

POSTECHIAN



To be
continued

우리의 작은 환경 이야기

Thinking ZONE

안녕하세요, 포스테키안 구독자 여러분~ 과학 덕후 포스테키안입니다. 여러분은 사용 기한이 지난 폐의약품을 어떻게 처리하시나요?

많은 사람이 정확한 폐의약품 처리 방법을 정확히 모르고 일반 쓰레기로 배출하거나 변기 또는 하수구에 흘려보내기도 한다고 해요.
이렇게 되면 하천이나 토양에 약 성분이 흘러 들어가 생태계에 교란을 일으키고 항생제에 내성을 갖는 새로운 박테리아가 발생하는 등 여러 문제가 발생하게 됩니다.
그렇다면 폐의약품을 어떻게 버려야 환경오염을 막을 수 있을까요?

알약 | 포장지 제거 후 알약만 따로 모아서 배출

물약, 시럽제 약물 | 최대한 하나의 병에 모아 밀봉해 배출

안약, 연고 등 | 종이 포장재 등을 제거한 후 용기 그대로 의약품만 배출

가루약 | 약 포장지 상태 그대로 배출

이렇게 모은 폐의약품은 약국 또는 보건소 등에 비치된 폐의약품 수거함에 배출하면 됩니다.

최근에는 조금 더 쉽게 폐의약품을 버릴 수 있도록 지자체별로 수거함을 확대 설치하거나

우체통을 수거함으로 활용하는 등 다양한 방법이 마련되고 있어요.

우리의 약이 환경에 독약이 되지 않도록 잘 배출했으면 좋겠습니다!



 카카오톡 실행 ▶  상단 검색창 터치 ▶

 검색창에 채널명 입력 ▶  카카오톡 채널 추가 (상당직원에게 메시지 보내기)



예비 포스테키안들에게

알리미가 쏜다!

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 여러분의 의견을 POSTECHIAN 제작에 반영하려 합니다.

10월 22일까지 링크에 접속해 아래 단어 퍼즐의 답을 맞히고(필수) 설문에 참여해 주시면 추첨을 통해 소정의 선물을 드릴 예정입니다.

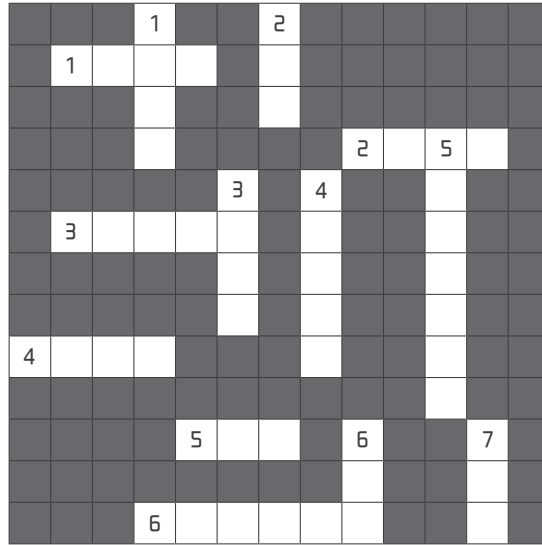
여러분의 많은 참여와 유익한 의견을 기다립니다.



<https://forms.gle/PRN7owfQbruanoW9A>

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

포스테키안 이번 호, 재미있게 읽으셨나요?
십자말 풀이를 풀고 정성 가득한 후기를 남겨주시면
선물이 팡팡! 쏟아집니다.



가로 퍼즐

- 주어진 문제를 논리적으로 해결하는 데 필요한 절차, 방법, 명령어를 모아놓은 일련의 순서화된 절차.
- 서로 미묘한 데이터들을 비교하면서 가장 큰 데이터를 가장 뒤로 보내며 정렬하는 방식.
- 어떤 물질과 실존하는 약물 사이 화학적 구조의 유사성을 판단하는 기준으로, 체내에서 약물이 흡수되는 정도를 예측하는 기준.
- 물체를 회전시키려고 하는 힘과 이 힘에 의해 회전 작용이 발생하는 지점과의 거리.
- 단위 시간당 심장이 박동하는 횟수로, 일반적으로 분당 심장 박동수로 나타냄.
- 필로폰으로 알려진, 미량 아민 관련 수용체1(TAAR1)의 강력한 작용제로 도파민, 세로토닌, 노르에피네프린의 분비를 촉진하고 재흡수를 억제함.

세로 퍼즐

- 지질 방울의 표면을 둘러싸고 있는 단백질로, 지질을 분해하는 효소가 지질에 접근하는 것을 막는 역할을 함.
- 서로 다른 두 물질이 접해 있을 때 이들 사이에 작용하는 인력.
- 체내에서 합성되는 지방의 한 종류로, 저장되는 형태에 따라 체온 유지나 장기 보호의 기능을 함. 혈액 중 이것의 양이 많으면 동맥경화성 질환의 위험이 있음.
- 가는 관에 담겨있는 액체의 표면이 외부의 표면보다 올라가 있거나 내려가 있는 현상.
- 겉으로 봤을 때 아무런 변화도 없는 상황에서 중간체의 농도 변화가 없다고 가정하는 방법.
- 카테콜아민 계열의 유기 화합물로, 다양한 동물들의 중추 신경계에서 발견되는 호르몬이나 신경전달물질.
- 빛을 이용하여 동맥이 지나는 신체 부위에서 일어나는 변화를 기록하는 측정 방식.

CONTENTS

2023 포스텍 이공계 진로 설계 안내서 N°179

발행일 2023. 08. 18.
발행인 김무환
발행처 포항공과대학교 입학팀
경북 포항시 남구 청암로 77
편집주간 오민진 강수향
편집기획 사수현 이유리 조소혜
편집위원 포스텍 알리미
디자인 & 제작 |주디디자인콜림
t. 051-202-9201
f. 051-202-9206
정가 5,000원



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

06

포스텍 에세이
천동'벌거숭이'를 이끌던
20대의 젊은 우리 '골목대장'

10

알리미가 만난 사람
박진의 선배님과의 이야기

14

알턴십
원소프트다임

18

고등학생 기자단 포커스
류순민 교수님을 만나다!

22

기획특집
마약

32

헬로노벨
이더넷의 발명,
표준화, 상업화에 대한 공헌

36

최신기술소개
나노미터 두께의 배터리 음극재 /
고양이 중성화 가능한 주사 /
천산갑 모방 의료 로봇 / 파워비아

38

포스텍 연구실 탐방기
포스텍 자기합현미경 연구실

42

알리미 온에어
알솔랭 맛집 탐방 V-log

44

포라이프
한 층 더 성장해 가는 나

46

크리에이티브 포스테키안
과학자가 된다는 것, 누군가에게
너무나도 자연스러운, 그러므로 행복한.

48

포스텍 카툰
포스텍의 일상을 그려박서연
여름방학 / 졸업

50

사이언스 블랙박스
일제강점기 한국을 위해
노력한 과학자들

54

공대생이 보는 세상
헬스장
신소재공학과 / 화학과 /
전자전기공학과 / 기계공학과

58

지식다하기
① 정렬 알고리즘
② 미카엘리스-멘텐 방정식

60

마르쿠스
변분법과 오일러 방정식

62

알스토리
① '평균 실력'을 내는 법
② 끈기가 만드는 성장의 발자국

64

포스테키안을 만드는
알리미를 소개합니다!

66

독자서평
편집후기

천둥, ‘벌거숭이’를 이끌던 20대의 젊은 우리, ‘골목대장’

(글) 포스텍 화학공학과 이준규 교수

안녕하세요, 포스테키안 독자 여러분. 이 글은 1997년 저의 고등학교 담임선생님께 드리는 편지입니다. 사실 선생님과 연락이 닿은 지는 오래되었지만, 드리고 싶은 말씀을 담아 이 글을 씁니다. 저에게 인문학적 소양의 중요성을 깨우쳐 주신 선생님께 감사드리며, 미래 포스텍에서 과학자를 꿈꾸는 여러분이 이러한 소양을 갖추었으면 하는 바람을 전합니다.



이보경 선생님께

선생님, 안녕하세요. 제가 박사학위를 하던 중에 페이스북을 통해서 메시지를 한번 드린 이후로 어느덧 벌써 10년이라는 시간이 지났습니다. 그간 건강하셨는지요. 시간이 어찌나 빨리 지나가는지, 어느덧 제 나이가 첫 담임으로 저희 반을 맡으셨을 때의 선생님 나이보다 무려 15살이나 많은 나이가 되었습니다. 선생님을 뵙지 못한 지난 긴 시간 동안 제 주위의 다양한 사람들에게 여러 가지 방식으로 선생님에 대한 그리움을 표현하곤 했는데, 이번 편지는 조금 특별한 방식으로 전달될 것 같습니다. 비록 많은 사람들이 함께 볼 수 있는 공개적인 통로를 통한 전달이겠지만, 선생님을 향한 저의 마음이 선생님께 닿길 원합니다.

어디서부터 저의 이야기를 전해야 긴 시간의 간격을 뛰어넘어 어제 보였던 것처럼 이야기할 수 있을까요. 최근 일부러 전해드리겠습니다. 저는 영국과 미국에서의 긴 유학 생활을 마치고, 2년 전부터 포항에서 살기 시작했습니다. 포항은 사실 면접을 보러 오기 전까지는 단 한 번도 와보지 않았던 곳이었는데, 직접 살아보니 정말 아름다운 곳이었습니다. 학문을 한다는 핑계로 이렇게 아름다운 곳만 찾아다닐 수 있다는 것도 참으로 즐거운 삶이라고 생각하고 있습니다. 저는 이곳 포항에서 합성생물학이라는 분야를 연구하며, 학생들에게 새로운 연구 방향을 정해주는 길잡이 역할을 하고 있습니다. 제가 학생들을 가르치기 시작한 21년의 봄부터 저는 자연스레 1997년의 봄, 모교로 돌아온 두 번째 해에 첫 담임을 맡아 천둥'벌거숭이'를 이끌던 20대의 젊은 우리 '골목대장'을 추억합니다.

우리의 골목대장은 초등학교 때부터 고등학교 때까지 '대학 입학'이라는 단 하나의 목적을 향해 시행되던 숨 막히는 교육 현장에서 친구들과 함께 기타를 치고, 노래하며, 시를 읽을 수 있는 쉼터와 탈출구를 마련해 주었습니다. 야간자율학습을 빠지지 않겠다는 자신과의 약속만큼, 모둠일기를 통해 자기 생각을 글로 나타내고, 이를 읽으며 각자의 경험을 공유하는 작은 공동체를 확립하는 것도 중요한 일임을 배우게 했습니다. 골목대장은 직접 우리들의 뽀뽀에 음성 메시지를 남겨 우리를 눈물짓게 했고, 교실 뒤편 게시판에 월간 '좋은 생각'의 한 페이지를 매일 같이 갈아 끼워 우리에게 긍정적 사고의 힘을 일깨워 주었습니다. 또, 모둠 일기에 직접 손으로 '땃글'을 적어주어 우리가 살아가며 평생 잊지 못할 응원을, 추억을, 그리고 돌도 없는 친구를 간직할 소중한 기회를 주었습니다.

벌거숭이 : 의정부고등학교 연극반 이름

골목대장 : 지금은 사라진 극단 벌거숭이 홈페이지의 이보경 선생님 닉네임

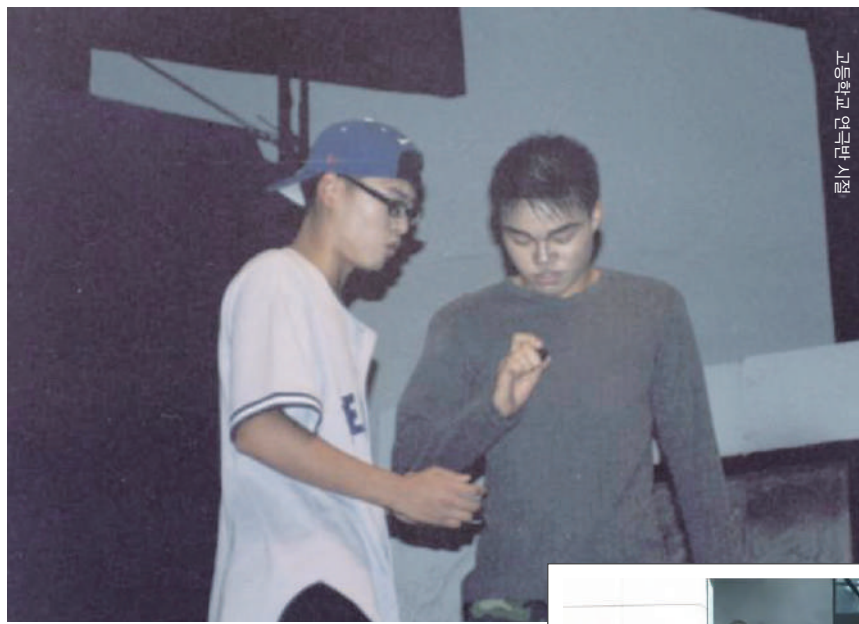
관련영상 : https://www.youtube.com/watch?v=v_uLB9kmWQI

골목대장이 가르쳐 주었던 이러한 ‘인간적’ 혹은 ‘문학적’ 요소는 일반적으로 냉철한 논리와 건조한 분석 능력을 기본적으로 요구하는 과학적 사고에 다소 불필요한 능력으로 여겨지기도 합니다. 하지만 저에게 이러한 능력은 연구를 진행하며 맞닥뜨리는 많은 과학적 문제를 보다 일상적이며 쉬운 언어로 이해할 수 있는 큰 힘으로 작용했습니다. 그뿐만 아니라, 이러한 다각적 해석 능력은 복잡한 수치와 기호, 그리고 그 래프로 언어지는 과학적 데이터를 새로운 방식으로 분석하는 능력의 근간이 되었고, 결과적으로 보다 창의적인 시스템을 구현하게 하는 힘이 되었다고 믿습니다. 마지막으로, 예상대로 진행되지 않는 수많은 실패에도 불구하고, 실패한 실험과 실험자인 나를 철저히 분리해 실험의 실패에 좌절하지 않을 수 있었습니다. 대신 이를 지혜롭게 받아들이며 실패한 데이터 안에서 새로운 해석을 도출하는 중요한 능력을 기를 수 있게 되었습니다.

처음으로 ‘나의 수업’을, 그리고 ‘우리 연구실’을 갖게 된 40대의 저는 약 25년 전 첫 담임선생님을 맡은 20대의 골목대장의 모습에 저를 비취봅니다. 정채봉 시인의 ‘첫 마음’이라는 시 속 “여행을 떠나던 날, 차표를 끊던 가슴 뿔이 식지 않는다면”이라는 구절처럼 여전히 학생들과 함께 연구를 진행하는 것이 설레고 기쁩니다. 하지만 식을 줄 몰랐던 선생님의 애정과 열정에 비교하면 초라하기 짝이 없는 저의 모습에 자주 부끄러움을 느낍니다. 약간의 수고를 들이면 선생님의 연락처를 알 수 있는 시대를 살고 있음에도, 쉽게 선생님께 연락을 드리지 못하는 것은 실수투성이였으면서도 오만했던 날 것의 제 모습을 그대로 기억하고 계실 선생님을 뵈면 면목이 없기 때문입니다. ‘아버지의 해방일지’를 쓴 정지아 작가는 그나마 본인이 반성할 줄 아는 인간이기에 과거의 부끄러움을 견디며 오늘을 살 수 있다고 했지만, 저는 아직 그 정도의 내공을 갖추지 못했다고 자인합니다. 제가 이렇게 공개적으로 쓴 편지가 선생님께 실제로 닿을지 모르겠지만, 만일 이 글을 선생님께서 읽으신다면 마치 이곳 포항 앞바다에 던져 놓은 빈 포도주병의 편지가 선생님께 도달한 것만큼 즐겁고 반가운 일이 될 것 같습니다. 오래 걸려도 괜찮습니다. 오늘 적은 이 생각들은 이미 오랫동안 마음속에 품고 있던 생각들이니 오늘이나 혹은 몇 해 뒤라도 새로운 것이 없어 언제라도 선생님께 전해지기만 한다면 기쁠 뿐입니다. 행여 전해지지 않더라도 괜찮습니다. 포스텍 진학을 꿈꾸는 많은 예비 대학생들이 제가 선생님께 적은 사사로운 편지를 읽고 과학자로서 필요한 또 다른 중요한 요소를 느낄 수 있게 되었다면 그로서도 충분할 것입니다.

읽고 싶습니다. 다시 만나 뵈게 될 때까지 건강하시기를 바랍니다.☺

이준구 올림



고등학교 연구시절



박사학위시절



박사학위시절



학부시절



12월 1일, 에세이와는
다른 매력의 이준구 교수님을
만나보세요!

박진의 선배님과 이야기

하고 싶은 일을 두려워 마세요.
도전 정신과 자신감이 여러분을 만듭니다.

(글) 무은재학부 22학번 28기 알리미 박태은

W!tz

Wise IP Trade Zone

기업부설연구소

W!tz

여러분은 미래에 어떤 일을 하며 살고 싶나요? 포스테키안을 읽고 계신 여러분 중에는 아마 공대에 진학하고 싶은 분들이 많을 것 같은데요. 공대를 나오면 주로 졸업 후 연구원, 박사, 관련 업계 취업 등의 진로를 생각할 수 있습니다. 하지만 이번 <알리미가 만난 사람>에서는 포스텍 기계공학과를 졸업하신 후 르노삼성자동차 연구원으로 근무하시다가 로스쿨에 진학하여, 현재는 지식재산권 플랫폼(WITZ)을 창업하신 박진익 선생님을 만나 보았습니다! 선생님의 로스쿨 진학 계기를 비롯한 흔치 않은 발자취에 관한 이야기, 함께 만나봅시다.

1. 전국의 포스테키안 구독자들에게 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 포스텍을 졸업한 후 현재 지식재산권 플랫폼, WITZ의 대표로 재직 중인 박진익이라고 합니다. 반갑습니다!

2. 선생님은 학부생 시절, 어떤 학생이셨나요?

너무 옛날이라 잘 떠오르지는 않는데요. 학생 자치활동 같은 것을 생각해 보면, 우선 저는 알리미 출신이었습니다. 학생홍보봉사단체의 일원으로서 학교를 홍보하고, 대표했던 기억이 납니다. 특히 알리미 시절 함께 했던 입학팀 선생님께서, 저에게 “너는 언제쯤 ‘알리미가 만난 사람’에 글 실어볼래?”라고 많이 말씀하셨던 것이 떠오르는데, 이렇게 실현되니 감회가 새롭네요. 또 저는 학생 응원단(치어로) 단장을 하기도 했었는데요. 알리미와 치어로로서 활동한 것을 보니 아무래도 학교에 대한 애정이 아주 깊은 학생이었다는 생각이 듭니다.

3. 선생님께서 르노삼성자동차 연구원으로 근무하시다가 로스쿨에 진학하여 새로운 길을 개척해 나가셨습니다.

다소 생소하고, 힘들 수 있는 새로운 선택을 하시게 된 계기와 원동력은 어디서 얻으셨나요?

솔직하게 말씀드리자면, 로스쿨 진학을 엄청난 이유와 신중함을 바탕에 두고 결정하지는 않았습니다. 물론 르노삼성자동차 연구원으로 일하다 보니 배우는 것도 많고, 그만큼 얻을 수 있는 것도 적지 않았습니다. 하지만 그때 당시의 저는 더 큰 조직에서 일하고, 배우고 싶은 욕구가 컸습니다. 그래서인지 자연스럽게 사업에 관심이 생겼고, 이를 위해 자격증을 취득해야겠다고 마음을 먹었습니다. 경영대학원도 고려했지만, 때를 놓치면 공부하기 어려운 것 같은 법학에 더 흥미가 생겼습니다. 공대를 졸업하고 관련 직종을 갖는 것뿐 아니라 공대의 수요가 적은 로스쿨에 진학하여 메리트를 가지는 것도 하나의 방법이 될 수 있겠다는 마음가짐이 선택에 가장 큰 역할을 하지 않았나 생각합니다. 그리고 무엇보다 내가 하고 싶은 일을 하고, 배우고 싶은 것을 배우며 원하는 삶을 사는 것을 더 이상 미루고 싶지 않았죠.

4. 대표 이사로 재직 중이신 WITZ는 어떤 기업인지 소개 부탁드립니다.

WITZ는 창작자와 생산자, 디자이너와 유통사를 연결하는 라이선스 거래 플랫폼입니다. 예를 들어 어떤 물건에 뽀로로라는 캐릭터를 입히기 위해서는 해당 디자인 회사와의 라이선스 계약이 필요한데요, 일반적인 연락 수단으로 계약을 성사하기에는 여러 한계와 어려움이 존재합니다. 따라서 저희 중개 플랫폼에서는 이러한 라이선스 계약을 쉽고 빠르게 진행할 수 있도록 돕고 있으며, 계약에 필요한 가격이나 총족 조건과 같은 정보를 공개하면서 투명한 계약 성사를 위해 노력하고 있습니다.

5. 어떠한 과정을 거쳐 지식재산권 플랫폼을 창업하시게 되었나요?

우선 포스텍 기계공학과 석사과정을 마친 후 앞서 말씀드린 것처럼 르노삼성자동차 연구원으로 근무했습니다. 그러다 로스쿨에 진학하여 변호사 자격을 취득한 후 특허청 심사관을 거쳐 서울중앙지법 지식재산 전문재판부에서 기술 조사관으로 근무했습니다. 특히 특허청에서는 지식재산권의 생성 과정을 법원에서는 주로 지식재산권의 분쟁에 대해 다루었는데요. 꽤 오랜 시간 근무하다 보니 지식재산권의 라이선스 거래 과정이 굉장히 불편하고, 문제점이 많다는 것을 느꼈습니다. 그래서 저는 공학도에서 변호사까지의 다양한 실무 경험을 바탕으로 라이선스 거래 시장의 혁신을 위해 WITZ를 설립하여 최선을 다하고 있습니다.

**# 6. 포스텍을 졸업하여 연구직이나 관련 창업을 하는 것이 아닌,
로스쿨 진학 또는 변리사 자격을 취득하는 것이 어떠한 메리트를 가지는지 궁금합니다.**

우선, 공대를 졸업하여 로스쿨을 진학한다는 것은 완전히 새로운 도전이라 해도 무방한 수준입니다. 그러나 이런 법학 분야에도 공학이 필요한 부분이 있습니다. 주된 분야라고 말씀드리기는 어렵지만, 기술적인 분야가 들어가는 곳에서는 공대 출신 변호사라는 점이 큰 강점을 가집니다. 또한 법학 분야에 종사하는 공학도의 수는 아주 적기 때문에 그만큼 특수성이 큰 것 같습니다. 보통 포스텍과 같은 공대를 졸업하여 연구직을 가진다면 젊은 나이에 사회적으로 많은 것들을 이룰 수 있습니다. 일반화하기는 어렵겠지만, 30살 즈음 박사 학위를 취득하거나 회사에서 높은 직위에 위치할 수 있죠. 하지만 공대를 졸업하여 로스쿨에 진학한다면, 남들보다 조금 더 공부해야 하고, 조금 더 오래 걸릴 수 있습니다. 그럼에도 저는 공학도로서의 법학 분야에서 가지는 메리트와 원하는 삶에 조금 더 초점을 둔 선택을 했습니다.

7. 대학 선택과 입시를 앞둔 포스테키안 구독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

고등학생 때는 세상에 대한 시각의 폭이 좁을 수밖에 없습니다. 일반적으로 부모님이나 선생님 말씀에서 얻는 정보가 대부분이기 때문에 자신이 미래에 뭘 하고 싶은지, 어떤 사람이 되고 싶은지는 앞으로 계속해서 뒤바뀔 수가 있죠. 저만 봐도 그렇듯이요. 하지만 지나고 보면 이렇게 제가 하고 싶은 일을 하고, 되고 싶은 사람이 될 수 있었던 것은 공대에 진학한 것이 적지 않은 부분을 차지했다고 생각합니다.

저는 공대에 진학했기에 진로 선택의 폭이 훨씬 넓어질 수 있었습니다. 만약 다른 과 학생이었다면, 하던 일을 그만두고 새로운 길을 걸어가기 쉽지 않았을 것입니다. 물론 여러분께 공대를 졸업하여 다른 직업을 가지는 것이 무조건 좋다고 말씀드리는 것은 아닙니다. 다만 아직 자신의 미래 모습에 대해 불확실하거나 다양한 분야에 관심이 많은 학생이라면 공대를 진학했을 때 미래의 여러분께 다양한 선택지가 생길 수 있다는 것입니다. 이것이 제가 마지막으로 드리고 싶은 말입니다. 감사합니다.

지금까지 새로운 도전과 목표를 위해 끊임없이 노력하신 박진익 대표님의 이야기를 들어보았습니다. 이 글을 읽고 계신 학생분들 중에도 미래에 대한 불확실함 때문에 불안해하는 분이 있으리라 생각합니다. 하지만 아직 학생일 때는 계속해서 원하는 삶이 바뀌고, 또 새로운 목표가 생기는 것이 당연합니다. 선배님 또한 공학 연구직에서 시작하여 이제는 지식 재산권의 라이선스 거래를 위한 새로운 혁신을 끌어내고 계십니다. 여러분은 아직 피지 않은 꽃입니다. 앞으로 다방면으로 뚝 뻗어날 여러분의 나날을 기대하며, 좋은 이야기를 들려주신 박진익 대표님께 감사의 말씀을 전합니다.🌻

함께한 알리미 : (좌)무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현 (우)무은재학부 22학번 28기 알리미 박태은



알리미의 일일 인턴 체험기!

안녕하세요, 포스테키안 독자 여러분! 알리미가 직접 교내의 유명 기업이나 연구소를 방문하여 일일 인턴 체험을 해보는 알턴십이 벌써 열 번째 이야기로 돌아왔습니다. 주변만 둘러봐도 운동을 정말 열심히 하는분들이 많은데요, 구독자 여러분들도 운동 열심히 하고 계시나요? 이번 호에서 알턴십으로 방문한 기업은 운동하는 사람의 필수품! 체성분 검사기와 관련된 기업인 원소프트다임입니다. 특히 원소프트다임의 체성분 검사기는 크기가 작아 휴대가 간편하고, 계다가 스트레스 지수까지 측정할 수 있다고 하는데요. 또한 2023년 CES에서 혁신상을 받으며 기술력을 인정받은 원소프트다임을 윤정현 알리미와 윤현서 알리미가 포항 체인지업그라운드로 직접 찾아가 보았습니다.

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현
알턴십 인턴 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현
무은재학부 23학번 29기 알리미 윤현서

원소프트다임



휴대용 체성분 검사기 '피트니스 플러스' 체험

원소프트다임은 체성분 기반의 개인 맞춤형 생활 건강관리 AI 플랫폼 서비스를 제공하는 회사입니다. 체성분뿐만 아니라 스트레스 등 다양한 생체 정보를 측정하는 하드웨어와 이를 편리하게 확인할 수 있는 소프트웨어를 동시에 제공하는데요. 휴대용 체성분 검사기 중 하나인 '피트니스 플러스'를 체험해 보았습니다. 먼저 체성분을 측정하기 위해 양손으로 기기의 두 전극을 잡고 팔을 쭉 편 뒤 측정을 기다렸습니다. 조금 뒤, 그 결과가 나왔습니다. 모든 지수가 평균이었는데요. 특이한 점은 현재의 체성분을 기준으로 목표가 설정된다는 것입니다. 현재 건강 상태에 대한 설명과 목표를 이루기 위한 여러 조언이 제시되었습니다. 현재 체형을 유지하기 위해서는 체중과 지방 조절을 위해 고열량 음식을 피하라니, 오늘은 치킨 대신 닭가슴살 샐러드를 먹어야겠네요. 그 후 스트레스 지수 측정도 진행해 보았습니다. 측정 결과, 스트레스 지수가 '낮음'이 나왔는데요. 아무래도 오늘 체험이 무척이나 즐거운 덕분이었 것 같습니다!



스트레스 측정 원리

과연 스트레스 지수는 어떻게 측정하는 걸까요? 알고리즘 개발을 담당하시는 사수님의 사무실에서 직접 그래프를 보며 그 원리를 들어보았습니다. 스트레스를 받았을 때 갑자기 숨이 가빠지고 심장이 두근두근 뛰는 경험, 다들 있으시죠? 이처럼 스트레스를 받으면 심박수가 높아지고 심박수가 변화하는 정도인 심박변이도가 낮아진다고 합니다. 피트니스 플러스는 심박수, 심박변이도, 그리고 추가로 혈중 산소포화도를 이용해 검사자의 스트레스 지수를 산출하고, 혈중 산소포화도는 LED 빛을 혈관에 비춰, 혈관 조직을 통과하는 혈액량을 센서로 측정하는 PPG(Photoplethysmography) 기법을 통해 측정한다고 합니다. 먼저 혈관에 투과 및 반사된 LED 빛이 기기에 부착된 PPG 센서에 도달하면, 센서는 이를 전류로 변환시켜 심박의 파형을 검출합니다. 그렇게 검출된 PPG 데이터에 외부 소음이나 흔들림으로 인하여 발생한 잡음을 제거하기 위해 Band Pass Filtering 기법을 사용하는데요. Band Pass Filtering 기법은 원하는 주파수 대역만 추출하는 기법으로 필요한 주파수 대역을 설정함으로써 나머지 잡음 대역을 제거합니다. 그 후, 깨끗해진 파형이 가지고 있는 특징들을 알고리즘으로 분석하고 심박수, 심박변이도, 산소포화도를 계산하여 그 세 가지 값을 내부 알고리즘에 넣어 스트레스 지수를 산출하는 것이죠!



생체전기저항 분석법

그렇다면 골격근량, 기초대사량, 체수분량 등의 체성분은 어떻게 측정할 수 있을까요? 그 비밀은 바로 미세전류입니다. 양손의 엄지와 검지로 피트니스 플러스 기기의 두 전극을 잡으면 인체에 무해한 양의 미세전류가 흘러나옵니다. 이때 지방은 수분이 없어서 전류가 흐르지 않지만, 근육은 수분이 있어서 전류가 흐릅니다. 이러한 차이에서 오는 신체 내부의 저항값을 바탕으로 자체 개발한 알고리즘이 체성분을 분석하는 것입니다. 이러한 방법을 ‘생체전기저항 분석법’이라고 합니다.



이대호 대표님과 인터뷰

마지막으로 원소프트다임의 이대호 대표님을 만나 인터뷰를 진행해 보았습니다. 먼저, 어쩌면 늦은 나이임에도 창업을 결심하신 계기부터 여쭙보았습니다. 대표님께서 사회에 좋은 영향을 미치는 제품과 서비스를 만들고자 하는 꿈이 있으셨고, 스마트폰이 널리 보급되며 개인 맞춤형 건강관리 관련 시장이 확대될 것이라는 확신이 있으셨기 때문이라고 말씀해 주셨습니다. 대표님은 원소프트다임의 비전이 단순 ‘체성분 검사기의 소형화’에 있지 않다고 하셨습니다. 대표님께서 말씀해 주신 비전이자 목표는 바로 ‘1대1 맞춤형 개인 건강 비서’입니다. 측정이 정확하고 편리한 것이 중요한 것이 아니라 그 측정치를 어디에 사용하는지가 중요하며 앞으로도 측정치를 바탕으로 AI 엔진을 통해 더 적합한 건강 조언을 해주는 시스템 구축에 힘쓰시겠다고 합니다.

대표님께서 자신을 연어로 비유하셨습니다. 포스텍 산업경영공학과 학/석사를 졸업하시고, 코스콤 IT 솔루션 파트, 포스코 경영연구소, 유누스 IT&M 연구소 등을 거쳐 다시 포스텍으로 돌아와 포항 체인지업그라운드에서 원소프트다임을 창업하셨기 때문이죠. 체인지업그라운드의 창업 인프라가 어떻게 창업에 도움이 되었는지를 설명해 주시며 포스텍에서 창업을 꿈꾸면 그 꿈을 더 빠르고 쉽게 실현할 수 있을 것이란 조언도 해주셨습니다.



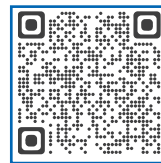


(좌)무은재학부 23학번 29기 알리미 윤현서 (우)무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현



원소프트다임 알턴ships을 마치며

지금껏 커다란 기계에 올라서서 했던 체성분 분석이 손안에 들어오는 작은 기기로도 가능하니, 정말 신기했던 체험이었습니다. 점점 평균 수명이 길어지고 건강에 대한 사람들의 관심이 증가함에 따라서 헬스케어 시장이 더욱 확대되고 있는데요. '헬스케어 시장에는 절대 강자가 없다'라고 하시며 본인의 회사에 자부심을 가지고 계시는 대표님처럼 여러분들도 자신이 하는 일에 자부심을 가지셨으면 좋겠습니다. 체험을 도와주신 이현지 사수님과 인터뷰에 응해주신 이대호 대표님께 감사드립니다. 후대용 체성분 검사기와 원소프트다임의 기술력에 관심이 가신다면 포스텍 입학팀 유튜브 채널에 공개될 2023 여름호 알턴ships 영상까지 확인해 주세요! 📺



▶ 10월 27일,
알리미들의 일일 인턴
체험기가 공개됩니다

고등학생 기자단 포커스 9기

류순민 교수님을 만나다!

안녕하세요! 포커스 9기로 활동하게 된 청주에 위치한 흥덕고등학교 2학년 박지연, 조영은입니다. 저희는 화학과에서 레이저 분광학을 이용한 저차원 물질의 물성 연구를 하고 계신 류순민 교수님과 인터뷰를 진행하였는데요. 교수님의 연구를 접하며 생긴 호기심과 궁금증에 관련된 다양한 내용을 기사에 담아보았습니다. 그럼, 인터뷰 내용을 함께 살펴볼까요?

(글) 흥덕고등학교 2학년 박지연 조영은



조영은 교수님의 연구 분야에 관해 소개해 주실 수 있나요?

류준민 교수님 우리 연구실에서는 레이저 분광학을 이용하여 2차원, 다시 말해 저차원 물질의 물성에 관해 연구하고 있습니다. 고등학교 교과서에 그래핀이 소개되는 것으로 알고 있는데요. 2004년 그래핀의 발견 이후로도 이와 비슷한 2차원 물질들에 관한 연구가 많이 이루어졌습니다. 우리 연구실에서는 그래핀과 유사한 무기 계열 2차원 물질뿐만 아니라 분자로 이루어진 유기 계열 2차원 결정도 연구하고 있습니다.

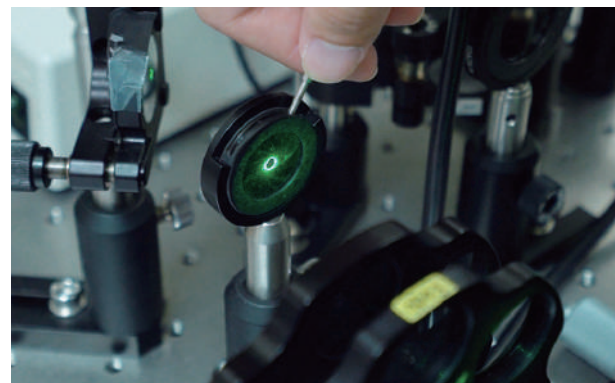
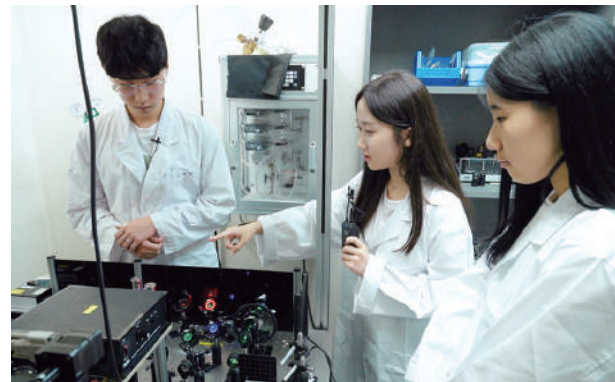
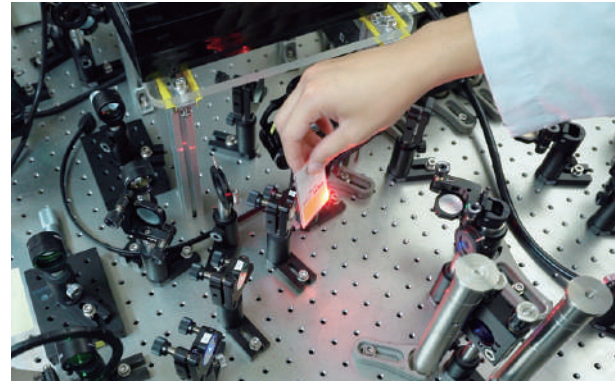
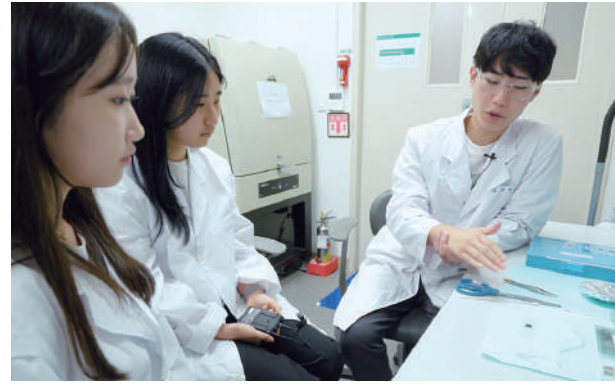
박지연 교수님께서 2차원 유기 분자를 다양한 산업에서 활용하기 위해서 결정 내 엑시톤¹의 특성을 이해하는 것이 매우 중요하다고 하셨는데, 엑시톤¹의 개념과 특성에 대해 소개해 주실 수 있나요?

류준민 교수님 엑시톤은 상당히 흥미로운 개념인데, 들뜬 분자가 가지고 있는 에너지 상태를 알갱이로 표현한 말입니다. 예를 들면 불꽃 실험에서 나트륨 원자가 주황색의 빛을 내는 들뜬 상태를 엑시톤이라고 부르는 거죠. 이런 새로운 개념이 만들어진 이유는 유기 박막이나 고체에서 들뜬 에너지가 옆의 분자로 이동하는 확산현상이 많이 벌어지기 때문이에요. 이런 현상을 엑시톤을 이용해 알갱이의 확산으로 표현하면 이해하기 편해지겠죠?

조영은 교수님께서 연구하고 계신 2차원 유기 분자가 추후 플렉서블 디스플레이 같은 차세대 반도체 기술에 활용될 수 있다는 기사를 보았습니다. 왜 유기 분자에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있는지, 실제 유기 분자가 활용되는 기술에는 무엇이 있는지 설명해 주실 수 있으실까요?

류준민 교수님 박막 등 다양한 형태의 새로운 유기 소자를 만드는 연구는 오랜 역사를 가지고 있습니다. 이렇게 유기 물질에 관한 연구가 활발한 이유는 유기 소자가 무기 계열 반도체에 비해 유연한 특성이 있고, 더 저렴한 가격으로 만들 수 있기 때문입니다. 예를 들어, 유기 발광 다이오드인 OLED는 여러 분이 가지고 있는 스마트폰의 화면 소자부터 대형 텔레비전까지 다양하게 활용되고 있죠.

특히 저희가 수행하는 연구는 단층 또는 수 층의 분자결정 시스템을 만들어서 저차원에서 발현되는 새로운 과학 원리를 발견하고 이해하는 것을 목표로 합니다. 지금 저희가 하는 일 중 가장 관심을 두고 있는 것은 고효율 태양 전지 개발에 필요한 엑시톤 분열 현상을 이해하는 일입니다. 태양 전지의 효율을 떨어뜨리는 요소 중 하나는 반도체의 띠 에너지가 고정되어 있다는 사실



각주

1. 절연체나 반도체 소재 안에 생기는 입자로, 전자와 양공이 합쳐진 형태라 전기적으로 중성이다.



입니다. 실리콘의 띠 에너지는 빛의 파장으로는 1천 나노미터 정도로 근적외선에 해당하는데, 가시광선이나 자외선 광자가 흡수되면 띠 에너지만큼만 전기로 전환되고 나머지 에너지는 열로 손실됩니다. 태양전지 효율을 높이는 방법 중 중요한 한 가지는 이러한 손실을 최소화하는 일입니다. 유기 분자결정에서 일어나는 엑시톤의 분열 현상을 활용하면 낭비되는 에너지를 많이 줄일 수 있기에 이런 부분에서 저희 연구가 활용되기를 기대하고 있습니다.

조영은 물리학을 연구하시는 교수님의 관점에서 나노미터 규모의 신소재 연구 동향과 앞으로의 발전 방향이 궁금합니다.

류순민 교수님 나노과학의 현황과 문제점, 앞으로의 발전 방향에 대한 아주 포괄적인 질문인데요. 나노과학은 1980년대 양자점에서 나타나는 쿼텀 효과를 발견한 시점에서부터 출발했습니다. 그 후 1990년에 1차원 물질인 나노튜브가 발견되었고, 2004년에 그래핀을 포함한 2차원 물질에 관한 연구가 시작되었어요. 이렇게 나노과학은 수십 년의 역사가 있고, 현재도 다양한 물질을 기반으로 하는 여러 차원의 물질들에 관한 연구가 수행되고

있습니다.

제가 연구하고 있는 2차원 물질에도 그래핀과 같은 금속성 물질, 이황화 몰리브데넘(MoS_2)이라고 불리는 반도체 물질, 육방정계 질화붕소(hexagonal BN)라고 불리는 절연 물질 등이 존재합니다. 최근 20년간 이 물질들에 대해서 다양한 물성과 응용에 대한 아이디어들이 발전해 왔습니다.

앞으로도 새로운 2차원 물질들이 발견될 것이고, 그러한 물질들을 인공적으로 적층할 수도 있을 것입니다. 흑연이 그래핀이 겹겹이 쌓여 있는 물질이듯, 앞서 말씀드렸던 2차원 반도체 물질들을 임의로 적층하게 되면 새로운 물성을 갖는 물질들을 만들 수 있습니다. 이처럼 나노 구조체를 만드는 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 저희가 연구하고 있는 2차원 분자 결정도 많은 연구자의 관심을 받기를 희망하고 있습니다.

박지연 기술 발전에 힘쓰시는 교수님의 좌우명이 궁금합니다.

류순민 교수님 제가 확실한 좌우명이 있는 건 아니지만, 우리 연



Ryu, Sunmin, Ph.D.

<http://sunryu.postech.ac.kr/>

2005-2006 Postdoc, KRISS

2006-2009 Postdoc, Columbia University

2009-2014 Assistant Professor, Kyung Hee University

2014-Present Associate Professor, POSTECH

구실에 있는 학생들에게 그리고 저 자신에게 얘기하는 것은 ‘늘 새로운 것을 배우는 사람’입니다. 과학은 따지고 보면 새로운 걸 이해하고 새로운 문제를 풀어내는 과정입니다. 그러니까 늘 새로운 것을 배우려는 자세를 가지고 있으면 재미있게 연구할 수 있고, 그와 동시에 성공적인 연구 결과도 얻어낼 수 있을 것이라고 생각합니다.

박지연 이공계의 꿈을 키워 나가는 학생들에게 해주고 싶은 말씀이 있으신가요?

류순민 교수님 독자 여러분, 다들 뉴턴 방정식을 아실 것 같은데요. 뉴턴 방정식의 핵심은 물체가 움직이려면 힘이 있어야 하는 것이죠. 이처럼, 여러분들이 과학과 기술 발전에 이바지하겠다는 큰 꿈을 가지고 있다면 이미 여러분은 무궁무진한 힘의 원천을 가지고 있는 겁니다. 그 힘으로 즐겁게 공부하셔서 우리나라 과학과 기술 발전에 이바지해 주시기를 희망합니다. 또 인연이 닿는다면 포스텍에서 여러분들을 만나 뵙기를 바랍니다. 감사합니다.

지금까지 화학과 류순민 교수님과의 인터뷰 내용이었습니다. 기사에 눈으로 보고 귀로 들은 모든 내용을 담지 못한 점은 아쉽지만, 이번 경험은 저희에게 잊지 못할 소중한 기억이 되었습니다. 포커스 9기에 선정되어 얻을 수 있었던 뜻깊은 경험들은 바쁜 고등학교 생활에 큰 원동력이 되었습니다.

포커스 활동 처음부터 끝까지 도움을 주신 포스텍 알리미 분들과 편하게 촬영할 수 있게 도와주신 류순민 교수님, 기사에서는 볼 수 없지만 나노물질 분광학 연구실에서 직접 친절히 설명해 주시며 사소한 호기심까지도 모두 해결해 주신 대학원 조교님들, 마지막으로 누구보다도 열정적이셨던 촬영 감독님께 감사드립니다!☺

▶
고등학생 기자단 포커스의 이야기는
9월 22일 공개됩니다!



마약

DRUGS

최근 마약과 관련한 다양한 범죄가 발생함에 따라, 우리나라도 더 이상 ‘마약 청정국’이 아니라는 인식이 널리 퍼지기 시작했습니다. 마약 문제는 한국을 비롯한 전 세계에서 발생하며 모두의 이목을 집중시키고 있는데요. 펜타닐 등 점점 더 많은 마약들이 개발되며 그 위험성 또한 강조되고 있습니다. 마약은 섭취 시 뇌의 신경회로에 작용하여 비정상적인 쾌감을 발생시키고, 중독되면 복용을 중단하기가 매우 어려운 약물입니다. 마약은 무엇이길래 사람에게 이렇게나 큰 영향을 미치는 걸까요? 이번 기획특집을 통해 마약의 기본적인 작용 방식부터 위험성까지 자세히 알아봅시다!

▶
11월 10일,
기획특집의 이야기를
영상으로 만나보세요!



마약과 위험



최근 대치동 학원가에서 학생들을 속여 마약을 먹고 그들을 협박하는 심각한 사건이 발생하며, 마약 범죄는 다시 한번 화제가 되었습니다. 이뿐만 아니라, 펜타닐 중독을 비롯한 마약 문제는 미국과 유럽 등 국외에서도 심화되어 세계적으로 심각한 피해를 낳고 있습니다. 이러한 마약 범죄가 끊이지 않고 일어나는 이유는 마약의 매우 강한 중독성 때문인데요. 그렇다면 마약에 중독되는 원리는 무엇일까요? 이번 꼭지에서는 마약이 무엇인지, 그리고 마약의 종류에 따른 중독 과정의 차이를 알아보겠습니다.

마약이란?

마약은 무엇일까요? 마약은 무감각을 의미하는 그리스어 'Narkotikos'에서 유래된 말로, 잠을 오게 하거나 어지러움을 유발하여 통증에 무감각해지도록 만드는 물질입니다. 세계보건기구(WHO)에 따르면, 마약은 의존성, 내성, 금단증상을 동반하고 사회에 해를 끼치는 약물로 정의됩니다. 마약은 신경 활동을 촉진하는 각성제 신경 활동 및 신체기능을 저해하는 진정제, 그리고 지각적 왜곡과 기분 및 사고의 변화를 유발하는 환각제로 분류됩니다. 대표적인 각성제로는 보편적인 약물인 코카인과 메스암페타민 등이 있고, 대표적인 진정제로는 벤조디아제핀류, 감마-하이드록시뷰티르산(GHB, Gamma-Hydroxy Butyrate)을 비롯한 물질들이 있습니다. 그럼 지금부터 마약의 종류에 따라 사람이 어떻게 중독되는지 한번 알아보까요?

뇌가 느끼는 쾌감

마약 중독 메커니즘에 관한 최초 연구는 1954년 제임스 올즈와 피터 밀너가 진행한 실험입니다. 올즈와 밀너는 지렛대를 누르면 쥐의 뇌에 전기적 자극을 줄 수 있도록 설계된 스키너 상자 속에서 쥐의 행동 양상을 관찰하고자 했습니다.

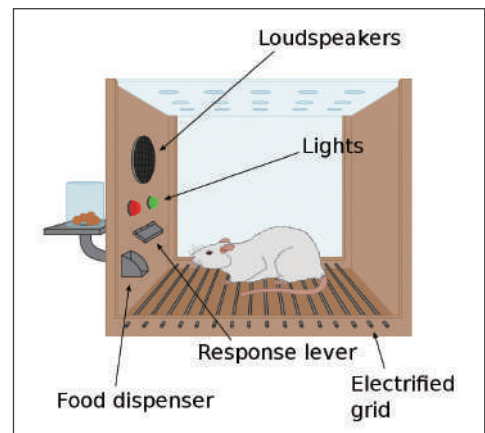


그림 1. 올즈와 밀너의 부정적 중독 행동에 관한 쥐 실험

과연, 쥐는 상자 속에서 어떤 행동을 보였을까요? 뇌에 전기 자극을 받은 이후 쥐들은 음식을 먹거나 물을 마시는 등 생존에 필수적인 기본 욕구들을 모두 무시한 채 지렛대를 누르는 행동에 집착하기 시작했습니다. 전기 자극을 받는 것이 다른 어떤 것보다 큰 쾌감을 주었기 때문입니다. 추가적인 연구를 통해 뇌에서 전기적 신호가 이동한 경로를 파악하였는데, 이 회로를 '보상 회로', 혹은 '쾌감 회로'라고 합니다. 그렇다면 쾌감 회로가 어떻게 작용하는지 지금부터 알아봅시다!

뇌 속 쾌감 회로의 작용

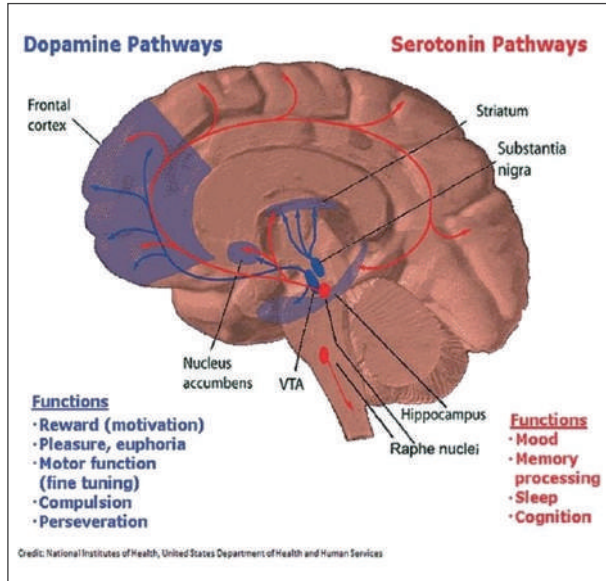


그림 2. 뇌 속 쾌감 회로의 구조

체내에서 자극이 전달되는 과정에는 신경전달물질¹이 관여합니다. 도파민은 세포의 흥분을 전달하는 신경전달물질로, 쾌감 회로는 복측피개영역(VTA, Ventral Tegmental Area)과 흑질(SN, Substantia Nigra)에서 생성되는 도파민과 밀접한 관련이 있습니다.

도파민은 쾌감 회로 내에서 어떻게 작용할까요? 도파민은 중뇌의 복측피개영역과 흑질에 공통으로 존재하는 중뇌 신경세포로부터 합성됩니다. 도파민이 이동하는 경로는 생성 위치에 따라 중뇌 변연계 경로와 흑질 선조체 경로로 나뉩니다. 중뇌 변연계 경로는 복측피개영역에서 생성된 도파민이 해마, 전전두엽 등의 변연계를 통해 동기부여의 자극을 담당하는 경로이고, 흑질 선조체 경로는 흑질에서 생성된 도파민이 선조체를 통해 운동의 자극을 담당하는 경로입니다. 그럼, 이제 각성제와 진정제가 투여되었을 때 쾌감 회로가 어떻게 작용하는지 알아봅시다!

각성제의 흥분 작용

중추신경계에는 중요한 역할을 담당하는 두 가지의 신경전달물질이

있는데요. 바로 흥분성 신경전달물질인 글루탐산(Glutamate)과 억제성 신경전달물질인 GABA(Gamma-Aminobutyric acid)입니다. 앞서 언급했듯, 각성제는 신경 활동을 촉진시키므로 체내에서 글루탐산을 이용해 쾌감 회로를 활성화하겠죠?

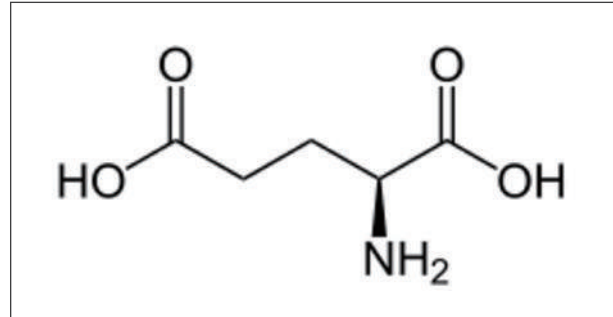


그림 3. 글루탐산의 구조식

가장 먼저 복측피개영역에서 도파민이 분비되고, 이 도파민은 변연계로 뻗어 나갑니다. 변연계는 대뇌피질과 시상하부 사이에 있는 부위로, 해마, 선조체, 편도체 등으로 구성되어 감정, 행동, 동기부여, 기억 등의 여러 기능을 담당합니다. 변연계의 뉴런에 도파민이 도달하면 흥분 전달을 위해 고농도의 글루탐산이 분비되는데, 여기서 글루탐산은 흥분성 신경전달물질로써 작용하여 다시 도파민 생성을 촉진합니다. 이처럼 도파민이 존재하는 한 쾌감은 계속해서 증폭되므로 도파민의 회수 과정이 진행되어야 합니다. 그러나 마약이 투여되면, 뉴런에서 도파민을 회수하는 역할을 수행하는 도파민 운반체가 제 기능을 수행하지 못하게 됩니다. 따라서 회수되지 못하고 축적된 도파민의 양이 수용체에 비해 많아지면 큰 보상감과 쾌감을 느낄 수 있는 것입니다. 마약의 효과가 떨어지면, 도파민의 회수가 다시 진행됩니다. 마약의 영향으로 증가한 도파민 수용체에 비해 분비되는 도파민의 양이 상대적으로 적어지고, 이로 인해 마약을 경험한 신체는 더이상 기존 도파민 수치로는 쾌감을 느끼지 못하게 됩니다. 결국 다시 도파민 수용체의 수가 줄어든다고, 쾌감을 느끼지 못하는 수준을 넘어 불쾌함을 느끼게 되는데, 이러한 과정을 '신경 적응'이라고 합니다. 신체는 이 신경 적응으로 인해 마약에 내성을 가지게 되고, 금단 현상을 겪게 되는 것입니다.

도파민 생성 촉진을 끝낸 글루탐산은 재흡수²를 시냅스 전 뉴런으로 다시 회수됩니다. 이 과정에서 산소가 사용되는데요. 체내에 마약이 지속적으로 투여되면 뇌혈관이 약해져 막히기 쉬운 상태가 됩니다. 뇌혈관이 막혀 산소 공급량이 부족해지면 재흡수가 원활하게 이루어지지 않아 잔여 글루탐산은 계속해서 축적되고, 주변 뉴런이 괴사하는 뇌 손상이 발생합니다. 그림 4를 보면 각성제인 코카인으로 인한 뇌 손상을 확인할 수 있습니다.



그림 4. 코카인으로 인한 뇌 손상

진정제의 흥분 작용

진정제의 경우 GABA(Gamma-Aminobutyric Acid)가 신경전달물질로 우세하게 작용합니다. GABA의 수용체에는 A형 GABA 수용체($GABA_A$)와 B형 GABA 수용체($GABA_B$)가 있습니다. $GABA_A$ 수용체는 GABA와 결합하여 생리 활성을 조절하는 리간드 개폐형 이온통로³ 역할을 수행하고, $GABA_B$ 수용체는 세포 내 신경전달에 관여하는 G단백질 결합 수용체의 역할을 담당합니다. 특정 진정제는 이러한 GABA의 수용체 중 $GABA_A$ 의 알로스테릭 물질로 작용하는데요. 알로스테릭 물질이란, 효소의 활성 자리가 아닌 다른 자리에 물질이 결합하여 효소의 활성 자리의 구조를 변화시키는 물질을 말합니다.

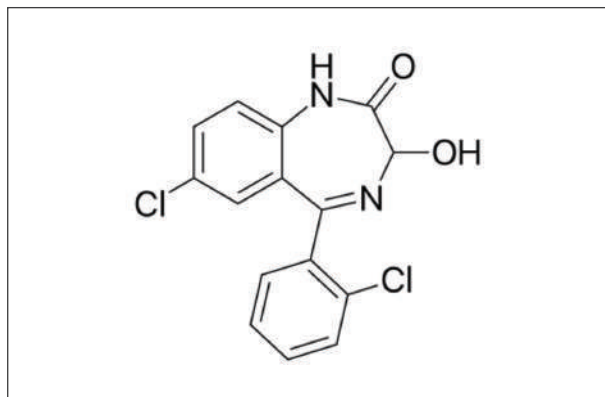


그림 5. 벤조디아제핀의 구조식

대표적 진정제 중 하나인 벤조디아제핀(BZ, Benzodiazepine)은 $GABA_A$ 수용체에 알로스테릭 물질로 작용하여 이온통로를 열고 닫는 역할을 수행합니다. 리간드 개폐형 이온통로가 열리면, 이온이 이동하여 과분극 상태가 형성되고 출입하는 이온을 통해 신경이 억제됩니다. 이 과정에서, 자극에 대한 내성으로 수용체 수가 증가하고 보다 강한 자극을 요구하게 됩니다. 이처럼 진정제도 체내에서 중독성을 띠게 되는 것이지요.

이번 쪽지에서는 마약의 정의와 쾌감 회로, 그리고 사람은 어떻게 각성제와 진정제에 중독되는지를 알아보았습니다. 마약이 어떻게 쾌감을 주는지 알아보니 마약의 위험성에 대한 경각심이 생기지 않나요? 그럼, 다음 쪽지에서는 약리학의 관점에서 합성마약에 대해 자세하게 알아보시다! 📖

각주

1. 뉴런에서 분비되는 신호 물질로, 시냅스에서 인접한 신경세포의 전위를 높이거나 낮추는 역할을 하며 신호를 전달.
2. 신경전달물질이 뉴런에서 분비된 이후, 단백질 및 효소에 의해서 회수되어 재활용되거나 제거되는 과정.
3. 신경전달물질에 의해 열림이 활성화되는 이온통로.

참고 자료

1. "마약범죄수사, 마약이란". 「검찰청」. n.d. <https://www.spo.go.kr/site/spo/02/10201060106002018112901.jsp>
2. 백자현. "중독성 질환에서의 도파민 신호조절" 「분자세포생물학 뉴스레터」. 2013년 10월.
3. 오광수. "중추신경계에서 GABA 수용체의 기능". 「의학강좌」 39, no.1 (1996): 12-17.
4. 이동욱. "신경전달물질-글루타메이트". 「한국마약퇴치운동본부」. 2021년 4월 1일. <http://www.drugfree.or.kr/customer/index.html?contentsNum=3&category=FREE&seq=25933&tpage=1>
5. 이상열. "GABAA-Benzodiazepine 수용체 이상과 불안장애". 「대한불안학회」 1, no.1 (2005): 25-29
6. "예방 정보마당 : 중독과 보상회로". 「국립부곡병원」. n.d. http://bgnmh.go.kr/checkmehealme/bbs/bbsView.xx?sessionid=HJT4jeMsBYhZSp40g1BYVjhZXz0m1evBAXKFvu4P8x1itGn8U0jmq8MoaPlj7tRV.mohwwas2_servlet_engine27?catNo=14&idx=39
7. David, J. Linden. 「고삐 풀린 뇌」. 김한영 옮김. 작가정신, 2013.
8. Ikemoto, Satoshi. "Brain reward circuitry beyond the mesolimbic dopamine system: a neurobiological theory" Neuroscience & biobehavioral reviews 35, no.2 (2010): 129-150.

그림 출처

- 그림 1. "Operant conditioning chamber" Wikipedia. n.d. https://en.wikipedia.org/wiki/Operant_conditioning_chamber
- 그림 2. Niladri, Banerjee. "Neurotransmitters in alcoholism: A review of neurobiological and genetic studies" Indian Journal of Human Genetics 20, no.1 (2014)
- 그림 3. "Glutamic acid" Wikipedia . n.d. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EA%B8%80%EB%A3%A8%ED%83%90%EC%82%B0>
- 그림 4. 9. Nora D. Volkow. "Drugs, Brains, and Behavior : The Science of Addiction". National Institute on Drug Abuse. May 30, 2023.
- 그림 5. "Benzodiazepine" Wikipedia. n.d. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B2%A4%EC%A1%B0%EB%94%94%EC%95%84%EC%A0%9C%ED%95%80>

약물학 관점에서 바라본 합성 마약의 위와악

(글) 무은재학부 22학번 28기 알리미 김유빈



지금까지 꽤 감 회로의 작용과 마약 중독에 대해 알아보았습니다. 초기 마약은 식물에서 얻어낸 천연 물질에서 시작했지만, 현대 과학이 발전하며 이를 화학적인 방법으로 처리한 합성 마약이 등장하고 있는데요. 요즘 다양한 매체에서 메스암페타민이나 필로폰 등의 합성 마약이 천연 마약보다 위험성이 높다고 강조하는 것을 볼 수 있습니다. 과연 천연 마약과 합성 마약의 차이는 무엇이며, 왜 합성 마약이 더 위험하다고 하는 걸까요? 이번 꼭지에서는 약동학적 관점에서 약물이 체내에서 어떻게 이동하는지, 그리고 이를 통해 합성 마약이 왜 더 위험할 수 있는지 알아보시다!

약력학과 약동학

약리학은 분자 규모에서 약물과 생체가 어떻게 상호작용하는지 다루는 학문이며, 약물을 바라보는 관점에 따라 약력학과 약동학으로 나눌 수 있습니다. 약력학은 약물의 화학적 구조와 약물이 체내에서 표적과 어떻게 상호작용하는지를 다루는 분야입니다.

예를 들어, ‘어떤 항생제는 세균의 효소와 결합하여 세포벽의 합성을 억제해 증식을 막는다’라는 문장은 항생제와 세균의 관계를 약력학적 관점에서 분석한 것이라고 할 수 있죠.

반면, 약동학은 약물이 투여된 후 시간에 따라 체내에서 어떻게 이동하는지를 다루는 분야입니다. 약동학을 이해하기 위한 핵심 단어는 ‘ADME’라고 할 수 있는데요. 차례대로 흡수(Absorption), 분포(Distribution), 대사(Metabolism), 배설

(Excretion)을 의미합니다. 약동학에서는 약물이 체내에서 ADME를 거치는 과정을 설명합니다.

보통 약력학의 관점으로 약물을 바라보는 것이 익숙할 수 있지만, 실제 약물 개발 과정에서는 약동학의 중요성도 매우 강조됩니다.

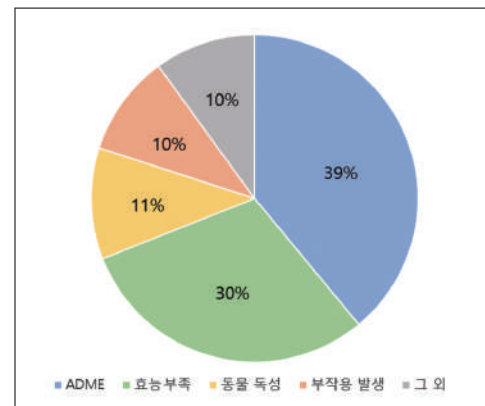


그림 1. 약물 개발 과정 중 실패 요인

그림 1은 약물 개발 과정 중 실패하는 다양한 원인을 보여주고 있습니다. 약동학과 관련한 ADME가 가장 큰 부분인 39%를 차지하고 있는 것을 볼 수 있는데요. 이를 통해 약물 개발 과정에서 약동학의 관점을 중요하게 고려해야 함을 알 수 있습니다. 그럼, 이제 본격적으로 약동학과 ADME에 대해 알아보까요?

약동학과 ADME

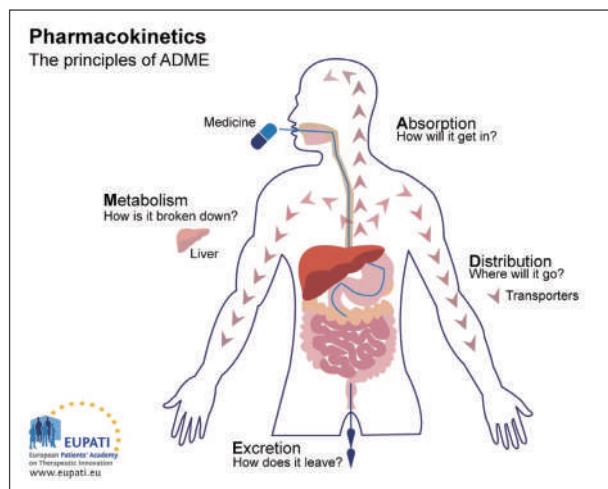


그림 2. 체내에서의 약물의 이동

먼저, ADME의 A가 의미하는 ‘흡수’는 대상이 약물에 노출된 이후 약물이 순환계로 이동하기까지의 과정을 말합니다. 약물은 투여 경로에 따라 흡수 정도가 달라질 수 있는데요. 혈관에 바로 주입하는 약물은 순환계에 바로 도달하지만, 그 외의 경우에는 순환계에 도달하기 전에 간 등의 다른 기관을 거치며 약물이 일부 제거될 수 있기 때문입니다. D가 의미하는 ‘분포’는 약물이 순환계에 진입한 이후 표적에 도달하기까지의 과정을 말합니다. 약물의 분포는 체액의 상태, 혈류량 등 다양한 요소의 영향을 받을 수 있습니다. 약물은 체내에서 화학적인 변화를 일으킬 수 있는데, 이것이 ADME 중 M이 의미하는 ‘대사’가 다루는 부분입니다. 약물의 화학 구조가 조금이라도 달라지면 기존과는 아예 다르게 작용할 수도 있습니다. 마지막으로, E가 의미하는 ‘배설’은 대사를 통해 제거되지 않은 약물이 체내에서 제거되는 과정입니다. 약물의 배설은 신장, 폐, 소화 기관 등 다양한 경로를 통해서 이루어집니다. 이렇듯, ADME를 통해 약물이 체내에서 어떻게 이동하는지를 전반적으로 다룰 수 있습니다. 그러면, 이제 ADME를 이용해 합성마약이 왜 천연마약보다 위험할 수 있는지 알아보까요?

ADME와 합성 마약의 위험성

약물의 구조를 통해 해당 약물을 약동학의 관점에서 해석하기 위해 ‘약물 유사성’(Drug-likeness)이라는 개념을 사용합니다. 약물 유사성은 어떤 물질과 실존하는 약물 사이 구조의 유사성을 판단하는 기준이며, 약물 유사성이 높으면 그 약물이 ADME에 문제없이 체내에서 잘 작용할 가능성이 커집니다.

약물 유사성을 판단하기 위한 대표적인 규칙이 있는데요, 바로 ‘리핀스키 5 규칙’(Lipinski’s Rule of Five)입니다. 리핀스키 5 규칙에서는 아래 항목에 해당한다면 체내에서 약물이 제대로 흡수되지 않을 가능성이 크다고 합니다. 즉, 약물 유사성이 낮다는 것이죠.

- 1) 분자량이 500 이상이다.
- 2) log P값이 5 이상이거나 2 이하이다.
- 3) 수소 결합 주개(Hydrogen Bond Donors)¹가 5개 이상이다.
- 4) 수소 결합 받개(Hydrogen Bond Acceptors)²가 10개 이상이다.

여기서 log P는 분배 계수의 log 값을 의미합니다. 분배 계수는 화합물이 물과 옥탄올에서 어떤 비율로 용해되는지를 나타내는 값입니다. log P값은 분자의 극성을 판단하는 데에 사용되며, 값이 클수록 분자는 비극성을 띕니다. 인간의 세포막은 인지질 이중층으로 구성되어 있는데요. 약물이 너무 극성을 띌면 인지질 이중층 내 소수성 부분에 의해 세포막을 투과하기 힘들고, 너무 비극성을 띌면 세포 내로 접근하지 못하고 소수성 부분에서 머무르게 됩니다. 따라서 약물이 적당한 log P값을 가져야 세포에 잘 흡수될 수 있습니다.

실제 약물을 통해 리핀스키 5규칙을 이해해 봅시다. 아래 물질은 항우울제의 일종인 독세핀(Doxepin)입니다.

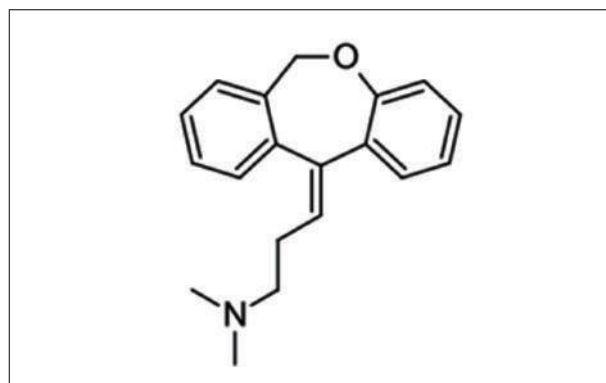


그림 3. 독세핀의 구조

분자량은 279.376 g/mol로 500 g/mol보다 작으며, log P값은 4.29로 2와 5 사이입니다. 수소결합주개는 없고 수소결합받개는 2개 존재하므로 리핀스키 5 규칙에 해당하는 항목이 없습니다. 따라서, 위 약물은 약물 유사성이 비교적 높습니다. 이 개념을 통해 합성 마약의 위험성을 알아봅시다.

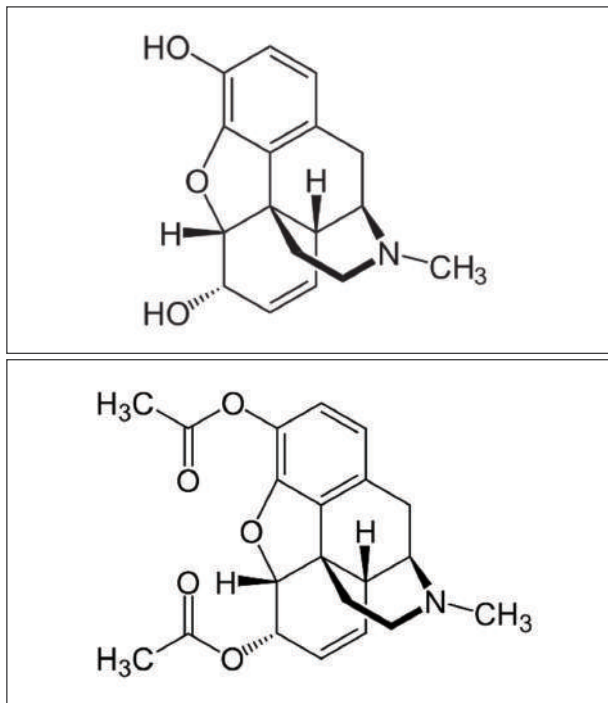


그림 4, 그림 5. (위) 모르핀과 (아래) 헤로인의 구조

대표적인 천연 마약인 모르핀에 무수 아세트산을 넣고 끓이면 모르핀 구조에 아세틸기(-CH₃CO) 2개가 붙어 헤로인이 합성됩니다. 이 때문에 헤로인은 모르핀에 비해 더 극성을 띠게 되어 약 5~10배 더 강한 독성을 띱니다. 실제로 모르핀의 log P값은 0.83, 헤로인의 log P값은 1.5입니다. 두 경우 모두 log P가 2보다 작긴 하지만 헤로인이 모르핀보다 더 강한 극성을 띠어 log P가 2와 가까워지므로 앞서 설명한 바에 따라 모르핀보다는 헤로인이 체내에 더 잘 흡수되겠다고 생각할 수 있습니다.

이렇듯, 합성 마약은 화학적 조작을 통해 인위적으로 약물 분자가 체내에 더욱 잘 흡수되도록 만들 수 있습니다. 이것이 합성 마약이 천연 마약보다 위험하다고 여겨지는 이유입니다.

이번 꼭지에서는 합성 마약이 왜 천연 마약보다 위험할 수 있는지를 약동학에 등장하는 개념들을 이용해 살펴보았습니다. 이 개념들을 이용하면 헤로인 외에도 다양한 화학 물질의 구조를

보며 해당 물질이 체내에서 어떻게 이동할지를 예측해 볼 수 있겠네요! 또한, 마약의 위험성을 더욱 직관적으로 이해할 수 있었으리라 생각합니다. 그러면, 다음 꼭지에서는 약력학적 관점에서 다양한 마약이 체내에서 어떻게 작용하는지를 알아보시다!🔍

각주

1. 수소와 공유결합을 이루어 수소결합에서 수소를 공급하는 결합을 의미.
2. 수소와 공유결합을 이루지 않은 전기음성도가 큰 원자를 의미.

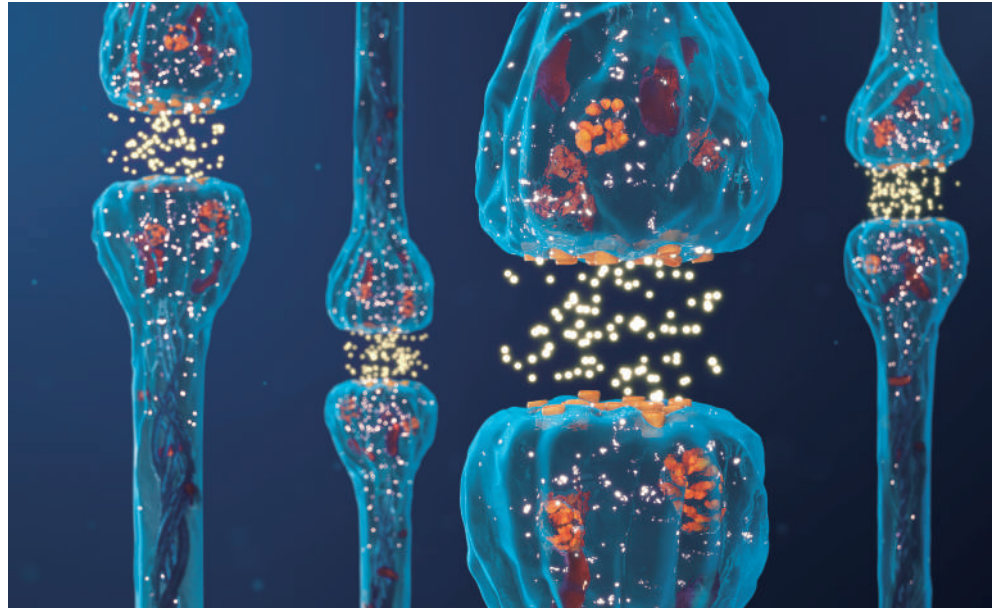
참고 자료

1. 조주연, “합성’ 마약, 진짜 하면 안 되는 이유” 「TBS 뉴스」. 2022년 12월 2일.
2. Bethany, Halford. “Wrestling with Lipinski’s rule of 5” c&en. Mar 1, 2023. <https://cen.acs.org/pharmaceuticals/drug-discovery/Wrestling-Lipinski-rule-5/101/i8>
3. Christopher A. Lipinski, Franco, Lombardo, ~ and Paul J. Feeney. “Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings” Advanced Drug Delivery Reviews 46, no.1 (2001): 3-26.
4. “Heroin” National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. June 1, 2023. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Heroin>.
5. Hodgson, John. “ADMET - Turning Chemicals into Drugs.” nature biotechnology. August 1, 2001. https://www.nature.com/articles/nbt0801_722.
6. Jennifer, Le. “Drug Bioavailability” MSD Manual Professional Version. Sep, 2022. <https://www.msdmanuals.com/professional/clinical-pharmacology/pharmacokinetics/drug-bioavailability>.
7. John, Hodgson. “ADMET-turning chemicals into drugs” Nature Biotechnology. Aug, 2001. https://www.nature.com/articles/nbt0801_722.
8. Mark Marino, Zohaib Jamal, Patrick M. Zito. “Pharmacodynamics” National Library of Medicine. Jan 29, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507791/>.
9. “Morphine” National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Morphine>.
10. Nicole, Gleichmann. “What Is ADME?” Technology Networks Drug Discovery. Feb 8, 2023. <https://www.technologynetworks.com/drug-discovery/articles/what-is-adme-336683>.
11. Oleg Ursu, Anwar Rayan, Amiram Goldblum, Tudor I. Oprea. “Understanding drug-likeness” Wiley Interdisciplinary Reviews. 28 Apr, 2011. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcms.52>.
12. Rachel, Rozakis. “What is Pharmacokinetics and ADME?” Allucent. Apr 20, 2022. <https://www.allucent.com/resources/blog/what-pharmacokinetics-and-adme>.

그림 출처

- 그림 2. “Drug distribution” EUPATI: Education That Empowers. n.d. <https://toolbox.eupati.eu/glossary/drug-distribution/>.
- 그림 3. “Doxepin” Wikipedia. June 30, 2023. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8F%85%EC%84%B8%ED%95%80>.
- 그림 4. “Morphine” Wikipedia. July 18, 2023. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A%A8%EB%A5%B4%ED%95%80>.
- 그림 5. “Heroin” Wikipedia. Aug 4, 2023. <https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%97%A4%EB%A1%9C%EC%9D%B8>.

약리학 관점에서 바라본 마약



이전 꼭지들에선 중독과 쾌감 회로, 그리고 약동학의 관점에서 바라본 합성 마약을 다루었습니다. 연예인들의 필로폰 투약 기사, 미국 펜타닐 중독 등 자주 이름을 접해본 마약들이 체내에서 어떻게 작용하고, 우리 인체에 어떤 약영향을 미치는지 궁금하지 않으신가요? 이번 꼭지에서는 독자 여러분들이 들어보았을 법한 마약들의 작용을 약리학의 관점에서 자세히 알아봅시다.

시냅스에서의 신호 전달

마약이 체내에서 어떻게 작용하는지를 이해하기 위해서는 세포가 어떻게 신호를 전달하는지를 먼저 이해해야 합니다. 먼저 한 뉴런에서 다른 뉴런으로 신호를 전달하는 연결 지점인 시냅스에서 어떻게 신호가 전달되는지 알아보겠습니다.

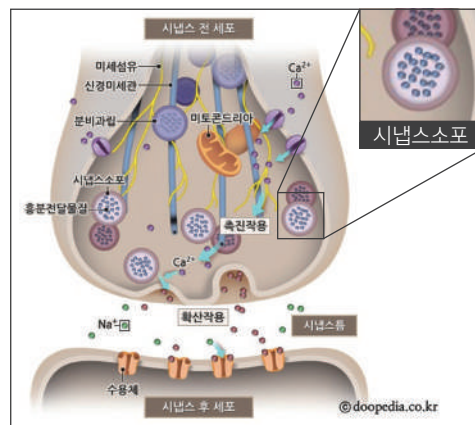


그림1. 시냅스에서 신호(흥분)이 전달되는 과정

먼저 시냅스 전 뉴런은 노르에피네프린, 아세틸콜린, 도파민, 세로토닌 등의 신경전달물질(흥분전달물질)을 시냅스소포라고 불리는 막상의 구조물을 통해 시냅스 말단에 저장합니다. 활동전위가 시냅스 말단에 도달하면, 막이 탈분극되어 전압 의존성 Ca^{2+} 통로가 열리는데요. 이에 따라 Ca^{2+} 이 시냅스 말단으로 유입되면서 시냅스소포가 세포막과 융합하고, 안에 들어있던 신경전달물질이 시냅스 틈으로 방출되어 확산합니다. 확산한 신경전달물질이 시냅스 후 뉴런의 세포막에 분포한 수용체와 결합하면 리간드 의존성 이온통로가 활성화됩니다. 이때 Na^+ , K^+ , Cl^- 등의 이온이 시냅스 후 뉴런의 막을 통과합니다. 그러면 시냅스 후 뉴런의 막전위가 변화하여 신호가 전달됩니다. 신호 전달이 완료된 후 지속적인 신호전달을 방지하기 위해서 시냅스 틈에 남아있는 신경전달물질은 확산, 재흡수, 분해 등의 과정을 거치며 회수 및 제거됩니다.

모르핀(아편유사제)

지난 꼭지에서 합성 마약의 위험성에 대해 알아보며 모르핀에 아세틸기 2개를 붙이면 더 강한 독성을 띠는 헤로인이 만들어짐을 살펴보았습니다. 이 헤로인을 정제한 것이 최근 화제가 되는 펜타닐인데요. 아편, 모르핀, 헤로인, 펜타닐은 그 구조와 작용이 유사해 ‘아편유사제’로 묶어 분류합니다. 아편유사제 중 모르핀의 체내 작용에 대해 자세히 알아보시다.

1973년, 모르핀이 결합하는 수용체인 아편유사제 수용체(Opioid Receptors)가 발견되었습니다. 수용체에 결합해 반응을 활성화하는 화학 물질을 통칭하여 작용제(Agonist)라고 하는데요. 과학자들은 체내에 이러한 수용체가 존재한다는 것은 체내에도 모르핀과 비슷한 역할을 하는 작용제, 즉 내인성 마약 물질이 존재함을 의미한다고 생각했습니다. 2년 뒤 발견된 모르핀보다 약 100배 강력한 내인성 마약 물질이 바로 엔도르핀(엔돌핀)입니다.

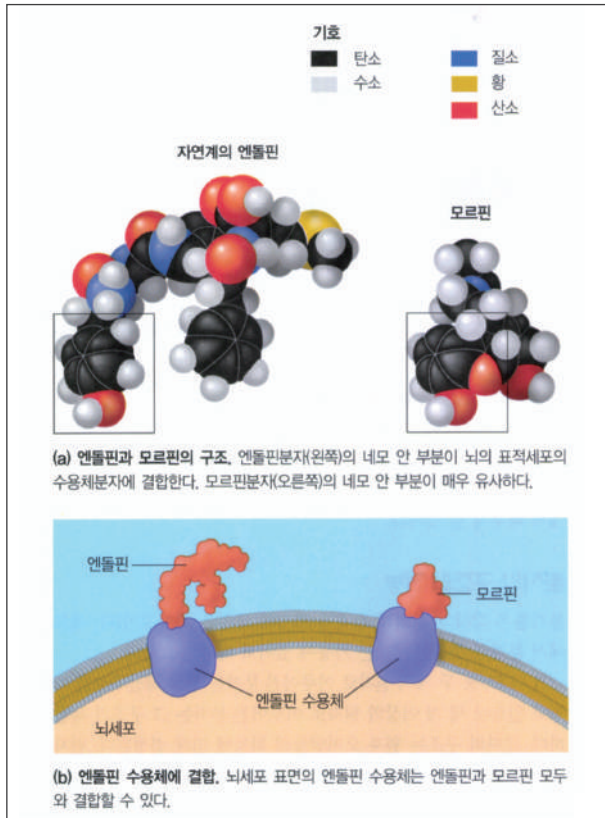


그림 2. 엔도르핀과 모르핀의 구조적 유사성

그림 2를 보시면, 엔도르핀의 수용체 결합 부위와 모르핀의 수용체 결합 부위가 서로 유사한 구조를 가진다는 것을 확인할 수 있습니다. 이에 따라 수용체에 엔도르핀 대신 모르핀이 결합할 수 있

고, 엔도르핀과 비슷한 역할을 수행할 수 있습니다. 그러면 왜 이러한 작용제들이 아편유사제 수용체에 결합하면 진통 효과가 나타날까요?

이를 알아보기에 앞서 GPCR로 알려진 G단백질 결합 수용체(G-protein coupled receptor)에 관해 공부해 봅시다. GPCR은 G단백질을 이용하여 세포 반응을 일으키는 수용체를 말합니다. G단백질은 3개의 소단위체로 구성되어 있는데요. 각 소단위체를 α , β , γ 라고 합니다. 작용제가 GPCR에 결합하면 아래 그림 3처럼 α 소단위체의 GDP가 GTP로 치환되면서 β , γ 소단위체로부터 떨어져 나옵니다. 떨어져 나오며 활성화된 α 소단위체는 효소를 활성화하거나 억제하여 2차 전령을 생산하는데요. 2차 전령에는 cAMP, cGMP, Ca^{2+} 등이 있습니다. 이러한 2차 전령은 세포반응을 일으키거나 이온통로를 여닫는 역할을 합니다.

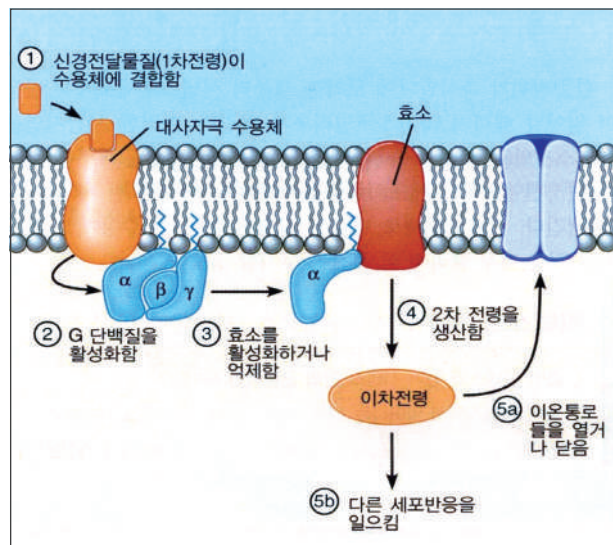


그림 3. GPCR과 2차 전령 시스템

아편유사제 수용체는 모르핀과 같은 아편유사제를 작용제로 가지는 GPCR의 일종입니다. 아편유사제 수용체는 α 소단위체의 아미노산의 서열에 따라 분류되는 다양한 G단백질 중 억제성 G단백질인 G_i , G_o 단백질을 분비합니다. 분비된 G_i 단백질과 G_o 단백질에 의해 cAMP 생성이 억제되면 내향성 칼슘통로가 활성화되며, 전압 의존성 칼슘통로가 억제됩니다. 활성화된 내향성 칼슘통로는 막전위를 낮추어 신호 전달을 방해하고 억제된 전압의 전성 칼슘통로는 시냅스소포가 세포막과 융합하는 것을 방해합니다. 결국 시냅스 전 뉴런 말단에서의 통중 신경전달물질의 분비가 저해되어, 신호 전달이 원활하게 이루어지지 않아 진통 효과가 나타납니다.

메스암페타민(필로폰)

그다음으로는 필로폰으로 잘 알려진 각성제, 메스암페타민의 체내 작용에 대해 자세히 알아보시다.

메스암페타민은 미량 아민 관련 수송체, TAAR1의 강력한 작용제입니다. TAAR1은 앞서 언급한 GPCR의 일종인데요. 메스암페타민이 결합하여 TAAR1이 활성화되면 또 다른 G_{α} 단백질인 G_s 단백질에 의해 cAMP의 생산이 증가하여 도파민 수송체(DAT), 노르에피네프린 수송체(NET) 및 세로토닌 수송체(SERT)의 수송 방향을 억제하거나 역전시킵니다. 아래 그림을 보면 뉴런 말단에서 DAT를 통해 도파민이 재흡수되는 과정을 확인할 수 있는데, 좌측은 정상인의 경우이며 우측은 메스암페타민을 복용한 사람의 경우입니다.

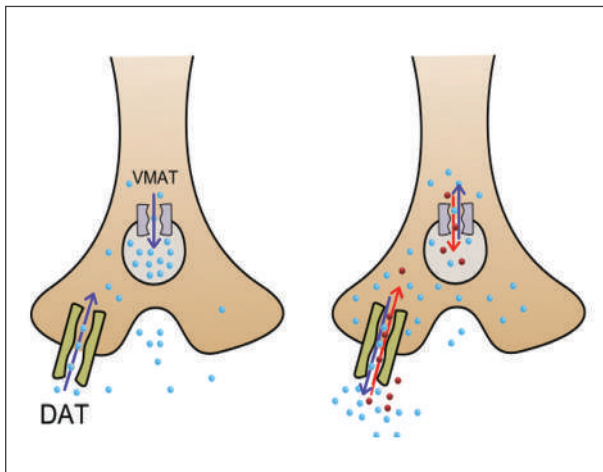


그림 4. DAT를 통해 도파민이 재흡수되는 과정

각 수송체는 시냅스에서 신호 전달이 완료된 후, 시냅스 틈에 있는 신경전달물질을 다시 시냅스 전 뉴런으로 재흡수할 때 사용되는 통로이므로 수송 방향이 억제되거나 역전되면 신경전달물질의 재흡수가 억제됩니다. G_s 단백질에 의한 cAMP 농도 증가는 각 수송체의 인산화까지 유발합니다. 그러면 수송체가 비활성화되어 더 이상 각 신경전달물질을 수송할 수 없으므로 재흡수가 억제되죠. 이에 더해 메스암페타민은 칼슘/calmodulin-의존적 단백질 인산화 효소(CaMK)에 영향을 끼쳐 세포 내 칼슘의 방출을 유도합니다. 이는 시냅스소포의 세포막 융합을 촉진하여 도파민을 비롯한 다양한 신경전달물질이 더 많이 방출되게 합니다. 따라서 신경전달이 완료된 후에도, 시냅스 틈에 높은 농도의 신경전달물질이 남아있게 되어 지속적으로 시냅스가 활성화되는 거죠. 이는 극도의 각성 상태를 의미합니다.

이번 꼭지에서는 다양한 마약의 체내 작용 기전에 대해 알아보았습니다. 마약은 과학 기술 발전의 양면성을 잘 보여주는 사례입니다. 과학이 발전하며 더욱 중독성이 강하고 위험한 마약이 등장하였지만, 펜타닐 백신과 같은 마약 중독 문제를 극복하고자 하는 연구도 꾸준히 진행되고 있습니다. 이번 기획 특집을 통해 마약에 대한 경각심은 물론이고, 과학 기술이 발전함에 따라 발생하는 어두운 면을 막기 위해서는 어떤 자세를 지녀야 할지 고민하는 시간을 가져보았으면 합니다.☺

각주

1. 신경전달물질과 같은 리간드 결합에 반응하여 이온의 통과를 가능하게 하는 막 단백질

참고 자료

1. 고세일, 원영웅, 강정훈. "아편유사제의 안전한 사용". 『J Korean Med Assoc』 65, no.1 (2022): 57-65.
2. 김소연, 이종석, 한동우. "약물 오남용의 신경생물학적 기전과 약동학 및 약리학". 『J Korean Med Assoc』 56, no.9 (2013): 762-770.
3. 식품의약품안전처. "마약류 정보" 『식품의약품안전처 정책정보』. 2020년 6월 4일. https://www.mfds.go.kr/wpage/m_736/de010114l001.do.
4. 최정미, 서해영. "신경계에서 Go단백질의 기능". 『분자세포생물학 뉴스레터』. 2017년 2월.
5. David M. Hedges, J. Daniel O'Bray, Jordan T. Yorgason, ~ and Scott C Steffensen. "Methamphetamine Induces Dopamine Release in the Nucleus Accumbens Through a Sigma Receptor-Mediated Pathway." Neuropsychopharmacology 43, no.1 (2018): 1405-1414.
6. Lindemann L, Ebeling M, Kratochwil NA, ~ and Hoener. "Traceamine-associated receptors form structurally and functionally distinct subfamilies of novel G protein-coupled receptors." Genomics 85, no.3 (2005) 372-385.

그림 출처

- 그림1. "시냅스" 『두산백과』. n.d. https://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000732367.
- 그림2. Jane B. Reece, Peter V. Minorsky, Steven A. Wasserman, ~ and Lisa A. Urry. Campbell biology. Pearson, 2021
- 그림3. Costanzo, Linda. Costanzo Physiology. Elsevier, 2021
- 그림4. "Methamphetamine" Wikipedia. n.d. <https://en.wikipedia.org/wiki/Methamphetamine>.

2022 튜링상



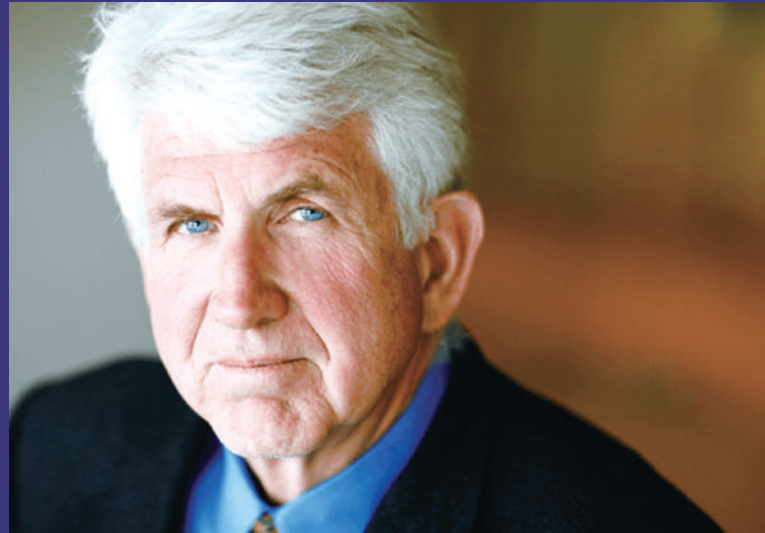
이더넷의 발명, 표준화, 상업화에 대한 공헌

(글) 포스텍 컴퓨터공학과 황인석 교수

이번 헬로노벨에서는 컴퓨터공학 분야의 노벨상이라고 할 수 있는 ‘튜링상’의 2022년도 수상자인
밥 멧칼프 박사님(Prof. Robert “Bob” Melancton Metcalf)과
그가 발명한 이더넷(Ethernet)을 소개하려고 합니다.



튜링상은 컴퓨터공학의 창시자 중 한 명인 앨런 튜링을 기리는 상으로, 컴퓨터공학자 최고의 영예입니다. 컴퓨터공학 분야의 최대 학술기관인 ACM(Association for Computing Machinery)에서 매년 컴퓨터공학의 이론적·기술적 발전과 장기간의 사회적 영향력 측면에서 지대한 공헌을 한 과학기술자를 선정하여 튜링상을 수여합니다. 2023년 3월 22일, 멧칼프 박사는 ‘이더넷의 발명, 표준화, 상업화에 대한 공헌’을 인정받아 2022년도 튜링상 수상자로 선정되었습니다.



[이미지 출처]

https://amturing.acm.org/award_winners/metcalfe_3968158.cfm

이더넷은 인터넷에 꼭 필요한 기술이자 국제 표준이고, 오늘날 인터넷을 전 세계적 보편재로 자리매김하도록 한 일등 공신 중 하나입니다. 50년 전 발명되어 지금까지 발전을 거듭하며 생생히 살아있는 장수 기술이기도 하죠. 자칫 인터넷과 혼동하기 쉬운데, 이더넷은 인터넷이 작동하기 위해 필요한 규약 중 하나라고 생각하면 좋을 것 같습니다. 인터넷 네트워크는 5개 계층으로 나뉩니다. 사람에게 가까운 가장 윗단부터 순서대로 응용 계층, 전송 계층, 네트워크 계층, 링크 계층, 물리 계층입니다. 계층별로 역할을 분리해 호환성을 높이고 문제 해결이 쉽도록 한 것입니다. 계층별로 약속해 놓은 규약들이 있는데, 이더넷은 그 중 링크 계층과 물리 계층의 규약입니다.

각 계층에서 어떤 일이 일어나는지를 통해 네트워크에서 이더넷의 역할을 알아봅시다. 응용 계층은 웹브라우저, 메신저, 온라인 게임 등 인터넷에 연결되는 다양한 응용프로그램을 의미합니다. 그런데, 응용프로그램이 주고받는 자료는 인터넷 인프라를 통해 한 번에 전송되기에는 대체로 너무 큽니다. 때문에 응용 계층의 자료를 1킬로바이트 내외의 작은 단위, 즉 패킷으로 잘게 잘라서 개별적으로 전송합니다. 비유하자면 커다란 가구를 통째로 택배 보내기 힘들니 부품별로 분해해 각각 운송장을 붙여 보내는 것

이지요. 잃어버리거나 망가진 패킷이 있으면 해당 패킷만 재전송하면 되기 때문에 효율적입니다. 이와 같은 분해/재조립과 오류 회복은 ‘전송 계층’에서 전담하며, 대표적 규약이 전송 제어 프로토콜(TCP, Transmission Control Protocol)입니다.

그렇다면 이 패킷은 어떻게 목적지 컴퓨터까지 올바른 길을 찾아가는 것일까요? 인터넷에 연결된 모든 컴퓨터는 고유 주소(IP 주소)를 가지고 있는데, 각 패킷에는 최종 목적지에 해당하는 IP 주소가 새겨져 있습니다. 우리가 도로에서 갈림길을 만나면 이정표를 보고 방향을 찾듯, 라우터¹가 패킷의 목적지 IP 주소를 보고 올바른 방향의 다음 링크로 보내죠. 이 과정이 반복되어 패킷이 여러분의 컴퓨터까지 도달할 수 있는 것입니다. 이 같은 패킷의 내비게이션 역할은 ‘네트워크 계층’에서 담당하며, 여기서 IP라는 규약을 사용하여 통신합니다.

여기서 끝이 아닙니다. 라우터와 라우터, 또는 컴퓨터 사이를 연결하는 링크는 여러 패킷이 공유하는 길이기 때문에 패킷 간의 상호 간섭을 방지할 필요가 있습니다. 택배 트럭이 다른 차와 도로를 공유하면서, 서로 충돌하지 않도록 마련된 약속을 지키면서 달리는 것과 비슷합니다. 트럭이 달릴 도로의 규격 또한

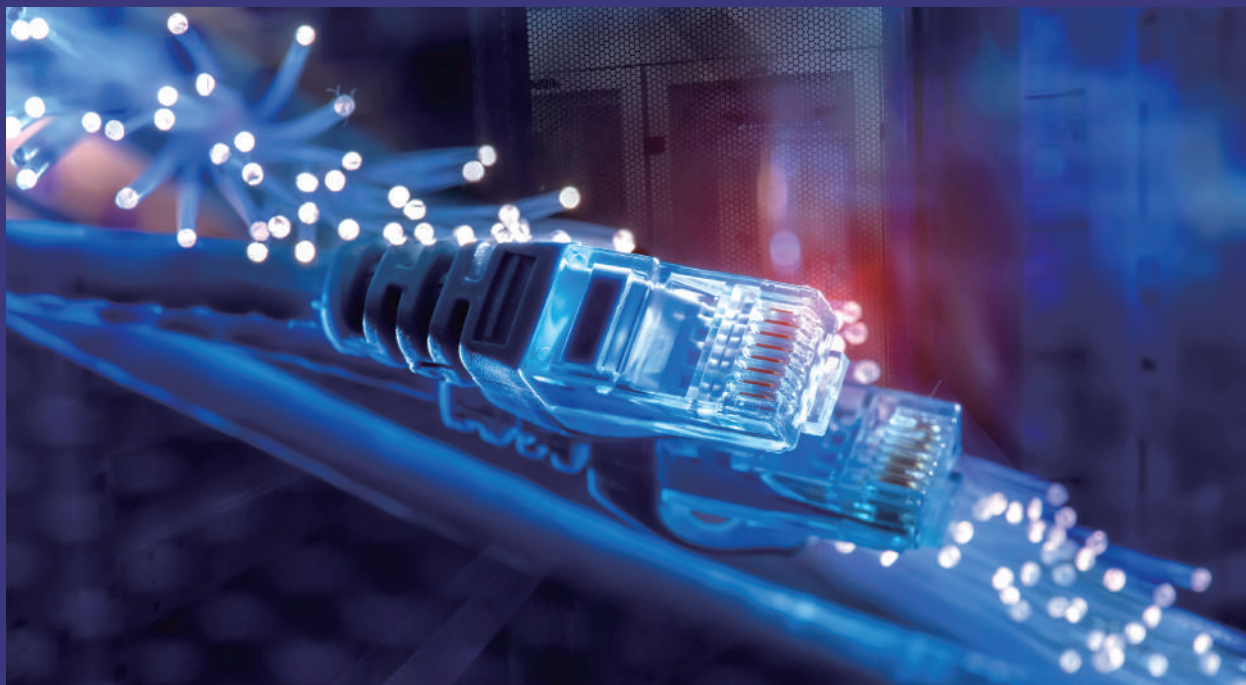
미리 약속해 놓아야 합니다. 네트워크에서는 이 역할을 ‘링크 계층’ 및 ‘물리 계층’에서 담당합니다. 그리고 이들 계층에서 가장 대표적이고 시장지배적인 규약이 바로 이더넷입니다.

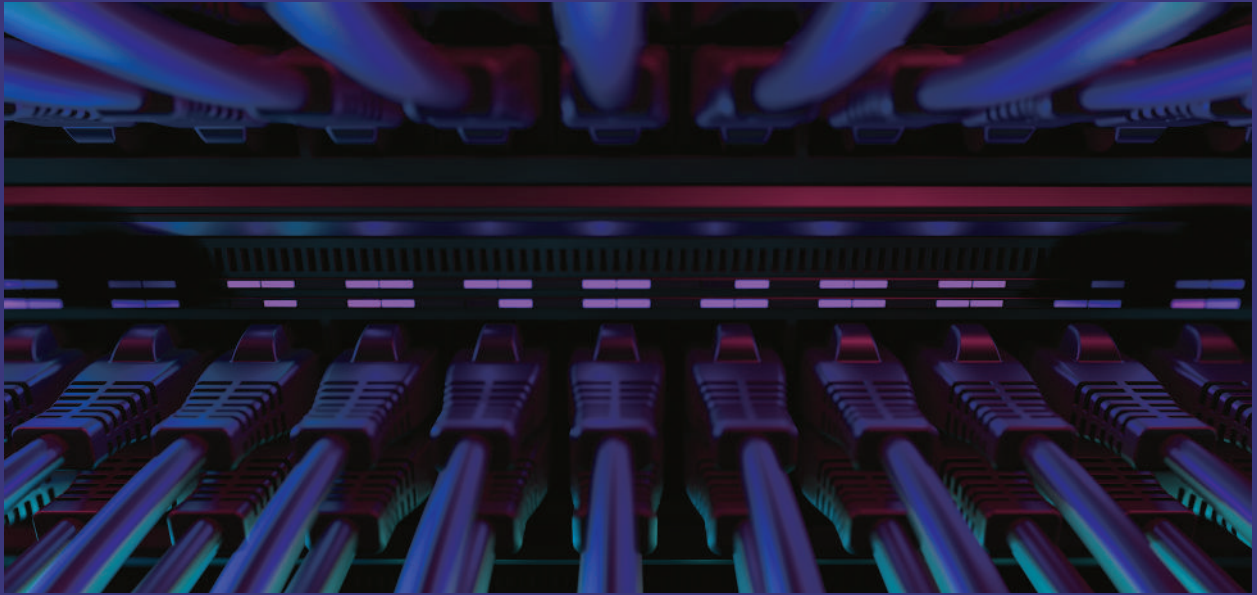
수많은 경쟁 기술을 제치고 이더넷은 오늘날 로컬 영역 네트워크의 지배적 기술로 자리 잡았습니다. 그 비결로는 ‘단순성’과 ‘효율성’을 꼽을 수 있습니다. 본래 이더넷은 중앙 제어 없이 참여하는 컴퓨터 각자의 자율적이고 확률적인 결정만으로 작동하는 ‘임의접근’ 프로토콜²로 설계되었습니다. 이렇게 단순한 분산 알고리즘은 다소 비효율적일지라도 시스템 구축 및 유지 비용이 매우 저렴하며 일부 컴퓨터가 고장이 나더라도 전체 네트워크의 장애로 이어지는 경우가 드물다는 장점이 있습니다. 단순함에서 오는 저비용과, 그런데도 실용적인 효과성이 이더넷의 상업적 성공과 표준화를 견인했다고 할 수 있습니다. 이러한 이더넷 기술은 학교, 회사, 공공서의 무수한 PC를 인터넷에 연결하며, 더 나아가 수만 대의 서버 컴퓨터가 모여있는 데이터 센터에서 클라우드컴퓨팅과 초거대 인공지능을 운영하는 데에도 사용됩니다.

멧칼프는 이더넷을 발명하기까지 실패와 재도전을 겪었습니다. 멧칼프는 1969년 MIT에서 학사학위를 취득하고, 하버드에서 컴

퓨터과학으로 박사 과정을 밟았습니다. 당시 멧칼프는 인터넷의 전신인 아르파넷(ARPAnet) 관련 연구로 박사학위 논문을 작성했지만, 수학적 엄밀성의 부족을 지적받아 피땀 어린 학위논문을 거절당했습니다. 논문에 완성도를 더할 길을 찾던 중에 하와이 대학교 노먼 에이브람슨 교수의 ‘알로하넷(ALOHAnet)’ 연구를 접했습니다. 알로하넷은 오늘날 Wi-Fi의 전신과도 같은 기술로, 복수의 컴퓨터들이 공유 전파 대역에 임의 접근 방식으로 무선 네트워킹을 하기 위한 분산 알고리즘이었습니다. 멧칼프는 단번에 하와이로 날아가 알로하넷을 공부하며 공유 매체상의 충돌 감지 및 적응적 트래픽 제어 모델을 개발하였습니다. 하와이에서 돌아온 후에는 제록스 팔로알토 연구소(PARC)에 입사한 후 동료 데이비드 보그스와 관련 연구를 계속하여, 연구소의 지명을 딴 ALTO ALOHA 네트워크를 개발했습니다. 또한 이를 바탕으로 마침내 하버드 대학교 학위심사위원회의 승인을 얻고 컴퓨터공학 박사학위 취득에 성공하였지요.

멧칼프가 개발한 모델을 간단히 설명하면 이렇습니다. 컴퓨터 네트워크에는 통신 대역폭 낭비를 초래하는 ‘충돌(Collision)’이라는 상황이 있습니다. 여러 명이 한 방에서 동시에 말하면 알아듣기 힘든 상황과 비슷합니다. 이럴 때 우리는 어떻게 할까요? 순간 말을 멈추고 잠시 정적이 흐르다가, 누군가 아까 하려





던 말을 다시 시작하겠죠. 또 한 번 충돌이 일어나면? 이번에도 말을 멈추겠지만, 더 오래 눈치를 살피겠지요. 멧칼프의 아이디어도 이와 같습니다. 여러 컴퓨터가 동시에 송신해 공유 매체상 충돌이 일어나면 각 컴퓨터는 송신을 멈추고 잠시 기다립니다. 여기서 모두의 기다리는 시간이 같다면 재전송이 동시에 일어나버리겠죠. 따라서 얼마나 기다릴지는 각 컴퓨터가 확률적으로 정합니다. 또한 충돌 횟수에 비례하여 기다리는 시간의 기댓값이 길어지도록 혼잡 제어 효과도 구현하였습니다. 이 과정에서 각 컴퓨터는 서로 의존하지 않고 독립적으로 행동하기에 시스템이 단순하면서도 강인해집니다.

1973년 5월 22일, 멧칼프는 ALTO ALOHA 네트워크를 “Ether” 네트워크로 개명할 것을 제안하였습니다. 관련해 다음과 같은 멧칼프의 회고도 남아 있죠. “이더넷의 ‘이더(Ether)’는 온 우주를 채우고 빛을 전달하는 매체로 한때 여겨졌던 바로 그 에테르에서 왔습니다. 1887년 마이켈슨과 몰리의 실험으로 에테르의 존재는 부정되었고, 여기서 아인슈타인의 상대성이론도 생겨났지요. 이제 우리는 이더넷에서 새로운 에테르를 말합니다. 어디에서나 존재하며 데이터 패킷이라는 전자기파를 전달하는 매체로서 말이죠.” 세상 만물을 연결하는 보편적 매체라니, 컴퓨터네트워크 기술의 이름으로 야심 찬 명명이 아닐 수 없습니다. 멧칼프는 1979년 PARC를 퇴사하고 3Com을 창업했습니다.

3Com은 2010년 HP에 인수되기까지 네트워크 시장의 대표주자 중 하나였고 이더넷 어댑터의 사실상 표준과도 같았습니다.

멧칼프는 “네트워크의 가치는 사용자 수의 제곱에 비례한다”라는 ‘멧칼프의 법칙’으로도 유명합니다. 방송 네트워크 가치는 시청자의 수에 비례한다고 했던 이전 TV 세대의 ‘사노프의 법칙’과 대조적이지요. 양방향 소통이 가능한 컴퓨터 네트워크에는, 단방향 소통만이 가능한 전통적 네트워크를 초월하는 힘이 있음을 예견했던 것입니다.

2023년 오늘, 우리 일상 전반에서 변화를 견인하고 있는 인공지능이 이론적 가능성에 머물던 과거에서 지금 같은 실용적인 실체로 발전한 데에는 인터넷의 역할이 절대적이었습니다. 무수한 사람들이 글, 사진, 동영상을 자발적으로 게시하는 인터넷이라는 환경이 있었기에 이를 바탕으로 인공지능을 현재의 수준으로 훈련할 있었죠. 바로 그 인터넷을 오늘날의 모습으로 성공시킨 주역 중 하나가 이더넷임에 동의하지 않을 사람은 거의 없을 것입니다.

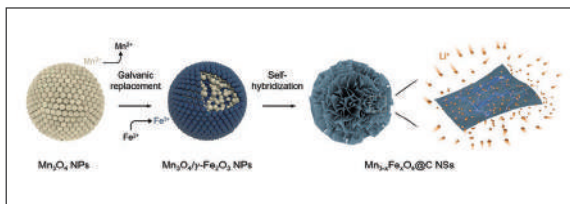
이 글의 퇴고를 도와준 이정은 학생, 그리고 더 읽기 쉬운 글이 되도록 의견을 나누어준 우리 연구실 학생들에게 고마움을 전합니다. 🍷

전기차 6분 만에 완충시키는 배터리 음극재

전기차 연구는 오래전부터 이어져 왔지만, 리튬 이온 배터리의 에너지 용량 제한으로 인해 아직 전기차가 보편화되지는 않았는데요. 최근 리튬 이온 배터리의 성능을 크게 개선할 기술이 개발되었다고 합니다. 포스텍 화학공학과 김원배 교수를 비롯한 연구진은 망간-철 산화물을 나노미터 두께의 시트 형태로 합성하여 새 음극재를 개발했습니다. 배터리는 양극(+)과 음극(-)을 갖고 있는데요. 전기 에너지를 사용할 때 음극에 저장된 리튬 원자가 리튬 양이온과 전자로 분리되어 양극으로 이동합니다. 즉 전자를 잃는 산화 반응이 일어나며, 분리된 전자는 외부 도선을 통해 이동하여 전기에너지를 생산됩니다. 리튬의 이온화를 통해 에너지가 생산된다면 리튬을 더 많이 저장할 수 있는 음극재일수록 더 우수하겠죠? 망간-철 산화물은 기본적으로 $929.44 \text{ mAh g}^{-1}$ 이라는 높은 이론 용량을 가지고 있어 우수하지만, 연구진은 이를 한 단계 더 발전시켰습니다. 우선 망간과 철 사이의 갈바닉 치환 반응을 통해 안쪽에는 망간 산화물, 바깥쪽에는 철 산화물이 분포되도록 이중구조물을 합성했습니다. 연구에 의하면 이 이중구조물에서 전자들이 철 나노입자의 공간 전하층³에 축적돼 리튬 이온을 추가로 저장할 수 있었다는데요. 덕분에 망간-철 산화물의 기존 이론적 저장 용량보다 약 1.5배 높은 용량을 구현할 수 있었습니다. 그 후 수용액 상태의 산화물을 고온, 고압에 반응시켜 나노미터 두께의 시트로 합성했습니다. 연구진에 의하면 이 납작한 시트 형태의 음극재는 큰 표면적을 가지기 때문에 한 번에 많은 양의 전하가 이동 가능해졌다고 합니다. 덕분에 완충까지 10시간이 걸리던 충전 시간을 약 6분으로 단축할 수 있었습니다. 이 기술이 더욱 발전하여 빠른 시일 내에 전기차가 보편화되기를 기대해 봅니다!

[참고 자료 & 그림 출처]

- 김두진, "갈바닉 치환법을 이용한 백금 담지 나노촉매 제조," 국내석사학위논문 명지대학교 대학원, 2018. 경기도
- SongKyu Kang, MinHo Kim, HyunHo Shin, ~ and WonBae Kim, "Exceeding Theoretical Capacity in Exfoliated Ultrathin Manganese Ferrite Nanosheets via Galvanic Replacement-Derived Self-Hybridization for Fast Rechargeable Lithium-Ion Batteries" Advanced Functional Materials 33, no.1 (2023): 1-12.
- JinYoung Lim, JeongSeok Ahn, and JungHo Ahn, "Synthesis of Nanopowders by Hydrothermal Method and their Application to Dye-Sensitized Solar Cell Materials" The Korean Powder Metallurgy Institute 25, no.4 (2018): 309-315.



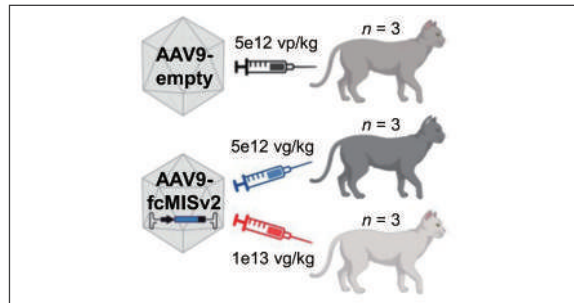
- [각주] 1. 이론 용량 : 전극 재료가 가지는 고유의 최대 리튬 이온 저장량
2. 갈바닉 치환 반응 : 금속이 자신보다 높은 표준 환원전위를 갖는 다른 금속 이온을 만날 때 산화환원에 의해 일어나는 원자 교환 반응
3. 공간 전하층 : 종류가 다른 두 물질의 계면에서 전자나 이온 등으로 전하가 얇게 분포하는 영역

수술 없이 고양이 증성화 가능한 주사

원하지 않는 임신을 예방하는 피임법은 정말 다양한데, 동물들은 어떻게 피임할까요? 대표적인 방법으로는 증성화 수술이 있는데요. 이 방법은 고통을 유발하고 많은 시간과 비용이 소요된다는 단점이 있습니다. 최근 미국 하버드대 의대와 신시내티 동식물원의 공동연구진은 물리적인 수술 없이 고양이 피임을 가능하게 하는 주사를 개발했다고 하는데요. 어떻게 물리적 수술 없이 피임이 가능했을까요? 임신을 위해서는 성숙한 난자가 정자와 만나 수정이 이뤄져야 합니다. 여성의 난소에는 난자를 포함한 난포라는 세포 집합체가 존재하는데, 원시 난포가 성숙한 난포로 성장하면 난포에서 난자가 배란되며 남아있는 난포는 황체라는 조직으로 변합니다. 연구진은 난포가 성장하지 못하면 난자 역시 성장하지 못해 임신이 불가능해진다는 원리를 이용했습니다. 항물러란 호르몬(AMH)은 암컷의 난소와 수컷의 고환에서 만들어지는 호르몬으로, 연구진은 과거에 체내 항물러란 호르몬 수치가 일정 수준에 도달하면 난포의 성장이 억제된다는 것을 밝혔습니다. 연구진은 이 결과를 이용하여 아데노 관련 바이러스 벡터⁴ 9형(AAV9)을 통해 암컷 고양이에게 AMH 호르몬을 주입했습니다. 그 결과 고양이들의 AMH 수치가 100배나 높아지고, 배란 주기를 나타내는 황체가 줄어들어 배란이 억제되었음을 확인했습니다. 다행히 에스트로젠 등 중요 호르몬 수치에는 영향을 주지 않았다고 합니다. 최근 길고양이의 무차별적인 안락사 사례가 증가하며 윤리 문제가 크게 대두되고 있는데요. 이 기술이 동물들을 위한 안전하고 윤리적인 피임 방법으로 널리 활용되면 좋겠습니다!

[참고 자료 & 그림 출처]

- 이경아, "포유류의 난포발달과 난자성숙" 「대한불임학회지」 32, no.3 (2005): 187-197.
- Lindsey M. Vansandt, Marie-Charlotte Meisohn, Philippe Godin, ~ and David Pepin, "Durable Contraception In The Female Domestic Cat Using Viral-Vectored Delivery Of A Feline Anti-Mullerian Hormone Transgene" Nature Communications 14, no.1 (2023).

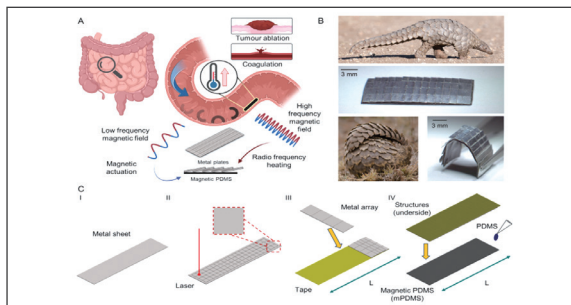


천산갑 모방 소형 의료 로봇

의료 로봇을 떠올려 보면 수술 로봇 다빈치처럼 팔이 여러 개인 로봇이 생각날 것 같습니다. 하지만 공 모양으로 웅크리는 등 자유자재로 형태를 바꿀 수 있는 로봇도 있습니다. 막스 플랑크 지능 시스템 연구소의 메틴 시티 박사 연구진은 천산갑에서 영감을 받아 의료 로봇을 개발했다고 하는데요. 이 로봇은 천산갑의 비늘처럼 얇고 단단한 금속판이 중첩된 구조를 가지고 있으며, 크기는 가로 2 cm, 세로 1 cm로 매우 작아 환자의 몸속으로 들어갈 수 있습니다. 몸을 말아 앞뒤로 이동할 수 있으며 단기간에 70도의 열도 방출할 수 있습니다. 이 로봇은 자기장 신호를 통해 동작하는데요. 자기장 신호를 이용하는 방법은 열화학적 방법과 달리 체외로 쉽게 빠지지 않아 작용 범위를 국소화할 수 있으며, 초음파와 달리 뼈와 같은 고밀도 조직도 통과하고, 광열 방법보다도 침투 깊이가 깊습니다. 연구진은 이 로봇의 발열 기능을 무선 주파수⁵를 통해 구현했는데요. 패러데이와 렌츠의 법칙에 따르면 폐쇄된 루프를 통과하는 자기 선속에 변화가 있을 때 기전력이 유도되며, 유도 기전력은 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 자기장을 형성합니다. 유도 기전력에 의해 도체 내부에 유도 전류가 흐르게 되는데, 이 과정에서 열이 발생합니다. 연구진들은 '줄 가열의 원리'라고 부르는 이 발열 원리를 의학적 치료에 활용할 수 있었습니다. 구체적으로, 알루미늄판의 절반 정도를 겹쳐 만든 50 μm 도체에 3초간 RF 펄스를 가했더니 초당 1 μL 의 위장 출혈을 막는 효과를 가짐을 증명했습니다. 또한 60도에서의 5분간 가열을 통해 종양 구형체도 파괴할 수 있음을 보였습니다. 자연에서 얻은 영감으로 인체의 깊은 곳 구석구석을 치료할 수 있다는 건 정말 놀랍습니다. 혁신의 원천은 우리 가까이에 존재함을 깨닫게 해주는 소중한 연구네요!

[참고 자료 & 그림 출처]

- Ren Hao Soon, Zhen Yin, Metin Alp Dogan, ~ and Metin Sitti. "Pangolin-inspired untethered magnetic robot for on-demand biomedical heating applications" Nature Communications 14, no.3320 (2023).



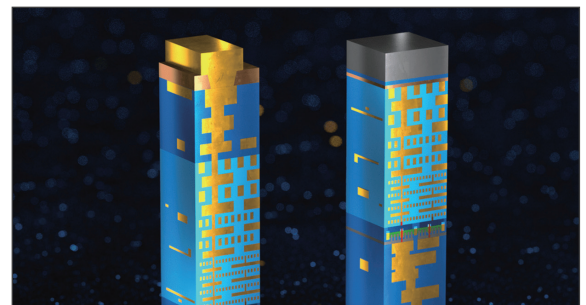
- [각주] 4. 바이러스 벡터 유전자 요법 : 변형된 바이러스를 약물 전달 수단으로 사용하여 특정 DNA 서열 또는 기타 물질을 세포에 전달하여 질병을 치료하거나 예방하는 방법
5. 무선 주파수 : 파장 0.1 mm 이상의 범위의 전자기파로, RF(Radio Frequency)로 약칭함
6. 단결정 : 고체의 모든 영역에서 원자가 규칙적으로 배열되어 있는 상태

반도체 산업의 판도를 바꿀 파워비아

스마트폰, 인공지능 등 우리 일상에서 반도체가 들어가지 않은 전자 제품을 찾을 수 없을 정도로 반도체는 우리 삶에 필수 불가결한 기술입니다. 최근, 세계에서 가장 큰 시스템 반도체 제조사인 인텔은 반도체 산업의 판도를 바꿀 파워비아(PowerVia) 기술을 공개했는데요. 파워비아는 웨이퍼 전면에서 전력을 공급했던 기존 반도체 구조와는 달리 반도체를 구동하는 전력을 웨이퍼 후면에서 공급하는 기술입니다. 이 개념이 생소할 수 있기 때문에 먼저 반도체의 구조를 살펴봅시다! 반도체 집적회로는 다양한 기능을 처리하기 위해 트랜지스터, 다이오드, 축전기 등 혼자서는 특정 역할을 수행하기 힘든 개별 소자들을 하나의 칩 안에 통합한 부품입니다. 웨이퍼는 이러한 집적회로를 만드는 데 사용되는 실리콘 단결정⁶으로 이루어진 얇고 둥근 판인데요. 지금까지는 반도체에 전력을 공급하기 위해 웨이퍼의 전면에 배선을 사용해 왔습니다. 하지만 이러한 구조는 전력 공급 및 신호 전달용 회로가 혼합되어 넓은 면적을 차지하게 되고, 신호와 전력 배선이 섞여 신호 간섭 및 노이즈가 쉽게 발생합니다. 파워비아는 이러한 문제를 해결하기 위해 전력 배선을 웨이퍼 후면에 배치하여 신호 라인과 전력 라인을 분리했습니다. 이로써 기존의 구조에 비해 칩 클럭 속도가 6 %, 전압 강하가 30 % 정도 개선되었다고 합니다. 덕분에 휴대전화나 컴퓨터 등에서 훨씬 더 빠른 정보 처리가 가능하겠네요! 인텔의 파워비아는 이전까지 업계에서 시도되지 못했던 구조라고 하는데요. 앞으로 이 기술이 더욱 발전해서 반도체를 사용하는 다양한 분야에서 활용되었으면 좋겠습니다! 📡

[참고 자료 & 그림 출처]

- 최광민. "인텔, 반도체 공정 및 패키징 혁신 선도할 것!... 새로운 트랜지스터 리본펄트 업계 최초, 후면 전력공급기술 파워비아 공개" 「인공지능신문」. 2021년 07월 17일.
- 삼성전자. "반도체 8대 공정: 1탄. 웨이퍼란 무엇일까요?" 「삼성반도체」. 2017년 04월 06일.



포스텍 자기힘현미경 연구실

POSTECH MFM
Magnetic Force Microscopy Laboratory

(글) 물리학과 통합과정 이연규

자기힘현미경 연구실(Magnetic Force Microscopy Laboratory)에서는
직접 구축한 극저온 자기힘현미경을 이용하여 초전도체를 포함한 다양한 자성 물질들의
국소적인 자성 이미징을 통해 물질들의 자성 정보 및 물성을
분석하는 것을 목표로 하고 있습니다.



▶ <랩큐멘터리> 영상에서 더 많은 이야기 만나보기

먼저 현미경이란 무엇일까요? 물질을 확대해서 보거나 눈으로 볼 수 없는 작은 물체를 확대해 관찰하는 장치가 현미경입니다. 현재 광학현미경, 전자현미경, 주사탐침현미경(SPM, Scanning Probe Microscope) 등 다양한 종류의 현미경이 존재합니다. 빛을 통해 물질을 확대해 보는 광학현미경의 경우 물체를 쉽게 확대해 볼 수 있다는 장점이 있지만 최대로 확대할 수 있는 정도에 한계가 있습니다. 이 한계를 다른 말로 분해능(Resolution)이라고 하는데 광학현미경의 분해능은 $\sim 1\mu\text{m}$ 정도입니다. 그래서 과학자들은 나노미터 수준의 분해능을 가진 현미경, 더 나아가 원자 하나하나를 볼 수 있는 현미경을 만들려고 시도했습니다. 그 결과 원자 분해능을 가진 전자 현미경인 주사탐침 현미경이 개발되었고 현재 연구적, 산업적으로 다양한 분야에서 활용되고 있습니다.

주사탐침현미경이란 나노미터 수준의 물질을 눈이 아닌 탐침(Probe)을 통해 확대해서 보는 현미경으로 주사터널링 현미경¹(STM, Scanning Tunneling Microscope)과 원자힘현미경(AFM, Atomic Force Microscope)으로 나뉩니다. 원자힘현미경의 경우 캔틸레버에 달린 팁 끝에 있는 원자와 시료 표면의 인력/척력으로 생기는 탐침과 표면 간의 높이 차를 통해 시료의 3차원 형상을 측정합니다. 자기힘현미경은 원자힘현미경을 기반으로 한 주사탐침현미경으로 원자힘현미경에서 사용하는 팁 끝에 자성체(Ni, Co)를 입힌 탐침을 이용해 시료 표면으로부터 수십에서 수백 nm 떨어진 곳에서 시료로부터 발생하는 자기장을 감지합니다. 그리고 2차원 평면상에서 감지한 자기장의 세기를 이미지로 나타내면 시료 표면의 자성 도메인²(Magnetic Domain)을 나노미터 수준의 분해능으로 얻을 수 있습니다. 대표적으로 아래의 그림은 우리가 컴퓨터 저장 메모리로 사용하고 있는 하드디스크(HDD)를 자기힘현미경으로 측정한 이미지입니다.

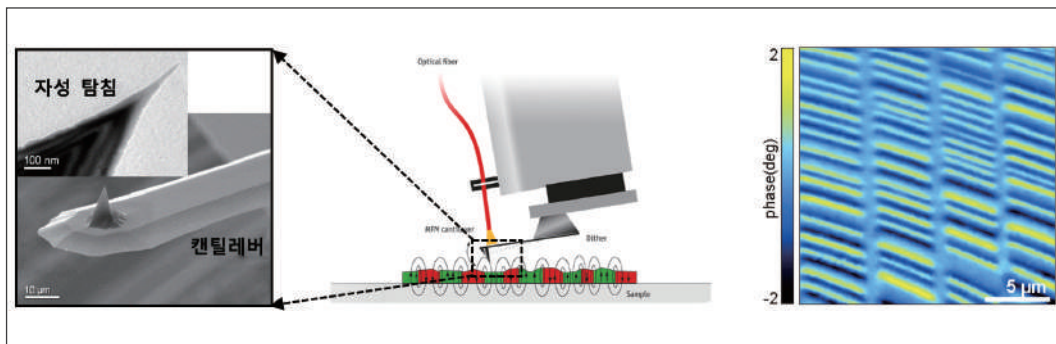


그림 1. 자성 탐침과 이를 이용한 자기힘현미경의 모식도 및 하드디스크(HDD)의 자성 이미지

상온에서 작동하는 자기힘현미경의 경우 현재 상용화가 많이 진행되어 차세대 메모리 소자인 MRAM³, 고밀도 하드디스크 등 다양한 영역에서 활용되고 있습니다. 반면 포스트렉 자기힘현미경 연구실에서 다루는 자성, 초전도와 같은 저온 상전이를 연구하기 위해서는 낮은 온도와 다양한 자기장 하에서 작동하는 극저온 자기힘현미경이 필수적입니다. 하지만 극저온 자기힘현미경은 상업적으로 판매하지 않고 제작이 굉장히 어려워 전 세계적으로 보유한 곳이 대어섯 곳에 불과합니다. 김지훈 교수님께서서는 2007년부터 Harvard 대학교와 Los Alamos 국립 연구소에서 4 K 극저온 자기힘현미경을 구축한 경험과 노하우를 바탕으로 2014년 POSTECH에서 세계 최초로 0.3 K에 도달하는 극저온 벡터 자기장 자기힘현미경을 구축하셨습니다.

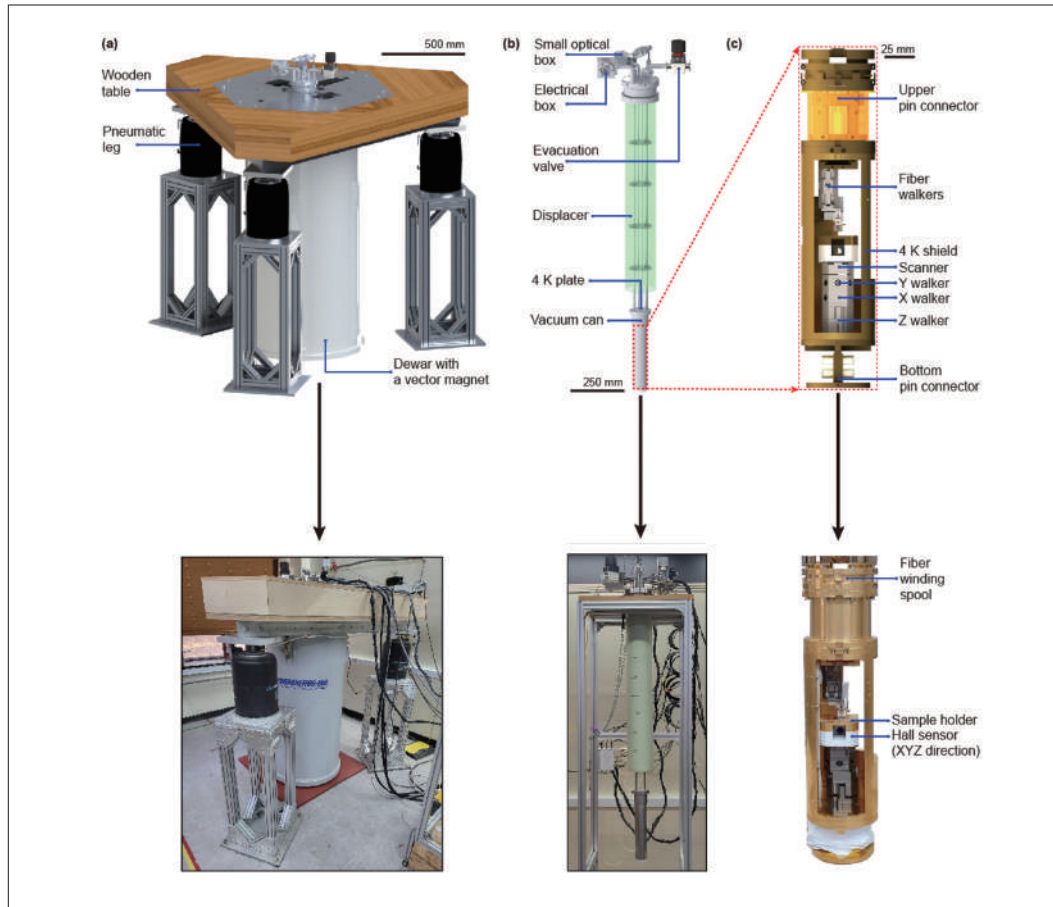


그림 2. 2021년에 추가로 구축한 4 K 극저온 벡터 자기장 자기힘현미경

이렇게 직접 구축한 극저온 벡터 자기장 자기힘현미경을 활용하여 자기힘현미경 연구실에서는 크게 강자성 물질과 초전도 물질에 관해 연구를 진행하고 있습니다.

강자성 물질의 자성 도메인 구조 연구

강자성 물질들은 특정 방향으로 쉽게 자화하려는 자기비등방성의 특징을 가지고 있습니다. 따라서 자기장의 세기와 방향을 3차원으로 변화시키면 동시에 온도를 조절하여 국소적인 자성 도메인의 형성 및 변화를 관측할 수 있습니다. 이를 통해 비등방성을 연구함으로써 저온 상전이 현상을 이해하는데 큰 도움을 줄 수 있으며, 더 나아가 데이터 저장이나 처리에 이용되는 스핀트로닉스 디바이스 및 자성 디바이스를 설계하는 데에도 응용될 수 있습니다.

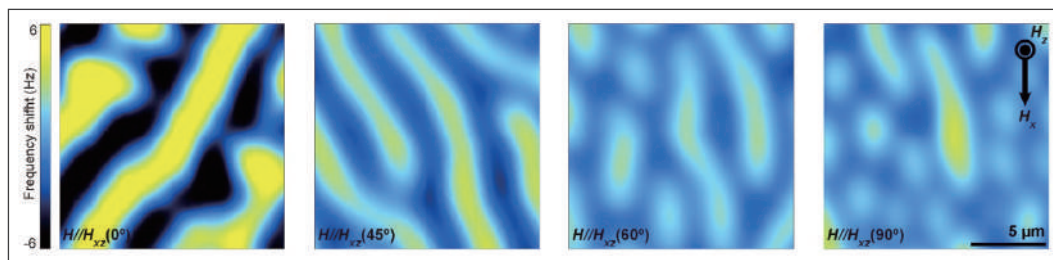


그림 3. $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ 단결정의 자기장 각도에 따른 자성 도메인 이미지

초전도체의 기본 물성 및 소용돌이 동역학 연구

초전도체는 외부 자기장이 인가됐을 때(검은색) 초전도 내부로 자기장이 침투하지 못하게 외부 자기장을 밀어내는 방향으로 초전도 전류(빨간색)가 형성됩니다. 이러한 반자성 효과를 마이스너(Meissner) 효과라고 합니다. 마이스너 효과로 인해 임계자기장 이하에서 외부 자기장이 초전도체 안으로 침투하지 못하는 1형 초전도와 달리, 2형 초전도는 초전도 소용돌이가 침투하기 시작하는 제 1 임계자기장과 초전도성이 깨지는 제 2 임계자기장 사이의 외부 자기장이 초전도체 안으로 침투하여 초전도 소용돌이⁴(Superconducting Vortex)를 형성합니다. 그 결과 초전도체를 자기힘현미경으로 측정하면 아래와 같은 소용돌이와 마이스너 영역의 자성 이미지를 얻을 수 있습니다.

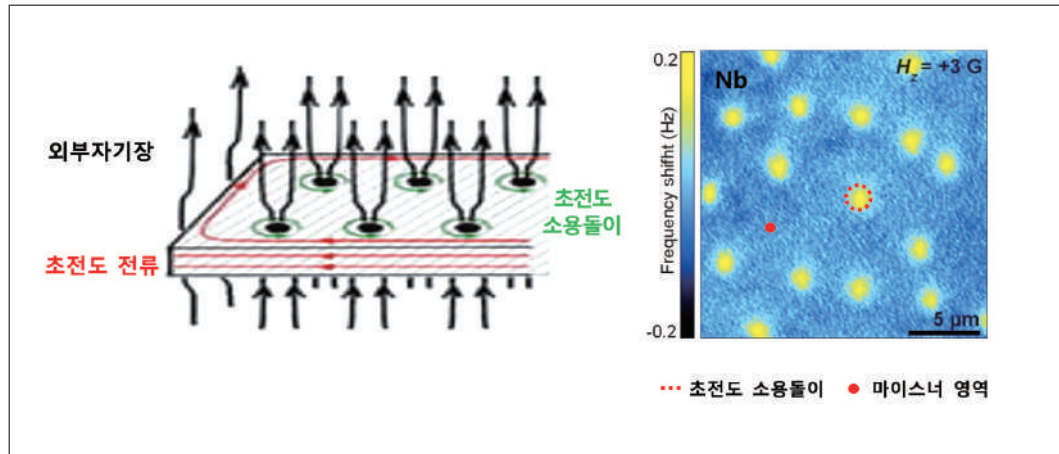


그림4. 초전도 소용돌이 모식도와 자기힘현미경으로 측정한 Nb 초전도체의 소용돌이 이미지

김지훈 교수님께서서는 자기힘현미경으로 마이스너 효과를 이용해 초전도체의 가장 기본 물성 중 하나인 자기투과 깊이⁵를 측정할 수 있는 기술(마이스너 커브 비교법)을 2012년에 개발하셨습니다. 이 기술은 초전도체의 쿠퍼 전자 쌍 대칭성과 더불어 초전도 응용에 관련된 임계전류 및 초전도 소용돌이의 액체상으로의 상전이에 대한 정보를 주기 때문에 초전도체 연구에 굉장히 핵심적인 기술입니다.

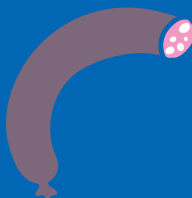
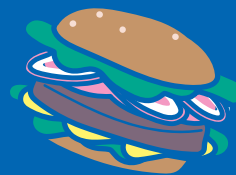
특히, 세계에서 유일한 극저온 벡터 자기장 자기힘현미경을 이용한 연구를 할 수 있다는 점과 이러한 장비 구축에 관한 노하우들을 배울 수 있다는 점이 큰 장점입니다. 저희 연구실만의 장비를 이용해 다양한 연구를 진행하고 있으니 관심 있는 학생들은 yklee@postech.ac.kr로 언제든지 문의해 주시기 바랍니다. ㉠

각주

1. 전자의 양자역학적 터널링을 이용하여 시료의 표면 이미지를 얻을 수 있는 장비
2. 물질을 구성하는 미세 단위 자성인 스핀이 같은 방향으로 정렬한 영역
3. 자성 재료의 자화를 응용하여 외부 전원이 없는 상태에서도 정보를 유지할 수 있게 하는 메모리
4. 초전도성이 깨진 부분으로 양자화된 자기선속이 통과하는데 이때 초전도 전류가 나선형으로 흐르면서 형성되는 소용돌이
5. 외부 자기장이 가해졌을 때 자기장이 초전도체 내부로 침투하는 깊이

알림자들의 생생한 이야기

ALIMI ON AIR

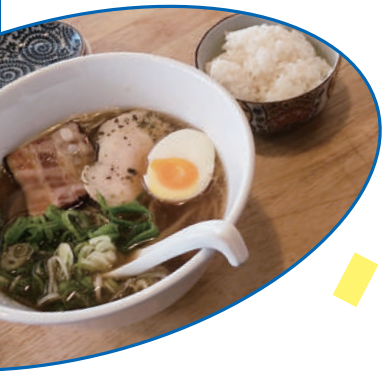




알슐랭 맛집 탐방 V-LOG

전국의 포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

뜨거운 햇살이 내리쬘던 더운 여름이 지나가고, 날씨가 제법 선선해지고 있네요!
새 학기를 맞이할 시기인 요즘, 여러분들은 잘 지내고 계시나요? 저희 알리미도 최근
2학기 개강을 맞이하게 되었는데요. 포스텍 학생들은 학기 초 여유로움을 만끽하며
친구들, 선후배들과 맛있는 음식을 먹으러 다니곤 합니다. 그래서 이번 알리미 ON
AIR에서는 저희 알리미가 엄선한 '알슐랭 맛집'을 소개해 드리고자 합니다!
'먹기 위해 산다'라는 말, 다들 들어보셨죠? 저희 알리미들도 먹는 것에 진심인데요.
이번 호에는 포스텍 재학생들의 미각을 호강시켜 주는 소울 푸드와 재학생들의 추억이
가득 담긴 장소들을 담아보았습니다. 여러분도 포항에 오실 일이 있다면 저희가 추
천하는 식당들을 한 번 방문해 보시는 것도 좋을 것 같네요. 재학생들에게도 인정받
는 포스텍 주변의 맛집들이 궁금하다면? 아래의 QR 코드를 통해 '알슐랭 맛집 탐방
V-log' 영상을 확인해 보세요! 📺



9월 1일, 옆의 QR 코드를 찍어
'알슐랭 맛집 탐방 V-log' 영상을 확인해 보세요!



한 층 더 성장해 가는 나

(글) 컴퓨터공학과 19학번 이경민

포스테키안 독자분들 안녕하세요!

저는 컴퓨터공학과에 재학 중인 19학번 이경민입니다.

포스텍에는 3개의 큰 행사가 있습니다. 2월 그 해 입학할 새내기를 대상으로 진행하는 OT인 새내기새로배움터(이하 새터), 5월 바쁜 학교생활 중 잠시 모든 것을 잊고 신나게 놀 수 있는 대학 축제인 해맞이한마당(이하 축제), 9월 카이스트와 교류할 수 있는 포스텍카이스트학생대제전(이하 포카전)이 개최됩니다. 이 행사들을 준비하고, 진행하는 단체가 바로 준비위원회인데요. 행사 이름을 앞에 붙여 새내기새로배움터 준비위원회(이하 새준위), 해맞이한마당 준비위원회(이하 축준위), 포스텍카이스트학생대제전 준비위원회(이하 포준위)라 부릅니다. 8번의 준비위원회 그리고 3번의 준비위원장을 경험하며 느꼈던 솔직한 감정들을 이 글을 통해 공유하려 합니다.

저의 첫 준비위원회는 2020 새준위였습니다. 제가 포스텍에 갓 입학했을 때 경험한 2019 새터는 정말 재미있었습니다. 오직 새내기만을 위해 유익한 프로그램을 하나부터 열까지 준비해 주시고, 당일에는 동물 잠옷을 입고 재밌게 진행해 주신 준비위원회 선배들이 인상 깊었던 기억이 납니다. 새터가 끝나는 날 모든 준비위원이 무대로 올라와 인사를 하며 입학을 축하해 주셨을 때 큰 감동을 받아 저도 꼭 새준위를 하겠다고 다짐했습니다. 그렇게 참여하게 된 2020 새준위는 생각했던 것 이상으로 뜻깊은 경험이었습니다. 좋은 사람들을 만났고, 다양한 업무를 처리하는 방법과 영상 제작을 배웠습니다. 이는 제가 교내 방송국 PBS에 지원하는 계기가 되었습니다.

그러나 새터 2주 전 리허설을 포함한 모든 준비가 마무리되었을 때, 코로나19로 행사가 전면 취소되었다는 통지를 받았습니다. 새터가 취소되고 개강이 연기되며 2020 새준위는 흐지부지 마무리되었습니다. 비록 팀장이 아닌 팀원이었으나, 행사를 마무리하지 못했다는 아쉬움이 마음 한편에 남았습니다. 2020 새터 취소가 특히 아쉬웠던 이유는 대학 입학 후 제일 열심히 했던 학생 활동이 결실을 보지 못했기 때문입니다. 2021 새터는 대면이 아니라는 아쉬움은 있었지

만, 끝까지 행사를 끝까지 마무리해 보고 싶다는 마음으로 새준위에 지원했습니다. 2021 새준위에서는 의견 대립이 심해 하나의 의견으로 모이지 않는 경우가 많았고, 결국 이는 갈등과 팀 분열로 이어졌습니다. 저는 이 일로 인간관계에 상처를 많이 받았습니다. 2021 새터는 무사히 마무리되었으나 다시는 준비위원회를 하지 않겠다고 다짐하게 되었습니다.

만약 이 다짐이 변하지 않았다면 저는 아마도 완전히 다른 대학 생활을 했을 것입니다. 어느 날 교내 방송국 PBS에서 친해진 후배들이 2021 포준위가 기대된다고 말하는 모습을 보며 많은 생각이 들었습니다. ‘후배들이 2020 새준위 때의 소중한 경험을 느끼되, 2021 새준위 때의 힘들거니와 않게끔 이끌어 주는 것이 선배의 역할이 아닐까’라고 고민했고, 저는 2021 포준위 영상팀장에 지원했습니다. 첫 팀장이라 서툴기도 했고, 모든 일이 수월하게 진행되지는 않았습다. 하지만 팀원들이 가끔 ‘그때 포준위가 포스텍에서 제일 재밌었다’, ‘선배랑 한 포준위가 그림다’라는 말을 해줄 때면 뿌듯하고 하릴 잘했다는 생각이 듭니다.



2022년, 코로나19가 점차 수그러들고 이제 다시 대면의 활기가 솟아나는 해였습니다. 2022 새터까지는 비대면으로 진행했지만 2022 포카전은 다시 대면으로 개최한다는 소식에 제 심장은 두근거렸고, 저는 고민 끝에 준비위원회 위원장에 지원했습니다. 위원장을 맡는다는 것은 곧 포스텍의 대면 행사 부활을 책임진다는 뜻이었습니다. 학생 사회에서 이토록 의미 있는 일을 할 기회는 쉽게 오지 않을 것 같았습니다. 막상 위원장이 된 후에는 ‘어디서부터 시작해야 할지’, ‘어디까지 신경 써야 할지’, ‘모자란 예산은 어떻게 마련해야 할지’, ‘과감한 시도를 해도 될지’와 같은 고민으로 막막했습니다. 4년 만에 포스텍에서 대면으로 개최하는 포카전이라 경험자도 2명뿐이었고, 남아있는 자료도 시원치 않아 거의 처음부터 행사를 준비해야 했기

때문이지. 제가 주도하여 진행하는 과정들이 앞으로의 대면 행사 준비의 기반이 될 수 있다는 생각에 부담도 컸지만, 좋은 동료들과 함께 하나씩 해결해 나가다 보니 성공적으로 2022 포카전을 마무리할 수 있었습니다.



이후 2023 새준위, 2023 축준위까지 3번 연달아 위원장을 맡았습니다. 위원장을 맡을 때마다 위와 같은 문제점과 고민은 똑같이 반복됐습니다. 사실 모든 행사의 위원장을 맡는 것은 드문 일이라고 합니다. 한 번도 힘든 일을 세 번 연속 맡기로 다짐한 데에는 크게 세 가지의 이유가 있었습니다. 첫 번째 이유는 앞서 말씀드렸듯 대면 행사를 부활시킨다는 것은 앞으로 해볼 수 없는 경험이기 때문입니다. 학우분들 대부분이 대면 행사는 처음이었기에 그만큼 특별한 행사를 선물해 드리고 싶었습니다. 두 번째 이유는 준비위원회를 갈등 없이 이끌어가고 싶었기 때문입니다. 50명에 가까운 위원들이 보수도 없이 그야말로 자기 시간을 갈아 행사를 준비하는 만큼, 그 누구도 상처받지 않고 소중한 추억을 가져가기를 바랐습니다. 마지막 세 번째 이유는 준비위원회 활동은 나의 부족함이 무엇인지 깨달을 수 있는 활동이기 때문입니다. 준비위원회의 장점이 무엇이나 물으면 흔히 다양한 경험을 해볼 수 있는 것, 좋은 사람들을 만나는 것 이렇게 두 가지를 꼽습니다. 이에 더해 나의 부족함이 무엇인지 깨달을 수 있는 것도 준비위원회의 큰 장점이라 생각합니다. 나에 대해 깊게 고민하는 과정에서 성장한 나 자신을 발견할 수 있었습니다.



팀장, 위원장을 거치면서 ‘나는 좋은 리더인가?’에 관해 가장 많이 고민했습니다. 준비위원회 활동을 하면서 준비위원회의 팀장들과 위원장들, 동아리나 학생 단체의 회장 그리고 학교 행정팀 팀장 선생님까지 많은 리더를 봤습니다. 처음에는 좋은 리더들을 따라 해 보려고 했지만 잘되지 않았습니다. 제가 잘할 수 있는 방식, 옳다고 생각하는 방식을 고민했고 나름 저만의 기준을 세울 수 있었습니다. 지금 제가 생각하는 좋은 리더는 쓴소리라도 할 말은 제때 하고, 결정해야 할 때를 알고 있으며, 주변 사람들 말에 귀 기울이는 리더입니다.

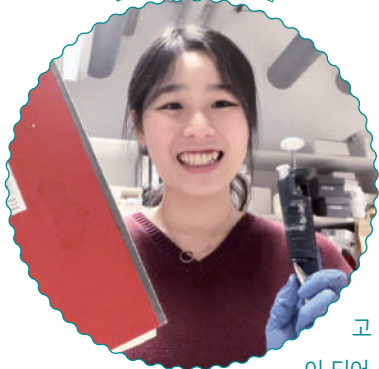


여러분도 자신의 부족함을 직면할 수 있는 경험을 많이 해보시길 바랍니다. 그럴 때마다 피하지 말고 있는 그대로를 바라보고 깊이 고민하는 시간을 가지면 한 층 성장해 있는 자신을 발견할 것입니다. 자신의 단점을 끝까지 바라보고 고민할 수 있는 사람은 세상에 오직 자신뿐입니다. ☺

과학자가 된다는 것, 누군가에게는 너무나도 자연스러운, 그러므로 행복한.

(글) 생명과학과 19학번 정채림

연구할 때 제일 행복한 사람



포스테키안 구독자 여러분 안녕하세요!
‘연구한다’는 경험으로 대학 생활을 채워온, 연구할 때 제일 행복한 포스텍 생명과학과 19학번 정채림입니다. 고등학생 때 면역학에 푹 빠져 “포스텍 세포면역학 연구실의 일원이 되고 싶다”라고 외치던 저는 어느새 어엿한 포스테키안이 되어 4년째 세포면역학 연구실에서 연구 참여를 이어오고 있습니다. 이 경험을 바탕으로 독일 막스플랑크 심장 폐 연구소로 해외 인턴ships을 다녀오기도 했는데요. 제가 ‘연구하는 삶’에 확신을 갖게 된 여정을 이 글을 통해 여러분과 나누고자 합니다.

면역학에 푹 빠진 포스테키안 지망생

면역학의 묘미는 우리 몸이 펼치는 놀라운 복잡성과 균형에 있습니다. 고등학생 때 면역학에 매료되어 이를 최전방에서 연구하고 계시는 포스텍 교수님들께 질문을 드리기도 했습니다. 당시의 생각을 꼭꼭 담은 메일에 돌아온 답신은 정말 감사하게도 “꼭 포스텍에 와서 나랑 면역학의 중요한 문제를 풀어갑시다.”였습니다. 교수님과의 대화 이후 더욱 간절히 포스테키안을 꿈꾸게 된 저는 당당히 포스텍에 입학했고, 과학자가 되기 위한 첫발을 떼었습니다. 포스텍의 가장 큰 장점은 여러 실질적인 도전 기회를 학생들에게 아낌없이 주는 것이라고 생각합니다. 마음속 깊이 다짐해 왔듯, 저는 입학 후 직접 ‘연구한다’라는 경험을 찾아 나섰습니다. 그 갈망으로 2학년부턴 제가 꿈꾸던 세포면역학 연구실(Cellular Immunology Lab)에서 연구 참여를 시작하게 되었습니다.

‘왜?’라는 질문의 중요성, 나의 첫 연구 참여

‘채림이가 관심이 있다면, 이 연구에 참여해 볼래?’ 제 인생 첫 연구 경험의 시작이 됐던 교수님의 메일 답신 속 일부입니다. 수업 중 드린 질문을 계기로 소중한 기회를 얻어 세포면역학 연구실에서 진행되던 [Project D, 차세대 DNA 백신 프로젝트]에 참여하게 되었습니다. 제 역할은 프로젝트의 포문을 열고 방향성을 잡는 것이었습니다.

당시 학계에서 실시간으로 업데이트되는 코로나바이러스와 DNA 백신에 관한 임상 연구 결과들을 종합해 비판적인 시각으로 질문하는 연습을 했습니다. 이 과정에서 전공 서적이나 논문의 내용을 공부하는 것과 연구하는 것은 큰 차이가 있다는 것을 알게 되었습니다. 전자의 경우 주어진 사실을 그대로 받아들이고 체계화하는 것이라면, 후자의 경우 ‘이것이 정말 그럴까?’라는 질문을 시작으로 이를 해결해 가는 과정이라고 생각합니다. 또한 사람들과 함께 질문에 대한 답을 찾아가는 과정이 즐겁다는 확신이 들었습니다. 백신 프로젝트의 방향성을 고민하며 공부와 연구의 연결 다리인 ‘왜?’라는 의문점을 제시하고, 선배들과 생각을 공유하며 연구의 방향을 잡아갔습니다. 특히 사람들과 상호 작용하는 것을 사랑하고 연구를 공유하는 순간을 즐기는 저는 과학의 즐거움을 배로 느낄 수 있었습니다.

‘니만의 연구’, 묵묵히 길을 걸어가다



세포면역학 연구실에서

3학년부턴 본격적으로 저만의 연구를 시작했습니다. 바이러스에 의한 염증이 폐의 상피 세포에 미치는 영향과 염증 기억에 대해 연구를 확장하며 깊이를 더해갔습니다. 때로는 번뜩이는 아이디어가 지름길을 내려줬지만, 대부분은 다른 길로 어렵게 돌아가야 했습니다. 이 과정에서 ‘연구한다’는 것은, 하나의 결과에 도달하기까지 홀로 깊이 사유하는 시간을 견뎌야 하는 일임을 느꼈습니다. 즉, 연구를 즐기는 자세뿐만 아니라 연구 과정에서의 어려움을 묵묵히 견뎌내는 인내의 필요성을 알

나의 1년 반 연구의 결실, 학사는문연구를 제출한 순간





즐거워한 교수님과 함께

제복인 연구수상

게 되었습니다. 늘 즐거운 순간만 있었던 것은 아니지만, 연구하는 과정 자체가 저에게는 즐거움을, 한 편으로는 내면으로 생각을 모으는 연습을 할 수 있게 해주었음을 체감했습니다. 포스텍 세포면역학 연구실에서 '연구한다는 것'이 무엇인지를 직접 부딪히며 배울 수 있었던 것은 큰 행운이었다고 생각합니다.

독일이러는 새로운 공간으로의 길

3년간 연구를 하며 이제는 '내가 앞으로 연구자로서의 길을 걸어갈 수 있을까?'를 고민하는 시간이 필요함을 느꼈습니다. 이에 온전히 나에게 집중할 수 있도록 새로운 공간에서의 기회에 도전했습니다. 포스텍에서의 경험 덕분에 한-독 글로벌 인재 양성 프로그램을 통해 독일 막스플랑크 심장 폐 연구소(Max Planck Institute for Heart and Lung Research)로 해외 인턴십 기회를 얻었고, 설레는 마음을 안고 독일로 향했습니다. 현대 과학의 시작점이라 불리는 독일의 연구 환경은 포스텍에서의 연구 참여가 그렇듯 유쾌하게 구애받지 않고 연구자가 궁금해하는 연구를 진행할 수 있는 환경이었습니다. 저의 경우, 제 호흡기 바이러스와 폐 염증 연구 경험이 담당 박사님의 연구 분야와 연계되어 새 프로젝트가 시작되었습니다. 그뿐만 아니라 연구실에서 진행 중이던 프로젝트 또한 병행하며 다국적의 동료들과 소통하고 새로운 공간에서의 시작을 그려갈 수 있었습니다.



독일 막스플랑크 심장 폐 연구소로 입국



인턴십 마지막 날 소중한 동료들과 함께

'나에 대한 이해', 나는 왜 연구하는가?

독일은 또한 저에게 여유의 공간이었습니다. 한국에서 대부분의 시간을 사람들과 보내던 저에게 처음으로 퇴근 이후 온전한 개인 시간이 주어졌습니다. 저는 연구실이 위치한 바트나우하임에서 여유를 즐기며 스스로에 집중할 수 있었습니다.



독일에서의 여윌 계절

퇴근 후 생각에 잠길 때마다 나에 대해, 그리고 '나는 왜 연구자가 되고자 하는가?'에 대해 고민하던 중, 매월 작성하는 업무 보고서에서 박사님의 코멘트가 큰 힌트가 되었습니다. '어느 순간 프로젝트의 주도권을 잡습니다. (Take Initiative)'라는 표현이었는데요. 그간 연구를 향한 제 자세를 표현하기에 적합하다고 생각했던 것 같습니다. 그리고 그날 제 일기장에는 다음 문장이 기록되었습니다. "나는 주도적으로 무언가를 해내는 순간에 행복을 느낀다. 그리고 연구하는 과정과 순간은 그 매개체가 되어 나에게 원동력과 에너지를 준다." 저는 막연히 연구가 좋은 것을 넘어서서 '나는 왜 연구하고 싶은가?'를 확신으로 표현할 수 있게 되었습니다.



독일에서의 여유의 순간들

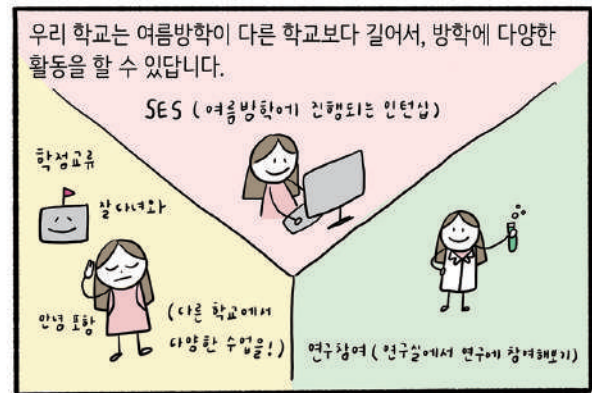
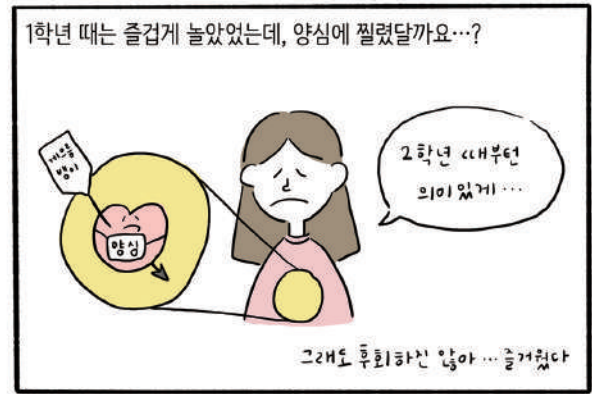
나에게는 너무나도 행복한 과학자의 길

현재 저는 시작점이었던 세포면역학 연구실로 돌아와 대학원 진학을 준비하고 있습니다. 고등학교 때 호기심을 가득 담아 교수님께 보냈던 메일을 시작으로 4년간의 연구 활동을 거쳐 대학원 진학을 앞둔 지금까지. 시기와 횟수에 관계없이 학생들이 '원하는 만큼' 연구 참여가 가능한 포스텍이었기에 가능했다고 생각합니다. 물론 제 연구 인생은 이제 발돋움 단계이지만, 지금까지 그랬듯 새로운 세상에 도전하며 확신으로 나아갈 생각에 설렙니다.

여러분들도 자신이 꿈꾸는 분야에 아낌없이 도전하고 고민하면서 자신만의 문장으로 자신의 '왜?'를 표현하는 순간이 오길, 그리고 확신으로 나아갈 수 있길 응원합니다. 포스텍 세포면역학 연구실이 저에게 큰 행운이었듯 포스텍을 꿈꾸는 여러분들께도 행운이 찾아오고 그 행운에 자신 있게 다가설 수 있길 바라며 글을 마칩니다 :~)



여름방학



졸업

저에게도 평생 오지 않을 것 같은 졸업이 다가왔습니다.



1학년을 보내며 '언제 4년이나 지나서 졸업하지?'라고 생각했던 게 엇그제 같은데 벌써 졸업이라니 기분이 이상해요.

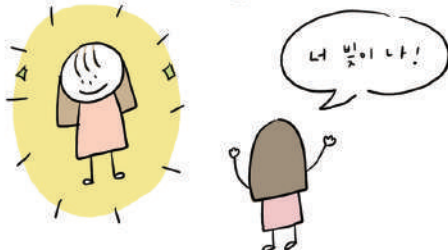
벌써 내가 졸업이라니
시원 섭섭하다



저는 이번 마지막 방학에 친구들과 졸업여행을 갔어요.



학교를 떠나는 친구들도, 학교에 남아있는 친구들도 있지만 모두 반짝반짝 빛나는 사람이 되었으면 좋겠어요!



저는 다음 학기부터 대학원에 가서 앞으로 6년 반 동안 포항에 더 있을 예정입니다.



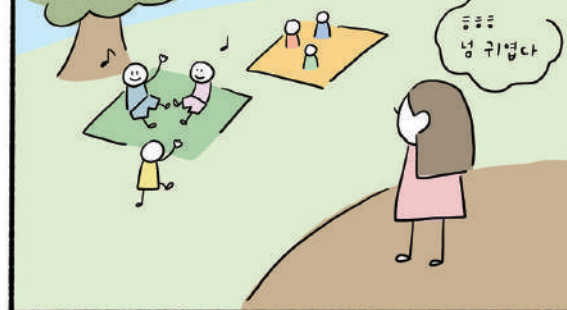
저는 포스텍의 진정한 고인들이 되겠습니다...

대학교에서의 가장 의미 있었던 일 중 하나는 '포스텍의 일상을 그려 박서연'을 그리며 여러분을 만났던 일입니다.



부족한 글과 그림 읽어주셔서
감사합니다.
정말 뜻 깊은 날들이었어요!
여러분 덕분에요!

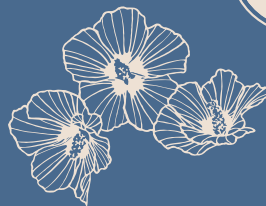
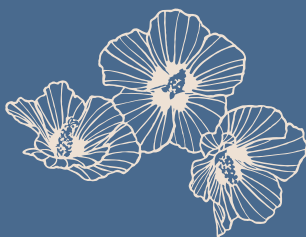
포그박은 끝나지만 나중에 여러분을 포스텍에서 볼 수 있다면 정말 기쁠 것 같아요!



여러분 덕분에 대학 생활의 즐거움이 더해졌습니다. 감사합니다!



일제강점기 한국을 위해 노력한 과학자들



(글) 반도제공학과 23학번 29기 알리미 김세현

8월 15일은 한반도가 일본 제국으로부터 해방된 것을 기념하는 광복절입니다. 우리는 일반적으로 광복을 위해 헌신하신 독립운동가들을 의병 활동이나 무력 투쟁 등을 하는 모습으로 떠올리곤 합니다. 그러나 널리 알려지지 않는 않지만 과학자들 중에서도 조국의 독립을 위해 노력해 주신 분들이 있다는 사실, 알고 계시나요? 일제 강점기 당시 과학기술 분야에서 조국을 위해 활약하신 분들의 행적에 대해서 알아보시다.

참고 자료

1. 윤신영, 박연수. "미군과 국내 작전 때 필요한 한글암호, 개발 한달 만에 '임무 완료'". 『동아사이언스』. 2019년 3월 2일.
<http://m.dongascience.com/news.php?idx=27132>
2. 한덕동. "독립운동가 이상설 선생은 수학의 아버지". 『한국일보』. 2014년 7월 29일.
<https://www.hankookilbo.com/News/Read/201407291167323998>
3. 김지희. "일제강점기 활약한 '과학 커뮤니티'". 『이웃집과학자』. 2019년 7월 22일.
<http://www.astronomer.rocks/news/articleView.html?idxno=87961>
4. "과학조선 건설"을 민족과제로 제시하고 과학운동을 펼치다. 『대한민국과학기술유공자』.
https://www.koreascientists.kr/scientists/merit/merit-list/?boardId=bbs_0000000000000028&mode=view&cntId=73

그림 출처

- 그림 1. 참고자료 1의 출처와 동일
그림 2. 우에노, 카요시. 『산술신서』. (이상설 역. n.d.: 학부 편집국, 1900)
그림 3. 박상준. "과학의 날" 원조 '과학데이'를 아시나요?. 『한겨레』. 2017년 4월 17일.
https://m.hani.co.kr/arti/science/science_general/791001.html

김우전 선생님 : 참고자료 1의 출처와 동일

이상설 선생님 : 오윤주. "헤이그 특사 이상설 선생 기념관 진전에 조성...9월 착공". 『한겨레』. 2020년 6월 12일.
<https://n.news.naver.com/mnews/article/028/0002500968>

김용관 선생님 : 참고자료 4의 출처와 동일

일본과 맞서 싸우기 위해
한글 암호를 연구한

김우전 선생님 (1922~2019)



김우전 선생님은 일제강점기 말 한국광복군으로 활약하며 국내 진공 작전에 참여했던 인물로, 미군과 함께 'W-K(우전 김) 한글 암호'를 만든 것으로 잘 알려져 있습니다. 김우전 선생님은 학도병으로 징집되어 일본군 부대에 입대하였으나, 탈출하여 한국광복군 훈련반에 합류하였습니다. 한국광복군이 미군과 함께 일본에 맞서 싸울 때 꼭 필요했던 것이 바로 한글 암호 체계입니다. 당시 부대에서 영어, 한국어, 일본어를 모두 할 줄 아는 사람이 김우전 선생님밖에 없어서 한글 암호를 만드는 임무를 담당하게 되었다고 합니다.

SECRET

COPY NO. 40

W-K KOREAN CODE TABLE . (B) 한 글 암호 표

자 음				모 음				바 침				수 자				영 자			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5
11	21	31	41	51	61	71	81	91	01	11	21	31	41	51	61	71	81	91	01
ㄲ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅓ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5
12	22	32	42	52	62	72	82	92	02	12	22	32	42	52	62	72	82	92	02
ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6
13	23	33	43	53	63	73	83	93	03	13	23	33	43	53	63	73	83	93	03
ㄷ	ㄹ	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7
14	24	34	44	54	64	74	84	94	04	14	24	34	44	54	64	74	84	94	04
ㄹ	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	25	35	45	55	65	75	85	95	05	15	25	35	45	55	65	75	85	95	05
ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	26	36	46	56	66	76	86	96	06	16	26	36	46	56	66	76	86	96	06
ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
17	27	37	47	57	67	77	87	97	07	17	27	37	47	57	67	77	87	97	07
ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
18	28	38	48	58	68	78	88	98	08	18	28	38	48	58	68	78	88	98	08
ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
19	29	39	49	59	69	79	89	99	09	19	29	39	49	59	69	79	89	99	09
ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
20	30	40	50	60	70	80	90	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	00	10

1 JUNE 1945

SECRET

그림 1. W-K 한글 암호표

예를 들면, '김'의 자음 'ㄱ'은 11, 모음 'ㅣ'는 39, 받침 'ㅁ'은 0015로 표현되기 때문에 '김'은 W-K 암호로 '11390015'가 됩니다. 김우전 선생님의 암호는 아무리 복잡하고 긴 문장이더라도 항상 네 글자씩 끊어서 해독하면 헛갈릴 일이 없다는 장점이 있습니다. 하지만 안타깝게도 선생님의 암호는 실전에서 사용되지는 못했습니다. 암호 체계가 완성된 후, 국내 진공 작전이 있기 전인 1945년 8월에 일본군이 항복했기 때문입니다. 비록 암호는 실제로 사용되지 못했지만, 스스로의 능력으로 암호체계를 완성하여 일제에 당당히 맞서 싸우고자 했던 김우전 선생님의 의지와 열정을 기억해 보도록 합시다.

선생님은 모든 글자를 4자리의 숫자로 만들어 표현할 수 있도록 암호를 구성하였습니다. 자음은 11~24로, 쌍자음은 25~29로, 모음은 30~39로, 이중모음은 40~49의 숫자로 대응시켰습니다. 단, 받침은 일반 자음과는 달리 앞에 00이 붙은 0011~0034까지의 숫자를 사용하였습니다. 숫자와 알파벳 역시 0051~0136까지의 네 자릿수로 대응시켰습니다.

일제 강점기에 활약한 '과학 커뮤니케이터'

김용관 선생님 (1897~1967)



여러분은 '과학 커뮤니케이터'라는 직업에 대해서 들어 본 적이 있나요? 과학 커뮤니케이터란 어려운 과학지식을 대중들에게 이해하기 쉽게 소개해 주는 직업입니다. 그런데 일제강점기에도 과학의 대중화를 위해 과학 커뮤니케이터로 활동한 사람이 있다는 사실, 알고 계신가요? 바로 김용관 선생님입니다. 선생님은 조선인을 위한 과학 학회를 설립하고, 우리나라 최초로 '과학의 날'을 만드는 등 과학 대중화에 큰 기여를 했습니다. 김용관 선생님은 일본 유학 도중 일본의 과학 기술을 보며 강한 자극을 받았습니다. 일본 제국주의의 주권 침탈 이후로, 일제는 조선인들에게 일본어 보급만을 목적으로 한 수준 낮은 교육을 제공했습니다. 이러한 상황에서 김용관 선생님은 조선의 경제적 자립과 과학 지식 보급을 통한 대중의 계몽을 위해 노력했습니다. 1924년, 김용관 선생님은 고등학교 동문과 함께 발명진흥단체인 발명학회를 설립하여 발명 특허 수속에 필요한 상담, 발명품의 설계, 원료의 감정 등과 같은 일을 수행했습니다. 특히 선생님의 민족 과학기술 진흥 활동이 빛을 발한 것은 1930년대였습니다. 1932년, 김용관 선생님은 우리 민족 최초의 과학잡지인 <과학조선>을 창간했습니다. <과학조선>에는 당시에 흔치 않던 형식으로 대중들에게 과학을 전달하기 위한 다양한 시도가 포함되어 있었습니다. 다음은 질문과 응답 형식을 빌려 과학 상식을 흥미롭게 전달한 <과학조선>의 '질문과 응답' 코너에 실린 문답입니다.

- Q. 태양광선은 지구에 도달하는 데 몇 초가 걸립니까?
A. 대략 8분 16초입니다.
- Q. 전등은 직류입니까? 교류입니까?
A. 교류입니다.
- Q. 자석에는 어떻게 철이 붙습니까?
A. 이것은 아직 학설이 없습니다. 자연계의 신비입니다. 당신 같은 이가 신비를 해결하십시오. 자석은 철 이외에도 니켈, 코발트 같은 금속을 붙입니다. 요새 새로 나온 10 전, 5 전짜리 동전은 잘 붙습니다. 실험해 보십시오.

1934년, 선생님은 대한민국 최초로 '과학의 날'을 지정했습니다. 과학의 날에 진행된 주요 행사로는 강연회, 영화 상영, 자동차 기행렬, 발명품 전람회 등이 있었습니다.

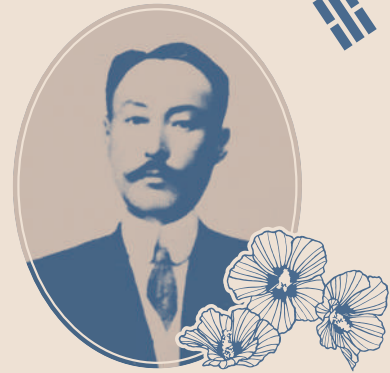


그림 2. 과학의 날 행사 포스터

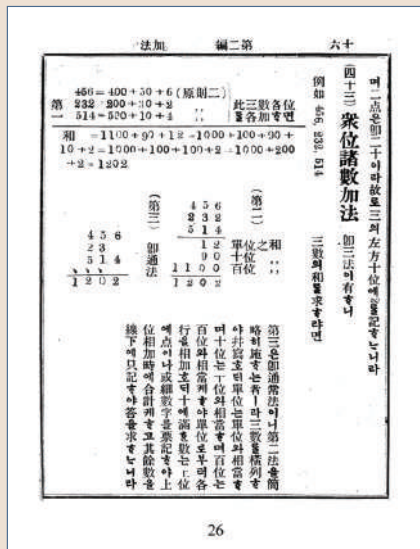
선생님의 과학운동이 지니는 가장 큰 가치는 과학기술을 민족 과제로 제시하고 과학의 진흥을 열성적으로 추진했다는 것에 있습니다.

한국 근대
수학 교육의 아버지

이상설 선생님 (1870~1917)



이상설 선생님은 이준, 이위중 선생님과 함께 헤이그 특사로 파견되었으며, 국경을 넘나들며 전방위적으로 국권 회복을 위해 노력하신 분으로 알려져 있습니다. 한편, 선생님은 일찍이 신학문을 수용하여 한국에 근대 수학 교육을 정착시킨 교육자이기도 했습니다. 이상설 선생님은 과거에 급제하기 전부터 당시 서울의 수재로 알려진 사람들과 함께 신학문을 공부했습니다. 선생님은 타국에서 들어온 자연과학 분야의 자료를 깊게 이해하고 자신만의 방법으로 정리하여 『화학계몽초』, 『식물학』 등 물리, 생명, 화학 분야의 다양한 서적을 집필하였습니다.



선생님의 수많은 저서는 선생님께서 자연과학에 남다른 관심과 식견을 가지고 있었음을 보여줍니다. 이상설 선생님은 비상한 능력을 인정받아 어린 나이에 성균관의 교수 겸 관장으로 임명되기도 했습니다. 선생님은 자신이 관심을 가지고 공부해왔던 내용을 바탕으로 성균관의 중등 교육 과정에 국내 최초로 '서양 수학'을 필수 과목으로 지정하였습니다. 이때 교육을 위해 집필되었던 책이 바로 『산술신서』이고, 그 당시의 가장 근대적인 수학책이었다고 평가받고 있습니다. 이제 우리는 이상설 선생님을 떠올릴 때, 국경을 넘나들며 조국의 상황을 알리는 데에 힘쓴 헤이그 특사로서의 모습과 함께 국가 발전을 위해 근대 수학 교육을 도입한 개척자로서의 모습도 재조명해야 할 것입니다.

그림 3. 산술신서 26쪽

이처럼 힘든 시기였던 일제강점기에도 조국을 위해 과학 기술 분야에서 노력해 주신 분들이 많습니다. 우리도 이분들처럼 많은 이에게 선한 영향력을 행사할 수 있는 과학자가 되어야 할 것입니다. 광복절을 기념하며 일제강점기에 활약하신 과학자들에게 감사하고 그들의 정신을 이어받기 위해 노력해 보는 것은 어떨까요? 🌱

신소재공학과가 본 헬스장

(글) 무은재학부 22학번 28기 알리미 조소혜

오늘따라 운동하는데 더 쾌적한 것 같네? 아~ 내가 기능성 소재로 만들어진 옷을 입었구나? 기능성 소재는 어떻게 우리가 운동할 때 땀으로 인한 불편감을 덜 느끼게 해주는 걸까? 운동할 때 입는 기능성 소재의 가장 중요한 특성은 흡습·속건이야. 흡습·속건이란, 섬유 주변으로부터 수분을 흡수할 때 흡수 속도보다 기화 속도가 빨라 섬유에서 수분이 배출되는 성질을 말해. 만약 땀이 배출되지 않고 옷과 몸 표면 사이에 머무르면 끈적함을 유발하겠지? 이때 기능성 소재는 많은 양의 땀을 흡수한 뒤 빨리 마르게 하여 불편감을 줄여줄 수 있지. 흡습성의 핵심 원인인 모세관 현상에 대해 알아보기 전, 우선 응집력과 부착력부터 알아보자! 응집력은 같은 분자들 사이에서 작용하는 인력이고 부착력은 서로 다른 분자들 사이에서 작용하는 인력이야. 물방울이 어떤 고체 위에 있다고 생각할 때, 응집력이 부착력보다 크다면 물 분자는 서로 모이려고 해 결국 물방울의 모양은 작고 동그해질 거야. 반대로 부착력이 응집력보다 크다면 물 분자들은 고체에 달라붙으려고 해서, 아래의 그림 1처럼 물방울은 얇고 퍼진 모양을 갖게 될 거야. 이 현상이 기능성 소재와 무슨 상관이야고? 액체와 고체 사이에 작용하는 인력을 설명할 수 있잖아! 섬유와 땀 사이의 부착력이 크면 클수록 땀이 잘 흡수되겠지?

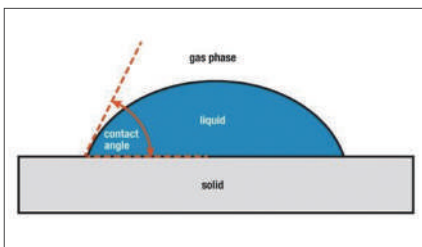


그림 1.
고체에 떨어진 액체와 접촉각¹⁾

이제 모세관 현상에 대해 알아보자! 모세관 현상은 가는 관에 액체를 넣었을 때, 관 속 액체의 표면이 중력의 도움 없이 올라가거나 내려가는 현

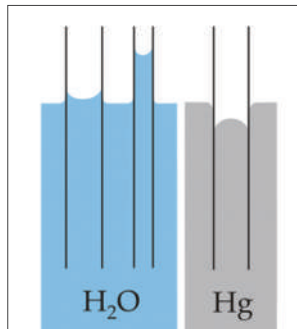


그림 2. 물과 수은의 모세관 현상

상이야.

모세관 현상에는 아까 다뤘던 응집력과 부착력, 이 두 가지 힘이 작용해. 액체 분자와 유리관 벽의 분자 사이 작용하는 부착력과, 액체 분자 사이 작용하는 응집력의 상대적 크기에 따라 관 내부 액체의 높이가 외부 액체의 높이보다 높아지거나 낮아지지. 우리가 평소에 입는 옷들은 동그란 단면을 가진 섬유로 만들어졌어. 이 섬유들이 뽁뽁이 배열되어 있으면, 섬유 사이의 기다란 틈이 마치 관처럼 보일 것 같지? 그래, 이게 바로 모세관 현상을 일으켜 땀을 흡수하는 원리야! 아, 오래 달렸더니 숨이 차네! 난 이제 씻으러 갈래, 안녕~

[각주]

1. 고체 표면에 액체 방울이 존재할 때, 액체의 방울이 고체의 표면과 이루는 각

[참고 자료]

1. 원호섭, "땀 재빨리 흡수하는 여름용 옷, 식물 모세관 현상 이용했다요," 「매일경제」, 2020년 7월 23일
2. 송준규 김형대, "이동하는 소수성 및 친수성 표면에서의 액적의 동적축각 측정," 「한국가시화정보학회」, 16, no.2 (2018): 17.
3. 주효숙, 임동혁, 박영준, 김형준, "점착물성과 접촉각의 관계," 「접착 및 계면」, 6, no.1 (2005): 20

[그림 출처]

그림 1. "Contact angle - Measuring surface tension." lenseis. n.d. <https://www.linseis.com/en/properties/contact-angle/>.

그림 2. "모세관 현상." 위키피디아. 2023년 5월 30일. https://ko.wikipedia.org/wiki/모세관_현상.



화학가가 본 헬스장

(글) 무은재학부 23학번 29기 אלימי 윤현서

요즘 보디 프로필 찍는 게 대세라지? 이번 여름엔 나도 다이어트에 성공하고 싶은데, 지방이 태워지는 원리에 대해 알아볼까?

흔히 말하는 '지방을 태운다'라는 표현은 체내 중성지방을 분해하는 것을 말해. 지금까지 밝혀진 지방분해 기전으로는 cAMP pathway, cGMP pathway 등이 있어. 이들 모두 호르몬 민감성 지방분해효소인 HSL(Hormone Sensitive Lipase)의 인산화를 유도한다는 목적이 있지. 아래 그림 1은 공복 시 cAMP pathway인데, 지방세포(Adipocyte) 내에 저장된 지방이 페리리핀(Perilipin)이라는 단백질로 둘러싸여 있는 것을 볼 수 있어. 페리리핀이 지방 분해를 억제하고, HSL은 페리리핀의 활성화를 억제하기 때문에 HSL이 활성화되면 지방 분해의 억제제가 잘 이루어지지 않아 체내 중성지방이 분해될 수 있는 거야!

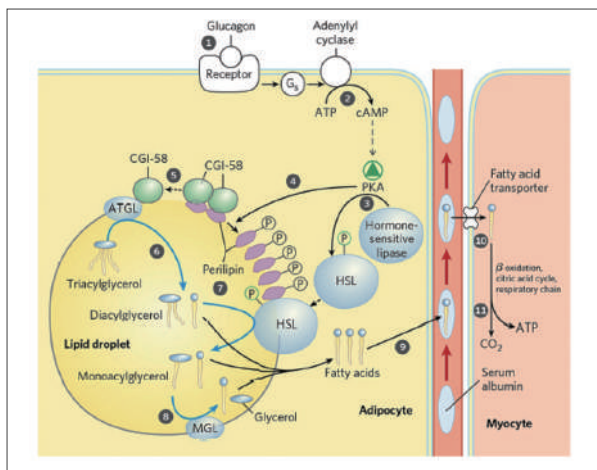


그림 1. 공복 시 cAMP pathway

HSL이 호르몬 분비에 따라 활성이 달라지는데, HSL 활성화에 의한 중성지방의 분해는 주로 공복 시나 운동 시에 일어나. 이 과정을 자세히 알아볼까? 먼저 공복 시 분비되는 글루카곤(Glucagon)과 운동 시 분비되는 에피네프린(Epinephrine)과 같은 호르몬이 지방세포의 수용체에 결합하면서 분해가 시작돼. 이후 아데닐산 고리화 효소에 의해 ATP에서 2개의 인산기가 탈락하고 고리 모양을 이루어 cAMP로 구조가 바뀌어 이렇게 만들어진 cAMP에 의해 cAMP 의존 단백질 인산화효소인 PKA²가 활성화되고, PKA는 HSL과 페리리핀을 인산화하는 역할을 해. 이때 HSL은 인산화를 통해 활성화되어 중성지방을 지방산(Fatty acids)과 글리세롤(Glycerol)로 분해하고, 이 글리세롤은 간이나 근육으로 이동하여 에너지 대사에 이용되는 거지! 글리세롤은 근육세포(Myocyte)로 공급되어 에너지로 사용된 이후 탄소를 남기는데, 탄소가 체내 산소와 결합하면 이산화탄소나 물 형태가 되어서 호흡, 배출을 통해 몸 밖으로 나가는 거야! 그러니까 지방 분해를 위해서 체내 산소를 많이 소비해야겠지? 그래서 많은 사람이 다이어트를 할 때 유산소 운동을 병행하는 거야. 어때? 지방 분해의 원리를 알게 되니 러닝머신을 타고 싶은 생각이 들지 않니? 난 이만 운동하러 가야겠다! 안녕~

[각주]

1. Cyclic Adenosine Monophosphate, 세포 간 신호 전달 경로에 관여하는 2차 신호 전달자

2. Protein Kinase A

[참고 자료]

김영실, 최영길, "지방조직과 지방세포대사," 『The Korean journal of obesity』 1, no.1 (1992): 48-52.

[그림 출처]

그림 1. Lehninger Principles of Biochemistry (7th Edition) (2017)

전자전기공학과가 본 헬스장

(글) 무은재학부 23학번 29기 알리미 이용현

아이고, 오랜만에 운동하니까 숨이 차고 심장도 너무 뛰어. 스마트워치로 내 심박수를 확인해 볼까? 심박수는 단위 시간당 심장이 박동하는 횟수를 말해. 일반적으로 분당 심장 박동수로 나타내지! 그렇다면 스마트워치는 내 심박수를 어떻게 측정하는 걸까?

스마트워치는 뒷면에 설치되어 있는 PPG 센서를 이용해서 심박수를 측정해. PPG(Photoplethysmography)란 Photo(빛), Plethysmo(변화), Graphy(기록)의 합성어야. 단어 그대로 빛을 이용하여 변화를 측정하는 방식이지. 우리 몸에서 심장이 뛰면 혈관 내의 혈류량이 증가 및 감소를 반복하는데, 이때 PPG 센서에서 초록빛을 피부에 쏘아 반사 또는 투과되는 빛을 검출하게 돼. 이를 통해 혈류량을 측정할 수 있고, 측정 결과를 바탕으로 심박수를 알아낼 수 있어.

조금 더 자세히 설명해 줄게. PPG 센서는 크게 광다이오드¹와 초록빛 LED로 이루어져 있어.

초록색의 빛을 사용하는 이유는 동맥의 혈액에 있는 산화 헤모글로빈이 초록빛을 잘 흡수하는 특성을 갖고 있기 때문이라고 해! 초록빛 LED를 피부에 쏘게 되면 동맥에 흐르는 혈류량에 따라 초록빛의 흡수율이 달라져. 심장박동 직후 동맥에 피가 많이 흐를 때는 동맥혈에서 더 많은 빛을 흡수하게 되고, 동맥에 피가 적게 흐를 때는 상대적으로 빛을 덜 흡수하지. 이런 흡수량의 추이를 통해서 심박수를 구할 수 있게 돼.

센서에서 측정한 값들을 이용해서 프레임당 평균 초록빛의 세기를 나타내는 그래프를 그리고, 극댓값을 찾아내는 알고리즘을 통해 그래프의 극댓값을 추출해. 그래프의 빨간 선이 추출된 극댓값이야. 그다음 이웃한 극댓값 사이의 간격을 구하는데, 이를 R-R Interval(RRI)이라고 해. 이 RRI가 60초 동안 몇 번 나타나는지를 구함으로써 심박수를 구해내는 거야. 자, 이제 원리도 알았으니 다시 운동하러 가야겠다!

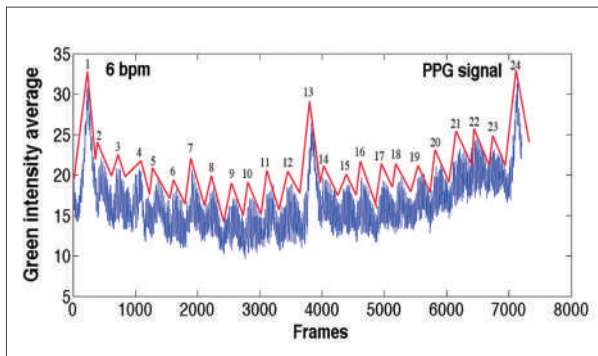


그림 1. 프레임당 측정된 초록빛의 세기

[각주]

1. 빛을 전류로 변환하는 반도체 소자

[참고 자료]

이원석, 정경권. "PPG 센서를 이용한 심박 모니터링 시스템 구현." 「전자공학회논문지」 54, no.5 (2017): 138-142.

[그림 출처]

그림 1. Jimenez, Luis Felipe and Ricardo Gutierrez: Osuna. "EXTRACTING HEART RATE AND RESPIRATION RATE USING A CELL PHONE CAMERA." (2013).

기계공학과가 본 헬스장

(글) 무은재학부 23학번 29기 알리미 이현민

어머! 저 사람은 무거운 중량을 어떻게 한 번에 들 수 있는 거야? 나도 원래의 힘보다 더 무거운 무게를 들어 올릴 수는 없는 걸까?

웨이트트레이닝할 때 많이 사용되는 물리 법칙이 존재하는데, 바로 지렛대의 원리야. 우선, 지레라는 것은 막대의 한 점을 받친 후에 한쪽에는 물체를 놓고 다른 한쪽에는 힘을 가하여 작은 힘을 가지고도 큰 힘을 내는 효율적인 도구야. 여기서 받침점은 지렛대를 받쳐 고정해 놓은 점이고 힘점은 지레에 힘을 가하는 점이며, 작용점이자 저항점은 지레가 다른 물체에 힘을 미치는 점이야.

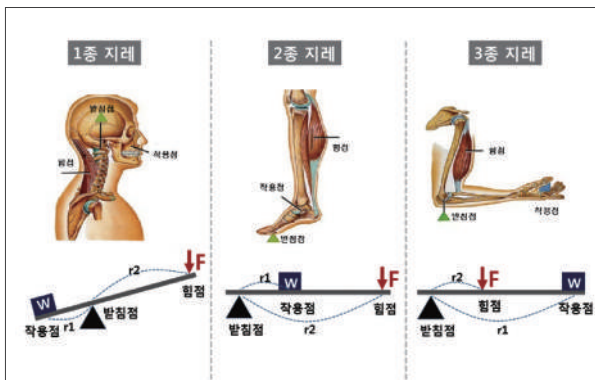


그림 1. 지레의 종류

이제 운동할 때 볼 수 있는 지렛대의 원리를 살펴보자. 지레에는 총 3가지의 종류가 있어. 제일 먼저, 1종 지레야. 1종 지레의 원리는 예를 들자면 머리 돌리기 운동할 때 적용돼. 이때 무거운 머리를 받치기 위해서 귀밑의 관절이 받침점의 역할을 하게 되고 목뒤의 근육이 힘점이 되며 머리의 무게중심이 저항점이 돼.

다음으로 2종 지레가 적용된 운동을 살펴보자. 예를 들어, 작은 힘을 가지고 큰 무게를 움직이는 까치발 들기 자세가 있어. 이 자세에서는 종아리 근육이 힘점이 되고 발목 관절은 작용점, 발은 축의 역할을 해. 인체의 특수한 상황으로 힘팔¹이 저항팔²보다 크게 되어 힘의 효율성이 좋고 무거운 무게를 오래 버틸 수 있어.

마지막으로 3종 지레인데, 인체 대부분이 이와 같은 방식으로 구성되어 있어. 3종 지레가 적용되는 예로는 바벨을 드는 운동이 있고, 근육 부착점이 힘점, 뼈가 접합하는 관절은 받침점이 되고 지렛대의 가해지는 덤벨의 무게가 저항점으로 작용하게 돼.

이번에는 지렛대의 원리를 이용하여 효율적인 웨이트 운동법에 대해 알아보자! 우선, 받침점과 저항점 사이의 거리를 모멘트암(Moment arm)이라고 해. 3종 지레의 원리를 이용하는 바벨 운동에서 모멘트암이 작을수록 덜 무겁게 들 수 있어. 그렇기 때문에 최대한 내 몸 가까이 붙여 운동해야 온전히 그 무게로 운동이 가능하다는 사실, 기억하길! 나도 이제 헬스장에서 과학적인 원리를 적용하여 효율적으로 운동해 봐야지~

[각주]

1. 축에서 힘점까지의 수직거리
2. 축에서 저항점까지의 수직거리

[참고 자료]

1. YTN 사이언스, "알면 유용한 지렛대의 원리." 「유튜브」, 2018.12.12. <https://www.youtube.com/watch?v=CrXybssvlRo>
2. 권영실 외 4인, "무릎 관절의 생역학적 이해." 「대한물리치료학회지」 11, no.1 (1999): 172 .

[그림 출처]

그림 1. "지레와 패달링." 「위키피디아」, 2020년 1월 7일. <https://bikloud.tistory.com/293>

1 정렬 알고리즘

(글) 무은재학부 22학번 28기 알리미 박기현

흔히 수행 평가를 하거나 시험 날 자리에 앉을 때 사용하는 학급 번호는 이름의 가나다순으로 배정합니다. 이렇게 정렬하는 이유는 이후에 특정 번호를 찾고자 할 때 좀 더 편리하게 찾기 위함인데요. 컴퓨터 역시 다양한 정렬 알고리즘을 이용하여 주어진 값들을 특정 순서로 정렬합니다. 그렇다면 정렬 알고리즘에는 무엇이 있는지 한번 알아볼까요?

설명하기에 앞서 모든 정렬 알고리즘은 오름차순으로 정렬한다고 가정하며, 숫자 하나하나를 원소라고 합니다. 이때, n 은 원소의 개수, k 는 0부터 $n-1$ 까지의 정수로, 배열 내 위치를 의미합니다. 예를 들어, $k=3$ 이라면 $A[3]$ 은 배열의 4번째 원소를 가리킵니다.

첫 번째로 소개할 정렬 알고리즘은 '선택 정렬(Selection Sort)'입니다. 선택 정렬은 정렬되어 있지 않은 배열에서 가장 작은 원소값을 찾는 것으로 시작합니다. $k+1$ 번째 시행에서 원소 중 가장 작은 값을 찾았다면, $A[k]$ 와 위치를 바꾸어 줍니다. 이후 이전 시행에서 정렬한 원소들을 제외한, 즉 정렬되어 있지 않은 배열에서 다음 k 값에 대해 위 과정을 반복해 줍니다. 이 과정을 거쳐 마침내 마지막 한 개의 원소만 남았다면, 정렬이 완성됩니다. 이해를 돕기 위해 아래 그림을 함께 보도록 하겠습니다.

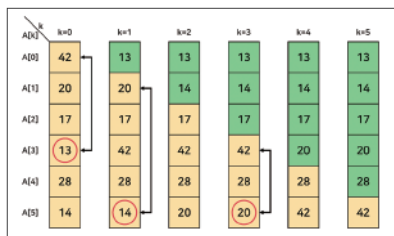


그림 1. 선택 정렬(Selection Sort)

정렬된 배열을 초록색, 정렬되어 있지 않은 배열을 노란색으로 구분하겠습니다. 우선, 첫 번째 시행으로 배열 내에서 가장 작은 값인 13을 찾았다면, $A[0]$ 인 42와 바꾸어 줍니다. 두 번

째 시행으로 아직 정렬되어 있지 않은 노란색 부분에서 가장 작은 값인 14를 다음 k 값, 즉 $A[1]$ 인 20과 바꾸어 줍니다. 이 과정을 반복하여 모든 시행이 끝나면 오름차순으로 정렬이 완성됩니다.

두 번째로 소개할 정렬 알고리즘은 '삽입 정렬(Insertion Sort)'입니다. 삽입 정렬은 $A[k+1]$ 부터 시작합니다. 여기서 첫 번째부터 $k+1$ 번째까지의 원소를 이미 정렬된 배열, 나머지 원소의 배열은 정렬되지 않은 배열이라고 하겠습니다. 먼저, 첫 번째 시행은 $k+1$, 즉 $A[1]$ 을 이미 정렬된 배열의 옳은 위치에 삽입합니다. 이후 다음 k 값에 대하여 위 과정을 반복하고, 마지막 원소까지 옳은 위치에 삽입하면 정렬이 완성됩니다. 마찬가지로 아래 그림과 함께 살펴보면, 첫 번째 시행으로 두 번째 원소인 20을 이미 정렬된 배열인 $[42]$ 의 옳은 위치에 삽입하여 $[20, 42]$ 로 정렬합니다. 이후 두 번째 시행으로 다음 k 값에 대하여 세 번째 원소인 17을 $[20, 42]$ 에 삽입하여 $[17, 20, 42]$ 로 정렬합니다. 이를 반복하여 모든 시행이 끝나면 오름차순으로 정렬이 완성됩니다.



그림 2. 삽입 정렬(Insertion Sort)

세 번째로 소개할 정렬 알고리즘은 '버블 정렬(Bubble Sort)'입니다. 버블 정렬은 k 번째 원소와 $k+1$ 번째 원소를 비교하여 만약 k 번째 원소의 값이 더 크다면 두 원소를 바꾸어 주고, 그렇지 않다면 다음 k 값에 대하여 비교와 교환을 반복합니다. 이 과정을 반복하여 마지막 n 번째 원소와의 비교와 교환을 마쳤다면, 다시

첫 번째 원소로 돌아와 $n-1$ 번째 원소까지 위 과정을 반복합니다. 모든 반복을 마쳤다면 마침내 정렬이 완성됩니다. 아래 그림을 함께 보겠습니다. 먼저, 첫 번째 시행에서 $A[0]$ 과 $A[1]$ 을 비교하였을 때, 42가 20보다 크므로 두 원소의 위치를 바꾸어 줍니다. 이후 다음 k 값인 $A[1]$ 과 $A[2]$ 에 대해서도 비교 후 교환을 수행합니다. 마지막 n 번째 원소인 17과의 비교와 교환을 마쳤다면, 다시 첫 번째 원소로 돌아와 $n-1$ 번째 원소, 즉 $n=6$ 인 아래 그림에서는 5번째 원소까지 위 과정을 반복합니다. 이때, 만약 $A[k]$ 가 $A[k+1]$ 보다 작다면 교환을 수행하지 않고, 다음 k 값으로 넘어갑니다. 이러한 시행을 모두 수행하고 나면 오름차순으로 정렬이 완성됩니다.

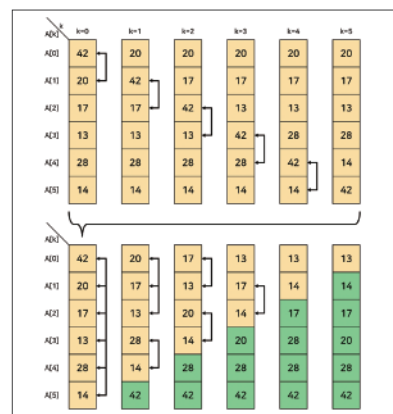


그림 3. 버블 정렬(Bubble Sort)

지금까지 다양한 정렬 알고리즘을 살펴보았습니다. 컴퓨터과학에는 알고리즘의 효율을 판단하는 데 사용되는 중요한 척도인 시간 복잡도라는 개념이 존재하는데요. 다양한 정렬 알고리즘과 각 알고리즘에 대한 시간 복잡도를 한번 탐구해 보는 것은 어떨까요? 🤖

[참고 자료]

Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia, and David M. Mount. Data Structures and Algorithms in C++. 2nd ed., New Jersey: Wiley, 2011.

2 미카엘리스-멘텐 방정식

(글) 무은재학부 22학번 28기 알리미 사수현

근의 공식은 이차방정식의 해를 구할 때 사용하는 공식으로, 수학에서 빼놓을 수 없는 중요한 식입니다. 그런데 생화학 분야에도 근의 공식이 존재한다는 사실, 알고 계시나요? 바로 미카엘리스-멘텐방정식입니다. 이 글에서는 이 식의 유도 과정에서 식에서 발견할 수 있는 의미까지 알아보고자 합니다. 미카엘리스-멘텐방정식을 유도하기 위해서는 세 가지 가정이 필요합니다.

첫 번째로, 효소의 반응은 중간에 효소-기질 복합체는 중간체가 만들어지는 단계를 포함한다는 것입니다.

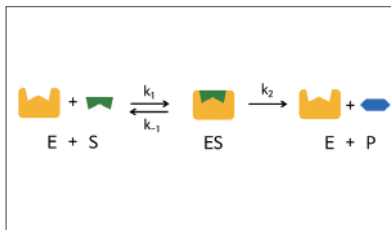


그림 1. 효소의 반응

그림 1을 보면 효소(E, Enzyme)와 기질(S, Substrate)이 반응하여 효소-기질 복합체(ES)를 형성하고 다시 효소와 생성물(P, Product)로 분리됩니다. 또한 k_1 , k_2 , k_{-1} 는 각각 그 반응과 그 역반응의 속도 상수이며, 이 상수가 클수록 반응이 빨리 일어납니다. 이때, 생성물의 양이 매우 작아 효소와 반응할 확률이 매우 적어서 두 번째 반응의 역반응은 일어나지 않는다고 가정합니다.

두 번째로, 정류 상태 근사법입니다. 정류 상태는 화학 반응이 일어나는 동안 바깥에서 봤을 때는 아무 변화도 없는 상황을 의미하며, 이 방법에서는 바로 이 정류 상태에서 중간체²의 농도 변화가 없다고 가정합니다. 우리가 다루는 반응의 경우 효소-기질 복합체가 중간체이므로 이 복합체가 생성되는 속도는 분해되는 속도와 같다고 가정하는 것이죠.

$$Rate = -\frac{d[S]}{dt} = \frac{d[P]}{dt}$$

따라서 이러한 경우에 중간체의 농도가 변하지 않기 때문에 반응속도는 시간 변화에 따른 반응물 농도의 감소량, 생성물 농도의 생성량으로 나타낼 수 있습니다.

$$\begin{aligned} \text{Rate of } [ES] \text{ formation} \\ &= \text{Rate of } [ES] \text{ breakdown} \\ k_1[E][S] &= k_{-1}[ES] + k_2[ES] \end{aligned}$$

반응 속도는 반응 속도 상수와 반응물들의 농도 곱으로 나타낼 수 있습니다. 이 방법을 이용해서 앞서 다룬 반응에서 ES 생성 반응과 분해 반응의 반응 속도를 나타내 보겠습니다. 먼저 ES 생성 반응의 반응 속도는 $k_1[E][S]$ 로 나타낼 수 있습니다. ES 분해 반응의 반응 속도는 복합체가 다시 반응물로 돌아가는 반응 속도와 생성물로 바뀌는 반응 속도를 더한 값인 $k_{-1}[ES] + k_2[ES]$ 로 표현할 수 있습니다. 이를 이용해서 식(1)의 형태를 도출할 수 있는데 이때 k_m 을 미카엘리스-멘텐 상수라고 합니다.

$$\frac{[E][S]}{[ES]} = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1} = k_m \quad \text{식(1)}$$

세 번째로, 전체 효소 수는 같다는 가정입니다. 전체 효소의 수를 E_T 라고 하면, 이는 사용되지 않은 효소의 수 E와 이미 기질과 복합체를 이룬 효소의 수 ES를 더해서 표현할 수 있을 것입니다.

$$\begin{aligned} E_T &= E + ES \\ E &= E_T - ES \end{aligned} \quad \text{식(2)}$$

그럼 이제 본격적으로 유도해 볼까요?

먼저 저희가 최종적으로 구하고자 하는 것은 기질의 농도와 초기 반응 속도 간의 관계입니다. 따라서 $v_0 = k_2[ES]$ 에서 [ES]를 다르게 표현하는 방법을 아래 유도를 통해서 찾아 예정입니다.

첫 번째 식은 앞의 정류 상태 근사에서 등장한 식입니다. 여기에서 [E]를 식(2)을 이용해 대체한 뒤, 식(1)의 k_m 형태가 나오도록 정리해 주면 됩니다.

$$k_1[E][S] = k_{-1}[ES] + k_2[ES]$$

$$k_1([E_T] - [ES])[S] = [ES](k_{-1} + k_2)$$

$$k_1[E_T][S] - k_1[ES][S] = [ES](k_{-1} + k_2)$$

$$[E_T][S] - [ES][S] = [ES] \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$$

$$[E_T][S] - [ES][S] = [ES]k_m$$

또한, 위 식을 [ES]에 대한 식으로 정리하면 아래와 같습니다.

$$\begin{aligned} [ES](k_m + [S]) &= [E_T][S] \\ [ES] &= \frac{[E_T][S]}{k_m + [S]} \end{aligned} \quad \text{식(3)}$$

$v_0 = k_2[ES]$ 의 [ES]부분에 식(3)을 대입하면, $v_0 = k_2 \frac{[E_T][S]}{k_m + [S]}$ 가 되며 $k_2[E_T]$ 는 모든 효소가 기질과 결합한 상태의 반응 속도와 같으므로 v_{max} 입니다. 따라서 $v_0 = \frac{v_{max}[S]}{k_m + [S]}$ 라는 최종 형태를 얻을 수 있습니다.

여기서 기질 농도가 k_m 과 같을 때, $v_0 = \frac{v_{max}[S]}{[S] + [S]} = \frac{1}{2}v_{max}$ 즉 초기 반응 속도는 최대 반응 속도의 절반입니다. 이때 미카엘리스-멘텐 상수는 효소와 기질의 친화도를 나타내는 척도이기도 합니다. 먼저 친화도가 높다는 것은 효소와 기질이 잘 결합한다는 뜻입니다. 식(1)에서 $k_{-1} \gg k_2$ 이라고 가정하면 이 상수는 $\frac{k_{-1}}{k_1}$ 로 첫 번째 반응의 정반응과 역반응의 반응 속도 상수의 비가 됩니다. 따라서 이 상수가 작을수록 정반응이 잘 일어나고, 효소와 기질의 친화도가 높다고 생각할 수 있습니다.

지금까지 미카엘리스-멘텐방정식의 유도와 응용에 대해서 알아보았습니다. 더 알아보길 원한다면 이 식을 직선으로 도시한 Lineweaver-Burk Plot에 대해서 찾아보세요! 📖

[각주]

1. 효소의 반응물이 되는 물질
2. 화학 반응의 중간 단계에서 만들어지는 불안정한 생성물

[참고 자료]

Snape, Alison. Biochemistry and Molecular Biology. 5th ed., Oxford University Press, 2014.

먼저 본론에 앞서, 우리가 함수 $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ 의 극점을 어떻게 찾는지 떠올려 보자. 우리는 미분을 통해 함수의 극점을 찾는 법을 배웠다. 우선 $f'(x) = 0$ 인 점을 찾은 뒤 주위의 변화를 확인하여 극대인지, 극소인지, 또는 그저 수평 접선이 지나가는 변곡점인지 판별했다. 그리고 추가적인 확인 작업(예컨대 구간의 양 끝값이 얼마인지)을 더 거쳐 x 가 얼마일 때 $f(x)$ 가 최대 또는 최소인지 등을 알 수 있었다.

그렇다면 질문을 조금 바꿔보자. 평면 위에서 두 점이 주어졌을 때, 두 점을 연결하는 가장 짧은 곡선은 무엇 일까? ‘당연히 두 점을 잇는 직선 아니야?’라고 생각한다면, 사실 맞다. 그래도 모른다고 가정하고 한번 생각해 보자. 앞선 문단에서 우리는 x 에 따른 $f(x)$ 의 최소를 구하는 방법을 떠올려 보았다. 그런데 이번엔 곡선에 따른 길이의 최소에 대한 문제이다. 다른 것들은 몰라도 곡선이 복소수 집합의 부분집합인 정의역에 해당하는 x 에 들어가지는 않을 것 같다. 그럼 변수에 따른 함수값의 최소가 아니라 함수 자체의 변화에 따른 함수값의 최소를 아는 방법이 필요하지 않을까? 이러한 문제를 다루는 방법이 바로 변분법이다.

범함수

변분법에서 다루는 함수는 일반적인 수를 정의역으로 갖는 함수와는 달라야 함을 충분히 느꼈을 것이다. 일반적인 함수는 하나의 숫자로 특정되는 정의역의 값이 변함에 따라 함수값이 변한다면, 우리가 다룰 함수는 함수가 변함에 따라 함수값이 변해야 한다. 즉, 정의역에 함수가 들어가야 한다. 이러한 함수를 범함수라고 한다.

Definition. 범함수는 함수들의 집합을 정의역으로, 실수(넓게는 복소수) 집합을 공역으로 갖는 함수이다.

예를 들어, a 부터 b 까지의 정적분이나 $x = x_0$ 에서의 미분계수 등이 범함수라고 볼 수 있다. 반면 부정적분이나 미분은 함수를 내놓기 때문에 범함수라 보기 어

렵다.

일반적으로 다루는 범함수의 형태는 x 와 x 에 대한 함수 y , 그리고 그 도함수를 변수로 가지는 정적분 형태로 $I = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, y') dx$ 로 표현된다. 함수 y 의 곡선의 길이인 $\int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + y'^2} dx$ 가 대표적인 예이다.

이제부터는 이 정적분 형태의 범함수에 집중해 보자.

오일러 방정식

범함수의 최대/최소를 판별하기 위해서는 일반적인 함수를 다룰 때의 미분계수처럼 극값을 판별하는 조건이 필요하다. 다시 말해 일반적인 함수가 극값을 가질 필요 조건이 그 점에서의 미분계수가 0이라는 조건이듯, 범함수가 극값을 가질 필요 조건을 알아야 한다. 오일러 방정식은 이 목적을 이루기 위한 강력한 도구이다.

Theorem. x 와 함수 $y(x)$, 그 도함수 $y'(x)$ 를 변수로 가지는 범함수 $I = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, y') dx$ 에 대하여, I 가 극값을 가질 때 $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} = 0$ 이다.

여기서 $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} = 0$ 을 오일러 방정식이라고 부른다. 이때 ∂ 는 편미분 기호를 나타내며, $\frac{\partial F}{\partial y}$ 는 F 를 y 에 대하여 편미분한 것이다.

함수 $f(x)$ 에 대하여 $x = x_0$ 일 때 f 가 극값을 가지면 $f'(x_0) = 0$ 이듯, 범함수 I 에 대하여 $y = y(x)$ 일 때 I 가 극값을 가지면 $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} = 0$ 이다.

예제 : 가장 짧은 곡선

이쯤에서 다시 첫 질문을 풀어보자.

[Ex] xy 평면에 점 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) 가 주어졌다. 이때 $x_1 < x_2$ 이다. 이 두 점을 잇는 길이가 가장 짧은 곡선은 무엇인가?

[Sol] 먼저 두 점을 잇는 가장 짧은 곡선이 존재한다는 것은 보장된다. 가장 짧은 곡선을 이루는 함수를 y 라 하면, $I = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + y'^2} dx$ 는 극값을 갖는다.

$F(x, y, y') = \sqrt{1 + y'^2}$ 라 하자. 그리고 오일러 방정식을 적용하자. F 에 y 가 명시적으로 드러나지 않으므로, 즉 y 의 변화에 따른 F 의 변화가 없으므로 $\frac{\partial F}{\partial y} = 0$ 이다.

그리고 $\frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} = \frac{d}{dx} \left(\frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right)$ 이다.
따라서 $\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial F}{\partial y'} = -\frac{d}{dx} \left(\frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) = 0$ 이며,
곧 $\frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} = C$ (C 는 상수)이다.
 y' 이 상수이므로 y 는 직선이다.

지금까지 변분법에 대해 조금이나마 알아보았다. 변분법은 물리학의 라그랑주 역학과도 이어져 있으며, 이중 진자와도 관련이 있다. 라그랑지언을 오일러 방정식에 대입하면 가속도가 나오는데, 혹시 관심이 있다면 찾아보도록 하자. 끝으로 이 글은 Boas 수리물리학을 참고했다.☺

[179호 문제]

Q1. Theorem을 증명해 보자.

<Direction> 임의의 함수 $\eta(x)$ 에 대하여

$y(x) = Y(x) + \epsilon \eta(x)$ 라 하자. x_1 과 x_2 라는 경계에서 $y(x)$ 는 $\eta(x)$ 에 관계없이 일정해야 한다. $I = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, y') dx$ 를 ϵ 에 대해 미분한 값이 0이 됨을 이용하자.

Q2. 중력장 속의 물체가 주어진 한 점에서 출발하여 주어진 다른 점으로 내려올 때, 가장 짧은 시간이 걸리는 경로를 본문의 내용을 이용해 찾아보자. 에너지 보존 법칙을 이용해 속도를 표현하는 것이 우선이다.

☞ 글로 이해가 안 된다면?
10월 13일 공개되는 해설 영상에 집중!



[정답자] 178호 마르쿠스 정답자는 없습니다.

- * MARCUS에는 포스텍 수학생우회 MARCUS가 제공하는 수학 문제를 심습니다. 정답과 해설은 다음 호에 나옵니다.
- * 이번 호 문제는 2023년 10월 22일(일)까지 알리미 E-MAIL (postech-alimi@postech.ac.kr)로 풀이와 함께 답안을 보내주세요.
- * 정답자가 많을 경우, 간결하고 훌륭한 답안을 보내 주신 분들 중 추첨을 통하여 포스텍의 기념품을 보내 드립니다. (학교/학년을 꼭 적어 주세요.)

[178호 문제 답]

Q1. 아래의 2차 미분방정식을 1차 미분방정식으로 변형하여 풀어

보자. $\frac{d^2x}{dt^2} + a \frac{dx}{dt} + bx = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ f(t), & t \geq 0 \end{cases}$

A1. 문제의 2차 미분방정식은 $\frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} + ax \right) + \beta \left(\frac{dx}{dt} + ax \right) = 0$ 으로 변형할 수 있다. $\alpha + \beta = a$ 그리고 $\alpha\beta = b$ 로부터 α, β 는 $u^2 - au + b = 0$ 의 근이다. $y = \frac{dx}{dt} + ax$ 로 치환하면, $\frac{dy}{dt} + \beta y = 0$ 이 되고, 1차 미분방정식을 풀면 $y = Ae^{-\beta t}$ 이다. $\frac{dx}{dt} + ax = Ae^{-\beta t}$ 는 $\frac{d}{dt}(xe^{\alpha t}) = Ae^{(\alpha-\beta)t}$ 이므로, $\alpha = \beta$ 인 경우 : $xe^{\alpha t} = At + B$ 이므로, $x = (At + B)e^{-\alpha t}$
 $\alpha \neq \beta$ 인 경우 : $xe^{\alpha t} = \frac{A}{\alpha - \beta} e^{(\alpha - \beta)t} + B$ 이므로,
 $x = \frac{A}{\alpha - \beta} e^{-\beta t} + Be^{-\alpha t}$
 $f(t)$ 가 0이 아닌 경우는 위의 풀이에서 1차 미분방정식을 수정하여 풀이할 수 있다.

Q2. 입자가 어딘가에 존재할 확률인 $\int_{-\infty}^{\infty} \psi^* \psi dx$ 가 시간에 대하여 상수가 아님은 무엇을 의미하는가?

A2. 슈뢰딩거 방정식은, $i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + V\psi$,
복소켈레는, $-i\hbar \frac{\partial \psi^*}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi^*}{\partial x^2} + V^* \psi^*$
 $\Rightarrow i\hbar \frac{\partial}{\partial t} (\psi^* \psi) = -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\psi^* \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \psi \frac{\partial^2 \psi^*}{\partial x^2} \right)$
 $= -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial}{\partial x} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right)$
 $\Rightarrow i\hbar \frac{d}{dt} \int_{-\infty}^{\infty} dx \psi^* \psi = -\frac{\hbar^2}{2m} \left[\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right]_{-\infty}^{\infty} = 0$
만약 V 가 복소수라면,
 $i\hbar \frac{\partial}{\partial t} (\psi^* \psi) = -\frac{\hbar^2}{2m} \left(\psi^* \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \psi \frac{\partial^2 \psi^*}{\partial x^2} \right) + (V - V^*)(\psi^* \psi)$
 $= -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial}{\partial x} \left(\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right) + (V - V^*)(\psi^* \psi)$
 $\Rightarrow i\hbar \frac{d}{dt} \int_{-\infty}^{\infty} dx \psi^* \psi$
 $= -\frac{\hbar^2}{2m} \left[\psi^* \frac{\partial \psi}{\partial x} - \psi \frac{\partial \psi^*}{\partial x} \right]_{-\infty}^{\infty} + \int_{-\infty}^{\infty} dx (V - V^*)(\psi^* \psi)$
 $= \int_{-\infty}^{\infty} dx (V - V^*)(\psi^* \psi)$

따라서 $\int_{-\infty}^{\infty} dx \psi^* \psi$ 는 상수가 아니다.

$\text{Im}(V)$ 가 상수라면 $\int_{-\infty}^{\infty} dx \psi^* \psi = e^{-\frac{2\text{Im}(V)}{\hbar} t}$ 이므로 입자가 존재할 확률 자체가 감소한다.

‘평소 실력’을 내는 법

(글) 무은재학부 23학번 29기 알리미 박다현

벌써 2023년 한해도 2/3 가량이 지나갔습니다. 새 학년이 되어 보낸 첫 학기는 다들 어떠셨나요? 저는 재학년 이맘때쯤 시험에서 어떻게 하면 평소 실력을 100퍼센트 발휘할 수 있을까 고민했던 기억이 납니다. 평소에는 막힘없이 잘 풀던 문제를 실전에서는 버벅거리거나 아예 접근조차 어려워하는 저의 모습을 되돌아보면서 자신을 원망하고 후회했던 적이 많았습니다. 어떻게 하면 평소 실력을 발휘할 수 있을지 고민한 끝에 어느 정도 저만의 방법을 찾을 수 있었는데요. 이곳에서 여러분께 그 방법들을 소개해 드리려고 합니다.

먼저 시험 날에 집착하지 않는 태도입니다. 저는 유독 시험 날에 신경을 많이 썼습니다. 그래서 시험 전날에는 기존에 하지 않던 공부법으로 공부한다든지, 원래 잘 먹지 않는 음식을 먹는다든지 평소에 하지 않던 행동들을 하는 경우가 많았습니다. 이러한 갑작스러운 변화는 저를 오히려 긴장되게 만들고 평소 같지 않은 느낌이 들게끔 했습니다. 시험 전에는 평소처럼 행동하는 것이 가장 중요하다는 걸 인지하고 난 이후로는 나의 평소 루틴을 그대로 이어가면서 다가올 시험을 준비하는 태도를 보이려고 했습니다.

두 번째는 연습도 실천처럼 준비해야 한다는 것입니다. 저는 원래 문제를 풀 때 시간을 재지 않고 풀었습니다. 왜냐하면 시간을 재고 문제를 풀면 시간이 흘러간다는 불안감에 문제에 충분히 집중하지 못한다고 생각했기 때문입니다. 이 때문에 실제 시간 분배가 중요한 시험을 볼 때는 평소에 느끼지 못한 긴장감이 유도되어 평소 실력이 나오지 않았다는 점을 깨달았습니다. 이후부터는 평소 연습을 할 때도 무조건 시간을 재고 실제 시험처럼 긴장 상태에서 문제를 풀었고, 그 결과 긴장 상태에서 문제를 푸는 상황이 훈련되어서 실제 시험에서의 긴장감을 줄이는 데 크게 도움이 되었습니다.

마지막은 자신의 실수에 엄격해지는 것입니다. 여러분은 틀린 문제를 어떻게 여기시나요? 저의 경우에는 제가 틀린 문제에 대한 엄격한 피드백, 개선이 충분히 이루어지지 않았습니다. ‘이 문제는 사소한 계산 실수 때문에 틀린 거야’ 혹은 ‘그냥 문제를 잘못 읽었네’라며 작은 실수는 대수롭지 않게 여겼습니다. 하지만 실제 시험에서는 사소한 실수조차도 시험 점수에 큰 영향을 줍니다. 몰라서 틀린 문제와 실수해서 틀린 문제 모두 똑같이 틀린 문제니까요. 그래서 저는 틀린 문제에 대해서는 엄격한 피드백을 하고 사소한 실수에서 비롯된 오답이었다라도 다음번에 동일한 실수를 반복하지 않도록 여러 번 기억하려고 했습니다. 예를 들어 2×3 을 5라고 실수한 경우 단순히 계산 실수로 넘기지 않고 ‘내가 쉬운 계산이라고 간과하면 이렇게 실수하는구나’하며 구체적으로 틀린 이유를 파악하려고 했습니다. 덕분에 실제 시험에서 사소한 실수를 줄이는 데 도움이 되었고, 틀린 문제에 대한 피드백을 확실하게 하다 보니 문제에 대한 이해도가 높아지고, 틀렸던 문제를 더 정확히 기억할 수 있게 되었습니다.

여러분들도 저처럼 시험을 볼 때 평소 실력이 나오지 않아 고민하고 있다면 제가 썼던 방법들이 잘 지켜지고 있는지 확인해 보세요. 마지막으로 자신의 능력을 너무 한정 짓지 않았으면 좋겠습니다. ‘난 항상 실전에 약해’라는 생각에 사로잡혀 있기보다는 평소 실력을 실전에서 최대한 끌어올리는 방법을 실천하는 것이 여러분을 훨씬 더 발전시킬 거예요! 🍀

끈기가 만드는 성장의 발자국

(글) 무은재학부 23학번 29기 אלימי 박태준

안녕하세요, 여러분! 정말 무더웠던 이런 여름도 이제 막바지에 이르렀습니다. 새로운 한 학기를 마친 여러분에게 지난 학기는 어떤 의미였나요? 혹시 목표한 바를 이루지 못해 실패했다고 생각하셨나요? 그렇다면 제 이야기를 담은 이 글을 통해 제 위로의 마음이 여러분에게 전해졌으면 하는 바람입니다.

지난 고등학교 3년을 돌아보면, 저는 참 안일한 학생이었던 것 같습니다. '이 정도면 됐지'라는 생각에 최선을 다해 공부하지 않은 적도, 호기심 많은 성격 때문에 온갖 취미생활을 우선시하며 시험공부 계획을 망쳐버린 적도 많았습니다. 그러다 보니 해일처럼 밀려오는 공부량에 당황해 시험 생각만 해도 겁에 질리기 일쑤였죠. 중간고사에 호되게 당하고도 기말고사를 잘 보면 되겠다는 생각에 또다시 긴장의 끈을 놔버린 저였습니다. 이렇게 세 학기를 아슬아슬하게 겨우 버티다가 결국 2학년 2학기, 제 성적은 정말 가파르게 하락했고, 처음 보는 등급을 받았던 저는 저 자신에게 실망감을 느꼈습니다. 성적표를 쥐고 방에서 몰래 눈물을 흘리던 아픈 기억이 아직도 생생하게 남아있습니다.

후회, 절망, 슬픔, 그때의 상황을 묘사할 수 있는 감정의 단어는 수도 없이 많습니다. 감정의 늪에서 빠져나오지 못해 자기 자신에게 잡아먹힌 적도 있었습니다. 여러분도 이런 경험이 있으신가요? 저와 같은 경험이 있는 여러분께서 꼭 하나 기억해 주셨으면 하는 것은, 끝까지 포기하지 않아야 한다는 것입니다. 최는 두드릴수록 단단해진다고 합니다. 실패는 망치와도 같아서, 결국 여러분이 더 견고해질 수 있도록 성장시켜 주는 발판이 되고, 실패한 길로 걸어가지 않도록 도와주기 때문입니다. 그래서일까요? 실패를 마주한 후에 저 자신이 더욱더 올바른 방향으로 나아갔던 것 같습니다. 스스로 공부를 어떻게 했는지 돌아보며 시험 기간은 며칠로 정했는지, 과목별로 얼마나 시간을 투자했는지를 점검했습니다. 또한, 몰아서 할 것을 알았기 때문에 최대한 2일 이내에 배운 내용을 복습하려고 노력했습니다. 쌓아온 탑이 무너졌어도, 포기하지 않고 다시 처음부터 쌓았던 것이죠. 그렇기에 실패 후 겪었던 3학년 1학기, 다시 성적을 복구하고, 결국 포기하지 않았기에 무너지지 않았습니다.

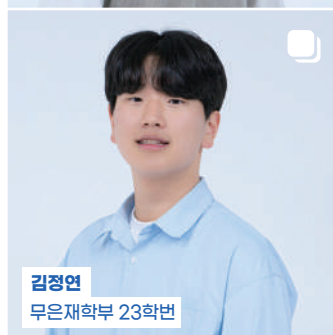
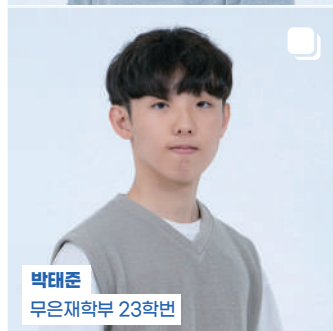
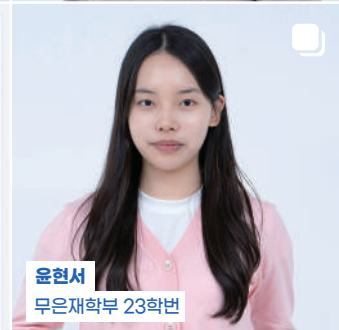
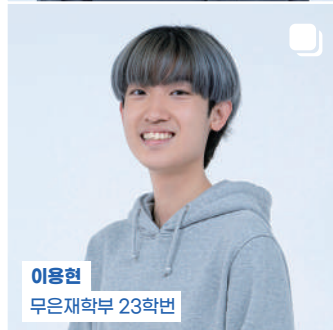
하지만 실패를 겪었다고 자신을 너무 가혹하게 대하지 않았으면 좋겠습니다. 실패를 겪는다는 것은 당연한 일이니까요. 무언가 잘못되어 실패를 겪었다면, 오히려 여러분들은 그 상황 속에서 배우고 성장할 수 있을 것입니다. 실패 후에 자신을 돌아봤나요? 만약 문제점을 검토하며 반성했다면, 여러분들에게 틀림없이 도움이 되어줄 것이라 생각합니다. 그러나 잘못된 점에만 초점을 두고 자책한다면 이는 더 깊은 상처를 내는 일과 다르지 않으며, 더욱 자신의 감정에 사로잡히게 될 것입니다. 이렇게 실패를 겪고 난 후에 '그럴 수도 있지'라는 생각으로 한발 물러나 보는 것은 어떨까요? 2보 전진을 위한 1보 후퇴가 되어줄 것입니다. 지금은 당장 문제점을 모두 고치려고 억지로 노력하는 것보다 자신의 기본만이라도 좋아져 보자는 마음가짐으로 하루를 지내보면 분명 더 올바른 방향으로 나아갈 수 있지 않을까요?

2년 혹은 3년 동안의 고등학교 생활 속에서 예상치 못한 많은 일들이 여러분에게 다가올 것이라고 생각합니다. 하지만 힘든 순간도 언젠간 반드시 지나갑니다. 이런 과정들은 결국 여러분들이 더욱 견고해지고 빛나기 위한 준비가 되어줄 것이니, 실패했다고 너무 상심하고 좌절하지 말아주세요. 포기하지 않고 끝까지 견딘다면, 여러분들 앞에 분명 여러분들이 바라던 광경이 펼쳐지게 될 것입니다. 예비 포스테키안 여러분! 저는 여기 포스테키에서, 누구보다 고생하고 있을 여러분들이 후회하지 않을 만큼 보람찬 수험생활을 보내고 원하는 결과를 얻어낼 수 있도록 응원하겠습니다. 여러분을 꼭 포스테키에서 볼 수 있었으면 좋겠습니다. 힘내세요, 여러분! 🍀





Alimi 29th



POSTECHIAN REVIEW

독자 여러분의 의견을 기다립니다.

<POSTECHIAN>을 만드는 알리미에게 여러분의 이야기는 큰 힘이 됩니다.
앞으로도 꾸준히 알리미를 응원해 주세요. 채택된 주인공에게는 소정의 기념품을 보내 드립니다.

★ 김민채 ★

신한고등학교 2학년

요즘 화제인 ChatGPT의 원리가 궁금했음에도 막연히 다가가기 어렵고 이해가 안 될 어려운 내용이라 생각해서 탐구할 엄두를 못 냈었는데, 포스테키안을 통해서 비교적 쉽게 ChatGPT의 원리를 알아갈 수 있어 너무 좋았습니다! 이공계 분야에 관심이 있더라도 고등학생 때는 자신의 관심 분야에만 한정해서 탐구하는 경우가 많은 텐데, 포스테키안은 이공계 분야를 통틀 흥미로운 주제가 매 호 수록돼 있기에 과학적 식견을 넓힐 수 있어 읽을 때마다 뿌듯한 마음이 듭니다. 앞으로도 꼭 애독하겠습니다!

★ 변승현 ★

신한고등학교 2학년

최근에 화제가 된 ChatGPT의 배경이 되는 기술과 만들어진 배경을 배울 수 있어서 좋았습니다. 자연어 처리 분야에서 널리 사용되는 트랜스포머 모델과 견줄 수 있는 새로운 모델을 개발하고 싶은 마음이 생겼어요. 익숙한 소재들을 자세하게 다룰 기회가 되는 것 같아 좋았습니다!

[구독자 참여 이벤트 일정]

알리미가 쓴다 : 10월 22일까지 구글 폼에 정답을 등록해주세요.
(<https://forms.gle/NeebzPq2zgNcEbCGA>)

마르쿠스 : 10월 22일까지 postech-alimi@postech.ac.kr 로 정답을 보내주세요.

고등학생 기자단 포커스 : 9월 4일까지 아래의 URL을 통해 신청해주세요.
(<https://docs.google.com/forms/d/1WT2uWTUdGhrZV6MsXfx4aPQLUvEMEvajsCYMM38c/edit>)



편집후기

2023 포스텍 이공계 진로 설계 안내서 N° 179

포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요! 이번 179호부터 포스테키안 편집장을 맡게 된 28기 알리미 사수현입니다. '포스텍 에세이 & POPO', '알리미가 만난 사람', '알턴십' 등의 코너를 통해서 포스텍 구성원, 졸업생들만의 이야기를 여러분께 생생하게 전달할 테니 많은 기대 부탁드립니다. 저는 고등학생 때 포스테키안을 보면서 포스텍 사람들만이 가지고 있는 이야기를 담은 'People' 코너를 참 좋아했고, 포스텍을 사랑하게 되었는데요. 여러분 역시 제가 맡은 코너들을 통해서 비슷한 감정을 느끼셨으면 좋겠습니다. 여러분을 항상 한 발짝 뒤에서 응원하고 있겠습니다! 감사합니다~

무은재학부 22학번 28기 알리미 **사수현**

포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

이번 호부터 포스테키안 편집장을 맡게 된 28기 알리미 조소혜입니다. 편집 후기에서 보는 건 처음이죠? 1년 반 동안의 수습 알리미 기간을 지내고 드디어 팀장으로서 여러분을 뵙습니다. 여러분에게 포스테키안은 어떤 잡지일지 정말 궁금합니다. 개인적인 바람으로는 여러분이 포스테키안을 읽으며 '우와 세상에 정말 신기한 게 많구나!' 하는 설레는 마음을 가졌으면 하네요. 저도 항상 어떤 소식, 어떤 내용이 여러분들께 도움이 될까 고민하며 포스테키안을 꾸미어 나가도록 하겠습니다. 독자 여러분이 궁금한 게 있다면 언제나 알리미에게 말해주세요! 항상 귀 기울이고 있습니다. 여러분이 좋은 포스테키안과 함께할 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 앞으로의 포스테키안 기대해 주세요!

무은재학부 22학번 28기 알리미 **조소혜**

포스테키안 구독자 여러분! 안녕하세요, 28기 알리미 박태은입니다. 작년에 포스텍 수습 알리미로 활동을 시작하여 어느덧 알리미를 이끌어가는 팀장단이 되었네요. 알리미로 대학 생활을 보낸다는 것은 정말 영광스러운 일이라는 생각을 하곤 합니다. 제가 쓰거나 기획한 것들이 여러분께 조금이나마 도움이 되고, 또 여러분과 함께 소통하고 추억하며 보내는 시간이 너무나 소중한 것 같아요. 여러분은 어떤 하루를 보내고 계신가요? 점점 입시 기간이 다가오는 것을 보아 그 누구보다 치열한 하루를 보내고 계신 학생도 많을 것 같습니다. 저 또한 입시를 겪은 입장에서 그 시간이 얼마나 힘들고, 간절한지 알고 있습니다. 저희 알리미는 여러분께 조금이나마 힘이 되어드리기 위해 끊임없이 노력하고 있습니다. 여러분의 앞날이 항상 빛나기를 고대하며, 언젠가 포스테키안 선후배 관계로 만나 뵙기를 희망합니다. 파이팅!

무은재학부 22학번 28기 알리미 **박태은**

전국의 포스테키안 독자 여러분 안녕하세요! 28기 알리미 이유리입니다. 칠천 킬로미터가 떨어진 타국에서 포스테키안을 읽으며 포스텍에 대한 꿈을 키워가던 시절이 었그제 같은데요. 그로부터 2년이 흘러 포스테키안 팀장으로서 여러분께 인사드리네요. 여름의 맑은 햇살이 내리쬐는 8월, 포스텍 캠퍼스는 싱그러운 여름의 기운을 느끼며 활기를 되찾고 있습니다. 여러분들의 8월은 어떠셨나요? 곧 다가올 새 학기를 준비하며 바쁜 일상을 보내느라 수고가 정말 많으십니다. 실제로 여러분들을 만나지는 못하지만, 포스테키안 집필을 준비하며 여러분들에 대한 특별한 애정을 느끼는 요즘입니다. 여러분들의 진로 선택에 우리 포스테키안이 함께하게 되어 영광입니다. 언젠가는 캠퍼스에서 여러분들을 다시 만날 수 있을 그날을 손꼽아 기대하고 있습니다. 항상 응원합니다!)

무은재학부 22학번 28기 알리미 **이유리**

POSTECHIAN IS PUBLISHED BY POSTECH

POSTECHIAN은 포스텍 학생홍보 봉사단체 <알리미>가 직접 기획, 제작하는 과학 잡지입니다. 이공계 분야 진로를 꿈꾸는 고교생들에게 최신 과학 동향과 연구 관련 정보를 제공하고 있으며 179호에 달하는 전통을 자랑하고 있습니다. 과학에 관심있는 분이라면 누구라도 POSTECHIAN의 독자가 되실 수 있습니다. 구독을 원하시면 POSTECH 입학팀 카카오톡채널에서 신청해 주세요.



포스텍이 궁금해? 링크 모음

POSTECH