



공대상상

2020 Spring

공대상상 예비 서울공대생을 위한 서울대 공대 이야기

Vol. 31

기획

움트는 혁신, 새로운 도약을 꿈꾸는 공학
공학으로 바라본 전염병

기획 연재

화학생물공학부

공학으로 세상 따라잡기

신종 코로나 바이러스와 백신 이야기





2020 Spring

공대상상 예비 서울공대생을 위한 서울대 공대 이야기

Vol. 31

CONTENTS

02	기획	움트는 혁신, 새로운 도약을 꿈꾸는 공학 공학으로 바라본 전염병
09	공학, 미용과 만나다	화장품 그 화려한 아름다움의 이면
12	소형화의 역사	전지, 더 작은 부피에서 더 큰 용량을 위한 발전
16	공대생의 눈으로 영화 보기	전염병, 잘 알면 두렵지 않다!
20	기획 연재	화학생물공학부 화학생물공학부를 소개합니다 STEP 01 화학생물공학부가 궁금해요! STEP 02 연구실 인터뷰_ 합성생물학&시스템생물학 연구실 STEP 03 연구실 동향
30	전공 수업 소개	<반응공학>
32	일상 속 공학 찾기	흠에 묻어도 되는 플라스틱
34	사회 속의 공대생	세계기아지수로 살펴보는 세계의 기아 문제와 기후변화 공상, 나눔을 베풀다!
40	선배 공학인과의 만남	불가사리로 만든 친환경 제설제, 스타스테크
42	서울대학교 학생들의 문화생활	에릭남과 함께한 따스한 관악사 정기음악회
44	서울대학교 공대생들의 해외 수학	호주 시드니 맥쿼리 대학교 교환학생기
46	논문 읽어주는 공대생	0과 1의 세계, 당신은 그 안에
49	공학으로 세상 따라잡기	신종 코로나 바이러스와 백신 이야기
52	책 읽어주는 공대생	『굿 라이프』 『최무영 교수의 물리학강의』
54	공대 뉴스	
55	십자말풀이 편집후기	

지난 10년 간의 공학 이슈 되돌아보기

움트는 혁신, 새로운 도약을 꿈꾸는 공학

글
김호현, 재료공학부 4

편집
이정윤, 건축학과 4

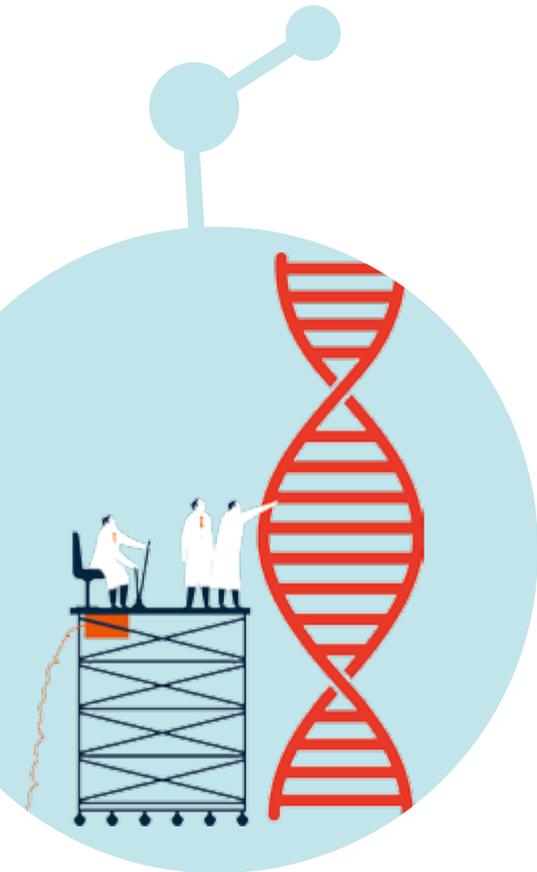
지난 10년 간 놀라운 속도로 발전한 공학의 각기 다른 분야들은 다양한 방식으로 세상을 놀라게 하였습니다. 완전히 인간의 전유물이라고 여겨졌던 바둑 무대에서 압도적인 승률을 자랑하는 인공지능이 등장하였고, 손상된 DNA를 편집할 수 있는 유전자 가위가 개발되어 장기 이식, 항암 치료 등의 의료 분야에 희망을 불어넣기도 했습니다. 또한 우주로 쏘아 올린 발사체가 태양계 끝에 있는 명왕성의 사진을 우리에게 보내 주기도 했고, 1단계 로켓을 회수하는 데 성공하여 민간 우주여행의 꿈도 다시금 꾸게 해 주었습니다.

유전적 한계, 지능의 한계, 그리고 우주 탐험의 한계까지 극복해 내며 세상을 놀라게 한 지난 10년간의 공학 이슈들, 이번 기사에서는 생명공학, 컴퓨터공학, 그리고 우주항공공학 분야에서 어떠한 기술들이 등장해 세상을 놀라게 하였는지 알아보겠습니다!

1. 생명공학: CRISPR-Cas9과 유전자 가위

20세기에 이르러 DNA의 유전 물질로서의 역할과 이중 나선 구조가 규명된 이후, 사람들의 관심은 DNA를 마음대로 조작하는 기술을 개발하는 것에 집중되었습니다. 네 종류의 염기로 이루어지는 DNA의 염기 서열은 생체 정보를 담고 있는데, 이 서열을 인위적으로 수정한다면 유전병을 고치는 등 의학적으로 다양하게 사용할 수 있을 거라 생각했기 때문이에요. 이 아이디어에서 발전되어 등장한 기술이 바로, 효소를 통해 특정 DNA 부위를 잘라내어 유전자를 편집하는 ‘유전자 가위(Genetic scissors)’ 기술입니다.

유전자 가위는 크게 세 번의 진보를 이루었습니다. 1세대 유전자 가위는 ‘징크핑거 뉴클리에이즈(Zinc Finger Nuclease, ZFN)’라고 불리는데요, 이는 손 모양을 한 3~4개의 DNA가 아연과 결합하여 제한효소*의 작용을 돕는 형태로 존재했기 때문에 붙여진 이름입니다. 2세대 유전자 가위는 식물성 병원체인 ‘잔토모나스’로부터 유래된 ‘탈렌(Transcriptor Activator-Like Effector Nucleases, TALENs)’이었습니다. 탈렌은 목표 DNA를 인식하는 부분과 DNA를 절단하는 효소 부분을 모두 가지고 있는 단백질로, 징크핑거 뉴클리에이즈에 비해 정확도와 효율성이 높다는 장점이 있었습니다. 그리고 마침내 2013년, 탈렌과 같은 유전체 편집 기술을 연구하던 Feng Zhang



▲ DNA의 특정 부위에 새로운 서열을 삽입하는 유전자 편집 기술

이 CRISPR-Cas9으로 진핵세포의 유전체를 편집하는 데 성공하면서 3세대 유전자 가위인 '크리스퍼(CRISPR)' 유전자 가위가 등장하게 됩니다.¹

CRISPR²는 박테리아나 고세균과 같은 원핵생물에서 주로 발견되는 DNA 서열입니다. Cas9이 DNA의 특정 서열을 인식하고 절단하는 역할을 하는 효소라면, CRISPR는 Cas9이 서열을 인식하도록 돕는 일종의 '가이드' 역할을 수행하게 되는 것이죠. 기본적으로 CRISPR-Cas9은 특정 유전자의 발현을 억제하는 녹아웃(Knock-Out) 기제로 기능하며, 바이러스와 같은 침입자 DNA가 제 기능을 하지 못하도록 서열을 확인해 제거하는 역할을 하는데요. 이는 CRISPR가 목표한 DNA 서열을 인식해 결합하면 Cas9이 복합체를 형성한 뒤 DNA를 절단하는 방식으로 이루어집니다. DNA가 복제되는 과정에서 이러한 지속적인 절단은 '복구 오류'를 나타내게 되고, 결국 복구 오류를 나타낸 DNA 서열은 제 기능을 발현하지 못하게 되는 것이에요. 현재는 연구가 더욱 진행되어 DNA 서열의 특정 부위에 원하는 DNA 서열을 붙여 넣는 '편집' 기술까지 가능하게 되었습니다.

생명윤리와 관련한 수많은 논쟁이 함께하고 있지만, 크리스퍼 유전자 가위가 다양한 유전병 치료는 물론, 항암 치료와 장기 의식 등의 의학 문제에 돌파구를 제공하고 있다는 사실은 부정하기 어렵습니다. 실제로 2020년 2월에는 크리스퍼 유전자 가위 기술로 암 환자 3명의 유전자 편집이 성공적으로 이루어졌다는 소식이 전해지기도 했죠!²



2. 컴퓨터공학: 인간을 이기는 인공지능 알파고의 등장

2016년 3월, 세계를 깜짝 놀라게 할 대결이 성사되었습니다. 바로 구글 딥마인드사의 바둑 인공지능 프로그램인 '알파고'와 한국의 프로 기사 이세돌 9단의 바둑 대국이었는데요, 이는 세계에서 가장 바둑을 잘 두는 인간과 인공지능의 대결이라는 의미에서 장안의 화제가 되었습니다. 사실 인간과 인공지능의 대결은 알파고의 경기가 처음이 아니었습니다. 1996년과 1997년 세계 체스 챔피언이었던 가리 카스파로프와, IBM사의 슈퍼컴퓨터인 '딥 블루' 사이에서 펼쳐진 체스 경기에서 카스파로프가 패배하면서, '인간을 능가하는 인공지능'은 선망과 탐구의 대상인 동시에 두려움의 대상이 되기도 했습니다. 그렇지만 19×19 규격의 바둑판에서 펼쳐지는 바둑 대국의 경우의 수는, 8×8 규격의 체스판에서 이루어지는 체스 경기에 비할 수 없을 만큼 많습니다. 때문에 바둑만큼은 인간이 우세할 것이라 생각한 사람들이 많았죠. 하지만 놀랍게도 이세돌은 단 한 번의 대국에서만 승리하였고, 이것은 알파고가 인간을 상대로 남긴 마지막 패배 전적이 되었

- DNA의 특정 염기배열을 식별하여, 그 부위에서 DNA의 이중사슬을 절단하는 효소입니다.
- Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats.

습니다.

이세돌을 상대로 압도적인 경기력을 보여 줬던 구글의 인공지능 프로그램 알파고는 어떠한 알고리즘을 통해 작동할까요? 알파고는 몬테카를로 트리 탐색이라는 알고리즘을 바탕으로 합니다. 이 알고리즘은 수학적으로 문제를 풀 수 없을 때 그럴싸한 초기값을 예측한 뒤, 수많은 무작위 수를 적용하여 반복 실험하고, 그 결과를 예측한 초기값과 수학적으로 적절히 구성하여 실제 해에 근접시키는 방식으로 작동합니다. 그리고 이를 위해 선택(Selection), 확장(Expansion), 시뮬레이션(Simulation), 역전달(Back-propagation)의 과정을 거치게 되는데요. 바둑의 상황에 빗대어 표현해 보겠습니다. 먼저, 현재의 바둑판 상태에서 특정 경로로 수읽기를 '선택'합니다. 그리고 일정 수 이상 수읽기가 진행된다면 그 지점에서 한 단계 더 착수를 '예측(확장)'합니다. 확장된 경로를 따라 바둑이 종료될 때까지 임의로 착수를 '진행(시뮬레이션)'하고, 시뮬레이션의 결과를 토대로 경로의 가치를 '과약(역전달)'한 뒤 승산 가능성을 계산합니다.

여기에 정책망(policy network)과 가치망(value network)라는 두 가지 요소를 도입한 것이 알파고의 실제 알고리즘입니다.³ 정책망은 수많은 대국 기보를 데이터베이스로 하여 특정 상황에서 인간과 가장 비슷한 수를 두도록 훈련시키고, 가치망은 정책망의 대국 기보를 바탕으로 승률을 과약하고 가중치를 부여해 다음 대국을 진행하게 만들어 줍니다. 정책망과 가치망은 심층 신경망(Deep Neural Network)이라고도 불리는 알고리즘의 특수한 형태이고, 이 심층 신경망은 딥 러닝(Deep learning) 혹은 머신 러닝(Machine Learning)이라 불리는 알고리즘의 큰 분류에 들어갑니다. 2010년대에 들어 비약적으로 발전한 컴퓨터의 성능이 이전까지 구현할 수 없었던 복잡한 딥 러닝을 가능케 함으로써, 인공지능 분야 역시 비약적인 발전을 이룰 수 있었습니다. 이러한 딥 러닝 분야는 음성, 영상 인식 및 자연어 처리는 물론, 약학과 뇌과학에도 이용되며 이 시대의 과학 연구의 돌파구를 제공하고 있습니다.

3. 우주항공공학:

민간 우주여행을 꿈꾸는 스페이스X

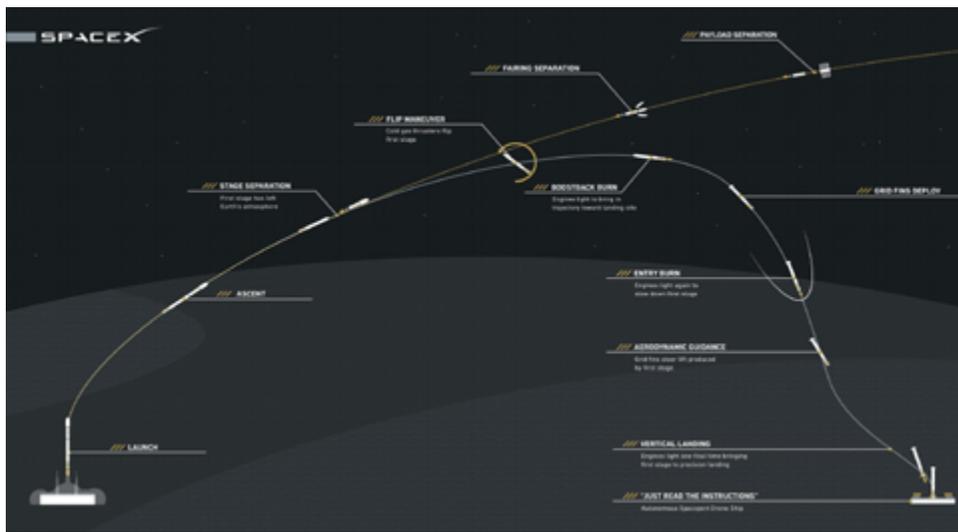
사람들은 늘 하늘, 혹은 그 너머의 세계를 동경했습니다. 끊임없이 우주를 향해 로켓을 쏘아 올리며, 정복의 무대를 지구 밖으로 넓히려는 시도를 이어 왔죠. 이러한 우주 개발의 꿈을 가로막는 가장 큰 문제는 우주 발사체 비용의 80%를 추진 로켓이 차지한다는 점이었는데요. 이는 우주선 발사의 상용화, 혹은 더 나아가 우주여행의 대중화의 큰 방해 요소였습니다. CEO 일론 머스크에 의해 설립된 '스페이스X'는, 2015년 12월 인류 역사상 최초로 위성을 궤도로 진입시킨 뒤 추진체 로켓을 그대로 회수하는 데 성공하며, 우주개발의 장벽 중 하나를 부수는데 성공하였습니다.⁴

이 발사에서 사용된 로켓은 '팰컨 9(Falcon 9)'으로, 세계 최초의 재사용 가능한 2단 로켓 우주 발사체입니다. 발사체를 완벽하게 회수하기 위해 위성을 우주로 쏘아 올리고 다 쓴 발사체를 그대로 바다에 추락시키는 기존의 로켓과 달리, 위성을 쏘아 올린 발사체가 재추진하여 다시 땅에 수직 착륙하는 새로운 방식을 채택하였습니다.⁵ 조금 더 자세히 설명하자면, 연료와 산화제가 조금 남아있는 상황에서 1단 로켓이 분리되고, RCS를 이용해 진입각을 조정하고 낙하하다가 지면과의 거리가 어느 정도 좁혀지면 엔진을 재점화하여 감속한 뒤, 착륙 기어를 펼쳐 착륙하는 것입니다. 팰컨 9의 성공 이후 세계 각국의 차세대 상용 발사체 연구는 재활용 기술 도입을 검토하거나 포함하여 진행되고 있습니다. 팰컨 9의 발사 성공은 그야말로 우주 산업의 진보를 위한 거대한 혁신이었고, 민간인이 우주 밖으로 발을 내딛는 것도 더 이상은 꿈이 아니게 될 시대가 찾아올 것이라는 희망을 전해 주었습니다.

공학과 기술의 발전은, 평생 바꿀 수 없는 것이라 여겨왔던 유전자를 조작을 가능케 했고, 인류 최대의 숙제인 암을 치료할 수 있다는 가능성까지 보여 주었습니다. 인류가 평생을 살아온 모행성을 떠나 미지의 세계로 새로운 발걸음을 내딛게도 해 주었지요. 인공지능의 발달은 그간 없었던 학제간 연구를 가능케 하고 과학 연구의



◀ 2016년 3월에 펼쳐진 알파고와 이세돌의 대국(Match 1 -Google DeepMind Challenge Match: Lee Sedol vs AlphaGo, Youtube)



◀ 팔콘 9의 발사 및 로켓 회수 단계(Official SpaceX Photos, 2015. Flickr)

새로운 패러다임까지 제시하고 있습니다. 이러한 것들이 놀라운 상상력, 혹은 일반인들에게는 없는 비범한 창의력에 의해 탄생했을 거라고 생각할 수도 있어요. 하지만 이런 위대한 업적들은 누구나 해봄직한 작고 보잘것없는 상상에서부터 시작됩니다.

10년, 20년, 혹은 수십 년 후에 공학자가 된 여러분의 모습을 상상해 보세요. 여러분들은 어떤 발명과 발견으로 세상을 놀라게 할 건가요? 공상

●●● Reaction Control System. 우주비행체 자세 제어 시스템이라고도 하며, 압축 공기나 소형 로켓을 분사하여 자세를 제어하는 시스템입니다.

1. Cong, et al. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems. *Science*. 339(6121), 819-823(2013)
2. <https://www.sciencealert.com/researchers-genetically-alter-the-immune-system-of-cancer-patients-without-side-effect>
3. D. Silver, et al. Mastering The Game Of Go With Deep Neural Networks and tree search, *Nature*. 529, 484-489(2016)
4. "SpaceX Falcon 9 Launch with Dragon & Successful Landing at Sea", *Youtube*, Spaceflight101. Apr 2016. https://www.youtube.com/watch?v=_ZXu_rYF51M&feature=emb_title
5. "SpaceX Chief Details Reusable Rocket", *Youtube*, Washington Post. Associated Press. Sep 2011. <https://www.youtube.com/watch?v=RkvLQdzZRFo>.

공학으로 바라본 전염병

여러분, 모두 신종 코로나-19 바이러스 예방 잘하고 계시죠? 전염병 때문에 많은 행사들이 취소되어 그 어느 때보다 조용한 한 해의 시작입니다.

2015년, 대한민국을 공포로 뒤덮은 메르스 사태가 채 5년도 지나지 않았는데 다시 새로운 코로나바이러스라니! 일기예보를 통해 날씨 피해를 대비할 수 있듯이 전염병 발생도 예측할 수 있다면, 피해를 최소화할 수 있지 않을까요?

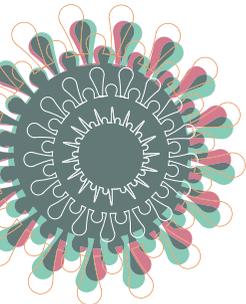
글
김도현, 컴퓨터공학부 3

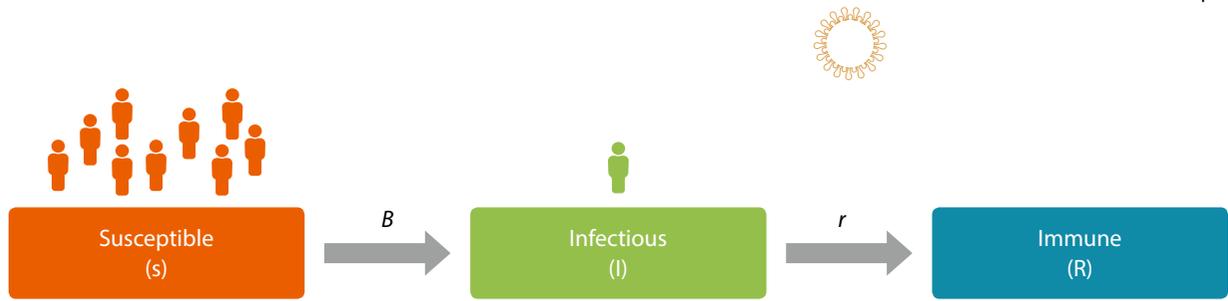
편집
박보경, 전기정보공학부 4

돌이켜 보면 이번과 같은 전염병 유행이 그리 새롭고 특별한 일은 아닙니다. 가까운 과거를 보면 메르스와 사스가 있고 좀 더 멀리 본다면 20세기에 현재 우리나라 인구 정도의 사망자를 낸 스페인 독감, 14세기 유라시아를 휩쓴 흑사병과 6세기에 동로마 제국을 초토화시킨 유스티니아누스 역병이 있습니다. 2차 세계대전으로 인한 사망자가 5,000만 명 정도라는 것을 고려해볼 때 인류는 전염병과 전쟁 중이라고 해도 과언이 아니겠죠. 과거에는 전염병이 발생했을 때 할 수 있는 일이라고는 기도밖에 없었지만 위생 상태가 개선되고 의학과 과학이 발전하면서 인류는 전염병과의 이 기나긴 전쟁에서 승기를 잡아 가고 있습니다. 허나 수송 기술의 발전으로 병원체의 전파 속도도 덩달아 빨라져서 전염병의 유행을 차단하기는 여전히 쉽지 않습니다. 이런 이유로 우리나라를 포함한 여러 나라들이 전염병을 제어하기 위해 수많은 노력을 하고 있으며, 그 일환으로 전염병의 진행 양상을 예측하려는 시도가 있습니다. 우리가 일기예보를 통해 날씨로 인한 피해에 대비할 수 있듯이 전염병의 발생 정도를 정확하게 예측할 수 있다면 선제 대응을 통해 전염병의 확산을 최소화 할 수 있겠죠.

그런데 예언을 듣는 것도 아니고 점을 치는 것도 아닌데 어떻게 미래를 정확하게 예측할까요? 정답은 바로 수학입니다. 현실세계를 좀 더 단순한 모형으로 추상화시키면 우리는 이 모형을 수학적인 식들로 표현할 수 있습니다. 그 이후에 종이 위에서 식들을 풀고 그 의미를 해석하여 다시 현실에 적용할 수 있는 것이죠. 위에서 설명한 과정은 ‘수학적 모델링’이라고 불리는 데, 우리는 이 방법을 전염병 예측에도 적용할 수 있습니다. 이런 시도는 1760년 Daniel Bernoulli의 천연두 예측 모델이 최초였으며 1927년 Kermack과 McKendrick의 모델(이하 KM 모델) 이후로 체계화되고 발전하여 현재까지 유용하게 활용되고 있습니다.

KM 모델은 현실세계를 매우 단순화시켜 모델링하는데 가장 먼저 전체 인구를 S, I, R 이라는 세 개의 집단으로 분류합니다. S 는 Susceptible을 뜻하고 병원체에 면역력이 없어 감염 가능성이 있는 집단을 뜻합니다. I 는 Infectious, 현재 감염 상태이고 타인을 감염시킬 수 있는 집단이며 R 은 Recovered로 감염된 사람 중 완전히 회복되어 타인을 감염시키지도 않고 본인도 병원체에 대한 면역력을 획득한 집단입니다. 이제 전체 인구 집단을 상호 배타적인 세 개의 집단으로 나뉘기 때문에 총 인구를 N 이라고 했을 때 $N = S + I + R$ 이라고 표현할 수 있습니다. 각 집단을 시간(일)에 대한 함수로 생각하면 $S(t), I(t), R(t)$ 는 초기 상태로부터 t 일이 지났을 때 각 집단의 인구수를 뜻하겠죠. 자연적으로 시간이 지나면 S 에 있는 사람들은 I 로 이동하고 I 에 있는 사람들은 R 로 이동합니다.





$B =$ the rate at which susceptible people become infectious
 $r =$ the rate at which infectious people recover/develop immunity

▲ SIR 모델

이제 현실을 단순화하기 위해 몇 가지 가정을 추가합니다. 첫 번째로 전체 인구수는 변하지 않습니다. 즉, $N(t)$ 는 상수이고 따라서 $N'(t) = S'(t) + I'(t) + R'(t) = 0$ 입니다. 이렇게 자연적인 출생과 사망, 인구이동, 그리고 전염병에 의한 사망을 고려하지 않음으로써 계산을 훨씬 깔끔하게 만들고 거시적인 흐름을 볼 수 있게 됩니다. 두 번째 가정은 하루 동안 I 에 속하는 임의의 감염자 1인으로부터 감염될 확률(이하 B)이 S 에 속하는 모든 사람에게 동일하다는 것입니다. 실제로는 감염자와 거주지역과 생활 환경을 비교해 보고 개개인의 건강 상태 또한 고려해야 하지만 단순한 모델을 위해 이와 같은 가정을 합니다. 마지막으로 하루가 지날 때마다 감염된 사람들 중 회복하는 사람들의 비율을 회복률(이하 r)이라고 합니다. 이렇게 되면 어떤 사람이 감염되었을 때 회복할 때까지 걸리는 평균 시간은 $\frac{1}{r}$ 입니다. 자! 준비과정이 조금 길었죠? 이제 모든 도구가 갖춰졌으니 아름다운 식들을 세워 봅시다. 우리가 원하는 것은 S, I, R 의 시간에 따른 변화율, 즉 도함수입니다. 이들을만 정확하게 알아낼 수 있다면 초기 상태가 시간이 흘렀을 때 어떤 모습으로 변할지 알 수 있겠죠. Kermack과 McKendrick이 고안한 세 가지 식은 다음과 같습니다.

1. $S'(t) = -BSI$
2. $I'(t) = BSI - rI$
3. $R'(t) = rI$

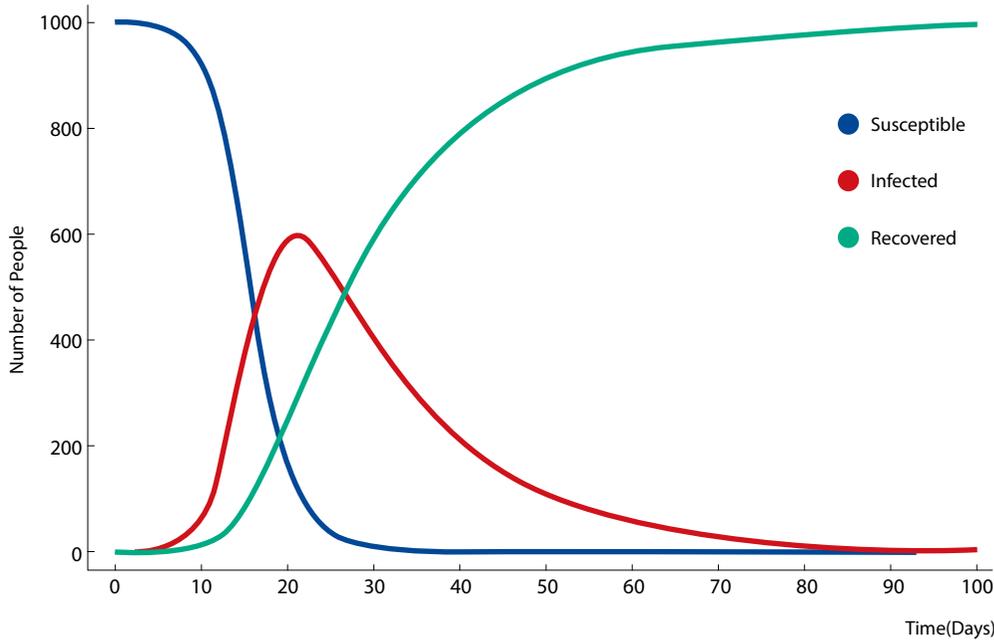
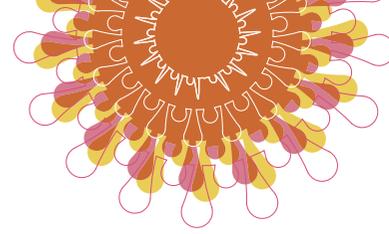
어떤가요, 정말 깔끔하죠? 우리가 지금까지 계속 단순화를 시키며 모델링을 한 보람이 있네요! 그럼 지금부

터 각 식의 의미를 파헤쳐 봅시다. (1)번식을 먼저 보면 아까 가정한 확률 B 가 등장합니다. I 에 속하는 사람 a , b 가 있다고 할 때, S 에 속하는 사람이 a 로부터 감염되는 사건과 b 로부터 감염되는 사건은 독립 사건입니다. 따라서 a 혹은 b 로부터 감염될 확률은 단순히 두 확률을 더해 구할 수 있습니다. 이 생각을 확장하면 S 에 속하는 한 사람이 I 의 어떤 감염자에 의해서든 일단 감염될 확률은 $\sum_i B_i = B \times I$ 입니다. 한 사람이 감염될 확률을 구했으니 S 중 하루 동안 감염되는 사람들의 수는 $S \times (BI)$ 로 쉽게 구할 수 있겠죠. 감염된 사람들의 수는 S 에서는 빠지고 I 에는 들어갑니다. 때문에 (1)번 식에서는 $-BSI$ 가 들어 있고 (2)번식에서는 $+BSI$ 가 들어 있습니다. 넘어가서 (2)번식의 두 번째 항을 보면 rI 를 확인할 수 있습니다. 아까 r 을 설명했으니 어떤 의미인지 대충 감이 오시죠? 회복하는 사람들의 수입니다. 당연히 I 에서는 빠지고 R 에는 더해야 하겠습니다. 식에 대한 모든 설명이 끝났는데 어때요, 엄청 쉽지 않나요? 이제 이 식들을 수학적으로 풀어낸 후(아쉽게도 이걸 그렇게 쉽진 않습니다. 궁금한 독자분들은 미분방정식에 대해 찾아 보세요!) 초기 상태를 $S(0)=1000, I(0)=R(0)=0$ 으로 설정하면 다음과 같이 S, I, R 에 대한 멋진 그래프를 얻을 수 있습니다.

KM 모델에서는 그래프 말고도 중요한 값 하나를 끌어낼 수 있습니다.

$$R_0 = \frac{1}{r}$$

아까 $\frac{1}{r}$ 은 회복할 때까지 걸리는 평균 시간이라고 했던 것을 기억하실 겁니다. 그렇다면 $S \times B \times 1$ 은 감염



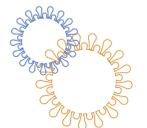
◀ SIR 그래프

자 한 명이 하루 동안 감염시키는 사람의 수이고, $(S \times B \times 1) \times (\frac{1}{r})$ 은 감염되고 나서부터 회복될 때까지 감염시키는 사람의 수이겠죠. 이 RO 을 basic reproduction number라고 합니다. $I'(t) = rI \times (RO - 1)$ 로도 표현할 수가 있는데 RO 이 1보다 작으면 $I'(t)$ 가 음수가 되어 전염병이 점차 사라지고 1보다 크면 $I'(t)$ 가 양수가 되면서 전염병 유행이 발생하게 됩니다. 수학적으로 설명했지만 직관적으로 생각해 보더라도 한 사람이 감염되어 있을 동안 1보다 작은 수의 사람을 감염시키면 당연히 전염병이 퍼질 수 없겠죠.

지금까지 살펴본 KM 모델은 수학적으로 아름답고 훌륭했습니다. 하지만 발전의 여지가 많이 남아 있죠. 현실세계를 좀 더 닮은, 더욱 구체적인 모델을 통해 우리는 보다 정확한 예측을 할 수 있습니다. KM 모델(SIR)에서는 전체 인구를 S , I 그리고 R 이라는 세 가지 집단으로 분류했지만 실제로는 잠복기가 있을 수도 있고 회복된 후 갖춘 면역력이 영원하지 않을 수도 있습니다. 이러한 상황들을 반영하여 KM 모델을 바탕으로 SEIR과 SIRS 등 발전된 모델들이 개발되었고, 지금도 더 나은 모델들이 연구되고 있습니다. 그리고 이렇게 개발된 모델들은 질병 관리의 최전선에서 제 역할을 톡톡히 해내고 있죠.

백지 위에 써 나간 식들이 수많은 생명을 구하다니 정말 멋지지 않나요? 공상 독자 여러분도 이번 기사를 계기로 수학적 모델링에 관심을 가지게 되면 좋겠습니다!

P. S. 대학교에 오면 공업수학에서 이런 수학적 모델링을 많이 체험해 볼 수 있습니다. 기대하세요~!! 공상

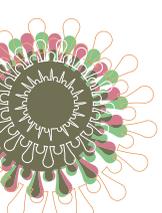


참고 자료

1. 질병관리본부 국립보건연구원(2009), "수학적 환자 예측모형 개발 및 이를 이용한 「신종인플루엔자 신속봉쇄전략」의 효과평가".
2. 감염병과 수학모형: SIR 모형과 SEIR 모형, 질병관리본부, http://www.cdc.go.kr/CDC/cms/content/mobile/16/12516_view.html, Accessed 16 Feb, 2020.
3. Kermack-McKendrick Model, WolframMathworld, <http://mathworld.wolfram.com/Kermack-McKendrickModel.html>, Accessed 16 Feb, 2020.

그림출처

1. Erin Lafferty & Gwen Knight, "How Maths Can Help Fight Infectious Diseases", Theconversation, <http://theconversation.com/how-maths-can-help-us-fight-infectious-diseases-44848>, Accessed 16 Feb, 2020.
2. To agent-based Simulation from System Dynamics – Scientific Figure on ResearchGate, https://www.researchgate.net/figure/Typical-SIR-model-solution-showing-progression-of-population-disease-states-for_fig1_224209140, Accessed 16 Feb, 2020.



여러분의 하루는 어떻게 시작되나요? 대부분의 사람들은 아침에 눈을 뜨면 화장실에 가서 샤워를 하고 화장대로 향할 것입니다. 화장대 위에 무엇이 놓여 있는지는 천차만별이겠지만 누구나 샤워 후 본인에게 필요한 화장품을 바릅니다. 피부의 보습을 위한 것, 입술에 색조를 넣기 위한 것, 피부의 톤을 조정하기 위한 것, 자외선을 차단하기 위한 것 등 각종 화장품은 저마다의 기능을 가지고 있으며, 미용에 있어서도 효과적입니다. 그래서 화장품은 우리 일상의 필수품이 되었는데요. 과연 우리가 사용하는 화장품이 안전한지는 어떻게 보장할 수 있을까요?

화장품은 신체에 직접적으로 닿기 때문에 화장품에 함유된 유해한 성분은 사람의 건강에 악영향을 미칠 수 있습니다. 그래서 화장품에 대한 엄격한 안전성 확보가 필요합니다. 우리나라에서는 ‘화장품 안전기준 등에 관한 규정’이라는 법령을 제정하여 화장품의 안전성을 보장하고 있는데요. 이 법령을 통해 국가는 국내에 유통되는 모든 화장품의 원료 사용 기준을 제시합니다. 예를 들어, 비소는 발암 가능 물질로 화장품에 10ppm이하로 함유되어야 한다고 법령에 명시되어 있습니다. 그런데 이 10ppm의 구체적인 수치는 어떻게 제정되었을까요? 식품의약품안전처에서 발행한 법령 해설서에는 다음과 같이 서술되어 있습니다. ‘동 기준에 대하여 화장품 사용량, 동물실험결과 등을 바탕으로 인체 위해 영향의 발생 가능성을 평가했을 때 안전한 것으로 판단되었다.’ 즉 물질의 유해성 여부를 알게 하는 하나의 방법이 동물실험인 것입니다.

법령에 명시되어 있듯이 화장품 제조업체들은 화장품의 안전성을 확보하기 위해 실험동물을 사용합니다. 화장품 분야에서 동물실험은 미국 FDA의 과학자 John Draize에 의해 확립되었는데요. John Draize는 실험동물을 이용한 안점막 자극실험과 피부 자극실험을 개발하고 이를 Draize test라 이름 붙여 널리 표준화시켰습니다. Draize test 중 하나인 안점막 자극 실험은 알비노 토끼를 이용하여 원료의 안전성을 평가하는 실험으로, 알비노 토끼의 한쪽 결막에 평가 원료를 24시간 이상 직접 닿게 한 후 알비노 토끼 눈의 외관과 빛에 대한 홍채의 반응 등을 관찰하여 원료의 등급을 매기는 실험입니다.



▲ Draize Test의 안점막 자극실험을 당한 알비노 토끼

Draize test의 과정을 객관적으로 서술했음에도 불구하고 슬픔이 묻어나지 않나요? 동물실험은 원료의 안전성 파악이라는 목적을 달성하기 위해서는 효과적일 수 있습니다. 그러나 동물실험으로 인한 동물들의 고통을 침묵할 수는 없으며 인간의 일방적인 괴롭힘을 묵

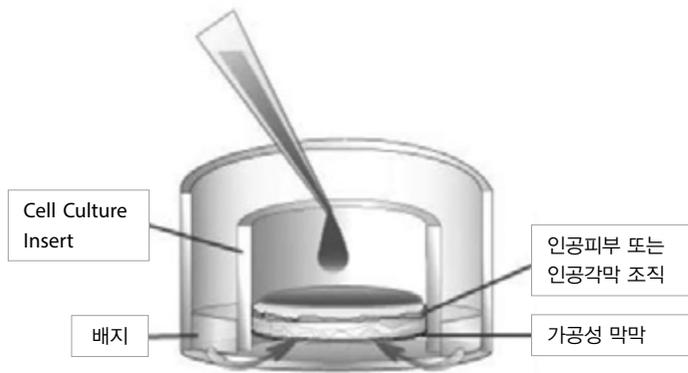
화장품, 그 화려한 아름다움의 이면

동물은 어떻게 인간의 삶에 이로운 영향을 미칠까요? 과거 소와 말은 농사와 이동에 중요히 사용되며 인류의 발전에 기여했습니다. 오늘날 뛰어난 감각을 지닌 개들은 폭발물을 탐지하거나 시각장애인의 걸음을 돕습니다. 이외에도 반려동물에 속하는 수많은 종의 동물들은 인간의 동반자로 일생을 함께하며 경험적으로 그리고 감정적으로 인간에 큰 영향을 미칩니다. 이처럼 동물은 인간의 삶에 이로운 영향을 미칩니다. 그리고 인간의 삶에 도움을 주는 또 다른 동물 개체가 존재하는데요 그들은 바로 ‘실험동물’입니다.

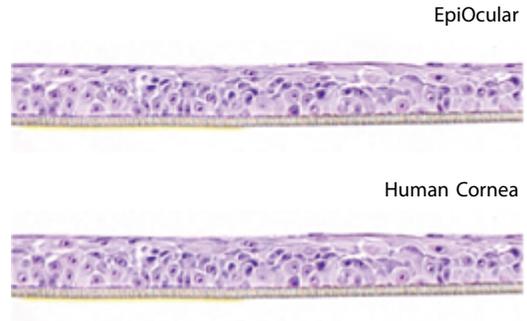


글
이지훈, 기계항공공학부 2

편집
이지현, 원자핵공학과 2



▲ 인공 각막과 인공 피부의 형성



▲ 인공각막 구조와 실제 각막 구조 비교

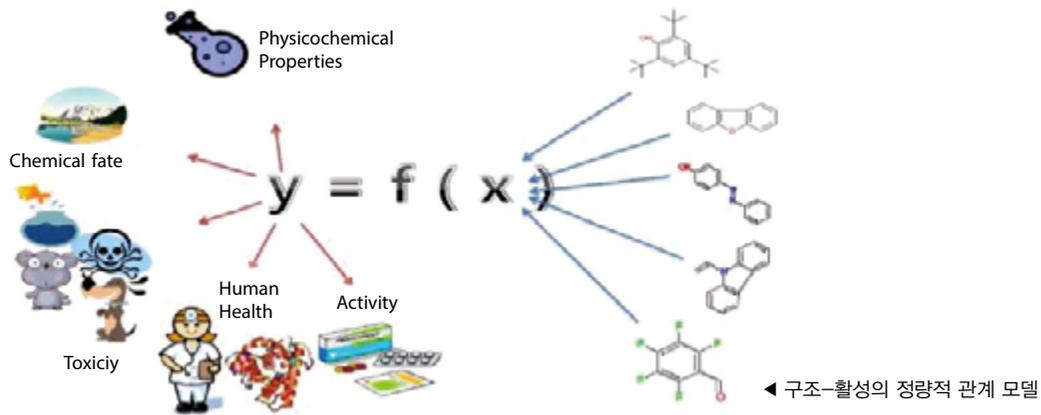


시할 수는 없습니다. 동물을 보호해야 한다는 목소리가 높아지면서 동물 실험의 3R 원칙이 주창되는데요. 실험기술을 개선하여 동물의 고통을 줄인다는 의미의 'Refinement(개선)', 실험 동물의 수를 줄인다는 의미의 'Reduction(감소)', 그리고 실험동물을 대체하는 기술을 개발한다는 의미의 'Replacement(대체)'가 동물실험의 3R 원칙입니다.

화장품 안전성 검증에서는 동물실험을 'Replacement' 하는 기술이 개발되고 있습니다. Replacement, 즉 실험동물을 대체하여 화장품의 안전성을 검증하는 기술 중 하나는 HET-CAM입니다. HET-CAM은 Draize test의 안점막 자극실험을 대체할 수 있는 검증 방법으로 유정란을 이용하여 화장품의 유해성을 검증하는 것이 핵심인 기술입니다. 유정란을 배양기에 넣고 배양하면 개중에 혈관이 잘 발달된 것이 생기는데요. 이들 유정란을 선별하여 난각*막을 제거하면 용모요막(CAM)이라는 막이 드러납니다. 드러난 용모요막에 자극원(화장품)을 적시고 반응시간을 측정하면 자극원의 안점막 자극 유발 정도를 평가할 수 있습니다. 물론, HET-CAM 기술을 통해 안점막 자극실험을 대체할 수 있지만, 유정란을 사용한다는 점에서 동물실험의 완전한 대체 방안이라고는 할 수 없습니다.

완전한 동물실험의 대체는 동물 복지 실현과 함께 정확한 안전성 검사도 가능하게 합니다. 동물실험의 또 다른 단점은 인간과 동물의 차이로 화장품의 유해성을 올바르게 검증하지 못하는 경우가 발생할 수 있다는 것인데요. 동물실험을 인간의 조직으로 대체한다면 보다 인간에게 맞는 유해성 검사를 실시할 수 있을 것입니다. 이를 가능하게 하는 대체 기술이 인공각막과 인공피부 기술입니다. 인공세포는 구멍이 많이 뚫린 다공성막 위에 세포를 배양하는 방법으로 형성되는데요. 먼저, 인공각막 기술의 하나인 EpiOcular 모델은 사람 각막과 비슷하게 편평상피**가 층을 이루도록 세포가 배양됩니다. 다음으로 실험동물의 피부 자극시험을 대체할 수 있는

- 알의 가장 바깥쪽 단단하게 된 껍데기
- 편평한 판모양의 세포로 된 상피



3차원 인공피부조직은 피부의 표피를 구성하는 각질세포를 분화시켜 사람 피부와 유사한 특성을 갖춘 3차원 각질세포층으로 재구성합니다. 이렇게 형성된 인공조직의 세포 생존율을 통해 물질의 유해성을 알 수 있는데요. 시험물질을 인공조직에 닿게 한 후 세포 생존율이 정해진 수준 이하로 감소하면 시험물질을 인체에 유해한 물질로 분류할 수 있는 것입니다. 이렇듯 인공세포의 배양을 통해 실험동물을 대체함으로써 더 인도적이고 정확한 화장품 유해성 검증이 가능하게 되겠죠?

또 하나의 실험동물 대체 기술로 인 실리코(In silico) 독성예측이 이용되고 있습니다. 인 실리코 독성예측 기술이란 전산 모델링을 이용하여 화학물질의 독성을 예측하는 기술입니다. 화학물질의 독성을 예측하기 위해서는 전산 모델링의 하나인 구조-활성의 정량적 관계(QSARs) 모델이 이용됩니다. QSARs는 물질의 구조와 물질의 활성 사이에 상관관계가 있으며 유사한 화합물은 서로 유사한 독성을 갖는다는 전제를 가지는 전산기법인데요 이미 독성을 알고 있는 화학물질의 분자구조와 유해성을 검증해야 하는 시험물질의 분자구조를 QSARs 프로그램을 이용하여 비교함으로써 직접적인 시험 없이 시험물질의 유해성을 검증할 수 있습니다.

지금까지 실험동물을 대체하는 다양한 화장품 유해성 검증 기술에 대하여 알아보았습니다. 과거 실험동물의 희생은 인간을 보호하기 위해 어쩔 수 없이 발생하는 필요악으로 여겨졌습니다. 그러나 오늘날 공학의 발전으로 실험동물을 대체하는 다양한 기술들이 개발되면서 더이상 동물실험은 불가피한 것이 아니게 되었습니다. 우리는 화장품의 화려한 아름다움에 쉽게 매료되는데 그 아름다움의 이면에 어떠한 비극이 숨겨져 있는지 관심을 가지는 것은 어떨까요? 우리의 작은 관심이 모여면 가여운 운명을 지닌 실험동물은 완전히 대체될 것입니다. 공상

참고 자료

1. 박재학, 「동물실험의 대안은?」, Journal of Alternatives to Animal Experiments, 2007.02.
2. 이내경·박현지·임경민, 「인공 피부 인공 각막 모델을 활용한 동물실험 대체법 연구의 최근 동향」, 이화여자대학교 약학대학, 2014.10.
3. 서병희 외 4인, 「안전한 화장품 개발을 위한 동물실험대체법 연구 동향」, 아모레퍼시픽 기술연구원 피부과학연구소, 2007.02.
4. 조은상, 「동물대체시험법 소개: 피부 자극시험 대체법을 중심으로」, 대한산업보건협회, 2018.02.



전지, 더 작은 부피에서 더 큰 용량을 위한 발전

현대인의 일상에 여러 편의를 제공하는 휴대폰, 노트북과 같은 무선 전자기기를 빼놓기란 상상조차 어렵습니다. 전자기기를 한 자리에 구속하던 전선에서 벗어나 일상으로, 더 나아가 비행기나 우주에서까지 사용할 수 있었던 이유의 중심에는 '전지'가 있습니다. 인간은 전기를 발견한 이후 전기에너지를 저장해서 원하는 때에 사용할 수 있는 시스템을 개발하기 위해 노력한 덕분에, 지난 200년 동안 전지는 엄청난 발전을 이루었습니다. 그렇다면, 도대체 전지란 무엇이고 에너지 밀도를 높이기 위해 전지가 어떤 발전을 거쳤는지 알아보도록 하겠습니다.

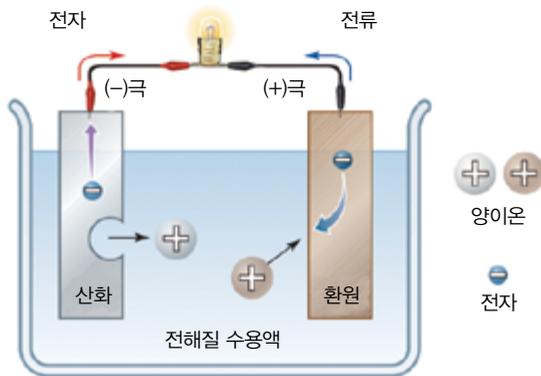


글
노주현, 화학생물공학부 4
편집
심수정, 재료공학부 4

'전지'의 시작과 개념

우리가 일상에서 주로 사용하고 있는 전지는 화학전지인데요. 화학전지란 전자의 이동을 수반하는 산화-환원 반응을 통해 전기를 생성하고 이를 이용할 수 있게 하는 시스템입니다. 반응물이 전자를 잃으면 산화, 전자를 얻으면 환원이라고 하죠. 1800년에 볼타라는 과학자가 각각 아연, 구리로 이루어진 전극 사이에 바닷물을 적신 헝겊을 끼워 교대로 쌓은 뒤 가장 위의 판과 가장 아래의 판을 도선으로 연결하였을 때 전류가 흐르는 것을 발견했습니다. 즉, 금속의 산화, 환원 경향성에 따라 각 전극에서 일어나는 자발적인 산화-환원 반응에 관여하는 전자가 외부 도선을 따라 이동하면서 전류를 만들어 낸다는 사실을 발견했습니다.

사람들은 이 발견을 통해 화학 반응으로 전류를 만들면 외부 공급 장치 없이 전기를 사용할 수 있을 것이라고 생각했고, [그림 1]과 같이 산화-환원 반응이 일어나는 전극과 이온이 녹아 있는 전해질로 구성된 기본적인 화학전지가 등장하였습니다. 산화가 일어나는 전극에서는 금속이 전자를 잃고 양이온이 되며, 전자는 외부 회로를 따라 환원이 일어나는 전극으로 이동합니다. 환원이 일어나는 전극에서는 전해질에 녹아 있는 양이온이 외부 도선으로부터 전극으로 들어오는 전자를 받아 금속으로 변화하는 반응이 일어납니다. 이때, 자발적으로 산화가 일어나는 극을 음극, 환원이 일어나는 극을 양극이라고 부르고 도선으로 흐르는 전자에 의해 야기된 전류를 우리가 이용할 수 있습니다. 또, 두 극 간의 산화-환원 경향성 차이와 전지의 작동 전압이 어느 정도 비례관계에 있음을 알 수 있었습니다. 이러한 구성은 화학전지의 기본적인 컨셉으로 자리잡았고, 핵심 원리를 바탕으로 더 작고 더 많은 전기에너지를 생산하는 전지를 개발하기 위해 많은 과학자들의 노력이 있었습니다.



[그림 1] 볼타 전지의 원리를 이용한 화학 전지의 모식도 (산화극: 구리 / 환원극: 아연)

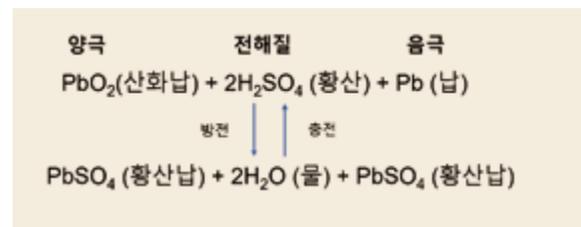
일차 전지, 이차 전지

볼타 전지의 개발 이래로 많은 사람들이 전지를 상용화하고자 했고, 1866년에 르클랑세라는 과학자가 새로운 전지 시스템을 개발했습니다. 양극으로 이산화망간, 음극으로 아연, 전해질로는 염화암모늄 용액을 사용한 '르클랑세 전지'는 기존의 볼타 전지보다 높은 성능을 보였지만 액체 전해질이 증발하거나 새며 장기적인 수명 성능을 저하시켰습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 1886년 카를 가스너라는 과학자가 용액 형태의 전해질이 흐르지 않도록 이를 석고, 종이나 섬유질 등에 흡수시켜 사용

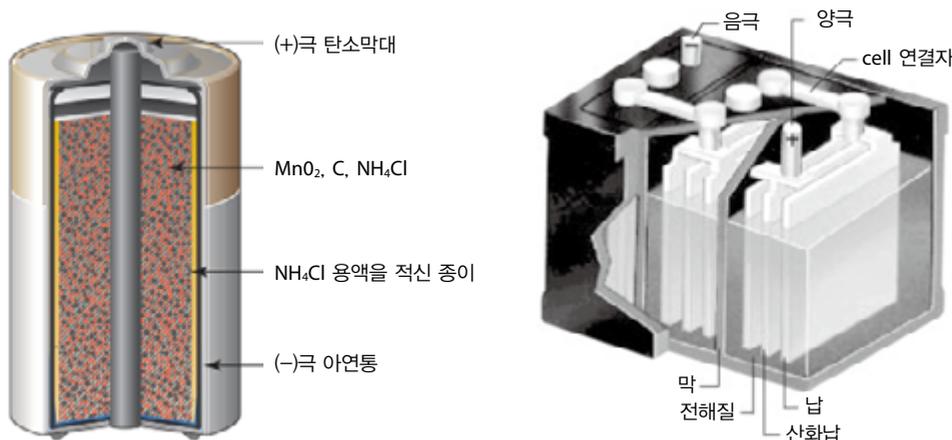
하였고, 전자가 더 잘 이동할 수 있도록 전기전도도가 높은 집전체, 탄소봉을 설치했습니다. 결과적으로 전해질이 흐르지 않는 아연-탄소 전지, 즉 '건전지' 시스템이 탄생하게 되었습니다. 아연-탄소 전지의 작동 전압은 1.5V 정도이고, 이러한 전압에서 작동하는 손전등, 시계 등 소형 가전기기에 지금도 사용되고 있습니다.

한편, 1859년에 가스통 플라테라는 과학자가 납축전지를 개발했는데요. 이는 음극으로 납, 양극으로 이산화납, 전해액으로 묽은 황산을 사용하는 시스템입니다. 납축전지는 양극과 음극이 황산납으로 변하는 방전 반응이 가역적이어서 외부에서 전류를 공급하여 다시 원래 상태로 돌아갈 수 있습니다. 즉, 외부에서 힘을 받아 방전 전 상태로 돌아가는, '충전'을 거쳐 또 다시 방전할 수 있습니다. 그 이유는 방전 및 충전 과정에서 존재하는 반응물이 모두 존재하고, 외부에서 힘을 가해 줬을 때 르클랑세 전지는 가스나 물리적인 변화가 일어날 수 있지만 납축전지에서는 적은 부반응을 수반한 안정한 반응이 진행되기 때문입니다. 또, 납과 황산이라는 흔한 화합물을 사용하였기에 경제적이고, 충-방전이 가능한 납축전지는 아직까지도 자동차 조명 등에 쓰이고 있습니다.

르클랑세 전지는 충전이 불가능하지만, 납축전지는 충전이 가능하다는 특징을 가지고 있습니다. 이처럼 전지처럼 충전이 불가능하고 사용에 있어 일회성을 띠는 전지를 '일차 전지'라고 하고, 충전과 재방전이 가능한 전지를 '이차 전지'라고 합니다. 뒤에서는 일차 전지, 이차 전지의 관점에서 어떻게 전지가 높은 에너지 밀도를 얻게 되었는지 좀 더 자세히 알아보려고 합니다.



[그림 2] 납축전지에서의 충전-방전 반응(상 생략)



[그림 3] 르클랑세 전지를 기본으로 한 아연-탄소 건전지(좌)와 납축전지(우)

일차 전지의 발전, 리튬 배터리

르클랑세의 아연-탄소 전지가 대량 생산되어 다양한 휴대용 기기에 적용된 이후, 알칼리 용액을 전해질로 사용한 전지와 양극으로 수은을 이용한 전지 등 다양한 일차 전지 시스템이 개발되었습니다. 특히, 분자량과 부피가 작아 단위 질량, 부피 당 더 많은 에너지를 사용할 수 있는 '리튬'을 이용한 전지 시스템을 개발함에 있어 많은 노력이 진행되었습니다. 리튬 금속은 산화되려는 경향성이 더 크기 때문에 두 극 간의 산화-환원 경향성의 차이가 더 커져 더 큰 작동전압을 가지는 전지에 적합하였고, 실제로 리튬 금속을 음극, 이산화망간, 염화티오닐 등을 양극활물질로 이용했을 때 작동전압이 3V 정도로, 아연-탄소 전지보다 2배 정도 높다는 사실을 발견하였



[그림 4] 다양한 용도와 형태의 일차 전지

습니다. 에너지 밀도 또한 다른 전지보다 2~3배 정도 높아 카메라나 컴퓨터, 극소형 전자기기 등 다양한 분야에 리튬 일차 전지를 도입했습니다. 다만 전자기기마다 요구하는 작동전압과 수명이 다르고, 리튬 전지는 가격이 비싸서 모든 기기에서 아연-탄소 전지를 대체할 수는 없었습니다. 그렇지만, 이처럼 다양한 용도에 맞는 일차 전지를 개발해서 우리가 도어락, 리모컨, 시계와 같은 소형 전자기기들을 전선의 연결 없이 이용할 수 있게 되었고, 지금도 용도에 따라 각 작동 전압에서 더 높은 에너지 밀도를 얻기 위한 연구가 계속되고 있습니다.

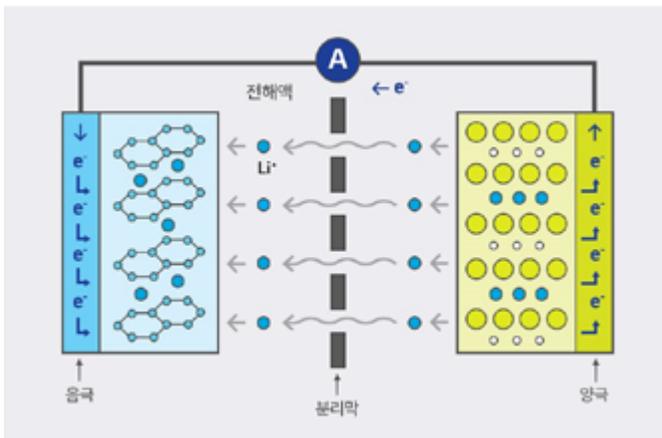
이차 전지의 혁신, 리튬 이온 배터리

충전과 방전을 반복할 수 있는 이차 전지는 한 번 쓰고 버려야 하는 일차 전지보다 경제적이고 친환경적입니다. 따라서, 더 높은 수명과 에너지 밀도, 성능을 가진 이차 전지 시스템을 개발하고자 하는 노력이 이어졌습니다. 납축전지는 사용할 수 있는 에너지에 비해 무겁고 부피가 커서 보다 가벼운 니켈-수소, 니켈-카드뮴 등의 다양한 전지가 탄생했습니다. 이 전지들은 수명이나 온도 측면에서도 이점이 있어 아직까지 여러 분야에서 사용되고 있지만, 이차 전지 혁신의 주인공은 바로 '리튬 이온 배터리'라고 할 수 있습니다.

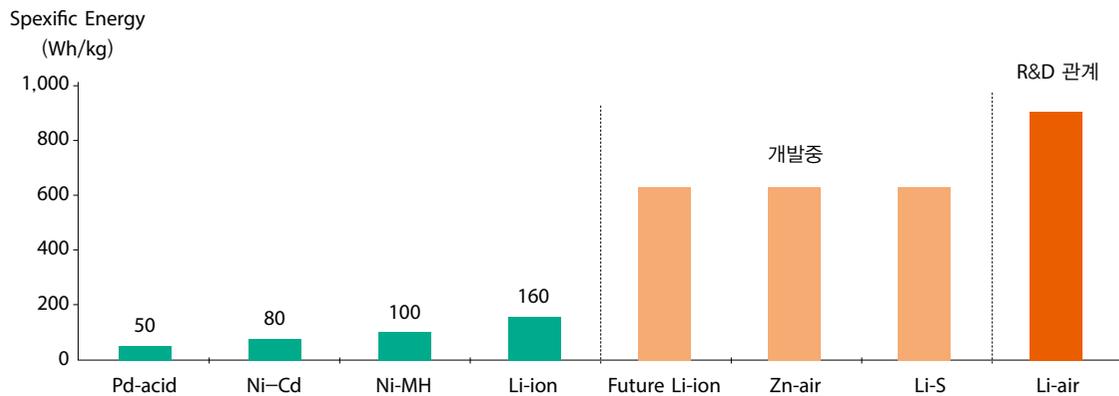
이차 전지의 수명과 성능을 향상시킬 소재로서 높은 작동 전압과 에너지 밀도를 가진 리튬 금속이 주목받았습니다. 1970년대 스탠리 위팅엄이라는 과학자가 전해질 내에서 리튬 이온이 양극과 음극 계면을 반복해서 오가며 충전-방전되는 리튬 이온 전지를 처음 고안하였으나, 성능이나 안정성 면에서 상용화와는 거리가 멀었습니다.

일차 전지와는 다르게 이차 전지에서 리튬을 음극으로 이용했을 때 리튬 이온이 음극에 쌓이게 되면서 단락이 일어나 전지에서 불이 날 가능성이 존재했기 때문에 안전성의 측면에서 리튬 음극을 대체할 소재가 필요했고, 과학자들은 리튬 금속만큼 높은 산화 경향성을 가지면서도 안전한 '흑연'이라는 소재를 찾아냈습니다.

흑연은 육각형 모양으로 결합한 탄소 원자 평면이 층층이 쌓인 결정구조를 가집니다. 흑연 음극은 기존의 전지 시스템과 다르게 분자 자체가 산화-환원 반응에 참가하는 것이 아니라, 평면 층들 사이로 리튬 이온이 들어오고 나가는 현상을 반복하며 충전, 방전 과정을 거치게 됩니다. 또한, 1980년 존 구드너프는 안정하고 성능 좋은 양극재로 리튬-코발트 산화물을 제안했습니다. 이 양극재 또한 흑연과



[그림 5] 리튬 이온 전지의 구동 원리



[그림 6] 에너지 밀도 측면에서의 이차 전지의 발전 동향

같이 화합물이 가지는 결정구조의 빈 공간에 리튬 이온이 출입하며 방전, 충전 과정을 거치는 전지인데요. 방전 시에는 리튬 이온이 흑연 음극에서 나와 양극재로 이동하고, 충전 시에는 반대의 과정이 일어납니다. 또한, 리튬 이온이 이동할 때 전기적인 중성을 유지하기 위해 외부 도선에서 리튬 이온의 방향으로 전자의 이동이 일어나게 됩니다 [그림 5].

이후 1991년 소니에서 처음으로 리튬 이온 전지를 상용화하는데 성공했고, 계속해서 고효율, 높은 에너지 밀도의 양극재, 음극재의 개발을 거쳐 납축전지, 니켈 기반 이차 전지보다 2배 높은 에너지 밀도와 4V의 높은 작동 전압을 갖춘 리튬 이온 전지가 만들어졌습니다. 리튬 이온 전지는 우리가 사용하는 휴대폰, 노트북을 비롯해 고성능, 고용량과 충전-방전을 요구하는 다양한 전자기기에 사용되고 있고, 더 나아가 전기차 등의 이동수단에도 도입하기 위해 노력하고 있습니다.

전지의 미래

지금 우리가 사용하는 대다수의 휴대 전자기기에 이용되는 이차 전지인 리튬 이온 전지가 상용화된 지 약 30년 정도밖에 되지 않았지만, 거듭한 연구로 그 성능은 날마다 향상되고 있습니다. 지금도 매장량이 적은 리튬을 대체하기 위해 풍부한 나트륨을 사용한 나트륨 이온 전지가 개발되고 있으며, 기존의 리튬 이온 전지 시스템보다 에너지 밀도를 높이기 위해 음극으로써 리튬 금속이나 실리콘 금속을 쓰려는 시도가 계속되고 있습니다. 또한, 이온이 전극에 출입하는 메커니즘이 아닌 기존의 화학 반응 메커니즘을 이용하려는 시도에 맞춰 양극으로 황을 사용하는 리튬-황 전지, 공기를 사용하는 리튬-공기 전지 등 높은 에너지 밀도의 시스템이 개발 중에 있습니다. 또한, 전지의 구성요소인 전해질 또한 고체로 변경하여 안전성과 높은 에너지 밀도를 동시에 확보하고자 하고 있습니다.

앞서 소개한 용량과 에너지 밀도를 높이려는 시도가 상용화되기 위해서는 반응에 따른 전극의 부피 변화, 부반응에 의한 성능 저하와 같은 문턱을 넘어야 할 것입니다. 그러나, 과거에서도 그랬듯이 과학자들의 끝없는 노력과 도전의 결실인 전지의 수명과 성능의 발전은 계속될 것입니다. 현대인들의 삶의 질 향상과 환경 보존에 기여하는 전지에 대해 더 알고 싶다면 기사에 소개한 내용 외에도 전지가 거처온 발전 과정을 알아보는 것은 어떨까요? 지금까지 에너지 밀도 증가 측면에서 바라본 전지의 소형화에 대한 역사였습니다! 다음시간에 또 만나요! 공상

그림 출처

1. 화학전지의 형성과 볼타 전지, Zum 학습백과, <http://study.zum.com/book/13177>, Accessed 23 Feb 2020
3. 아연-탄소 전지, 화학백과 <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=5663085&cid=62802&categoryId=62802>, Accessed 23 Feb 2020; 납축전지, Basic 고교생을 위한 화학 용어 사전, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=945020&cid=47337&categoryId=47337>, Accessed 23 Feb 2020
4. 다나와 네이버 블로그, 흔한 건전지도, 소중하게 사용해주세요, <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=10773104&memberNo=639132> Accessed 23 Feb 2020
5. LG 케미토피아, [화학개론] 전지의 원리와 형태, <https://blog.lgchem.com/2016/07/battery-shape-principle/> Accessed 23 Feb 2020
6. 김지산, 삼성 SDI 기업분석, 키움증권, <https://invest.kiwoom.com/inv/4254> Accessed 23 Feb 2020

전염병, 잘 알면 두렵지 않다! 컨테이션

꿀잼
보장



글
김택민, 기계항공공학부 3

편집
박보경, 전기정보공학부 4

역사적으로 사람들에게 가장 큰 공포감을 심어 준 것은 전쟁도, 기아도 아닌 전염병이었습니다. 중세시대 유럽 인구 약 30퍼센트의 목숨을 앗아간 흑사병부터 1918년에 발병해 제1차 세계대전보다 많은 인구를 희생시킨 스페인 독감, 최근에는 중증급성호흡기증후군(SARS)와 메르스, 코로나19에 이르기까지 전염병은 우리 인류를 끊임없이 괴롭혀왔습니다. 전세계가 코로나19의 위협에 노출 되어있는 지금, 2011년에 개봉한 스티븐 소더버그 감독의 <컨테이션(Contagion, 전염병)>이라는 영화가 재조명받고 있습니다. 이 영화는 극적인 연출을 하기보다는 전염병의 발생과 창궐 과정을 사실적이고, 과학적으로 묘사하여 보통의 재난 영화와는 다른 분위기를 풍깁니다. 제작진이 영화를 위해 미국질병통제예방센터(CDC, Center for Disease Control and Prevention)와 세계보건기구(WHO, World Health Organization)에 자문을 구했다고 합니다. 그래서 과학적인 고증이 매우 잘 되어 있고 현실보다 더 현실 같은 장면들도 있습니다. 어떤 장면들인지 함께 알아보시죠! 아직 영화를 안 보신 분들은 기사 내용이 스포일러가 될 수 있으니 조심하시기 바랍니다!

● 재생수를 알아야 전염병을 잡는다!

영화는 미네소타에 사는 베스가 홍콩에 출장을 다녀온 뒤 병으로 죽으면서 시작합니다. 그리고 그녀의 아들을 포함해 그녀와 접촉했던 사람들도 같은 증상으로 죽습니다. 그리고 베스가 공항에서 만졌던 신용카드, 문고리, 엘리베이터 버튼 등 일상의 접촉들로 바이러스가 미국 전체와 전 세계로 퍼지게 됩니다. 당국은 비상사태를 선포하고 역학조사관을 파견하여 바이러스의 전파 과정을 조사합니다.

영화 초반부에 역학조사관 미어스 박사가 전염병에 대책을 세우려면 우선 바이러스의 재생수를 알아야 한다고 이야기합니다. 재생수(R_0 , Basic reproduction number)란 바이러스에 감염된 사람 한 명이 평균적으로 더 감염시키는 사람 수를 말합니다. 즉, 재생수가 클수록 전염성이 강하다고 할 수 있습니다. 영화 내에서 MEV-1이라고 명명된 바이러스는 재생수가 2입니다. 감염자 1명이 평균적으로 2명을 더 감염시키는 것이죠. 유명한 전염병들의 재생수는 에볼라가 2, 중증급성호흡기증후군(SARS)가 4, 2009년에 유행한 신종플루가 1.5입니다. 그리고 지금 유행하

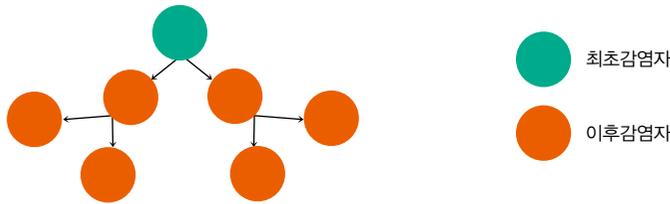
▼ 전염병으로 마비된 사회의 길거리



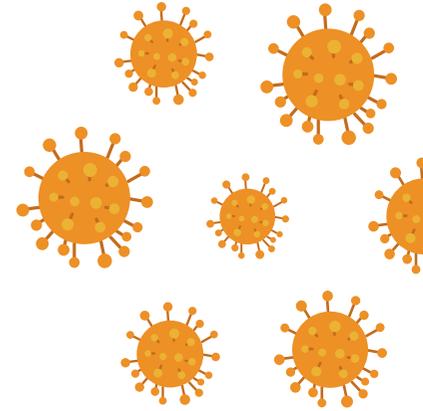
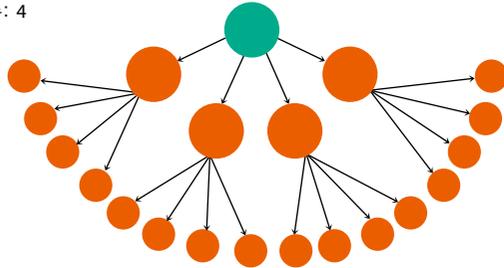
▼ 생필품이 이미 없어진 마트의 모습



에볼라
재생수: 2



중증급성호흡기증후군(SARS)
재생수: 4



◀ 에볼라와 중증급성호흡기증후군(SARS)의 재생수

는 코로나19의 재생수는 세계보건기구에서 1.4에서 2.5 사이로 추정하고 있습니다.

재생수를 어떻게 계산할 수 있을까요? 전염병을 모델링하는 여러 가지 방법이 있는데, 그중 간단한 전염병 모델인 SEIR 모델을 소개해드리겠습니다. SEIR 모델은 전염병의 진행 상황에 따라 사람을 네 가지 집단으로 분류합니다. 아직 면역력이 없어 감염 가능성이 있는 집단(Susceptible), 감염 상태이고 주변을 감염시키지 않는 집단(Exposed), 감염 상태이고 주변을 감염시키는 집단(Infectious), 완치 또는 면역인 사람들(Recovered) 입니다. Exposed 유형으로 지내는 시간, 다시 말해 잠복기를 τ_E , Infectious 유형으로 지내는 시간, 즉 감염 기간을 τ_I , 진단된 감염자의 수를 $N(t)$, 감염자 수의 시간에 따른 변화율을 $K = \frac{dN(t)}{dt}$ 이라고 할 때, 재생수는 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$R_0 = 1 + K(\tau_E + \tau_I) + K^2\tau_E\tau_I.$$

재생수를 계산하기 위해 잠복기, 환자의 감염 기간, 감염 가능 인구 등 고려해야 할 변수가 많습니다. 이 방법은 실제로 중증급성호흡기증후군(SARS)와 코로나19의 재생수를 추정할 때 쓰였다고 합니다.

그렇다면 재생수를 전염병 대책에 어떻게 사용할까요? 만약 재생수를 1보다 작아지게 한다면, 전염병은 자연스럽게 소멸할 것입니다. 여기서 유효재생수(R , Effective reproductive number)라는 개념이 등장합니다. 유효재생수는 면역인 사람들



▼ SEIR 모델



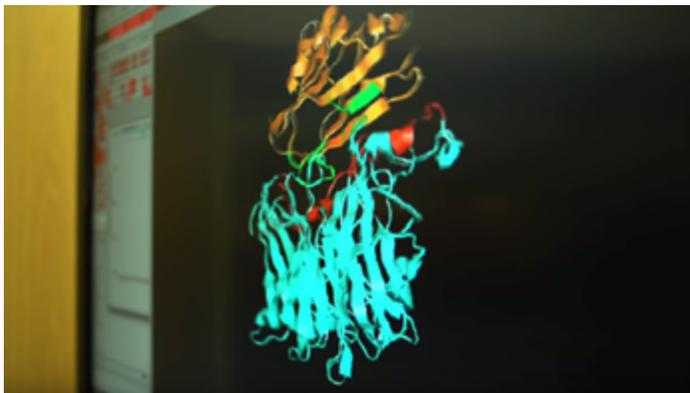


(Recovered)을 제외한 인구 비율에 재생수(R_0)를 곱한 값입니다. 예를 들어 재생수 3인 전염병이 있는데, 인구의 절반이 면역이라면 유효재생수는 $3 \times \frac{1}{2} = 1.5$ 이겠죠. 따라서 유효재생수를 1 이하로 낮추어서 전염병을 없애려면 사람들에게 백신을 투여하거나 감염자를 치료해서 면역인 사람들(Recovered)의 비율이 전체 인구의 $1 - \frac{1}{R_0}$ 이상이어야 한다는 것을 간단한 수식 계산을 통해 알 수 있습니다. 즉, 재생수를 알아야 전염병이 얼마나 빠르게 퍼져갈 것인지도 파악할 수 있고, 백신을 얼마나 보급해야 하는지 또한 결정할 수 있는 것입니다. 영화 속에서 미어스 박사가 재생수를 강조한 이유를 이제 아시겠죠?

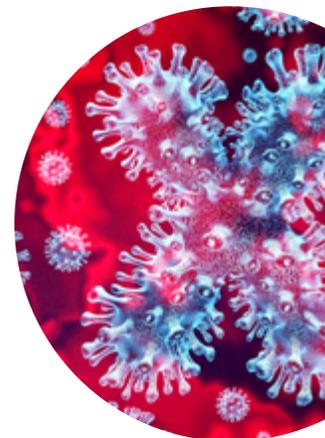
● **바이러스는 계속 변한다!**

영화에서 엘리 핵스틀 박사가 MEV-1 바이러스의 배열과 기원을 밝혀냈습니다. 바이러스를 구성하는 유전물질의 염기서열이 박쥐, 돼지의 그것과 같으며 변이가 매우 빠르게 일어나서 사람 세포와 쉽게 결합한다는 것을 알아냈습니다. 현실에서도 코로나19와 같은 새로운 바이러스가 심심찮게 출몰하고, 인플루엔자 바이러스는 매년 조금씩 다른 모습으로 우리를 찾아오곤 합니다. 바이러스는 어떤 특징을 가지고 있길래 이렇게 변이를 쉽게 일으킬까요?

바이러스는 유전물질을 포함한 작은 단백질 덩어리입니다. 자기 자신은 무생물이나 다름없고, 숙주 세포 안에서만 생명 활동을 합니다. 바이러스는 유전물질인 DNA 또는 RNA와 이를 둘러싼 단백질 껍질로 구성되어 있습니다. 바이러스는 숙주 세포에 침투한 뒤에 자가 복제를 시작하는데, 이 복제 과정에서 변이를 일으킵니다. 특히 RNA로 이루어진 바이러스가 변이를 잘 일으킵니다. RNA 바이러스는 복제과정 중에 오류 발생이 빈번하고, 이를 자체적으로 수정할 수 있는 기능이 없기 때문입니다. 오류들이 쌓이면 바이러스는 점점 숙주 세포에 친화적인 구조로 변하고, 숙주가 사람이라면 전염성이 점점 강한 바이러스로 탈피하게 되는 것이죠. 영화에서는 아프리카의 한 에이즈 환자에게서 바이러스의 변이가 일어나 재생수가 2에서 4로 증가한 신종 바이러스가 창궐합니다. 전염성이 급격하게 늘어난 것이죠. 그리고 지금 현실에서 유행하는 코로나19 바이러스 또한 변이를 쉽게 일으키는 RNA 바이러스입니다. 심각한 변이가 일어나기 전에 퇴치가 되기를 바랍니다.



◀ 영화 속 MEV-1 바이러스의 단백질 구조



● **바이러스보다 무서운 것은 두려움!**

영화에서 전염병으로 인해 시민 사회는 혼란에 빠집니다. 엄청난 속도로 늘어나는 감염자로 인해 모두 공포감에 사로잡혀 생필품 사재기 현상, 공공 서비스의 마비, 약탈과 강탈이 빈번하게 일어나는 등 사회가 붕괴되는 지경에 이릅니다. 이 상황을 이용하여 주머니를 불리려는 악덕 블로거 앨런이 ‘개나리액이 치료제’라는 거짓 정보를 흘리고, 사람들은 이 거짓 정보에 선동되어 서로 싸우고 개나리액을 무력으로 빼앗기까지 합니다. 영화에서는 바이러스보다도 사람들 사이의 불신, 이기심으로 인해 망가진 사회가 더 큰 위협으로 비춰집니다.

전염병으로 인해 사회가 혼란해진 이유는 정확한 정보 전달의 부재가 가장 큰 원인입니다. 영화에서 정부는 시민들을 불안하게 할 필요가 없다며 공식 발표를 미룹니다. 간간이 보도되는 뉴스 또한 유용한 정보는 없고 신뢰성을 잃었습니다. 그리고 거짓된 정보를 유포하는 몇몇 사람들로 인해 시민들은 더욱 혼란에 빠집니다. 영화에서만 일어나는 일들이 아닙니다. 코로나19의 창궐 초기에 중국 당국은 감염자와 사망자 규모 등의 자세한 발표를 미루었습니다. 빠른 정보 전달이 되었다면 각 나라에서 미리 방역 대책을 세워서 피해를 줄일 수 있었을 것입니다. 메르스가 우리나라에 발생했을 때는 바셀린을 코에 바르면 예방할 수 있다는 소문이 퍼지며, 한 편의점의 바셀린 매출이 2.2배 증가했다고 합니다. 그러나 과학적 근거가 전혀 없고 오히려 폐렴을 유발할 수 있다는 전문가의 소견이 있었습니다. 그리고 최근 펜벤다졸이라는 동물용 구충제가 항암제로 효과가 뛰어나다는 근거 없는 소문이 퍼져 품귀 현상이 벌어지기도 했습니다. 익숙하지 않은 질병의 위협에 진실된 정보가 무엇인지 판단하기보다 눈앞의 불안함을 해소하려는 사람들의 심리가 반영된 사회 현상들입니다. 따라서 전염병이 발생하면 당국에서 국민들에게 정확한 정보를 전달하여 두려움을 해소하고, 전염병의 확산 속도를 늦춰야 할 필요가 있습니다. 전염병보다 무서운 것은 익숙하지 않음에서 나오는 우리의 ‘두려움’이 아닐까요? 그리고 검증되지 않은 민간요법들보다 손을 잘 씻고, 마스크를 잘 쓰고 다니며 위생 관리를 철저히 하는 기본 습관을 들이는 것이 현실적으로 전염병 예방에 도움이 될 것입니다. 공상

영화를 통해서 생각해 보았으면 하는 점!

영화는 마지막 장면에서 전염병의 시작을 보여 줍니다. 에임 엘더슨이라는 기업의 숲 개발로 인해 박쥐가 서식지를 잃어 인근 돼지 농장으로 도망가고, 그곳에서 돼지와 박쥐의 배설물이 섞여 변종 바이러스가 탄생하였고, 이 돼지를 요리한 요리사와 악수한 베스가 최초 감염자였음을 보여 주며 영화는 끝이 납니다. 영화는 MEV-1 바이러스가 지구를 그대로 놔두지 않고 자꾸만 파괴적인 방식으로 이용하려는 인간에게 선사하는 자연의 경고라는 교훈을 줍니다. 하지만 이는 영화에서만 일어나는 일이 아닙니다. 온실가스로 인한 지구 온난화와 기후 변화, 미세 먼지로 오염된 공기, 어패류에 쌓여가는 중금속 등 인간의 잘못으로 인한 환경 파괴의 결과가 결국 인간에게 돌아오고 있습니다. 전 세계를 두려움에 빠트렸던 MERS, 코로나19, 신종플루와 같은 전염병도 우리의 잘못으로 인한 결과는 아닌지 생각해 보시기 바랍니다!

별점 및 총평

★★★★★

초호화 캐스팅에 배우들의 명품 연기가 빛나는 영화입니다. 그래서 처음에는 화려한 영화를 기대했지만, 다큐멘터리와 같은 연출에 제 들뜬 마음도 차분해졌습니다. 그러나 차분한 마음으로 보아야 더 좋은 영화였습니다. 과학적 고증이 잘 되어있어서 전염병이 퍼지는 과정을 위화감 없이 생생하게 느낄 수 있었습니다. 그리고 전염병이 진행됨에 따라 점차 무너져가는 사회의 묘사가 압권이었습니다. 그리고 붕괴된 사회에서 볼 수 있는 다양한 인간 군상 또한 영화의 훌륭한 감상 포인트였습니다. 죽을 때까지 주변 환자를 챙겨주는 미어스 박사, 오로지 돈을 위해 다른 사람들을 위협하게 하는 블로거 앨런, 자신에게 임상 시험을 해 가며 백신을 개발하는 엘리 핵스톨 박사 등의 등장인물들이 재난 상황에 처한 다양한 사람들의 모습을 보여 주었습니다. 과학적 고증도 뛰어나고 스토리에 어울리는 차분한 연출과 뻘치지 않은 등장인물들까지 겸비한 영화라서 시간 가는 줄 모르고 시청했습니다. 코로나19가 유행하는 지금 상황을 돌아볼 수도 있는 이 영화, 추천합니다!



화학생물공학부를 소개합니다

STEP 01

화학생물공학부가 궁금해요!

STEP 02

연구실 인터뷰
 합성생물학&시스템생물학 연구실
 (서상우 교수님)

STEP 03

연구실 동향

글

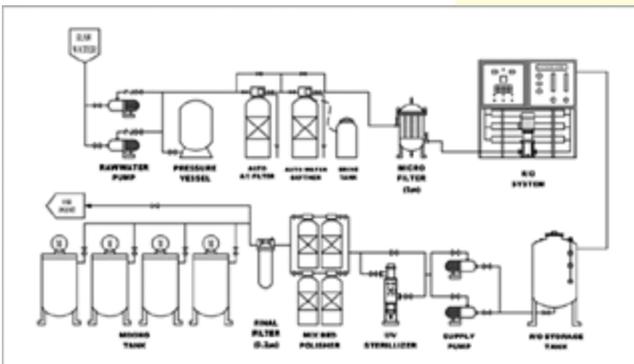
이다원, 조선해양공학과 4
 이기범, 화학생물공학부 2

편집

손성현, 원자핵공학과 4

- GMO(Genetically Modified Organism); 유전자 변형작물

▼ 공정시스템



공대상상 독자 여러분, 안녕하세요! 독자 여러분들께서는 ‘공대’ 하면 어떤 이미지가 가장 먼저 떠오르시나요? 실험복을 입고 실험실에서 열심히 실험하는 공대생의 모습이 떠오르시지는 않나요? ‘기본적인 의식주의 해결’에서부터 ‘편리한 생활’에 기여하기까지 인류의 미래를 책임지고 있는 학과가 있다고 하는데요, 궁금하지 않으신가요? 이번 호에서는 ‘서울대학교 화학생물공학부’가 어떤 학과인지 자세히 알아보도록 합시다!

‘화학생물공학부’는 어떤 학과인가요?

화학생물공학부는 화학공학 및 생물공학 산업의 원천적인 기술에서부터 실용화 단계에 이르기까지 필요한 지식들을 배우는 곳입니다. 화학생물공학부에서 무엇을 배우는지 알아보기에 앞서, ‘화학공학’과 ‘생물공학’이 무엇인지 먼저 알아보을까요?

먼저, ‘화학공학’이란 화학 공정을 효율적으로 설계하고 운영하는데에 필요한 모든 것들을 다루는 학문입니다. 화학 공정이란 원료에 분리, 정제, 혼합 등의 물리적, 화학적 조작을 가하여 가치를 부과하는 일련의 단계를 말합니다. 이러한 화학공정을 거친 원료는 제품으로 완성되거나 타 산업에 필요한 또 다른 원료가 됩니다. 당장 주위를 둘러보면 플라스틱, 유리, 섬유 등 눈에 보이는 거의 대부분의 제품이 화학 공정을 거쳐서 생산된 제품이라는 것을 알 수 있습니다. 이처럼 화학공학은 인간 사회를 뒷받침해주는 기본 중의 기본 산업이라고 할 수 있습니다.

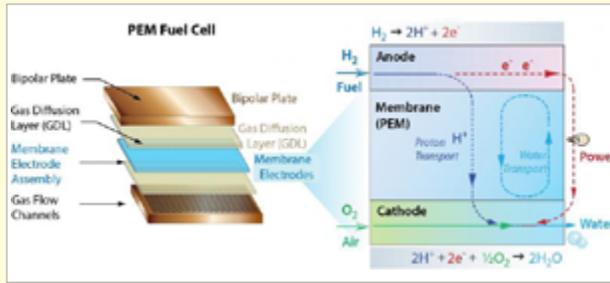
다음으로, ‘생물공학’이란 생명현상에 대한 이해를 바탕으로 우리 삶에 적용 가능한 새로운 기술과 소재를 개발하는 학문입니다. 세포 속의 DNA를 조작하여 동물을 복제하거나 GMO*를 생산해 내는 유전자 재조합 기술, 동물의 장기나 인위적으로 만들어 낸 장기로 인간의 신체 장기를 대체하는 인공 장기 기술, 줄기 세포를 이용한 의학적 치료 기술 등을 주로 연구하고 있죠.

여러분, 화학생물공학부가 어떤 학과인지 감이 오시나요? 감을 잡으셨다면, 서울대학교 화학생물공학부에서는 어떤 과목들을 배우고 있는지 조금 더 자세하게 알아보도록 해요!

화학생물공학부에서는 무엇을 배우나요?

화학생물공학부의 연구 분야는 크게 공정시스템, 유기고분자, 무기 및 전자재료, 생물 및 환경의 4가지로 분류할 수 있습니다. 각 분야에서는 어떠한 연구를 하고 있고, 어떤 전공수업들이 개설되어 있는지 소개하겠습니다!

먼저 **공정시스템**은 화학공정을 효율적으로 설계, 관리하는 연구분야로 혁신적인 공정의 개발을 목표로 함



▲ 양성자 교환 막 연료 전지(PEM Fuel Cell)

초임계 유체공정 연구실의 이윤우 교수님께서 저온에서 커피를 효율적으로 추출하는 ‘콜드브루’ 기술을 개발하여 현재까지도 많은 사랑을 받고 있습니다.

유기고분자 분야는 새로운 유기재료에 대한 개발뿐 아니라 더욱 싸고 빠르게 생산하는 기술에 대한 연구를 진행합니다. 유기고분자는 타 분야들에 비해 화학을 더 많이 응용하는 연구 분야라고 할 수 있는데, 그중에서도 유기화학이 가장 중요합니다. 유기고분자 분야의 전공과목에는 고분자화학, 유기정밀 화학, 합성실험 등이 있습니다. 현재는 연료전지/리튬이온 전지 내부에 들어가는 높은 전도성을 지닌 고분자 박막 개발, 여과 공정에 쓰이는 고흥착성 고분자소재 등에 대한 연구가 진행 중입니다.

다음으로 **무기 및 전자재료**의 경우 물질들의 물리, 화학적 특성을 제어하고 새로운 물성의 개발 및 활용을 연구하는 분야입니다. 이 역시도 유기고분자 분야와 비슷하게 수학이나 정보 처리보다는 화학에 대한 능력을 강조합니다. 앞서 언급한 유기고분자 분야가 유기화학을 응용하였다면 무기 및 전자재료의 경우 무기화학과 전기화학을 응용한다는 차이점이 있죠. 최근 LG, 삼성 등의 대기업에서 활발하게 연구 및 상용화 중인 플렉서블 일렉트로닉스가 이 분야의 대표적인 연구소재라고 할 수 있습니다. 개설되는 전공 과목으로는 무기 및 재료화학, 양자역학의 기초, 전기화학이 있습니다.

마지막으로 **생물 및 환경**은 생명공학기술의 응용 및 산업화와 더불어 환경문제에 대응하기 위한 공정을 연구하는 분야로서 앞서 다룬 생물공학의 거의 모든 부분을 다룹니다. 기본적으로 생물학에 대한 이해와 지식이 요구됩니다. 해당 분야의 전공과목으로는 분자생물공학, 환경생물공학, 생물화학공학 등이 있습니다. 대표적인 연구로는 인공 후각

[표 1] 2020 전공 교과과정(표준이수형태)

	1학기	2학기
1학년	*공학생물	**물리화학 2 *화학생물공학기초실험 *유기화학 2
2학년	*물리화학 1 *유기화학 1 *응용생화학 1 **물질 및 에너지 수지 **분석화학	*응용생화학 2
3학년	*반응공학 1 *공정유체역학 화공열역학 고분자화학	*열 및 물질전달 *화학생물합성실험 *화학생물공정실험 **공정제어 및 설계 무기 및 재료화학 분리공정
4학년	양자역학의 기초 *화학생물합성실험 *화학생물공정실험 공정 및 제품설계 촉매개론 환경공학개론 고분자물성 생물화학공학 기기분석 ***화학생물공학세미나 창의연구	반응공학 2 유기정밀화학 환경생물공학 전기화학 분자생물공학 화공전산응용 ***화학산업경영 창의연구 공학지식의 실무응용 세포생물공학

* : 전공필수

** : 선택필수 I (4과목 중 2과목이상 이수)

*** : 선택필수 II (2과목 중 1과목이상 이수)

및 미각 시스템 개발, 바이오매스를 이용한 연료 기술 등이 있으며, 여러 질병의 분자적 원인을 분석하여 신약 개발의 타깃을 제시하는 연구도 진행됩니다. 특히 화학생물공학부 유기합성분자공학 연구실의 유동원 교수님은 말기 전립선 암을 치료할 수 있는 유일한 신약인 ‘엑스탠디’의 개발을 주도하신 것으로 유명하기도 합니다.

서울대학교 화학생물공학부는 2019년 QS 세계대학평가에서 화학공학 분야 23등을 차지하고, 논문 인용지수 상위 1% 연구자 통계에 해당하는 29명 중 무려 2명이 화학생물공학부 소속 교수님이실 만큼 공과대학 내에서도 방대한 연구분야와 최고의 교수진을 자랑하기도 하는 아주 매력적인 학과입니다. 독자 여러분! 우리의 의식주에서부터 최신 첨단 과학기술까지 광범위한 범위를 다루는 화학생물공학부, 정말 매력적이지 않나요? 이상으로 화학생물공학부에 대한 소개였습니다! 공상

STEP

01

화학생물공학부가 궁금해요!

글

이다원, 조선해양공학과 4

편집

신원준, 재료공학부 2

▼ GLT

▼▼ Happy Hour



서울대학교 화학생물공학부만의 차별점에는 어떤 것이 있나요?

흔히들 화학생물공학부와 다른 ‘화학’, ‘생물’을 다루는 학과들(자연과학대학의 화학부, 생명과학부, 그리고 농업생명과학대학의 응용생물화학부 등)의 차이점이 무엇인지 많이 물어보곤 해요. 언급된 학과들 모두 화학과 생물을 다룬다는 공통점을 가지고 있어요. 하지만 어떤 것에 초점을 두고 연구를 진행하는지, 그 방향성에 차이가 있습니다. 화학 분야를 예로 들어보면, 화학부는 화학 반응, 분자의 특성과 같이 학문 자체에 대해 탐구하고, 응용생물화학부에서는 어떤 분자와 물질이 효능을 갖고, 어떻게 이용될 수 있는지의 관점에서 공부해요. 반면 화학생물공학부에서는 어떤 분자나 물질을 실생활에서 어떻게 활용 가능하고, 어떻게 하면 값싸고 빠르게 대량생산해 공업적으로 이용할 수 있을지를 다룹니다. 생물 분야도, 생명과학부가 인체/식품/미생물의 특정 작용에 대해 살펴보고, 응용생물화학부는 곤충과 식물-미생물의 상호작용에 집중한다면, 화학생물공학부에서는 생물 내의 여러 작용들을 어떻게 변형하고 활용할 수 있을지에 초점을 맞추고 있지요. 정리하자면, 화학생물공학부에서는 조금 더 실생활에 밀접해 있는, 사회에 빠르게 적용할 수 있는 기술을 개발하는 데 열정을 쏟고 있습니다.

화학생물공학부, 어떤 학생들이 진학하면 좋을까요?

‘화학생물공학부’라는 이름을 보고 화학과 생물을 동일한 비중으로 다룬다고 생각하는 경우가 많은데, 실제로 학부에서 배우는 내용은 생물보다는 화학에 더 치우쳐져 있어요. 그래서 생물만 바라보고 입학한다면, 학부 때는 생물 수업이 화학 수업보다 적어 힘들 수도 있습니다. 하지만 학부 이후의 연구는 폭이 넓어, 원하는 연구를 맘껏 할 수 있으니 걱정하지 않아도 됩니다.

또, 화학생물공학부에서 화학이나 생물만 다룰 거라는 편견이 있는데, 실제로는 그렇지 않아요. 공업적인 내용을 중요히 여겨, 물리와 수학도 필수로 다루고 있습니다. 그렇기 때문에 화학을 좋아하면서도 물리와 수학에도 어느 정도 흥미가 있는 학생이라면 화학생물공학부에서 더욱 즐겁게 공부할 수 있을 듯해요! 뿐만 아니라 화학, 생물과 이들의 공업적인 활용에 관심이 있는 학생들에게 화학생물공학부를 적극 추천합니다.

화학생물공학부 진학을 위해 어떤 것을 해 보면 좋을까요?

화학생물공학부에는 물리와 화학을 중점으로 하는 수업들이 많아요. 그래서 고등학교 때 물리와 화학 과목을 열심히 공부해 두면 대학교에 와서 비교적 수월하게 수업을 들을 수 있다는 장점이 있어요. 더하여, 화학생물공학부에 대한 흥미를 키우는 것이 중요해요. 어떤 배움이든 흥미나 목표의식이 없다면 지속하기도 힘들뿐더러, 어려움이 닥쳤을 때 헤쳐 나갈 힘

이 생기지 않으니까요. 화학생물공학부 홈페이지(<http://cbe.snu.ac.kr/>)에 들어가면 학부 생활이나 연구 분야 등에 대해 자세히 알아볼 수 있어요. 또 여러분이 지금 읽고 계시는 '공대상상' 잡지를 통해서도 화학생물공학부에 대해 더 자세히 알 수 있답니다. 이 외에도 서울대학교 공학 프런티어 캠프를 비롯해 여러 공학 관련 행사에 참여해 보면서 경험을 쌓는 것도 의미가 있다고 생각합니다!

화학생물공학부만의 특별한 행사가 여럿 있다고 들었는데요, 소개 부탁드립니다!

화학생물공학부는 특별한 과 행사가 많아요. 그리고 대부분 학과나 동창회, 그리고 기업의 지원으로 행사가 진행되기 때문에 학생들은 비용을 거의 내지 않고 즐기다가, 오히려 푸짐한 상품을 한가득 안고 돌아가는 경우가 많죠.

첫 번째로, 2년에 한 번, 홀수 연도에 열리는 GLT(Global Leadership Training)가 있습니다. 화학생물공학부의 학부생, 대학원생, 교수님들, 행정실 직원분들까지 모든 구성원이 2박 3일 동안 떠나는 가장 크고 대표적인 행사이지요. 화학생물공학부의 여러 구성원들이 한자리에 모여 교수님들과 문답 시간을 갖기도 하고, 선후배 간담소를 나누기도 하는 등 과 내의 다양한 구성원들을 만나볼 수 있는 좋은 기회입니다. 2박 3일 동안 함께 지내는 만큼, 추억도 많이 쌓이는 행사이지요.

두 번째로, 2년에 한 번, 짝수 연도에 열리는 '화학생물공학부 축제'가 있습니다. 서울대학교 캠퍼스 안에 위치한 버들골 풍산마당의 야외무대를 빌려서 진행이 되는데, 학과 단위에서 이 장소를 빌려 행사를 진행하는 과는 화학생물공학부가 유일하다고 합니다. 앞서 말한 GLT와 번갈아 진행되는 행사로, 과의 밴드동아리, 야구동아리, 농구동아리, 축구동아리의 공연도 보고 출장뷔페도 먹으며 경품추첨의 행운도 누릴 수 있는 즐거운 시간이지요.

세 번째로, '화학생물공학부 신입생 해피아워'라는 행사가 있습니다. 3월 초 신입생이 입학했을 때, 신입생들이 자신의 지도교수님과 함께 저녁을 먹는 행사입니다. 졸업하기 전까지 여러 조언을 받아야 하는 지도교수

님과 얼굴을 익히고, 앞으로의 학교 생활에 대해 궁금한 점들을 교수님께 직접 여쭙 볼 수 있는 행사이지요.

네 번째로, '화생공 Job Fair'라는 행사가 있습니다. 여러 기업의 부스가 302동 안에 설치되고, 인사담당자들과 그곳에 계신 학과 선배님들이 오셔서 취업에 대한 상담을 진행합니다. 부스를 돌아다니면서 각 기업에 대한 정보를 얻을 수 있고, 6시부터 진행되는 2부 행사에서는 부스에 참여하셨던 기업 인사담당자 및 선배님들과 저녁을 먹으며 궁금했던 것을 더 편한 분위기에서 묻고 답할 수 있지요.

이와 같이 다양한 행사들을 통해 동기들뿐만 아니라 선배님들, 교수님들과 가까워질 수 있는 기회를 제공하고 있습니다!

화학생물공학부의 졸업 후 진로가 궁금합니다!

앞서 언급했듯, 화학생물공학부에서는 다양한 내용들을 배우기 때문에 졸업 후에도 다양한 길을 걸을 수 있어요. 가장 대표적으로는 대기업 취업이 있습니다. 화학생물공학을 졸업하면 주로 정유 회사 쪽으로 취업하고 있지요. 뿐만 아니라 바이오산업이나 정밀화학제품 생산, 디스플레이나 반도체 생산과 관련된 기업으로도 많이 진출하곤 합니다. 이 외에도 제품을 생산하기 위해서는 운영이나 설계에 있어 화학공학적인 지식이 필요하기에 다양한 분야의 기업으로 진출이 가능하지요. 더 깊이 있는 연구를 해보고자 대학원에 진학하기도 해요. 학부에서의 경험을 바탕으로, 화학생물공학부의 대학원에 진학해 공부해 보고 싶었던 분야에 대한 연구를 하는 학생들도 굉장히 많습니다. 꼭 화학생물공학부 대학원이 아니라도, 화학/생물공학에 대한 지식을 바탕으로 공대 타과의 대학원으로 진학하거나, 자신의 관심이나 흥미에 따라 의학/약학전문대학원, 법학전문대학원, 보건대학원 등에 진학하기도 합니다. 이 외에도 변리사나 기술고시, 금융 쪽으로 진출하는 경우도 있습니다. 공상

본 기사는 서울대학교 화학생물공학부 학우(정석우, 김윤진)들의 도움을 받아 작성하였습니다.

STEP

02

연구실 인터뷰

합성생물학 & 시스템생물학 연구실

서상우 교수

글

한상현, 컴퓨터공학부 3

편집

이기범, 화학생물공학부 2



안녕하세요. 교수님과 교수님이 현재 연구하고 계신 분야에 대해 소개 부탁드립니다.

저는 화학생물공학부에 2016년 3월에 부임을 했습니다. 부임하기 전에는 포항공과대학교 화학공학과에서 학사, 박사 학위를 받고, UCSD에서 3년 동안 박사 후 과정을 수료했습니다. 제 연구 분야는 미생물 합성생물학 및 시스템생물학입니다. 기본적으로 미생물을 개량해서 우리에게 유용한 물질을 생산하거나 유용한 미생물로 바꿔내는 것이 제가 하는 연구이지요.

전공 분야를 선택하신 이유와 교수가 되고자 하셨던 계기가 궁금합니다.

저는 고등학교 때부터 생물 과목에 흥미가 많았습니다. 흔히 학생들이 생물 과목을 완전히 외우는 과목이라고 생각하는데 저는 그렇게 생각하지 않아요. 공부를 함에 있어 어느 정도 외우는 건 필요하긴 하지만 내용들이 서로 굉장히 논리적으로 연결되어 있기 때문이에요. 그런 점이 저는 매력적으로 느껴졌습니다. 단순히 외우는 것이 아니라 전체적인 생명 현상을 논리적으로 설명하는 것이 흥미로웠어요.

대학 진학을 할 때도 바이올을 하는 학과를 가면 좋겠다는 생각이 들어서 포항공대에 지원할 때 그 분야를 다루는 과를 고민했어요. 그중에서도 공학을 전공해서 무언가 유용한 걸 만들어내는 일을 하면 좋겠다는 생각이 들어 화학공학과를 선택하게 되었습니다. 지금도 그 결정은 굉장히 잘한 결정이라고 생각을 하고 있어요.

처음엔 교수가 되어야겠다는 생각보다는 단순히 학생들을 가르치는 일을 하면 좋겠다는 생각을 했었어요. 저는 남에게 지식을 전달할 수 있는 정도가 되어야 그 분야를 잘 아는 것이라고 생각하기 때문에 가르치는 일이 제 적성에 잘 맞는 것 같았기 때문이죠. 거기에 더해 새로운 것을 찾아 내는 호기심도 왕성했던 편이라 점차 교수가 잘 맞지 않을까 생각을 했었습니다.

그럼 교수가 되기 위해 어떻게 해야 할까 고민해 봤죠. 거꾸로 생각해 보니 편했습니다. 교수가 되고 싶은데, 그럼 박사 학위는 있어야 하고, 연구 경험도 있어야 했죠. 그렇다 보니 자연스럽게 대학원도 진학하고 연구를 하게 되었던 것 같습니다.

교수님의 주 연구분야이신 시스템생물학, 합성생물학에 대해 설명 부탁드립니다.

시스템생물학은 말 그대로예요. 예를 들어 우리가 생물학적 시스템을 유전자 하나, 효소 하나의 작은 단위에서 보는 것이 아니라 대장균 세포 하나를 기준으로 바라보겠다는 것이 골자라고 생각하시면 됩니다. 즉, 환경 변화와 같은 자극이 주어졌을 때 유전자 하나의 변화를 보는 것이 아니라 유전자 4,000개가 어떠한 표현형이 나타나는지 보는 것이죠. 그것을 보기 위한 실험적인 방법들, 수학적 모델을 고안하는 것을 통칭해서 시스템 생물학이라 합니다.

합성생물학도 말 그대로 생물학적 시스템을 새롭게 합성하는 학문입니다. 궁극적인 목표는 우리가 원하는 기능만을 하는 인공적인 세포를 만들자는 것이죠. 그 기능에는 특정 질병을 치료할 수 있는 물질을 만들어 내거나 특정 형질을 강화하는 것이 있겠습니다.

이 두 가지 분야가 굉장히 잘 연관이 되어 있어요. 합성생물학은 디자인을 하는 파트이고, 시스템생물학은 시스템을 분석하고, 새로운 지식을 창출하는 파트라고 볼 수 있습니다. 그렇기에 내가 새로이 알아낸 생물학적 시스템을 바탕으로 내가 원하는 시스템을 디자인하고 분석하고, 또 여기서 새로운 사실을 알아내 다른 디자인을 하게 되죠. 이렇게 계속해서 서로 보완, 반복되는 학문이 두 학문이라고 할 수 있습니다.

지금까지의 연구생활 중 가장 기억에 남는 연구는 무엇인가요?

제가 박사 학위 후반부터 박사 후 과정까지 했던 연구가 기억에 남네요. 앞서 말씀드렸듯 합성생물학의 목적 중 하나는 유용한 물질을 미생물로부터 만들어내는 것입니다. 대표적 예시로 효모가 술을 만들어 내는 것을 들 수 있겠네요. 그뿐만 아니라 다양한 물질들이 미생물의 대사산물로 만들어지죠. 그렇다면 어떻게 해야 효율적으로 미생물을 이용하여 원하는 대사산물을 만들어 낼 수 있을지가 고민거리가 됩니다. 이에 따라 최종산물의 가격도 결정되고, 사업화 될 수 있을지도 결정되는 것이죠.

그렇기에 많은 곳에서 균들의 DNA 서열을 바꾸어 원하는 물질을 효율적으로 생산하기 위해 연구 중입니다. 그러나 이 과정에는 너무나 많은 경우의 수가 있고 이를 모두 실험하기엔 돈, 노동력도 많이 들고 시간도 오래 걸리죠. 제가 고민했던 것은 수많은 경우의 수 중 효율이 더 좋은 미생물을 쉽게 식별해 낼 수 있지 않을까 하는 것이었어요. 그래서 생체 내에서 대사산물의 양을 조절하는 기작을 연구해서 써 보자 생각을 했습니다. 특정 물질을 감지해서 이것이 많이 만들어진 미생물들만 더 오래 살아남게 한다든지, 형광이 나도록 하여 쉽게 식별할 수 있는 유전자 회로를 만들고 적용하는 것이죠. 저희의 연구 이후로는 이 분야에서 이런 연구방식이 보편화되었는데 그래서인지 즐거웠고 기억에 남습니다.

최근 신종 코로나바이러스가 발생하기도 했고, 다양한 생물학적 이슈가 대두되고 있는데, 의과대학, 약학대학, 생명과학부가 아닌 화학생물공학부에서는 교수님의 분야 외에도 어떤 분야의 생물학을 연구하는지, 앞선 학과들과는 어떤 차이가 있는지 알려주시면 감사하겠습니다.

일단 공대에 있다는 것이 가장 큰 차이점이죠. 공학 기술을 활용해서 사회에 기여를 하니깐요. 자연대에서는 새로운 메커니즘을 밝히고, 효소를 찾고, 구조를 찾습니다. 그렇게 찾아 주신 좋은 정보를 바탕으로 화학생물공학부에서는 공학적으로 이를 활용해서 무언가를 만들어 내는 것입니다. 자연은 결국 진화의 산물이기에 우리가 그 진화의 속도를 조금 더 빠르게 하여 우리가 원하는 쪽으로 이끄는 것이 화학생물공학부의 생물학 연구라고 할 수 있겠네요.

화학생물공학도로서 성장하고자 하는 친구들이 가져야 할 덕목엔 어떤 것들이 있을까요?

앞서 말씀드렸지만 화학생물공학부의 장점은 다양한 분야를 두루두루 배운다는 것입니다. 이게 학생 입장에서는 힘든 부분이에요. 물리, 화학, 생물, 수학 모두 중요하기 때문입니다. 그렇기에 전반적인 과학과 수학의 기본 지식 정도는 놓지 않고 갖고 있는 것이 중요하다고 생각합니다. 물론 입시가 있기에 선택적으로 집중이 필요할 때가 있지만 우리가 입시만을 위해 사는 것은 아니니 이 공계 진로를 위해서는 다양하게 공부해 보는 게 중요하다고 생각합니다.

사실 무엇보다 중요한 건 인성이 아닐까 생각합니다. 열심히 공부해서 누군가를 이끌게 된다면 나만 잘하면 되는 것이 아니라 다른 사람들을 챙길 줄 알아야겠죠. 그리고 무너뿐 아니라 진심으로 봉사활동 등 사회적으로 더 힘든 사람들을 돌아보고 진심을 다해 위해 볼 수 있는 기회를 갖는 것도 좋을 것이라고 생각합니다.

학부 생활이나 대학원 생활에 대해 독자들에게 해주고 싶은 조언이 있을까요?

고등학교 때부터 앞으로 무엇을 할 것인지, 어떤 일을 하고 싶은지 명확할 수도 있지만 그것이 불명확하거나 관



심사가 여러 가지 일수도 있어요. 그런 경우 앞으로 내가 대학을 졸업하고 어떤 일을 해서 사회에 기여하거나 개인의 성취를 이룰지를 결정하는 곳이 대학이라고 생각합니다. 물론 학생이기에 공부를 하는 것도 중요하지만 동아리 활동도 많이 하고, 사람들을 만날 수 있는 기회도 많이 갖는 게 중요한 것 같아요. 다양한 사람을 만나며 나와 다른 생각을 가지고 있는 사람들과 이야기를 해 보다 보면 앞으로 내가 무엇을 해야 할지 단서를 찾을 수 있는 시간이 될 것이라 생각합니다.

저는 모든 사람들이 잠재력을 갖추고 있다고 생각하기에 이 씨앗을 싹 틔우기 위해 흙을 다지는 시기가 대학 생활이라고 생각해요. 어떤 일을 하다 보면 나보다 잘하는 사람도 있고 상대적인 차이가 발생하게 되는데, 이 과정에서 자존감을 떨어뜨리지 않고 나보다 잘하는 사람을 인정하고 내가 잘 할 수 있는 일을 찾아서 해 나갔으면 좋겠습니다. 저도 이런 마인드를 단단히 다지는 데에 있어 공연동아리 회장이나 학과 대표를 해보기도 하며 쌓인 경험들이 좋은 영향을 미치지 않았나 싶어요. 고등학생 분들도 대학에 들어오셔서 도서관에서 공부만 하는 것 보다는 본인이 좋아하는 분야에서 다양한 경험을 쌓아 보시기를 추천드립니다.

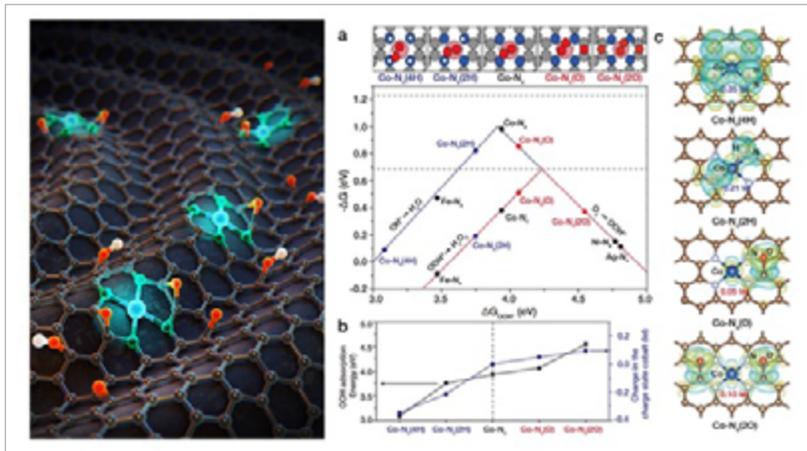
마지막으로 화학생물공학부를 지망하는 공대상상 독자분들에게 한 말씀 부탁드립니다.

제가 학부생들과 면담할 때도 많이 하는 말입니다. 대학 4년은 앞으로 무엇을 하며 살지, 내가 무엇을 즐겁게 할 수 있을지 고민하고 결정하는 시기입니다. 주변에서 이 분야가 인기라더라, 이 분야는 가능성이 없다더라 하는 말을 참고할 필요는 있지만 너무 휘둘리지 않았으면 합니다. 본인이 직접 이 분야는 어떤 분야이고 내가 이 분야를 잘 할 수 있을지, 좋아할 수 있을지 부딪혀보며 고민했으면 좋겠습니다. 저는 대학에 들어갈 때 각 과가 어떻게 다른지 자세한 정보가 없었지만 요즘은 검색을 통해 찾아볼 수 있으니 미리 알아보고 들어간다면 더 좋을 것 같다는 생각이 듭니다. 그렇게 해서 선택을 하게 되면 학문의 흥망성쇠와 관련 없이 즐겁게 살아갈 수 있지 않을까 싶어요. 공상

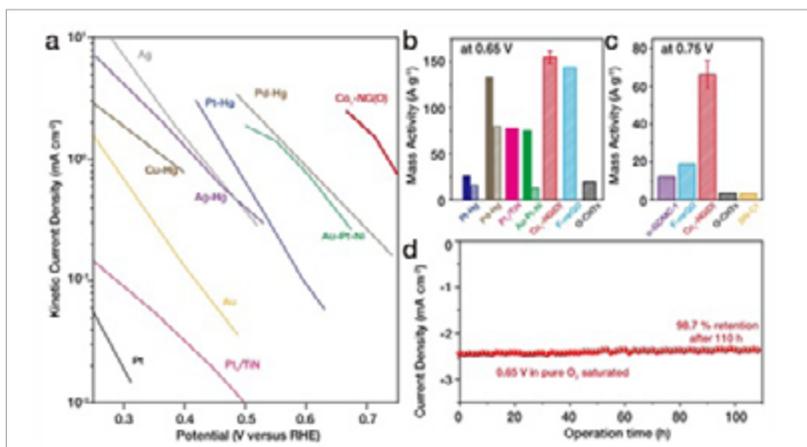


현택환 교수 공동 연구팀, 화학 산업의 '꽃' 과산화수소 생산 효율 8배 높였다

과산화수소는 화학 및 제약 산업의 핵심재료로 그 활용가치가 매우 높은데요. 치약, 주방세제와 같은 생활용품은 물론 멸균에 관련되는 의료현장, 폐수 처리제, 반도체 공정의 불순물 제거 등에 폭넓게 사용됩니다. 2020년 1월 14일 과산화수소와 관련된 연구 결과가 발표되었는데요. 바로 서울대학교 화학생물공학부 현택환 석좌교수와 성영은 교수, 서울시립대 화학공학과 유종석 교수가 공동으로 산소와 물만을 이용해 과산화수소를 생산할 수 있는 전기촉매를 개발한 연구입니다. 현택환 교수에 따르면, 이번 연구는 “기존 귀금속 촉매보다 2,000배 이상 저렴한 촉매로 과산화수소를 생산할 수 있으며, 초정밀 반도체 기계부품의 발전에 따라 증가하는 과산화수소 생산을 위한 가격, 효율, 환경 문제를 모두 해결한 1석 3조의 성과”라고 전해집니다.



[그림 1] 연구진이 개발한 코발트 원자/그래핀 촉매의 보식도, [그림2] 코발트 원자 주변 구조 제어를 통한 촉매 활성 조절



[그림 3] 연구진이 개발한 촉매와 기존 촉매의 성능 비교

STEP

03

연구실 동향

화학생물공학부의 최신 연구 동향

여러분! 실제로

화학생물공학부에서는 어떤 연구를
진행하는지 궁금하지 않나요?

이번 기사에서는 여러분처럼

화학생물공학부를 궁금해했고,

실제 진학한 후 학업을 이어나가

화학생물공학자가 된 선배님들이

지금 무슨 일을 하고 계시는지

알리고자 해요. 세상에 존재하지

않던 화학생물공학 분야의 지식을

쌓아 온 흔적이니 만큼, 다소 내용이

어려울 수 있으니, '내가 배우고 있는,

혹은 내가 배우게 될 학문이 지금은

이런 모습이구나!' 하는 정도로

이해해 주면 좋을 것 같아요. 그럼

화학생물공학부의 최신 연구 동향을

살펴볼까요?

글

김영호, 기계항공공학부 4

편집

신원준, 재료공학부 2

과산화수소 생산방식	촉매 물질	과산화수소 생산량(kg)	문헌
전기화학적 방식	Co1-NG(O)	341.2	본 연구
직접 합성법 (고압반응)	O-CNTs	91.1	Nat. Catal.(2018)
	3wt% Pd-2wt% Sn/ TiO2	49.7	Science(2016)
	2.5% Au-2.5% P	142.8	Science(2009)
	Pd-HHDMA5/C	41.1	Angew. Chem.
	Pd5aSn/TiO2	98.0	ACS Catal.(2018)
	AuPd/1LBL	73.4	Nano Lett.(2017)

[그림 4]
연구진이 개발한 촉매와 기존 촉매의
과산화수소 생산량 비교

※과산화수소 생산량: 하루 동안 1kg 촉매 사용 시

지금까지는 과산화수소의 생산 공정으로 안트라퀴논 공정(Anthraquinone process)을 사용해 왔는데, 이는 값이 비싼 팔라듐 촉매를 활용해야 하고 많은 에너지가 필요하며 환경오염을 유발할 수 있는 부산물이 발생한다는 단점을 가졌습니다. 그래서 연구팀은 이런 문제를 해결하고자, 복잡한 공정없이 물과 산소를 이용해 전기적으로 과산화수소를 생산하는 저렴한 촉매를 개발했습니다. 이 촉매는 2차원 그래핀 위에 코발트 원자를 올린 형태인데(그림 1 참조), 성영은 교수에 따르면, 이는 “인체에서 과산화수소를 만들어 내는 효소의 구조를 본따 코발트 원자가 그래핀 위에 안정화된 구조를 디자인한 것”이라고 합니다.

기존 공정에서는 팔라듐이나 백금과 같은 귀금속을 촉매로 사용하지만, 새로 개발된 촉매는 값싼 코발트를 사용하여 비용이 저렴합니다. 이렇게 생성된 촉매를 산소로 포화시킨 수용액에 넣은 후, 전기를 가하면 별도의 화합물 첨가 없이도 과산화수소를 생산할 수 있지요. 또, 이 촉매는 기존 촉매보다 최대 8배 이상 생산 성능을 높였는데요. 이는 1kg의 촉매를 이용해 하루 340kg 이상의 과산화수소를 생산할 수 있는 성능입니다. (그림 4 참조) 110시간 이상 과산화수소를 연속적으로 생산하는 실험을 진행한 뒤에도 초기 성능을 98% 이상 유지하여 내구성 측면에서도 우수성이 입증됐습니다. 더하여 이 촉매는 불균일촉매(heterogeneous catalyst)로 균일촉매에

비해 저렴하고, 재활용이 가능해 친환경적입니다. 이러한 성능의 발전 외에도, 세계 최초로 원자 수준에서 불균일 촉매의 활성을 높일 수 있는 원리를 규명한 연구라는 점에서 주목받고 있습니다. 본 연구의 결과는 다양한 화학 공정에서 폭넓게 사용될 것으로 예상되고, 높은 평가를 받고 있는 만큼 한국시간으로 1월 14일자에 소재 분야 세계 최고 학술지인 Nature Materials(IF 39.124)에 실렸다고 하니 자세한 내용이 궁금한 친구는 이를 찾아보면 더 좋을 것 같습니다.

박정원, 현택환 교수 공동 연구팀, 액상에서 반응하는 촉매입자 고해상도 관찰 성공

2019년 11월 18일, 서울대학교 화학생물공학부 박정원, 현택환 교수와 재료공학부 강기석 교수의 공동 연구팀이 액상 환경에서 작동하는 나노입자의 촉매특성을 실시간, 고해상도로 관찰하는 데 성공했습니다. 나노 입자는 작은 크기라는 본질적 물성에 따라 에너지 및 재료화학 분야에서 차세대 촉매물질로 주목 받고 있었습니다. 그러나 촉매는 액상 환경에서 작동하는데, 이때의 특성을 관찰하기란 매우 어려운 일이었습니다. 따라서 나노 입자 촉매의 성능을 향상시키는 데에는 한계가 존재했어요.

그래서 연구진은 실시간 액상 투과전자현미경을 이

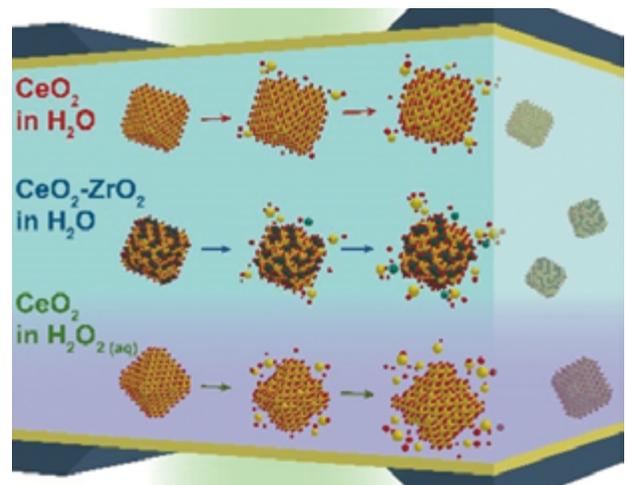
용한 최신 분석기술을 도입했습니다. 그 결과로 연료전지, 생체의료, 석유화학 분야에서 널리 사용되는 물질인 세륨산화물(CeO_2)나노입자의 촉매 특성을 실시간으로 관찰하는 데 성공했습니다. 연구에서는 다양한 반응 환경 속에서 수십 나노미터 크기의 세륨 산화물 나노입자의 에칭 현상을 고해상도로 관찰하여 세륨산화물 나노입자의 산화, 환원 촉매특성을 각 결정면 수준에서 분석했습니다. 특히 세계 최초로 나노입자의 각 결정면이 접하고 있는 액체 환경에 따라 촉매 성능이 역동적으로 변화하고, 따라서 접하는 액체 환경이 전체 촉매입자의 성능에 지배적인 요인이 됨을 입증했습니다.

박정원 교수에 따르면 “이번 연구를 통해 실제 응용 현장에서 나노입자의 촉매 특성을 직접 분석할 수 있는 플랫폼을 개발했다. 향후 차세대 연료전지, 난치병 치료를 위한 인공 효소, 고성능 석유화학 촉매 개발에 큰 파급 효과가 있을 것”이라고 전해집니다. 이 연구 결과는 세계적으로도 주목받았고, 권위 있는 국제 학술지인 『미국화학학회지(*Journal of the American Chemical Society*)』에 10월 23일자로 게재되기도 했습니다.

최장욱 교수팀, 리튬이온 전지 소재 ‘그래핀 볼’ 개발

지난 2017년 11월 29일 서울대학교 화학생물공학부 최장욱 교수팀이 기존 리튬이온 전지보다 충전 용량은 45% 향상시키면서도, 충전 속도를 5배 이상 빠르게 하는 배터리 소재인 ‘그래핀 볼’ 개발에 성공했습니다. 고속충전 기술로도 완전히 충전하는 데 1시간 가까이 걸리는 기존 리튬이온 전지와 달리, 그래핀 볼 소재를 사용한 배터리는 12분이면 완전 충전이 가능하고 전기차용 배터리에 요구되는 온도 기준인 60도까지 안정성을 유지할 수 있습니다.

연구팀은 최근 다양한 분야에 응용이 기대되는 소재인 그래핀과 저렴한 실리카(SiO_2)를 이용해 그래핀을 마치 팝콘과 같은 3차원 입체 형태로 대량 합성하는 메커니즘을 규명했습니다. 이런 원리로 만든 그래핀 볼을 리



[그림 5] *Journal of the American Chemical Society*에 게재된 연구 성과 요약

튬이온 전지의 양극 보호막과 음극 소재로 활용하자, 전지의 충전 용량이 늘고 충전 시간은 단축되며 고온 안정성까지 확보되었습니다.

박태현 교수 공동 연구팀, 사람 눈처럼 빛과 색 구분하는 인공망막 개발

지난 2018년 5월 28일 서울대학교 화학생물공학부 박태현 교수님이 포함된 공동연구팀은 빛과 색까지 구분 가능한 인공 망막을 개발했습니다. 이는 국제학술지 ‘*Advanced Materials*’에 실리기도 했습니다. 연구팀은 망막의 원추세포에 있는 인간 광수용체 단백질 4종류를 세포 내에서 인공 배양하는 데 성공했습니다. 이렇게 만들어진 광수용체 단백질을 그래핀 위에 겹겹이 쌓아올리는 방식으로 접합시켰고, 인간 광수용체 단백질을 기반으로 한 인공 생체 소재를 세계 최초로 구현해 냈습니다. 이 인공 망막 소자는 가시광선 빛에 대해 사람의 눈과 같이 삼원색을 감지하고 구별하는 반응을 보이는 것이 확인되어 향후 활용이 기대됩니다.

굉장히 많고도 우수한 연구들이 서울대학교 화학생물공학부에서 진행되고 있었네요! 이 기사를 읽는 공상 독자 여러분도 이런 연구의 수혜자와 관찰자를 넘어 생산자로 성장할 수 있길 바랍니다. 공상

반응공학

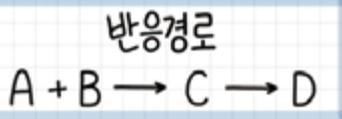
STUDY

화학공학자로 나아가는 첫 걸음



안녕하세요 여러분! 오늘은 화생공의 전공수업들 중 '반응공학'이라는 수업에 대해 소개해 보려고 합니다. 시작하기에 앞서, 화학반응과 관련된 아주 간단한 퀴즈를 하나 풀어 보도록 해요!

다음과 같은 직렬반응이 반응기 내부에서 일어나고 있을 때, 시간에 따른 반응기 내에서의 각 물질의 몰농도로 '가장 그럴듯한' 그래프는?

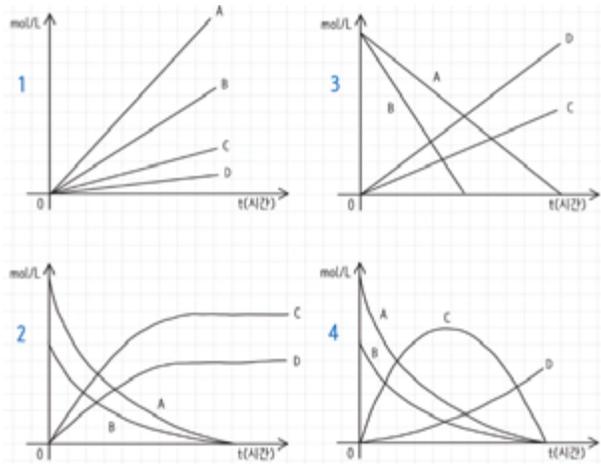


[그림 1] 퀴즈

여기서 '직렬반응'이란, 반응물이 중간생성물을 형성한 후, 반응을 지속하여 또 다른 생성물을 만드는 반응을 뜻합니다. 위의 퀴즈의 반응경로처럼 물질 A와 B가 만나 C가 되는 것에서 반응이 그치지 않고, 연이어 C가 D가 되는 반응이 일어나는 경우, 이를 직렬반응에 속한다고 말할 수 있어요. 화학 반응에는 이처럼 다양한 반응경로가 존재합니다. 위 반응에 참여하는 물질의 농도변화에 해당하는 그래프 예시가 [그림 2]에 1번부터 4번까지 나와있는데요, 이중 '가장 그럴듯한' 그래프는 무엇일까요? 가벼운 마음으로 퀴즈를 풀어 봅시다!

여러분 모두 답을 고르셨나요? 답은 4번입니다. 시간이 0일 때는 아직 반응이 진행되지 않아 반응물인 A와 B만 존재하며 중간생성물인 C와 최종생성물인 D는 존재하지 않겠죠? 그렇기 때문에 1번 그래프는 답이 될 수 없습니다. 그리고 C가 D로 전환되는 반응이 일어나면, D가 생성됨에 따라 C의 농도는 줄어들어야 합니다. 따라서 2번과 3번 그래프 또한 탈락되어 결과적으로 4번 그래프가 답이 됩니다.

직렬반응에 대한 분석은 화학공학에서 매우 중요하게 다루는 주제입니다. 화학공학자들은 원하는 물질을 대량으로 생



[그림 2] 퀴즈 선지

산하기 위한 화학반응을 설계하는데요. 이때, 우리가 원하는 물질은 보통 C에 위치하는 경우가 많습니다. C의 위치에 해당하는 중간생성물은 반응물 A와 B를 통해 얻을 수 있지만, 시간이 지남에 따라 상업적 가치가 없어지거나, 독성을 가지고 있는 부산물인 D로 변하기도 합니다. 때문에 반응을 끝까지 진행시키기보다는 C의 농도가 최대인 지점에서 반응을 정지시키는 것이 원하는 생성물인 C를 가장 많이 얻을 수 있는 방법이 됩니다. 이처럼 화학공학자들은 반응속도에 대한 지식과 실험데이터를 이용하여 반응속도식을 세우고 이를 바탕으로 화학공정을 설계합니다.

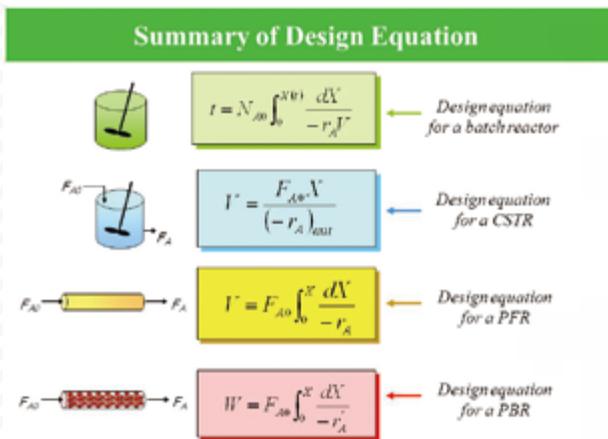
4번 그래프를 조금 더 자세히 분석해 볼까요? 선지의 그래프와 같은 농도-시간 그래프에서, 그래프의 기울기는 반응속도를 나타냅니다. 반응속도는 [물질의 농도변화]/[시간]으로 정의되기 때문이죠. 4번 그래프에서, 시간이 지남에 따라 A와 B의 농도가 일정하게 감소하지 않고, 처음에는 빠르게 감소하다가 시간이 지날수록 천천히 감소하는 것을 볼 수 있는데요, 이는 화학반응 속도가 반응물의 농도에 비례하기 때문입니다. 반응이 진행됨에 따라 A와 B는 C로 전환되어 농도가 점점 감소하고, 그에 따라



글
김윤진, 화학생물공학부 4

편집
이정윤, 건축학과 4

반응속도도 느려지기 때문에 그래프의 기울기가 완만해지는 것
이죠. 이와 같이 농도와 반응속도의 관계, 그리고 여러 가지 실험
데이터와 물리화학[•]적 지식을 결합하여 화학반응의 반응속
도를 식으로 나타낼 수 있습니다. 반응공학에서는 이 반응속도
식을 반응기의 특성과 결합하여 구체적으로 반응기를 설계하는
방법을 배우는 것입니다.



[그림 3] 대표적인 공업용반응기 4가지와 설계방정식. X는 전환율, N은 몰수, F는 몰유량, V는 반응기의 부피, r는 반응속도, W는 촉매의 무게를 나타냄.

그렇다면 반응공학 수업에서 구체적으로 무엇을 배우는지 간
단히 살펴볼까요? [그림 3]의 네 개의 그림은 화학공정에서 가
장 널리 사용되는 네 가지의 공업용 반응기를 나타낸 것입니
다. 첫 번째 반응기인 Batch Reactor(회분식반응기)는 반응물
을 반응기 안에 모두 넣고 일정 시간 동안 반응시킨 뒤 생성물
을 꺼내는 방식의 반응기입니다. 두 번째는 CSTR(Continuous-
Stirred Tank Reactor, 연속교반탱크반응기)로, 반응기를 들
어오고 나가는 연속적인 흐름이 존재하며, 반응기 내부는 끊임
없이 혼합되고 있는 상태라는 특징을 갖습니다. 세 번째는
PFR(Plug Flow Reactor, 플러그흐름반응기)로, 반응물이 반응
기를 따라 연속적으로 흐르면서 반응이 일어납니다. 네 번째는

PBR(Packed Bed Reactor, 충전층반응기)로, PFR과 비슷하지만
관 내부에 충전된 촉매들이 반응을 촉진한다는 차이가 존재합
니다. 이처럼 반응기는 그 종류마다 뚜렷한 특성이 존재하기 때
문에 상황에 따라 반응에 적합한 반응기를 선택하여 설계해야
합니다.

[그림 3]에서 볼 수 있는 Design Equation이란, 설계방정식
을 뜻합니다. 설계방정식이란 반응기의 특성, 몰수지식 그리고
반응속도식을 모두 결합한 식으로, 반응기를 설계하는 데 핵심
이 되는 방정식입니다. 예를 들어, Batch Reactor에서 가장 중
요한 변수는 반응시간입니다. 반응물을 반응기 안에 집어넣고
너무 일찍 꺼낸다면 우리가 목표로 하는 전환율^{••}에 도달하지
않아 생성물의 농도가 낮을 것이고, 너무 늦게 꺼낸다면 시간이
많이 걸려 비효율적이기 때문이에요. 반응의 결과로 생긴 생성
물을 꺼내는 시점은 실험에서 매우 중요하기 때문에, 반응시간
은 우리에게 필요한 핵심적인 변수가 됩니다. 위의 설계방정식
을 이용한다면 우리가 원하는 전환율에 도달하기 위해 필요한
반응시간을 쉽게 알아낼 수 있는 것입니다.

이처럼 반응공학 수업에서는 화학반응속도론^{•••}에 대한 기
초 지식과 반응기에 대한 지식을 결합시켜 최종적으로 반응기
를 설계하는 능력을 기를 수 있습니다. 이전의 다른 전공수업들
에서 중점적으로 다루었던 화학이론들을, 반응공학 수업에서는
실제로 화학공정을 설계하는 데 적용해 보면서 화학공학자로
나아가는 첫 걸음을 내디뎠다고 할 수 있을 것 같네요! 공상

- Physical Chemistry. 화학적인 현상을 물리학 법칙으로 설명하는 학문입니다.
- 반응이 진행된 정도를 나타내는 변수로, 반응물 A에 대하여 A의 전환율은 [반응한 A의 몰수]/[공급된 A의 몰수] 로 정의됩니다.
- 화학반응속도론은 화학반응속도(Chemical Reaction Rate)와 반응 메커니즘(Reaction Mechanism)을 연구하는 학문입니다. 반응 메커니즘은 반응물이 생성물로 될 때까지 일어나는 일련의 단계를 뜻합니다.

흙에 물어도 되는 플라스틱



페트병, 키보드, 지퍼백, 신용카드 등은 모두 우리 일상에서 쉽게 접할 수 있는 물건들입니다. 그렇다면 이들의 공통점은 무엇일까요? 정답은, 모두 플라스틱으로 이루어져 있다는 것입니다. 가벼운 무게에 단단한 내구성을 가진 플라스틱은 현대에 이르러 인류에게 가장 중요한 재료가 되었습니다. 그러나 플라스틱은 유용한 재료임에도 불구하고 큰 문제점을 가지고 있습니다. 바로 분해의 어려움인데요. 한 예로, 플라스틱의 한 종류인 스티로폼은 분해되는 데에 500년이라는 긴 시간이 걸립니다. 종이는 약 3개월, 나무젓가락은 20년에 걸쳐 분해된다는 것을 보면 얼마나 오랜 시간이 필요한지 느껴지시나요? 이처럼 많은 플라스틱들은 분해되는 데 오랜 시간이 걸려 환경에 큰 피해를 주고 있습니다. 환경오염을 줄이기 위해 기존의 플라스틱을 대체하려고 만들어진 것이 바로 생분해성 플라스틱입니다. 이번 기사에서는 생분해성 플라스틱에 대해서 알아보시다!

생분해성 플라스틱이란?

생분해성 플라스틱은 사용한 플라스틱을 폐기할 때 소각처리 하지 않고 단순히 매립하여 미생물의 작용에 의해 수개월 안에 물, 이산화탄소, 메탄가스 등으로 완전 분해되는 플라스틱입니다. 소각 시에도 탄소발생량이 월등히 적어 환경오염 발생억제 효과가 탁월하지요. 다시 말해, 사용 중에는 통상적인 플라스틱의 물성 및 특성을 발휘하지만 사용한 후에는 미생물에 의해 완전히 분해된다는 것입니다. 뿐만 아니라 생분해성 플라스틱은 한정된 석유자원에 의존하지 않는 지속가능한 친환경 소재로, 향후 석유 유래 플라스틱을 광범위하게 대체할 수 있을 것으로 기대되어 유가 상승이나 석유 고갈에 대응할 대체 자원과 환경 오염의 해결 방안으로 각광받고 있습니다.

생분해성 플라스틱의 종류

생분해성 플라스틱은 원료 및 생산 방법에 따라 천연 고분자계, 화학 합성계, 생물 합성계로 나누어지는데요. 먼저 천연 고분자계는 탄수화물의 일종인 녹말, 식물 세포벽의 구성성분인 셀룰로스, 전분, 나무의 목질부를 구성하는 리그닌, 절지동물의 단단한 표피를 구성하는 키틴과 같은 천연 고분자•들을 원료로 사용하여 만들어진 생분해성 고분자입니다. 천연 고분자계를 사용한 플라스틱은 원료가 저렴하고 자연에서 많이 생산된다는 장점을 가집니다. 하지만 직접 사용하면 수분에 취약하거나, 점성 부족으로 인해 강도가 약하다는 단점들도 가지는데, 최근에는 열처리와 같은 과정을 거쳐서 이를 보완할 수 있는 신소재도 개발되고 있습니다. 위의 고분자들 중에서도 가격이 저렴하며 원료가 매우 풍부한 녹말이 최근에 많은 주목을 받고 있습니다. 다음으로 화학 합성계는 생분해성이 없는 '방향족 폴리에스테르••'의 분자구조 중 벤젠고리 부분을 탄화수소로 대체하여 생분해성이 있는 지방족 폴리에스테르화시킨 물질입니다. 대표적인 화학 합성계로는 Polylactic Acid(PLA; 폴리유산)이 있는

데, 이는 현재 가장 대표적인 생분해성 플라스틱입니다. 옥수수를 원료로 만들어 낸 제품으로 범용 플라스틱과 유사한 정도의 가격을 형성하고 있어 가장 경제적이고, 상업적인 장점을 가집니다.

마지막으로 미생물 합성계는 일부 미생물들이 양분의 저장 형태, 배설물의 형태로 생산하는 고분자입니다. 생분

글
김태훈, 조선해양공학과 2

편집
최강현, 전기정보공학부 4

- 일반적으로 분자량이 10000 이상인 화합물
- 에스터를 화학작용기로 가지는 고분자
- 단량체(고분자의 기본단위)가 10개 이하로 중합된 화합물

[그림 1] 생분해성 플라스틱





[그림 2]
생분해성
플라스틱의
종류

해성이 매우 뛰어난 물질이지만 생산량 및 생산 속도에 제약이 많으며 분자량도 플라스틱에 사용되기에 작은 편이고, 가격도 상대적으로 높다는 단점을 가집니다. 대표적으로 PHB는 생산성은 높지만 결정성이 커 기계적 특성이 좋지 않고, 열분해되기 쉬워 가공하기 어려운 물질물질인데요, 이를 사용하기 위해 다른 가공성이 좋은 PCL이라는 물질과 혼용하는 방법이나 PHV와 결합시키는 등 다양한 해결책이 제시되는 중입니다.

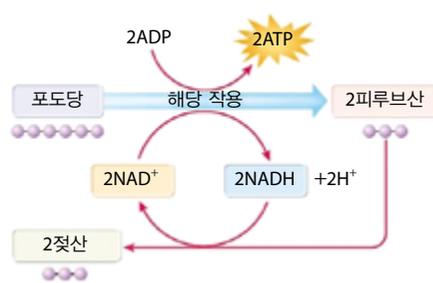
생분해성 플라스틱의 생성 및 분해 과정

강도나 내구성, 성형 가공성과 내열성은 일반 플라스틱과 다를 바 없지만 미생물에 의해 분해되어 친환경적인 생분해성 플라스틱은 어떤 과정을 걸쳐 생성되고, 분해되는 것일까요? 생분해성 플라스틱의 1인자인 PLA를 중심으로 과정을 살펴보도록 하겠습니다. 먼저, 옥수수를 갈아서 건조시킨 후 녹말을 추출합니다. 이는 녹말이 플라스틱과 비슷한 탄소 골격을 가지고 있기 때문입니다. 이를 분해해서 포도당으로 만든 후, [그림 3]에 소개된 젖산 발효를 통해 젖산을 생성합니다. 이제 젖산을 사슬형태로만 만들어 주면 PLA가 만들어지는데요. 이 과정은 조금 더 복잡합니다. 일단 젖산을 가열 용융해서 촉매를 넣어준 뒤, 올리고머 화시켜 락티드를 제조합니다. 여기서 불순물을 제거하고 다시 가열하는 과정을 통해서 사슬화합물로 만들어 주면 최종적으로 분자량이 10~20만 사이인 PLA가 생성됩니다.

분해과정은 PLA 말단에 있는 카르보닐기가 물분자에 의해 가수분해됨으로써 이루어집니다. 가수분해의 산물이 바로 젖산이며, 이후 연쇄반응에 의해 최종적으로 물과 이산화탄소로 분해되는 것이죠. 특히, PLA는 미생물이 활발하게 활동하는 고온 다습한 환경일 때 분해가 더 빠르게 진행됩니다.

생분해성 플라스틱의 전망

환경에 대한 지속적인 관심의 증가와 함께 생분해성 플라스틱



[그림 3] 젖산 발효

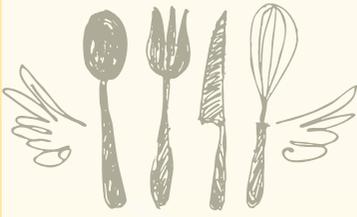
의 시장경쟁력은 강화될 것으로 전망됩니다. 하지만, 낙관적인 시장 상황에도 불구하고 아직은 시장 확대가 쉽지 않은데요. 이는 생분해성 플라스틱이 기본 범용 플라스틱에 비해 상대적으로 물성과 경제성이 부족하기 때문입니다. 그중 PLA는 기존의 플라스틱과 유사한 수준까지 가격경쟁력을 확보하였지만 특유의 뻣뻣함과 열에 약한 성질 때문에 주로 의료 기기나 3D프린터 등 제한된 용도로만 사용됩니다. 국내 생분해성 플라스틱 시장의 경우 자연친화적인 신기술 확보와 생산설비, 비분해성 플라스틱에 버금가는 물성 등을 갖추고 있지만 높은 제조원가와 시중가격, 소극적인 정부정책, 소비자 인식의 부족 등 다양한 원인으로 시장 확대의 어려움을 겪고 있습니다.

하지만, 환경보존을 위한 사회적 책임에 의한 각국 정부의 직·간접적 지원하에 생분해성 플라스틱 사업은 연간 10% 이상의 높은 성장세를 보이고 있습니다. 뿐만 아니라, BASF, NatureWorks 등 세계 화학회사에서도 적극적으로 관련 사업을 추진하고, 전 세계적으로 비분해성 플라스틱 사용을 규제하고, 생분해성 플라스틱 사용을 의무화하는데요. 이처럼 전 세계는 환경을 생각한 생분해 플라스틱의 적용이 현실임을 직시하고 노력을 지속해 오고 있습니다.

현대 사회에서 플라스틱의 생산과 소비는 어마어마합니다. 그러나 플라스틱의 분해 속도는 이러한 생산량을 따라가기에는 턱없이 부족하며, 분해되지 못한 플라스틱 폐기물은 바다 생태계를 위협하고 더 나아가 최상위 포식자인 인간의 건강을 직접적으로 위협하는 등 중대한 환경 문제로 나타나고 있습니다. 생분해 플라스틱이 상용화된다면 인류가 플라스틱 쓰레기로부터 해방되는 날이 오지 않을까요? 더 많은 일상 제품들이 생분해성 플라스틱으로 만들어지는 날이 오기를 기대해 봅니다. 공상

참고 자료

1. 이성용. "자연으로 돌아가는 썩는 플라스틱, '생분해성 플라스틱' 아시나요?" 특허뉴스, 2018. 03. 27, m.e-patentnews.com/4316.
2. 이준우. "생분해성 플라스틱 시장 전망과 정책적 제언" KISTI Market Report Vol.2 Issue2, 2012. 02. 38.



2019 세계기아리포트에 다녀오다



세계기아지수로 살펴보는 세계의 기아 문제와 기후변화

글
김윤진, 화학생물공학부 4

편집
최강현, 전기정보공학부 4

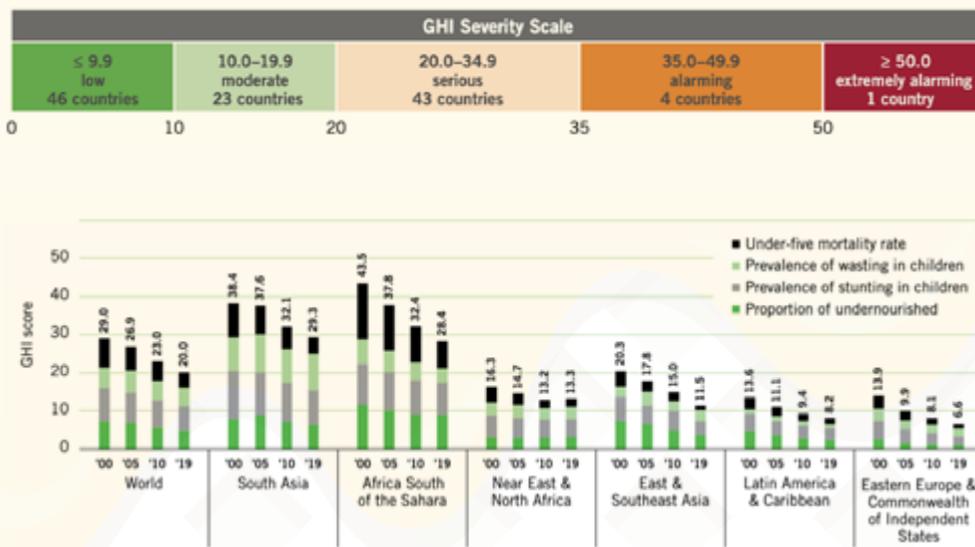
여러분들은 세계의 기아문제에 대해 얼마나 관심을 가지고 계신가요? 저는 지난 몇 년 동안 ‘세이프 더 칠드런’이나 ‘유니세프’등과 같은 국제구호단체를 통해 정기후원을 해 오고 있습니다. 하지만 세계의 기아문제가 더 나은 방향으로 해결되어가고 있는지에 대해서는 항상 의구심을 품어 왔습니다. TV에 나오는 다큐멘터리를 보면 몇 년 전과 비교해서 상황이 크게 다를 것이 없어 보였기 때문입니다. 그러던 중, Concern Worldwide(컨선 월드와이드)라는 국제 인도주의 기구에서 ‘2019 세계기아리포트’라는 포럼을 진행한다는 소식을 듣고 참석하게 되었습니다. 세계기아리포트에서는 그해의 세계기아지수를 발표하고, 기아 문제의 현황과 컨선 월드와이드에서 진행하는 국제구호사업을 소개합니다.

세계기아지수(Global Hunger Index)란?

세계기아지수란, 세계와 지역, 국가 단위에서 기아를 포괄적으로 측정하고 추적, 관측하기 위한 도구로, [그림 1]에서 제시된 4가지 지표로 산출할 수 있습니다. 여러 가지 현상이 합쳐져 나타나는 복합적 문제인 기아를 해결하기 위해서는 이를 측정할 수 있는 객관적인 지표를 설정하는 것이 중



[그림 1] 세계기아지수 구성요소.



[그림 2] 세계기아지수 단계표
[그림 3] 2000~2019년 세계와 지역별 세계기아지수

요합니다. 기아지수에 따라 구호 사업의 방향성을 잡을 수 있고, 사업의 효과가 있었는지 그 영향 또한 정확하게 파악할 수 있기 때문입니다. 이준모 컨선 월드와이드 한국대표는 “세계기아지수가 중요한 이유는, 수치가 없으면 평가할 수 없기 때문”이라고 말했습니다. 저는 기아문제에 대해 세계기아지수라는 객관적인 척도를 설정하고 이를 통해 문제에 접근하는 방식이 마음에 들어 이 포럼에 참석하게 되었습니다.

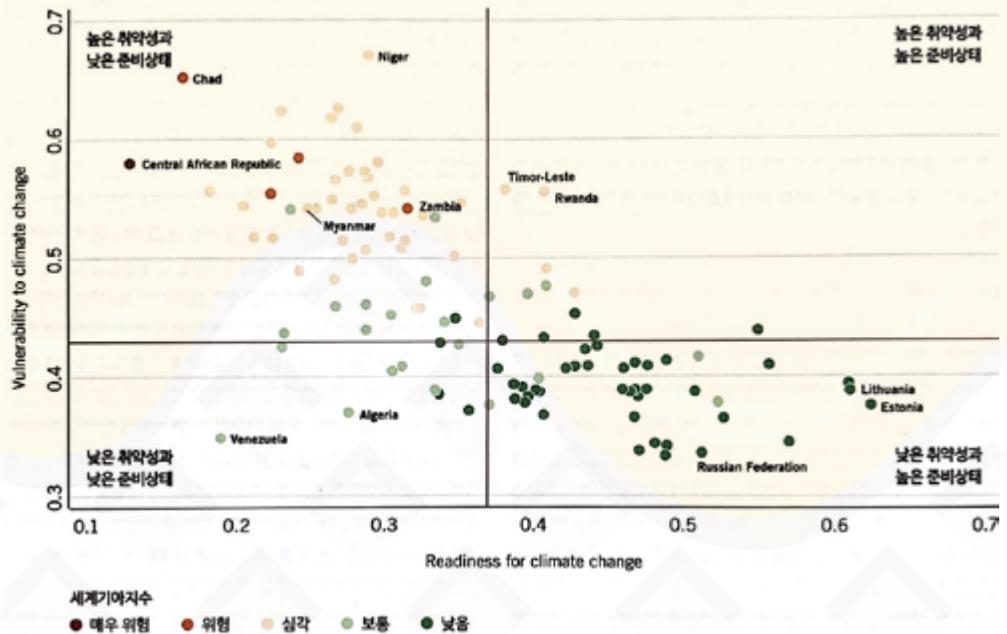
세계기아지수의 동향

세계기아리포트는 컨선 월드와이드에서 매년 세계기아지수를 발표하는 중요한 행사입니다. [그림 3]에서 볼 수 있듯 2019 세계기아지수는 20.0으로, 전 세계 기아와 영양부족 수준이 ‘보통’과 ‘심각’의 사이에 있음을 보여줍니다. 2000년도에 세계기아지수가 29.0으로 ‘심각’수준을 기록했던 것에 비하면 기아지수가 많이 감소했음을 알 수 있는데, 이는 국제구호단체들과 개별 국가들이 영양부족을 해결하기 위해 기울인 공동 노력이 효과가 있었다는 사실을 나타냅니다. 하지만 국가별 수치를 구체적으로 살펴보면 기아지수를 산출한 117개 국가 중 43개의 국가의 기아지수는 여전히 ‘심각’ 수준이고, 국가 단위로는 문제가 없어 보이는 나라에서도 국내의 불

평등으로 인해 기아와 영양부족이 지속되는 경우가 있습니다. 세계기아지수는 이처럼 객관적인 지표로서 가장 절실하게 행동이 필요한 곳이 어딘지 보여 줍니다. 국가별/지역별 기아지수 추이를 비교해 봄으로써 높은 세계기아지수를 나타내는 지역과 나라에 더더욱 집중해야 한다는 필요성을 강조하며 첫 번째 세션은 마무리되었습니다.

기후변화와 기아

기후변화는 현재 기아와 영양부족으로 이미 고통받고 있는 사람들을 더욱 위협하며 식량시스템에 영향을 미치고 있습니다. 예를 들어 기아지수가 ‘심각’ 수준인 남아시아와 사하라 이남 아프리카 지역에서는 많은 인구가 농업에 종사하고 있는데, 해당 지역의 농업은 빗물에 크게 의존하고 있어서 기후의 작은 변화에도 영향을 받기 쉽습니다. 국가별 기아지수와 기후변화에 대한 취약성 및 준비상태를 비교해 보면 이들 사이의 연관성을 수치로 확인할 수 있습니다. 여기서 ‘취약성’이란 ‘기후 위협에 의해 부정적인 영향을 받는 인간 사회의 성향 또는 특질’로 정의되며 식량, 물, 건강, 생태계서비스, 인간 주거지 및 사회 인프라 등 여섯 가지 지표를 반영하는 척도입니다. 또한 ‘준비상태’는 ‘투자를 활용하고 적응 조



[그림 4] 세계기아지수에 따른 기후변화 취약성 및 준비상태

치로 전환하는 능력'으로 정의되며 경제적, 사회적 요소를 반영합니다. [그림 4]를 보면 기아지수가 높은 국가는 기후변화에 더 취약하다는 상관 관계를 확인할 수 있습니다.

또한 기후변화의 가장 큰 불공정함과 아이러니함은, 기후변화의 영향을 가장 많이 받는 지역은 오히려 기후변화를 초래하는 데에 가장 적은 역할을 했으며 그 영향을 처리할 수 있는 능력도 가장 적다는 것입니다. 이러한 맥락에서, 기아와 영양부족을 종식시키는 데에는 기후변화에 의해 제기된 불공정을 해결하기 위한 대규모 행동이 필요하다고 강조됩니다. 광범위한 저감 조치를 포함한 고소득 국가들의 책임, 혁신적인 농업 개발에 대한 투자, 우선순위의 환경을 적절히 고려한 지역사회 회복력 강화 등을 비롯한 정책 등을 권고하며 두 번째 세션은 끝이 났습니다.

후기

기술은 점점 더 빠르게 발전하고 우리의 생활은 점점 더 편리해지고 있습니다. 하지만 지구상의 많은 사람들은 이러한 편리함을 누리기는커녕 아직도 배고픔과 싸

우고 있습니다. 전 세계 기아문제의 현황을 정확하게 지표와 수치로 확인하고 싶어서 2019 세계기아리포트에 참석했고, 저의 예상보다도 더 객관적이고 체계적인 자료를 통해 기아문제의 현황을 확인할 수 있었습니다. 너무 공대생같은 시각일지 모르겠지만, 여러 수치와 지표, 그리고 그들의 관계를 확인함으로써 저는 기아문제의 현황에 대한 만족스러운 답과 큰 경각심을 얻었습니다. 무엇보다 기후변화로 인해 기아문제의 위험성이 더욱 커지고 있다는 사실, 그리고 정작 피해를 보는 지역들은 기후변화에 가장 적은 책임이 있다는 부조리함을 듣고 기후변화에 대해 적극적으로 행동해야 한다는 자극을 받았습니다. 독자 여러분들도 인류애를 가지고 지구상의 기아문제 해결을 위해 더 알아 가고, 더 행동하셨으면 좋겠습니다! 공생



그림 출처

- Wiesmann et al.(2015).
- Concern Worldwide
- Seth Gitter 및 Kierstin Ekstrom

공대상상 독자 여러분, 안녕하세요! 겨울 방학은 잘 보내셨나요? 저희 기자단은 공대상상 외에도 다양한 활동에 참여하고 있는데요, 그중 대표적인 것이 봉사활동입니다. 올해 겨울에도 많은 공상 부원들이 봉사활동을 하며 의미 있는 방학을 보냈다고 해요. 이번 [사회 속의 공대생] 코너에서는 공대상상 부원들이 참여한 다양한 봉사활동을 소개해드리려고 합니다. 세 명의 부원들을 만나보았는데요, 각각 글로벌사회공헌단, 남북사랑학교 교육봉사활동, 그리고 드림캠프에 참여했다고 합니다. 어떤 활동인지 함께 알아보까요?

글로벌사회공헌단 - 곽정원 기자

먼저 곽정원 기자는 '글로벌사회공헌단 2019 동계 찾아가는 멘토링'의 팀장으로서 울산의 상북중학교에 다녀왔다고 합니다. 3박 4일 동안 중학교 1, 2학년 학생들을 대상으로 멘토링을 진행했다고 해요. 곽정원 기자가 참여한 멘토링은 '찾아드림(Dream)'이라는 프로그램명을 갖고 있었는데, 크게 '나만의 꿈 찾기'와 '맞춤형 학습법 찾기'의 두 가지 테마로 멘토링이 진행되었다고 합니다.

먼저 '나만의 꿈 찾기' 테마에서는 자신의 관심사와 롤 모델을 친구들 앞에서 발표해 보고, 인생 보물지도를 만들어보는 등 활동 위주의 흥미로운 프로그램을 진행했다고 합니다. 부스 멘토링도 그중 하나였는데요, '경찰 군인, 웹툰 켈리그래피, 평론가, 과학자, 엔터테이너, 인테리어, 유튜버, CEO, 국악인' 등 총 9개 부스에서 각 직업과 관련된 객관적인 정보를 전달받을 뿐만 아니라 직접 체험도 할 수 있도록 준비했다고 합니다. 경찰 군인 부스에서는 간단한 호신술과 사격 배우기, 인테리어 부스에서는 나만의 향수 만들기, 유튜버 부스에서는 브이로그나 토크쇼 같은 콘텐츠 찍어보기

공상, 나눔을 베풀다!



글
유윤아, 기계항공공학부 3

편집
김성진, 건축학과 3



▲ 글로벌사회공헌단에 참여한 곽정원 기자

등의 체험을 해 볼 수 있었답니다. 멘토들이 가장 공을 들여 준비했던 활동인 만큼, 멘티들도 이 프로그램을 무척 좋아했다고 해요. 다음으로 '맞춤형 학습법 찾기' 테마에서는 멘토들이 꿈을 찾게 된 과정과 중고등학교 때의 학습 방법, 슬럼프 극복 등을 주제로 강연을 해주었고, 멘티들이 질문도 많이 하면서 적극적으로 참여해 주었다고 해요. MBTI 성격 테스트와 1대1 고민 상담소를 통해 멘티들과 진솔한 대화를 해보고 조언을 해 주는 시간도 가졌는데, 멘티들이 자신의 성격과 꿈, 목표에 대해 더 깊게 생각해 볼 수 있는 시간이었다고 합니다.

그렇다고 매일 진지한 주제로만 진행되었던 것은 아니라고 해요. 꿈이라는 진지한 주제에서 조금 벗어나 멘토와 멘티 사이를 더욱 돈독하게 해주는 활동들도 많았다고 합니다. 첫 만남 때 긴장된 분위기를 풀어준 아이스 브레이킹 활동은 물론, 마지막 날에는 다 같이 통도사에 방문하여 재미있는 게임들도 하고, 폴라로이드 사진도 찍으면서 짧았지만 강렬했던 멘토링 활동을 마무리하였다고 해요. 무척 재미있었을 것 같죠?

서울대생 20명이 멘토링 봉사활동을 위해 한자리에 모여 한 달이 넘는 시간 동안 정말 열심히 준비해서 성공적으로 프로그램을 진행할 수 있었어요. 많이 힘들었지만 멘티들이 좋아하는 모습을 보면서 너무 뿌듯했고, 정말 뜻깊고 정이 넘치는 활동이었습니다. 이번 찾아가는 멘토링 프로그램은 2년 동안의 제 대학 생활에서 가장 만족스럽고 행복했던 활동이었어요! 여러분도 대학에 오셔서 멘토링 봉사활동을 한번 해 보시는 건 어떨까요? 좋은 사람들을 많이 만날 수도 있고 멘티들을 보면서 힐링도 할 수 있는 최고의 활동이라고 생각합니다! - 광정원 기자

남북사랑학교 교육봉사활동 - 김건우 기자

다음으로 김건우 기사는 '남북사랑학교'에서 새터민 학생들에게 교육봉사활동을 하는 중이라고 합니다. 새터민 학생들은 북한에서 탈출했거나, 부모님이 북한에서 탈출한 후 중국에서 생활하던 학생들입니다. 이 학생들은 제대로 된 교육을 받지 못하여 한국의 정규교육과정을 따라가기 어렵습니다. 이러한 학생들을 위해 다양한 단

가 대한학교를 운영하고 있는데요, 김건우 기사는 그중 하나인 '남북사랑학교'에서 학생들에게 수학 보충수업을 해주고 있다고 합니다.

김건우 기사는 지금까지 세 명의 학생들을 가르쳤고, 지금은 중등 김정고시의 수학 과목을 가르치는 중이라고 해요. '남북사랑학교' 학생들은 우리나라에 잘 적응하기 위해 대부분 김정고시를 치른다고 합니다. 그러나 오랜 기간 중국에서 생활하였기 때문에 한국어보다 중국어에 더 익숙해, 우리가 무심코 사용하는 한국어가 낯설고 어렵게만 느껴진다고 하네요. 특히 국어나 수학과 같이 명확한 용어의 정의가 필요한 과목은 굉장히 어렵게 받아들인다고 해요. 예를 들어, '최소공배수'나 '최대공약수'와 같은 간단한 개념의 용어도 새터민 학생들에게는 애써 암기해야 할 복잡한 단어가 되어버립니다. 그럼에도 불구하고, 김건우 기사가 가르쳤던 학생들은 모두 배우려는 의지를 강하게 가지고 있었다고 합니다. 1주일에 한 번 수업할 때마다 궁금했던 것을 공책에 빼곡히 적어오기도 하고, 수업이 끝나갈 무렵엔 항상 아쉬운 표정을 짓기도 하는 학생들 덕분에 김건우 기자도 항상 의욕적으로 수업할 수 있었다고 해요.

저는 지금까지 다양한 봉사활동을 해 왔지만, 부끄럽게도 그동안 마음에서 우러나와서 했던 봉사활동은 아니었던 것 같습니다. 하지만 '남북사랑학교'에서는 저에게 의지하고, 배우고 싶어 하는 학생들 덕분에 순전히 자발적으로 봉사활동을 할 수 있게 되었습니다. 제 작은 행동이 이 학생들에게, 더 크게는 우리 사회에 조금이나마 도움이 되고 있다는 생각을 하니 피곤함이나 귀찮음보다는 뿌듯함이 앞섰습니다. 아마 독자 여러분들도 학교에서 요구해서, 또는 입시에 필요해서 등의 다양한 이유로 봉사활동을 해보셨을 겁니다. 혹시 예전의 저처럼 아직 진정한 봉사를 해보지 못했다면 이번 기회에 본인이 보람을 느낄 수 있는 봉사를 찾아보는 것은 어떨까요? - 김건우 기자

드림캠프 - 유윤아 기자

마지막으로 유윤아 기자, 바로 저는 '2020 동계 드림캠프'에 다녀왔습니다. '드림캠프'라는 명칭에서 알 수 있

듯이 학생들의 꿈과 진로에 관련된 멘토링을 해주는 활동이었습니다. 완도고등학교에서 진행될 2박 3일의 짧은 캠프를 위하여 약 한 달 간의 준비 기간을 거쳤답니다. 정기회의를 통해 어떻게 하면 더 효과적으로 학생들의 꿈을 찾아주고, 진로를 구체화할 수 있을지 고민했어요.

그 결과, 저희 멘토들은 총 일곱 단계에 거쳐 학생들의 꿈을 찾는 프로그램을 준비했는데요, 크게 나의 특성과 가치관을 알아본 후, 이에 맞는 직업을 탐색하고, 마지막으로 나의 꿈을 설계하는 단계로 이루어졌습니다. 특히 다섯 번째 단계였던 ‘직업박람회’로는 학생들이 원하는 직업군에 찾아가 각 직업 관련 설명, 직업을 얻기 위한 과정, 그리고 필요한 소양에 대한 설명을 들을 수 있는 프로그램을 준비하였습니다. 인터넷에서 찾을 수 있는 식상한 정보는 최대한 배제하고 학생들에게 실제로 도움이 될 수 있는 전문가 인터뷰와 실제 경험 등을 위주로 전달하였답니다. 아무래도 입시를 앞둔 고등학생들을 대상으로 한 멘토링이었기 때문에 많이 긴장이 되기도 했지만, 그만큼 학생들에게 가장 도움이 될 수 있는 멘토링을 해 주고자 더 열심히 노력했어요.

꿈과 관련된 다양한 고민들에 대해 이야기해 보는 시간도 가졌는데요, 굉장히 많이 나왔던 질문 중 하나가 “꿈이 없어서 고민이고, 벌써부터 미래의 꿈을 정하려고 하니 너무 부담스러워요. 꿈을 꼭 가져야 하나요?”였답니다. 저희 멘토들은 이 고민에 “꿈은 무조건 크고 거대한 것이기보다, 가까운 미래에 하고 싶은 소박한 일들도 꿈이 될 수 있으니 꿈을 너무 무거운 주제로만 생각하지 말자”는 조언을 해 주었습니다. 공상 독자 여러분 중에도 아직 구체적인 꿈이 정해지지 않아 불안한 마음이 드는

친구들이 있을 것 같은데요, 불확실한 미래에 너무 초조해하기보다는 자신이 좋아하는 것이 무엇인지 차근차근 알아가 보는 게 좋을 것 같아요. 공상 독자분들이라면 충분히 지금 생각하고 계신 것들을 이룰 수 있을 것이라고 생각합니다.

사실 저 또한 드림캠프를 하는 동안 제 꿈에 대해서 더 자세히 생각해 볼 수 있었던 것 같아요. 꿈에 대해 고민할 때 아무래도 주변에 휘둘리거나, 인기 있는 분야 위주로 생각하게 되었는데 이 멘토링을 진행하면서 제가 좋아하는 분야, 그리고 가치관과 맞는 분야를 선택해야겠다는 다짐을 다시 한 번 하게 되었어요. 드림캠프 봉사활동은 각자의 꿈을 찾아가는 학생들을 보며 뿌듯한 것은 물론, 저 자신에 대해서도 돌아볼 수 있는 시간이었습니다. 이처럼 봉사활동은 다른 사람에게 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 자신이 한 층 더 성장할 수 있는 계기도 되는 것 같아요. 공상 독자 여러분들도 꼭 자신을 발전시켜 줄 수 있는 봉사활동을 경험해보시길 바랄게요! - 유윤아 기자

지금까지 공상 부원들이 참여한 다양한 봉사활동에 대해 알아보았는데, 어떤가요? 생각보다도 더 다양한 활동들을 하고 있는 것 같죠? 봉사활동을 한 후 세 명의 부원들이 공통적으로 한 얘기는 봉사활동을 하면서 굉장히 ‘뿌듯했다’는 것인데요, 이 감정이 저희가 계속해서 봉사활동을 찾아 하게 되는 이유가 아닐까 하네요. 저희 공상은 앞으로도 의미 있는 활동을 찾아서 해나갈 예정입니다. 몇 년 후, 이처럼 멋진 봉사활동을 하고 있을 공상 독자 여러분들을 기대하며 이만 물러나겠습니다. 다음 여름 호의 [사회 속의 공대생] 코너도 기대해주세요! 공상



▲ 드림캠프 봉사활동에 참여한 유윤아 기자

불가사리로 만든 친환경 제설제, 스타스테크

이번 선배 공학인과의 만남 코너에서는 '쓰레기로 환경을 구하자!'라는 슬로건 하에 불가사리의 사체로부터 친환경 제설제를 만드는 회사, '스타스테크'의 대표로 계신 양승찬 대표님을 만나 이야기를 나누어 보았습니다!

글
곽정원, 에너지자원공학과 3
배선열, 전기정보공학부 2
편집
이지현, 원자핵공학과 2



스타스테크 양승찬 대표님

안녕하세요, 간단한 본인 소개와 회사 소개 부탁드립니다!

안녕하세요, 저는 2014년에 서울대학교 화학생물공학부에 입학하여 현재는 스타스테크의 대표로 일하고 있는 양승찬이라고 합니다. 저희 회사를 소개해 드리기 전에, 제설제에 대한 설명을 먼저 해드려야 할 것 같아요. 보통 제설제라 하면, 소금이나 염화칼슘을 의미하는데요, 이와 같은 기존 제설제의 경우, 여러 가지 경제적, 사회적 그리고 환경적 손실을 일으키고 있죠. 저희는 이를 해결하기 위해 불가사리를 활용한 친환경 제설제 ECO-ST1을 개발하였고, 이를 제품화하여 판매하고 있습니다.

개발하신 제설제의 원리와 특징에 대해 간단한 소개 부탁드립니다!

기존 제설제로 인한 환경 문제는 염화이온 때문에 발생하는데, 불가사리 추출성분 중에서 탄산칼슘 다공성 구조체가 불안정한 염화이온을 정전기적 인력을 통해 흡착함으로써 도로 위 염화이온 농도를 감소시켜 줘요. 결과적으로 여러 방면의 환경문제에 솔루션을 제시할 수 있답니다. 또한 특수 코팅으로 인해 침투효과와 용빙 성능이 뛰어나고, 미세한 입자가 없기 때문에 호흡기 질환을 일으키지 않는다는 장점이 있죠.

	해양 폐기물 불가사리 활용 해양 폐기물 불가사리를 활용하여 불가사리의 해양 생태계 파괴문제, 처리비용문제, 소각폐기에 따른 2차적 환경문제까지 해결하면서 기존 친환경 제설제의 한계점 해결.
	압도적 용빙성능 염화나트륨 용빙성능의 최대 166%까지 향상된 용빙효과 염화칼슘 대비 3배의 용빙 지속력
	부식ZERO 친환경 제설제 강재부식도 통과 기준인 30%를 넘어서 0%에 가까운 수치인 0.8%의 부식을로 타사와 비교할 수 없는 압도적인 부식율을 자랑
	고결화 해결 장기보관 최적화 특수코팅 비드의 적용으로써 고결화 문제를 해결하여 장기간 보관 가능하고 분진이 발생하지 않음
	PERFECT-ECO 부식뿐만 아닌 기존 제설제로 인한 모든 환경문제에 있어 해결책을 제시

▲ ECO-ST1의 특징, 출처: 스타스테크 홈페이지(Starstech.co.kr)

제품의 개발과 생산은 어떤 방식으로 이루어지나요?

일반적으로 제조 관련 회사의 99%가 생산하는 업체에게 위탁을 해서 제조하는 방식일텐데, 저희는 직접 공장을 운영하고 있어요. 그래서 별도의 생산팀이 존재해서 생산 관리와 품질 관리 등을 담당하고 있죠. 영업 팀은 국내 영업과 해외 영업으로 나뉘어 일을 처리하고 있고, 기술개발팀에서는 별도의 콜라겐, 액상 비료 등의 새로운 기술 개발 연구를 진행하고 있습니다. 마지막으로, 이곳 본사에 있는 경영지원팀도 있어요.

창업을 하시게 된 계기가 무엇인지 궁금합니다.

원래 창업에 관심을 갖고 있었는데, 학부생 때 서울대학교 화학생물공학부의 김재정 교수님 수업을 듣다가 우연히 교수님께서 만들어 주신 창업 관련 멘토링 프로그램에 참여하게 되었어요. 그때 대기업 임원분들, 1세대 창업가분들을 자주 뵈고 회사에 가서 설명을 듣는 시간도 가지면서 동기 부여가 됐었죠. 그리고 창업에 대한 새로운 사실들을 알게 되고 학교생활과 공부보다는 회사 경영에 대해 더 관심이 가기 시작했습니다.

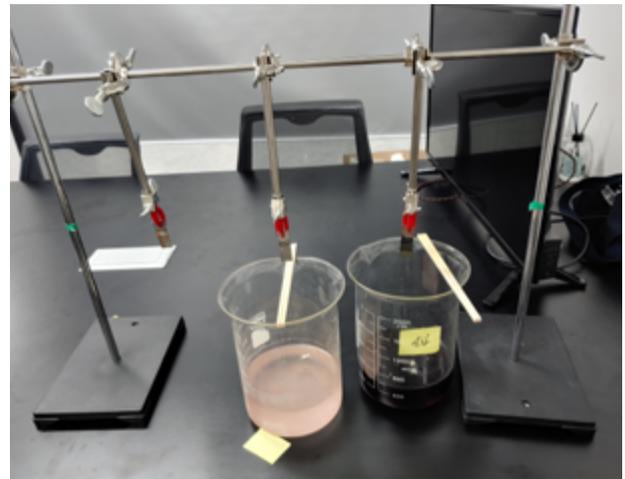
이후 고등학교 때 R&E로 연구했던 아이디어를 살려서 군 복무 중에 창업을 시작했어요. 준비가 많이 안 되어있었는데도 좋은 평가를 받으니까 창업해도 될 것 같다는 확신이 생기더라고요. 그래서 전역하자마자 같이 대회에 나갔었던 동기들과 창업을 하게 되었어요.

사실 창업의 리스크가 크다 보니 주저하시는 분들이 많은데, 대표님께서 처음에 주저하지 않으셨는지 궁금합니다.

창업할 때 주저하는 이유가 크게 3가지가 있어요. 첫 번째는 돈 문제, 두 번째는 커리어 문제, 세 번째는 시간문제예요. 저 같은 경우에는 창업에 대한 관심이 학교생활이나 전공 공부보다 훨씬 더 컸었기 때문에 커리어와 시간 문제는 생각하지 않았어요. 돈이 문제였는데, 창업에 대해 많이 알아보니까 요즘은 창업을 자기 돈으로 하는 시대가 아니더라고요. 정부 지원금도 많고, 벤처투자자들도 활성화되어 있어서 지원을 많이 받을 수 있었어요. 당시 제품 개발도 안 된 상태였는데도 불구하고 다들 저를 믿고 투자해 주셨죠. 덕분에 힘내서 정말 열심히 창업에 매진할 수 있었어요.

창업의 매력이 무엇이라고 생각하시나요?

창업은 한 마디로 그냥 재밌어요. 일반적인 학부생의 경우에는 보통 로드맵이 정해져 있는데, 창업은 자신만의 로드맵, 마스터플랜을 직접 짜야 하고 틀이 정해져 있지 않다는 점에서 정말 재미있는 것 같아요. 눈이 오면 거리에 뿌려져 있는 제설제 중에 저희 제품이 꽤 많을 거예요. 제가 개발한 제품이 사람들의 삶 속에 조금씩 녹아 들어가 사회에 도움을 주고 있다는 걸 볼 때 창업하기 좋겠다는 생각이 들죠.



▲ 제설제 부식 실험

스타트업을 하시면서 제일 좋았던 점은 무엇인가요?

사실 제 성격이 그렇게 살가운 성격은 아닌데, 스타트업을 하면서 처음으로 이 사람들과는 진짜 가족같이 끝까지 가겠다는 느낌을 받았어요. 회사가 망하더라도 끝까지 저와 함께 있어 주겠다는 사람들이 생겼죠. 대표로서 외롭고 스트레스도 많이 받지만, 같이 가는 동료들이 있다는 점이 제일 좋은 것 같아요. 제일 중요한 것도 사람인데, 제일 좋은 것도 사람이에요.

스타트업 관련해서 팁을 주실 게 있으시다면 무엇인가요?

스타트업을 하다 보면 주변의 상황이 많이 변하고, 빠르게 판단해야 할 때가 많아요. 제가 느낀 건 고민하고 있을 시간에 뭐라도 행동하는 게 훨씬 낫다는 거예요. 아무리 고민하고 준비하더라도 실제로 시장에 제품을 내놓으면 생각했던 문제들보다 두 배 세 배 이상으로 문제들이 발생해요. 그렇기 때문에 당장 생각나는 문제들만 해결해 놓고 일단 시장에 내놓은 뒤 그때 나오는 피드백을 받아들이면서 수정하는 게 좋아요.

마지막으로 공대상상 독자분들께 하고 싶으신 말씀이 있으시다면 해주세요!

고등학생 분들께 창업하라고. (머뭇) 할 수 있죠. 할 수 있어요. (웃음) 요즘은 고등학생 창업자 분들도 많으니까요? 열심히 준비하셔서 창업 전선에서 만날 수 있으면 좋겠네요. 창업하는 게 진짜 재밌습니다. 공상

에릭남과 함께한 따스한 관악사 정기음악회



글
전해성, 전기정보공학부 2

편집
심수정, 재료공학부 4

• 서울대학교 대학원생 중 해당 동에서 기숙사생들과 함께 거주하며 호실 점검 및 관리를 하며 학생들의 적응을 위해 노력하는 조교



▲ <I Global U> 포스터

지하철 2호선 낙성대역부터 관악산 중턱의 신공학관까지 오르내리며 많은 서울대 학생들의 통학을 책임지는 ‘관악 02’ 버스를 탄다면, 캠퍼스 한 자락에 길게 펼쳐진 ‘관악사’를 지나칠 수 있습니다. 관악사는 무려 5,800명의 다양한 국적과 배경을 가진 학생들이 거주하는 서울대학교 관악캠퍼스의 학생생활관인데요. 관악사가 하나의 공동체로서 운영하는 다채로운 교육, 체육 및 문화 프로그램 중 최대 콘서트로 자리매김한 ‘관악사 정기음악회’는 올해로 20주기를 맞이하여 특별한 무대를 열었습니다. 지난 11월 14일, 글로벌 사회의 아이콘인 싱어송라이터 에릭남과 관악사 학생들이 함께 자기 자신, 국제사회, 그리고 우리 서로에 대해서 이야기해 보는 ‘I Global U’ 음악 토크 콘서트가 개최되었습니다.

세계 80여 국에서 온 학생들이 거주하며 다양성이 공존하는 관악사 구성원을 위한 콘서트인만큼, 행사는 한국어뿐만 아니라 영어로도 동시 진행되었습니다. 관장을 맡고 계신 노유선 자연과학대학 생명과학부 교수님이 학생 생활관에 거주하는 학생들의 고충을 이해하고 격려하는 축사를 한국어와 영어로 멋지게 진행하여 박수갈채를 받았습니다. 이후, 기숙사 합창단의 멋진 공연 덕분에 본격적으로 시작될 콘서트를 한층 더 기대하게 되었습니다.

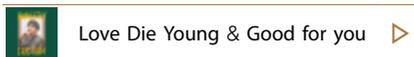
모두가 기다리던 에릭남이 동시통역을 맡은 동조교*님과 입장하였고, 콘서트 홀은 함성으로 가득했습니다. 에릭남은 한국계 미국인으로서 해외에서도 출중한 컨설팅 커리어를 쌓고, 음악 경연프로그램 <위대한 탄생>에 도전하여 국내에 이름을 알렸습니다. 최근에는 음악활동 이외에도 부드럽고 재치있는 진행 능력으로 해외 스타들의 내한 인터뷰를 담당하는 MC로 활발히 활동하고 있죠. 이 날만큼은 에릭남이 질문자가 아닌 답변자로서 사전에 선별된 관악사 학생들의 고민거리를 경청하고 이들을 위한 따뜻한 위로와 답변을 해 주었습니다. 개인적인 고민거리와 관련된 ‘I’, 국제사회의 일원으로서 경험과 관련된 ‘Global’, 그리고 에릭남과 관련된 ‘U’ 세 가지 주제에 각각 해당하는 학생들의 질문에 대한 에릭남의 생각을 듣고, 사이사이 라이브 공연을 가졌습니다. ‘나’에 대한 코너에서는 스무 살의 막바지인 새내기가 모든 것이 처음이었던 대학 생활이 쉽지 않았음을 토로하며 앞으로 어떻게 나아가야 할 지 고민이라는 질문이 있었습니다. 이에 대해 에릭남은 스무 살은 마음껏 도전하고 실패하여도 괜찮고, 어쩌면 그러한 경험이 필요한 시기라며 앞으로도 열정을 갖고 도전한다면 기회를 잡을 수 있을 것이라 독려했습니다.





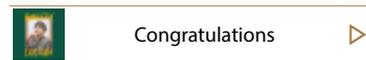
① 기숙사 합창단의 공연 모습
② 서울대학교 굿즈 티셔츠를 선물받은 모습
③, ④ 때론 진지하고, 때론 장난스러운 에릭남

국제사회에 대한 이야기를 하던 중, 한 학생이 해외에서 겪은 인종차별의 트라우마를 고백하며 외국인 친구를 사귀기 위해 이를 극복하고 싶어 조언을 구했는데요. 에릭남 본인도 동양인 외모로 종종 해외에서 시야가 좁은 인종차별자들을 마주한 적 있으며, 안타깝지만 그러한 사람들은 무시하고 다른 좋은 사람들을 사귀는 것에 집중하는 것이 최선일 것이라고 답하였습니다. 덧붙여 외국에서도 같은 나라에서 온 사람들만을 만나는 것보다, 일부러 조금 더 다양한 사람들과 부딪히려 노력할 것을 추천했습니다.



마지막으로 '당신', 즉 에릭남에게 묻고 싶은 것과 주변 사람들과의 관계에 대한 질문 시간을 가졌습니다. 우선 한국에서도, 외국에서도 적응에 어려움을 겪고 있다는 한 유학생의 고민에 에릭남은 '혼자라고 생각하지 않았으면 좋겠다'며 일종의 커뮤니티를 형성하여 하나둘씩 인연을 쌓아가는 것은 어떤지 제안했습니다. 또한 에

릭남의 향후 목표, 기원에 대해서는 '상대적으로 동양인이 많지 않은 음악 분야에서 우수한 한국 아티스트들과 음악들을 알리고 싶은, 개인적이지 다원적인 목표가 있다'고 하였습니다. 덧붙여 2020년 목표는 그저 '행복하고 건강하기'라고 답하며, 학생들의 건강까지 기원해주었는데요. 에릭남의 따스한 답변 덕분에 콘서트홀에서 돌아가는 모두의 마음이 따뜻해졌습니다.



매년 기숙사생들에게 양질의 문화생활을 지원하는 관악사 정기음악회의 20회 공연은 불과 2시간 전 발매된 에릭남의 앨범, 'Before we begin'의 신곡 라이브를 학생들이 가장 먼저 들을 수 있게 해준 특별한 선물이었습니다. 콘서트 홀을 나오자마자 다음 관악사 정기음악회가 기대될 만큼 다양성이 공존하는 서울대학교의 일원으로서 나 스스로를 되돌아보는 즐겁고 따뜻한 시간이었습니다. 공상

호주 시드니 맥쿼리 대학교 (Macquarie University) 교환학생기

글
서지영, 조선해양공학과 2

편집
신원준, 재료공학부 2



● 교환/방문 학생들이 낯선 한국 생활에 적응할 수 있도록 돕는 서울대학교 국제협력본부 산하 학생 자치 단체

안녕하세요, 자기소개 부탁드립니다!

안녕하세요, 서울대학교 공과대학 재료공학부 16학번 박정인입니다. 저는 2019년 2학기에 호주 시드니 맥쿼리 대학교로 교환학생을 다녀왔습니다.

교환학생을 가기 된 계기는 무엇이었나요?

해외에 오래 머물렀던 경험이 없어서 예전부터 외국에서 공부해 보고 싶은 마음이 있었어요. 그러던 중, 주변의 친구들이 교환학생을 다녀오는 모습을 보며 도전해보기로 결심한 것 같아요. 제가 가장 자신 있는 외국어가 영어였기 때문에 되도록이면 영어권 나라를 희망했어요. 그중에서도 날씨가 좋은 호주 시드니의 맥쿼리 대학교를 선택하게 되었어요.

교환학생을 가서 들은 수업으로는 어떤 것들이 있나요?

맥쿼리 대학교에서 수강한 과목으로는 외국어로서의 영어, 호주의 사례로 알아보는 호주 역사, 인권법, 기초 공학이 있는데요. 이 중에서 가장 인상 깊었던 수업은 외국어로서의 영어 수업이었어요. 이 수업은 기본적인 영어 실력은 있지만, 영어 에세이나 발표가 아직 낮은 학생들이 수강하는 강의였어요. 강의의 특성상 아시아나 아프리카 등 영어가 모국어가 아닌 문화권에서 온 다양한 학생들이 많았는데, 그러다 보니 서로의 문화를 공유하는 것을 중심으로 수업이 진행되었어요. 저의 경우에는 K-POP이 세계적으로 인기를 끄는 이유를 키워드로 뽑아서 발표했던 것이 기억에 남네요.

혈혈단신으로 간 교환학생, 친구들은 어떻게 사귀어 수 있었나요?

맥쿼리 대학교에는 서울대학교의 스누 버디*처럼 외국인 교환학생을 위한 맥쿼리 버디가 있어요. 맥쿼리 버디는 시티 투어, 동물원 견학, 피자 파티 등 서로 어울려서 시간을 보낼 수 있는 여러가지 행사들을 진행했지요. 그중 시티 투어에서 만난 친구들은 교환학생을 마친 지금까지도 연락을 주



▼ 맥쿼리 대학교 전경.
출처: <https://www.mq.edu.au>



▲ 그레이트 배리어 리프



▲ 시드니 오페라 하우스(Sydney Opera House)

고발을 정도로 각별한 사이가 되었답니다. 기숙사에서든 영화 관람이나 파티 등 자체적인 행사가 매주 있었기 때문에 좋은 친구들을 사귄 기회가 많이 있었어요.

호주에서 가장 기억에 남는 곳은 어디인가요?

시드니에서 교환학생으로 학교를 다녔기 때문에 시드니를 가장 사랑하지만, 가장 인상깊었던 곳은 케언즈(Cairns)의 그레이트 배리어 리프(Great Barrier Reef)예요. 스쿠버다이빙을 통해 해저로 내려가 보니, 세계에서 가장 크게 남아 있는 산호초를 만날 수 있었어요! 오색 빛깔 산호초의 모습이 너무나 예뻐서 아직까지도 기억이 생생하네요.

호주에서 정말 많은 경험을 하고 왔군요! 교환학생을 통해 무엇을 얻었다고 생각하나요?

무엇보다 여러 문화권에서 온 다양한 친구들을 사귀며, 다양한 관점에서 생각해 보는 능력을 키운 것 같아요. 일례로 장발이거나 화장을 한 남학생들이 있었는데, 그 모습을 보고 머리로는 '당연히 그럴 수 있지'라 생각하면서 마음 한편으로는 '어색하다'고 느끼고 있는 제 자신을 발견할 수 있었어요. 사실 저는 열린 마음을 가진 사람이라고 나름대로 자부하고 있었거든요.

그리고 생활에 여유가 생기면서 제 자신에 관심을 가질 수 있었어요. 주말에는 친구들과 함께 시내나 관광 명

소들을 돌아다니고 맛있는 음식도 요리해 먹으며 활력을 되찾았죠. 동시에 꾸준한 운동과 독서와 같은 좋은 습관을 만들기도 했어요. 자연스럽게 정규학기 중에 학업과 대외활동으로 지쳤던 몸과 마음에 평화가 찾아왔고, 이는 새로운 것을 도전해 보고 싶은 마음으로 이어졌어요. 그래서 교환학생에 대해 사람들이 궁금해하는 점이나 동물원, 와이너리 투어와 같은 교환학생의 일상을 영상에 담아 유튜브에 올리기 시작했습니다!

모든 것이 처음이었던 교환학생, 그만큼 아쉬운 점이 있다면?

'교환학생을 가기 전에 영어 공부를 조금 더 해서 갔다면 강의를 들을 때 더 수월하지 않았을까.'하는 생각이 들어요. 특히 호주의 사례로 알아보는 호주 역사 수업 같은 경우에는 모르는 단어가 너무 많아서 도중에 수강을 취소하기도 했습니다. (웃음)

마지막으로 공대상상 독자분들에게 한마디 부탁드립니다.

나중에 대학생이 되어 교환학생을 갈 수 있는 기회가 생긴다면 꼭 도전하길 바라요! 특히나 서울대학교는 교환학생의 기회를 많이 제공하고 있으니 공부 열심히 하세요(웃음). 그리고 유튜브 '막학년 조이니의 버킷리스트' 채널의 다양한 영상을 통해 교환학생에 대한 더 많은 내용을 접해 보실 수 있습니다! 공상

0과 1의 세계, 당신은 그 안에

계전기와 개폐 회로의 상징 분석

커다란 우주선과 선박부터, 여러분들이 들여다보고 있는 스마트폰 속까지. 현대 인류는 컴퓨터의 시대에 살고 있다고 해도 과언이 아닌데요. 이렇게 인간의 삶에 없어서는 안 되는 ‘절친’이 되어버린 컴퓨터지만, 대부분의 사람들은 이 소중한 친구가 어떻게 정보를 다루는지 잘 알지 못합니다. 아쉽게도 그저 인간은 이해하지 못하는 0과 1의 세계에서 무언가가 일어나고 있다고 짐작할 뿐이지요. 하지만, 공학에 대한 애정이 상당한 독자 분들이라면 단순한 0과 1의 조합으로 어떻게 모든 것을 표현하는 것이 가능한 세계를 만들었는지 궁금증이 생기실 것 같아요. 오늘날의 이진수 컴퓨터 체계의 토대를 다진 사람은, 천재 공학자로 알려진 클로드 새넨입니다. 만 21세의 나이였던 클로드는 부울 대수와 전자회로를 결합시켜 디지털 논리회로의 이론을 창시했는데요. 석사논문임에도 불구하고 디지털 공학의 지평을 연 바로 그 논문! “A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits”(1938), 같이 읽어보시죠.

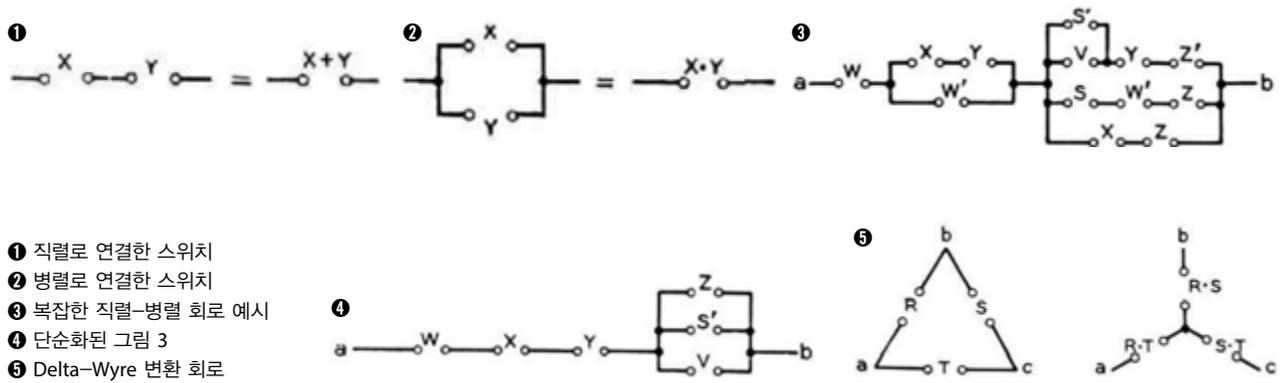


▲ 논문의 저자, 클로드 새넨

시작하기에 앞서, 논리 연산이라고도 불리는 부울 대수가 무엇을 말하는지부터 알아봅시다. 부울 대수는 19세기 중반 영국의 수학자인 조지 불이 개발한 대수 체계로, 논리적인 명제의 연산을 0(거짓), 1(참) 그리고 연산 기호들로 표현하는 방식입니다. 고등학교 수학 개념 중 하나인 ‘집합론’을 활용해, 제가 부울 대수를 처음 이해했을 때의 방법으로 알려드리겠습니다. 부울 대수는 집합론의 연산법칙에서 합집합을 +로, 교집합을 ·, 공집합을 0, 전체집합을 1 그리고 0으로 바꾼 것이라고 생각하면 됩니다. 예를 들자면, 집합론에서 $\emptyset \cup U = U$ 이기 때문에, 부울 대수에서 $0+1=1$ 이라고 할 수 있는 것이지요. 심화된 예를 들자면, 드 모르간의 법칙도 똑같이 적용이 됩니다. 집합론에서 $(A \cup B)^c = A^c \cap B^c$ 인 것처럼, 부울 대수에서도 $(X+Y)^c = X^c * Y^c$ 입니다. 다만, 집합론에서 집합 A와 B는 전체 집합 내의 어떠한 집합이어도 상관없이, 부울 대수에서 명제 X와 Y는 1(참), 0(거짓) 중 하나의 값을 가질 수밖에 없다는 것이 차이점이죠. 정리하자면, 부울 대수를 공집합과 전체집합만을 다루는 집합론이라고 이해하시면 쉽겠네요. 여기까지 이해하셨다면, 놀랍게도 역사를 바꾼 논문의 두 번째 장까지 거의 읽으신 것입니다! 사실 이런 부울 대수의 정리들이 더 소개되어 있는데요. $X+Y=Y+X$, $X * Y=Y * X$, $X(YZ)=(XY)Z$, $X(Y+Z)=XY+XZ$ 처럼 여러분들이 집합론에서 이미 배우셨을 기본적인 교환, 결합, 분배 법칙도 있고, $X+X^c=1$, $X * X^c=0$, $(X^c)^c=X$, $0^c=1$ 같이 생각해 보면 당연한 정리들도 있습니다.

두 번째 장에서는 이것이 각각 회로에서 어떤 의미를 가지는지가 마지막 장으로 서술되어 있습니다. 우선 0은 전기가 흐르는 도선, 즉 스위치가 닫혀 있는 closed circuit이고 1은 반대로 전기가 흐르지 않는 끊긴 도선, 즉 스위치가 열려 있는 open circuit이라고 할 수 있습니다. 0일지 1일지 모르는 변수 X와 Y는 switch라고 할 수 있겠네요. 그렇다면, $X+Y$ 와 $X * Y$ 는 어떻게 표현할 수 있을까요?

글
김재원, 전기정보공학부 4
편집
손성현, 원자핵공학과 4



- ❶ 직렬로 연결한 스위치
- ❷ 병렬로 연결한 스위치
- ❸ 복잡한 직렬-병렬 회로 예시
- ❹ 단순화된 그림 3
- ❺ Delta-Wyres 변환 회로

그림 ❶, 그림 ❷와 같이 표현할 수 있겠지요! 자세히 살펴보면, $X+Y$ 에서 두 스위치는 직렬로 연결되어 있으므로, 둘 중 하나만 open이어도 전체가 open circuit, 즉 1이 됩니다. t, 반대로, $X*Y$ 에서 두 스위치는 병렬로 연결되어 있으므로 두 스위치 모두 open이어야 전체가 open circuit 이 되겠지요. 이런 걸 조합하다 보면, 매우 복잡한 스위치 회로라도 짧은 부울 대수식으로 표현할 수 있습니다.

그림 ❸과 같은 복잡한 회로도 $W+W'(X+Y)+(X+Z)(S+W'+Z)(S'V+Y+Z')$ 로 간단하게 표현할 수 있고, 심지어 위에서 소개한 정리들을 도입해서 식을 더 간단하게 만들 수도 있습니다. 첫 번째 항의 W 와 두 번째 항의 X 를 이용해 그 후 항들 속 W 및 X 를 0으로 바꿔주면, $W+(X+Y)+(X+Z)(S+1+Z)(S'V+Y+Z')=W+X+Y+(0+Z)(S'V+Y+Z')=W+X+Y+S'VZ+YZ+Z'Z=W+X+Y+ZS'V$ 로 단순하게 줄일 수 있지요. 그렇다면, 이렇게 간단하게 줄인 식을 다시 회로를 옮겨서 복잡한 회로와 동일한 역할을 하는 간단한 회로를 그림 ❹와 같이 만들 수 있겠네요!

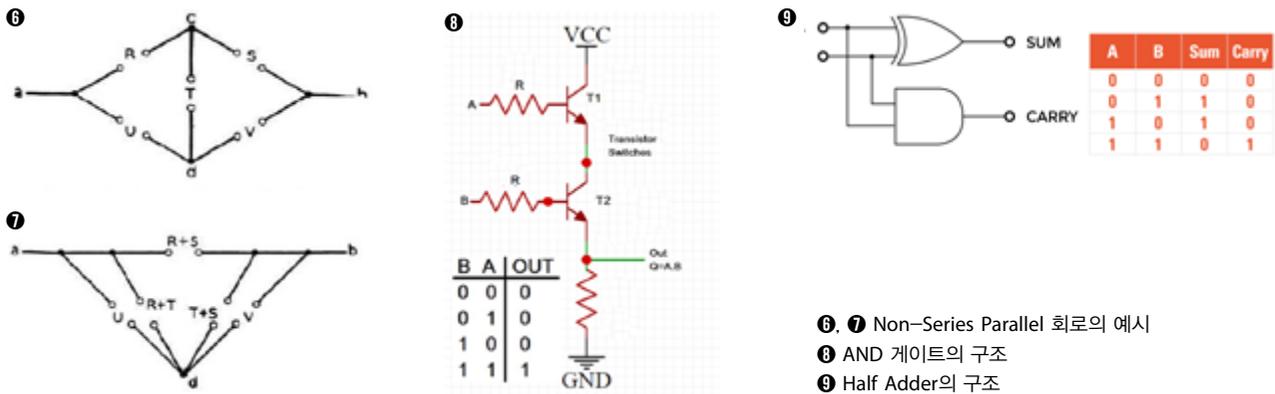
2장까지의 내용으로 짐작을 하실 수 있듯이, 이 논문의 내용은 컴퓨터의 직접적인 연산에 대한 내용이 아닙니다. 0과 1의 상태만 존재하는 디지털 회로들 중 복잡한 것들을 단순화시키는 하나의 방법론으로 부울 대수를 소개하고 있는 것이지요. 따라서, 2장을 제외한 나머지 부분들은 직렬과 병렬로만 이루어진 기본적인 회로가 아닌 다른 복잡한 회로를 단순화시키는 데에 부울 대수가 어떻게 쓰일 수 있는지를 조명하고 있습니다. 그 중

몇 개만 간추린 회로들을 같이 살펴봅시다.

그림 ❺는 Delta-Wyres 혹은 Star-Mesh 변환이라고 부르는 회로입니다. 여기서, $X_{ab}=R(S+T)=RS+RT$ 로 간단하게 연산하여, 회로를 오른쪽처럼 간단하게 변환시킬 수 있지요. 이 변환을 이용하면 병렬회로가 직렬 이외에 방법으로 연결되어있는 복잡한 회로를 이해할 수 있습니다.

그림 ❻, 그림 ❼에서 점 C를 주목해보시면 세 스위치에 대해 Delta-Wyres 변환을 역으로 적용할 수 있습니다. 그렇게 점 C를 삭제하면, 오른쪽과 같은 회로로 변환시킬 수 있습니다. $R+S$ 회로를 먼저 고려하고 나머지 회로를 고려하면, $X_{ab}=(R+S)(U(R+T)+V(T+S))=RU+SV+RTV+STU=R(U+TV)+S(V+TU)$, 부울 대수 식으로도 맞는 연산이네요.

이 논문에 적힌 정리들은 이것 외에도 참 많지만, 이 이상의 정리들은 컴퓨터 공학과는 관련성이 적은 수학적 정리들입니다. 이 논문의 발견은 어디까지나 '부울 대수가 자동 장치의 설계를 간단하게 만들 수 있다'까지기 때문입니다. 그래서, 여기서부터는 위의 개념들이 어떻게 컴퓨터의 동작에 적용될 수 있을지를 알려드리려고 합니다. 컴퓨터는 간단하게 말하자면 특정 전압 상태가 저장된 메모리에서, 이진수를 가져와 덧셈 등의 연산을 하고, 그 결과를 다시 메모리에 저장하는 장치입니다. 그리고 이런 기능을 부울 대수로 표현 가능한 디지털 회로의 동작으로 수행하죠. 하지만 논문에서는 스위치 회로의 연산을 부울 대수와 연관시켰지만, 현대의 컴퓨터는 스위치들로만 이루어졌다고 하기에는 조금 복



⑥, ⑦ Non-Series Parallel 회로의 예시
 ⑧ AND 게이트의 구조
 ⑨ Half Adder의 구조

잡하고, 몇 가지의 차이점이 존재합니다. 우선 클로드는 0을 closed circuit, 1을 open circuit이라고 했지만, 현대 컴퓨터의 논리 회로에서 0은 전압이 인가되지 않은 상태이며 1전압이 인가된 상태를 의미합니다. 또한, 위에서 언급했던 +와 *같은 논리 연산 기호가 스위치의 직렬-병렬 연결 대신 '게이트'라고 부르는 소자로 대체됩니다. 게이트는 스위치 대신 MOS 트랜지스터를 연결하여 만드는데요. 일단, 그중 가장 기초적인 AND 게이트의 구조는 그림 8과 같습니다.

그림 8 좌측 아래의 표는 진리표라고 부르는데요. 이는 게이트의 input을 넣었을 때 나오는 output을 모두 기록해 놓아 해당 게이트의 동작을 설명하는 표입니다. 표를 보면, A와 B 모두에 전압이 인가되어야만 Q에 전압이 인가되는 것을 볼 수 있습니다. 아까 배운 부울 대수를 이용한다면, $Q=A*B$ 라고 표현할 수 있습니다. 이런 동작을 구조적으로 이해해보자면, 우선 저 트랜지스터 스위치는 NMOS라고 부르는데요. A와 B가 연결된 Gate부분에 전압이 0이 인가되면 open되고, 1이 인가되면 close됩니다. 이때 트랜지스터의 source 부분에 VCC, 즉 1이 인가되어있으므로 저 스위치가 모두 close 되어야만 1이 인가되어 있겠지요. 논문에서 쓰인 rel스위치 회로와 같은 동작을 하지만, 현대의 디지털 시스템에서 MOS 트랜지스터로 이루어진 게이트 소자들을 이용하는 데에는 몇 가지 이유가 있습니다. 우선, MOS 트랜지스터는 Voltage-Control된 스위치의 역할을 하기 때문에, 전통적인 스위치 체계보다 작고 동작이 빠릅니다.

또한, 동일한 규격으로 제작된 게이트들을 이용하기에, 시스템 설계를 하는 사람들이 복잡한 스위치 회로를 고안하는 대신 단순하고 큰 게이트 단위로 설계할 수 있게 해줍니다. 위에서 예시를 든 AND게이트는 비교적 간단하지만 더 복잡한 연산을 하는 기호들도 게이트 하나로 표현할 수 있게 되는 것이지요.

저런 단순한(그림 9) 게이트만으로 어떻게 연산을 할 수 있는 것인지 의아해 하실까봐, Half Adder라고 불리는 소자의 진리표를 가져와 보겠습니다. Half Adder는 이진수를 더하는 회로로, 해당 자릿수의 덧셈 결과를 SUM으로 출력하고, 1과 1을 더하여 자릿수가 올라가야 한다면 그때만 CARRY라는 output으로 1을 출력하는 회로입니다. 이 회로를 두 input이 다를때만 1을 출력하는 XOR 게이트와 AND게이트의 조합으로 구현한 것이 위의 그림입니다. 이외에도 뺄셈, 곱셈 등의 다양한 연산도 저런 진리표만 알고 있다면 복잡한 스위치 회로를 고려하지 않고 구현할 수 있는 것이지요. 부울 대수와 게이트 회로의 조합으로, 오늘날의 연구자들은 부울 대수로 먼저 논리를 생각한 후, 연산 기호에 해당하는 게이트를 바로 조합하는 방식으로 컴퓨터를 더 효율적으로 설계할 수 있습니다.

이제, 멀게만 느껴졌던 0과 1의 세계가 조금은 가깝게 느껴지시나요? 새로운 시대를 연 공학 기술의 시작이 이처럼 간단한 아이디어에서 비롯된 것이 놀랍지는 않으신가요? 독자 여러분도 단순하지만 누구도 생각 못했던 아이디어로 무한한 가능성을 여는 공학자가 되시기를 바랍니다. 공상

공대상상 독자 여러분 안녕하세요! 최근 중국에서부터 전파된 신종 코로나바이러스(COVID-19)로 인해 전세계가 비상에 걸렸습니다. 세계 각국의 과학자들은 이 바이러스를 제거하기 위해 치료제를 찾고 있지만, 신종 코로나바이러스에 대한 백신을 만들기까지는 적어도 1년은 걸린다고 합니다. 왜 코로나바이러스는 백신을 만들어 치료하기 어려울까요? 이번 코너에서는 신종 코로나바이러스에 대해 파헤쳐 보고 바이러스를 예방할 수 있는 백신, 나아가 요즘 대두되고 있는 범용 백신까지 알아보도록 합니다.

1. 코로나바이러스에 대해

먼저, 코로나바이러스에 대해 알아보시다. 코로나바이러스는 바깥쪽에 투명하고 단단한 막을 가지고, 유전체로는 단일 가닥 RNA를 가집니다. 바이러스 표면의 돌기는 마치 왕관과 같은 코로나 모양을 형성하여 '코로나바이러스'로 명명되었다고 합니다. 여기서 주목할 부분은 코로나바이러스가 RNA 바이러스라는 점입니다. RNA 바이러스의 특징은 바이러스 스스로 자신의 유전자를 복제하는 동안 돌연변이가 발생하더라도 이를 고치지 못한다는 것입니다. 때문에 RNA 바이러스는 DNA 바이러스와는 다르게 돌연변이가 일어날 확률이 약 십만에서 백만 배 이상으로 높다고 합니다. 이것이 RNA 바이러스, 즉 코로나바이러스에 대한 백신을 만들기 어려운 대표적인 이유입니다. 2003년, 2015년 세계인들을 공포에 몰아넣었던 사스(SARS-CoV)와 메르스(MERS-CoV)도 코로나바이러스였으며, 2019년 12월 우한에서 발생한 원인불명의 폐렴도 코로나바이러스의 일종임이 밝혀져 과학자들이 골머리를 앓고 있습니다. 신종 코로나바이러스는 코로나바이러스의 특성상 동물과 사람 간 자유로운 왕복이 가능한 인수 공통 감염병(zoonosis)으로 중국 우한에서 박쥐, 사향 고양이, 천산갑 등의 동물들을 여러 번 거쳐 인간까지 감염시킨 것으로 확인되었습니다.

2. 백신의 원리와 제조법

역사적으로 인류는 여러 질병들을 과학과 함께 극복해 나갔습니다. 그렇다면 신종 코로나바이러스에 대한 치료법은 정말 없는 걸까요? 이에 대한 대답을 얻기 위해 먼저 백신에 대해 살펴보겠습니다. 백신은 이미 발병한 병을 치료하는 물질이 아닙니다. 우리 몸의 면역체계를 강화시키기 위해 체내에 주입하는 물질이죠. 간단히 말해 면역 체계의 기억을 이용하는 것입니다. 우선 면역 반응의 주인공인 항원과 항체, 그리고 백신의 면역 반응에 대해 알아보시다.

백신은 어떻게 만들어질까요?

신종 코로나 바이러스와 백신 이야기

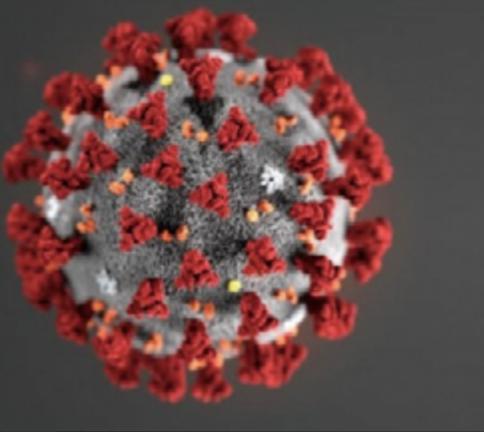
글

최승헌, 재료공학부 2

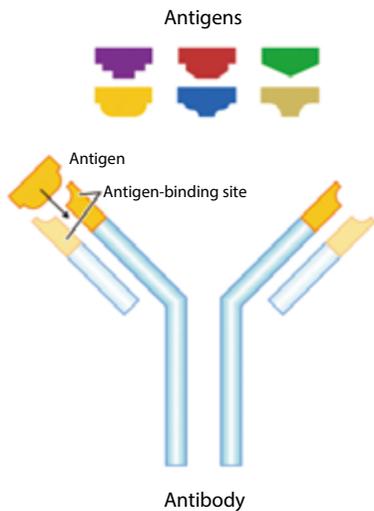
편집

이기범, 화학생물공학부 2





[그림 1] 신종 코로나바이러스



[그림 2] 항원-항체 반응

- B 림프구란 백혈구의 한 종류인 림프구 중 항체를 생산하는 세포를 말한다.
- 항생제란 바이러스를 억제하는 것이 아닌, 직접 병의 원인이 되는 세균을 죽이는 의약품을 말한다.
- 플라스미드란 세균의 세포 내에 존재하는 작은 원형의 DNA 분자이다.
- 벡터란 어떤 유전자를 하나의 생물로부터 다른 생물에게 이식할 때 그 유전자를 운반하는 역할을 하는 DNA 분자를 일컫는다.

항원(antigen)이란 병원체, 바이러스와 같이 체내에 있으면 안되는 물질을 말합니다. 즉, 우리 몸에서 제거해야되는 물질이죠. 하지만 항원에 너무 민감한 경우 알레르기와 같은 증상이 나타나기도 합니다. 항체(antibody)란 침입한 항원에 대응하기 위해 몸의 면역 세포 중 하나인 B 림프구[●]에서 만들어지는 물질입니다. 우리 몸의 면역 반응은 항체가 항원과 결합하여 항원을 소멸시키는 과정으로 이루어집니다. 이때 항체는 특정한 항원에만 결합하기 때문에 새로운 형태의 항원에 대해서는 또다시 새로운 항체를 만들어내야 합니다. 우리가 맞는 예방접종은 이러한 상황을 방지하기 위해 체내에 무해한 항원을 주입하여 스스로 주입된 항원에 대응하는 항체를 미리 생성하도록 하는 것을 말합니다. 이 주입된 항원을 백신(vaccine)이라고 부릅니다.

앞서 백신의 원리에 대해 알아보았는데, 위험한 바이러스를 몸에 주입하기 때문에 바이러스가 인체에 주는 영향이 중요할 것입니다. 즉, 너무 강한 바이러스를 백신으로 사용하면 안될뿐더러 우리 몸이 항체를 생성하지 않을 만큼 약한 바이러스를 백신으로 사용하면 안되겠죠? 백신을 만드는 방법은 크게 3가지가 있습니다. 유정란 백신과 세포 배양 백신, 유전자 재조합 백신이 바로 그 것입니다.

먼저, 유정란 백신은 쉽게 말해 바이러스를 동물세포 또는 유정란에 주입하여 배양한 뒤, 독성을 약화시키거나 없애 생성되는 백신입니다. 항생제^{●●}와 백신을 주입하지 않은 닭을 이용해 유정란을 만들어내고, 유정란을 열흘 간 부화시킵니다. 이후 알 윗부분에 바이러스를 접종하고 사흘 정도 배양하게 됩니다. 마지막으로 감염 부위에서 바이러스 입지만을 분리하고 독성을 제거하는 작업을 거쳐 희석하면 백신이 완성되게 됩니다. 이 방식은 저렴하지만 생산량의 한계와 시간적 문제로 갑자기 발생하는 질병에 대처하기는 부족합니다.

세포 배양 백신은 살아 있는 바이러스를 동물세포에 감염시켜 만드는 백신을 말합니다. 이 바이러스는 동물세포에 감염된 후 증식하며, 이 증식한 바이러스를 분리시켜 바이러스를 정제해 백신으로 만들게 됩니다. 이 백신의 장점은 유정란을 이용한 백신보다 개발 시간을 단축시킬 수 있다는 점입니다.

이어서 유전자 재조합 방식으로 제조하는 백신이 있습니다. 이 백신은 세포의 플라스미드[●] 벡터^{●●}에 병원균의 항원단백질을 재조합하여 만들어지며, 몸에 투약하면 체내 면역 세포들이 제거할 수 있는 약화된 항원들을 만들게 됩니다.

이렇게 다양한 백신 제조 방법들이 존재하는데, 사실 신종 코로나바이러스를 예방하기에는 역부족입니다. 앞서 말했듯이, 코로나바이러스는 RNA 바이러스이기 때문에 변이가 빨라 체내에서 백신을 통해 항체를 생성하였다 라도, 쓸모가 없기 때문입니다. 그래서 과학자들은 변이하는 바이러스에 대응하도록 변이하는 백신을 개발하기 위해 노력하고 있습니다. 이를 범용 백신이라 하며, 현재 코로나바이러스의 예방책으로 주목받고 있습니다.

3. 범용 백신의 발달

여러 국가에서 코로나바이러스 백신에 대해 연구하고 있는데 상용화될 수 있는 백신이 개발되기까지는 적지 않은 시간이 소요된다고 합니다. 이렇게 매년 백신 개발이 쉽지 않은데, 한 번 집중하면 모든 바이러스로부터 면역 체계를 구축해 주는 '슈퍼 백신'은 없을까요? 실제로 이러한 생각을 한 과학자들이 여러 바이러스로부터 우리 몸을 보호해 줄 범용 백신(universal vaccine)을 개발하고 있다고 합니다. 현재는 독감을 일으키는 인플루엔자 바이러스를 대상으로 연구되고 있는데요, 그 원리에 대해 살펴봅시다.

앞서 항체는 항원 표면의 형태에 알맞게 형성된다고 하였는데요, 항원 표면의 특징적인 형태가 변한다면 항체가 항원을 제거할 수 없겠죠? 그래서 여태까지는 바이러스의 표면에 변이가 생기면 새로운 백신을 다시 만들어야했습니다. 하지만 만약 항체가 바이러스의 안쪽에 있는 '코어(core) 단백질'을 공격한다면 바이러스의 변이가 생기더라도 이 부분은 형태의 변화가 적어 백신으로 작용할 수 있게 됩니다. 이렇게 코어 단백질을 공격하는 항체를 개발할 수 있다면 체내 바이러스 제거에 효과적인 것입니다. 나아가 미국의 국립알레르기전염병연구소(NIAID)와 미국 제약사 얀센은 바이러스의 돌기 단백질의 기둥 부분을 공격하는 백신을 만들어 연구 중이라고 합니다. [그림 3]에서 볼 수 있듯이 코어 단백질 또는 바이러스 표면의 기둥 부분을 표적으로 하는 항체를 생성할 수 있다면 아무리 변이하는 바이러스라도 스스로 예방이 가능할 것입니다.

인류는 번번이 발생하는 전염병 사태로 어려움을 겪고 있습니다. 빠르게 변화하는 바이러스를 상대하기 위해 과학자들은 그에 걸맞는 백신을 개발하기 위해 노력해왔습니다. 과연 인류를 전염병으로부터 벗어나게 해 줄 범용 백신이 상용화될 수 있을까요? 아직 코로나바이러스에 대한 백신과 치료제가 개발되지 않은만큼 스스로 위생 관리와 면역력을 높이기 위해 노력해야겠습니다. 이상 신종 코로나바이러스와 백신에 대한 소개였습니다. 공상



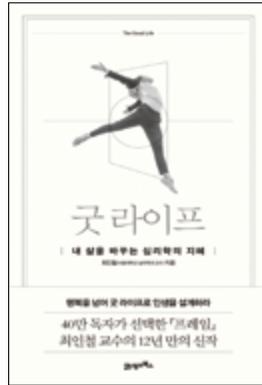
그림 출처

그림 1. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>

그림 2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Antigen>

그림3. https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/01/17/2018011702986.html

행복을 찾아서 『굿 라이프』



최인철, 21세기북스, 2018

글
김건우, 원자핵공학과 4

편집
김성진, 건축학과 3

매일 반복되는 지겨운 공부, 학교-집을 왕복하는 고단한 하루, 대한민국 고등학생이라면 누구나 공감할만한 지루한 일상입니다. 독자 여러분은 지금 행복하시나요? 어떻게 해야 우리는 행복해질 수 있을까요?

행복해지기 위해서는 우선 행복이 무엇인지를 알아야 합니다. 어떤 사람은 아무런 걱정 없이 여행 다니는 것을 행복이라고 합니다. 또 어떤 사람은 갓 마른 수건을 서랍에 차곡차곡 개어 넣는 것을 '소확행(소소하고 확실한 행복)'이라고 말하기도 합니다.

그렇지만 이 책의 저자인 최인철 교수님은 이런 것들은 우리가 기쁨을 느끼게 해주는 요소일 뿐이며, 행복 그 자체가 될 수는 없다고 말합니다. 사실 '행복이란 무엇인가?'라는 질문은 상당히 어려운 질문입니다. 고대 그리스 철학자인 아리스토텔레스는 인간이 행복해지기 위해서는 철학을 공부해야 한다고 주장했습니다. 그는 행복(Eudaimonia)을 '성취 가능하고, 완전하고, 자족적인 최상의 좋은 것'이라고 말했습니다. 이밖에도 몇몇 학자들은 행복은 특정한 활동이나 물질적 풍요와는 다르게 꽤나 고상한 것이라고 생각합니다.

최인철 교수님은 우리가 행복의 의미를 제대로 알지 못하는 이유를 행복(幸福)이라는 단어에서 찾습니다. 행복은 '다행 행', '복 복', 즉 다행스럽게 얻은 복입니다. 단어를 한자 그대로 본다면 우연히 내게 굴러들어온 복 정도로 이해할 수 있습니다. 한자의 의미가 이렇다보니 '행복'하면 자연스레 우리를 기쁘게 하는 물건, 활동 등등을 떠올리는 것이죠. 교수님은 이를 해결하기 위해 행복 대신 쾌족(快足)이라는 단어를 사용합니다. 쾌족은 '기쁠 쾌', '발 족'으로, 마음이 기쁘고, 만족스러운 상태라는 뜻입니다.

교수님은 개인의 행복, 다시 말해 쾌족을 측정하기 위한 도구로 '주관적 안녕감'을 소개합니다. 주관적 안녕감은 삶의 만족과 긍정적 정서, 부정적 정서의 3요소로 구성됩니다. 삶의 만족이 높을수록, 긍정적 정서가 부정적 정서보다 많을수록 주관적 안녕감이 높습니다. 이 개념은 실제로

전 세계적으로 통용되는 행복의 척도입니다.

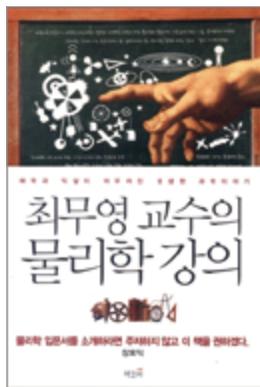
자, 이제 어떻게 하면 우리가 행복해질 수 있을지 살펴봅시다! 앞서 언급한 아리스토텔레스의 행복을 응용한 자기결정이론은 행복하기 위해서 유능성, 자율성, 연대감이 충족되어야 한다고 말합니다. 유능성은 자신이 하고 있는 일이 의미 있는 결과를 낼 것 같다는 기대감이고, 자율성은 외부로부터 압박받지 않으며 무엇을 추구할지 자유롭게 선택할 수 있는 것입니다. 마지막으로 연대감은 타인으로부터 인정받는 것으로, 관계에서 느끼는 안정성입니다. '행복은 성취와는 별개의 문제다'라는 말을 주변에서 많이 들어 보지 않으셨나요? 하지만 자기결정이론에서는 성취와 연관된 유능성이 충족되어야만 행복해질 수 있다고 주장합니다.

마지막으로, 행복과 돈의 관계에 대해 알아보겠습니다. 많은 사람들은 돈과 행복은 아무런 상관관계가 없다고 말합니다. 하지만 교수님은 이런 주장은 사람들의 위로심리에서 비롯된 통념이라고 말합니다. 꼭 돈이 많다고 행복한 것은 아니지만 돈과 행복 사이에는 유의미한 상관관계가 있다고 합니다. 하지만 교수님은 행복에서 더 중요한 요소는 돈의 총량(수입)이 아니라 돈을 쓰는 방법과 돈에 대한 태도라고 강조합니다.

최근 연구에 따르면 돈이 행복에 영향을 주기는 하지만, 돈보다 다른 가치를 중요하다고 여기는 사람이 보통 더 행복하다고 합니다. 또한 현대 사회의 피로와 불행의 근원 중 하나로 시간의 공핍을 강조하면서, 시간을 위한 소비가 우리를 행복하게 만든다고 말합니다. 또 과시성 소비보다는 평생 간직할 수 있는 경험을 위한 소비가 장기적으로 우리를 더 행복하게 만든다고 합니다.

바쁜 일상 속에서 한 번쯤은 아무것도 하기 싫고, 그저 우울한 날이 꼭 있습니다. 《굿 라이프》는 그럴 때 잠시 우리 자신을 되돌아보게 하고 행복한 삶으로 가는 길을 알려 주는 책입니다. 삶이 너무 지치고 힘들다면 이 책을 한번 읽어 보는 것을 추천합니다!

색다른 물리교양서 『최무영 교수의 물리학 강의』



글
김건우, 원자핵공학과 4

편집
김성진, 건축학과 3

최무영, 책갈피, 2008

‘광자’, ‘행성’, ‘타원궤도’... 독자 여러분은 이 단어들의 뜻을 아시나요? 아마 대한민국 고등학교의 이과생이라면 적어도 한 번쯤 이 단어들을 들어봤을 것입니다. 그러면 이런 단어도 들어보셨나요? ‘빛알’, ‘떠돌이별’, ‘타원자리길’ ... 아마 고개를 가우뚱 했을 거예요. 대충 어떤 의미인지 짐작은 갔겠지만, 이 단어들이 각각 광자, 행성, 타원궤도를 의미한다는 것을 바로 알아차리긴 어려웠을 거예요.

《최무영 교수의 물리학 강의》는 유명한 과학교양서 중 하나로, 물리와 관련된 전공지식이 전혀 없는 사람도 읽기 쉽게 쓰여 있습니다. 하지만 저는 한 부분이 걸려서 쉽게 읽지 못했습니다. 바로 ‘언어’ 때문입니다. 왜 한국어로 적혀 있는 책이 언어가 어렵냐고요? 물리에서 통용되는 말들을 다 순우리말로 소개했기 때문입니다. 아마 독자 여러분도 제가 앞에서 언급한 순우리말이 무슨 뜻인지 몰랐을 것입니다. 독자 여러분뿐만 아니라, 물리를 열심히 공부한 공대생을 붙잡고 물어봐도 아마 대부분 고개를 저을 것 같네요. 그 이유는 이 책에 사용된 용어들이 사람들이 많이 사용하지 않는 생소한 단어들이기 때문입니다.

사실 물리학은 우리가 일상에서 쓰는 말과 전혀 다른 말을 사용하는 경우가 많습니다. 입자, 파장, 전기장 등의 단어는 물리가 아니면 실생활 속에서 전혀 만날 일이 없죠. 이는 우리나라 물리 용어가 대부분 일본에서 비롯되었기 때문입니다. 일본식 한자를 그대로 옮겨 와서 우리가 평소에 쓰는 말과 전혀 다른 단어들이 등장하게 된 것이죠. 과거 식민지배의 아픔을 씻고, 우리만의 독자적인 언어를 보호한다는 취지에서 교수님께서 물리 용어를 순우리말로 바꿔 이야기하고 계십니다.

이 책은 비단 언어뿐만 아니라, 내용 역시 다른 일반적인 물리교양서와는 다릅니다. 본격적으로 물리학에 대해 이야기하기 전, 교수님은 과학을 왜 공부해야하는지 설명합니다. 많은 사람들이 학교시험 때문에, 또는 원하는 대학교에 가기 위해서, 일부는 과학이 재밌어서 공부를 하지만 교수님은 과학은 그보다 더 깊은 의미를 가지고 있다고 강조합니다.

교수님은 과학이 우리에게 주는 의미가 크게 4가지라고 말합니다. 우선, 과학은 우리에게 과학적 사고방식을 줍니다. 과학적 사고방식이란, 비판적이고 합리적인 사고방식입니다. 교수님은 20세기 이후 인류 문명이 폭발적으로 성장할 수 있었던 이유는 몇번의 획기적인 발명이 아니라, 과학이 보편화되면서 모두가 과학적 사고를 하게 되었기 때문이라고 말합니다. 과학적 사고방식을 통해 과학을 넘어 경제, 사회 등등 전문가가 발전을 할 수 있었던 것이죠.

두번째로, 과학을 통해 우리가 새로운 삶의 의미를 찾을 수 있다고 합니다. 우리가 흔히 말하는 과학, 즉 자연과학은 우주 전체에 대해 탐구하는 학문입니다. 자연과학을 탐구하게 되면 나 자신과 우주에 대해 더 잘 알게 되므로, 세계관이 더 확장되고 우리의 시야를 더 넓힐 수 있습니다.

또한 교수님은 기초적인 과학지식이 현대사회를 살아가는 데 필수적이기 때문에 과학을 공부해야 한다고 말합니다. 자연과학은 발전에 발전을 거듭하여 어느새 인류의 삶이 풍요롭고 바람직한 길로 갈지, 파멸의 길로 갈지 정할 수 있을 만큼 거대해졌습니다. 우리 모두는 사회의 구성원으로서 습득한 과학을 어떻게 사용할지 정할 책임이 있습니다. 과학의 사용을 슬기롭게 정하려면 최소한의 과학지식은 갖추고 있는 것이 중요하겠지요!

마지막으로, 교수님은 과학이 문화의 중요한 근간이라고 강조합니다. 과학은 수천년간 수많은 사람들이 탐구해서 얻은 결론입니다. 교수님은 국경을 넘어 수많은 사람들이 오랫동안 지속한 활동의 산물이라는 점에서 과학은 유네스코 문화유산보다도 훨씬 더 위대한 문화자산이라고 말합니다.

《최무영 교수의 물리학 강의》는 새로운 관점으로 과학을 바라보게 해 줍니다. 비슷한 유형의 과학문제에 지치신 독자분들이라면 이 책을 읽으며 과학의 다른 면을 들여다보기를 추천합니다!

서울대 공대 창의설계축전 수상팀 미국 CES2020 참관

서울대 공대(학장 차국헌)는 제8회 서울대 공대 창의설계축전의 수상팀으로 구성된 연수단이 2020년 1월 7일부터 10일(현지 시간)까지 미국 라스베이거스에서 열리는 CES2020을 참관했다고 23일 밝혔다.

서울대 공대 창의설계축전(Creative Design Fair)은 △서울대 공대 비전에 맞는 인재 양성 △공학적 창의 설계의 중요성 교육 및 적용 능력 배양 △학과(부) 간 교류와 협동 정신의 함양을 위해 마련된 행사다. 올해 여덟 번째로 열린 창의설계축전은 DB 김준기문화재단(이하 DB문화재단)의 후원을 받아 서울대 공대 주관으로 개최됐다. 창의설계축전의 '창의적 종합설계 경진대회'에는 다양한 학과(부)에서 총 59개의 팀이 출전해 인공지능, IoT, 자율주행, 디지털 헬스케어 등을 주제로 치열한 경쟁을 펼쳤다.

출품작들의 전시와 심사는 38동 글로벌공학교육센터 필로티 공간에서 진행됐으며, 시상식은 공대 학장단 및 DB문화재단의 정홍용 사장 등이 직접 시상에 참여한 가운데 39동 BK Hall에서 열렸다. 시상식 전후로 진행된 DB하이텍 나현철 상무와 송길영 다음소프트 부사장의 특별 강연은 행사장에 열기를 더했다.



제8회 서울공대 창의설계축전 주요 수상팀

이번 '창의적 종합설계 경진대회'에서 훌륭한 성적을 낸 최우수상 팀 ▲투바팩진(청각장애인을 위한 촉각적 웨어러블 감상 디바이스), 우수상 팀 ▲소셜센스(자폐아동을 위한 다감각 치료 교구)와 ▲공우(전방향 바퀴와 돌출형 흡입구를 이용한 꼼꼼한 청소 로봇)의 총 3개 팀은 서울 공대 연수단으로 선발됐다. 서울 공대 연수단은 미국소비가전협회(CTA)가 주관하는 CES 관람과 실리콘 밸리 GSV labs 등의 견학을 통해 글로벌 기술 트렌드에 대한 이해도를 제고하고 창업 역량을 강화할 예정이다.

허총길 교수팀, LLVM 컴파일러에 새 명령어 추가

서울대 공대는 컴퓨터공학부 허총길 교수팀(소프트웨어리 연구실)이 LLVM(Low Level Virtual Machine) 컴파일러*의 문제점을 발견하고 이를 해결하기 위해 제안한 freeze 명령어가 지난 11월 LLVM에 공식적으로 추가됐다고 23일 밝혔다.

LLVM은 현재 애플, 구글, 페이스북 등 세계 유수 회사 및 여러 오픈소스 프로젝트에서 사용되고 있다. 대표적인 프로젝트로는 C/C++ 컴파일러 Clang, 애플의 Swift 언어, 구글의 Tensorflow 프로젝트, 그리고 프로그래밍 언어 Rust가 있다.

연구진은 LLVM 컴파일러 중간 언어에 존재하는 '정의되지 않은 행동(undefined behavior)'이란 개념이 가진 문제점 및 이로 인해 발생할 수 있는 컴파일러 오류들을 발견했다. 이에 해결 방법으로 freeze라는 새로운 명령어를 제안하고 성능저하 없이 문제를 해결할 수 있음을 실험을 통해 입증했다.

이 연구는 학계에서 먼저 인정받아 2017년에 프로그래밍 언어 분야 최고 학회 중 하나인 PLDI(Programing Language Design and Implementation)에 발표됐다. 이후 산업계에서도 이 문제에 대한 심각성을 인지하고 활발한 토의가 이루어져 2년 만인 지난 11월에 공식적으로 freeze 명령어가 LLVM에 추가되



왼쪽부터 허총길 교수, 이준영 박사과정, LLVM 컴파일러 로고

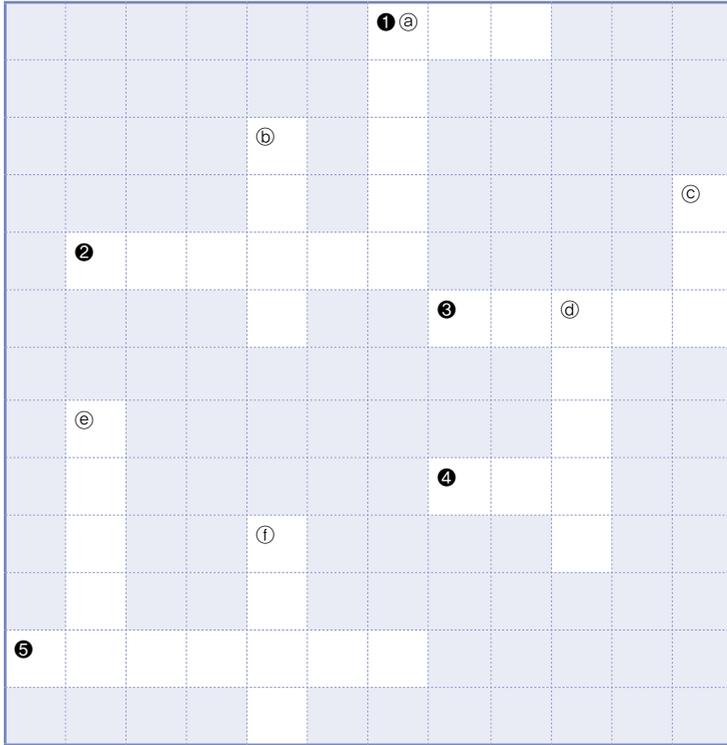
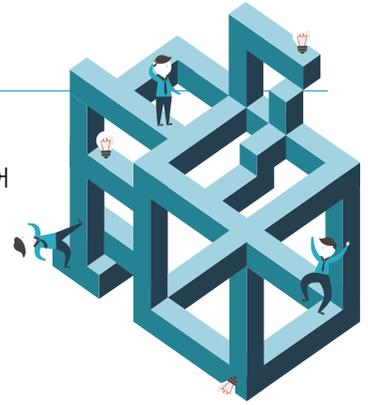
기에 이르렀다.

이번 연구는 허총길 교수의 주도 하에 구글, 마이크로소프트, Azure 시스템, 미국 유타 대학과 공동 연구한 결과다. 서울대 허총길 교수는 "이번 연구는 해외에서 더욱 주목하고 있다"며, "논문 발표 이후 기존의 LLVM 컴파일러가 구글의 소프트웨어를 잘못 컴파일하는 문제가 발생하며 이번 연구가 더욱 주목받는 계기가 됐다"고 설명했다.

- 프로그래밍 언어로 쓰인 코드를 컴퓨터 내부에서 작동 가능한 기계어로 번역하고 실행가능하게 만드는 프로그램.

십자말풀이

안녕하세요, 독자 여러분! 2020년은 연초부터 정말 큰 사건이 있었는데요. 코로나19로 인해 전국 모든 학교의 개학이 연기되는 초유의 사태가 벌어졌습니다. 모두 건강 조심하시고, 빨리 이 사태가 마무리되어 다시 힘차게 새학기를 맞이할 날이 왔으면 좋겠습니다. 아래에 31호의 마지막을 장식할 십자말풀이를 준비했습니다. 이번 호를 재미있게 읽으셨다면 빠르고 정확하게 답을 맞히실 수 있을 거예요. 정답을 보내주신 분들께 <공대상상>이 준비한 선물을 보내드리오니 많은 참여 부탁드립니다!



지난 호 정답

				에	딩	턴								
				어										
			하	나	로									
					웜									
				엑						뉴	커	먼		
	어	쿠	스	틱						로				
				선						모				
				결					그	래	픽			
아				정					리					
인	지	과	학						핀					
타									플					
슈									라					
인									이					

가로열쇠

- 'OOO'는 아리스토텔레스의 행복을 응용한 자기결정이론에서 행복하기 위해 충족되어야 하는 3가지 핵심욕구 중 하나로, 자신이 하고 있는 일이 의미 있는 결과를 낼 것 같다는 기대감을 의미합니다. 성취와 관련된 이 핵심욕구는 무엇일까요?
- 'OOOOOO'는 세계와 지역, 국가 단위에서 기아를 포괄적으로 측정하고 추적, 관측하기 위한 도구입니다. 4가지 지표로 산출하며, 복합적인 문제인 기아를 해결할 수 있게 해 주는 이것은 무엇일까요?
- 'OOOOO'는 세균의 세포 내에 존재하는 작은 원형의 DNA 분자를 말합니다. 유전자 재조합 방식으로 제조하는 백신은 세포의 이것 벡터에 병원균의 항원 단백질을 재조합하여 만들어지는데요, 박테리아가 가지고 있는 자신의 염색체 외에 스스로 복제할 수 있는 작은 유전물질인 이것은 무엇일까요?
- 'OOO'는 1859년에 납축전지를 개발한 프랑스의 물리학자로, 그는 실험 중 납을 묶은 황산 속에 넣어 전류를 통하면 충전과 방전이 된다는 것을 발견하였습니다. 한 번 쓰고 버리는 건전지와 다르게 충전과 방전을 거듭할 수 있는 축전지를 발명한 이 과학자는 누구일까요?
- 'OOOOOOO'는 바깥쪽에 투명하고 단단한 막을 가지고, 유전체로는 단일 가닥 DNA를 가지며, 표면의 돌기가 마치 왕관 모양을 형성하여 이와 같이 명명되었습니다. 2019년 12월 우한에서 발생한 원인불명의 폐렴 또한 이것의 일종인데요, 최근 전 세계적으로 위험을 불러일으킨 이것의 이름은 무엇일까요?

세로열쇠

- 'OOOOO'는 면역인 사람들을 제외한 인구 비율에 재생수를 곱한 값으로, 이때, 재생수는 바이러스에 감염된 사람 한 명이 평균적으로 더 감염시키는 사람 수를 말합니다. 전염병을 없애기 위해서는 사람들에게 백신을 투여하거나 감염자를 치료하여 이것을 1 이하로 낮춰야 하는데, 이것은 무엇일까요?

- 화학생물공학부는 그들만의 특별한 행사를 진행합니다. 그중 'OOOO'는 3월 초 신입생이 입학했을 때 신입생들이 자신의 지도교수님과 함께 저녁을 먹는 행사로, 지도교수님과 얼굴을 익히고, 학교 생활에 대한 궁금한 점들을 교수님께 직접 여쭙볼 수 있습니다. 이 행사의 이름은 무엇일까요?
- 'OOO 새년'은 오늘날 이진수 컴퓨터 체계의 토대를 다진 사람으로 만 21세의 나이에 부울 대수와 전자회로를 결합시켜 디지털 논리회로의 이론을 창시한 천재 수학자입니다. 미시간 대학교에서 전기공학과 수학을 전공했고, MIT와 미시간 대학교에서 복수학위제로 전기공학 석사와 박사학위를 받은 이 공학자는 누구일까요?
- 'OOOOO'는 '쓰레기로 환경을 구하자'라는 슬로건 하에 불가사리의 사체로부터 친환경 제설제를 만드는 회사입니다. 여러 경제적, 사회적, 환경적 손실을 일으키는 기존의 제설제를 대체하기 위해 불가사리를 활용한 친환경 제설제 ECO-ST1를 개발하고 제품화하여 판매하고 있는 이 회사의 이름은 무엇일까요?
- 'OOOOO 트리 탐색'은 알파고기 바탕으로 두는 알고리즘으로, 수학적으로 문제를 풀 수 없을 때 그럴싸한 초기값을 예측한 뒤, 수많은 무작위 수를 적용하여 반복 실험하고 그 결과를 예측한 초기값과 수학적으로 적절히 구성하여 실제 해에 근접시키는 방식으로 작동합니다. 선택, 확장, 시뮬레이션, 역전달의 과정을 거치는 이 알고리즘의 이름은 무엇일까요?
- 'OOOO'는 행성의 순우리말을 의미하며, 항성 주위를 도는 스스로 빛을 내지 못하는 천체의 한 부류를 의미합니다. 중심 별의 강한 인력의 영향으로 타원 궤도를 그리며 중심 별의 주위를 주위는 도는 이것은 무엇일까요?

십자말풀이 정답은 제일 인상 깊었던 기사에 대한 짧은 감상평과 함께 다음 호 발간 전까지 서울대학교 공대상상 E-mail(snubng@snu.ac.kr)로 보내주세요. 정답을 맞히신 분 중 추첨을 통해 소정의 상품을 덱으로 보내드립니다(주소, 학교, 학년, 이름을 꼭 함께 보내 주세요!).

편집후기



이지현 관우의 용기와 공명의 지혜를 그대에게...
 이정윤 국가적 대혼란이 하루빨리 끝나 모두 행복한 일상으로 돌아갔으면 좋겠습니다. 독자분들 늘 건강유기하세요!!!
 장원우 6년이라는 시간을 쏟은 공상. 그 동안 고마웠습니다.
 한상현 진인사대천명
 배선열 봄이 온다~

최강현 안녕하세요 여러분~!
 전병진 2년 뒤에 다시 찾아뵙겠습니다
 정석우 짜잔~ 개학이 사라졌습니다!
 박보경 와! 휴학!
 김재원 기획부 너무 달아~ ㄹㅇㅋㅋ



이재혁 공대상상 페이스북 좋아요와 팔로우! 부탁드립니다ㅇㅈㅎ
 백지원 我爱工想! 工想是最好的社团啊!
 한정현 이 감기는 중국에서 최초로 시작되어...
 김소현 바이러스조심... 또조심...
 김현수 ☆★☆☆워낙여신♥ 이지현☆☆☆
 김예원 호떡의 계절이 진다...



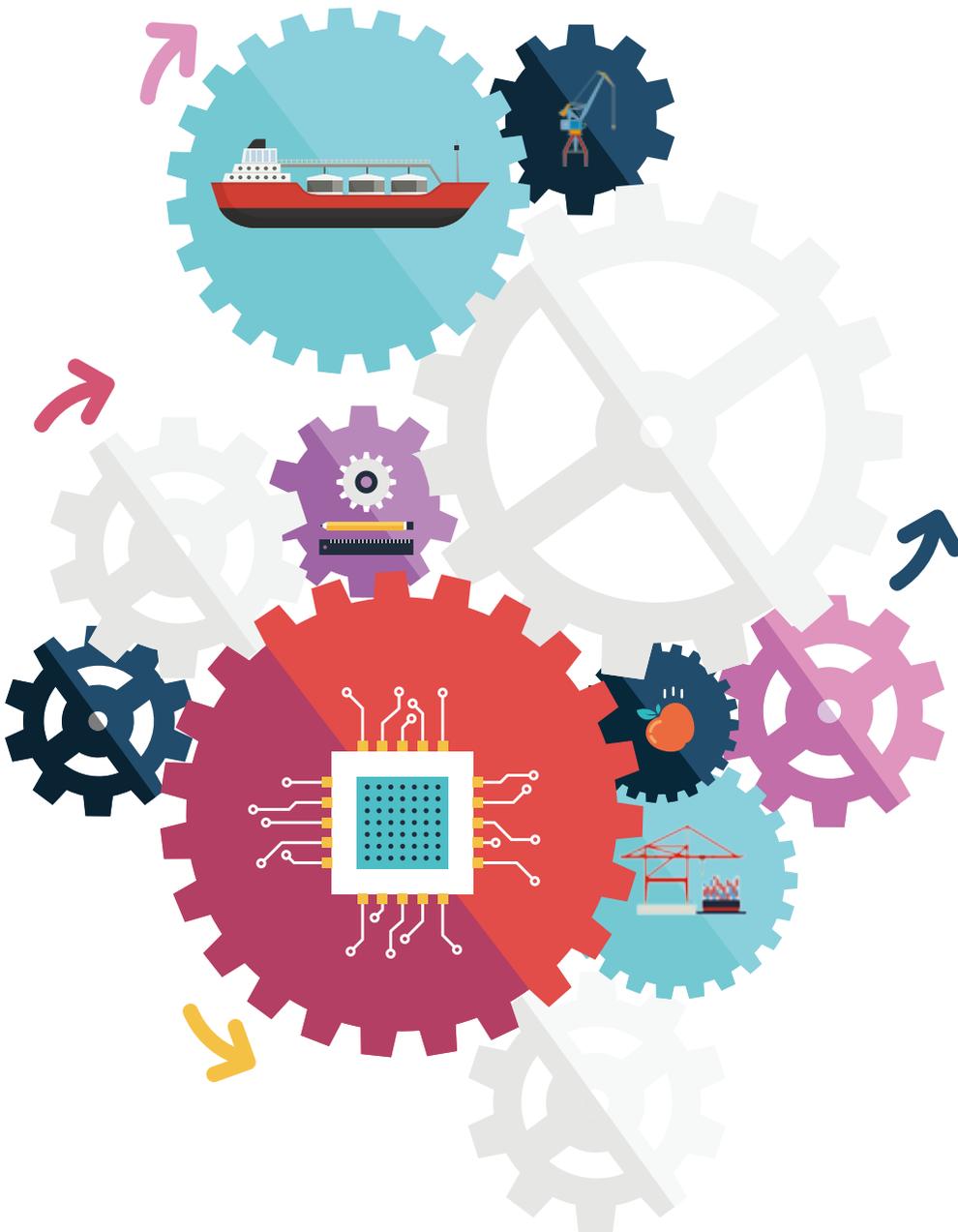
노주현 다들 행복한 인생... 사세요...
 김영호 삶은 계란, 소금같은 공상
 김윤진 선배님들 졸업축하드립니다 <(`ω´=)/` 학위복 멋져...★
 김택민 만수무강하세요 여러분~
 김도현 모두 건강관리 열심히 해요~!!! 건강이 최우선입니다☺
 이진우 절대 친구가 없어서 집에만 있는 게 아니야... 아무튼 아니야...
 김성진 당분간 공상을 떠나있게 되었습니다... 여러분 모두 건강하세요☺
 유윤아 봄이 왔지만 나들이를 가지 못해 슬프네요☹



정윤중 계절의 끝에서
 서지영 모두 건강하게 지내세요~!
 이지훈 공상 화이팅! 기획부 화이팅!
 최승현 여러분 건강 스스로 잘 챙기세요~ 다 같이 화이팅하기!!
 심수정 건강하세요ㅠㅠ
 박준혁 소리 마음은 소리 몸 안에
 이다원 건강이 최우선입니다 여러분☺ 다들 건강에 유의하세요!!
 윤영주 제 대학생활의 전부였던 공상. 모든 걸 쏟았기에 후회없이 떠날 수 있을 것 같습니다. 사랑해요 모두♥

더 큰 세상과 VISION

서울대학교 공과대학은
'한국을 일으킨 엔지니어' 선배들을 이어
미래 한국을 이끌
따뜻한 마음의 공학자 여러분을 기다립니다.



ENGINEERING
서울대학교공과대학

TEL. 02-880-9148 E-mail snubng@snu.ac.kr
<http://beengineers.snu.ac.kr>