼어요. 설령 어떤 이유로 인해 끝내 목표를 이루지 못하더라도 괜찮아요. 스스로가 마지막까지 최선을 다했다는 사실을 알고 있기 때문에, 그 일에 대한 후회보단 얻은 것에 집중할 수 있을 테니까요. 다시 말해, 실패를 두려워하기보단 나에 대한 믿음을 기반으로 나의 성장에 집중하고, 매 순간 발전하는 나를 기대하는 태도를 보이게 된 거죠. 그리고 이런 삶의 태도는 지금까지도 제 삶을 이끌어주고 있어요. 어떤 일이 주어질 때 가능성을 따지기보단 어떻게 해낼지 방향성을 생각하고, 실제로 그 일을 해내며 말이죠.

입시를 준비하는 지금, 매우 불안하고 여러 걱정이 들 수 있어요. 지금부터 노력한다고 결과가 크게 바뀌지 않을 거라 생각하실 수도 있고요. 하지만 마지막까지 최선을 다하는 태도를 기억하고 스스로를 믿어보는 건 어떨까요? 입시라는 긴 여정에서 분명 지치고 힘들겠지만, 도착지에 다다랐을 때 후회가 없도록 매 순간을 소중히 내딛는 거죠! 여러분이 지금까지 해온 노력은 여러분의 앞길을 환하게 비출 등불이 될 테니, 스스로가 한 노력에 확신을 갖고 정진하길 바라요. 마지막의 마지막까지 여러분을 응원합니다! ●

즐겁게 살자

글. 무은재학부 24학번 30기 אלימי 한예림

여러분 모두 시험을 준비하면서 포기하고 싶었던 순간도 있었을 것이고, 입시에 대한 각자의 고민도 많았을 것입니다. 이럴 때 자신만의 인생 모토를 정해보는 것은 어떨까요? 힘들 때 다시 일어설 수 있는 원동력이 되어줄 수 있으니까요.

저는 중, 고등학교 시절 어려운 순간이 찾아올 때마다 초등학교 때 정한 저만의 인생 모토를 떠올렸는데요. 바로 이 글의 제목이기도 한 ‘즐겁게 살자’입니다. 단순한 다섯 글자로 보일 수 있지만, 제게는 많은 의미가 담긴 말입니다. 처음에는 그저 노는 것이 좋다는 이유로 정한 모토였습니다. 하지만 성장하면서 그 의미는 점차 변하였고, 이제는 저를 가장 잘 설명하는 말이 되었습니다. 노는 것뿐만 아니라 공부든, 도전이든, 나에게 일어날 모든 일을 즐겁게 받아들이자는 삶의 태도가 된 것이죠.

시험이나 대회를 앞두고 긴장감이 커져 실력을 제대로 발휘하지 못했던 경험은 누구나 있을 것입니다. 저 역시 중요한 일정이 다가올수록 집중력이 떨어지고, 예상치 못한 실수를 하기도 했습니다. 그럴 때마다 결과에 집착하기보다는 과정에서 즐거움을 찾으려 노력했습니다. 예를 들어, 시험이 끝난 후 점수에 연연하기보다는 나를 자극했던 도전적인 문제를 떠올렸습니다. 풀지 못한 문제로 인해 낮은 점수를 받았다면, 낙담하기보다는 “그 문제가 나를 즐겁게 했어”라고 생각했습니다. 당시엔 해결하지 못했더라도, 이후 끝까지 도전해 해결하려 했습니다. 결국은 해냈다는 성취감을 느낄 수 있었죠. 각종 대회에 참가했을 때도 마찬가지였습니다. 항상 원하는 결과를 얻을 수는 없었지만, 그 시간을 결코 허비한 것은 아닙니다. 대회를 통해 새로운 친구들을 만나고, 재미있는 이야기를 나누며, 새로운 것을 경험할 수 있었기 때문입니다. 같은 일을 겪더라도 ‘즐겁게 살자’라는 태도로 바라보면 그 어떤 일에서도 더 값진 경험과 결과를 얻게 되는 것이죠. 그리고 이러한 태도는 자연스럽게 다음 시험이나 대회에서 더 좋은 결과로 이어지기도 합니다.

물론, 즐겁게 사는 것은 간단해 보이면서도 쉽지 않습니다. 항상 즐거운 일만 일어나는 것은 아니기 때문이죠. 고등학교 때만 해도 열심히 고민해 봐도 풀리지 않는 문제들이 있었고, 각종 수행평가에 시달리기도 했습니다. 때로는 집중하지 못하고 스마트폰 같은 유혹에 빠지는 제 모습이 한심하게 느껴지기도 했습니다. 그러나 저는 그러한 순간들을 힘들고, 후회스러운 기억으로 남기지 않으려 했습니다. 힘들더라도 해야 할 일을 해낸 저 자신이 멋있었고, 풀리지 않던 문제와 끝까지 싸워 결국 해결해 내는 과정이 재미있었습니다. 또 스마트폰을 하는 것도 즐거웠습니다. 후회하기보다는, 매 순간을 즐겁게 보내고, 다음 해야 할 일도 즐겁게 해나가면 된다고 생각했습니다.

주변에서는 제가 항상 즐겁게 살자는 말을 하다 보니, 아무런 고민이나 걱정 없이 사는 것처럼 보인다고 합니다. 하지만 사실 저는 걱정이 많습니다. 단지 그것을 부정적인 감정으로 남겨두지 않을 뿐이죠. 해야 할 일이 산더미처럼 쌓여 있음에도 하루를 허투루 보냈다면, 당연히 가장 먼저 떠오르는 감정은 후회와 자책일 것입니다. 그럴 때마다 ‘즐겁게 살자’고 생각해 보세요. 하루 동안 즐겁게 놀았다면, 이제 남은 일들을 즐겁게 해내면 되니까요. 여러분도 자신만의 인생 모토를 찾아보는 것은 어떨까요? 그 모토는 여러분의 삶을 더 의미 있게 만들어 줄 것입니다. 앞으로 다가올 입시로 인해 힘든 순간이 있을 수 있지만, 각자의 방식으로 즐겁게 이겨내길 바랍니다! 🍀

ZOOM IN ON POSTECH!

포스텍은 어떤 학교인지, 포스텍 학생들은 어떤 사람들인지 궁금하지 않으신가요?
알리미가 들려주는 포스텍과 포스테키안들의 이야기를 준비했습니다!

Q1. 포스텍 학생으로서 가장 하고 싶은 활동이 무엇인가요?

* 신소재공학과 23학번 29기 알리미 윤현서 *

저는 다양한 나라의 문화를 직접 체험하는 것을 매우 좋아하는데요. 그래서 저에게는 해외 파견 프로그램이 가장 매력적으로 느껴졌습니다. 포스텍은 모든 학부생에게 미국 라스베이거스에서 열리는 세계 가전 박람회 CES 방문의 기회를 제공합니다. 그뿐만 아니라 노벨상 시상식이 있는 12월, 스웨덴에서 열리는 NOBEL WEEK 행사 참여 기회도 제공합니다. 두 행사 모두 항공권을 지원받으며, CES의 경우 숙박비까지 학교에서 지원받습니다. 포스텍의 글로벌대학 선정 이후 학생들이 참여할 수 있는 해외 파견 프로그램이 점점 늘어나고 있는데요. 특히, 이번 학기부터는 PREMIUM OUTBOUND 제도를 통해 학교에서 2500만 원을 지원받고 UC BERKELEY에서 한 학기를 지낼 기회가 제공됩니다! 그리고 여름방학 동안 해외 대학에서 연구 또는 수업에 참여할 수 있는 SUMMER SESSION을 비롯해, 정규 학기 해외 단기 유학의 경우 학교와 학과에서 장학금을 지원하고 있습니다! 포스텍 학생이기에 받을 수 있는 혜택들, 정말 대단하지 않나요?

* 무은재학부 24학번 30기 알리미 황석훈 *

제가 하고 싶은 활동은 바로 수학과 자체 학부생 연구프로그램입니다. 이 프로그램은 학부생이 전공 분야에서 자발적으로 연구 아이디어를 찾고, 연구 책임자가 되어 보는 기회를 제공하기 위해 2014년 1학기부터 운영되고 있는데요. 포스텍에서 연구 장려비를 지원해 주기 때문에 수학과 학부생들은 연구프로그램에 부담 없이 참여할 수 있습니다. 저는 이 연구프로그램을 통해, 강의에서 배운 위상기하학과 미분기하학 분야를 중심으로 연구를 진행해 보고 싶습니다. 연구프로그램에 참여하면 다양한 연구자분들, 학생들과 소통할 수 있는 기회가 주어집니다. 이러한 경험을 바탕으로 미래의 수학자로서 한 걸음 더 나아가고 싶습니다. 프로그램을 통해 얻은 결과물을 더욱 발전시켜 논문으로 완성하는 것을 목표로 삼고 있으며, 궁극적으로는 포스텍 수학과에서 자체적으로 열리는 학부생 논문 대회나, 여러 수학 연구 대회에 참가할 계획입니다.

Q2. 남은 1년 동안의 입시 계획을 어떻게 세우는 것이 좋을까요?

* 무은재학부 24학번 30기 알리미 한예림 *

우선, 3학년 1학기까지의 성적이 수시에 반영되므로 마지막까지 성적을 잘 관리하는 것이 중요합니다. 또한, 지금 시점이나 여름방학부터는 면접 준비도 본격적으로 시작해야 할 시기인데요. 저는 비슷한 목표를 가진 5~6명의 친구와 함께 면접 스터디를 진행하였습니다. 각자 대학 면접 기출 문제 중 한 문제를 선정해 공유하고, 모든 문제를 개별적으로 공부했습니다. 이후, 매주 돌아가며 한 문제씩 말아 칠판에 풀이를 작성하여 구술로 설명한 뒤 피드백을 주고받는 방식으로 진행되었습니다. 서로가 면접관, 면접자의 역할을 번갈아 수행하며 실전 감각을 키우는 연습을 하였습니다! 포스텍 면접의 경우 수·과학적 지식을 잘 정리하는 능력이 중요하기 때문에, 포스테키안 같은 참고 자료를 읽고 종이에 개념을 요약해 보는 연습도 했었습니다!

Q3. 알찬 학교생활기록부를 만드는 비법을 알려주세요!

* 컴퓨터공학과 23학번 29기 알리미 김정연 *

‘알찬 생활기록부를 만들고 싶은데, 아는 게 없어요. 탐구 활동 아이디어는 어떻게 얻어야 할까요?’ 이것은 제가 고등학생 때 했던 고민인데요. 제가 추천해 드리는 방법은 바로 독서입니다. 저는 관심 분야의 책들을 발췌독하며 탐구 활동의 아이디어들을 얻었는데요. 한 가지 예시로, ‘초보자를 위한 전기 기초 입문’이라는 책을 읽고 키르히호프 법칙에 대해 알아보던 중 휘트스톤 브리지에 대해 알게 되어 관련 실험까지 진행해 본 경험이 있습니다. 비록 지금은 생활기록부에 독서 기록 자체를 기재하지는 않지만, 세부능력 특기사항 등에 활동의 동기로서 활용될 수도 있습니다. 돌아해보면, 급하게 자료를 조사해서 활동한 경우보다 책을 통해 얻은 아이디어로 진행한 활동의 완성도가 훨씬 높았습니다. 진부하게 들릴 수도 있지만, 독서는 가장 확실한 방법입니다. 책을 통해 지식을 넓혀나간다면, 자연스럽게 알찬 생활기록부가 만들어지지 않을까요?

* 화학공학과 23학번 29기 알리미 김세민 *

저는 고등학생이 되자 수업 시간에 배우는 내용들을 따라가기에 급급했고, 생활기록부에 채워갈 활동들은 전혀 신경 쓰지 못했습니다. 그렇게 1학년이 끝나고 저의 생활기록부를 돌아보니 모든 글이 단순히 활동을 나열한 수준에 그쳐 있었습니다. 그제서야 학교에서 해왔던 학습의 깊이가 공학자로서의 꿈을 이루기에는 매우 얕았음을 깨달은 것이죠. 그래서 2학년 때부터 모든 과목마다 수업 중 인상 깊었던 개념에 한 가지씩 질문을 던지고, 그에 대한 해답을 직접 찾아보려는 노력을 시작했습니다. 이후 생활기록부에 제가 탐구했던 내용에 대해 탐구 동기와 과정, 결론까지 각 과목 당 하나의 내용을 자세하게 담으며 생활기록부를 ‘나의 3년 동안의 성장 스토리’가 드러나는 글로 채워나가 보았습니다. 생활기록부를 통해 단순히 ‘어떤 활동을 했는지’보다, 고등학교 생활을 하며 ‘자신이 어떻게 성장해 왔는지’를 보여주는 건 어떨까요?

Q4.

연구 중심 대학 포스텍에도 취업과 관련된 제도나 지원 프로그램이 마련되어 있나요?

* 신소재공학과 23학번 29기 알리미 박다현 *

포스텍 학생들의 진로는 대학원 진학뿐만 아니라 취업, 창업, 예체능 등 다양한 분야에 걸쳐 있는데요. 특히 취업을 원하는 학생들은 방학 중 인턴십을 통해 실무 경험을 쌓을 수 있습니다. 포스텍의 SES(SUMMER EXPERIENCE IN SOCIETY) 인턴십 제도는 학생들이 산업과 연구 현장에서의 경험을 기를 수 있도록 돕고 있습니다. 동시에, 해당 기업에서 일한 기간을 학점으로 인정해 주기 때문에 대학 생활 동안 학업과 실무를 동시에 경험할 수 있어요. 인턴십 프로그램 외에도 산학장학생 제도가 있어, 장학금을 받으며 공부하고 졸업 후에는 바로 기업에 취업할 수도 있답니다. 이렇게 직접적인 제도 이외에도, 연구 기관에서 재직 중이신 선배님들을 만날 수 있는 커리어콘서트나, 기업 박람회 또한 개최됩니다. 이러한 다양한 제도를 통해 포스텍은 연구뿐만 아니라 다양한 진로를 추구하는 학생들에게도 좋은 취업 기회를 마련해 주고 있습니다!

포스테키안 184호를 만든 알리미를 소개합니다!

Alimi 29기



화학공학과 23학번 김세민



반도체공학과 23학번 김세현



컴퓨터공학과 23학번 김정연



신소재공학과 23학번 박다현



컴퓨터공학과 23학번 박태준



신소재공학과 23학번 윤현서



전자전기공학과 23학번 이용현



신소재공학과 23학번 이현민



컴퓨터공학과 23학번 조민서



화학공학과 23학번 황현준

Alim 30기



무은재학부 24학번 권영빈



무은재학부 24학번 김가경



무은재학부 24학번 김채운



무은재학부 24학번 박정우



무은재학부 24학번 신동현



무은재학부 24학번 윤채리



무은재학부 24학번 정찬우



무은재학부 24학번 한예림



무은재학부 24학번 황석훈

독자서평

<POSTECHIAN>을 만드는 알리미에게 여러분의 이야기는 큰 힘이 됩니다.
앞으로도 꾸준히 알리미를 응원해 주세요.
채택된 주인공에게는 특별 제작한 포스텍 굿즈를 기념품으로 보내 드립니다!

경상국립대학교사범대학부설고등학교 3학년 전유나

최신기술소개 코너에서 소개하는 내용이 더 많아져도 좋을 것 같습니다! 인스타그램을 통해 포스텍에서 진행하는 연구가 자주 올라오는 것 같아서 좀 더 포스텍 관련 내용이나 연구 소개가 많아도 좋을 것 같아요 :) 또한 '노벨 위크' 프로그램과 관련한 내용이 궁금합니다!

시온고등학교 3학년 정지희

지구온난화에 관해 학습할 때, 대기 중 기체분자가 열을 흡수한다는 형식의 설명이 모호하다고 느낀 경험이 있습니다. 이번 포스테키안에서 다룬 이상기후, 온실기체에 관한 내용을 보며 모호했던 점을 해결하는 동시에 관련 내용을 더 깊이 이해할 수 있어 좋았습니다!

구독자 참여 이벤트 일정

알리미가 쓴다

2025년 7월 5일까지 구글 폼에 정답을 등록해 주세요.

<https://forms.gle/fAT4oWxBekbaUbjq3A>

마르쿠스

2025년 7월 20일까지 정답을 보내주세요.

postech-alimi@postech.ac.kr

고등학생 기자단 포커스

2025년 4월 28일 - 2025년 5월 14일까지 아래의 URL를 통해 신청해 주세요.

<https://forms.gle/7z1okrm5qNSUJ1w79>



알리미가 쓴다 QR



고등학생 기자단
포커스 신청 QR

영상 공개 일정

포커스: 2025년 5월 2일

ALIMI ON-AIR: 2025년 5월 9일

알탄샵: 2025년 6월 6일

기획특집: 2025년 7월 4일

POPO: 2025년 7월 11일

마르쿠스: 2025년 7월 25일



포스텍 입학팀 유튜브 채널

편집후기 POSTECHIAN NO.184 / 2025

화학공학과 23학번 29기 알리미 김세민

포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

182호부터 포스테키안의 PROGRESS 팀장을 맡아온 화학공학과 23학번 29기 알리미 김세민입니다. 첫 글을 작성한 지가 엇그제 같은데, 어느덧 2년이 지나 지금 이 편집후기가 알리미로서 제가 적는 마지막 글이라는 점이 아직은 잘 실감 나지 않습니다. 뿌듯함, 후련함과 동시에 공허함과 아쉬움이 교차하는, 좋은 꿈을 꾸다 막 깨어난 듯 묘한 기분이 듭니다. 포스테키안은 그저 과학을 좋아하기만 했던 어린 시절의 저에게, 과학자의 꿈을 심어준 소중한 소식지였습니다. 그래서인지 제가 깊이 고민하며 작성한 글들도 다시 누군가에게 꿈을 가져다줄 수 있기를 간절히 바라며, 저의 중학생, 고등학생 시절을 바라보는 마음으로 더욱 최선을 다했던 것 같아요. 이제 저는 한 명의 독자로서 여러분과 함께 알리미와 포스테키안을 응원하려 합니다. 구독자 여러분께 마지막으로 감사를 전하며, 앞으로도 포스테키안이 여러분의 길을 밝히는 좋은 길잡이별이 되길 바랍니다.

신소재공학과 23학번 29기 알리미 박다현

포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

29기 알리미 박다현입니다. 처음 PLUS 코너를 맡았던 순간이 아직도 생생한데, 어느덧 1년이 지나 이렇게 마지막 글을 쓰게 되었네요. 시간이 참 빠르게 흐른다는 걸 새삼 실감합니다. 지난 1년 동안 다양한 주제를 다루며 구독자 여러분과 소통할 수 있어 정말 즐거웠어요. 제가 맡는 PLUS 코너는 이번이 마지막이지만, 앞으로도 포스테키안은 다양한 이야기로 찾아뵐 예정이니 계속해서 많은 관심 부탁드립니다!

그동안 함께해 주신 모든 분들께 진심으로 감사드리며, 앞으로도 포스텍과 포스테키안을 향한 애정이 변함없이 이어지길 바랍니다. 감사합니다! :)

컴퓨터공학과 23학번 29기 알리미 박태준

전국의 포스테키안 독자 여러분 안녕하세요!

PASSION/POINT 코너를 맡았던 29기 알리미 박태준입니다. 약 2년 반의 알리미 활동을 마치고 어느덧 제가 작성하는 마지막 글이네요. 편집장으로 일하며 제가 가장 고민했던 것은 어떻게 하면 포스테키안을 통해 독자 여러분께 친근하게 다가갈 수 있을지였습니다. 제가 보았던 학교의 모습과 포스텍 구성원들의 이야기로 이공학도가 나아가는 길을 조금 더 가까이 보여주고 싶었기 때문이었는데요. 여러분 중 누군가는 이공계로 진학하는 길을 고민하고 있을 것이라 생각합니다. 저는 여러분의 고민과 선택에 확신이 설 수 있도록 돕고 싶었고, 항상 이를 생각하며 코너를 만들고 글을 작성해 왔습니다. 여러분께 제 코너들은 어떤 의미였나요? 저는 제 코너들이 여러분에게 긍정적인 울림이 전해지고, 이것이 새로운 추진력이 되었으면 하는 바람입니다. 그동안 편집장으로 여러분께 다가갈 수 있어 영광이었습니다. 앞으로도 여러분의 미래를 응원하겠습니다!

신소재공학과 23학번 29기 알리미 윤현서

포스테키안 구독자 여러분 안녕하세요!

29기 포스테키안 PEOPLE 팀장 윤현서입니다. 이번 포스테키안은 2년 반 동안의 알리미 활동을 마무리하며 저희 29기 PN 팀이 담당하는 마지막 호인데요. 고등학생 때부터 즐겨 읽었던 포스테키안을 직접 기획, 집필하였던 지난 시간 동안 정말 행복했습니다. 여러분들이 보고 계신 이 잡지는 매 호, 매 코너 약 30명의 알리미가 직접 주제를 제안하고, 인터뷰를 진행하며 독자분들에게 좋은 퀄리티의 글을 선보이기 위해 오랜 시간 노력한 결과물입니다. 그동안 함께 고생해 준 29기, 30기 알리미들에게 감사의 인사를 전합니다. 특히, 29기 PN 팀에게는 자신이 맡은 코너에 그 누구보다 애정을 가지고 임해 주어 고마웠고, 수고 많았다는 말을 전하고 싶네요. 아쉽게도 앞으로는 여러분에게 포스테키안의 필자로 인사드릴 날은 없겠지만, 포스텍 재학생으로서 여러분들을 다시 만날 날이 오면 좋겠습니다. 30기 PN 팀이 이끌어 갈 185호도 많은 기대 부탁드립니다!

POSTECHIAN IS PUBLISHED BY POSTECH

POSTECHIAN은 포스텍 학생홍보봉사단체 <알리미>가 직접 기획, 제작하는 과학 잡지입니다. 이공계 분야 진로를 꿈꾸는 고교생들에게 최신 과학 동향과 연구 관련 정보를 제공하고 있으며 184호에 달하는 전통을 자랑하고 있습니다. 과학에 관심있는 분이라면 누구라도 POSTECHIAN의 독자가 되실 수 있습니다. 구독을 원하시면 포스텍 입학팀 카카오톡채널에서 신청해 주세요.



포스텍이 궁금해? 링크 모음

POSTECH