

N 177



2022 WINTER POSTECHIAN

포스테키안

POSTECH 이공계 진로 설계 안내서

기획특집
클릭화학

포스텍 연구실 탐방기
Polymer-based Energy Materials Lab

알리미 온에어
알리미의 신년 파티

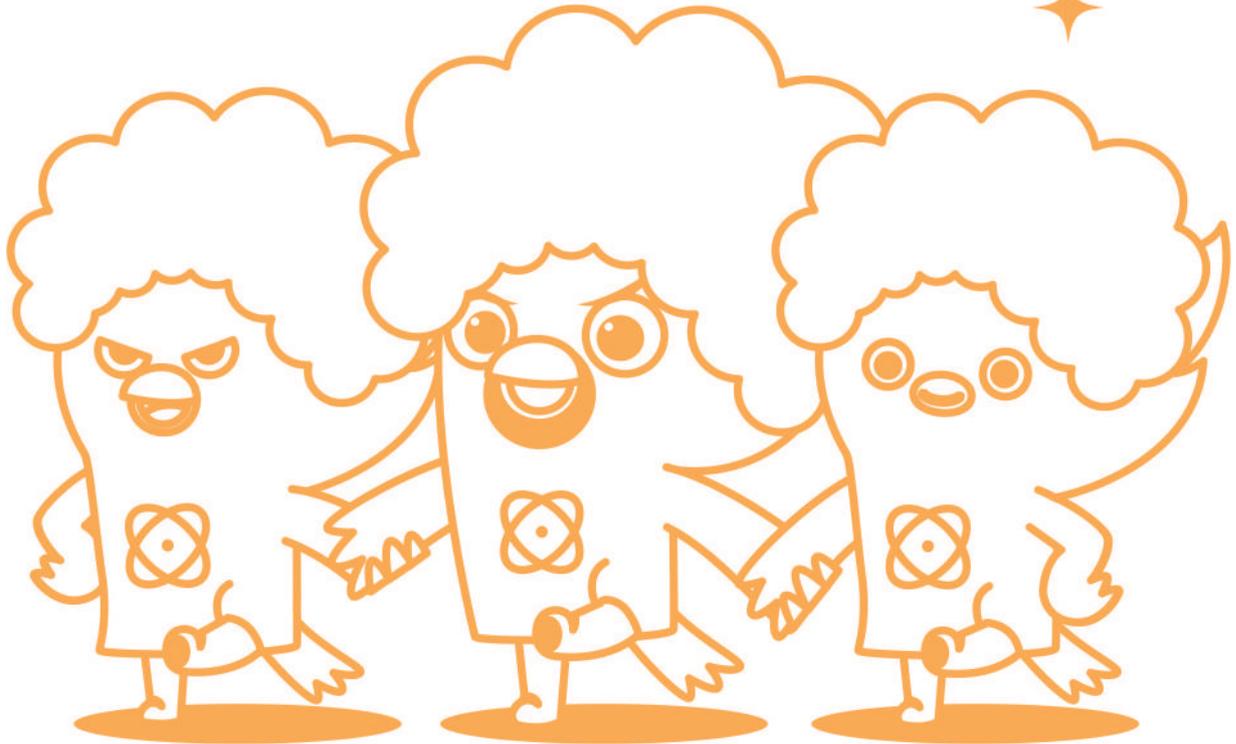


HELLO,



POSTECHIAN:)

지금 바로 '포스텍 입학팀' 채널 추가하세요!



TALK 카카오톡 실행 ▶ 🔍 상단검색창 터치 ▶

👤 검색창에 채널명 입력 ▶ 🗨️ 카카오톡 채널 추가



포스테키안

2022 WINTER POSTECHIAN

POSTECH 이공계 진로 설계 안내서

발행일 2023. 1. 15. 발행인 김무환 발행처 포항공과대학교 입학팀 경북 포항시 남구 청암로 77

편집주간 오민진 강수향 편집기획 김나림 문준혁 조윤경 하태혁 편집위원 포스텍 알리미

디자인 & 제작 |주디자이너글림 t. 051 202 9201 f. 051 202 9206 정가 5,000원

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



에비 포스테키안들에게 알리미가 쏜다!



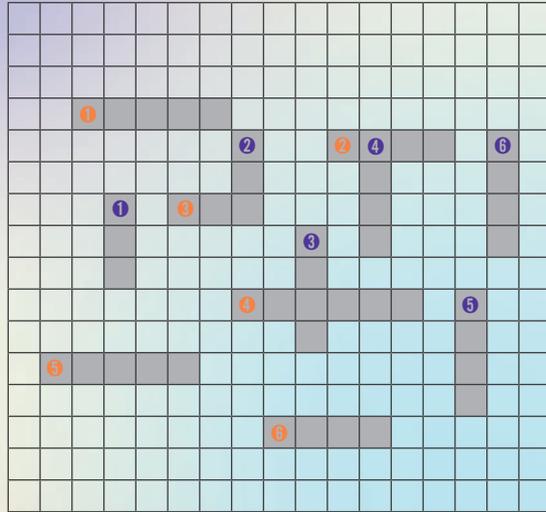
과학 기술을 사랑하며 글로벌 리더의 꿈을 키우는 당신이라면 꼭 읽어봐야 할 잡지, 포스테키안 독자 여러분 반갑습니다.
앞으로 더욱 풍성하고 알찬 '이공계 진로 안내서'를 만들고자 여러분의 의견을 포스테키안 제작에 반영하려 합니다.
링크에 접속해 아래 단어 퍼즐의 답을 맞히고(필수) 설문에 참여해 주시면 추첨을 통해 소정의 선물을 드릴 예정입니다.
많은 참여와 의견을 기다립니다.(제작 관련 의견만 전달할 경우, 퍼즐정답은 빈칸으로 제출 가능)



<https://goo.gl/6wNRLU>

- 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

이번 포스테키안 겨울호, 재미있게 읽으셨나요?
십자말풀이를 풀고 정성 가득한 후기를 남겨주시면
선물이 팡팡! 쏟아집니다.



가로 퍼즐

- ① 유기 분자에서 회전할 수 있는 축을 중심으로 각 치환기가 같은 방향으로 배향되어 생기는 분자의 무리를 일컫는 용어.
- ② 물체의 열적 상태를 나타내는 물리량 중 하나로, 흔히 무질서한 정도를 나타내는 척도로 정의됨.
- ③ 물질의 기계적 성질을 표현하는 용어로, 모든 결정 방향에 대해 같은 성질을 갖는다는 뜻이다.
- ④ 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지. 촉매를 통해 반응 경로를 바꾸는 방식으로 이것을 낮춰서 더 쉽게 반응이 일어나도록 할 수 있음.
- ⑤ 두 개의 편광판 사이 각도에 따른 빛의 세기를 나타낸 법칙. 메타 디스플레이의 원리이기도 하다.
- ⑥ 물질의 양이 달라져도 크기가 변하지 않는 성질. 예로는 녹는점, 끓는점, 밀도, 온도, 압력 등이 있다.

세로 퍼즐

- ① 네프론을 구성하고 있는 요소 중 하나로, 모세혈관이 뭉쳐 덩어리를 이루고 있으며 혈액의 여과 작용을 담당한다.
- ② 어떤 화학종이 일반적으로 전자가 부족한 다른 화학종과 반응할 때 가지는 상대적인 반응성을 일컫는 용어.
일반적으로 음이온 상태가 중성일 때보다 크며, 염기성이 클수록 큼.
- ③ 부산물을 발생시키지 않으면서 특정한 두 분자를 연결하는 합성 방식에 대해 다루는 학문. 2022년 노벨 화학상의 수상 주제이기도 함.
- ④ CuAAC 반응에서 아자이드와 알카인이 클릭 반응하여 형성하는 화합물.
- ⑤ 생성물 농도와 반응물 농도 사이의 비율을 뜻하며, 이것과 평형 상수와의 비교를 통해 반응의 정도를 파악할 수 있다.
- ⑥ 컴퓨터가 따라할 수 있도록 문제를 해결하는 절차나 방법을 자세히 설명하는 과정. 컴퓨터를 활용한 문제 해결 과정에서 주어진 문제를 해결하는 일련의 방법이며, 문제 해결 방법을 절차대로 나열한 것.

목차

2022 포스텍 이공계 진로 설계 안내서 WINTER

06

포스텍 에세이
나에게 맞는 지름길 찾기

10

알리미가 만난 사람
나의 선택을 통해
주도적으로 산다면,
후회하지 않는 삶을 살 수 있어요
박재홍 선배님과 이야기

14

알턴십
알리미의 일일 인턴 체험기
네이버랩톤 시

18

포커스
고등학생 기자단 포커스 7기,
김종민 교수님을 만나다!

20

기획특집
클릭화학
Click Chemistry

28

헬로 노벨
멸종한 유인원의 계능과
인간 진화의 연관성에 관한 연구

32

최신 기술 소개
메타 디스플레이 / 금속 의료기기
/ Latent Diffusion Model
/ 옥시토신

34

포스텍 연구실 탐방기
POSTECH
Polymer-based
Energy Materials Lab

38

알리미 온에어
알리미의 신년 파티

40

포라이프
책임의 값

42

크리에이티브 포스터기안
생각하는 대로 꾸준히

44

포스텍 카툰
포스텍의 일상을 그려박서연
나이/ 겨울

46

사이언스 블랙박스
간지럼의 과학

48

공대생이 보는 세상
찜질방
신소재공학과/화학과/
전자전기공학과/생명과학과

52

지식더하기 I
Knapsack Problem
(배낭 문제)

53

지식더하기 II
김스 자유 에너지

54

마르쿠스
두 가지 방향으로 발전한
양자역학이 직교함수를 통하여
동일해지다

56

알스토리 I
J처럼 계획하고 P처럼 살자

57

알스토리 II
마음가짐, 미래를 바꾸는 힘

58

독자서평 & 편집후기
POSTECHIAN REVIEW

포스텍 교수님 이야기

나에게 맞는 지름길 찾기

글 / 포스텍 생명과학과 고아라 교수



고등학생들에게 해주고 싶은 말과 관련해서, 제 경험이 모든 학생에게 적용되지는 않을 것입니다. 그렇지만 자신이 너무 평범하다고 생각하고, 또 그러한 이유로 고민하는 학생들에게는 조금이나마 도움이 되었으면 하는 기대로 글을 씁니다.

초등학교 2학년 때부터 일본에서 3년을 지내고 한국에 돌아왔을 때의 일입니다. 초등학교 5학년인 한국 친구들 모두 알파벳은 당연하다는 듯이 알고 있었고 회화도 기본적인 수준은 구사할 수 있었기에 알파벳부터 외워야 하는 저로서는 공부에 적응하기 힘들었습니다. 저의 유일한 장점은 약간의 집요함이었지만 암기력이 부족하다는 점이 단점이었고, 그래서인지 영어 공부를 시작할 때 요령 없이 발음만 열심히 따라 했습니다. 이 때문에 중고등학교 때는 수업에서 영어 문장을 읽고 직독 직해해야 하는 상황이 난감하기만 했습니다. 그 상태로 대학에 진학하여 수업을 들었는데, 교수님께서 분명 한국말로 수업하시는데도 불구하고 영어 단어가 많고 교재도 원서여서 내용을 이해할 수가 없었습니다. '이 길이 아닌가?' 하는 생각에 대학교 1학년

때는 많이 방향했던 것 같습니다. 게다가 생명과학 실험 수업에서 나름대로 보고서를 열심히 작성하였지만, C+를 받기도 했습니다. 반면, 같은 학기에 들었던 일반화학 실험 수업의 보고서는 A+를 받았습니다. 암기하는 것을 싫어했기에 생명과학 과목들은 1학년 때의 점수가 좋지 않았는데, 화학과 과목은 원리를 알면 반응을 풀어낼 수 있어 흥미를 느끼게 되었습니다. 그래서 2학년 때부터 화학 복수 전공을 시작하였습니다. 화학 실험 후 discussion을 쓸 때 실험 결과가 나오지 않는 이유에 대해 분석하는 과정(이 당시 실험 리포트가 한 실험당 50페이지가 넘는 일도 있었답니다)이 흥미로워서 자연스럽게 전공 공부에 집중할 수 있었습니다. 신기하게도 화학을 공부하면서 얻은 흥미와 함께 생명과학 과목들도 덩달아 재미를 느껴 졸업할 때는 우수한 성적으로 마무리할 수 있었습니다. 모든 것에 뛰어난 사람도 분명히 있습니다. 그러나 그렇지 않은 사람이라도 본인이 흥미를 느끼는 것에 집중한다면 그것이 곧 자신감이 되어 다른 부분에서도 충분히 성장해나갈 수 있습니다. 그러니, 자신의 부족함을 직면했을 때 무너지지 않았으면 합니다.





영어를 대한 고민은 앞서 언급한 대로 초등학교 6학년 때 알파벳을 배우기 시작한 이후로 대학생 때까지 저를 괴롭혔습니다. 대학교에 입학하고 나서는 원서 내용 이해의 어려움은 물론이고, 외국인이 말하는 “How tall are you?”도 알아듣지 못한 것이 지속해서 스트레스가 되었던 기억이 납니다. 대학교 3학년 때 나름의 영어 공부를 시작하였는데, 발음이 안 되면 단어가 외워지지 않아서 발음 기호를 찾고 영어 단어를 외우는 식으로 공부했었습니다. 겨우 영어 독해 능력을 향상한 후에 대학원에 진학하였고, 발음을 중심으로 영어 공부를 진행한 덕에 영어 발표 수업도 무난하게 참여할 수 있었습니다. 그리고 석사 2년 차 때는 연구재단에서 지원하는 학문 후속세대 양성 프로그램에 선정되어, 미국 스탠퍼드 대학에서 6개월간 연구원 생활을 할 수 있는 기회를 얻었습니다. 미국이라는 나라에 처음 가게 되었고, 미국 생활에 적응하기 위해 제가 살면서 가장 적극적으로 다양한 경험을 해보려고 노력했던 기억이 납니다. 연구뿐만 아니라 미국 학생들과 대화하며 각종 파티에도 참여하고, 다른 분야의 세미나도 열심히 들으면서 과학자로 사는 삶을 즐겁게 해볼 수 있었다는 확신을 갖게 되

었습니다. 그리고 제 영어에 대한 현지인들의 칭찬을 들으면서 ‘자신에게 맞는 학습법으로 접근하면 되는구나’하는 생각도 갖게 되었습니다. 그렇게 그 당시에 공부했던 방식이 국적에 상관없이 제 연구를 사람들에게 소개하고, 그들을 설득하는 현재의 직업에 큰 도움을 주고 있습니다. 현재 고등학교 학생들은 앞으로 점점 더 국가 간의 경계가 허물어지는 것을 경험하게 될 것입니다. 이러한 관점에서 영어 공부를 소홀히 하지 않았으면 좋겠습니다. 그리고 저처럼 늦게 부족함을 깨닫더라도, 그것은 결코 늦은 것이 아닙니다. 오히려 대학 입학 후에는 입시에 유리한 방식이 아닌 자신이 좋아하는 방식으로 영어 공부를 할 수 있다는 자유가 있어, 조금 더 즐겁게 부족한 부분을 채울 수 있을 것으로 생각합니다.

고등학교 때 대학 입학을 중점으로 생각하고 달리다가, 대학에 입학한 후 방황하는 경우를 종종 봅니다. 대학 입학 후에는 입시라는 확실한 중점이 없기 때문에 방향성을 잃는 것 같습니다. 하지만 학생들 스스로 자신의 목표를 설정해서 자유롭게 그 목표에 다가가는 과정을 어색해하지 말고 즐겁으면 좋

겠습니다. 또한 자신이 접근한 방법이 단기적으로는 실패로 느껴지더라도, 시간이 흐른 뒤에 그 경험이 실패가 아니었다는 것을 느끼는 시점이 분명히 옵니다. 물론 대학에 입학한 후에도 성적에 대한 압박을 경험하겠지만, 조금하게 생각하지 말고 본인 스타일대로 학습하고, 또 부족한 부분이 느껴진다면 대학원에 진학하거나, 인턴을 해보는 등 다양한 방식으로 그 부분들을 채워나갈 수 있을 것입니다. 더불어 동료 대부분이 가는 방향이 아닌 다른 방향을 택하는 것이 절대 틀린 것이 아닙니다. 10년 후에는 자신이 새로운 방향을 개척하고 있는 선구자의 위치에 있을 수 있으므로 호흡을 길게 가지고 갔으면 좋겠습니다.

포스텍은 학과를 입학 후에 결정할 수 있어, 자신이 생각한 분야 외에 다른 분야의 접근이 상대적으로 쉽습니다. 이러한 장점을 활용하면 고등학교 때 꿈꿔왔던 학문이 본인 기대와 달랐을 때 다양한 돌파구를 만들어 나갈 수 있을 것입니다. 고등학교의 3년이라는 시간이 힘들고 막막할 수 있지만, 거기서 빼앗간다고 해서 인생 전체에 큰 영향을 줄 것으로 낙담하지

않았으면 합니다. 세상에는 수많은 길이 있으니, 굳이 지름길로 가지 않아도 천천히 주변을 보면서 가도 괜찮다는 이야기를 전하고 싶습니다. ☺



▶ 1월 27일, 에세이와는 다른 매력의 고아라 교수님을 만나보세요!





**나의 선택을 통해 주도적으로 산다면,
후회하지 않는 삶을 살 수 있어요**

박재홍 선배담과의 이야기

여러분은 먼 미래에 어떤 직업을 가지고 있을 것 같나요? 아무리 내가 걸어갈 길을 예측해 보아도, 삶은 그 길을 이탈하곤 합니다. 하지만 나의 삶이 결코 틀린 길은 아닐 거예요. 훗날 다시 과거를 돌이켜본다면 ‘이 길이 곧 나의 길이었구나’라고 생각하지 않을까요? 이번 겨울호 <알리미가 만난 사람>에는 포스텍 1회 졸업 후, 2번의 창업을 통해 현재 피엠그로우의 대표 이사로서 한국 배터리 리유즈 산업을 선두하고 계신, 박재홍 선배님의 이야기를 담아보았습니다. 박재홍 선배님을 함께 만나볼까요?

#1. 전국의 포스테키안 구독자들에게 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 포스텍 컴퓨터공학과 87학번이고, 피엠그로우를 창업하여 대표 이사로 재직 중입니다. 후배들에게는 DNA가 벤처¹인 포스텍 1회 졸업생이라고 소개하고 싶어요.

#2. 대표 이사로 재직 중이신 피엠그로우는 어떤 기업인지 소개 부탁드립니다.

피엠그로우는 전기차에 사용되는 배터리 팩을 만들고, 리유즈 배터리 제품을 제조하고 있어요. 궁극적으로는 전기차 배터리의 데이터를 수집하여 서비스를 제공하는 서비스 플랫폼 회사를 지향하고 있습니다. 배터리 리사이클링과 달리, 배터리 리유즈는 잔존 용량이 높은 폐배터리를 개조해서 골프 카트, 포크레인 등 전기차보다 낮은 성능을 요하는 이동 수단에 사용될 배터리를 만드는 것이에요. 교체 시기의 배터리 잔존 용량은 무려 절반 이상이기 때문에, 바로 리사이클링하기보다 배터리 리유즈 단계를 거친다면 더 친환경적으로 배터리를 사용할 수 있죠.

#3. 어떠한 과정을 거쳐 벤처 창업을 하시게 되었나요?

2001년도 대기업을 나온 시점, ‘나는 뭐 하지’라는 고민을 많이 했어요. 내 인생의 중요한 시점이니깐요. 교수가 되기 위한 Post-doc²과 벤처라는 선택지가 있었고, 저는 벤처를 해보는 것도 좋겠다고 생각했어요. 처음에는 조금 쉽게 생각했었어요. 2~3년 하면 성공하든지 실패하든지 하겠다고 생각했고 실패하는 것에 대한 두려움이 없었어요. 저는 궁금한 게 생겼는데 안 해보면 계속 궁금해하는 성격이에요. 그래서 벤처를 2년 정도 해보고 잘 안된다면, 벤처 생각을 깔끔히 접을 수 있겠다 싶었죠.

각주

- 1 고도의 전문 능력, 창조적 재능, 기업가 정신을 살려 대기업에서는 착수하기 힘든 특수한 신규 산업에 도전하는 기업
- 2 박사 학위 취득 후 정규직 연구자로 정착하기 전, 대학이나 연구소 등에 소속되어 자신의 연구 역량을 쌓아가는 임시직 연구자

#4. 2001년 박사 졸업 후 모바일 산업에서 첫 창업을 하신 뒤, 2010년 전기 자동차 중 배터리 부문에서 새로운 창업을 하셨는데요. 왜 창업을 다시 하시게 된 건가요?

첫 창업 후 2년 동안 회사에 많은 직원이 생겼어요. “2년이 되었으니, 접고 집에 갑시다!”라고 할 수 없어서 계속 운영해나갔죠. 그런데 내가 만든 회사이지만 내가 원래 생각한 방향과 다르게 나아가고 있다는 생각이 들었어요. 내가 좋아하는 것과 시장에서 원하는 회사의 모습이 조금 달랐던 거죠. 그런데 회사가 굉장히 잘 되었어요. 두 가지 선택지가 생겼죠. 잘 되는 회사의 대표로 계속 있는 것과 자아실현을 하는 것. 사실 좋은 성과를 내는 회사의 대표로 있는 것은 편한 일이에요. 하지만, 저는 사업을 같이 시작한 친구에게 경영을 맡기고 내가 원래 하고 싶었던 것을 다시 시작했어요. 200명 정도의 직원이 있는 회사에서 나와 4~5명을 데리고 다시 시작하는 건 힘들었지만, 지금 와서 생각해 보면 안주하지 않고 내가 하고 싶은 일을 한 것은 굉장히 잘한 선택이라고 생각해요.

#5. 벤처의 최고 경영자로서 필요한 자질은 무엇이라고 생각하시나요?

우선 벤처에 대해 먼저 말하자면, 벤처는 시장이 성장하고 난 후 들어오는 것이 아니라 시장이 생겨나려고 할 때 들어와야 해요. 그래서 벤처는 제품이나 기술을 만드는 것도 중요하지만, 벤처의 더 중요한 역할은 시장을 개척하는 것이에요. 강한 자가 살아남는 것이 아니라, 살아남는 자가 강하다는 말이 있어요. 좋은 아이디어를 내는 사람이 항상 성공하지는 않아요. ‘제품을 못 만들어서’가 아니라 ‘그 제품이 팔리는 시장’을 못 만드는 경우가 많기 때문이죠. 그 시장을 만들 때까지 버틸 힘이 있어야 하는데 그러기가 쉽지 않아요. 전기차도 ‘전기차의 시대가 올 것이다, 안 올 것이다’ 말이 많았어요. 전기차에 대한 여론이 대치하던 중 테슬라가 이 시장을 흔들며 전기차 시장이 급격히 발전했죠. 시장이 성공할 것인지 아닌지 알 수 없는 불확실한 시기를 견디는 게 중요해요. 따라서 이 기간이 내 예상보다 길어지더라도 회사를 지탱할 수 있도록 든든한 지지 기반을 다질 수 있는 능력이 CEO에게 가장 필요한 자질이 아닐까 생각합니다.

#6. 교수의 꿈도 있었다고 하셨는데, 어찌 보면 교수도 한 분야를 개척한다는 점에서 벤처와 닮은 점이 있는 것 같습니다.

대학교에 막 입학할 때는, 나를 다 모르는 상황에서 ‘나는 교수가 되고 싶어’라고 생각했었죠. 배운 것으로 새로운 걸 하고 싶다는 DNA는 있었는데 그때 당시는 그게 벤처라는 생각을 못 해서, 교수가 되고 싶다고 생각했던 것 같아요. 그랬는데 알고 봤더니, 벤처도 새로운 것을 할 수 있는 또 다른 길이란 걸 깨달았어요. 교수와 벤처는 새로운 아이디어를 가진다는 출발은 같아요. 그런데 벤처는 교수가 만든 logic을 활용해 제품을 만든 뒤, 그것을 시장에 내어놓으며 시장을 만들어가는 것이에요. 좀 더 ‘High risk, High return’이라고 할 수 있을 것 같아요. 이 길을 모두 와본 입장에서 다시 돌이켜 생각해 보면, 벤처가 저에게 딱 맞는 길이었다고 생각해요.



폐배터리의 활용법은 무궁무진! 배터리재활용의 선도기업 피엠그로우 박재홍 대표 | 특특동해인 220305 방송

#7. 대학교 선택 또는 입시를 앞둔 포스테키안 구독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

나의 선택을 통해 주도적으로, 재미있게 산다면 후회 없는 삶을 살 수 있어요. 중·고등학교에서 대학교를 선택하는 것은 굉장히 중요한 선택이죠. 대학교 선택이 고민된다면, 그 대학을 나온 선배들을 살펴보는 것도 좋아요. 대학교마다의 DNA가 있기 때문이에요. 대학 생활을 통해 그 대학의 문화를 습득하게 되거든요. 포스텍의 DNA는 '도전'인 것 같아요. 왠지 편하게 살면 안 될 것 같고, 도전해야 할 것 같고 그런 게 있죠. 제가 그런 것처럼요. 학교마다의 DNA가 무엇인지 잘 살펴보고 좋은 선택을 했으면 좋겠습니다.

포스텍 1기 졸업생부터 2번의 창업 후 촉망받는 산업의 선두 주자까지, 선택과 도전의 삶을 살아오신 박재홍 선배님의 이야기 어떠셨나요? 박재홍 선배님의 벤처 창업 이야기와 삶에 대한 가치관까지 많은 점을 배울 수 있었습니다. 미래를 알 수 없는 상황에서의 선택이란 항상 불안하고 고민되는 일이지만, 자신의 선택을 믿고 주도적으로 살아간다면 후회 없는 삶을 살 수 있지 않을까요? 포스테키안 구독자들을 위해 의미 있는 말씀을 전해주시는 박재홍 선배님께 감사 인사를 드리며 글을 마칩니다.☺



알리미의 일일 인턴 체험기!

네이버웹툰 AI

딥러닝 기반 연구를 수행하는 글로벌 1위 스토리테크 기업

안녕하세요, 포스테기안 구독자 여러분. 벌써 추운 겨울이 되었습니다. 알리미가 직접 교내외 유명 기업이나 연구소를 방문해 일일 인턴 체험을 해보는 알턴십이 벌써 여덟 번째 이야기로 돌아왔습니다! 이번에는 구독자 여러분들이 좋아하시고 익숙하실 기업을 방문했는데요. 겨울호 포스테기안 알턴십으로 방문한 기업은 바로 네이버웹툰(NAVER WEBTOON)입니다! 웹툰이나 만화를 즐겨보는 구독자 여러분이 많으실 것 같은데요. 재밌는 콘텐츠로 가득한 네이버웹툰에 AI 기술이 어떻게 활용되고 있을지 궁금하지 않나요? 네이버웹툰 AI의 생생한 이야기를 담기 위해 하태혁 알리미와 박태은 알리미가 네이버웹툰 판교 오피스에서 여러 기술 서비스를 직접 체험해 봤습니다.

글 / 컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 하태혁

알턴십 인턴 / 컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 하태혁 X 무은재학부 22학번 28기 알리미 박태은

네이버웹툰 AI

네이버웹툰은 웹툰 콘텐츠를 제작할 뿐만 아니라, 건강한 웹툰 생태계를 조성하기 위해 웹툰에 AI를 접목한 연구를 진행하며 글로벌 콘텐츠 기술 기업으로 성장하고 있습니다. 특히 웹툰 생태계 속에서도 창작자와 독자를 위한 기술을 연구 개발하고 있는데요. 새로운 콘텐츠를 발견하고 발전시킬 수 있는 AI 서비스와 작가님의 웹툰 창작물을 보호할 수 있는 기술이 존재한다고 합니다. 오늘은 그중에서도 AI Painter와 Webtoon Me 기술을 체험해 보았습니다. 네이버웹툰 AI Creation 팀에서 기술을 개발하고 계신 사수님을 따라 현재 완성된 AI 서비스를 직접 체험할 수 있는 체험 공간으로 들어가 보았습니다.



알리미 박태은

민정도원 김원미이민 / 김정은 이은희

WEBTOON AI PAINTER

먼저 체험한 서비스는 자동 채색 서비스인 'AI Painter'입니다. 사용자가 AI Painter에서 채색하고 싶은 스케치 사진을 업로드하면, AI가 스케치 사진의 패턴을 분석하여 그림에 맞게 자동으로 채색해 줍니다. 화면 왼쪽 사이드바에는 사용자가 원하는 색조의 색상 등을 선택할 수 있는 설정 툴이 존재하기 때문에, 원하는 색상을 선택해 자동으로 일러스트를 제작할 수 있었습니다. 사용자가 조금 어두운 색상을 선택해서 음영을 주려고 한다면 AI가 이를 인식하고 적절한 영역에 음영을 반영할 정도로 정교한 AI였습니다.

최근에는 더 다양한 서비스가 추가되고 있다고 하는데요. 해외 사용자 중에서는 일러스트에 다양한 피부색과 톤이 반영되었으면 좋겠다는 요청 사항이 있어서, 기본 피부색을 선택하여 채색하는 게 가능해졌다고 합니다. 또한, 단순하고 깔끔한 그림 채색과 화려하고 스타일리시한 채색 사이의 정도를 조절할 수 있는 기능도 개발되었다고 하네요. AI Painter로 직접 채색해 보기 위해서 하태혁 알리미가 '유미와 세포들'의 유미 스케치를 가지고 이상형을 표현해 보았습니다. 머리 색부터 옷의 스타일까지 직접 선택해 보았는데 과연 AI는 하태혁 알리미의 이상형을 정확히 파악했을까요? 더 자세한 내용은 영상을 통해 확인할 수 있습니다!



Webtoon Me

두 번째로 체험한 서비스는 현실 이미지를 실제 존재하는 다양한 웹툰 그림체로 바꿔주는 'Webtoon Me'입니다. 혹시 구독자 여러분은 2017년에 연재된, '마주쳤다'라는 웹툰을 알고 계시나요? 사진을 찍으면 우리 얼굴이 하일권 작가님의 그림체로 변환되고 주인공이 되어 웹툰으로 들어가는 신기하고 재밌는 웹툰이었습니다. 이번에 체험한 Webtoon Me 기술도 독자가 웹툰 속 주인공이 되어 웹툰에 들어가는 아이디어로 개발된 기술입니다.

Webtoon Me는 사용자의 얼굴뿐만 아니라, 카메라에 담기는 모든 부분을 웹툰 그림체로 변환합니다. 이는 딥러닝 모델을 학습시킬 때, 주위 배경과 카메라에 담기는 모든 물체를 데이터로 변환하여 AI 모델의 학습에 사용하기 때문입니다. 그래서 이렇게 실시간으로 이미지를 다양한 그림체로 변환하는 기술이 탄생하게 된 것입니다. 이번에는 하태혁 알리미와 박태은 알리미가 직접 기술을 체험해 보면서 팔이피플, 여신강림, 이말년 서유기의 그림체로 변해 보았습니다!



네이버웹툰 AI 사수님과 인터뷰

알리미의 체험을 도와주신 이광호 사수님과 인터뷰를 진행해보았습니다. 네이버웹툰 AI 팀에 들어오기까지의 과정과 컴퓨터공학과 전공 지식 등을 질문했는데요. 컴퓨터공학과를 전공하신 분들도 많았지만, 컴퓨터공학과가 아니라도 인공지능에 관심이 많아서 관련 공부와 연구실에서 경험을 쌓으신 분들도 많이 계신다고 합니다. 또한, 다른 기업에는 없는 네이버웹툰만의 특별한 복지도 알 수 있었습니다. 바로 가끔 휴게실에 구비되는 만화책이 있다면 무료로 가져갈 수 있다는 것인데요! 만화를 좋아하는 사람들에게 최고의 복지가 아닐까 싶습니다.

네이버웹툰 AI 리드, 김대식 님과의 인터뷰

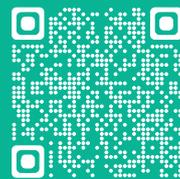
네이버웹툰 AI 리드이신 김대식 님과 만나 인터뷰를 진행해 봤습니다. 김대식 님께서는 네이버웹툰 AI를 총괄하고 계시는데요. 포스텍 산업공학과(현 산업경영공학과)를 졸업하시고 서울대학교에서 박사 과정을 진행하시는 동안 '비닷두(V.DO)'라는 스타트업에서 CEO/CTO로 계셨다고 합니다. 그러던 중 네이버웹툰이 비닷두를 인수하면서 네이버웹툰에 입사하게 되었고 AI 팀이 빌딩되어 현재의 네이버웹툰 AI에서 앞서 체험한 여러 기술 및 서비스를 담당하고 계십니다. 네이버웹툰 AI 팀만의 아주 특별한 차별점은 바로 웹툰이라는 생태계와 콘텐츠를 다룬다는 것인데요. 뛰어난 AI 기술력에 더해 웹툰이라는 독보적인 연구 적용 생태계가 있기 때문에, 이를 발판으로 세계에서도 돋보이는 연구 분야가 되는 것이 목표이자 네이버웹툰 AI의 비전이라고 합니다.



네이버웹툰 리드식 시 Director

네이버웹툰 AI 알턴십을 마치며

최근 세계에서는 ChatGPT나 AI diffusion처럼 뛰어난 AI들이 사람들의 상상을 현실로 구현해 주고 있습니다. 한국에서는 네이버웹툰 AI가 웹툰이라는 독보적인 콘텐츠와 뛰어난 연구 기술로 세계 1위 스토리테크 기업 자리를 차지했는데요. AI 서비스를 직접 체험해 보면서 그 기술력을 느낄 수 있는 정말 좋은 경험이었습니니다. 체험을 도와주신 네이버웹툰 AI 사수님과 김대식 리드님께 감사드립니다. 독보적인 기술력을 더 생생하게 보고 싶다면 포스텍 입학팀 유튜브 채널에 공개될 2022 겨울호 알턴십 영상까지 참고해 주세요! 📺



▶ 3월 31일, 네이버웹툰 AI에서 진행된 알리미들의 일일 인턴 체험기가 공개됩니다!

— 고등학생 기자단 포커스 7기 —

김종민 교수님을 만나다!

안녕하세요! 저희는 포커스 7기로 활동하게 된 경산과학고등학교 1학년 김민재, 배준영입니다. 저희는 POSTECH 생명과학과에서 합성생물학 연구를 진행하고 계시는 김종민 교수님과 인터뷰를 진행하였습니다. 평소 생명과학과 관련하여 개인적으로 궁금했던 내용부터 많은 분들이 궁금해하실 내용까지 담아보았는데요. 그럼 인터뷰 내용을 함께 살펴볼까요?

글 / 경산과학고등학교 1학년 김민재 배준영



교수님의 연구 분야에 대해 소개해 주시면 좋을 것 같습니다.



저는 합성생물학을 연구하고 있습니다. 생명과학 연구에 여러 공학적인 접근을 해 자연계에서 찾을 수 없는 생명체를 제작해 보는 학문이라고 할 수 있습니다. 다양한 학문이 접목되기 때문에 생명과학뿐만 아니라 전자공학, 화학, 물리 다양한 분야의 사람들이 함께 연구합니다. 정리하자면, 합성생물학은 기존의 생명과학이 풀지 못한 문제를 풀어나가는 학문으로 기후변화와 같이 앞으로 맞닥뜨릴 문제에 대한 해답을 제시할 수 있는 학문입니다.



교수님이 하시는 연구(세포 프로그래밍/분자 단위 프로그래밍)가 어떠한 생물의 범위까지 적용 가능한지 궁금합니다.



합성생물학은 원핵세포, 진핵세포, 바이러스 등 생물의 종을 가리지 않지만, 특히 박테리아를 많이 활용합니다. 박테리아의 경우 쉽게 엔지니어링이 가능해 바이오 관련 물질을 합성할 수 있도록 활용할 수 있기 때문입니다. 예를 들어, 합성생물학을 통해 바이오 플라스틱 등을 합성하여 석유 기반의 경제가 가져오는 환경 문제를 바이오 기반으로 바꿔 해결할 수 있습니다. 그뿐만 아니라 합성생물학은 향후 먹거리 문제에서도 상당히 중요한 역할을 할 것으로 생각합니다.



세포를 프로그래밍하고 디자인한다는 것에서 어떤 연구 성과가 있으셨으며 결과적으로 어떤 영역에서 사용할 수 있을지 궁금합니다.

또 인체를 기반으로 하는 실험은 어떠한 방법으로 인체에 무해함을 입증하는지 궁금합니다.



제가 주로 연구하는 부분은 합성생물학 중에서도 유전자 회로를 재설계하는 쪽입니다. 유전자를 우리가 원하는 기능을 가지도록 설계하는 것이 연구 목표입니다. 예를 들어 박테리아 같은 경우 연산을 할 필요가 없지만, 박테리아가 연산할 수 있도록 유전자 회로를 설계함으로써 연산할 수 있는 박테리아를 구현할 수 있습니다. 저희가 최근에 박테리아가 다양한 RNA시그널에 맞게 연산 결과를 색으로 표현하는 연구를 발표한 적이 있습니다. 이러한 실험이 당장에 유용할 수는 없지만, 유용하게 만들기 위해서는 단순한 색 출력보다 더 유용한 결과물이 나와야겠죠. 또, 암세포를 직접적으로 찾아가는 박테리아를 이용하는 등의 연구 결과도 있는데요. 이는 암세포 내부에 과다한 조직이 박테리아가 살기 좋은 환경이기 때문입니다. 실제로 사람의 다양한 암을 살펴보면 상당한 수의 박테리아가 살고 있는데, 어떤 경우에는 이 박테리아가 항암제를 대사하기도 합니다. 즉, 항암제가 효과가 없을 수도 있는 거죠. 그렇기에 암세포와 관련해서는 박테리아 연구가 필요합니다. 바로 여기서 박테리아의 성질을 이용해 아예 암을 타게팅^{Targeting} 하는 데 사용할 수도 있습니다. 그런 경우 박테리아들이 암에 들어갔을 때 다양한 질병과 관련된 여러 가지 특징들을 감지할 수 있는데요. 그 감지한 결과를 가지고 약을 만드는 방식으로 암 치료에 도움을 줄 수 있습니다.

안전성 관련한 부분도 굉장히 중요한 부분인데요. 박테리아 중에서도 섭취해도 인체에 무해한 프로바이오틱스 같은 박테리아를 이용합니다. 최소한으로 필요한 부분을 공학적으로 처리하면 무해하게 작용할 수 있고, 이에 대한 임상실험도 진행 중입니다. 페닐알라닌을 대사하지 못하는 유전병도 프로바이오틱스에 페닐알라닌을 소화하는 효소를 내포하도록 설계하면 도움을 줄 수 있습니다.



연구주제 선정 시 어디서 영감이나 동기를 얻으시는지 궁금합니다.



사실 딱히 어디서 나오는지 특정할 수는 없습니다. 원래 영감이라는 게 갑자기 떠오르는 경우가 많기 때문인데요. 책을 보거나 연구를 보는데 매몰되지 말고 새로운 관점에서 생각한다면 돌파구를 찾을 수 있습니다. 탄생각할 때나 한가롭게 책이나 TV를 볼 때일 수도 있습니다. 또한 다양한 경험이 중요합니다. 다양한 것을 보고 다양한 사람과 얘기하면서 영감이 떠오르

기도 하죠. 특히 다른 연구자와의 얘기와 상호작용을 통해서 얻는 경우도 있어서 연구자들끼리 서로 소통하는 것이 가장 중요합니다.



마지막으로 생명과학 분야의 학문을 연구 및 공부할 때 필요한 역량과 자세를 알려주시면 좋을 것 같습니다!



생명과학의 경우 다른 학문에 비해 특이나 모르는 것이 너무 많습니다. 다른 학문의 경우, 많은 과학자가 쌓아 놓은 것이 많지만 생명과학은 생물체가 너무 많고 우리가 발견하지는 못했지만, 실험에 사용될 수 있는 자연계에 기본적으로 존재하는 도구들도 매우 많습니다. 또, CRISPR-Cas9(크리스퍼 유전자가위)과 같은 새로운 기술이 계속 나오기 때문에 공부할 것이 많습니다. 하지만 그것이 큰 장점이라고 생각합니다. 연구는 일견 재밌어 보이지만 실제로는 재미도 없고 힘든 경우가 많습니다. 그러므로 끈기가 있어야 하고 분야에 대한 호기심과 관심을 꾸준히 가져야 연구를 잘 할 수 있다고 생각합니다. 이외에도 연구가 점점 복잡해지고 어려워지기 때문에 다른 연구자들과의 소통도 중요합니다.

박태준학생(중점)과 권은규(과)가 알리미 선배들과 함께



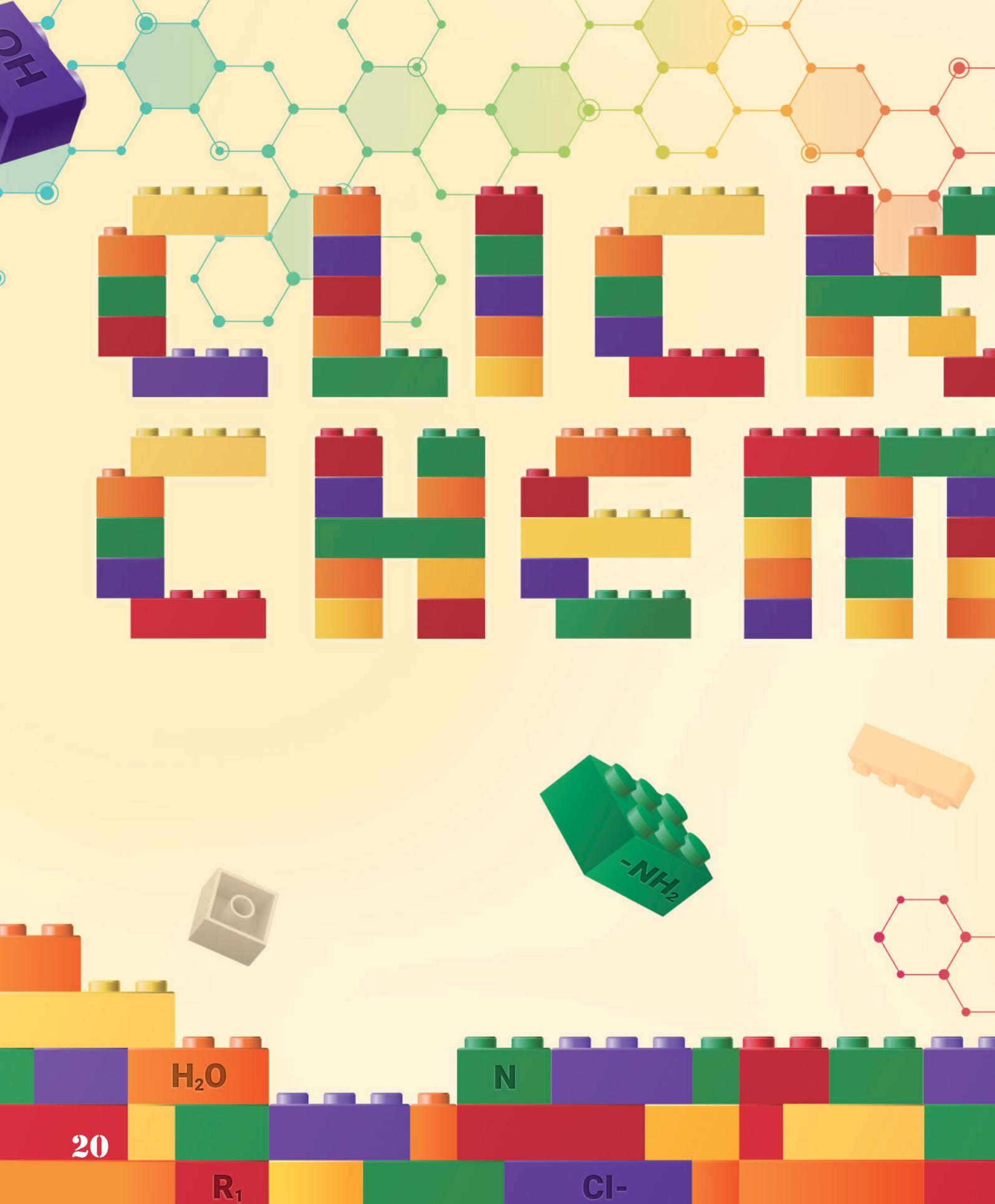
지금까지 생명과학과 김종민 교수님과과의 인터뷰 내용이었습니다. 아쉽게도 저희 질문들과 교수님의 연구내용을 기사에 모두 담지는 못했는데요. 영상을 통해 꼭 확인해 보시면 좋겠습니다. 교수님을 만나 뵈고 포스텍을 둘러보며 큰 동기부여가 되었는데요. 이런 흔치 않은 기회를 부담 없이 즐길 수 있도록 해주신 포스텍 알리미분들과 김종민 교수님께 매우 감사드립니다!🙏



☑ 고등학생 기자단 포커스의 이야기는 2월 24일 공개됩니다!

각주

1. 유전자를 편집하는 첨단 기술로, 특정 염기서열에 특이적으로 결합하는 RNA(gRNA)와 이를 자르는 가위 역할의 효소인 Cas9 nuclease로 구성되어 있다.



OH

-NH₂

H₂O

N

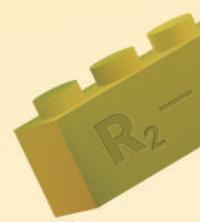
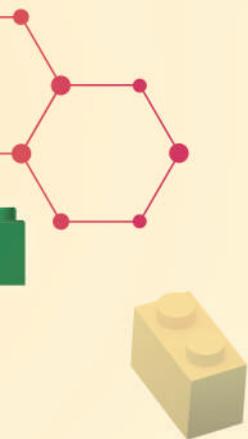
20

R₁

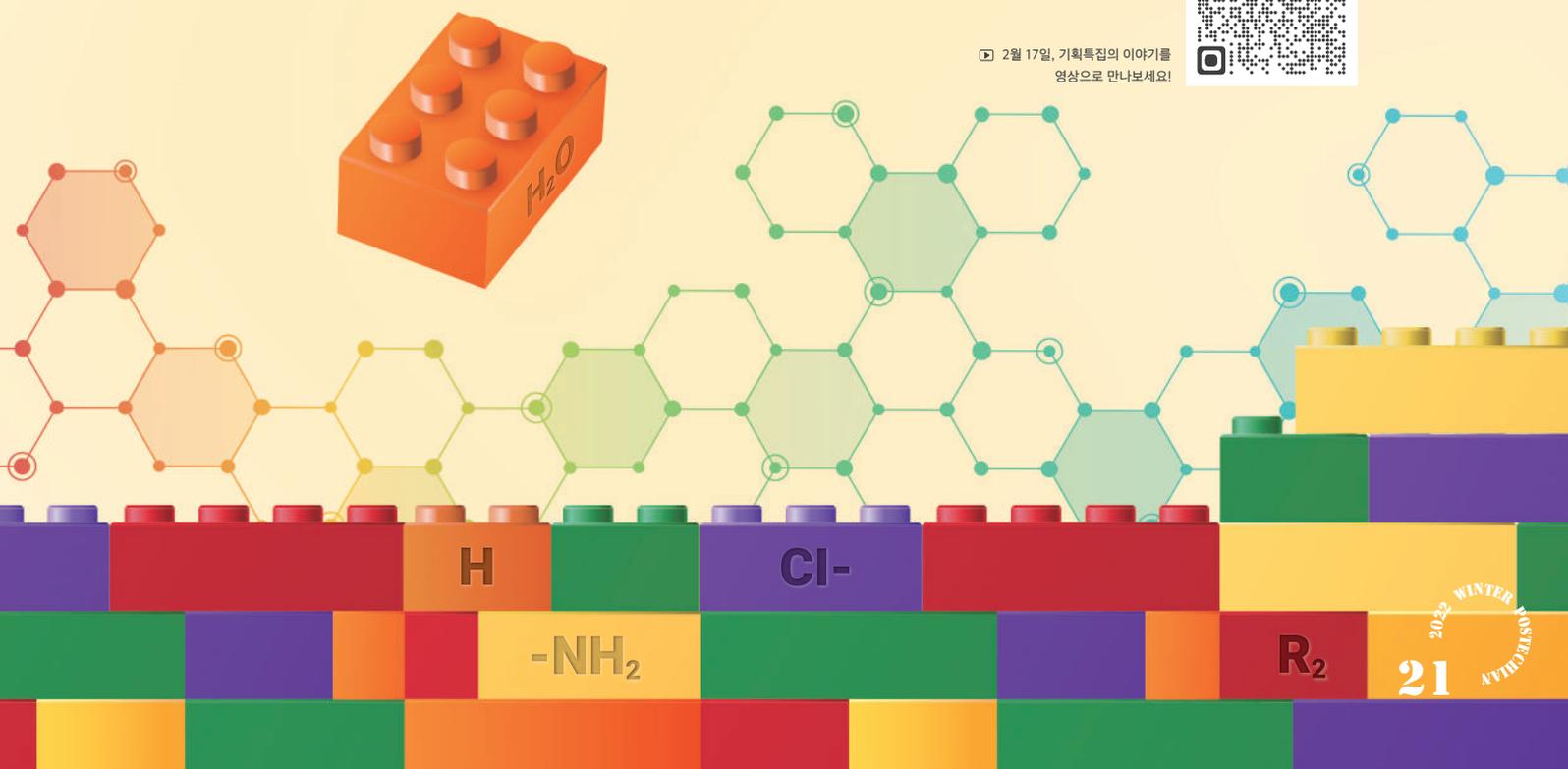
Cl⁻

클릭화학

어렸을 때 레고 블록을 가지고 놀았던 기억이 한 번쯤 있으실 겁니다. 레고 블록은 조립하는 방식에 따라 같은 블록으로 건물, 교통수단 등 복잡한 구조물까지도 만들 수 있는데요. 화학 분자 합성이 레고 블록처럼 조립하기 쉽다면 어떨까요? 이를 가능하게 한 것이 바로 ‘클릭 화학’입니다. 클릭 화학이란, 부산물 없이 상온·상압 조건에서 두 분자를 연결하여 복잡한 분자를 합성할 수 있도록 한 혁신적인 합성 방식입니다. 이번 기획특집에서는 클릭 화학의 등장 배경부터 CuAAC 반응, 생체 내의 클릭 화학 반응인 생물직교화학까지 알아보도록 하겠습니다. 그럼 지금부터 시작해 볼까요?



2월 17일, 기획특집의 이야기를 영상으로 만나보세요!



기존 합성법의 한계와 클릭 화학의 등장

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 박기현

자연에 존재하는 물질을 인위적으로 합성하기 위해서, 혹은 기존에 없던 새로운 물질을 합성하기 위해서 화학 반응에 대한 연구는 오래전부터 끊임없이 진행되어왔습니다. 그뿐만 아니라 합성을 간단하게 하기 위한 방법을 연구해 온 과학자들도 있었는데요. 마침내 그 과학자들에 의해 등장한 것이 '클릭 화학'입니다. 클릭 화학이란 상온·상압의 조건에서도 원하는 생성물을 합성할 수 있는 반응을 말합니다. 버클을 잠글 때 나는 '딸깍' 소리를 의미하는 '클릭'은 클릭 화학 반응이 얼마나 간단한 화학 반응인지를 보여줍니다. 이번 꼭지에서는 화학계의 혁신을 불러온 클릭 화학을 이해하기 위한 배경지식을 알아보고, 기존 합성법의 한계와 이를 극복하기 위한 여러 시도를 살펴봄으로써 클릭 화학의 등장 배경에 대해 파헤쳐 봅시다!

화학의 배경지식

클릭 화학이 원하는 생성물을 '합성'하는 반응인 만큼 우리는 먼저 화학 결합에 대해 알아야 합니다. 화학 결합에는 공유 결합, 이온 결합, 금속 결합, 배위 결합 등이 있는데요. 우리는 그중 '공유 결합'을 알아보겠습니다. 공유 결합은 원자들이 서로 전자쌍을 공유하여 생기는 전기력으로 형성되는 결합입니다. 이때 공유 전자쌍이 1쌍이면 단일 결합, 2쌍이면 이중 결합, 3쌍이면 삼중 결합이라고 정의합니다. 뒤 페이지에서 다룰 아자이드^{Azide}는 질소 원자 간의 이중 결합으로, 알카인^{Alkyne}은 탄소 원자 간의 삼중 결합으로 이루어져 있습니다. 아자이드와 알카인 사이의 반응을 통해 트리아졸^{Triazole}이 합성되는 것이 바로 클릭 화학의 대표적인 반응 메커니즘입니다.

대부분의 생체 분자는 탄소 원자가 연결된 구조를 하고 있습니다. 따라서 화학자들은 생명체 내에서 일어나는 화학 작용에 중요한 역할을 하는 탄소 원자 간의 결합을 지속적으로 연구해 왔는데요. 하지만 탄소 원자는 매우 안정적이기 때문에 다른 탄소와 쉽게 반응하지 않아, 그 결합 방법을 알아내는 것이 어려운 임무 중 하나였습니다. 시간이 흐르면서 여러 합성법이 등장했지만, 여전히 한계는 존재했습니다. 그리고 마침내 그 한계를 극복하고 등장한 것이 클릭 화학입니다. 클릭 화학을

더 잘 이해하기 위해서 기존의 합성법은 어떠한 것인지, 그리고 그 한계는 무엇이었는지 지금부터 자세히 살펴보겠습니다!

기존 탄소 합성법과 한계

기존 탄소 원자 합성법에는 대표적으로 그리냐르 반응과 팔라듐(Pd) 촉매 교차결합이 있습니다. 1912년 프랑스의 화학자 빅토르 그리냐르는 다양한 탄화수소를 알코올로 바꿀 수 있는 그리냐르 시약을 만들었습니다. 친핵성이 큰 그리냐르 시약을 이용하여 친전자체의 탄소를 표적 삼아 공격함으로써 새로운 탄소-탄소 결합을 형성하는 데 성공하였습니다. 이 반응은 현대 유기 화학의 탄생이라고도 불릴 만큼 화학 역사상 처음으로 표적 방식으로 탄소 원자를 서로 연결했다는 의의가 있습니다. 그리냐르 반응을 위해서는 일반적으로 유기 용매를 많이 사용하는데, 그 이유는 그리냐르 시약이 산성 수소와 반응하게 되면 급속하게 분해되기 때문입니다. 이러한 이유로 생명체 내의 물이 산으로 작용할 수 있기 때문에 그리냐르 반응을 사용하는 데에 한계가 있었습니다. 이후 등장한 팔라듐 촉매 교차결합반응은 팔라듐을 촉매로 활용하여 더욱 정확하고 효율적으로 탄소 원자를 결합할 수 있었습니다. 탄소 결합을 생성하는 기존의 합성법들은 반응의 선택성이 낮아 원하지 않는 부수적인 물질, 즉 부산물이 생성된다는 단점이 있었습니다. 반면, 팔라듐 촉매 교차결합반응은 이러한 단점은 극복하였지만, 팔라듐 과량 섭취 시 인체에 해롭기 때문에 이 반응 역시 생명체 내에서 활용할 수 없다는 한계가 존재했습니다.

이처럼 반응성이 낮은 탄소 원자 간의 결합을 형성하기는 매우 어려우며, 생체 내에서 활용하기에도 많은 한계가 존재했기에 화학자들은 이에 대한 해결책으로 다른 원자와의 결합을 연구하기 시작했습니다. 그렇게 탄소 원자를 서로 반응시키는 것이 아니라 탄소 이외의 다른 원자를 다리 역할로 활용하여 탄소를 결합하는 방식을 떠올렸습니다.



그림1. 클릭 화학
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/popular-information/>

유기 화합물의 탄소 골격을 이루는 탄소 이외의 원자를 이종 원자라고 부릅니다. 이종 원자를 활용하여 탄소를 결합하는 방법에는 대표적으로 에스터화 반응과 아마이드화 반응이 있습니다.

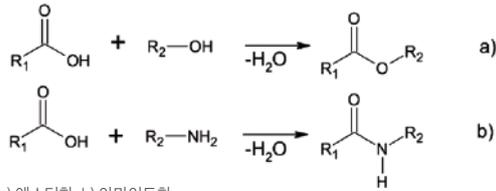


그림2. a) 에스터화 b) 아마이드화

출처: Ulises Mendez, Miguel Velasco, Liliana Licea, "Graphene Derivatives: Controlled Properties, Nanocomposites, and Energy Harvesting Applications"

에스터화 반응이란 에스터(R-COO-R')를 형성하는 모든 화학 반응으로, 가장 보편적인 방법은 카복실산과 알코올을 반응시켜 물을 제거하여 에스터를 합성하는 것입니다. 아마이드화 반응은 분자 내에 아마이드(R-CONH-R')를 형성하는 화학 반응으로, 이 반응 또한 에스터화와 마찬가지로 카복실산과 아민 간의 탈수 반응을 통해 아마이드가 생성됩니다. 하지만 이러한 반응들 역시 단점을 가지고 있는 데요. 바로 물의 제거를 위한 공정의 복잡성입니다. 그 외에도 반응 내 열역학적 가역성으로 인해 반응의 수율이 낮다는 점과 느린 반응 속도로 인해 반응 종결까지 시간이 오래 걸린다는 점입니다. 합성하고자 하는 물질마다 사용해야 하는 방법이 각기 다르며, 시간이 오래 걸리는 등 개선해야 할 점이 여러 가지 존재했습니다.

간단한 합성법과 한계

그 단점을 개선하기 위한 시도는 계속되었습니다. 첫 번째는 시프 염기 반응입니다. RCH=NR'로 나타내는 시프 염기는 알데하이드와 일차 아민의 축합 반응으로 생성됩니다. 시프 염기는 반응성이 강해 중합하기 쉬워 앞서 등장한 느린 반응 속도를 향상시킬 수 있습니다. 그러나 이 반응은 다시 생명체 내에서 활용할 수 없다는 한계에 부딪혔습니다. 시프 염기 화합물은 산과 알칼리에 의해 쉽게 분리되는데, 우리 몸의 암세포로 이루어진 종양은 약산성을 띠기 때문입니다.

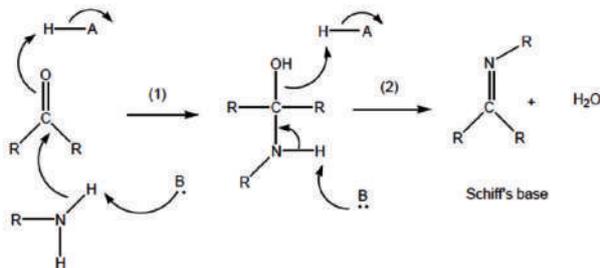


그림3. 시프 염기 반응

출처: Umar Ahmad Sani, H U Na'ibi, Dailami Shuaibi Adam, "In vitro Antimicrobial and Antioxidant Studies on N-(2-hydroxybenzylidene) pyridine-2-amine and its M(II) Complexes"

두 번째 EDC-NHS 반응은 EDC(1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl)carbodiimide)와 NHS(N-hydroxysuccinimide)를 이용한 반응입니다. 생명체 내에서 활용할 수 있으며 반응이 간단하다는 것이 장점인 반면, 표적 물질이 아닌 비슷한 구조의 물질에도 반응하여 원하지 않는 부산물까지 생성하는 치명적인 단점이 존재합니다. 원하는 물질만을 합성할 수 있는 반응을 알아내기 위해 역사적으로 많은 시행착오를 겪었지만, 그 과정이 쉽지 않은 않았습니다.

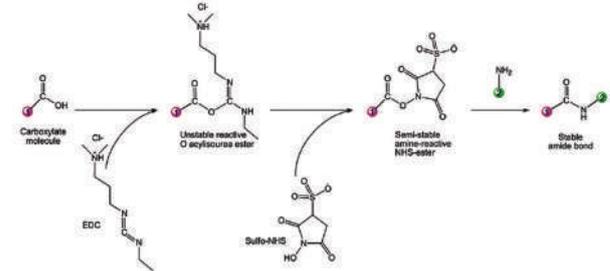


그림4. EDC-NHS 반응

출처: Jacob Bart, Roald Tiggelaar, Menglong Yang, Stefan Schlautmann, "Room-temperature intermediate layer bonding for microfluidic devices"

인류는 화학 물질을 더 효율적이고 정확하게 합성하기 위해 여러 시도를 해왔고, 이번 페이지에서는 그 다양한 합성법을 알아보면서 화학 합성법이 어떻게 발전해 왔는지 이해할 수 있었습니다. 하지만 그것들마저 여러 한계가 존재했고, 화학자들은 한계를 극복하기 위해 끊임없이 노력해왔는데요. 그리고 마침내 '클릭 화학'이 등장하였습니다. 다음 페이지에서는 클릭 화학이 무엇인지, 왜 혁신적인 연구로 인정받을 수 있었는지 알아보시다! 🎯

각주

1. 친핵체가 친전자체에 접근하여 친전자체와 전자를 공유함으로써 그들 사이의 결합을 형성하기 시작하는 것.

참고 자료

- Ann Fernholm, "Their functional chemistry works wonders.," "The Nobel Prize in Chemistry 2022.," <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2022/popular-information/>
- 문광주, "그리냐르-반응(Grignard-Reaction) 수수께끼 120년 만에 풀었다.," "the SCIENCE plus.," 2021.02.04., <http://thescienceplus.com/news/newsview.php?ncode=1065583432906318>

클릭 화학의 정석, CuAAC 반응

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 사수현

이전 페이지에서 알아봤듯이 다양한 화학 합성법 중에는 주어진 조건에 따라 원하지 않는 생성물이 나오거나 생성물이 분해되는 문제도 있었습니다. 이를 해결하기 위해 조건에 무관하게 원하는 생성물만을 얻을 수 있는 반응을 연구하는 ‘클릭 화학’이 등장했습니다. 클릭 화학에 속하는 반응 중 클릭 화학의 정이라고 할 수 있을 정도로 대표적인 반응이 있는데요. 바로 CuAAC(Cu-catalyzed Azide-Alkyne Cycloaddition, 구리 촉매 아자이드 알카인 고리화 첨가) 반응입니다. 지금부터는 CuAAC 반응의 등장 배경과 반응 메커니즘을 자세하게 알아보도록 하겠습니다!

활성화 에너지를 넘기 위한 방법

원하는 물질을 합성하기 위해서는 해당 반응이 잘 일어나야 합니다. 단순히 반응 물질이 존재한다고 해서 화학 반응이 일어나지는 않습니다. 화학 반응이 일어나기 위해 필요한 최소한의 에너지인 활성화 에너지보다 높아야 반응이 시작될 수 있습니다.

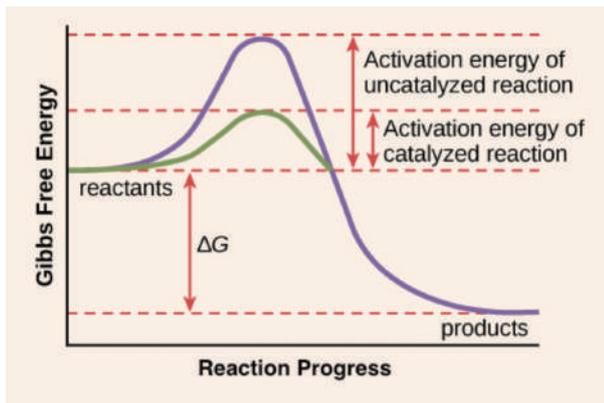


그림1. 촉매 유무에 따른 활성화 에너지
<https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/enzyme-structure-and-catalysis/a/enzymes-and-the-active-site>

그렇다면, 활성화 에너지를 넘는 방법에는 무엇이 있을까요? 첫 번째로 가열이 있습니다. 입자를 가열하게 되면 활성화 에너지 이상

의 에너지를 갖는 입자의 수를 증가시켜서 반응이 일어나도록 만들 수 있습니다. 하지만 가열은 ‘반응 조건과 무관하게 발생한다’는 클릭 화학의 정의에 맞지 않습니다.

두 번째로 활성화 에너지를 낮추거나 반응 경로를 바꿔 반응이 쉽게 일어나도록 촉매를 사용할 수도 있습니다. 촉매는 반응물과 생성물의 양적 관계에는 영향을 미치지 않으면서도 반응속도를 증가시킵니다. CuAAC 반응이 혁신적이었던 이유 역시 촉매를 첨가함으로써 반응 속도와 반응물의 선택성을 증가시켰기 때문이었습니다. 그럼 이 구리 촉매가 어떤 역할을 했는지 구체적으로 알아볼까요?

휘스겐 환 첨가 반응과 CuAAC 반응

화학자 휘스겐은 1963년에 1,3-쌍극자 고리화 첨가 반응(1,3-Dipolar Cycloaddition)을 발표했습니다. 휘스겐 환 첨가 반응이라고 하는 이 반응에서는 각 분자 사이의 결합에 사용되었던 전자 쌍이 고리의 단일결합 중 일부를 형성하면서 오각 고리가 만들어 집니다.

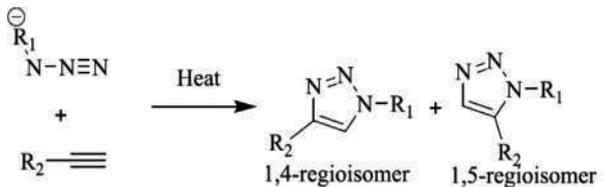


그림2. 휘스겐 환 첨가 반응
https://www.researchgate.net/figure/Scheme-1-Huisgen-1-3-dipolarcycloaddition_fig1_351350945

먼저 반응에 사용되는 물질을 설명하겠습니다. 아자이드^{Azide}는 질소 원자 세 개가 결합한 화합물로 물에 분해되지 않고 부반응이 적으며 이 반응에서 쌍극자^{Dipole}로 사용됩니다. 또한, 알카인^{Alkyne}은 탄소와 탄소 사이에 삼중 결합을 가진 탄화수소로, 쌍극자를 받아들여서 반응을 일으키는 친 쌍극자체^{Dipolarophile}로 사용되었습니다.

구체적인 메커니즘을 살펴보면, 먼저 전자가 풍부한 알카인(친 쌍극자체)의 삼중 결합 전자가 아자이드를 공격함에 따라 아자이드 분자(쌍극자) 내에서 전자가 이동합니다. 이후 아자이드의 비결합 전자가 알카인의 부분적 양전하를 띠는 탄소를 공격하여 새로운 결합을 형성하며 오각형의 고리인 트리아졸을 형성합니다.

하지만 단순히 열을 가해서 이 반응을 일으키면, 알카인과 아자이드가 결합하는 순서에 따라서 1,4-트리아졸과 이성질체인 1,5-트리아졸 모두가 생성되며, 결과적으로 두 물질이 1:1 비율로 포함된 혼합

물이 합성됩니다. 즉, 원하는 물질 하나만 특이적으로 합성하지 못한다는 문제점이 존재합니다.

이러한 문제를 해결한 것이 바로 샤프리스 교수와 멜달 교수의 연구입니다. 샤프리스와 멜달은 구리 1가 양이온을 촉매로 하는 CuAAC 반응을 각각 독립적으로 제시했습니다. 이 촉매를 사용하게 되면 이성질체가 생성되지 않고, 1,4-트리아졸만 생성할 수 있습니다. 1,5-트리아졸은 분자를 형성하는 과정에서 1,4- 트리아졸보다 더 큰 왜곡이 필요해서 비교적 높은 에너지를 가지기 때문에 형성되지 않습니다.

아래 그림을 보면 어떻게 작용하는지 더 쉽게 이해할 수 있습니다. 구리 이온은 전자를 끌어당기는 성질을 가지고 있어 치환 반응이 더 잘 일어나게 해 고리의 생성을 돕습니다. 반응이 모두 일어난 뒤에는 반응 중에 소모되지 않는다는 촉매의 성질과 같이 구리 이온은 생성물에서 제거됩니다.

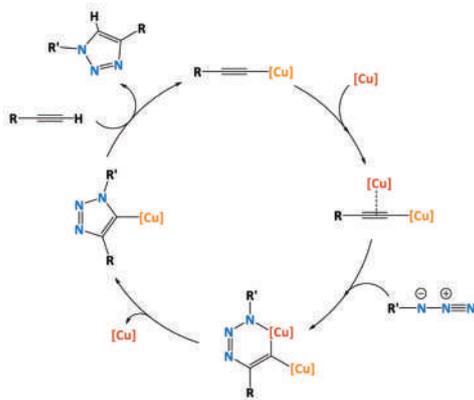


그림3. CuAAC 반응의 메커니즘
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscatal.2c00723>

클릭 화학 반응의 정의와 조건

앞에서 알아본 CuAAC 반응으로 대표되는 클릭 화학은 물질을 합성하는 새로운 방식으로, 조건과 무관하게 한 가지 물질만을 생성하는 반응을 연구하는 학문입니다. 클릭 화학의 조건들을 살펴보면 더 명확하게 이해할 수 있습니다.

첫째, 반응이 모듈(반제품)의 결합을 통해 이루어져야 하고 넓은 범위에서 일어나야 합니다.

둘째, 단순한 반응 조건에서 일어나야 하고 수득률²이 높아야 합니다.

셋째, 용매가 불필요하거나, 물처럼 해롭지 않고 쉽게 제거할 수 있어야 합니다.

넷째, 부산물이 없거나, 생기더라도 안전하고 쉽게 제거할 수 있어야 합니다.

다섯째, 반응물과 생성물의 에너지 차이가 커서 반응시간이 짧아야 합니다.

반제품들이 만나서 완제품을 만드는 방식으로 부산물이 거의 만들어지지 않고 쉽게 반응이 일어나는 것이 바로 클릭 화학 반응입니다. 즉, 한쪽 분자에는 아자이드를, 다른 쪽 분자에는 알카인을 붙이기만 하면 클릭 반응을 이용해 다양한 물질을 조합해서 원하는 물질을 마음대로 만들어낼 수 있게 된 것입니다. 이처럼 CuAAC 반응의 탄생과 함께 클릭 화학의 시대가 열렸고, 해당 반응 외에도 위 조건을 만족하는 Diels Alder 반응, 옥심^{Oxime} 형성 반응 등을 활발하게 연구하게 되었습니다.

이번 페이지에서는 클릭 화학의 대표적인 반응인 CuAAC 반응의 역사와 반응 메커니즘, 클릭 화학의 조건을 알아보았습니다. 이 반응이 매우 혁신적이었기에, 다양한 분야에서 적용하기 위한 연구가 이루어졌습니다. 특히 제약산업에서는 이 반응을 이용해서 자연을 모방하여 복잡한 분자를 만들어 약으로 사용하고자 했습니다. 하지만 촉매로 사용된 구리가 체내 활성산소종의 양을 증가시켜 생명체에게 위험할 수 있기에 의약품 합성에는 사용되기 어려웠다는 큰 문제점이 있었는데요. 이 문제를 어떻게 해결할 수 있을까요? 다음 페이지에서 구체적으로 알아보시다! 🍷

각주

1. 고온, 고압 조건이 아닌 상온, 상압 조건을 의미.
2. 원료물질로부터 화학반응이 일어나 목적 물질을 얻는 경우 이론적으로 생성해야 하는 양에 대해 실제로 생성한 양의 비율로, 백분율로 나타냄.

참고 자료

1. Olof Ramstrom, 「Click chemistry and biorthogonal chemistry」, 「The royal Swedish Academy of Sciences」 2022.10.5. advanced-chemistryprize2022-2.pdf (nobelprize.org)
2. Huisgen, R. 「1,3-Dipolar Cycloadditions」, 「Past and Future」, 1963, 2 (10), 565-598.
3. Tornøe, C. W.; Christensen, C.; Meldal, M. 「Peptidotriazoles on Solid Phase: [1,2,3]-Triazoles by Regiospecific Copper(I)-Catalyzed 1,3-Dipolar Cycloadditions of Terminal Alkynes to Azides」. 「J. Org. Chem.」. 2002, 67 (9), 3057-3064.
4. 이동환 교수, <2022 노벨 화학상 해설강연 - 단 한 번의 클릭으로>, 카오스 사이언스, 2022. 11.10. https://www.youtube.com/watch?v=oYUW6tn_p00

생체 내에서의 클릭 화학, 생물직교화학

글 / 컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 김현준

이전 페이지에서 살펴보았던 CuAAC 반응 연구를 시작으로 클릭 화학이라는 연구 분야가 정립되었는데요. 이 반응에도 아직 한계점은 존재했습니다. 구리 촉매를 사용하였기 때문에 생명체 안에서 CuAAC 반응을 사용할 수 없었던 것이죠. 이를 해결한 것이 바로 생물직교화학입니다. 이 덕분에 생화학 과정에서 다른 생체 분자와 반응하지 않고 원하는 분자와 선택적으로 '클릭'할 수 있는 시대가 열렸습니다. 이번 꼭지에서는 생물직교화학 과 그 응용 분야에 대해서 알아보겠습니다!

CuAAC의 한계와 화학 반응을 촉진하는 세 번째 방법

구리 촉매 조건 아래 아자이드와 알카인이 반응하여 트리아졸을 형성하는 클릭 반응은 무공무진한 가능성을 가져왔습니다. 특히 생화학 분야에서 클릭 화학의 응용은 정말 혁신적인 것으로 생각되었죠. 하지만 생체 내에 사용하는 목적을 위해서라면, CuAAC 반응은 사용할 수 없습니다. 촉매로 구리를 사용하기 때문입니다. 구리는 기본적으로 세포에 독성을 갖고 있고, 구리화합물들은 대부분 인체에 유해합니다. 그렇기 때문에 생체 내부에서 클릭 화학을 일으키기 위해서는 다른 안전한 반응을 찾아야 했습니다.

그 반응을 위한 실마리는 바로 반응물의 에너지 레벨을 높이는 것에 있었습니다. 반응물의 에너지 레벨 자체를 높여 시작점을 활성화에너지 장벽에 가까운 높이로 만든다면 반응이 곧바로 진행될 수 있는데요. 에너지 레벨을 높이는 다양한 방법 중 유기화학 및 입체화학의 관점에서 여러 무리^{Strain}가 좋은 방법이 될 수 있습니다.

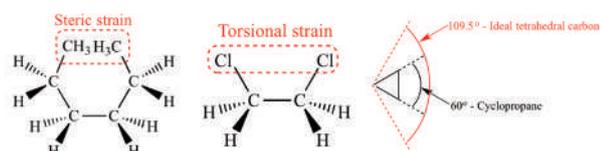


그림1. 입체무리, 비틀림무리, 각무리
http://www.chem.ucla.edu/~harding/IGOC/T/torsional_strain.html

대표적인 무리가 바로 각무리^{Angle Strain}로, 탄소화합물에서 탄소와 탄소 사이의 결합에서 생기는 결합각이 109.5°를 벗어나 생기는 무리입니다. 가장 간단한 탄소, 수소 화합물인 메테인(CH₄)을 생각해보면 중심의 탄소 원자가 sp³ 혼성 오비탈을 형성하고, 수소 원자가 정사면체의 각 꼭짓점으로 배향됩니다. 결합한 각 수소 원자가 최대한 서로 멀리 떨어지는 것이 안정하기 때문이죠. 이때의 각도가 109.5°입니다. 그런데 고리 구조인 사이클로프로페인^{Cyclopropane}의 경우 60°의 각을 형성하므로 109.5°보다 상당히 불안정하여 에너지 레벨이 높습니다. 이렇게 결합각으로 인해 생기는 불안정한 상태가 각무리입니다. 더불어 입체무리^{Steric Strain}와 비틀림무리^{Torsional Strain}도 있는데, 입체무리의 경우 말 그대로 여러 치환기가 가까이 위치할 때의 반발력으로 인해 발생하는 무리고, 비틀림무리의 경우 분자에서 회전할 수 있는 축을 중심으로 각 치환기가 같은 방향에 배향될 때 생기는 무리입니다.

SPAAC 반응과 생물직교화학의 태동

그렇다면 어떻게 무리를 발생시켜 반응물의 에너지 자체를 높이고, 클릭 화학 반응을 촉진할 수 있었을까요? 삼중결합을 포함한 알카인 고리를 이용하는 것이 해답이었는데요. 그 반응이 바로 무리-촉진 아자이드-알카인 고리화 첨가반응(SPAAC : Strain-Promoted Azide-Alkyne Cycloaddition)입니다. SPAAC는 CuAAC와 다르게 고리무리^{Ring Strain}를 이용하여 반응물의 에너지를 높여 반응을 촉진합니다. 그림2에서 Cyclooctyne 내의 삼중결합된 두 탄소는 sp 혼성 오비탈을 형성하므로, 180° 각도로 결합이 형성되어야 가장 안정합니다. 그런데 고리 구조의 특성으로 인해 결합 부분이 180°를 형성하지 못하고 당겨지는 변형이 일어나므로 상당한 고리무리가 생깁니다. 따라서 반응물의 에너지 레벨이 높아져, 아자이드와 알카인 사이의 반응이 촉진되는 것입니다.

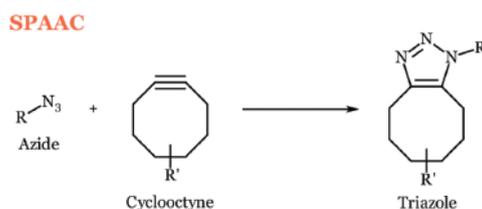


그림2. SPAAC 반응
<http://pennmri.org/bioorthogonal-chemical-reporter-strategy-vivo/>

SPAAC는 구리 없이 가능한 클릭 화학 반응으로, 생체 내 분자를 클릭할 수 있는 새로운 지평을 열어 주었습니다. 그리고 SPAAC와 같이 실험실에서 발명된 클릭 화학 반응들은 생체 내에서 발생하는 자연계의 반응에는 전혀 간섭하지 않습니다. 즉, SPAAC는 다른 생화학적 과정을 방해하지 않고 생체 분자들과 '직교^{Orthogonal}'한다는 것이죠. 수확에서 직교한 벡터는 내적^{Dot Product}이 0이 되는데요, 이와 비슷한 의미로 생체 내에서 간섭을 일으키지 않는 SPAAC 반응을 다른 생체 반응

과 '직교'한다고 부르기 시작했습니다. 이렇게 생물직교화학이라는 새로운 용어와 분야가 탄생했습니다.

생명체의 생화학적 과정을 방해하지 않고 인공의 작용기와 선택적으로 빠르게 반응하는 것은 모두 생물직교반응이 될 수 있습니다. 그 과정은 두 단계로 구성되는데, 먼저 아자이드와 같은 생물직교한들 Bioorthogonal Handle을 생체 분자에 부착하는 과정이 필요합니다. 대사 라벨링(Metabolic Labeling)¹ 등의 방법으로 그림3의 2번과 같이 세포의 말단 부분에 핸들을 표지할 수 있습니다. 다음 단계는 핸들과 신속하고 선택적으로 클릭반응을 일으키는 반응기를 포함한 분자를 외부에서 유입하여 반응을 일으키는 것입니다. 그림3의 3, 4번을 보시면 알카인에 결합한 형광 녹색 분자가 세포 표면의 핸들 부분에 결합하는 것을 확인할 수 있습니다. 이때 발생하는 생물직교반응은 다른 생체반응들과 직교하기 때문에 다른 분자와 반응하지 않고 오로지 핸들과만 매우 빠른 반응을 일으키게 됩니다.

Bioorthogonal chemistry illuminates the cell

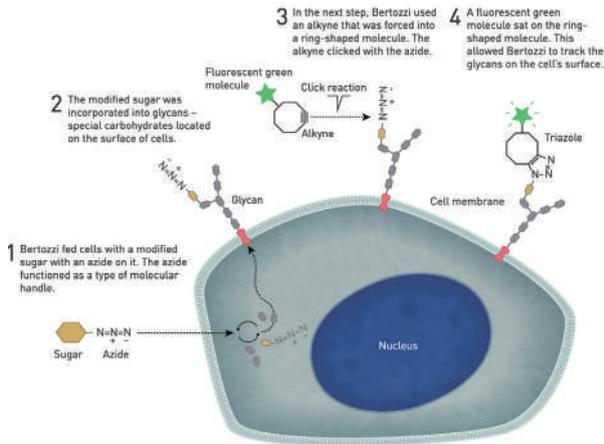


그림3. 세포 말단에서의 생물직교반응
https://www.nobelprize.org/uploads/2022/10/fig3_ke_en_22_bioorthogonalChemistry.pdf

생물직교화학의 응용

생물직교화학은 최근 의학, 생화학, 분자생물학, 약물전달학 등 다양한 분야에 지대한 영향을 미치고 있습니다. 대표적인 응용 분야가 바로 약물 전달입니다. 약물이 잘못된 장소에 작용하면 올바른 효과를 얻지 못하고 부작용이 발생할 수 있는데요. 생물직교반응을 이용하면 생체 내에서 약물의 방출과 국소화² 및 형성을 제어하여 목표한 시간과 장소에 약물이 작용할 수 있도록 할 수 있습니다. 예시로 기존의 항암제는 몸 전체에 작용하여 탈모 등의 부작용이 발생했는데, 약물 방출의 타이밍과 위치를 직접적으로 제어할 수 있는 클릭 해체(CTR : Click to Release) 방식을 이용하면 이 문제는 해결됩니다. 그림4는 실제로 생쥐 암 치료를 위한 항암제를 바로 테트라진 핸들³의 CTR 방식으로 전달하

는 내용을 담고 있습니다. 이 밖에도 응용 범위는 무궁무진합니다. 생체 내에서 원하는 곳에 형광 물질을 부착하여 위치와 존재를 바로 확인하는 생체 이미징과 활성 효소를 추적하여 생명체 내의 여러 메커니즘을 이해하는 연구가 가능해진 것도 생물직교화학 덕분이랍니다!

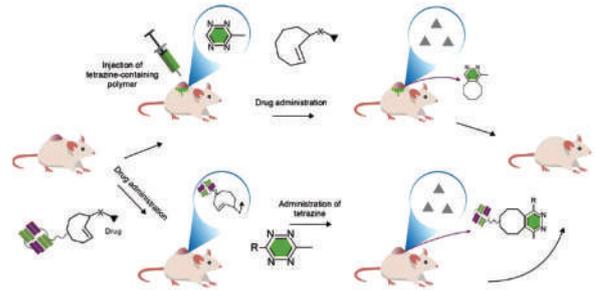


그림4. 생물직교반응을 이용한 생쥐 항암제 투여
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.bioconjchem.1c00461>

이렇게 마지막으로 생물직교화학에 대해 알아보았는데, 생체 분자를 자유자재로 결합하고 이를 다양하게 응용할 수 있다는 점에서 생화학 분야에 정말 큰 혁신이 일어났다고 할 수 있습니다. 특히 생물직교화학의 발전으로 맞춤 의약품과 항암제처럼 사람들이 필요로 했던 것들이 개발되고 있다는 점은 정말 고무적입니다. 앞으로도 클릭화학과 생물직교화학의 발전에 관심을 가져 주시고, 이 두 학문이 일구어 나갈 밝은 미래를 함께 기대해 봅시다!🌟

각주

1. 라벨링은 특정 세포나 분자의 말단에 특정 물질을 표지하는 것을 말하고, 대사 라벨링은 세포의 대사 과정을 이용하여 특정 물질을 표지함.
2. 국소적인 부위 및 타겟에만 약물이 작용할 수 있도록 함.
3. 또 다른 생물직교반응인 테트라진 결합(tetrazine ligation)에서 쓰이는 핸들.

참고 자료

1. Robert E. Bird, "Bioorthogonal Chemistry and Its Applications," *Bioconjugate Chemistry*, 2021.11.30, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.bioconjchem.1c00461>
2. Jonathan Mooney, "Ring Strain and the Structure of Cycloalkanes," *LibreTexts Chemistry*, 2022.08.27, [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_\(Organic_Chemistry\)/Alkanes/Properties_of_Alkanes/Cycloalkanes/Ring_Strain_and_the_Structure_of_Cycloalkanes](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Supplemental_Modules_(Organic_Chemistry)/Alkanes/Properties_of_Alkanes/Cycloalkanes/Ring_Strain_and_the_Structure_of_Cycloalkanes)
3. Carolyn R. Bertozzi, "A Strain-Promoted [3 + 2] Azide-Alkyne Cycloaddition for Covalent Modification of Biomolecules in Living Systems," *Journal of the American Chemical Society*, 2004.11.02, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja044996f>



2022 노벨 생리의학상

멸종한 유인원의 게놈과 인간 진화의 연관성에 관한 연구

글 / 생명과학과 김상욱 교수

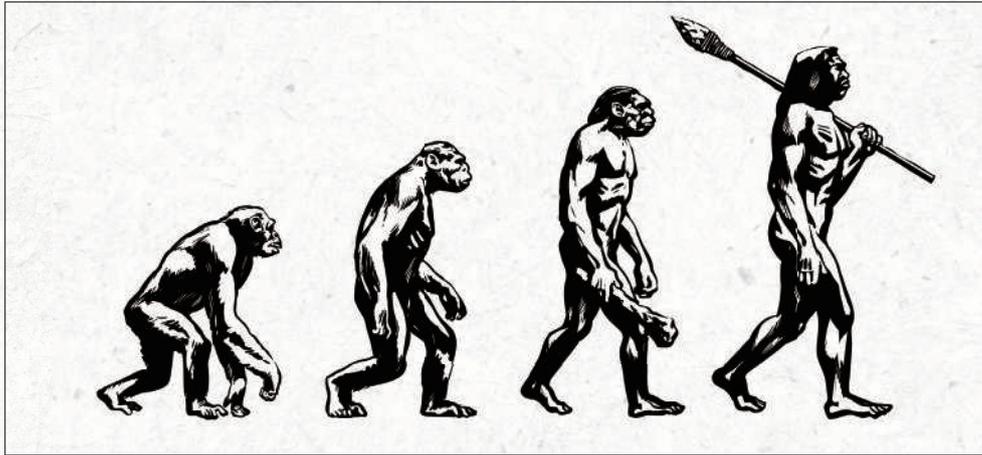
2022년 노벨 생리의학상은 네안데르탈인의 유전체를 분석해 인류의 진화 과정을 밝혀낸 독일 막스 플랑크 진화 인류학연구소의 진화유전학자 스반테 페보(Svante Pääbo) 박사가 수상하였습니다. 페보 박사의 연구 분야는 분자 유전학 또는 원시 게놈학^{Paleogenomics}이라고 부릅니다. 페보 박사는 고대 인류인 네안데르탈인의 유전자와 현생 인류인 호모 사피엔스의 유전자를 비교하여 ‘인간이 어떻게 인간답게 되었는지’ 밝히는 연구를 해왔습니다.

인간은 높은 지능과 더불어 집단을 이루며 인류 문명을 만들고 발전시켜 왔습니다. 현생 인류인 호모사피엔스도 유인원에 속합니다. 많은 사람이 유전적으로 유사하지만 다양한 모습의 유인원 중에서 어떻게 호모사피엔스가 다른 유인원들보다 더 우세한 종이 되어 지구상에 널리 퍼져 살게 되었는지 궁금해했습니다. 직립 보행이나 고도로 발달한 뇌, 높은 수준의 정교한 도구, 문화, 언어 등 사람이 가진 특징 때문에 인류가 지구상에 번성하게 되었다고 설명하는 이론은 많습니다.

하지만, 이런 이론은 결과론적인 면이 크며, 어떻게 인간이 다른 생명체와 비교해서 인간답게 되었는지를 분자 수준에서 이해하기에는 어려움이 있었습니다. 그래서 다양한 종 간의 유전자 서열과 유전자 기능의 차이를 비교하여 인간의 특징을 설명하기 위해 비교 유전체학이라는 분야가 발전해 왔습니다. 지금까지 비교 유전체학은 초파리, 효모, 쥐 등의 모델 생명체와 인간 유전체를 비교해서 인간의 특징을 이해하기 위해 노력했습니다. 그러나, 종 간의 먼 거리로 인해 인간의 특징을 정확하게 설명하는 데 어려움이 많았습니다. 한편 인간과 비교적 가까운 종인 침팬지, 고릴라, 오랑우탄 등 유인원의 유전자를 인간의 유전자와 비교 분석한 연구도 있었습니다. 하지만, 이 역시 유인원과 인간의 유전자 진화의 거리가 너무 멀어서, 인간의 특징을 이해하는 데 한계가 있었습니다.

스반테 페보 박사의 원시 게놈학은 이런 한계를 극복한 연구입니다. 인간의 유전자와 매우 비슷한 종인 네안데르탈인의 유전자 서열을 비교하면, 유전자 기능과 서열 등 분자 수준에서 인간의 특징을 이해할 수 있었습니다.





스반테 페보 박사는 우리가 어디에서 왔으며, 우리의 조상 및 친척과 같은 고인류는 멸종했지만, 어떻게 인류는 살아남았는지 등에 관한 가장 근본적인 질문에 답하는 연구를 해 왔습니다. 1990년대 인간 유전자를 분석하는 인간 유전체 프로젝트 연구가 한창일 때, 스반테 페보 박사는 다른 과학자들과는 다른 접근을 시도했습니다. 당시 과학자들은 오래된 고인류의 화석에서 유전자를 찾아 서열을 밝히는 일은 불가능하다고 생각했지만, 그는 이 일을 극복하기 위해 다양한 노력을 기울였습니다. 스반테 페보 박사가 이끄는 연구팀은 1997년 네안데르탈인의 미토콘드리아 DNA 염기 서열을 해독하였으며, 이어서 게놈 일부를 해독했습니다. 그는 40,000년 된 네안데르탈인의 뼈조각에서 DNA 염기서열을 읽는 데 성공했습니다. 이를 성공시키기 위해 그는 남들과는 다른 방법을 사용했으며, 다양한 전공과 배경을 가진 과학자들을 모아 팀을 만들었습니다.

2010년 5월 Science에 발표된 그의 연구는 현생 인류와 네안데르탈인의 게놈이 서로 연관성을 보이고 있음을 밝혔습니다. 그는 유전자 서열 비교 분석을 통해 인류가 아프리카에 뿌리를 두고 있음을 입증하였으며, 현생 인류인 호모 사피엔스가 대략 7-10만 년 전쯤 아프리카를 떠나며 네안데르탈인과 유전학적으로 섞였음을 증명해냈습니다. 현대 인간 DNA의 1~4% 정도는 네안데르탈인의 유전자와 서로 비슷하며 인간의 면역 체계와 바이러스 감염 반응 등과 연관성을 가지고 있다는 것을 밝혔습니다.

또한, 그는 현생 인류와 멸종한 고인류를 구별하는 유전적 차이를 규명해 내는 데 성공했으며, 현생 인류가 멸종하지 않고 살아남은 이유와 무엇이 인류를 생존할 수 있게 했는지에 관해서 연구했습니다. 페보 박사는 유전체 분석 기술을 이용해서 네안데르탈인과 현생 인류의 DNA를 분석하였습니다. 그 결과, 인간이 가진 FOXP2 유전자의 돌연변이를 찾고, 이 돌연변이가 현생 인류의 언어 능력과 관련있다는 것을 밝혔습니다.

이에 그치지 않고, 페보 박사의 연구팀은 또 다른 멸종 고인류인 데니소바인^{Denisovan}을 발견했습니다. 페보 박사의 연구팀은 시베리아의 데니소바 동굴에서 40,000년 된 손가락뼈를 발견해냈는데, 그 손가락뼈에서 추출한 DNA를 분석하자 이전까지는 밝혀지지 않았던 멸종된 또 다른 고인류인 데니소바인 임을 발견해냈습니다.

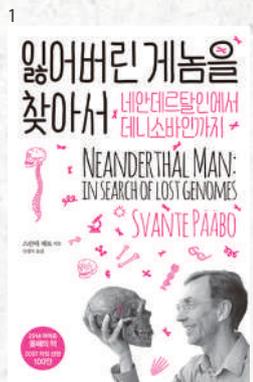
연구팀은 데니소바인의 유전체 분석을 통해 데니소바인이 현생 인류보다 네안데르탈인에 더 가까우며, 오세아니아 원주민에게 데니소바인의 유전자가 5% 정도 포함되어 있다는 사실을 발표했습니다. 동남아시아나 일부 지역에서는 데니소바인의 유전자가 최대 6% 정도 존재하고 있음도 밝혀냈습니다. 또한, 낮은 수준의 산소에도 불구하고 높은 고도에서 생존한 오늘날 티베트인의 특징을 설명하는 유전자를 찾기도 했습니다.

스반테 페보 박사의 노벨상 수상 소식이 전해지자, 관련 분야를 연구하는 저에게 이런 질문을 하는 사람들이 있었습니다. “왜 그는 노벨상을 받았을까요?” 저는 이렇게 대답했습니다. “그의 연구는 비유하자면 우주탐사 연구에서 달 착륙을 한 것과 같습니다. 그의 연구인 원시 계통학은 현생 인류가 진화과정에서 어떤 유전적 차이를 갖게 되었는지, 이를 바탕으로 어떻게 인간이 인간답게 되었는지 알아내는 일입니다.”

오래된 화석에서 찾은 DNA는 화학적으로 변형되어 있고 작은 조각으로 부서져 있습니다. 또한 박테리아 등 다른 생물체의 DNA에 오염되었기 때문에 이를 분석하는 것은 거의 불가능한 것으로 여겨져 왔습니다. 페보 박사는 끈질긴 연구 끝에 고인류의 DNA 분석에 성공했습니다. 다른 사람들이 포기하거나, 방법을 찾지 못하는 연구 분야에 새로운 방법을 제시하였을 때 노벨상을 받는 경우가 많습니다. 포기하지 않고 실패에서 새로운 실마리를 찾는 게 필요합니다.

이를 위해서는 다양한 배경을 가진 과학자들과의 집중적인 토론이 중요합니다. 그의 진화인류학 연구소에는 영장류학자, 언어학자, 고생물학자, 심리학자, 유전학자 등이 문제가 있을 때마다 끊임없이 함께 토론한다고 합니다. 연구팀이 어떻게 협업했는지는 그의 책 ‘잃어버린 계통을 찾아서’에 잘 기록되어 있습니다. 그에게 성공의 비결이 무엇인지 묻자, 페보 박사는 이렇게 말했습니다.

“인생은 계획대로 흘러가지 않는다.
하지만, 꿈이 있고 주변에 토론을 할 수 있는 동료가 있다면 큰 도움이 된다.”^{1,2}

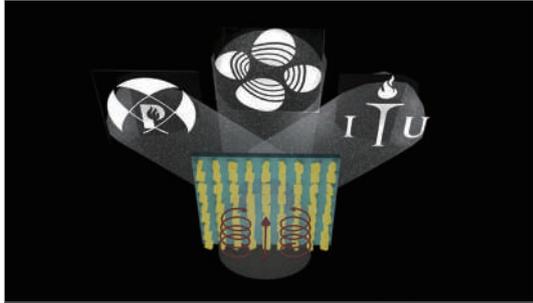


1 잃어버린 계통을 찾아서
https://book.naver.com/bookdb/book_detail.nhn?bid=9608734&stay=y

2 Svante Paabo
https://ko.wikipedia.org/wiki/스반테_페보#/media/파일:Professor_Svante_Paabo_ForMemRS.jpg



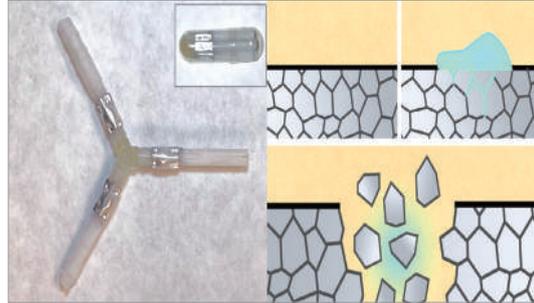
여러 정보를 한 번에 저장하는 메타 디스플레이



서로 다른 빛의 편광에 따라 출력되는 서로 다른 이미지
[출처] 『기계·화학 노준석 교수팀, 눈앞에 펼쳐진 평행세계-맞춤형 VR 수업할까』, 『POSTECH 홈페이지 연구성과』, 2022.11.01
<https://www.postech.ac.kr/기계·화학-노준석-교수팀-눈앞에-펼쳐진-평행세계/?pageds=1&k=&=>

코로나19 팬데믹을 기점으로 세계는 수업, 근무, 의료상담 등 다양한 일들이 비대면으로 이루어지는 일명 ‘비대면 시대’가 되었습니다. 이에 따라 시간과 장소에 구애받지 않고 사용자를 효과적으로 연결해 주는 다양한 기술이 개발되고 있는데요. 최근 포스텍의 기계공학과·화학공학과 노준석 교수 연구팀은 하나의 구조체에 세 가지 정보를 동시에 저장하는 메타 디스플레이를 개발했습니다. 연구팀이 개발한 디스플레이의 표면에는 나노 구조체의 배열이 존재하는데요. 나노 구조체의 크기가 빛의 파장보다 작아 구조체에 정보를 저장할 수 있습니다. 연구팀에 따르면, 이 구조체는 말루스 법칙^{Malus Law}과 기하학적 위상 법칙을 기반으로 편광 방향에 따라 여러 정보를 저장할 수 있도록 만들어졌다고 합니다. 말루스 법칙은 두 개의 편광판을 통과한 빛의 세기를 나타낸 법칙입니다. 또한, 기하학적 위상 법칙을 이용해서 나노 구조체가 서로 다른 회절 방향을 지니도록 하여 빛의 전체 위상을 조절하였다고 하는데요. 기존의 메타 표면은 하나의 구조체에 하나의 정보만을 담을 수 있어 여러 정보를 담기 위해서는 복잡한 구조체의 배열을 만들기 위한 추가적인 공정이 필요했다고 합니다. 반면, 노준석 교수 연구팀의 메타 디스플레이는 구조가 단순해 쉽고 저렴하게 만들 수 있다는 장점이 있습니다. 이 기술이 개발됨으로써 맞춤형 가상현실^{VR}·증강현실^{AR} 디스플레이에 적용해 기존의 한계를 뛰어넘을 수 있다고 예측되고, 이외에도 차세대 보안 장치나 초소형 디스플레이 등에도 사용될 수 있을 것이라고 합니다. 빨리 이 기술이 다양한 분야에 응용되어 더 실감 나는 메타버스를 즐길 수 있으면 좋겠네요!

수술 없이 분해되는 금속 의료기기



(좌)용해 의료 기기 프로토타입 중 하나 (우) EGaln이 알루미늄을 분해하는 과정
[출처] 『MIT's dissolving biomedical devices could eliminate need for surgical removal』, 『Institution of Mechanical Engineers』, 2022.09.08
<https://www.imeche.org/news/news-article/mit-s-dissolving-biomedical-devices-could-eliminate-need-for-surgical-removal>
『An easier way to remove medical devices』, 『MIT NEWS』, 2022.09.08
<https://news.mit.edu/2022/medical-devices-aluminum-1108>
박선해, 『녹는 스텐트 안전성 문제 "결국 터졌다"』, 『Medical Observer』, 2017.04.12
<http://www.monews.co.kr/news/articleView.html?idxno=100120>

수술할 때, 환자가 회복되기 이전까지 몸속에 의료기기를 넣어 두기도 한다는 사실을 알고 계셨나요? 봉합을 위한 수술용 스테이플이나 장기의 형태를 고정하는 스텐트는 수술 이후 환자의 경과가 좋아지기 이전까지 빼내지 않습니다. 현재 체내에서 분해될 수 있도록 만들어진 폴리머^{Polymer} 의료기기에는 FDA¹ 승인을 받은 기기인 BVS^{Bioresorbable Vascular Scaffold}가 있습니다. BVS는 별도의 외과수술 없이 의료기기 제거가 가능하다는 장점을 가지고 있었습니다. 그러나, BVS 시술에서 합병증 발생 위험이 높다는 사실이 밝혀져 세계적 규모로 BVS 시술이 중단되었습니다. MIT의 Giovanni Traverso 연구팀은 의료 과정에서 기존의 폴리머 의료기기를 대체하면서도 더 튼튼한 금속 의료기기를 사용할 수 있도록 외과수술 없이 금속을 체내에서 분해하는 기술을 개발했습니다. 연구팀은 알루미늄을 이용한 의료기기가 “공정 갈륨/인듐 액체 금속”(EGaln)으로 녹일 수 있음을 보였습니다. EGaln은 갈륨이 포함되어 알루미늄을 녹일 수 있으며, 알루미늄 표면의 산화층을 형성하는 것을 방지하여 금속이 더 빨리 열화되도록 합니다. 실제로 연구 과정에서 금속에 EGaln을 칠한 후 몇 분 이내로 금속이 분해됨을 확인했다고 합니다. 연구팀은 이 액체 금속을 의료기기에 칠하거나 환자의 체내에 투여한다면 체내 조직이 손상되는 것을 줄이며 의료기기를 안전하게 제거할 수 있을 것으로 예측한다고 합니다. 과학의 발전이 의료 분야에 큰 도움이 된 좋은 예시인 것 같네요!

각주

1 FDA : 미국식품의약국(Food and Drug Administration)으로, 미국 보건복지부 산하의 식품과 의약품에 대한 관리 규제를 하는 기관이다.

3

새로운 AI 학습 방법, Latent Diffusion Model



[출처] <https://tilnote.io/pages/63353b11cb80d43d62487011>
 '미래생물 망한 이유 : Novel AI & Stable Diffusion 원리설명', 『코딩애플』, 2022.10.12
<https://www.youtube.com/watch?v=LdVnLm2ilk>

인터넷에서 AI가 그린 그림을 접해본 경험이 있으신가요. 예전 AI가 그린 그림은 완성도가 낮아 실망스러움을 느낀 사람이 많았지만, 최근 AI는 사람이 그린 그림과 구분하기 힘들 정도로 완성도가 높은 모습을 볼 수 있습니다. 이는 Latent Diffusion Model이라는 새로운 딥러닝^{Deep Learning} 기술이 개발되었기 때문인데요. 우선, 딥러닝은 신경망 네트워크를 이용해 어떤 알고리즘을 컴퓨터가 스스로 데이터를 수집해 학습하는 방법입니다. 기존의 딥러닝 방식에는 Autoencoder와 GAN이 있는데, Autoencoder를 통해 만들어진 AI는 이미지의 완성도가 낮다는 단점이 존재하는 반면 GAN을 통해 만들어진 AI의 이미지는 다양성이 떨어진다는 단점이 존재합니다. 이 두 방법의 문제점을 모두 해결한 방법이 바로 Diffusion Model입니다. Diffusion Model은 기존 이미지에 노이즈를 여러 번 입힌 후, 노이즈를 원래 이미지까지 복구하는 과정을 통해 학습하는데요. 이 방법을 이용하면 이미지의 완성도와 다양성이 모두 높은 AI를 만들 수 있지만, 학습 시간이 오래 걸린다는 단점이 존재합니다. 여기에서 Latent Diffusion Model이 등장하는데, 이 방식은 Diffusion Model과 방법이 거의 같으나 노이즈를 입히기 이전에 이미지를 한 차례 암호화한다는 특징이 있습니다. 이 방식을 통해 Diffusion Model의 장점은 모두 가져가면서도 학습 속도를 높여 비용과 완성도를 모두 올릴 수 있었다고 합니다. 거듭해서 발전해 가는 딥러닝 기술을 보니, 미래에는 얼마나 발전된 AI가 만들어질지 기대되네요!

4

심장을 치유하는 사랑 호르몬, 옥시토신



[출처] 사진=MDGRPHCS/shutterstock
 김미경, 「사랑이 심장을 치유한다?; 사랑의 호르몬 옥시토신, 손상된 심장을 재생시킨다.」, 『The Science Times』, 2022.10.21
<https://www.sciencetimes.co.kr/news/%ec%82%ac%eb%9e%91%ec%9d%b4-%ec%8b%ac%ec%9e%a5%ec%9d%84-%ec%b9%98%ec%9c%a0%ed%95%9c%eb%8b%a4/?cat=130>

옥시토신이라는 호르몬은 사랑, 모성과 관련된 호르몬으로 잘 알려져 있습니다. 또한, 옥시토신은 주로 사회적 인정, 유대관계 형성, 감정 등의 다양한 인간 행동과 관련된 역할을 합니다. 그런데, 혹시 옥시토신이 심장의 치유에도 관계가 있다는 사실을 알고 계셨나요? 미시간 주립대학 연구팀은 옥시토신이 심장에서 파생된 줄기세포를 심근으로 이동시킨 후 심근세포로 발달하도록 촉진한다는 사실을 알아내었습니다. 연구팀은 재생능력이 뛰어난 제브라피쉬^{Zebrafish}라는 물고기의 심장을 냉동시켜 손상을 입혀보았습니다. 그 결과, 3일 이내에 옥시토신에 관여하는 mRNA가 약 20배까지 증가함을 관찰했다고 합니다. 제브라피쉬의 심장 재생은 심근세포의 증식뿐만 아니라 심장외막유래 전구세포 EpiPC에 의해서이기도 한데, 연구 과정에서 옥시토신이 제브라피쉬의 심외막으로 이동하여 전구세포 EpiPC의 생성을 촉진하는 것 또한 관찰되었습니다. 심지어, 옥시토신은 인체 조직 세포 배양에도 영향을 미칩니다. IPS 세포(유도만능줄기세포)는 성체 세포에서 직접 생성되어 특정 세포로 분화되는 세포인데요. 이 세포는 전구세포 EpiPC 생성하는데, 옥시토신이 전구세포 EpiPC의 생성 속도를 기존 대비 2배 정도 증가시킨다는 사실을 확인했다고 합니다. 연구팀은 이 연구 결과를 기반으로 심장마비 온 심장의 소생에 옥시토신을 이용할 수 있을 것이라 기대하는데요. 심근세포는 자연적인 보충이 어려워 심근세포의 증식을 돕는 옥시토신이 효과적으로 사용될 것으로 예측된다고 합니다. 사랑과 관련된 호르몬인 옥시토신이 재생 효과도 일으킬 수 있다니, 놀랍지 않나요? 🍷

POSTECH Polymer-based Energy Materials Lab

고분자 기반 에너지 소재 연구실

글 / 포항공과대학교 화학과 석사과정 이형석

고분자 기반 에너지 소재 연구실(Polymer-based Energy Materials Laboratory)에서는 고분자를 포함한 다양한 소재를 이용해 다가올 전기화 시대에 적합한 이차 전지를 개발하는 것을 목표로 하고 있습니다. 교수님의 성함을 따 SPARK(Soojin Park) 연구실이라고도 합니다.

이차 전지(혹은 배터리)란 전극 물질의 전기화학적 에너지 변환이나 저장 과정을 통해 충전, 방전이 반복적으로 가능한 전지를 의미합니다. 전기차가 보급되고 전자 기기가 정밀화되며 다양한 에너지원이 전기로 소비되는 전기화 시대를 맞으면서 이차 전지는 에너지의 유연하고 효율적인 사용에 필수적인 장치로 자리 잡았습니다. 또한, 이차 전지를 기반으로 대용량 에너지 저장 시설^{Grid Energy Storage}을 사용한다면 안정적인 에너지 공급 및 수급 불균형 문제를 해결하는 유동성을 부여할 수 있습니다. 하지만, 최근 들어 배터리에 요구되는 조건이 훨씬 더 까다로워졌습니다. 고용량이나 더 작은 부피, 경량화, 장수명, 급속 충전, 고출력, 고안전성 등을 만족하기 위해서는 어떻게 해야 할까요?

‘셀^{Cells}’이라고 불리는 이차 전지의 기본 단위는 크게 음극, 양극, 분리막, 전해질로 구성되어 있습니다. 이 중에서 SPARK 연구실은 크게 음극, 분리막, 전해질에 관한 연구를 수행하고 있습니다. 각각의 요소가 어떤 역할을 하는지, 그리고 연구실에서는 어떤 연구를 하고 있는지 알아보시다.



LabCumentary 사이트



먼저, 음극은 에너지의 저장고 역할을 합니다. 현재는 흑연이라는 물질이 가장 널리 사용되고 있습니다. 흑연은 값이 싸고 굉장히 안정한 구조를 갖고 있지만, 무게 대비 저장할 수 있는 리튬의 양이 적고 충전과 방전 시간을 30분 이내로 줄이기 힘들다는 명확한 한계가 존재합니다. 이를 해결하는 것이 차세대 음극 소재입니다. 이 중 현재 점차 상용화되고 있는 실리콘 음극은 단위 무게 당 용량이 흑연보다 10배나 많다는 장점이 있습니다. 하지만, 완전히 충전될 때 부피가 3배로 커지고 충전과 방전이 반복되면 부피 팽창과 수축으로 인해 실리콘이 깨지는 문제점이 있습니다. 이를 보완하기 위해 SPARK 연구실에서는 실리콘 입자의 부피 팽창을 제어하고 깨짐을 막는 코팅이나 구조체를 만드는 연구를 수행하고 있습니다.

가장 높은 용량을 갖는 리튬 금속 음극 또한 연구하고 있습니다. 리튬 금속 음극은 용량은 높지만 환원된 금속 상태로 존재하면 반응성이 매우 커서 안전하게 사용하기 위해서는 충전이나 방전 속도를 높일 수 없다는 단점이 있습니다. 이러한 단점을 극복하기 위해 연구실에서는 리튬 표면에 고분자와 무기물 복합체로 된 보호층을 도입하여 계면 안정성을 높이고 수지상^{Dendrite} 생성을 억제하는 연구나(그림 1), 리튬의 안정성을 높이는 합금을 함유한 구조체 연구가 다양하게 수행해 왔습니다. 이 외에도 흑연을 대체하기 위해 빠른 충전이 가능한 인조 흑연 및 하드 카본 음극 소재 등을 연구하고 있습니다.

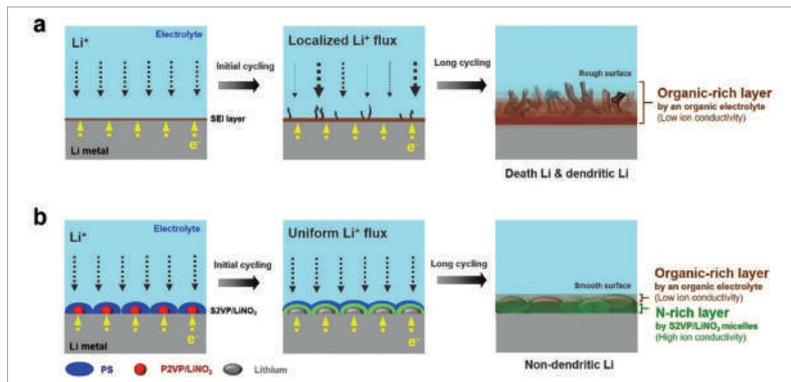


그림 1. 질산리튬(LiNO₃)이 결합된 마이셀 형태의 블록 공중합체(p2VP) 보호막

다음으로 분리막은 양극과 음극 사이를 물리적으로 분리하여 두 전극이 접촉해 쇼트²가 발생하지 않게 하며, 전해질을 함침³시키는 역할을 합니다. 분리막은 고분자 소재로 구성되어 있는데, 이것만으로는 리튬 수지상에 의해 찢어지기 쉬워서 세라믹 등 다양한 소재를 코팅하여 기능을 부여하는 연구가 많이 진행되고 있습니다. 한 예시로, 최근 연구실에서는 대기 중에서 배터리 조립이 가능하게 하는 다기능성 분리막을 개발했습니다(그림 2). 배터리는 수분에 굉장히 민감하기 때문에 습도가 1% 내외인 드라이 룸에서 조립해야 합니다. 반면 수분을 포함한 불순물을 흡착하는 분리막을 사용하면 수분이 많은 환경에서 조립하여도 내부에서 수분을 제거해 주어, 운영 및 유지에 천문학적 돈이 들어가는 드라이 룸을 대체할 수 있는 환경에 대한 가능성을 보여주었습니다.

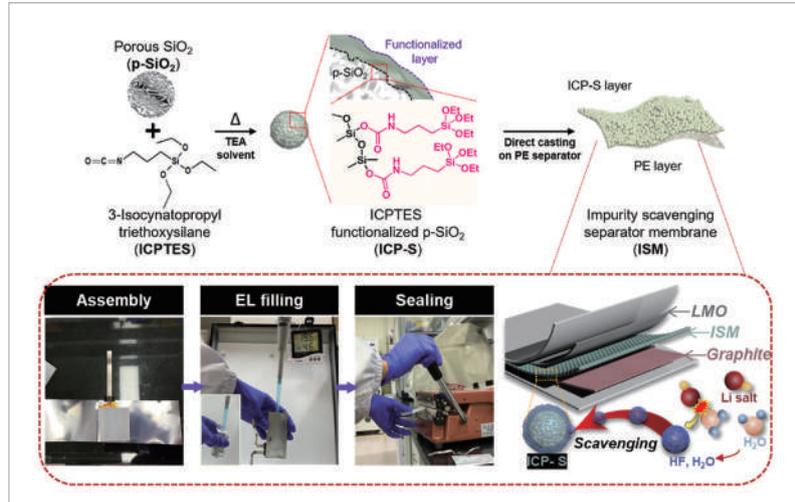


그림 2. 다기능성 분리막을 활용한 대기 중에서의 배터리 제작

마지막으로, 전해질은 양극과 음극 사이에서 리튬 이온이 이동하는 통로 역할을 합니다. 전해질은 유기 용매와 리튬 염, 첨가제로 구성되는데, 이런 구성 요소들은 고전압에서 불안정하기 때문에 양극과 음극에서 분해되어 다양한 계면을 형성하는 것으로 알려져 있습니다. 하지만, 새로운 양극이 개발됨에 따라 작동 전압이 점점 높아지고, 배터리가 전기차에 사용되기 시작하면서 더 안전하면서도 성능 저하가 없는 전해질의 개발이 요구되고 있습니다. 고전압에서 전해질의 분해는 가스 생성으로 이어지고, 결국 이는 폭발로 쉽게 이어질 수 있습니다. 또, 유기 용매는 화재에 굉장히 취약합니다. 그래서 연구실에서는 물로 이루어진 수계 전해질, 겔^{Gel}로 이루어진 반고체 전해질과 열 안정성이 높은 고체 전해질에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있습니다. 최근에는 실리카 나노 입자를 함유한 안정한 겔 전해질을 개발하기도 했습니다. 이에 더해, 열 안정성이 높으면서도 리튬 이온 전도도가 높은 황화물계 고체 전해질을 이용한 다양한 연구 또한 진행되고 있습니다.

SPARK 연구실은 고분자와 여러 소재를 이용해 배터리에 다양한 기능성을 부여하고, 전방 산업에서 요구하는 다양한 조건을 가진 배터리를 개발하고 있습니다. 새로운 메커니즘을 밝혀내거나 소재를 개발하기 위한 개별 연구는 물론 다양한 기업과 산학 협력하여 과제를 진행하고 있으며, 여러 굵직한 국책 과제들도 수행 중입니다. 연구실에서 한 걸음 한 걸음 새로운 연구로 나아가다 보면 분명 언젠가는 더 나은 배터리를 우리 일상에 가져다주는 날이 오지 않을까요? 🍎

각주

- 1 리튬 이온 전지를 사용할 때 생기는 나뭇가지 모양의 결정.
- 2 접촉되면 안 되는 두 도체, 즉 서로 간의 부하가 거의 없는 상태에서 전류적으로 접촉되는 현상.
- 3 가스 상태나 액체로 된 물질을 물체 안에 침투시켜 물체의 특성을 사용 목적에 따라 개선하는 것.

알리미들의 생생한 이야기



ALIMI



N



AIR





▶ 알리미의 신년 파티
영상은 2월 3일 공개됩니다!

알리미의 신년 파티

전국의 포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

다사다난했던 2022년이 지나가고 어느덧 오지 않을 것만 같던 2023년이 찾아왔네요! 밝아오는 새해와 함께 여러분들은 어떤 목표를 세우셨나요? 높은 성적? 아니면 다이어트? 어떤 계획을 세웠든 꼭 이루어 나가기를 응원하겠습니다. 저희 알리미도 부쩍 추워진 날씨와 함께 새해를 맞이했는데요. 종강과 함께 1년 만에 다시 개최된 대면 이공계학과대탐험을 준비하느라 여념이 없습니다.

이번 겨울호 온에어에서는 새로 밝아온 2023년 새해를 알리미가 어떻게 보내는지 소개해드리고자 합니다. 저희 알리미는 1월 1일마다 함께 모여 신년 파티를 즐기곤 합니다. 가슴 설레는 신년 카운트다운부터 정성이 가득 담긴 선물 교환식까지 알리미방에 웃음꽃이 활짝 피었다고 하는데요. 알리미와 함께하는 신년 파티, 벌써 기대되지 않나요?

1년에 단 한 번뿐인 1월 1일을 신나게 즐기는 알리미들의 모습을 이번 영상에 담아봤습니다. 신년 파티의 열기가 궁금하시다면? 2월 3일, 위의 QR 코드를 찍어 영상을 확인해 보세요! 📺



책임의 값

글 / 신소재공학과 20학번 고태영

“안녕하십니까,
제36대 학부 총학생회 비상대책위원장 고태영입니다.”

학교의 선생님들과 교수님들, 학생분들께 작성하는 제 글의 첫 문장입니다. 비상대책위원장은 선거에 출마하지 않아 공석인 총학생회장단의 역할을 수행하는 직책으로, 쉽게 말해 올 한 해 총학생회장의

역할을 대신했다고 생각하면 좋을 것 같습니다. 가장 기본적인 업무는 총학생회와 연관된 다양한 회의에 의장으로 참여하고, 학부생을 대표하여 학교에 의견을 전달하는 것입니다. 타 대학교의 학

생회 분들과 이야기하면서 가장 많이 느낀 점은 포스텍이라는 곳이 학생들과 소통하는 데에 있어 벽을 두고 있지 않다는 점이었습니다. 학교에서는 학생들의 생활을 바탕으로 제도를 개편하고, 불편한 점을 찾고자 큰 노력을 하고 있었습니다. 이만큼이나 저도 학생 단체들 간의 회의를 통해 결과를 만들어내면서, 이를 바탕으로 학교와 소통하는 제 역할의 중요성을 이때부터 몸소 느낀 것 같습니다.

앞선 의무를 열심히 이행하는 과정과는 별개로 ‘단순히 제도적인 측면이 아닌, 학생들이 직접적으로 느낄 수 있는 즐거움은 무엇이 있을까?’란 고민도 함께 깊어만 갔습니다. 해답은 간단하게도 그동안 진행하지 못하였던 대면 행사와 교류 활동을 다시 활성화함으로써 과제와 공부에 지친 학생들을 위한 시간을 만드는 것에서 출발했습니다.

가장 기억에 남는 순간은 학생 문화의 날입니다. 포스텍에서는 매년 ‘해맞이한마당’이라는 축제가 개최됩니다. 전국적으로



학생 문화의 날 부스 - 인생포켓

대학 축제가 다시 활성화되는 2022년이 우리의 축제를 재개하기에 적기라는 판단이 들어 ‘학생 문화의 날’이라는 이름의 대체 행사를 기획하게 되었습니다. 저를 포함한 총학생회의 구성원들은 행사를 위해 밤낮을 지새웠고, 학교의 선생님들과 수많은 합동 회의를 진행했습니다. 여러 회사와의 컨택을 통한 물품 대여, 다양한 부스 구성을 위한 기획, 그리고 이들을 모두 집행하기 위한 예산안 작성 등 살면서 처음 경험해 보는 일들을 학업과 병행하려니, 바쁘다는 표현만으로는 다 답을 수 없는 순간의 연속이었습니다. 그렇기에 일을 그르치지 않고자 사람들과 더 자주 만나 의견을 교환하였고, 한 번 검토한 사항이라도 몇 번을 돌아보는 습관까지 들이게 되었습니다. 모두의 노력이 더해진 끝에 행사는 예상보다도 훨씬 성공적으로 마무리되었고, 제 역할에 대한 자부심과 뿌듯함을 처음으로 느끼게 되었습니다.

대학 생활이 재미있는 이유는 다른 학교의 사람들과도 활동할 기회가 많기 때문이라는 생각이 듭니다. 포스텍은 4개의 과학기술원(KAIST, GIST, DGIST, UNIST) 및 연세대학교를 포함한 여러 종합대학교와 지속적인 교류를 이어 나가고 있습니다. 특히, 농촌 봉사활동의 경우, 포스텍에서만 진행했던 예년과는 달리 올해에는 UNIST와 GIST 두 학교의 총학생회와 연합하여 지난 7월, 2박 3일에 걸쳐 진행되었습니다.

UDP 연합 농촌봉사활동



학생 문화의 날 스태프 명찰

그뿐만 아니라 11월에는 5개의 과학기술특성화대학 간의 체육대회인 스타디움도 3년 만에 재개되었습니다. 비대면 생활이 길어짐과 더불어 인원이 적은 포스텍의 학생으로서 다른 학교와의 합동 행사를 즐겨보지 못했다는 것이 큰 아쉬움으로 남았었기에, 올해의 행사에는 더 열정을 가지고 준비한 것 같습니다.

교류 활동 준비의 경우 직접 만나 회의를 할 수 없기에 각 학교의 관계자분들과 모든 업무를 온라인상으로 의견을 조율하는 일은 쉽지 않았습니다. 학교마다 스케줄이 달랐기에 다른 행사보다도 많은 준비 시간이 요구된다는 어려움도 있었으나 함께 참여하는 스태프 모두가 맡은 일에 책임을 다해주어 제가 놓치는 부분들도 보완이 되었습니다. 올 한 해 제가 준비했던 수많은 교류 활동은 참여하는 학생들에게도 기쁨을 주었다는 점에서도 의미가 크지만, 스스로의 발전도 이룩하며 더 소중한 기억으로 자리매김하였습니다.

263회 NAEK 포럼



이러한 단체 활동을 거듭하면서, 총학생회의 소속이 아닌 전국의 다양한 학교 학생들과 함께하는 활동에도 관심을 가지게 되었습니다. 저는 한국공학한림원 소속 차세대공학리더에 선정되어 지난 7월 263회 NAEK 포럼에 참여하였습니다. 학생회 경험이 많은 학생부터 다양한 대의활동을 병행 중인 학생까지, 개성을 지니면서도 이공계열의 꿈이 확고한 분들과 대화를 나누면서 올해 들어 소홀히 하였던 학문적인 견해를 다시 넓힐 수 있는 기회가 되었습니다. 그뿐만 아니라 포스텍의 대표라는 이름으로 포항시와 경상북도 지역, 그리고 5개의 과학기술특성화대학의 총학생회장단과 지속적으로 의견을 공유하는 장을 만들었습니다. 단순히 공대생이라는 좁은 입장에서 바라본 불편함이 아니라 대학생이기에 가지는 의문과 불편함에 대해서 시·도의원분들께 건의하는 새로운 경험도 쌓았습니다. 하루는 포항 시장님과 간담회에서 포항의 교통 문제에

관련하여 타지를 방문하는 학생들이 느끼는 금전적 부담에 관해 이야기를 나누는 적이 있습니다. 얼마 전 이것이 내년도 청년 지원 사업에 추가될 가능성이 있다는 답변에 큰 기쁨을 느꼈던 기억이 떠오릅니다.



포항시 청년정책조정위원회 패널 참여

제가 새로운 한 해를 맞이하며 느낀 감정은 설렘과 기대감보다는 두려움과 걱정에 가까웠습니다. 코로나 팬데믹의 영향 속에서 포스텍에 첫발을 디딘 이후, 2년간 이렇다 할 활동 한 번 제대로 해보지 못한 학생이 본격적으로 재개되는 대면 행사를 준비할 수 있을지에 대한 생각과 동시에 근 2년 안에 졸업을 앞둔 제 미래에 대한 걱정이 한데 몰려왔습니다. 힘들었던 처음과는 달리 이제 저물어가는 2022년을 돌아보았을 때, 누구나 한 번쯤은 기대하는 대학 생활의 모든 것들을 내 손으로 만들어 냈다는 뿌듯함과 성취감은 저에게 어느 수치의 값으로도 환산할 수 없는 자산으로 남아있습니다.

단체 활동을 통해 기쁨을 느낀다는 제 글의 처음과는 모순적이게도 과거의 제 모습은 궁극적으로 활동을 통해 스스로의 발전에만 목매는 사람에 지나지 않았다는 생각이 듭니다. 모든 직책을 내려놓기까지 한 달이 채 남지 않은 지금 저는 올 한 해를 나보다 타인이 느끼게 될 즐거움에 대해 먼저 고민하고, 스스로에게도 소홀해지지 않기 위해 매일을 노력 속에 살았다고 자신 있게 말할 수 있습니다. '우리'라는 공간을 대표할 기회가 주어진다면 자신 있게 손을 들고 도전해 보세요. 타인의 기쁨을 위해 노력한 과정에서 성장한 여러분의 길에는 자신을 믿는 수많은 사람과 그들이 남긴 행복이 남아있을 것입니다(2022년 겨울에 작성된 글입니다). ☺

생각하는 대로 꾸준히

글 / 전자전기공학과 19학번 한원준



반갑습니다, 포스테키안 독자 여러분, 저는 포스텍 19학번 전자전기공학과 한원준입니다. 새해를 맞이할 포스테키안 독자분들께 주식회사 캐주얼인사이트 대표로서 제 경험을 나눌 수 있어 영광입니다. 저는 주식회사 캐주얼인사이트의 대표를 맡고 있으며, 클라우드 설문 분석 서비스, Survey Wow 런칭을 다음 달 앞두고 있습니다. 팀원들과 함께해 온 오늘까지 굵직한 경험을 독자 여러분께 소개해 드리겠습니다.



데이터 분석은 데이터 업로드 후 전처리와 시각화 단계를 마친 다음에 진행됩니다. 최종적으로 인사이트를 발견하는 단계에서 많은 시간과 기술이 요구되기에, 여러 산업에서는 데이터 분석을 쉽고 빠르게 하기 위해 많은 투자를 하고 있습니다.

데이터 분석은 자신이 보고 싶은 데이터를 얼마나 쉽고 빠르고, 정확하게 살펴볼 수 있는지가 질적인 수준을 결정합니다. 특히, 데이터를 분석하는 사람의 역량에 따라 그 결과가 크게 바뀌기도 합니다.

예를 들어볼까요? 학교에서 내 옆에 앉아있는 친구와 내가 듣는 수업의 내용은 같을 겁니다. 하지만, 결과는 늘 다르다는 것을 우리는 잘 알고 있습니다. 같은 내용이더라도 다채롭게 해석하고 연역적인 추론을 통해서 새로운 인사이트를 얻는 학생이 더욱 높은 성과를 얻는 등, 흔히 우리가 생각하는 성공에 가까워진다는 사실을 말합니다. 이처럼 분석 역량에 따라 누구는 성공하고, 다른 누구는 기회를 놓칩니다.

이러한 점을 개선하고자 캐주얼인사이트는 'Casual (평상복처럼 쉽게 입을 수 있는) + Insight (성공을 위한 핵심 전략)'이라는 비전을 품고 2022

년까지 일반 업무에 포괄적으로 활용할 수 있는 데이터와우, 2023년부터 고객 경험 분석에 특화된 서베이와우를 통해 데이터를 기반으로 새로운 기회를 창출하고 성공할 수 있도록 적극적으로 지원하고 있습니다.

본격적인 시작

코딩 한 줄 없이도 분석하는 사람의 관점에 따라 실시간으로 다채로운 인사이트를 얻을 수 있는 SaaS(Software as a Service) (서비스형 소프트웨어) 서비스를 모토로 우리 팀이 준비한 것을 보여줄 수 있는 여러 대회에 참가하였습니다. 처음 참가한 중소벤처기업부 주관 창업경진대회에서 '스마트 비즈니스' 부문 전국 최상위 10개 기업으로 선정되었으며, 신한카드 데이터 톤 우수 서비스, 교내 창업 경진대회에서도 수상을 거둘 수 있었습니다.



포스텍에서 체계적인 창업 지원 프로그램을 학생들에게 제공하고 있기 때문에, 우리 팀도 이러한 프로그램을 최대한 활용하여 창업을 준비했습니다. 서비스를 운영하는 데에 필요한 서버 및 클라우드 비용이나 홍보 비용 등을 지원받고, 중간에 마주하는 과제들을 해결하는 데 큰 도움이 되었습니다.



또한 핵심 기술이 담긴 '차트 투 인텔리전스(Chart to Intelligence)'가 대한민국 청와대의 일자리 대시보드에 적용되는 쾌거도 이루었습니다. 우리가 제공하는 차트와 분석 기능을 모든 국민이 쉽게 사용할 수 있다는 자신감을 갖고, 데이터 업로드부터 분석까지 소요되는 시간을 더욱 줄이며, 인사이트 발굴 이후의 업무 협업 시퀀스까지 지원할 것을 기획하며 도약을 준비할 수 있었습니다.

도약과 세분화

포괄적인 데이터 시장을 겨냥한 분석 서비스 데이터와우의 성과는 2021년에도 계속되었습니다. 한솔과 블루포인트파트너스에서 주최하는 창업경진대회에서 미래응원상을 수상하였습니다. 더 나아가, 경상북도 창업경진대회에서 대상을 받아 경상북도 대표로 출전한 전국 창업경진대회에서 NIA 원장상을 수상하며, 일반적인 데이터와 공공데이터를 융합하여 데이터 플랫폼 형태의 통합 서비스로 성장할 수 있었습니다. 공공데이터는 정부에서 국민에게 공개하는 데이터를 의미하는데, 이러한 데이터로부터 국민들도 시장의 기회를 발견하는 데에 도움을 받도록 지원하는 사회적 기여와 더불어 기존의 기업 내부 데이터와 연계하여 비즈니스 인사이트 발굴을 통한 성장을 주요 가치로 제시하였습니다.



이러한 성과는 매일경제 한국데이터거래소와의 협업을 진행하고 서비스를 제공하는 기반이 되었습니다. KB 그룹 오픈 스타트업 스테이지에 선정되며, 업무 협력을 위한 MOU 체결 등의 혜택과 협력의 기회도 마련할 수 있었습니다. 서비스 도입 제안 및 기업으로의 투자 제안을 위해 여러 기업과 VC 들을 뵙고, 포항공대에 위치한 체인지업 그라운드를 지사로 두어 업무를 보면서, 다양한 분야의 스타트업이 갖고 있는 '분석'에 대한 니즈를 더 가까운 곳에서 확인할 수 있었습니다.

터닝 포인트

체인지업 그라운드 입주사들을 대상으로 진행한 설문조사에 대한 인사이트 발굴과 활용을 위해 데이터와우 서비스를 활용하였고, 설문 데이터의 특징들을 파악하는 기회가 되었습니다. 기존의 데이터와우 서비스로 온라인 설문 데이터도 충분히 분석할 수 있지만, 산업 전반에 활용되는 서로 다른 데이터의 특성을 모두 고려해야 하는 서비스이기에, 데이터 업로드부터 분

석까지의 시간을 줄이는 데에 물리적인 한계가 있었습니다. 더군다나, 성공하는 비즈니스의 조건 중 하나는 고객을 잘 이해하는 것인데, 잠재 고객 스스로도 자신이 어떤 분석을 하고자 하는지가 명확하지 않은 경우, 분석을 통해 어떤 가치를 얻을 수 있는지를 고객에게 전달하고 소통하기엔 비효율적이었습니다. 따라서, 분석 시의 목표가 '고객경험관리'로 뚜렷한 온라인 서베이 시장을 초점화하였고, 데이터를 기반으로 프로젝트 관리와 조직 내 의사 결정을 신속하게 진행할 수 있는 특수 차트를 통해 차별화를 꾀하였습니다. 그 결과, 고객을 더 잘 이해하고 타겟팅하고자 하는 CX/CS 팀, PM/PO, 그리고 마케터의 업무 성과와 효율을 눈에 띄게 개선할 수 있었습니다.

성공하는 비즈니스와 함께할 준비

꾸준히 마스터플랜을 점검한 결과, 서비스 개발까지 성공적으로 이뤄낼 수 있었습니다. KOTRA 사내 상담일지 애자일 팀으로의 '엔터프라이즈 플랜'을 상담 정보 데이터화를 진행 중인 블라디보스톡과 뮌헨을 대상으로 차년도 2월까지 시범적인 서비스 도입이 진행 중이며, 국내 분사 고객을 대상으로 한 대형 마케팅 사업에도 적용될 것입니다. 직방 등 한국프롭테크포럼 소속 기업 380여 사와 국내 Minitab 총판 기업 데이터랩스의 고객사를 대상으로 한 마케팅 협력도 진행하고 있습니다.

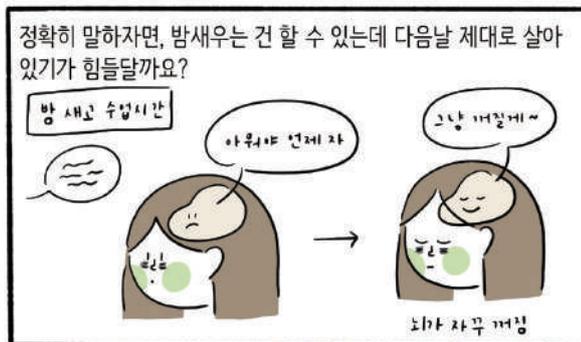


독자분들께 드리는 말씀

저는 데이터를 캐주얼하게 입고 활용할 수 있도록 변화시키기 위해 꾸준히 노력해왔습니다. 처음에는 '이뤄낼 수 있을까'에 대한 염려도 많았지만, 꾸준히 팀원들과 토의하며 최선을 다한 지금, 시작하기 전에는 상상할 수 없던 기회들이 주어집니다. 제가 전달하고자 하는 메시지는 '생각하는 대로 꾸준히'입니다. 생각하고 꿈꾸지 않는다면 결코 원하는 것에 도달하기 어려울 것입니다. 그리고 생각 뒤에는 움직임을 보여줄 필요가 있습니다. 독자분들께서도 스스로 염원하는 일들을 생각해 보고 꾸준히 정진하시기를 응원하겠습니다.☺

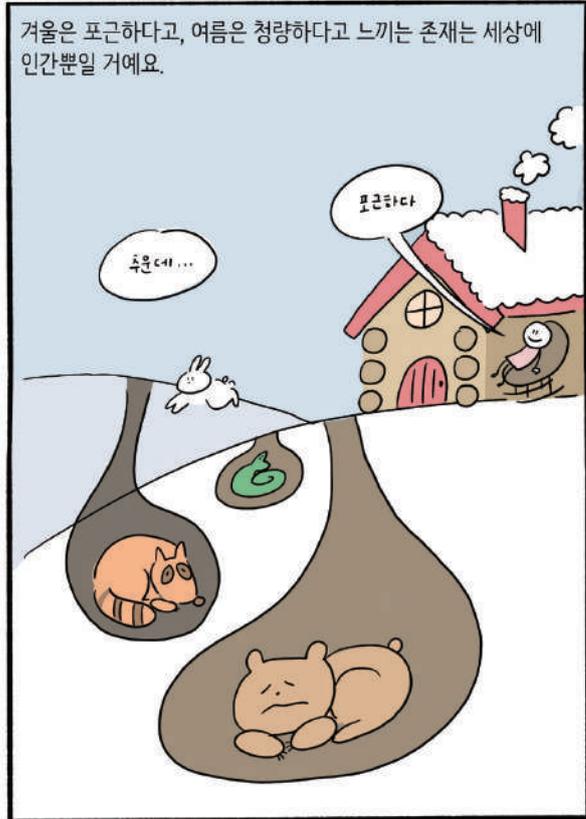


나이



대니얼의 수면의 비밀은...
그림은 김민영
대니얼의 수면의 비밀은...
그림은 김민영

겨울



간지럼의 과학

사람들은 친근함의 표시로, 혹은 내기에서 졌을 때, 때론 그냥 장난으로 상대방을 종종 간지럽힙니다. 온몸을 비틀며 웃는 상대를 보면 괜히 더 간지럽히고 싶은 장난기가 솟구치기도 하죠. 하지만 사람마다 간지럼을 전혀 타지 않기도 하고 때론 불쾌함을 표시하는 경우도 있는 등 간지럼에 대한 반응은 제각각입니다. 이처럼 알쏭달쏭한 간지럼에 숨어있는 과학적인 원리를 함께 알아봅시다!

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현

#1

간지럼이란?

간지럼을 이해하기에 앞서 간지럼의 종류를 정확히 구분할 필요가 있습니다. 1897년, 미국의 심리학자 그랜빌 스탠리 홀은 간지럼을 두 가지로 구분했습니다. 첫 번째는 '외부 자극에 의한 가려움(Knismesis)'입니다. 예시로 깃털을 이용해 팔을 살살 간지럽히는 상황이 있죠. 외부 자극에 의한 가려움은 아토피 피부염이나 두드러기 등의 피부질환으로부터 야기되기도 합니다. 가려움은 외부의 아주 약한 자극으로 발생하며 벽벽 긁거나 문지르고 싶은 행동을 끌어낸다는 특징이 있죠. 두 번째는 가려움보다 더 강한 촉각으로 발생하는 '웃음이 나는 간지럼(Gargalesis)'입니다. 우리가 흔히 '간지럽힌다'라는 상황이 이에 해당합니다.

피부 감각에는 통각, 촉각, 압각, 온각, 냉각이 있습니다. 그럼 가려움과 간지럼은 각각 어디에 속해 있을까요? 과거에는 두 경우 모두 통각의 일종이며 통각의 세기가 약하면 가려움이, 강하면 간지럼이 생긴다고 여겨졌습니다. 1939년, 스웨덴의 신경생리학자 잉베 조테르만의 고양이를 이용한 실험을 비롯해 다양한 연구들이 이를 뒷받침해왔죠. 하지만 최근 가려움은 통각이 아닌 별개의 촉각이라는 견해가 제시되었습니다. 통각을 느끼는 통점은 다른 촉각들과 달리 기계적 자유 수용체¹Mechanoreceptor가 없는 자유 신경 말단²Free Nerve Ending인데, 이 자유 신경 말단이 다시 가려움 신경과 통각 신경으로 구분된다는 사실이 밝혀졌기 때문입니다. 이에 더해 웃음이 나는 간지럼 또한 통각으로만 볼 수 없음이 입증되었습니다. 1990년, 영국 신경질환국립병원 피터 나탄 교수는 척수 손상으로 통증을 못 느끼는 환자들이 간지럼을 탄다는 연구 결과를 발표했습니다. 이는 간지럼이 통각을 포함한 다양한 촉각에도 영향을 받는다는 것을 의미합니다. 30여 년이 지난 현재까지도 정설은 없지만, 촉각과 통각의 혼합을 비롯한 다양한 의견이 제시되고 있습니다.

#2

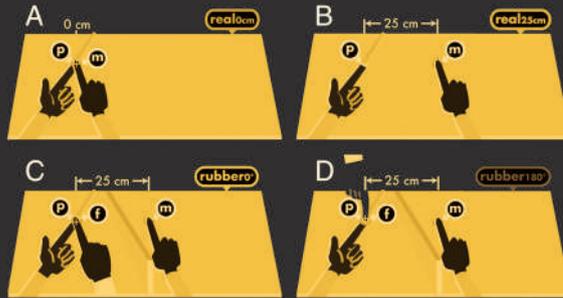
간지럼은 왜 탈까?

인간은 지난 수백만 년 동안 생존에 유리한 방향으로 진화해왔습니다. 따라서 가려움과 간지럼을 타는 이유도 진화론적 관점에서 그 이유가 있으리라 추측할 수 있죠. 먼저 가려움의 경우 이유를 쉽게 설명할 수 있습니다. 작은 자극에도 긁거나 문지르는 등의 행동은 벌레나 기생충으로부터 우리의 몸을 효과적으로 방어할 수 있으므로 생존에 유리한 방향으로의 진화라는 것입니다. 그러나 간지럼은 진화적으로 생긴 이유를 설명하기가 쉽지 않습니다. 이에 대한 많은 가설이 있지만, 그중 방어 능력을 학습하기 위해 간지럼을 타게 되었다는 가설이 가장 대표적입니다. 목, 겨드랑이, 옆구리, 생식기 등 주로 간지럼을 타는 부위들의 공통점은 주요 혈관이 피부 가까이 위치해 상처를 입으면 위험한 급소라는 점입니다. 따라서 이 부위들에 자극이 가해지는 것을 피하도록, 어릴 때부터 부모가 자식의 급소를 가볍게 건드리면서 본능적으로 급소를 방어하게끔 학습시킨다는 것이죠. 이를 확장해 보면 간지럼이 친밀한 사람 간의 사회적 상호작용으로 진화했다는 가설도 있습니다. 친밀한 사람끼리 가벼운 스킨십으로 취약 부위를 짚어주는 일종의 '생존 훈련'이 사회적 상호작용으로 발전했다는 것입니다. 해당 가설은 좋지 않은 자극인 간지럼으로부터 왜 웃음과 같은 긍정적인 반응이 도출되는지도 설명할 수 있는데요. 훈련을 시켜주는 사람이 계속 훈련을 지속하도록 유도하고자 간지럼을 당하는 사람이 웃게 되었다고 합니다. 그뿐만 아니라 간지럼을 타면 웃음이 나는 이유를 진화론적 관점이 아닌 생리학적 관점에서 분석한 연구도 있습니다. 독일 훔볼트대 베른스타인센터 마이클 브렛 연구원팀은 2016년 쥐 실험을 통해 특정 뇌 부위를 자극하면 간지럼을 느낀다는 사실을 알아냈다고 발표했습니다. 쥐는 간지럼을 탈 때마다 50kHz 영역의 짹

은 웃음소리를 냅니다. 연구진은 간지럼을 태울 때 촉각을 처리하는 뇌 영역인 체지각 대뇌피질(Somatosensory Cortex)이 활성화되어 이에 대한 반응으로 쥐가 소리를 냄을 확인했습니다. 이 사실을 이용해 체지각 대뇌피질에 전류를 흘려 넣었더니 간지럼을 태웠을 때와 똑같은 반응을 보였습니다.

#3
자신을 스스로
간지럼힐 수
없는 이유

우리는 왜 자신 스스로를 간지럽힐 수 없는 걸까요? 촉각에는 '감각 감쇠(Sensory Attenuation)'라고 불리는 흥미로운 특성이 있기 때문입니다. 감각 감쇠는 내가 나의 몸을 만질 경우 그 강도가 실제보다 약하게 느껴지는 현상을 말합니다. 신경과학자들은 이를 '몸 소유권'이라는 개념으로 설명합니다. 내 몸을 소유한 사람은 나 자신이므로 모든 행동이 예측 가능해 뇌가 민감하게 반응할 필요가 없어 감각이 무뎠다는 것입니다. 만약 고무손을 내



▼ 고무손 착각으로 감각 감쇠 현상이 몸 소유권에 따른 현상임을 보인 실험
[출처] <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1703347114>

몸의 일부로 착각하게 만들면, 고무손이 내 몸을 만졌을 때도 마찬가지로 감각 감쇠가 일어날까요? 네, 그렇습니다. 고무손을 내 몸의 일부로 착각하는 현상을 '고무손 착각(Rubber Hand Illusions)'이라고 하세요. 이를 통해, 감각 감쇠의 원인이 몸 소유권이라는 것을 증명할 수 있습니다. 1998년, 미국 피츠버그대 정신과 매튜 보츠비닉 교수와 카네기멜론대 심리학과 조너선 코헨

교수가 처음 '고무손 착각'이라는 개념을 도입한 이후 많은 연구가 이루어졌고 고무손을 진짜 손으로 착각했을 때 전두엽⁴의 전운동 피질⁵이 활성화됨을 확인했습니다. 그리고 2017년에는 스웨덴 카롤린스카연구소 신경과학과 연구자들은 실험을 통해 감각 감쇠의 원인이 몸 소유권이라는 것을 증명했습니다. 우선, 피실험자의 왼손 검지와 오른손 검지에 센서를 부착합니다. 이후 왼손 검지에 힘을 가하면, 피실험자가 본인이 생각하는 받은 힘을 오른손 검지로 누르도록 하였습니다. 이때, 왼손 검지와 고무손을 겹친 뒤 진짜 오른손은 25cm 떨어뜨립니다. 대부분의 피실험자는 고무손이 보이지 않는 경우(고무손 착각이 일어나는 경우)에서 감각 감쇠가 일어나 실제보다 더 강하게 눌렀습니다. 또한 고무손을 180도 돌려 다른 사람이 누르는 상황(고무손 착각이 일어나지 않은 경우)을 연출하였더니 감각 감쇠가 일어나지 않았습니다.

지금까지 과학적으로 간지럼에 대해 알아보았습니다. 글을 읽으면서 눈치채셨겠지만, 간지럼은 최근까지 활발하게 연구가 진행되고 있는 분야입니다. 어릴 적 한 번쯤 궁금증을 가질 법한 간지럼에 대해 이렇게까지 밝혀지지 않은 사실이 많다는 것이 놀라지 않나요? 여러분들도 항상 주변 사물과 현상, 환경에 의문을 가지고 왜 그럴까 고민해 보는 습관을 지녀보시는 건 어떨까요? 별거 아니라고 느끼실 수도 있지만 이러한 태도가 바로 과학자처럼 사고하는 첫걸음이니깐요! 🍷

각주

1. 기계적 자유 수용체 : 기계자극을 받아서 최종적으로 구심성 충격의 발생을 일으키는 수용기
2. 자유 신경 말단 : 신호를 감각뉴런으로 보내는 비특화 구심성 신경 섬유
3. 체지각 대뇌피질 : 대뇌의 표면에 위치하는 신경세포들의 집합인 대뇌피질 중 촉각을 일차적으로 처리하는 부분
4. 전두엽 : 대뇌반구의 앞에 있는 부분으로 기억력, 사고력 등을 주관하는 기관
5. 전운동 피질 : 뇌의 전두엽에 위치한 운동피질 부분으로 과거 경험에서 비롯한 움직임을 저장하는 것을 도움

참고 자료

1. 「과학동아」 간지럼 탈 때 나는 웃음... 웃는게 아니야, 『동아사이언스』, 2019.06.21, <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=21431700&memberNo=36236175>
2. 신수빈, 「간지럼 느끼는 뇌 부위 찾았다」, 『동아사이언스』, 2016.11.13, <https://www.dongascience.com/news.php?id=14699>
3. 강석기, 「스스로 간지럼 태울 수 없는 이유」, 『ScienceTimes』, 2017.08.04, <https://www.sciencetimes.co.kr/news/스스로-간지럼-태울-수-없는-이유/>



찜질방

KOREAN DRY SAUNA

지금처럼 추운 날씨에 생각나는 따뜻한 찜질방!
알리미들은 몸을 녹이면서도
한편으로는 곳곳에 숨겨진 과학적 원리를 발견합니다!
찜질방을 바라보는 공대생의 시선을 만나볼까요?



상사 3면 10월10일

신소재공학과



각주

- anisotropy, 물질 고유의 성질이 물질 내 방향에 따라 값이 변하는 경우
- isotropic, 모든 방향에서 동일한 성질
- 열충격에 대응하는 능력

참고 자료

- 한국탄소융합기술원, 전북대학교, 「그래파이트-폴리머 시트의 수직 열전도도 향상에 관한 연구」, 2016
- 한국추진공학회, 「그래파이트 재료의 열충격 특성에 대한 실험적 연구」, 2003

[그림] 찜질방에서 사용되는 히터

이렇게 추운 날에는 따뜻한 찜질방이죠!! 근데 저기 보이는 히터는 어떤 물질로 이루어져 있길래 저렇게 높은 온도에도 손상되지 않는 걸까? 여러 찜질방 중 옆의 사진과 같은 히터를 이용해 열을 가할 때는 열전도율이 높은 물질을 사용해야 해. 히터는 열을 방출시키는 목적으로 주로 사용되는데, 열전도율이 높다는 건 열이 고온 부분에서 저온 부분으로 잘 전달될 수 있음을 의미하기 때문이지! 그런 조건을 만족하는 새로운 소재가 바로 그래파이트(Carbon Graphite)야. 그래파이트는 탄소로 구성되어 있어 구조적으로 흑연과 동일하지만, 주로 제유 과정에서 얻는 코크스(Cokes)와 피치(Pitch)를 배합해 열처리 공정을 통해 만들어져. 만들어진 그래파이트는 이방성¹과 등방성²으로 구분되는데, 등방성 그래파이트는 이방성 그래파이트에 비해 미립자 구조를 가져서 고밀도 고강도 제품으로 히터와 같은 여러 생산용 부품으로 사용되고 있다고 해. 그렇다면 그래파이트가 뜨거운 열에도 손상되지 않는 이유는 무엇일까? 열충격은 어떤 물체를 급히 가열하거나 냉각할 때 발생하는 물체의 온도변화에 따라 온도응력을 받게 되는 것을 뜻하는데, 이런 온도응력이 물체의 강도를 넘어서면 물체에 균열을 초래하고 결국 물체가 손상에 이르게 돼. 즉 열충격저항³이 높을수록 높은 온도에서도 손상이 일어나지 않을 수 있어.



$$R = \frac{KS}{\alpha E} \quad (R: \text{열충격저항} \quad K: \text{열전도도} \quad \alpha: \text{열팽창계수} \quad S: \text{인장강도} \quad E: \text{탄성계수})$$

위 공식에서도 알 수 있듯이 열팽창계수가 낮고, 열전도도가 높아야 열충격저항이 크다고 할 수 있어. 그래파이트는 이 2가지를 모두 만족하기 때문에 높은 온도에서도 잘 버틸 수 있는 거야. 또, 그래파이트는 뛰어난 전기적 전도성을 지니기 때문에 히터뿐만 아니라 반도체 생산용 부품이나 방전가공용 전극^{EDM} 등 매우 다양한 분야에서 사용되고 있다고 해! 찜질방 히터에서 본 소재가 반도체에도 사용되고 있다니, 놀랍지 않아? 반도체에서 그래파이트는 구체적으로 어떻게 사용되는지 찾아보러 가야겠다! 그럼, 안녕~!

화학과학



각주

- 열에 의해서 피부 및 조직이 손상되는 것
- 히터를 이용하여 돌을 데우고, 이를 통해 공기를 데우는 방식의 사우나
- 열용량 $C = Q / \Delta T$, 단위는 [J/K]. Q는 열의 양, ΔT 는 온도의 변화를 뜻한다.
- 비열 $c = Q / m\Delta T$, 단위는 [J/g·K]. Q는 열의 양, m은 물질의 질량, ΔT 는 온도의 변화를 뜻한다.

참고 자료

- 성기홍, 「생활속의 과학 (55) 열용량과 열전도도」, 『경남신문』, 2010.04.14 <http://www.knnews.co.kr/news/articleView.php?idxno=889919>
- 구본혁, 「80℃ 고온 사우나에서 화상을 입지 않는 이유는 무엇일까?」, 『헤럴드경제』, 2021.04.10 <http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20210409000803>

[그림] 여러 물질들의 상태와 비열 http://www.sciencenamu.net/chemistry/heat/heat_02_02_02.html

요즘같이 추운 날에는 찜질방에 가서 몸을 녹여야지! 그나마 아직도 춥네... 찜질방 안에 있는 사우나실로 들어가야겠어! 헉, 그런데 사우나실 내부는 온도가 90℃나 되네? 어떻게 온도가 90℃나 되는데 우리는 멀쩡한 걸까? 보통의 사람들은 60℃ 이상의 열기에 피부가 노출되면 화상¹에 걸릴 수 있지. 하지만 사우나실, 특히 건식사우나실²은 대개 온도가 80℃를 넘는데도, 우리가 화상에 걸리지 않는 이유에는 크게 두 가지 비밀이 있어.

물질	상태	비열(J·g ⁻¹ ·K ⁻¹)
수소	기체	14.30
헬륨	기체	5.19
공기	기체	1.01
물	기체	2.08
	액체	4.18
	고체	2.11
에탄올	액체	2.44
철	고체	0.45
구리	고체	0.39
금	고체	0.13
아스팔트	고체	0.92
유리	고체	0.84
모래	고체	0.84
인체(평균)		3.5

첫 번째 비밀은 열용량^{Heat Capacity}³이야. 열용량이란 어떤 물질의 온도를 1℃ 상승시키기 위해 필요한 열의 양이야. 열용량이 크다는 것은 우리가 물질에 열을 가해도 온도가 쉽게 변하지 않는다는 것을 의미해. 한편, 물질 1g당 열용량을 우리는 비열^{Specific Heat}⁴이라고 해. 물질의 양에 의존하는 크기 성질^{Extensive Property}을 가진 열용량과 다르게, 비열은 물질의 양에 무관한 세기 성질^{Intensive Property}을 가지고 있어. 왼쪽의 표는 여러 물질들의 비열을 나타낸 거야.

표에서 볼 수 있듯이, 공기의 비열은 물과 비교하면 확실히 작은 편에 속하지만, 금속에 비하면 크다고 할 수 있어. 하지만 단위 부피를 고려했을 때 공기의 열용량은 매우 작은 편이야. 열용량이 작기 때문에 몸으로 전해지는 열에너지의 양이 많지 않은 것이지! 두 번째 비밀은 증발열에 있어. 증발열이란 액체가 기화할 때 주변에서 흡수하는 열을 뜻해. 증발열이 크다면, 액체가 물체로부터 많은 열을 흡수하기 때문에 물체의 온도가 낮아지지. 사우나에서는 땀이 이 액체의 역할을 하고 있어. 땀이 증발하면, 우리 피부 표면의 열을 빼앗아 피부의 온도를 낮춰주지. 그래서 높은 온도의 사우나실에 들어가도 화상에 걸리지 않는 거야! 온도에 관한 신기한 현상들은 사우나뿐 아니라 우리 주변에도 많이 존재해. 더 자세한 내용이 궁금하다면 아래의 참고 자료와 함께 추가로 더 찾아보기를 바라! 그럼 나는 다시 찜질방으로 가봐야겠다. 안녕!!

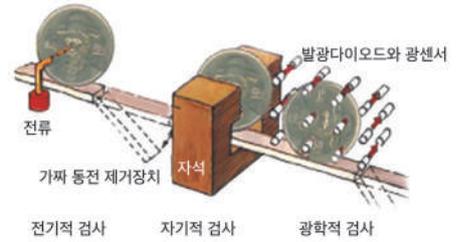
전자전기공학과 21학번 27기 알리미 **문준혁**

전자전기공학과



덥다, 더워. 찜질방에 오래 있으니까 목이 너무 마르네. 자판기에서 음료수를 뽑아볼까? 그런데 갑자기 드는 의문! 자판기는 어떻게 동전을 분류할 수 있을까? 내가 넣은 동전이 500원인지 100원인지 아니면 외국 동전인지 자판기는 어떻게 구분하는지 궁금하지 않아?

핵심 원리는 동전의 고유한 금속 함유량에 있어. 금속 함유량에 따라 전기적 그리고 자기적 특징이 다르기 때문이지. 자판기에 동전을 넣으면, 총 3가지 검사를 통해 동전을 분류하게 돼. 먼저, 동전에 전류를 쏘아 동전의 금속 함유량과 각각의 크기를 측정해. 자판기에 설정해 놓은 일정한 전류의 세기의 값이 나와야 통과를 할 수 있는데, 금속 함유량이 다른 외국 동전이나 가짜 동전은 전류의 세기 또한 다르기 때문에 반환구로 나오게 되지. 전기적 검사로 가짜 동전을 거르면, 자기적 검사와 광학적 검사를 통해 동전의 종류를 구분하게 돼. 동전이 굴러가며 이동할 때, 주변에 자석이 있다면 금속을 함유한 동전이 붙으려 하면서 속도가 줄어들어. 이때, 금속 함유량이 많을수록 자석의 영향을 더 많이 받아 동전마다 속도의 차이가 발생하는 원리로 동전을 구분하게 되는 거지. 마치 수평으로 던진 물체의 운동에서 초기 속도에 따라 다른 위치에 떨어지는 원리와 같아. 동전을 구성하는 금속 중에서 자석의 영향을 받는 것이 니켈인데, 니켈 함유량이 많은 순인 500원, 100원, 50원 순으로 속도가 더 느려지고 니켈 성분이 없는 10원의 경우는 자석의 영향을 받지 않지. 이렇게 검사기는 자기적 검사를 한 뒤, 광센서를 이용해 동전의 속도와 두께를 측정해. 자석의 영향을 받은 동전들의 속도는 일정하기 때문에 각각의 속도를 알아내면 그 값을 가지는 동전의 종류를 알 수 있지. 측정 결과 자판기에서 설정한 속도를 가지고 있지 않다면, 이 또한 반환구로 내보내지. 그럼, 궁금증도 풀렸으니 시원하게 음료수를 마셔볼까?



참고 자료

이은정, 「다박사와 함께하는 생활과학 <15> 자동판매기 속의 과학」, 『국제신문』, 2006.11.15.
<http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?c ode=2500&key=20061116.22024195435>

[그림] 자판기의 동전 분류 과정
<http://www.kookje.co.kr/news2011/asp/newsbody.asp?c ode=&key=20061116.22024195435>

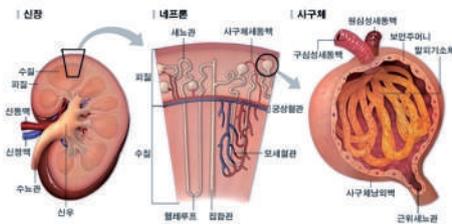
생명과학과 21학번 27기 알리미 **최예니**

생명과학과



와 ~ 요새 날씨가 추웠는데 오랜만에 찜질방에 다녀왔더니 너무 좋대 온몸이 녹는 것 같아. 유독 몸이 가볍고 개운한 느낌인데? 혹시 이런 현상에도 과학적 이유가 있는 걸까?

찜질방에는 체온보다 높은 온도의 방이 많아. 온도가 높은 방에 들어가 있으면 교감 신경의 작용이 완화돼서 혈관이 팽창하는데, 그러면 평소보다 혈류량이 증가해서 혈액순환이 활발하게 일어나지. 혈액순환이 중요한 이유는 노폐물 배출과 관련 있기 때문이야. 혈액은 세포 사이를 이동하면서 노폐물을 운반하는데, 특히 노폐물에는 암모니아의 독성을 낮춘 요소^{Urea}가 포함되어 있어. 이러한 요소를 비롯하여 물과 양분이 포함된 혈액이 배설의 중추인 콩팥 주변의 혈관으로 들어가면, 압력 차에 의해 보먼주머니¹의 '여과'가 일어나. 그런데 이때는 체내에서 필요한 여러 양분까지 함께 빠져나가기 때문에 이들을 다시 들어오기 위해 세뇨관²에서 모세혈관으로의 '재흡수'를 진행하지. 미처 빠져나가지 못한 노폐물을 세뇨관으로 이동시키는 과정인 '분비'를 통해 한 번 더 노폐물을 걸러내는 거야. 결론적으로, 찜질방에 있으면 콩팥으로 흐르는 혈류량도 늘어나니까 더 많은 노폐물을 배출해서 몸이 개운하다고 느끼는 것이지!



혈액순환의 활성화 외에, 우리가 흘리는 땀도 노폐물 배출에 엄청난 기여를 해. 실제로 독소를 배출하는 여러 방법 중, 땀이 가장 효율적이었던 연구 결과가 있거든. 땀에서 가장 많은 독성 물질이 검출되었던 거지. 요소를 제외하더라도 체내에는 알루미늄, 카드뮴, 코발트, 납 같은 독성 물질이 존재하는데, 이들이 다른 방법보다도 땀을 통해서 배출될 때 적게는 3배, 많게는 25배까지 효율적으로 배출되었다고 해. 정말 신기하지 않아? 뜨거운 찜질방에 앉아 땀을 흘리는 것만으로 디톡스^{Detox}가 가능하더니! 그렇지만 찜질방에 너무 오래 있으면 오히려 혈압이 과도하게 상승해서 위험할 수 있으니 20분 이내로 즐기는 게 좋다는 것을 명심해! 그럼 나는 이제 바나나우유나 마시면서 가야겠다~ 안녕!

각주

1. 혈액으로부터 오줌을 여과시키는 첫 번째 단계가 일어나는 기관으로, 모세혈관이 뭉쳐 만들어진 사구체를 감싸고 있는 주머니
2. 콩팥의 수질과 피질에 존재하는 가늘고 긴 관으로, 말기세포체와 함께 네프론을 구성한다.

참고 자료

Genius SJ, Birkholz D, Rodushkin I, Beeson S. "Blood, urine, and sweat (BUS) study: monitoring and elimination of bioaccumulated toxic elements," Arch Environ Contam Toxicol, 2011.

[그림] 신장의 구조
<https://www.doopedia.co.kr/search/encyber/detailViewSearch.jsp>

Knapsack Problem(배낭 문제)

글 / 컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 김주은

한 도둑이 배낭을 메고 보석 가게에 보석을 훔치러 침입했다고 가정해 봅시다. 도둑이 매고 온 배낭은 최대 무게가 존재하며, 이 무게를 초과하여 보석을 담는다면 배낭은 찢어진다고 합니다. 또한, 가게에 있는 보석들은 각기 다른 가격을 가진다고 합니다. 그렇다면, 배낭이 찢어지지 않는 선에서 보석들의 가격 합이 최대가 되도록 보석을 담는 방법은 무엇일까요? 이러한 문제를 'Knapsack Problem(배낭 문제)'라고 합니다. 어떻게 배낭 문제를 해결해야 할까요?

가장 단순한 방법은 모든 경우의 수를 계산해서 값의 합이 최대가 되는 조합을 고르면 됩니다. 하지만 n 개의 보석이 있다면, 계산해야 할 모든 경우의 수는 2^n 개가 되기 때문에 효율적인 방법이라고 할 수 없어요. 그래서 나온 효율적인 방법이 바로 Dynamic Programming, DP입니다!

DP를 빠르게 이해하기 위해, 간단한 예시 문제를 풀어보려고 합니다. 배낭의 최대 무게는 17이며, 보석의 종류는 아래 표와 같이 3가지라고 합니다. 또한, 보석들은 각각 가져갈 수 있는 개수에 제한이 있다고 가정합니다. 이는 문제 풀이를 조금 더 단순화하기 위해 가정하는 것이며, 개수 제한이 있는 문제 풀이와 동일한 방법으로 개수 제한이 없는 문제를 일반화해서 풀 수 있습니다!

보석 종류	무게(kg)	가격	개수 제한
A	4	7	2
B	5	9	1
C	6	12	2

다시 문제로 돌아와서 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 순서로 보석을 담는다고 가정하고 표를 그려 계산해 봅시다. 먼저, A보석의 경우 개수 제한이 2이므로, 가능한 개수는 0~2개입니다. 각 개수로 담았을 때 배낭에 더 담을 수 있는 무게는 $17-0 \times 4$, $17-1 \times 4$, $17-2 \times 4$ 총 3가지 경우가 될 수 있습니다. 이제 이들을 모두 첫 번째 행에 기록하고 아래에는 각 경우에 해당하는 (A 개수 X 가격)을 적습니다.

	17	13	9
17	0	7	14

다음 단계에서는 $17-(A \text{ 무게})$ 의 3가지 경우에서 B의 가능한 개수만큼의 무게를 또 빼는 과정을 거칩니다. 배낭에 더 담을 수 있는 무게인 $17-(A \text{ 무게})-(B \text{ 무게})$ 들을 이전의 표와 마찬가지로 첫 번째 행에 기록하고 표 안의 해당하는 칸에는 (B 개수 X 가격)을 적습니다.

	17	13	12	9	8	4
17	0		9			
13		0			9	
9				0		9

다음 C 단계는 A, B에서와 마찬가지로 $17-(A \text{ 무게})-(B \text{ 무게})$ 에서 C의 가능한 개수만큼 무게를 빼는 작업을 하되 총 남은 무게가 0 이상이 되도록 하며, 결과를 표에 반영합니다. 이때는 더 이상 다음 단계로 진행되지 않으므로 첫 번째 행에 0만 적습니다.

		0
17		24
13		24
12		24
9		12
8		12
4		0

이제 표를 다 그렸으면 다시 $C \rightarrow B \rightarrow A$ 순서대로 표를 수정해가며 계산해 봅시다. C표에서 각 가격을 기록한 값들을 B표의 각 열 위에 적는데, 이때 각 가격에 대응되는 $17-(A \text{ 무게})-(B \text{ 무게})$ 값의 위에 써야 합니다. 그리고 B표 첫 번째 열의 왼쪽에는 (C 행에서의 표 원소값) + (C 행의 원소를 포함하는 열에 적혀 있는 C표에서 가져온 값) 값들을 비교하여 가장 큰 값을 적습니다. 첫 번째 행을 예로 들자면, $24+0$ $24+9$ 를 비교하여 33이 더 크므로 33을 왼쪽에 적게 됩니다.

		24	24	24	12	12	0
		17	13	12	9	8	4
33	17	0		9			
24	13		0			9	
12	9				0		9

B표의 왼쪽에 적은 값들을 A표의 위에 적으며, 같은 방법을 사용하여 A표를 수정합니다.

		33	24	12
		17	13	9
33	17	0	7	14

결국 최종적으로 A의 표 왼쪽에 적힌 33이 계산된 경로를 따라가 보면, 보석값이 최대가 되는 경우는 A가 0개, B가 1개, C가 2개를 골랐을 때임을 알 수 있고, 이로써 최적의 답을 찾을 수 있습니다! 사실 현실에서는 보석의 종류가 감당할 수 없이 많은 배낭 문제를 풀어야 하는 경우가 대다수입니다. 이럴 때 전문가들은 오늘 배운 배낭 문제 알고리즘을 컴퓨터 프로그램에 적용하여 해결합니다! 그리고 이렇게 복잡한 문제를 빠르고 효율적으로 푸는 것이 바로 '최적화'이며, 최적화 방법은 수도 없이 많이 존재합니다. 관심 있는 친구들은 또 다른 최적화 방법을 찾아보는 것을 추천해 드리며, 이만 글을 마치도록 하겠습니다! ☺

깁스 자유 에너지

글 / 신소재공학과 21학번 27기 알리미 남현동

여러분은 상온에서 철이 산화¹되는 반응을 본 적이 있을 것입니다. 하지만 해당 반응의 역반응²인 산화철이 원상태로 돌아오는 반응은 상온에서 일어나지 않습니다. 이렇게 같은 반응이라도 특정 조건에 따라 반응이 일어날 수도, 일어나지 않을 수도 있는데요. 이것은 해당 반응의 자발성을 따짐으로써 확인할 수 있습니다. 이번 지식더하기에서는 자발성의 척도를 나타내는 '깁스 자유 에너지'라는 개념을 다뤄보겠습니다.

이에 앞서, 화학적 평형과 엔트로피에 대해 짚고 넘어가겠습니다. 어떤 화학 반응에서 정반응과 역반응의 속도가 같아져, 겉으로 보기에 아무것도 일어나지 않는 것처럼 보이는 상태를 화학적 평형을 이룬 상태라고 합니다. 화학적 평형 상태에서의 반응지수³를 평형상수 K 라고 하며, 온도가 일정하다면 반응의 어느 지점에서나 평형상수의 값은 동일합니다. 평형 상태가 아닐 때의 반응지수는 Q 로 표현하며, 하단의 식으로 나타낼 수 있습니다. 이때, Q 가 K 보다 작으면 해당 조건에서는 정반응이 우세하고, Q 가 K 보다 크면 역반응이 우세합니다.

Chemical equation: $aA + bB \rightarrow cC + dD$

Forward reaction rate: $k_f[A]^a[B]^b$

Backward reaction rate: $k_r[C]^c[D]^d$

Reaction quotient $Q = \frac{k_f[C]^c[D]^d}{k_r[A]^a[B]^b}$

엔트로피의 개념은 열역학 제2법칙에서 확인할 수 있습니다. 열역학 제2법칙은 '모든 자발적인 반응에 대해 엔트로피의 변화량은 증가한다'고 정의되어 있습니다. 여기서 엔트로피는 쉽게 말해 무질서한 정도를 나타내는 척도라고 생각하면 되고, 자발적으로 일어나는 모든 반응은 무질서도가 커지는 방향으로 일어난다고 이해할 수 있습니다.

$$Entropy \Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$$

식에서 ΔS 는 반응이 일어나는 계(System)에서의 엔트로피 변화량을 의미합니다. 여기에 계가 아닌 주위(Surrounding)에서의 엔트로피 변화량인 ΔS_{surr} 를 더하게 되면, 전체 우주 엔트로피의 변화량인 $\Delta S_{universe}$ 값을 구할 수 있습니다. 이때 주위의 엔트로피 변화량은 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$\Delta S_{surr} = \frac{q_{surr}}{T} = \frac{-\Delta H_{sys}}{T}$$

q_{surr} 은 주위가 받는 에너지이며, 동시에 계가 잃는 에너지입니다. 즉, q_{surr} 를 $-\Delta H_{sys}$ 로 표현할 수 있는 것이죠. 이렇게 구해진 주위의 엔트로피 변화량과 계의 엔트로피 변화량을 더해서 정리하면, 다음과 같이 깁스 자유 에너지 식이 나옵니다.

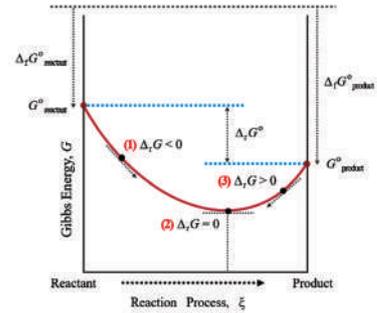
$$\Delta S_{surr} = \frac{q_{surr}}{T} = \frac{-\Delta H_{sys}}{T} \Delta S_{uni} = \Delta S_{sys} + \Delta S_{surr}$$

$$\Delta S_{uni} = \Delta S_{sys} - \frac{\Delta H}{T}$$

$$-T\Delta S_{uni} = \Delta H - T\Delta S_{sys}$$

Gibbs free energy $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

이 관계식을 보면, 깁스 자유 에너지는 일정한 온도와 압력에서 계에 의해 가역적으로 얻어낼 수 있는 에너지의 척도로 정의할 수 있는 것을 알 수 있습니다. 이 깁스 자유 에너지의 변화량에 따라 그 반응이 해당 온도, 압력에서 자발적으로 일어나는지 확인할 수 있다는 것이죠. 이때, ΔG 가 음수면 정반응이 자발적이고, 0이면 화학적 평형상태, 그리고 양수면 정반응이 비자발적인 상태를 띠니다. 이 개념을 그래프를 이용해서 반응지수의 개념과 함께 다시 한번 확인하겠습니다.



[그림] 반응 정도에 따른 깁스 에너지 그래프
[출처] <https://stachemi.tistory.com/151>

이 그림은 반응 정도에 따른 깁스 자유 에너지를 나타낸 그래프입니다. 기울기 값이 ΔG 값을 의미하게 되는 것이죠. 여기서 ΔG 값이 0에 해당하는 지점이 평형 상태입니다. 즉, 반응지수 Q 가 K 와 같은 경우이죠. 위의 그림에서 평형 상태보다 왼쪽에 존재하는 반응이면, Q 값이 K 값보다 더 작으면, ΔG 값이 음수이고 정반응이 자발적인 반응이 됩니다. 반대로, 위의 그림에서 평형 상태보다 오른쪽에 존재하는 반응이면 ΔG 값이 양수인 역반응이 자발적인 반응이 됩니다. 반응 종류에 따라 깁스 자유 에너지 그래프의 개형은 달라지겠지만, ΔG 값의 부호와 Q , K 값 비교를 통해 반응의 자발성을 예측하는 것은 변함없습니다.

이번 글을 읽고 깁스 자유 에너지에 관심이 생긴 학생들은 표준 깁스 자유 에너지¹(Standard state Gibbs Free Energy, 헬름홀츠 자유 에너지²(Helmholtz Free Energy) 등에 대해 더 공부해 보시는 것을 추천해 드립니다!

각주

1. 산소를 얻는 반응, 혹은 전자를 얻는 반응
2. 화학반응에서 생성물질이 반응하여 원래의 반응물질이 생기는 반응
3. 평형상수식에 반응에 참여하고 있는 각 물질의 농도를 대입해 얻은 값

참고 자료

1. '열역학 제2법칙, 엔트로피, 깁스 자유 에너지(Gibbs free energy)', 2019.11.13. <https://blog.naver.com/theodore1117/221706607120>

두 가지 방향으로 발전한 양자역학이 직교함수를 통하여 동일해진다

글 / 물리학과 20학번 손탁일

고전 역학은 점입자의 운동 법칙을 먼저 세운 뒤, 현실의 다양한 물체들을 많은 수의 점입자가 모인 대상으로 생각하여 그 물체들의 운동을 예측하는 학문이다. 고전 전자기학도 전기력에 대한 쿨롱의 법칙과 자기력에 대한 비오-사바르의 법칙처럼 점입자와 짧은 도선 조각이 만드는 전기장과 자기장에 대한 법칙이 먼저 발견되었다. 처음에 물리학자들은 현실의 전하를 띤 물체들과 복잡한 모양의 도선을 이미 발견되어 있는 법칙들만으로 설명하고자 시도했지만 실패했다. 쿨롱의 법칙과 비오-사바르의 법칙은 전하와 전류가 변하지 않는 정전기학^{Electrostatics}과 정자기학^{Magnetostatics}에서는 정확한 법칙들이다. 그러나 전하와 전류가 빠르게 변하는 경우에는 패러데이의 법칙과 맥스웰의 변위 전류^{Displacement Current} 법칙이 필요하다. 패러데이의 법칙은 실험에서 발견되었지만 변위 전류 법칙은 맥스웰이 추론한 결과였다. 패러데이가 연구 과정에서 그린 도식들은 전자기학의 법칙과 유체역학의 법칙 사이에 강한 유사성이 있음을 암시했다. 맥스웰은 잘 알려진 유체역학의 법칙을 바탕으로 유사성만을 이용하여 실험으로부터 밝혀진 전자기학의 법칙들을 정량화하고, 변위 전류 법칙을 실험 없이 올바르게 추론했다. 당시에 전하, 전류의 미시적인 원인에 대한 다양한 가설들이 있었지만 맥스웰은 실험으로 확인되지 않은 특정한 가설을 선불리 받아들이지 않는 신중한 태도로 고전 전자기학의 법칙들을 모두 올바르게 찾을 수 있었다.

보통 고전 역학과 고전 전자기학을 고전 물리학으로 통칭하지만 두 이론이 세워지는 구조는 서로 다르다. 고전 역학은 물질을 점입자의 모임으로 이해하고, 고전 전자기학은 물질을 유체(전하와 전류)로 이해한다. 전하와 전류가 변하지 않는 경우, 즉 정전기학과 정자기학에서는 물질을 고전 역학의 점입자로 생각할 수 있고, 쿨롱의 법칙과 비오-사바르의 법칙이 정확한 법칙들이다. 고전 전자기학의 일반적인 현상에서는 전하와 전류가 변하면서 전자기파를 방출하는데, 여기서 물질을 점입자로 이해하면 모순이 생긴다. 고전 역학의 점입자가 방출하는 전자기파를 고려하면 점입자가 에너지를 잃으므로 방사 반작용력^{Radiation Reaction Force}이 점입자에게 작용한다. 방사 반작용은 점입

자가 외부와의 상호작용이 없어도 스스로 가속하도록 만들기 때문에 고전 전자기학의 예측이 고전 역학의 법칙, 나아가 현실의 현상과도 일치하지 않는다. 반대로 고전 역학에서 물질을 유체로 확장한 유체 역학은 고전 전자기학과 같은 문제가 없으므로, 물질에 대한 더 정밀한 이해 방법은 물질을 고전 전자기학의 유체로 생각하는 것이다. 상태가 변하지 않는 평형^{Equilibrium}의 경우에만 점입자로 물질을 이해해도 문제가 없다.

물리학자들과 화학자들이 개발한 기체 분자 운동론과 통계역학의 법칙들은 기체의 평형과 준정적 과정^{Quasi-Equilibrium}¹을 정확하게 설명했다. 이처럼 기체를 점입자의 모임으로 이해하여 정확한 설명이 가능했지만, 고전 전자기학처럼 평형이 아닌 현상은 점입자의 운동 법칙들만으로 설명할 수 없었다. 가역적인 고전 역학의 법칙으로부터 열역학의 비가역적인 현상들이 나타날 수는 없다. 고전 역학의 법칙은 입자들이 평형에 도달했을 때 엔트로피가 최대임을 증명하지만, 엔트로피가 증가하는 과정에 대한 설명은 하지 못한다. 분자들로 구성된 기체의 경우는 분자의 성질들이 밝혀지면서 기체를 입자의 모임으로 이해하는 것이 정당화되었다. 비가역적인 현상은 미시적인 변수 중 대부분을 지우고, 거시적인 변수만을 남기는 과정^{Coarse-graining}에서 편향성이 나타나 거시적인 변수로 현상을 설명하면 비가역적임을 이해할 수 있게 되었다.

고전 역학의 점입자가 통계역학과 모순되는 점(평형이 아닌 현상)은 고전 전자기학과 모순되는 점(점입자가 스스로 가속하는 현상)과 차이가 있다. 통계역학의 경우에는 일단 물질이 점입자의 모임인 것이 정당화되면 평형이 아닌 현상을 올바르게 설명할 수 있다. 고전 전자기학의 물질은 유체로 이해해야 하므로 통계역학과 고전 전자기학 사이에도 모순이 있을 것이다. 예상처럼 흑체 복사는 전자기파와 물질의 열평형 상태임에도 고전 전자기학과 통계역학으로 예측한 결과가 실제 현상과 일치하지 않았다. 실험 결과는 물질을 구성하는 원자의 에너지가 자연수 n 에 대하여 $\frac{1}{n^2}$ 에 비례하도록 불연속이어야 함을 알려주었다.(원자의 에너지뿐만 아니라 전자기파의 에너지에 대한 결과도 있지만 이 글은 계속 물질의 경우에 집중할 것이다.)

당시에 원자는 양전하(+)의 원자핵과 음전하(-)의 전자가 구성함이 이미 밝혀져 있었다. 핵은 산란 실험에 근거하여 밝혀졌으므로 원자의 크기 정도의 거리에서는 전하량이 +e 인 점입자처럼 행동함을 충분히 신뢰할 수 있다. 전자는 변하지 않는 정상^{Stationary} 흐름인 음극선²이 전기장과 자기장에 어떻게 반응하는지 실험하여 밝혀졌기 때문에 음극선이 점입자의 흐름인지 또는 전하의 유체인지 결정할 수 없다. 고전 역학의 점입자는 고전 전자기학과 양립할 수 없으므로 전자기학 법칙들을 유지하려면 전자가 유체라고 가정해야 한다. 고전 역학

의 법칙들을 유지하려면 전자가 점입자라고 가정한 후에 통계역학으로 분석해야 한다. 양쪽 모두 결국에는 고전 물리학의 법칙을 바꾸어야 원자를 설명할 수 있다. 전자를 유체로 가정하는 방법은 파동역학으로 발전했고, 전자를 점입자로 가정하는 방법은 행렬역학으로 발전했다. 파동역학은 고전 전자기학의 법칙을 최대한 유지하다 결국 바꾸고, 행렬역학은 고전 역학의 법칙을 최대한 유지하다 결국 바꾼다. 그 결과, 파동역학과 행렬역학은 동일해져 양자역학이 된다.

파동역학은 전자를 유체로 가정하여 그 파동이 만족하는 방정식(슈뢰딩거 방정식)으로 원자의 에너지를 설명한다. 행렬역학은 전자를 점입자로 가정하여 위치와 운동량을 정의하지만 그들을 실수가 아니라 행렬로 확장하여 원자의 에너지를 설명한다. 파동역학에서 슈뢰딩거 방정식의 한 해는 행렬역학에서 하나의 기저 벡터에 대응한다. 미분방정식의 해들을 벡터로 생각하여 내적을

$$\langle f, g \rangle = \int_a^b f^*(x)g(x)dx$$

(단, a 와 b 는 상황에 따라서 다르게 정한다.) 위와 같이 정의하면 정규 직교 기저³⁾인 해들을 찾을 수 있는데, 이러한 사실은 행렬역학과 파동역학이 동일함을 증명하는 과정에서 주목을 받았고, 이것은 곧 미분방정식 이론에 큰 영향을 주었다.(Fourier transform, Sturm-Liouville theory) ②

각주

- 1 상태가 변하지만 그 변화가 아주 느려서 각 순간을 평형으로 근사할 있는 경우
- 2 진공관 내부에 전위차가 있는 두 전극을 배치하면 음극(-)에서 방출되는 선(ray)이다. 형광 물질과의 충돌에서 빛이 나는 현상으로 감지할 수 있다.
- 3 기저를 구성하는 벡터들이 모두 크기가 1이고, 서로 직교한다.

[겨울호 문제. 2022 WINTER]

Q1

$$e^{-x^2} = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\cos xt \, dt$$

위의 방정식을 만족하는 $f(t)$ 는 무엇인가?

힌트 : $f(t)$ 를 x 에 대한 적분으로 구하고, $f(t)$ 가 만족하는 미분방정식을 찾아서 풀이한다.

Q2

$$\int_{-1}^1 f(x)dx = \int_{-1}^1 xf(x)dx = -\int_{-1}^1 x^2f(x)dx = 1$$

위의 방정식을 만족하는 $f(x)$ 에 대하여 $\int_{-1}^1 f(x)^2 dx$ 와 $\int_{-1}^1 (f(x)^2 + 3x^3f(x))dx$ 의 최댓값 또는 최솟값을 계산해 보자.

[가을호 문제. 2022 AUTUMN]

A1 Green's reciprocity에서 $\rho_1(\vec{r})$ 과 $V_1(\vec{r})$ 은 문제의 상황과 동일하도록 정한다.

도체에 유도된 전하량을 $\rho_1(\vec{r})$ 에서 이끌어내야 하므로 $\rho_2(\vec{r})V_1(\vec{r}) = 0$ 이도록 $\rho_2(\vec{r})$ 을 정하면 좋다. 도체 평면에서 $V_1(\vec{r}) = 0$ 이므로 도체 평면에만 전하가 분포하도록 $\rho_2(\vec{r})$ 을 정하면 된다. $\rho_1(\vec{r})V_2(\vec{r})$ 을 계산하려면 $V_2(\vec{r})$ 을 알고 있는 $\rho_2(\vec{r})$ 을 찾아야 한다. 조건들을 모두 만족하는 $\rho_2(\vec{r})$ 와 $V_2(\vec{r})$ 은 문제와 동일한 도체 평면으로 만든 평행판 축전기이다. 도체 평면 사이에서 평행판 축전기가 만드는 전위는 $V_2(\vec{r}) = -Ez + V_0$ (이 식에서 z 는 전위가 높은 도체 평면과의 거리이다.) 이므로 $0 = \int \rho_1(\vec{r})V_2(\vec{r})d\tau = V_0(Q_3 + Q + Q_1) - \frac{3}{4}LEQ - LEQ_1$ (이 식에서의 L 은 도체 평면 사이의 거리)이다. E 와 V_0 은 임의이므로 $Q_3 + Q + Q_1 = 0$ 그리고 $\frac{3}{4}Q + Q_1 = 0$ 이다. 따라서 점전하와 가까운 도체 평면에 유도된 전하량은 $Q_1 = -\frac{3}{4}Q$ 이고, 점전하와 먼 도체 평면에 유도된 전하량은 $Q_3 = -\frac{1}{4}Q$ 이다.

A2 전하의 밀도가 균일하고, 길이가 유한한 선분이 만드는 전위를 쿨롱의 법칙으로 계산하면 전위가 일정한 등전위면이 회전타원면임을 알 수 있다. 회전타원면을 정의하는 두 개의 반단축이 길이가 a 와 b 가 되도록 전하의 밀도(λ), 선분의 길이(L), 등전위면의 전위(V_0)를 정하자. Green's reciprocity에서 $\rho_1(\vec{r})$ 과 $V_1(\vec{r})$ 은 문제의 상황과 동일하도록 정하고, $\rho_2(\vec{r})$ 와 $V_2(\vec{r})$ 는 앞에서 전하의 밀도와 선분의 길이를 결정할 전하의 분포인 경우로 정하자. 회전타원체를 채우는 도체에 유도된 전하(q)는 모두 회전타원체의 표면(회전타원면)에 분포하므로 $\int \rho_1(\vec{r})V_2(\vec{r})d\tau = qV_0 + QV_2(\vec{R})$ (이 식에서 \vec{R} 은 회전타원체의 중심에 대한 점전하의 좌표이다.)이다. 선분 모양의 전하($\rho_2(\vec{r})$)는 회전타원체의 내부에 있으므로 $\int \rho_2(\vec{r})V_1(\vec{r})d\tau = 0$ 이다. 따라서 $q = -\frac{V_2(\vec{R})}{V_0}Q$ 이다.



QR 코드로 이해가 안 된다면? 3월 10일 공개되는 해설 영상에 집중!

[정답자] 가을호 마르쿠스 정답자는 없었습니다.

- * MARCUS에는 포스텍 수학동아리 MARCUS가 제공하는 수학 문제를 실습니다. 정답과 해설은 다음 호에 나옵니다.
- * 이번 호 문제는 2023년 2월 25일(토)까지 알리미 E-MAIL (postech-alimi@postech.ac.kr)로 풀이와 함께 답안을 보내주세요.
- * 정답자가 많은 경우 간결하고 훌륭한 답안을 보내 주신 분 중 한 분을 추첨하여 포스텍의 기념품을 보내 드립니다.(학교/학년을 꼭 적어 주세요.)

J처럼 계획하고 P처럼 살자

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 박태은

어느덧 새로운 한 해를 맞이하는 1월이 찾아왔네요. 여러분의 2022년은 어떠셨나요? 저는 수년간의 다사다난했던 해들을 보내고, 이제는 점차 여유와 안정을 되찾은 해였다는 생각이 듭니다. 1월은 '새롭게'라는 말이 가장 잘 어울리는 달이죠? 여러분도 따뜻했던 추억은 마음속 깊이, 힘들었던 기억은 툭툭 털어내고 새로운 한 해를 반갑게 맞이했으면 좋겠네요. 이번에 제가 준비한 이야기는 새로운 학년이 시작될 여러분들을 위한 글이에요. 이 글을 읽은 여러분께 조금이나마 힘이 되고, 저의 응원과 위로가 전해졌으면 좋겠습니다.

저는 고등학생 때 굉장히 계획적인 학생이었어요. 매일 아침 기숙사에서 스타디 플래너를 썼고, 심지어 공부하는 과목의 순서와 시간도 정해 계획에 따라 실천했답니다. 그리고 계획이 완료되지 않은 날에는 모든 자책과 비난을 저 자신에게 돌리며 지쳐 잠들곤 했죠. 비록 저의 성적은 만족스럽지 않았지만, 공부법에 있어서는 아무런 의심을 하지 않았어요. 그래서인지 전교에서 가장 열심히 공부한다는 착각 하에 비효율적인 공부를 계속해서 이어 나가게 됐죠. 결국 저는 성적을 올리기 위해 더 많은 계획을 세우고, 더 철저하게 이를 지켜나가도록 노력했어요. 하지만 성적은 크게 상승하지 않았고, 점점 자신감을 잃어가며 설상가상으로 건강도 많이 악화되었습니다.

계획을 짜는 것은 분명 좋은 일이에요. 시간을 알차게 쓰고, 맡은 바를 성실히, 그리고 완성도 있게 일을 해낼 수 있죠. 그렇다면 계획한 대로 척척 실행하는 것이 가장 좋은 결과를 가져오는 걸까요? 사실 그건 아무도 알지 못해요. 전혀 계획에 없던 일이 득이 되어 돌아올 수도, 반대로 계획했던 일이 실이 되어 돌아올 수도 있으니까요. 즉, 계획에 따라 행동하는 게 항상 최선의 결과를 가져오지는 않는다는 것입니다! 그래서 저는 계획을 세우되, 그때의 상황에 맞춰 유동적으로 실행해 나가기로 했어요.

제가 앞서 계획한 일은 꼭 지켜야 하는 성격이라고 말씀드렸죠? 그래서인지 저는 선택에 대한 두려움이 많았어요. '이 공부를 더 하면 다른 공부를 못하지 않을까?', '지금 이 활동을 하면 그만큼 공부할 시간이 줄어들지 않을까?' 이러한 생각들이 저의 고등학교 생활에 항상 맴돌았어요. 하지만 대학생이 된 지금 과거를 되돌아보니 그렇게 흘러버린 기회와 시간이 너무나도 아깝다는 생각이 들어요.

그래서 저는 여러분께 큰 범위의 계획을 세운 뒤, 상황에 맞게 유동적으로 활동하는 것을 추천해 드리는 것입니다. 쳇바퀴처럼 짜인 시간표보다는 몇 달 뒤 혹은 몇 년 뒤를 바라본 큰 목표만 설정하는 거죠. 빠르게 변화해가는 시대 상황에 맞춰, 때마다 배우고 싶거나 경험하고 싶은 일에 도전해야 한다고 생각해요. 뜻하지 않았거나 계획에 없던 활동에도 배움과 깨달음은 항상 따라오니까요. 이런 색다른 경험은 저의 고등학생 시절처럼 계획대로만 실천하는 사람은 얻기 어려운 것이라 생각합니다!

물론 계획을 세우면서 유동적으로 행동하는 것은 여러분께 더 많은 선택과 도전을 요구합니다. 미래에는 하나의 선택으로 인생이 달라질 수 있기 때문에 선택과 도전에 대한 신중함도 필요하죠. 하지만 저를 포함한 여러분들은 아직 아주 젊어요. 선택을 두려워하지 말고 일단 도전해 보세요. 계획한 일이 아니어도 좋아요. 결과가 실패여도 좋아요. 이 모든 것들이 여러분께 색다른 경험치로 돌아올 거라 확신해요!

예비 포스테키안 여러분! 꿈을 펼쳐 보세요. 그 나이 때만 할 수 있는 활동이 분명히 존재할 거예요. 후회 없는 학창 시절과 열정 넘치는 나날들을 보내길 바라며, 예비 포스테키안들의 찬란한 미래와 발전을 저희 알리미가 응원하겠습니다! ☺

계획에 없던 활동에도 배움과 깨달음은 항상 따라오니까요!



II

마음가짐, 미래를 바꾸는 힘

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 이유리

벌써 2022년 한 해가 끝이 났네요. 최근 첫눈이 왔다는 소식도 들리고, 이젠 날씨도 제법 추워졌어요. 저는 얼마 전 포스텍 수시 면접 도우미를 했는데, 면접 보러 온 고등학생 친구들을 보며 제 고교 생활이 머릿속에서 잠시 스쳐 지나갔어요. 입시 중인 작년 이맘때쯤의 저는 꽤 불안하고 예민했던 것 같아요. 저는 이번 글을 통해 고등학생이었던 제가 알았다면 좋았을 '마음가짐'에 관한 이야기들 들려드리고 싶어요.

첫 번째는, 힘든 순간에서의 마음가짐에 관한 이야기예요. 여러분은 공부하며 '무력감'을 느낀 적이 있나요? 잠을 아무리 줄여도 기대하는 수준에 못 미칠 것 같고, 많이 지쳐 앞으로 나아갈 힘이 얼마 남지 않은 상태 말이지요. 저는 고등학교 3학년 때 무력감을 제대로 겪었어요.

저는 공부를 즐겨하는 학생이었어요. 막막하더라도 시간을 투자해 공부하다 보니 성적이 올랐고, 성적 상승이 원동력이 되어 책상에 앉아있는 시간이 점점 늘어났어요. 즐겁다고 느낄 수 있었던 이유는 제게 시간적, 체력적 여유가 아직 남아있어서 그랬던 것 같아요. 하지만 욕심이 생기면서 점점 휴식을 포기하거나 운동, 혹은 취미 생활의 욕구를 억누르면서 공부하게 되었어요. 그렇게 2년을 보내다 보니, 모르는 사이에 몸과 마음이 점점 지쳐갔어요. 고등학교 3학년이 되자 푹푹처럼 휘몰아치는 시험과 작성해야 할 보고서들이 끊임없이 나왔고, 이에 따라 학업량도 많아졌어요. 이미 많이 지친 상태였기에 끝이 보이지 않는 드높은 파도에 잡아먹힌 듯했어요. 처음으로 마주한 시련을 어떻게 헤쳐 나가야 할지 몰랐어요. 하지만 이대로 멈추기에 너무 먼 길을 왔고 모든 것을 내려놓기에 그동안 이뤄낸 것들이 너무 아까웠어요.

힘들던 와중에 잠깐의 휴식을 취하고자 본 드라마에 명대사가 있었어요: "맨날 맑은 날이면 세상이 온통 사막일 거라고. 비도 오고 눈도 오고 해야 땅에서 풀고 나고 이런 만만 글도 나지". 많이 지쳤지만 '입시'라는 마라톤을 완주하기 위해 포기하면 안 되는 상황이었다면 저에게 위로가 된 말이었어요. 여러분도 그때의 저와 같은 상황이거나, 앞으로 이러한 상황을 맞닥뜨리게 된다면 위의 말을 꼭 떠올려 주세요. 인생을 길게 봤을 때, 폭풍우가 오는 시점을 잘 견디고 나면 마침내 떠오르는 햇살이 더욱 따뜻하게 느껴진답니다.

두 번째는 도전을 하나가는 마음가짐에 관한 이야기예요. 저는 활발해 보이는 걸모습과 달리 생각보다 소심한 사람이었어요. 일을 시작하기에 앞서 머릿속에서 가능성을 따져보고 결론을 미리 지어버리기도 했죠. 돌이켜보면, 이러한 생각들이 저의 도전을 방해했던 것 같아요. 생각을 행동으로 실천하기 전에 주저하게 된 계기를 마련했기 때문이지요.

저는 악순환을 깨닫고 마음가짐을 바꾸기로 했어요. 새로운 것을 시작하기 전에 발생하는 두려움을 받아들이고, 이왕 시작하기로 마음먹었으면 노력으로 책임지는 것이죠. 그렇게 포스텍도 지원하게 되었고, 입시하는 동안 최선을 다해 이렇게 재학생으로 와 있네요. 여러분도 고등학생 때의 저와 같이 생각을 행동으로 실천하는 데 어려움이 있다면, 이것을 떠올려 주세요. 아무리 계획을 세워도 실천하지 않으면 결국 아무것도 이루어지지 않는다는 것이예요. 그래서 고민이 된다면, 생각만 하지 말고 Just do it!

참가하고 싶은 대회도 나가보고, 친해지고 싶은 친구에게도 다가가 보고, 원하는 대학도 소신 있게 지원해 봐요. 잘 안되면 뭐 어때요. 시도조차 안 하면 성공할 확률은 0이 되어버리잖아요? 대신 선택했다면, 결과는 오로지 여러분들의 노력에 달린 것이니까 최선을 다해야 후회 없는 마무리를 할 수 있음을 전해주고 싶어요. 그리고 사소한 것이라도 도전해서 무언가를 이루게 된다면 그 경험이 밑거름되어 앞으로 더 큰 일들을 할 수 있게 된답니다.

다가오는 방학이 여러분의 목표를 설정하거나, 더 높은 도약을 위한 재충전의 시간이 되었으면 좋겠어요. 저는 포스텍에서 여러분의 도전을 언제나 응원할게요! 예쁜 캠퍼스에서 만날 수 있는 날이 빨리 왔으면 좋겠습니다. ☺

생각만
하지 말고
Just do it!



POSTECHIAN REVIEW

독자 여러분의 의견을 기다립니다.

<POSTECHIAN>을 만드는 알리미들에게 여러분의 이야기는 큰 힘이 됩니다.

앞으로도 꾸준히 알리미들을 응원해 주세요. 채택된 주인공에게는 소정의 기념품을 보내 드립니다.

이 바 다

경남과학고등학교 3학년

이번 호 지식더하기 코너의 '식물 면역'에 관한 글을 흥미롭게 읽었습니다. 다음 호에는 여기서 나아가 면역특권에 대해 다루면 좋을 것 같습니다. 또한 평소에 지각과 인지능력 분야에 관심이 있어서 '최신 기술 소개'의 문어 지능에 관한 글이 재미있었습니다. 포스테키안을 통해 여러 학문 분야에 쉽고 재미있게 다가갈 수 있어서 좋았습니다. 앞으로도 흥미롭고 좋은 글을 많이 만나볼 수 있으면 좋겠습니다!

박 정 은

수원여자고등학교 2학년

신소재공학 연구원을 꿈꾸고 있는 학생으로서 '자가치유 소재'에 관한 글이 가장 기억에 남습니다. 그뿐만 아니라 제가 관심이 있지 않거나 생소한 분야에 대한 지식까지 폭넓게 얻어가는 기회가 됩니다. 또한 '알스토리'에서 포스텍에 재학 중인 알리미 선배들의 조언이 학업으로 힘들어하는 저에게 많은 위로가 됐습니다. 포스텍에 진학하여 포스테키안에 실린 교수님과 선배님들을 실제로 뵈 수 있는 날을 기다리겠습니다.



수학과 21학번 27기 알리미 김도영 (Editor)

포스테키안 구독자 여러분 안녕하세요! 저는 27기 알리미 김도영입니다. 다사다난했던 수능과 면접이 있었던 가을이 지나가고, 매서운 추위와 함께하는 쌀쌀한 겨울이 찾아왔어요. 어느덧 제가 포스테키안의 글을 쓴 지도 벌써 2년이 되어가는데요. 아직도 제가 쓴 글이 전국의 포스테키안 구독자 여러분들에게 전해진다는 게 잘 실감 나지 않는 것 같아요. 최근 포스텍 면접에서는 열람하는 참고 자료가 포스테키안에서 영감을 얻어 출제되었다고 해요! 고등학생 친구들이 포스테키안에 관심을 가지고, 또 읽는 모습을 보며 많은 뿌듯함을 느꼈답니다. 포스테키안이 이렇게 널리 퍼지는 만큼, 저희 알리미도 더 좋은 글이 담긴 포스테키안을 만들어 나갈 수 있도록 노력하겠습니다! 모두 겨울 잘 보내시고, 앞으로도 행복한 일들만 가득하기를 바라요! :)

컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 김주은 (Editor)

전국의 포스테키안 구독자 여러분 안녕하세요! 27기 알리미 김주은입니다. 입시는 점차 마무리되었고, 날씨는 여전히 손발이 떨리도록 추운 겨울이네요. 포스텍 면접 당일, 학생들이 포스테키안을 품속에 안고 오는 것을 보며 포스테키안을 집필하는 사람으로서 감회가 새로웠습니다. 지금 이 글을 읽고 있는 여러분도 면접을 준비하기 위해 포스테키안을 읽고 계시나요? 혹은 또 다른 흥미나 진로 설계의 이유로 읽고 계시나요? 2년간 포스테키안을 집필하기 위해 여러 사람을 인터뷰해 보고, 과학 지식이 담긴 글을 쓰면서 한 가지 확신할 수 있었던 것은 포스테키안은 여러분들의 꿈을 펼칠 수 있는 공간이라는 것입니다. 여러분 모두 포스테키안에서 다양한 사람들의 이야기와 다채로운 지식을 접하며 여러분이 가진 꿈을 마음껏 펼치고 멋지게 이루어내길 바랍니다! 파이팅!



컴퓨터공학과 21학번 27기 알리미 김현준 (Editor)

안녕하세요, 컴퓨터공학과 재학 중인 27기 알리미 김현준입니다. 어느덧 2023년 새해가 밝았는데요. 다들 기대 반 걱정 반으로 새해를 준비하고 계시는 것 같습니다. 저도 마찬가지로 연구 참여와 인턴 등 복잡한 기대와 걱정을 갖고 이렇게 편집 후기를 작성하고 있네요. 그런데 이런 저도, 3년 전에는 여러분과 같은 포스테키안 독자였어요. 포스테키안을 통해 꿈과 용기를 얻고 심층생소한 시기를 헤쳐 나가던 한 고등학교 3학년 학생이 바로 저였답니다! 그렇기에 포스테키안은 저에게 정말 특별한 존재입니다. 이런 3년 전의 제 모습을 생각하며 열심히 기사를 작성했는데요. 독자분들도 저처럼 포스테키안을 통해 긍정적인 영향을 받으실 수 있다면 저는 더할 나위 없이 기쁘고 뿌듯할 것 같습니다. 그럼, 모두 올해도 포스테키안과 함께 파이팅하시고, 새해 복 많이 받으세요.



전자전기공학과 21학번 27기 알리미 황예원 (Editor)

전국의 포스테키안 구독자 여러분 안녕하세요! 부쩍 추워진 요즘, 겨울호 포스테키안과 함께 저희 알리미가 돌아왔습니다. 여러분의 지난 한 해는 어땠나요? 분명 만족스럽고 아쉬운 부분이 공존한 1년이었겠지만, 오늘 돌아봤을 때 후회는 없는 한 해였길 바랍니다. 저 또한 정신없이 후회 없는 한 해를 보내고 이제는 포스텍에서의 3학년을 맞이할 때가 되었는데요. 포스테키안을 열심히 뒤적거리며 포스텍 입시를 준비하던 제가, 어느덧 포스텍 알리미가 되어 직접 집필한 7번째 포스테키안의 편집 후기를 맡게 되었습니다. 저희 27기 알리미의 마지막 겨울호이자 아마 저의 처음이자 마지막 편집 후기가 될 것 같은데요. 매호 저희 알리미가 정말 공들여 만드는 이 포스테키안이 이번 호에도 어김없이 여러분께 유익한 매체로 여겨지길 바라며, 다가오는 2023년은 후회 없는 예쁜 기억으로 가득 차길 응원하고, 기대하는 마음으로 이만 글을 줄이겠습니다. 구독자 여러분 모두 파이팅!



내 장점이 뭔지 알아?

바로

POSTECH
이야

제 2회 POSTECH 합격영상 챌린지

포스텍이안(이공계 진로 설계 안내서)

고교방문설명회

온라인대탐험(온라인 학과 설명회)

이공계학과대탐험(학과 체험 프로그램)

잠재력개발과정(대학기초과정 이수 프로그램)

웰컴센터 방문 상담/투어 | 알리미의 고민상담소



포스텍 입학팀



포스텍 링크모음



포스텍 합격영상

자세한 내용은 **POSTECH 입학팀** 에서 확인하세요!

