

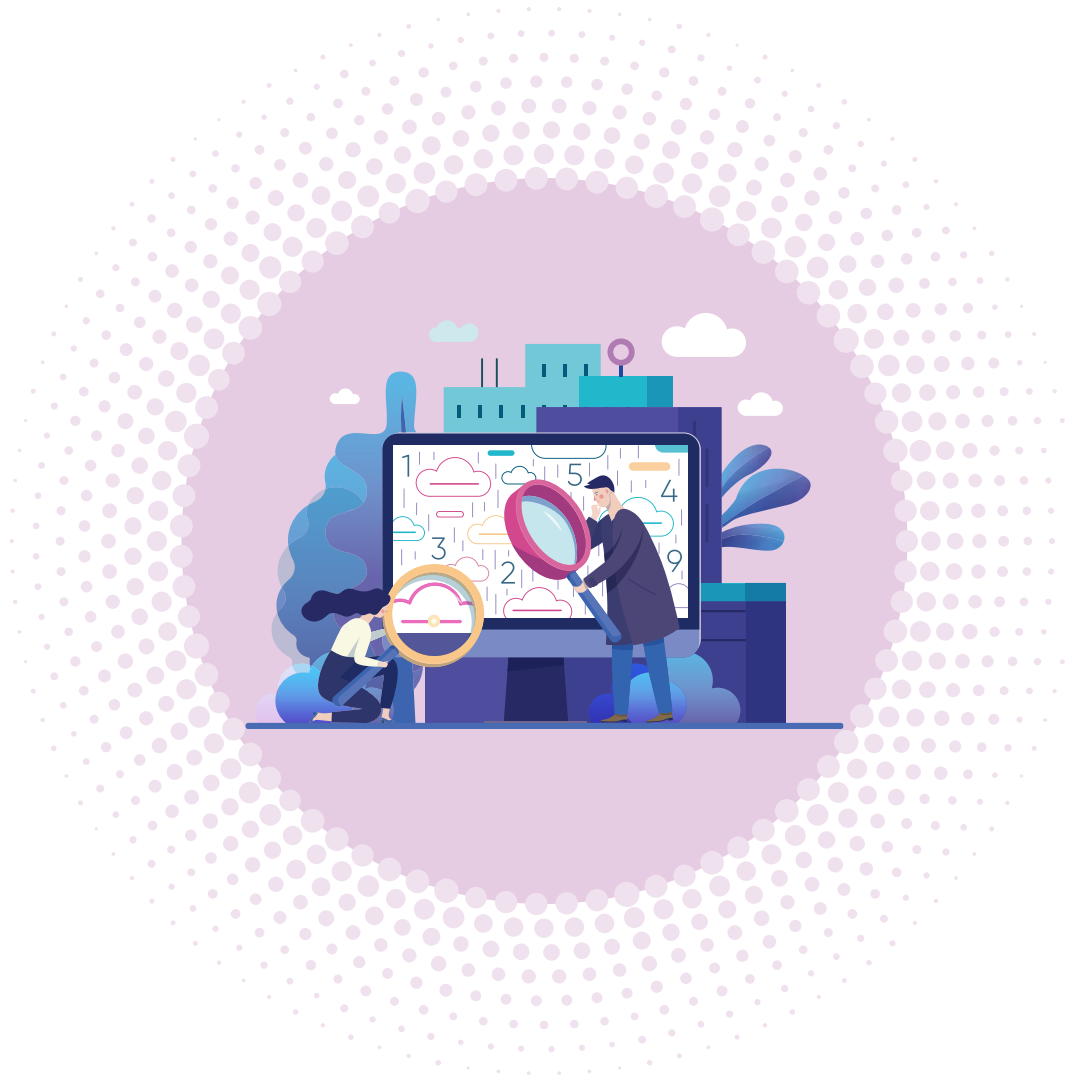
제205회 한림원탁토론회

지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할

일시 : 2022년 11월 18일(금) 15:00

장소 : 한림원회관 1층 성영철홀

※ 온·오프라인 동시 개최



초대의 말씀

UN은 올해를 ‘세계 기초과학의 해’로 지정하고, 지속 가능한 개발 목표 달성을 위한 기초과학의 역할이 중요함을 강조했습니다. 기초과학의 대표적 분야인 수학은 일기예보에서부터 전염병에 대한 대응에 이르기까지 우리의 생활과 안전, 미래와 밀접한 관계를 가지고 있습니다. 특히 머신러닝, 빅데이터 분석, 가상현실 세계 구현 등 수 많은 첨단분야에서도 수학의 역할은 매우 중요합니다. 한국과학기술한림원은 우리의 지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할에 대해 논의하고자 합니다. 한림원탁토론회를 통해 수학의 역할과 발전 방향, 그리고 미래 세대를 위한 준비에 대해 모색해 보고자 하오니 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

2022년 11월

한국과학기술한림원

한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 마련하고 국가사회 현안문제에 대한 과학기술적 접근 및 해결방안을 도출하기 위해 개최되고 있습니다.



Program

사 회 : 강순이 강원대학교 수학과 교수

시 간	구 분	내 용
15:00~15:05 (5분)	개 회	유욱준 한국과학기술한림원 원장
15:05~16:10 (65분)	주제발표	
	발 표 자	바이오 빅데이터 분석과 활용을 위한 데이터사이언스 박태성 서울대학교 통계학과 교수
		바이오·제약 연구의 디지털 전환과 그 속에서의 수학의 역할 백민경 서울대학교 생명과학부 교수
		사회와 산업 난제 해결의 열쇠, 데이터과학과 수학모델 황형주 포항공과대학교 수학과 석좌교수
	발표 요약 및 질의응답	
16:10~17:30 (80분)	지정토론 및 자유토론	
	좌 장	임요한 서울대학교 통계학과 교수
	토 론 자	이창옥 KAIST 수리과학과 교수
		이상제 한국금융연구원 선임연구위원
		김도한 서울대학교 수리과학부 명예교수
		금종해 고등과학원 CMC 석학교수
		차상균 서울대학교 데이터사이언스대학원 교수
	토론 요약 및 질의응답	
17:30	폐 회	

※ 본 토론회에서 논의된 내용은 한국과학기술한림원의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.

참여자 주요 약력

사 회



강순이

강원대학교 수학과 교수

- 한국여성수리과학회 수석부회장
- 4단계 BK21 총괄위원회 위원
- 前 한국연구재단 전문위원

좌 장



임요한

서울대학교 통계학과 교수

- 前 연세대학교 응용통계학과 교수
- 前 미국 텍사스 A&M 교수

주제발표자



박태성

서울대학교 통계학과 교수

- 前 창의연구단장 (고차원 생물정보통계연구단)
- 前 미국 워싱턴대학교 생물통계학과 방문교수



백민경

서울대학교 생명과학부 교수

- 前 워싱턴대학교 생화학부 박사후연구원
- 前 서울대학교 화학부 박사후연구원

참여자 주요 약력



주제발표자



황형주

포항공과대학교 수학과 석좌교수

- 한국산업응용수학회 학술부회장
- 한국여성수리과학회 학술부회장
- (주)한화시스템 사외이사



토론자



이창욱

KAIST 수리과학과 교수

- 한국산업응용수학회 회장
- KAIST 교수협의회 회장
- 前 KAIST 과학영재교육연구원 원장



이상제

한국금융연구원 선임연구위원

- 前 한국금융연구원 연구조정실장
- 前 금융감독원 금융소비자보호처장
- 前 기획재정부 장관 자문관



김도한

서울대학교 수리과학부 명예교수

- 前 대한수학회 회장
- 前 한국기초과학학회협의회 회장
- 前 세계수학자대회 공동자문위원장

참여자 주요 약력

토론자



김종해

고등과학원 CMC 석학교수

- 대한수학회 회장
- 前 한국수학올림피아드 위원장
- 前 국가과학기술회의 기초연구진흥협의회 위원



차상균

서울대학교 데이터사이언스대학원 교수

- 교육부 교육빅데이터위원회 공동위원장
- 한국인공지능제조이니셔티브 이사장
- 前 서울대학교 데이터사이언스대학원 설립원장

I

주제발표

주제발표 1 바이오 빅데이터 분석과 활용을 위한 데이터사이언스

- 박태성 서울대학교 통계학과 교수

주제발표 2 바이오·제약 연구의 디지털 전환과 그 속에서의 수학의 역할

- 백민경 서울대학교 생명과학부 교수

주제발표 3 사회와 산업 난제 해결의 열쇠, 데이터과학과 수학모델

- 황형주 포항공과대학교 수학과 석좌교수

주제발표 1

바이오 빅데이터 분석과 활용을 위한 데이터사이언스



박 태 성

서울대학교 통계학과 교수



Precision Medicine & Statistics (Data Science)

서울대학교 통계학과

생물정보통계연구실 (Bioinformatics and Biostatistics, BIBS)

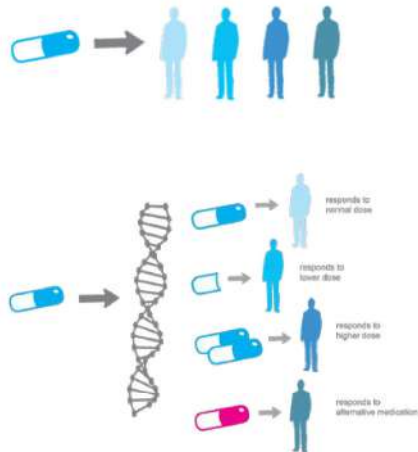
박 태 성

목차

- 정밀 의료의 개념 및 소개
- Biobank
- Data Science and Statistics for Precision Medicine
- 유전자 검사 (DTC)

정밀 의료의 개념 및 소개

정밀 의료 (Precision Medicine)



정밀의료란 ?

- 전통적인 의료에선 질병 치료나 예방에 있어 '보통'의 사람을 기준으로 동일한 방법을 적용하는 형태
- 정밀의료는 '유전, 환경, 생활 습관 등의 개인의 다양성'을 고려하여 질병을 치료하고 예방하는 새로운 의료의 형태

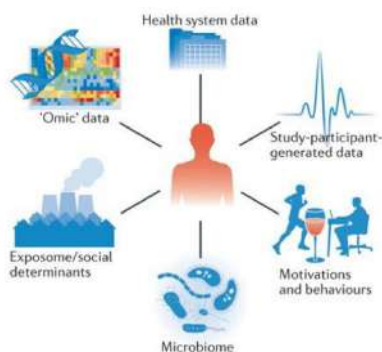
정밀 의료의 필요성

The Problem – Drugs don't always work!

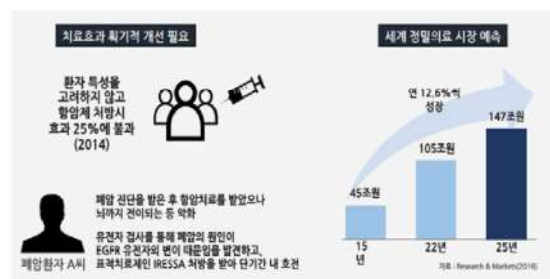
One Size does not fit all

Patients can respond differently to the same medicine		
Antidepressants (SSRIs)	38% failure	
Asthma drugs	40% failure	
Diabetes drugs	43% failure	
Arthritis drugs	50% failure	
Alzheimer's drugs	70% failure	
Cancer drugs	75% failure	

PROFF & SULLIVAN

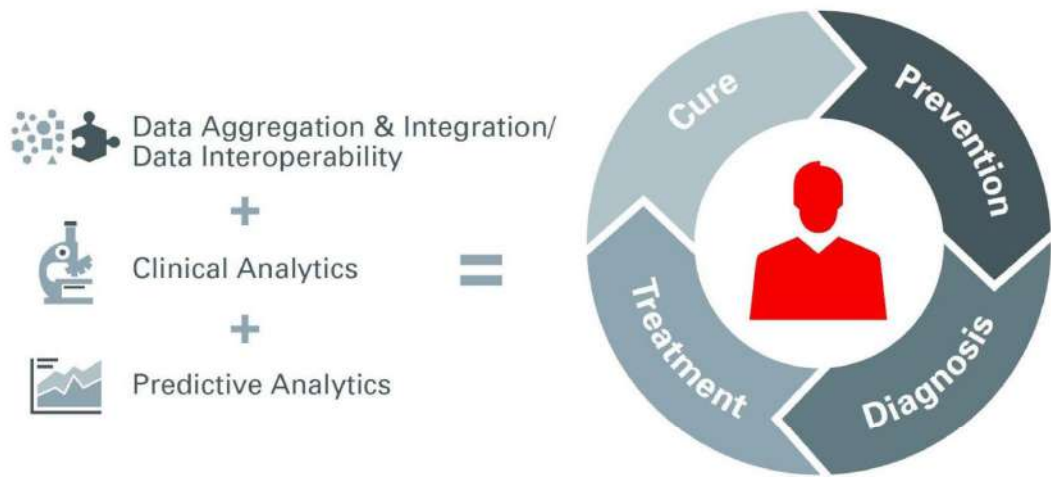


- One Size does not fit all
 - 예시 : Tumor heterogeneity
- 질병 - 고려 요소
 - Omic Data
 - Genomics
 - Transcriptome
 - Proteome
 - etc
 - Health, Environment, etc
- 경제 효과

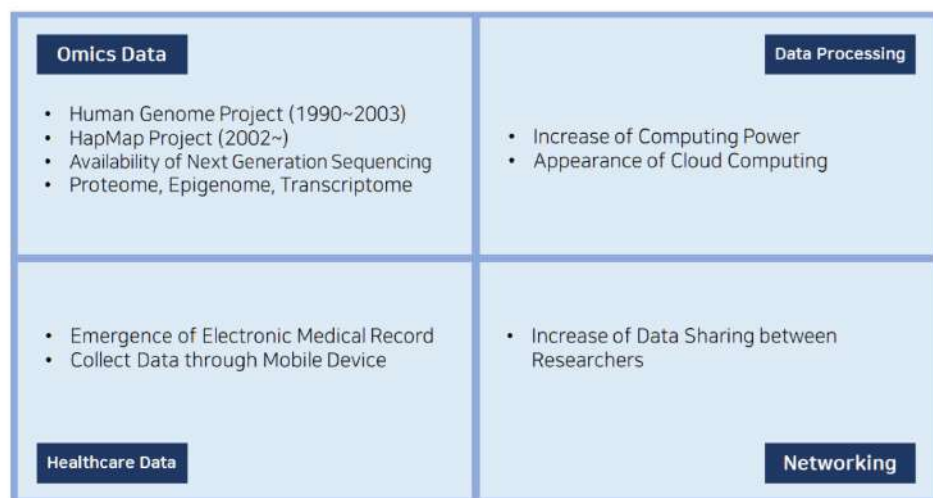


자료 : 보건복지부 자료를 바탕으로 재구성

3 Keys in Precision Medicine



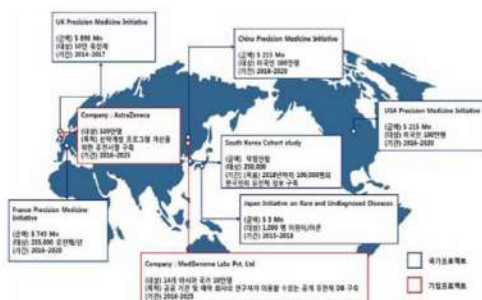
Enabling Precision Medicine



Biobank

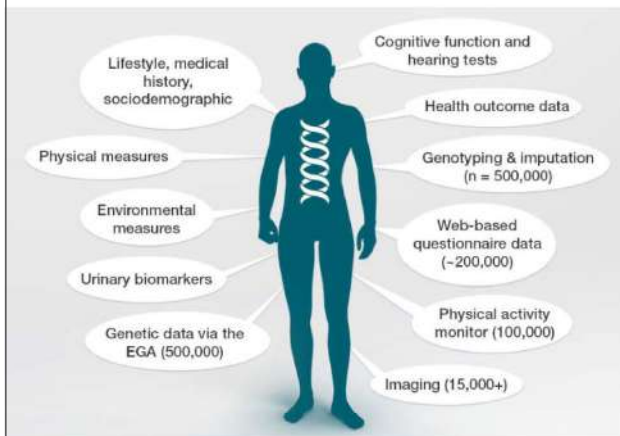
주요국의 정밀 의료 추진현황

	미국	영국	중국	프랑스	일본
코호트 규모	>100만	75만	>100만	-21	약 10만 ²²
지원 기간	2015~	2012~2017	2016~2030	2016~2025	2015~
중점 질환	암	암, 희귀질환	암(간암, 위암 등 특정)	암, 비만, 희귀질환	암, 치매, 희귀난치질환
연간 예산	약 2,500억원	약 1,100억원 ²³	약 7,000억원	약 1,700억원 ²⁴	약 960억원 ²⁵



- biobank**: UK biobank Axiom Array (500K)
- MVP**: Million Veteran Project (>500K)
- All Us**: The Genomics Working Group
- Kaiser Permanente Research Bank**: Kaiser Permanente (100K)
- Taiwan Biobank Array**: Taiwan Biobank Array (10K)
- Japonica Array**: Japonica Array

바이오뱅크

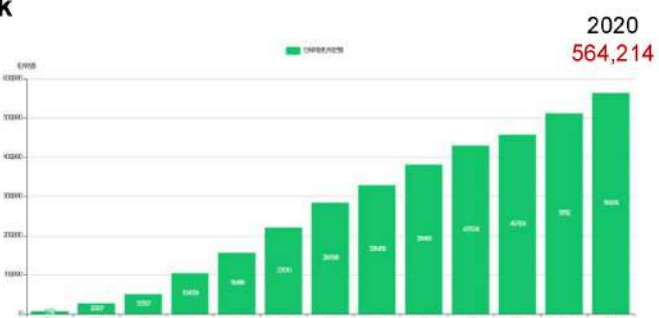


Biobank

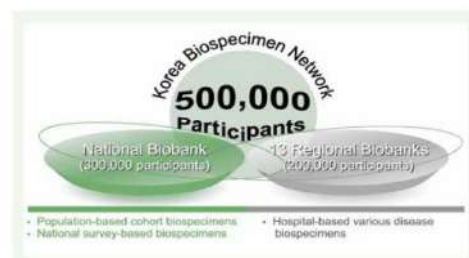
“ Type of biorepository that stores biological samples (usually human) for use in research.”

주요국의 바이오뱅크 추진현황 : 국내

● 한국 : Korea Biobank Network



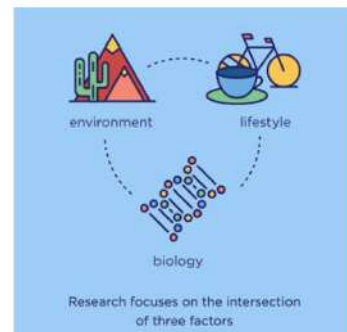
- 2008년 부터 국내 바이오 뱅크 산업 시작.
- 질병 관리 본부 산하 국립 중앙 인체 자원은행 및 전국 17개 인체 자원 단위 은행에 설치.
- 혈장, 혈청, 연막, 조직, DNA 82만명분.



주요국의 바이오뱅크 추진현황 : 미국

● United States : “All of Us” biobank

- 100 만명 (1 million participants) 코호트 구축.
- 목표 : 유전, 환경 및 생활 양식 간의 상호 작용의 이해.
- 특정 질환군에 국한된 코호트가 아닌 일반인 대상.
- public cloud 를 활용, 연구자를 데이터로 데려오는 방식으로 비용 절감 및 연구자의 접근성을 높임.



주요국의 바이오뱅크 추진현황 : 영국

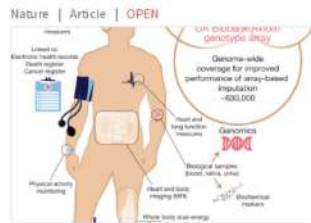
● 영국: UK biobank

- 2006-2010년
- ~500,000명의 참여자
- 40세에서 69세
- deep genetic, physical, health data를 활용한 전향적 코호트 연구
- 광범위한 건강 관련 특성에 대한 유전 및 역학적 연관성 발굴



주요국의 바이오뱅크 추진현황 : 영국

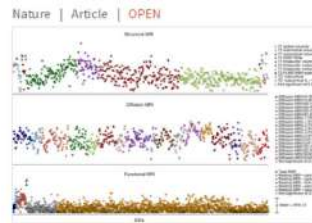
UK Biobank publications



The UK Biobank resource with deep phenotyping and genomic data

Deep phenotype and genome-wide genetic data from 500,000 individuals from the UK Biobank, describing population structure and relatedness in the cohort, and imputation to increase the number of testable variants to 96 million.

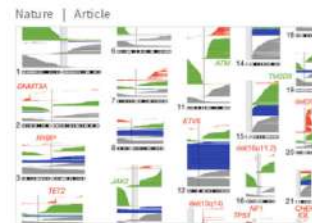
Clare Bycroft, Colin Freeman [...] & Jonathan Marchini



Genome-wide association studies of brain imaging phenotypes in UK Biobank

Genome-wide association studies of brain imaging data from 8,428 individuals in UK Biobank show that many of the 3,144 traits studied are heritable, and genes associated with individual phenotypes are identified.

Lloyd T. Elliott, Kevin Sharp [...] & Stephen M. Smith



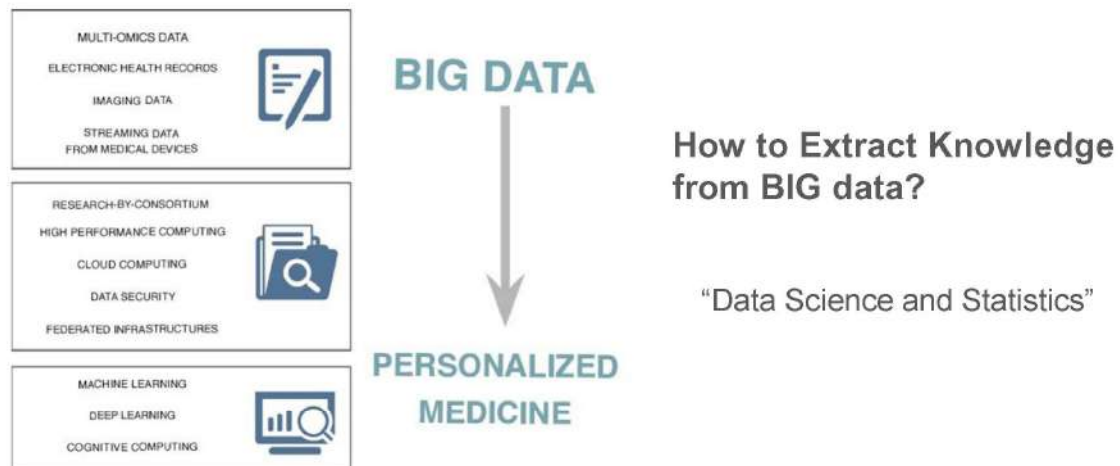
Insights into clonal haematopoiesis from 8,342 mosaic chromosomal alterations

Analysis of genotyping data for more than 150,000 individuals from the UK Biobank using long-range phase information sheds light on mechanisms of clonal haematopoiesis.

Po-Ru Loh, Giulio Genovese [...] & Alkes L. Price

Data Science and Statistics for Precision Medicine

Data Science for Personalized Medicine



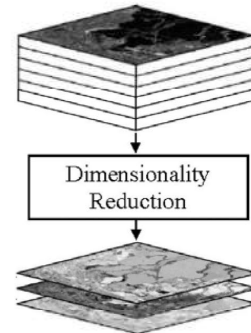
Cirillo, Davide, and Alfonso Valencia. "Big data analytics for personalized medicine." *Current opinion in biotechnology* 58 (2019): 161-167.

빅데이터의 통계적 분석

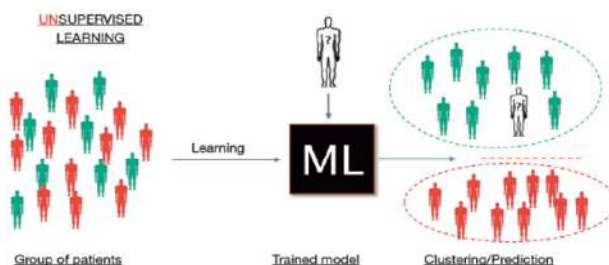
- 매우 많은/복잡한 통계적 모형 적합 및 계산 성능 요구
 - 전장유전체 분석(GWAS) (100,000번 이상)
 - 차별유전자(DEG) 분석 (20,000번 이상)
- 차원 축소 기법
 - 수많은 변수들을 의미있는 단위로 묶어주는 기법
- 통계적 학습과 기계 학습, 인공지능
 - 기계 학습: 주어진 데이터를 알고리즘으로 학습하는 방법의 총칭
 - 통계적 학습: 대부분 기계 학습을 통계 이론의 프레임워크로 이해
 - 인공지능: 인간의 지능을 모방하는 모든 기술을 총칭

차원 축소

- 통계적 요인 분석(Factor Analysis)의 응용
- 수많은 차원을 가지고 있는 의료 데이터 (유전체, 임상, 생활습관 등)를 몇개의 핵심 요소로 묶어내는 방법, 추가적인 모형 적합에 사용할 수 있음

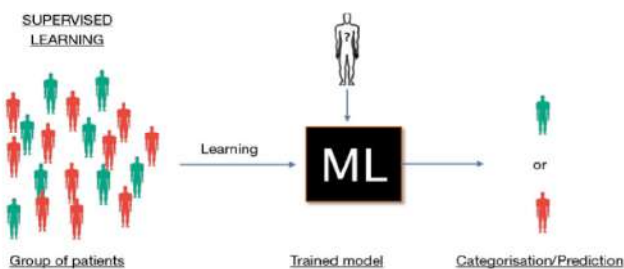
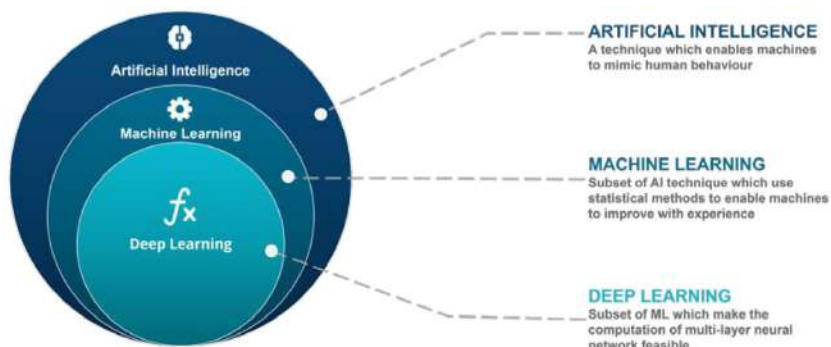


- Unsupervised Learning의 일종



- **Unsupervised Learning**
데이터에 대한 레이블 (명시적 답)이 주어지지 않은 상태에서 학습 시키는 방법

Deep Learning, Machine Learning, AI

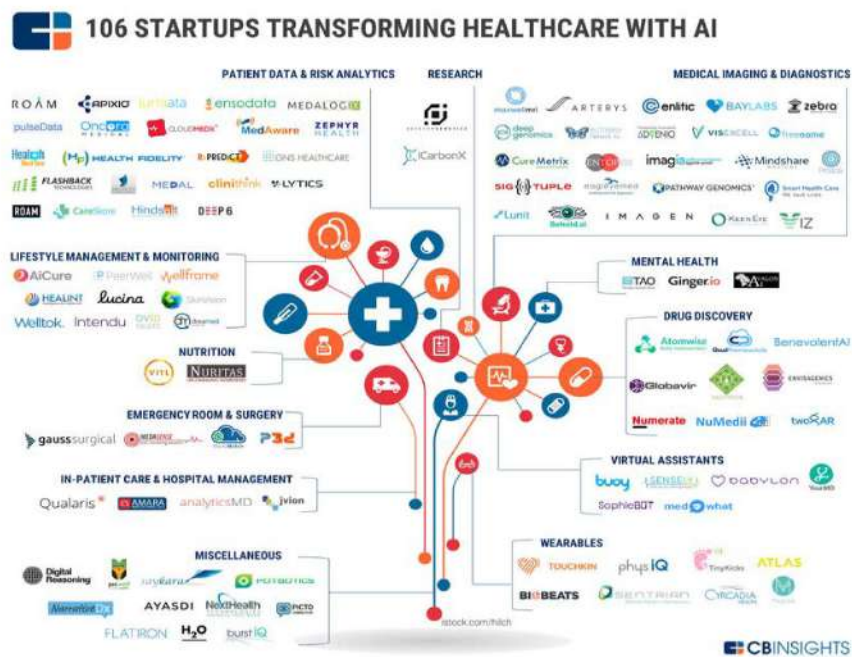


- **Supervised Learning**
데이터에 대한 레이블 (명시적 답)이 주어진 상태에서 컴퓨터를 학습시키는 방법

인공지능(AI)를 활용한 정밀의료



AI를 활용한 Healthcare 부문의 스타트업



유전자 검사

유전자 진단



A View from **Antonio Regalado**

Steve Jobs Left a Legacy on Personalized Medicine

A type of DNA test the Apple CEO hoped might save his life is becoming widely available.

September 27, 2013

MIT Technology Review

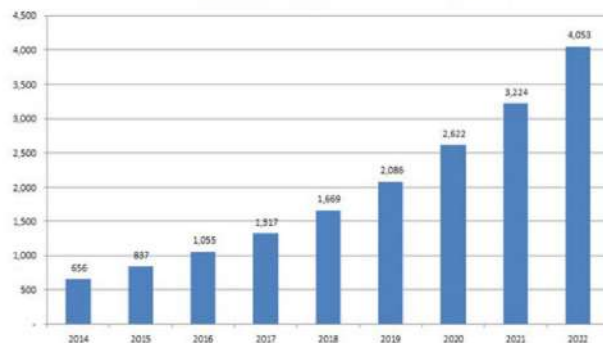


2013/5/27 TIME

유전체 분석 서비스와 DTC

- 유전체 기술 발달로 개인의 유전체 분석을 통해 질병 위험성, 피부나 다이어트와 같은 미용, 건강 등에 대한 개인 맞춤형 관리를 제공하는 서비스들이 증가하는 추세
- DTC (Direct to consumer; 소비자 직접 의뢰) 유전자 검사
 - 의료기관을 거치지 않고 소비자가 직접 유전자 검사를 의뢰할 수 있는 개인 의뢰 유전자 검사 서비스로 국외 DTC 시장 규모의 경우 매년 크게 성장하고 있는 추세

Global Direct-to-Consumer Genetic Testing Market, 2014-2022 (억원)



김지훈(2017). 국내 개인 의뢰 유전자 검사(direct-to-consumer, DTC) 동향. BRIC View 2017-T01. Available from <https://www.ibric.org/myboard/read.php?Board=report&id=2666> (Jan 11, 2017)

한국에서의 DTC

- 한국은 2016년부터 탈모, 피부노화 등의 웰니스와 콜레스테롤, 혈압, 혈당 등과 같은 질병예방에 대한 총 12가지 검사 항목에 대해 DTC를 허용함
- 현재는 웰니스 위주의 70개로 검사 항목이 확대되었음. 인증 기업은 웰니스 분야에 한해 별도 항목 확대 심의위원회 심의를 거쳐 검사 항목을 추가할 수 있는 DTC 유전자 검사 기관 인증제도 올해 시행

DTC 허가 항목 (유전자 수)

2016년

체질량 지수 (3)
중성지방농도 (8)
콜레스테롤 (8)
혈당 (8)
혈압 (8)
색소침착 (2)
탈모 (3)
모발 굵기 (1)
노화 (1)
피부 탄력 (1)
비타민C 농도 (1)
카페인 대사 (2)



소비자 대상 직접 시행 유전자 검사 항목

1	비타민C농도	21	근력운동적합성	41	알코올의존성	61	비타민 K 농도
2	색소침착	22	유산소운동적합성	42	알코올중독	62	타이로신 농도
3	피부노화	23	지구력운동적합성	43	와인선호도	63	베타인 농도
4	남성형탈모	24	근육발달능력	44	니코틴대사	64	셀레늄 농도
5	모발굵기	25	단거리질주능력	45	니코틴의존성	65	루테인&지아잔틴 농도
6	카페인대사	26	발목부상위험도	46	카페인 의존성	66	새치
7	중성지방농도	27	약력	47	불면증	67	굴절량
8	체질량지수	28	운동후회복능력	48	수면습관/시간	68	복부비만 (영양이허리비율)
9	콜레스테롤	29	기미/주근깨	49	아침형,저녁형인간	69	운동에 의한 체중감량효과
10	혈당	30	여드름발생	50	통증민감성	70	체중감량 후 체중회복가능성 (요요가능성)
11	혈압	31	피부연중	51	퇴행성관절염증감수성		
12	비타민D농도	32	태양노출후태닝반응	52	멀미		
13	코엔자원Q10농도	33	탄산/각질	53	비만		
14	마그네슘농도	34	원형탈모	54	체지방율		
15	아연농도	35	식욕	55	요산치		
16	철저장및농도	36	포만감	56	조상찾기		
17	칼륨농도	37	단맛민감도	57	비타민 A 농도		
18	칼슘농도	38	쓴맛민감도	58	비타민 B6 농도		
19	아르기닌농도	39	짭짤민감도	59	비타민 B12 농도		
20	지방산농도	40	알코올대사	60	비타민 E 농도		

DTC 서비스 기업

- 현재 한국에서 DTC 서비스 사업 분야에 진출해있는 기업으로는 대표적으로 마크로젠, 테라젠이텍스, EDGC, 디엔에이링크, 제노플랜, 메디젠 휴먼케어 등이 있음.
- 미국의 경우 대표적인 DTC 기업으로 23andMe가 있음.



DTC 서비스 기업

- 미국·일본 등은 DTC 유전자검사 범위를 알츠하이머, 파킨슨병, 대장암 등 만성질환까지 넓혔지만 국내는 웰니스에 한정되어있음. 따라서 한국의 DTC 기업은 건강 증진과 미용에 초점을 맞춘 서비스를 주로 제공하고 있음
- 또한 DTC 기업과 협력하여 맞춤형 제품 개발과 판매를 하려는 기업이 늘어나는 추세

유전자 검사 업체들이 준비 중인 유전체분석 서비스				
업체명	서비스명	서비스내용	제휴사	가격대
테라젠바이오	인스타일	텔니스70+영양소 관리, 건강 관리, 식습관·수면 관리, 카페인·알코올 반응) 혈스·뉴트리션41(영양소 관리, 건강 관리, 피부·모발 관리, 식습관·수면 관리) 뷰티·피트니스32(건강관리, 피부·모발 관리, 운동 특성 등) 다이어트29(영양소 관리, 건강 관리, 식습관·수면 관리, 운동 특성 등)	핏핏, 허벌라이프 등	10~20만 원대
마크로젠	마이G스토리 맞춤건강 유전자맞춤형 식단 피부관리 R&D Care8DNA	영양소, 피부·모발, 운동, 식습관 개선 개인 영양 상태 분석 및 처방 개인 영양 상태 분석 및 식단 개선 피부 상태 진단 및 개선 방안 처방 유전자 기반 구독형 헬스케어	동원 F&B 풀무원건강생활 어메이징푸드솔루션 LG전자·LG생활건강 SKT 인바이초헬스케어	9만 9000원 ~35만 원
랩지노믹스	위드진	개인별 유전적 체질, 식이습관, 체내 영양 및 대사, 운동효과 등	쥬비스다이어트, 시크릿다이어트, 핏핏 등	B2B상 비공개

자료: 업계 종합

<https://www.sedaily.com/NewsView/268E4C1Z3B>

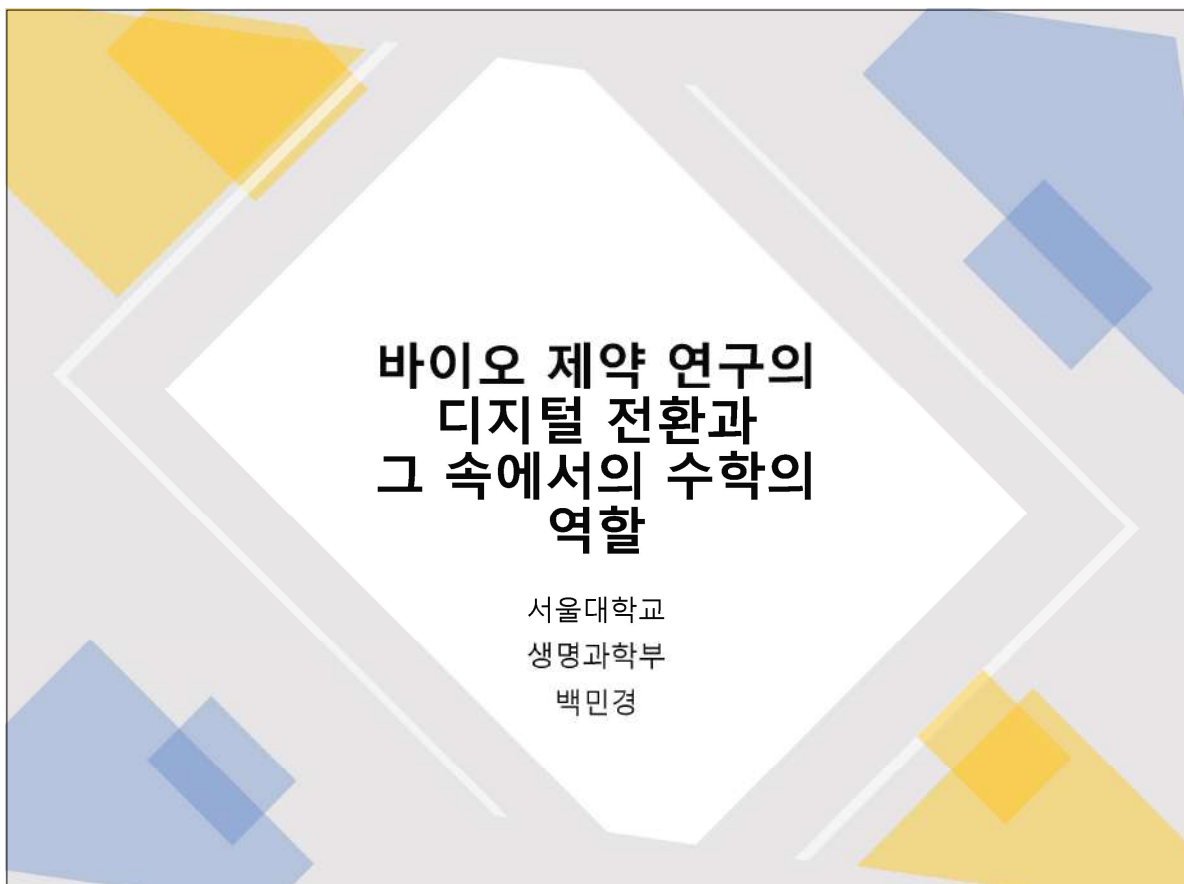
주제발표 2

바이오·제약 연구의 디지털 전환과 그 속에서의 수학의 역할



백민경

서울대학교 생명과학부 교수



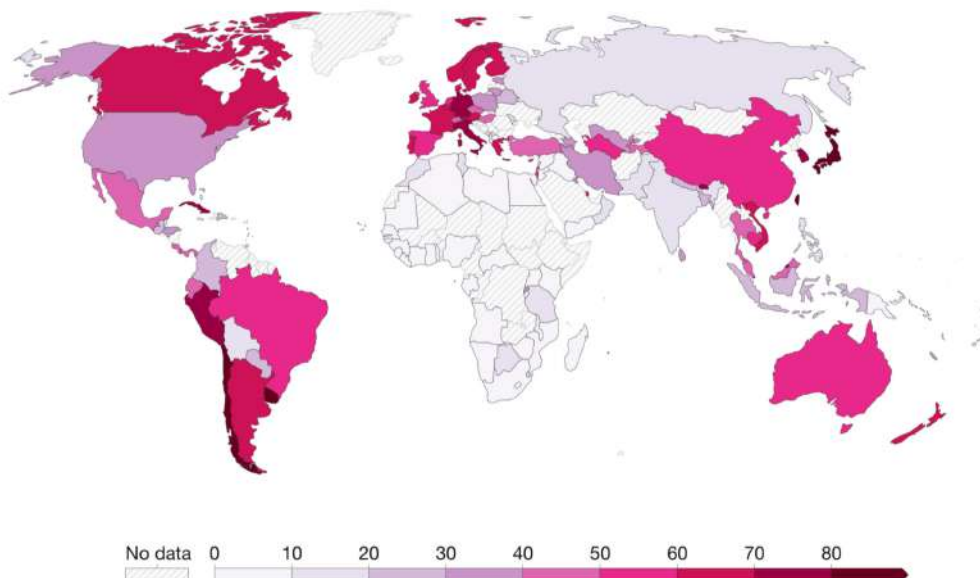
UN 지속 가능 발전 목표



모두를 위한 의료 보장

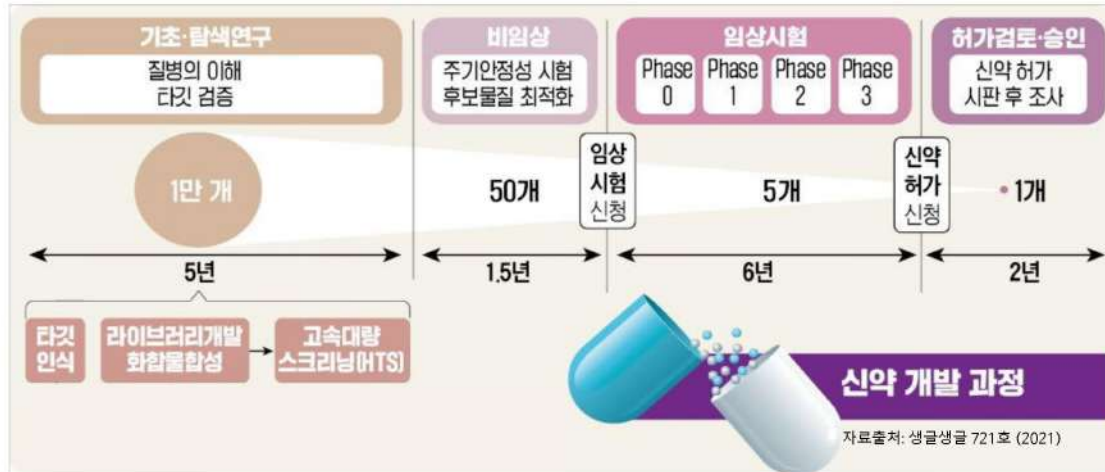
치료제/백신 불평등

인구 100명당 코로나19 백신 부스터 접종 비율 (2022년 8월 31일 기준)



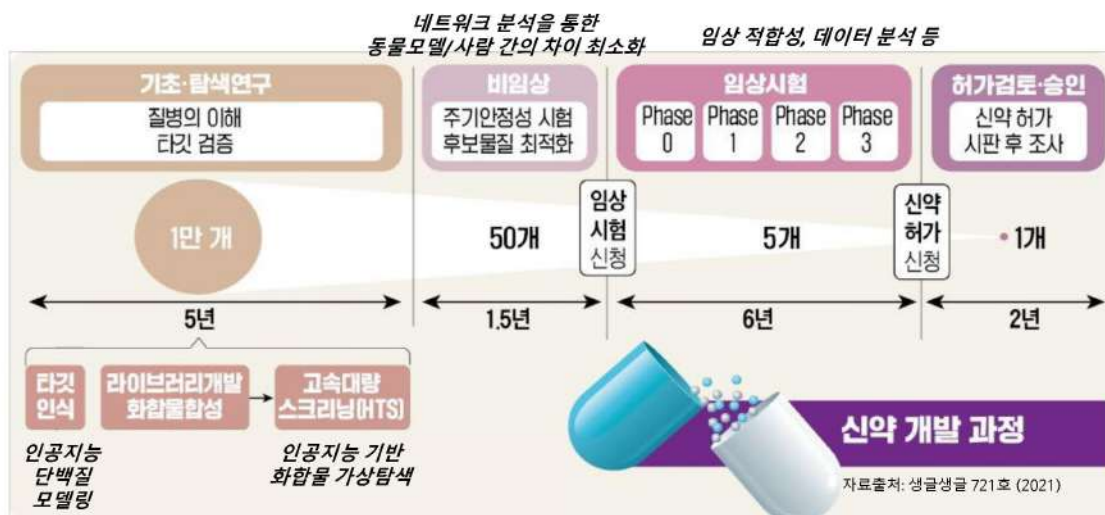
자료출처: <https://ourworldindata.org>

불평등의 이유: 높은 비용 및 시간 대비 낮은 신약개발 성공률

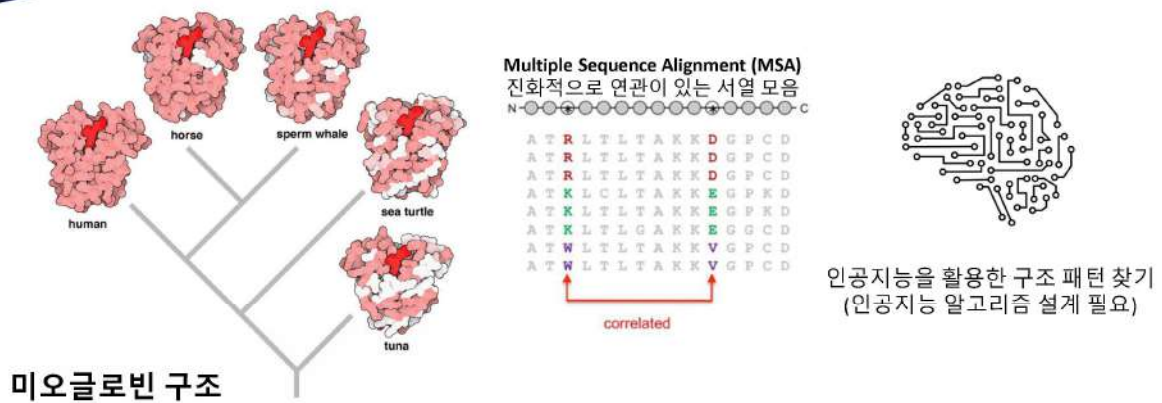
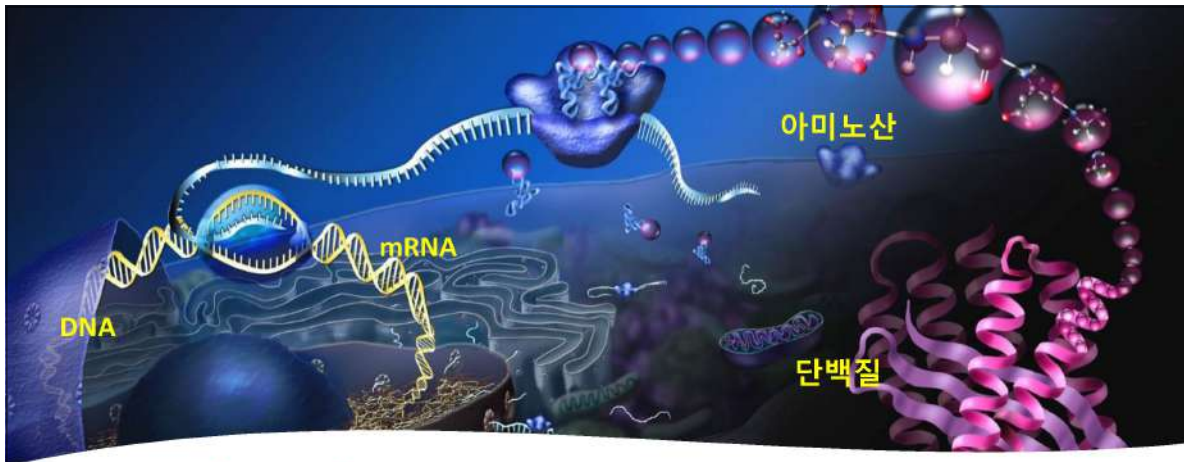


디지털 전환을 통한 획기적인 신약개발 시간/비용 단축 및 성공률 향상의 필요성

인공지능, 수학적 모델링 기반의 신약 개발



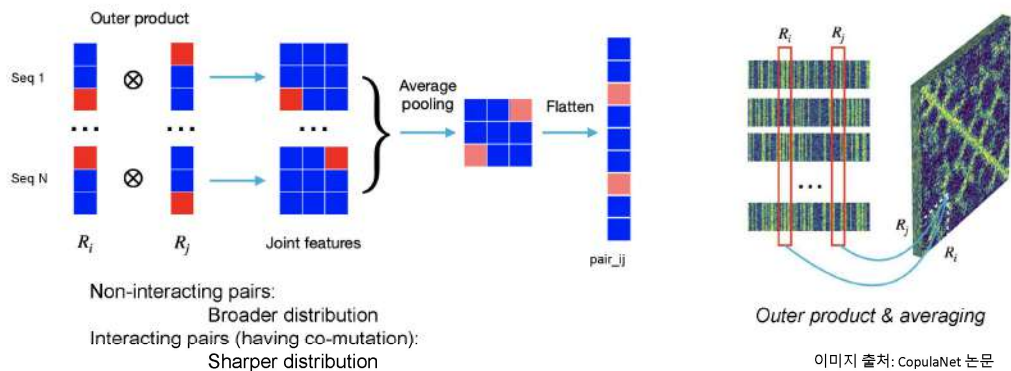
바이오/제약 연구의 디지털 전환: 인공지능, 수학적 모델링과의 접목



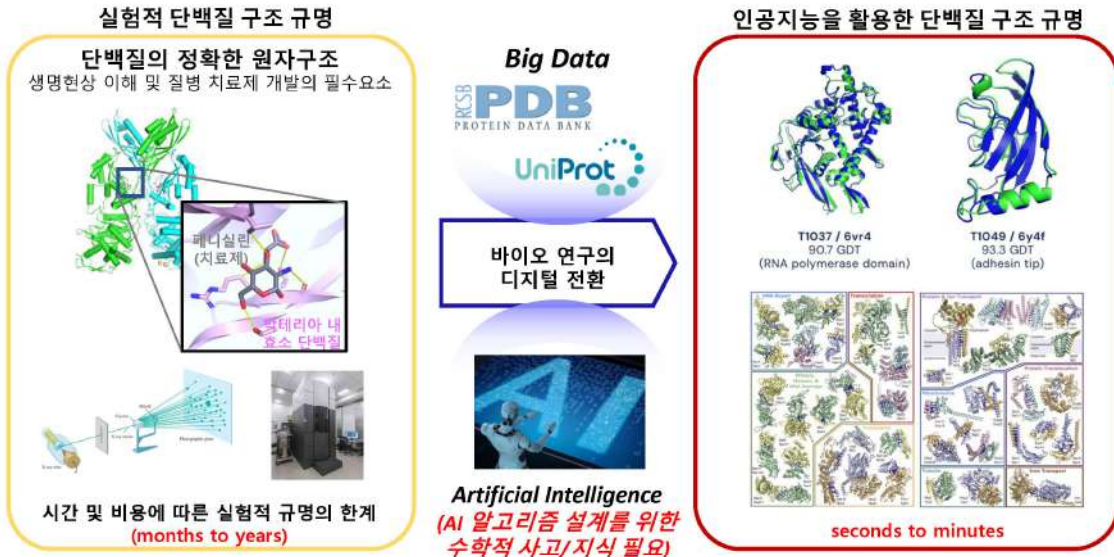
수학적 사고의 필요성: 직관을 인공지능 알고리즘으로 구현하기

사람의 직관: 3차원 구조에서 가까이 존재하는 아미노산 사이에는 이를 유지할 수 있는 변이만 나타날 것

- 예) 아미노산 A,B,C가 있을 때, A와 C는 서로 가까이 있기를 선호하지만 나머지는 그렇지 않은 경우
- 두 아미노산이 실제 구조에서 가까이 있는 경우: 서열모음의 해당 위치에서 A-C 혹은 C-A 쌍만 나타남
 - Otherwise: 모든 아미노산 쌍이 존재 가능
 - 어떻게 하면 인공지능이 이 차이를 인식하도록 만들 것인가?

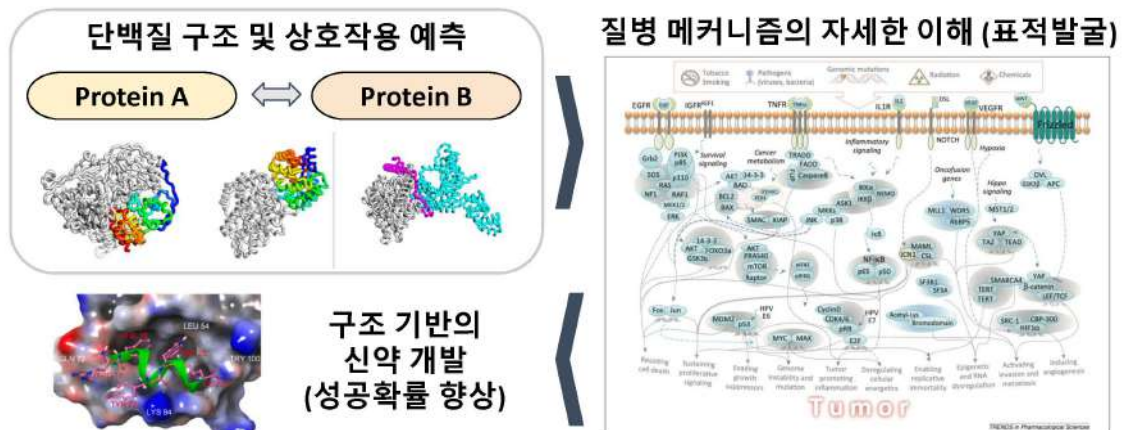


단백질 구조/상호작용 연구의 플랫폼 변화



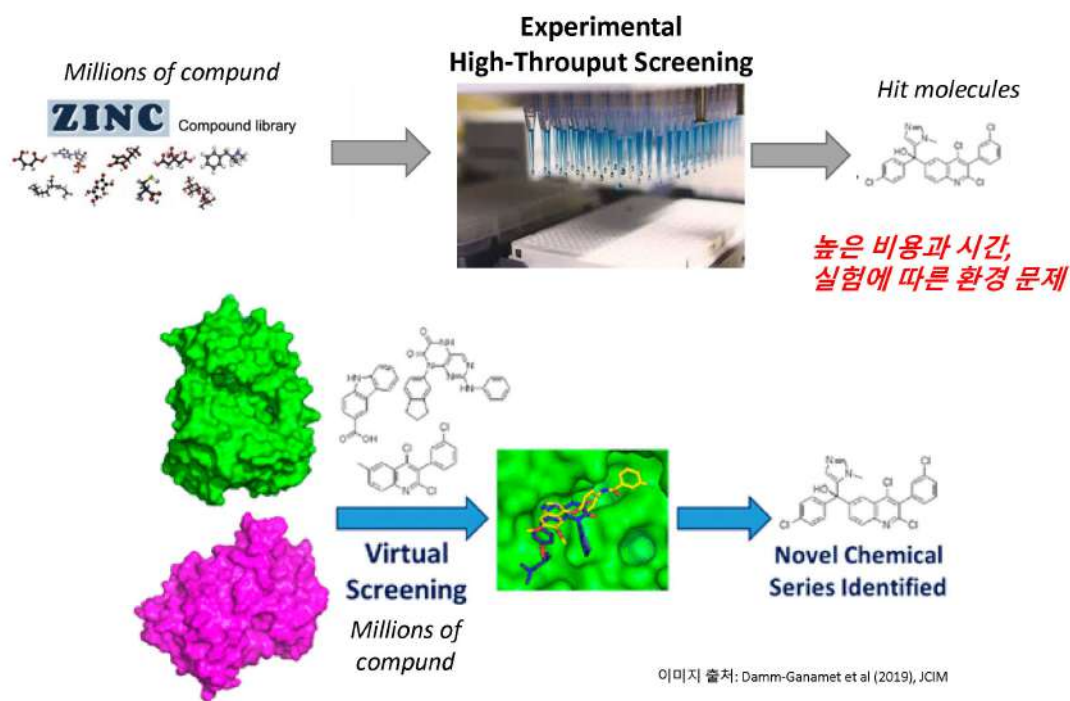
신약개발에의 영향?

질병 연관 단백질 구조 및 상호작용 예측 → 구조 기반 신약 개발



후보물질 발굴 시간 단축, 성공확률 향상

단백질 구조 기반의 신약개발: 화합물 가상 검색



인공지능 기반 화합물 가상 검색과 수학

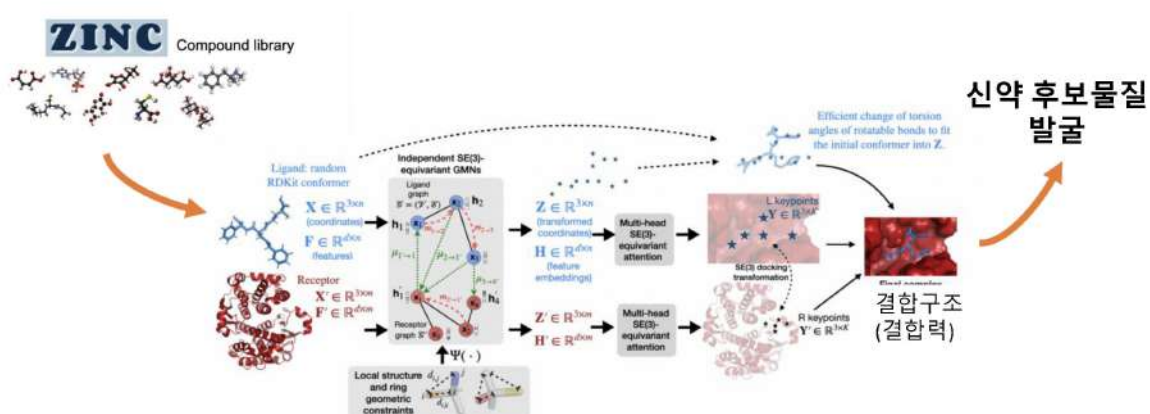
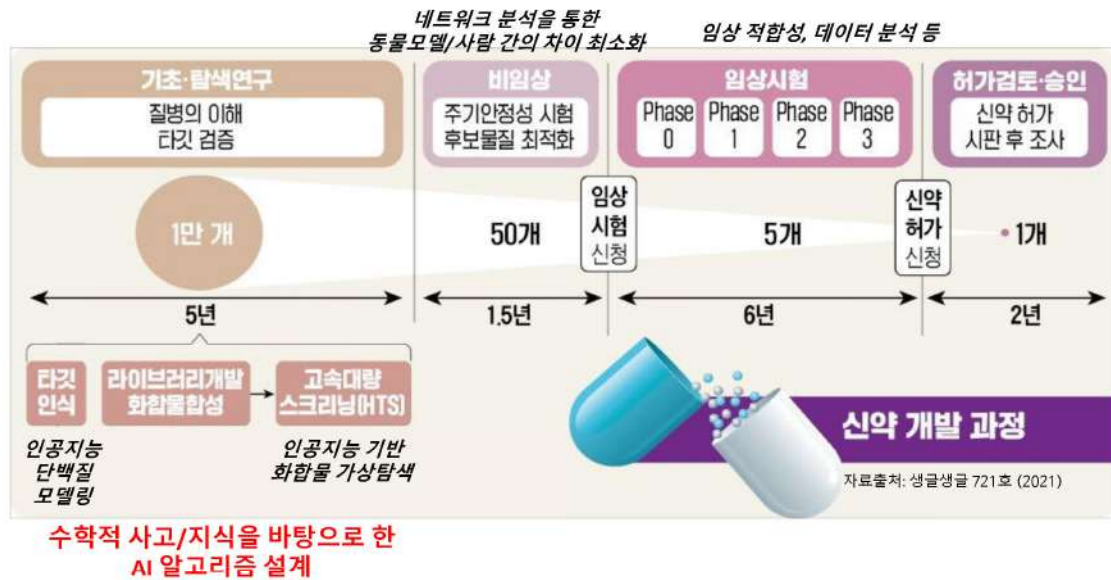


Figure 2. EQUIBIND model architecture.

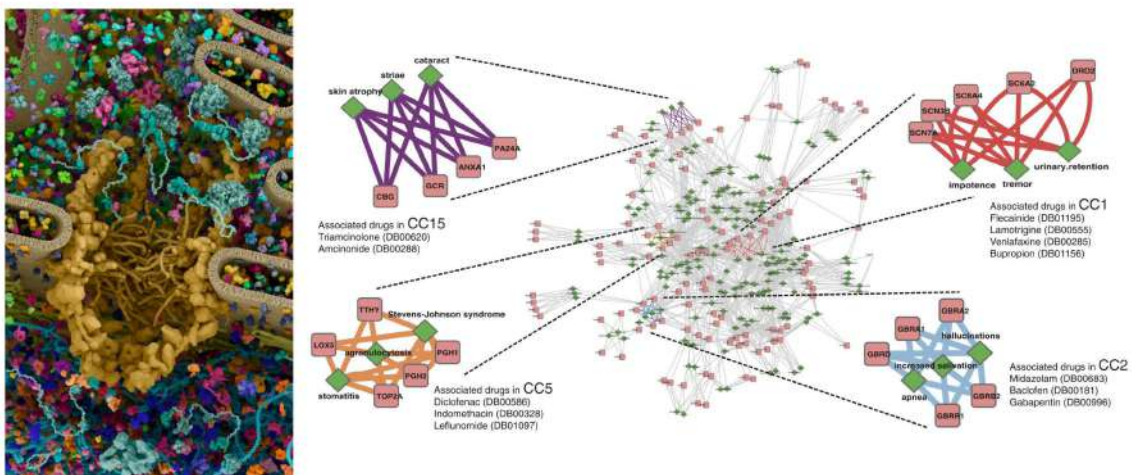
이미지 출처: Stark et al (2022), arxiv

Geometrical Deep Learning 기반의 신약 후보물질 탐색 방법
(3D equivariance를 만족하는 알고리즘 설계)

인공지능, 수학적 모델링 기반의 신약 개발

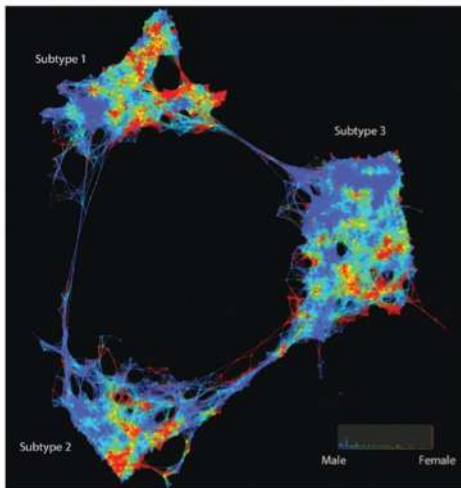


생체 네트워크 분석을 통한 약물 부작용 최소화 연구



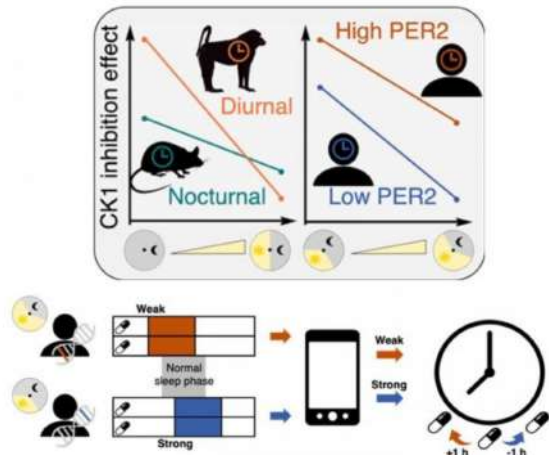
임상 적합성 테스트, 임상 데이터 분석 속의 수학

Topological data analysis를
활용한 암환자 분류



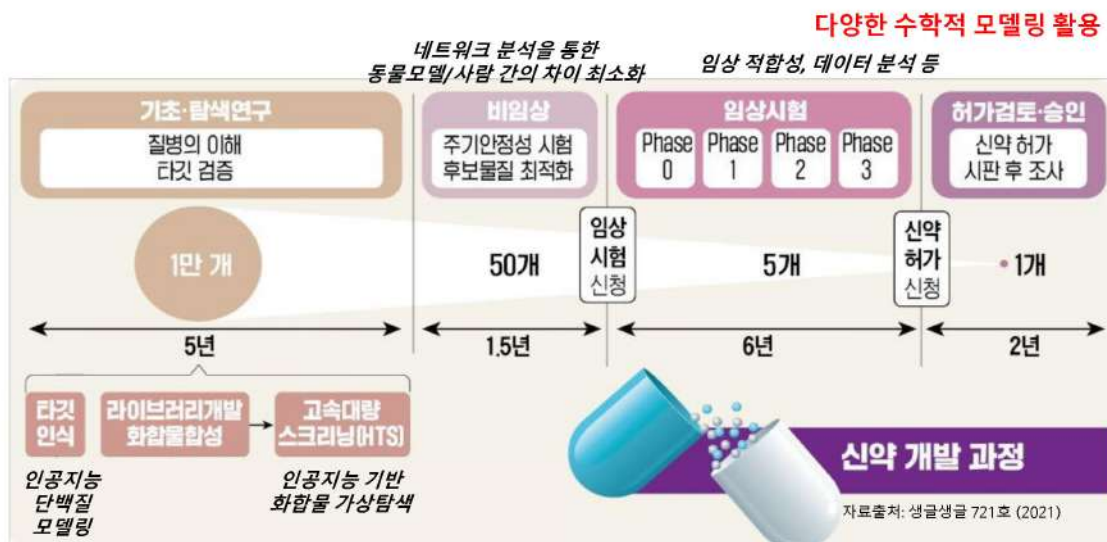
L Li et al, Science Translational Medicine (2015)

미분방정식 기반 수학적 모델링을 통한
임상효과 차이 분석

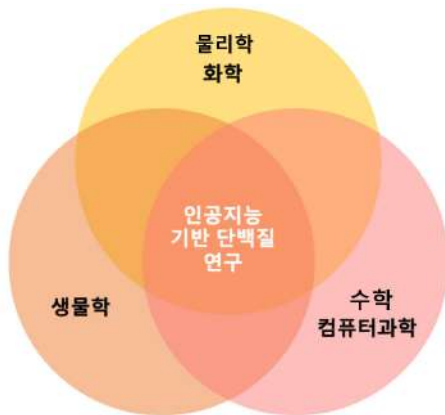


DW Kim et al, Molecular Systems Biology (2019)

인공지능, 수학적 모델링 기반의 신약 개발



디지털 전환기, 바이오 제약 연구의 필수요소: 융합연구



Breakthrough came from active collaboration
with people having diverse background



디지털 전환기, 바이오 제약 연구의 필수요소: 융합연구



Bridging people이 더욱 중요해질 것

- 서로 다른 분야를 연결시켜 새로운 가치를 창출해 낼 수 있는 사람
- 다양한 분야에 대한 관심 필요
- 분야 사이의 연결고리 찾는 연습
- 수학자의 언어를 생물학자/화학자의 언어로 표현할 수 있어야함

주제발표 3

사회와 산업 난제 해결의 열쇠, 데이터과학과 수학모델



황 형 주

포항공과대학교 수학과 석좌교수

사회와 산업문제 해결의 열쇠 데이터 과학과 수학 모델

한림원

2022. 11. 18.

포스텍 수학과 & 인공지능대학원

황형주

한림원발표-데이터과학과 수학 모델, 사회와 산업 문제 해결의 열쇠

강연 순서

Part I.
데이터와
수학모델

01 데이터와 수학 모델
02 물리정보기반 뉴럴넷

Part II.
산업문제
응용

03 반도체 산업문제 적용
04 Toy Model: 반도체 열전도

Part III.
사회문제
응용

05 코로나 방역과 사회문제 적용
06 COVID-19 확산 예측

POSTECH KAST 한국과학기술원 The Korean Academy of Science and Technology

PART I. 데이터와 수학모델

Emerging branch of computational fluid dynamics at the intersection of mathematical model and deep learning.

Physics-informed neural network framework, encoding governing equation into the neural networks

Small data Some data Big data

← Data →

← Physics →

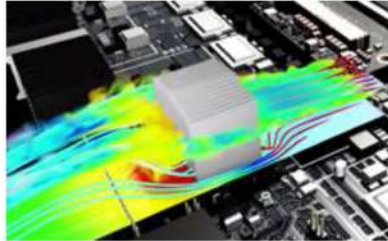
Lots of physics Some physics No physics

↑

Traditional solver New (data+model) Data-driven approach

POSTECH <https://doi.org/10.1038/s42254-021-00314-5> KAST 한국과학기술원 The Korean Academy of Science and Technology

NVIDIA: 물리정보(수학모델) 기반 뉴럴넷 적용 시뮬레이터



NVIDIA is already using **physics-informed neural networks** (PINNs) in NVIDIA Modulus,

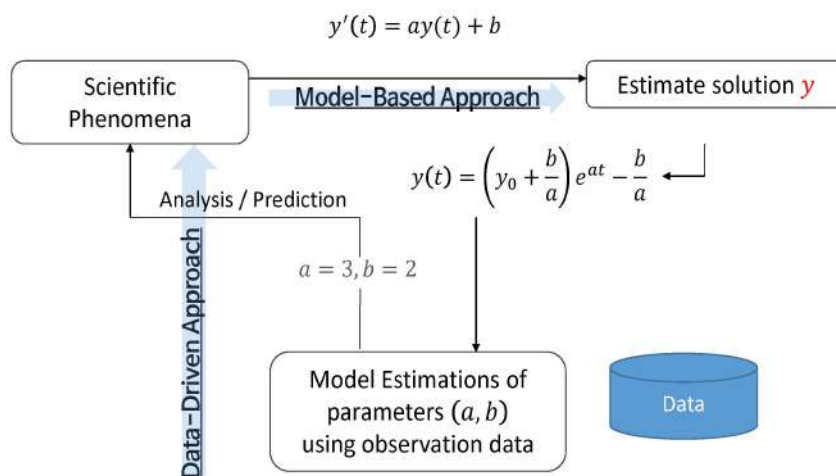
	SimNet Simulation	Commercial Electronics Cooling Simulation Software
Total compute time for 2500 cases (design evaluation)	-2 hours (3 secs for each evaluation on a single Volta GPU)* <small>* Inference time only (the training time is 5 days for the entire design space)</small>	>100 days (60 mins on 12 Intel Xeon Gold 6128 CPU cores @ 3.40GHz)
Memory (each case)	216 MB	64 GB
Results file size (each case)	~ 0.5 GB	< 2 GB

- Modulus performance comparison with a commercial solver for heat sink design optimization
- 2 parameters with 50 dimensions = 2500

POSTECH

<https://developer.nvidia.com/blog/nvidia-engineers-apply-ai-advances-in-fluid-mechanics/>
KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

데이터기반 vs 모델기반 vs 데이터&모델



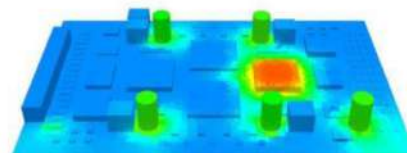
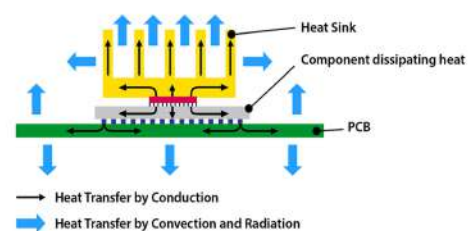
POSTECH

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology



반도체 heat management

- 반도체 칩(IC)은 전자 장비의 주된 열원
- 과열은 칩의 고장을 일으키는 주요한 원인이며 이는 칩의 수명과 직접적으로 연관이 됨
- 반도체 칩 크기가 점점 감소함에 따라 열 관리는 더욱 중요한 요소로 등장
- 중요한 부품들의 과열과 고장을 막기 위해서는 적절한 칩의 배치 및 냉각 전략이 필요



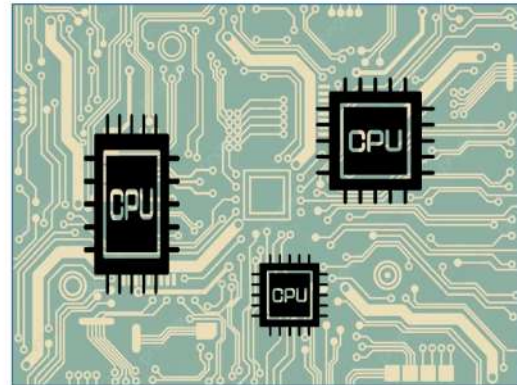
반도체 heat management : 문제 정의

지배 방정식

- 열 전도 방정식
- 볼츠만 수송 방정식
- (방열이 있는 경우) 대류 방정식, 층류 운동량 방정식

가능한 variation

- 반도체 개수
- 반도체 모양
- 반도체별 열 발생 크기
- 반도체별 열 발생 시간(빈도)
- 열 전달 계수
- 도메인 모양, 장애물 여부
- 유체의 흐름 여부 ...



POSTECH

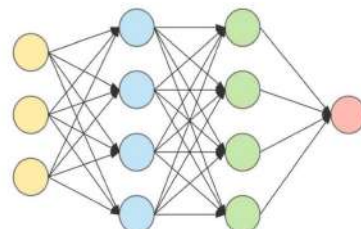
KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

반도체 heat management : Analytic Simulation

기존 방법의 한계

- 실제 상황에 맞는 parameter를 찾는 것이 어려워 다양하게 parameter 변화를 시도하여 실제 상황에 맞는 시뮬레이션을 찾아야 함
- parameter 변화에 따라 복잡한 시뮬레이션 계산을 처음부터 다시 계산해야 하며 이에 따른 시간이 오래 걸림

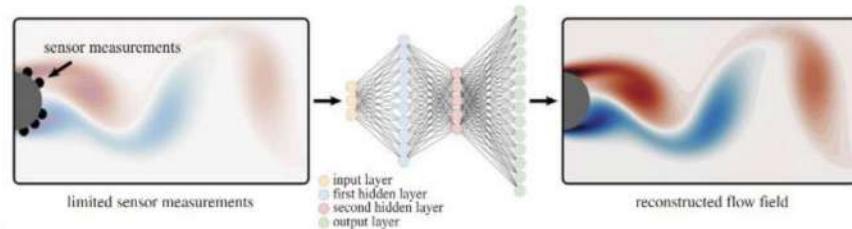
→ 학습 기반 인공지능 시뮬레이션 필요



POSTECH

<https://www.kdnuggets.com/2019/02/neural-networks-intuition.html>
KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

Neural Simulator : 대안



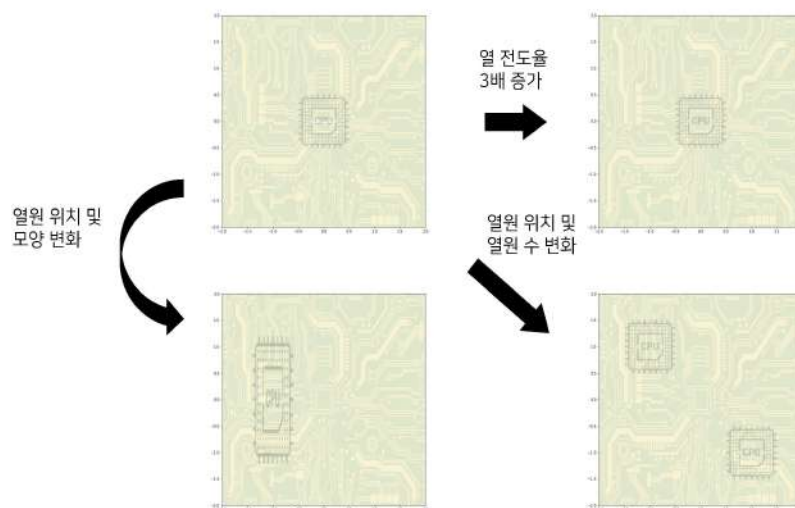
- 물리적 지식에 기반한 데이터의 움직임을 학습하여 시뮬레이션 구현
- 실 측정 데이터를 기반으로 설계 시뮬레이션이 가능
- 기존 시뮬레이션 도구 대비 월등히 빠른 시간 내에 시뮬레이션 결과 도출 가능
- 물성(탄성, 열전도율, 점성 등)이 변화해도 학습된 데이터에 기반하여 시뮬레이션 결과를 도출 가능

POSTECH

Erichson, N. Benjamin, et al. "Shallow neural networks for fluid flow reconstruction with limited sensors." Proceedings of the Royal Society A 476.2238 (2020): 20200097.

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

Toy Model Simulation

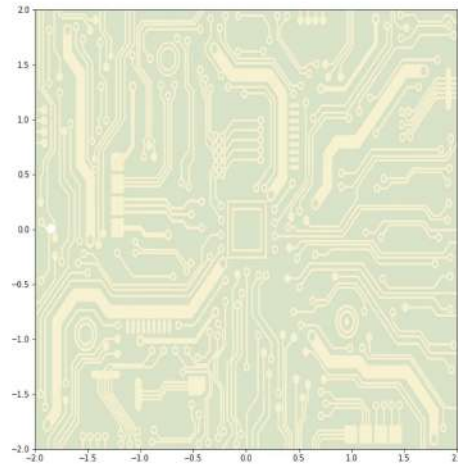


POSTECH

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

Toy Model Simulation : complex case

열원 多
무작위 열원 모양
무작위 열 크기
무작위 시간
무작위 위치



POSTECH

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

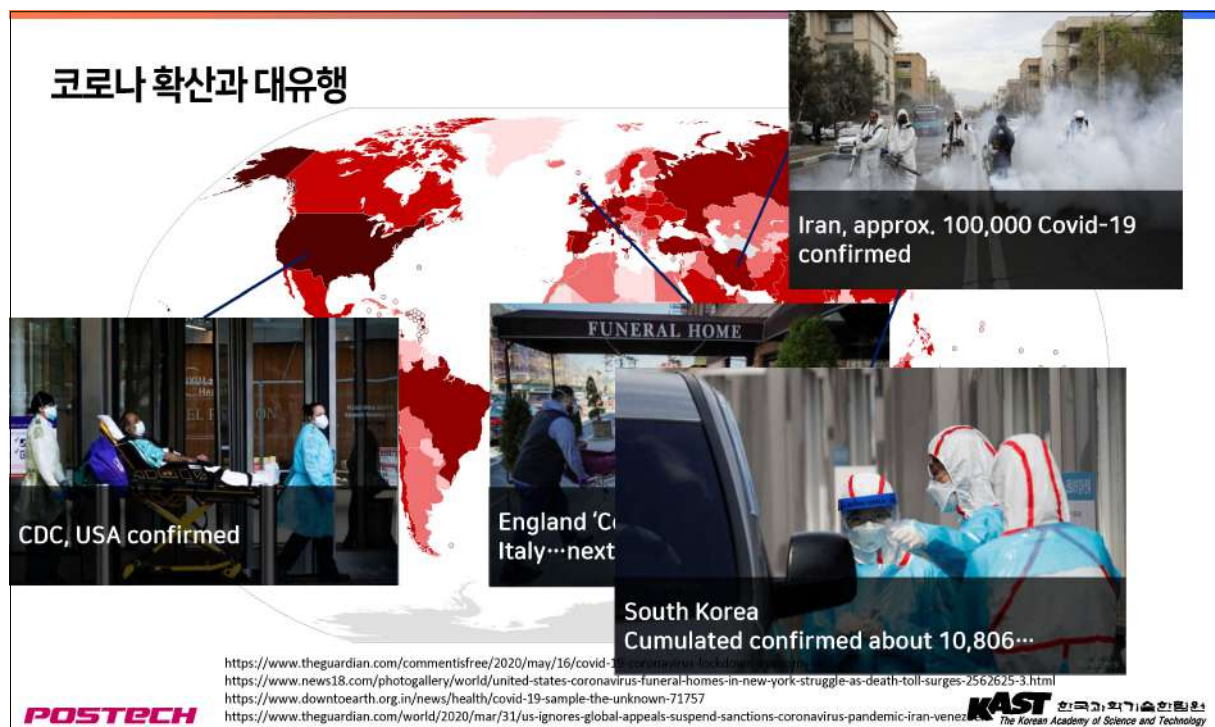
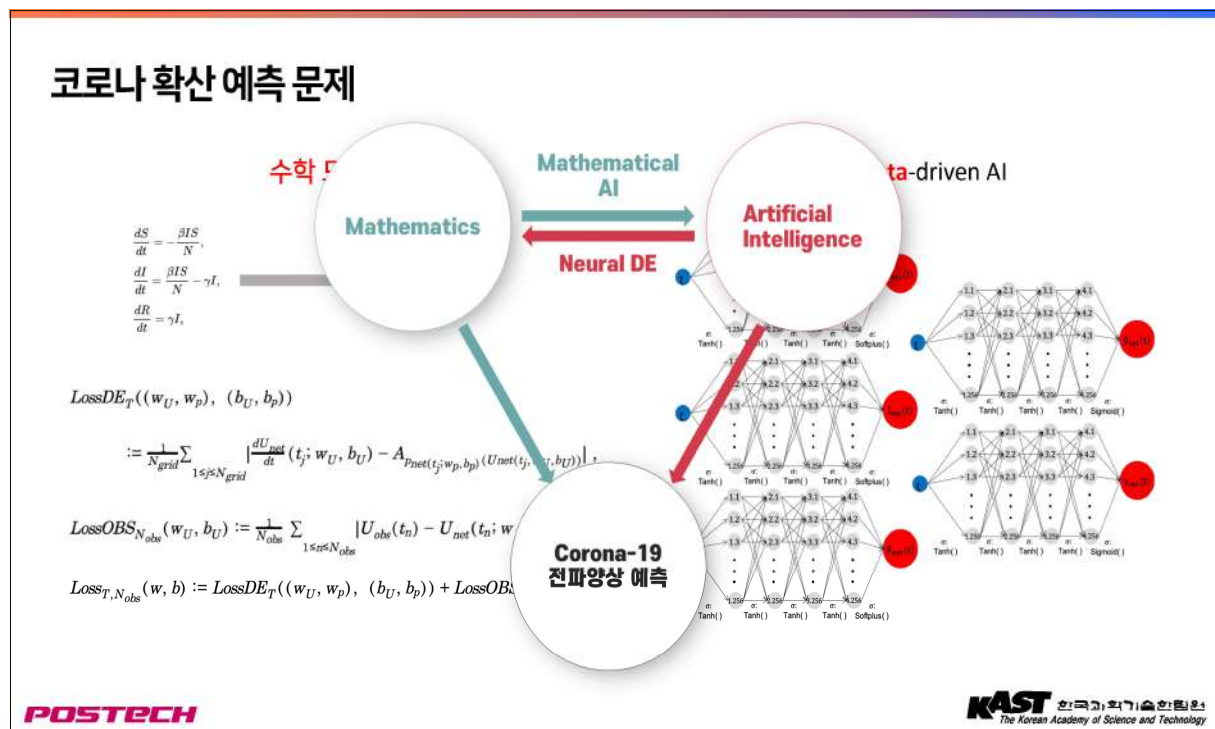
PART III. 사회 문제 응용

코로나 확산 예측 문제 적용

코로나 수리모델링 TF - 질병청 방역정책

POSTECH

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology



코로나 확진 데이터

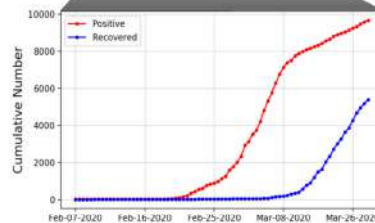
활용 데이터

Status of confirmed cases by region, March 25, 2020.

기간: 2월 7일~ 3월 30일, 2020, 한국

	Total	Seoul	Busan	...	Jeju
Confirmed	681	165	10	...	1
Recovered	10,275	614	131	...	13
Deceased	269	4	3	...	0
Total	11,225	783	144	...	14

Korea Disease Control and Prevention Agency
(www.kdca.go.kr)



한국 전역 누적 확진자 수 (Positive)

한국 전역 일일 회복 및 사망자 수 (Recovered)

POSTECH

KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

코로나 확산예측과 방역정책



$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\beta SI \\ \frac{dI}{dt} &= \beta SI - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I\end{aligned}$$

$$N := S + I + R = 1$$

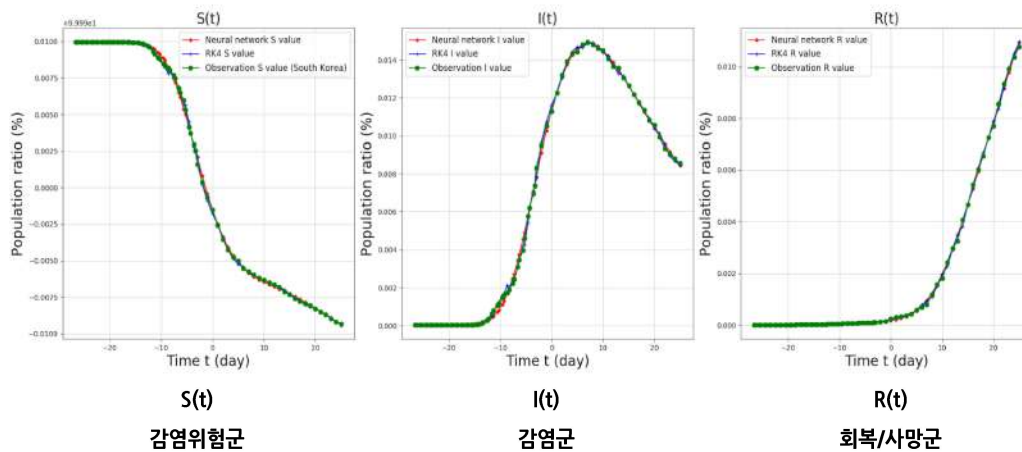
(집단의 비율로 고려)

POSTECH

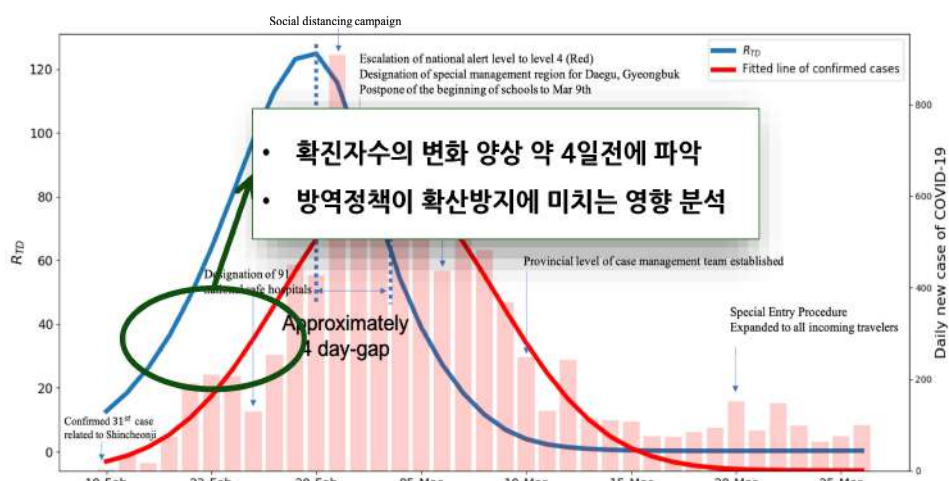
KAST 한국과학기술원
The Korean Academy of Science and Technology

코로나 확산예측과 방역정책

변화 패턴? 딥러닝을 이용한 계산 결과



코로나 확산 예측과 방역정책



데이터과학과 수학의 역할

- 코로나 팬데믹은 4차 산업혁명 시대 가속화하여 기술 근간인 산업응용수학의 중요성 증대
- 감염병 확산예측하며 팬데믹 대응을 위한 정책수립기여 등 수학 통해 사회 문제 해결
- 변화된 패러다임에 맞춰 다양한 과학기술 발전과 반도체, 신약개발 등 산업 문제 해결에 기여할 것으로 기대

II

토론

좌 장 : **임요한** 서울대학교 통계학과 교수

지정토론 1 • **이창욱** KAIST 수리과학과 교수

지정토론 2 • **이상제** 한국금융연구원 선임연구위원

자유토론 3 • **김도한** 서울대학교 수리과학부 명예교수

자유토론 4 • **금종해** 고등과학원 CMC 석학교수

자유토론 5 • **차상균** 서울대학교 데이터사이언스대학원 교수

지정토론 1



이 창 옥

KAIST 수리과학과 교수

지정토론

이창옥
KAIST 수리과학과 교수, 한국산업응용수학회(KSIAM) 회장

제 205회 한림원탁토론회
- 지속가능한 성장과 가치혁신을 위한 수학의 역할

2022.11.18
한국과학기술한림원



바이오 데이터를 다루는 데이터사이언스와 디지털 기반의 바이오·제약 연구의 공통점과 차이점은 무엇인가?

- ❖ 21세기 인류: 생명연장의 꿈
- ❖ 20세기는 물리학의 시대
→ 21세기는 생물학과 의학의 시대
- ❖ Beyond Big Data & AI era
→ Convergence of AI Technology & Biomedical Technology
- ❖ Data와 AI에 기반한 정밀 의료 기술 vs. AI와 수리적 모델링에 기반한 신약 개발



주로 사용되는 도구와 필요한 수학은 무엇인가?

- ❖ 바이오데이터의 특징: Feature 가 많다 (예: 유전자)
→ 이 중에서 일부가 특정 병에 영향: Feature selection
→ Correlated features: 차원 축소(Dimension Reduction): PCA, Nonlinear PCA, Autoencoder 등 AI 모델
- ❖ 신약 후보 물질 찾기: 단백질 구조 규명과 상호작용 예측
→ 학습에 기반한 인공지능 활용, 위상데이터 분석(TDA)
- ❖ 질병 메커니즘의 수학적 모델링: 미분방정식 모델
- ❖ 소통할 수 있는 융합인력 양성
→ 기초적인 domain knowledge를 가진 수학자



지속가능한 성장과 가치혁신을 위한 수학

- ❖ 건강한 세상
- ❖ 안전한 세상: 자연재해·재난 예측, 범죄·테러 예방과 국방
→ 데이터 분석, 수치 시뮬레이션, 정보보안
- ❖ 즐거운 세상: 가상현실과 영화·게임, 이동수단의 발전
→ 수리모델링, 데이터 분석, 대용량 계산
- ❖ 수학의 유용성 확대를 위한 수학기계와 정부의 다양한 노력이 필요

지정토론 2



이 상 제

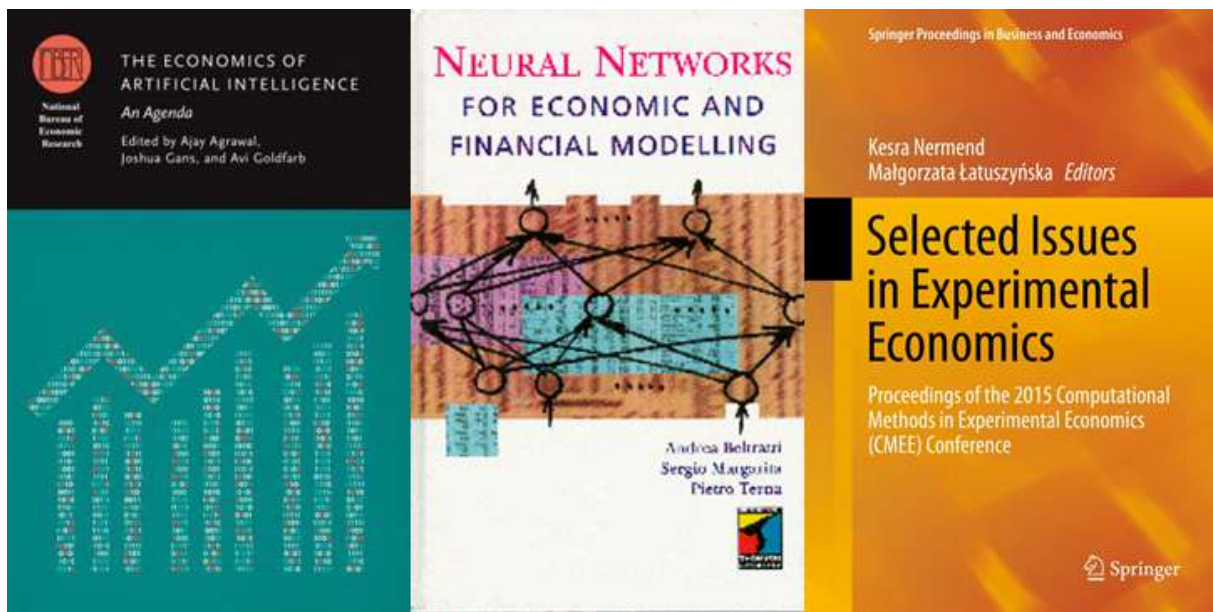
한국금융연구원 선임연구위원

Neural Networks, Deep learning, Artificial Intelligence 등을 수학적 모델과 결합하여 반도체 개발 등 첨단 산업 발전에 응용되고 있고, 수학적 모델링이 코로나 확산 예측 및 방역 정책 등 실생활과 직결된 문제 해결에도 기여하고 있음을 배웠습니다.

경제학 분야에서도 다양한 하위전공이 있지만, 연구 방법론은 대부분 비슷합니다. 과거 및 현재 경험을 바탕으로, 경제활동에 영향을 미치는 변수들 간 관계를 설명하는 이론 모형을 만들고, 이를 기반으로 외부 충격이나 정책의 영향이나 효과를 분석하거나, 미래 경제나 시장 상황을 예측합니다.

Calculus, Algebra, Probability, Statistics 등 수학적 도구들을 이용함으로써, 연구자 개인 편견의 개입 없이 논리적 결론을 도출할 수 있습니다.

이제 경제학자들도 시장 분석, 미래 예측에 Neural Networks, Deep learning, Artificial Intelligence 등이 활발히 이용하고 있고, 이들 방법론에 대한 논문과 저서들이 많이 나오고 있습니다(예시 참조).



앞서 말씀하신 반도체 칩 개발, 자동차 설계 등은 현재 한국 경제의 근간이 되고 있는 반도체, 자동차 산업에서 국제적인 경쟁력을 가지기 위한 필수 불가결한 핵심기술이라고 생각합니다.

아시다시피 경제성장은 노동, 자본, 기술의 축적과 생산성 향상을 통해 이루어집니다. 수학이나 수학적 방법론이 경제 문제 해결을 위한 도구이기도 하지만, 더 크게 보면 지속적인 경제성장의 바탕이 되는 중요한 지식 ‘자본’(Capital)입니다.

우리나라는 우수한 인재의 인적 자본(Human Capitals)과 외부 지원을 기반으로 전쟁의 폐허에서 한강의 기적을 이루어냈고, 현재 경제규모면에서는 세계 몇 위를 다투는 선진국입니다.

선도국가의 역할을 유지하기 위해서는, 1970년대 중화학중공업을 중심으로 성장해왔던 Fast Follower적 접근에서 벗어나 First Mover로의 전환이 필요합니다. 정치경제적으로 국제 정세가 쉽지 않지만, 새로운 지속가능한 국가 발전 모델을 만들어나가야 합니다. 그 시발점은 과학기술을 통한 새로운 산업 창출과 경쟁력 확보입니다. 그 중에서도 과학의 언어이자 메타과학인 수학의 원천적인 수월성 확보가 매우 중요하다고 생각합니다. 역사적으로 산업의 발전단계에서 기초과학, 공학, 산업으로 이루어지는 발전단계를 거쳤다고 볼지만, 지금은 새로운 아이디어, 알고리즘하나 만으로도 유니콘기업으로 성장하는 사례는 많습니다. 소프트파워의 기반이 되는 수학의 정책적이고 지속적인 지원을 통하여 미래성장의 기본 동력으로 국가발전의 토대를 이루는 것이 중요하다고 생각합니다.

자유토론 3



김 도 한

서울대학교 수리과학부 명예교수

이번 토론회 주제가 “지속적 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할”인 만큼 저는 지난 30여 년간 정부의 적극적인 지원으로 국내 수학계가 어떻게 발전해 왔는지를 말씀드리고 세 가지 제안을 하고자 합니다.

잘 아시다시피 1980년대 말부터 이공계 분야는 SRC, ERC를 통하여 정부가 우수 연구 센터를 지원해왔습니다. 수학 분야는 서울대의 GARC(대역해석학 연구센터)를 통하여 우수한 연구 인력을 양성하기 시작하였으며, 특히 이를 통하여 현재 수학에서 가장 중요한 분야 중의 하나인 편미분방정식 분야에서는 일본을 앞질렀다고 할 수 있습니다. 또한 1990년대 말부터 학문 후속세대 지원의 일환으로 대학원생 지원을 위한 BK21 사업이 시행되어 국내 수학계가 여타 과학 분야와 함께 괄목할만한 양적, 질적 성장을 이루었습니다. 올해 그동안 제가 꿈꾸어왔던 IMU 5등급을 이루었고 한국인 필즈메달 수상자가 나왔습니다. 내 생애에 어느 하나라도 이루어졌으면 하는 바람이 동시에 이루어져서 감개무량할 따름입니다. 허준이 박사의 필즈상 수상은 2010년 경 정부 지원을 통한 서울대 노벨상급 학자 초청 사업으로 인해 가능했다고 봅니다. 그때 히로나카 교수를 초청하지 않았으면 필즈상 수상 소식은 좀 더 긴 인내의 시간이 필요했을 것입니다.

상당히 오래전에 러시아 필즈상 수상자 노비코프가 한국을 방문한 적이 있는데, 그 당시 개인적으로 노비코프에게 “러시아 수학은 왜 그렇게 강인가”라는 질문을 하였더니 아주 간단한 대답이 돌아왔습니다. 그것은 러시아가 피터 대제 때부터 300년 넘게 지속적으로 수학 연구를

지원하였다는 것이었습니다. 위에서 말씀드린 바와 같이 기초과학 분야의 연구는 정부의 적극적인 지원 없이는 불가능하므로 이 토론회를 통해서 세 가지 정책제안을 해 보고자 합니다.

첫째로 BK21 사업을 통해서 배출된 연구자들이 국내 산학연에 뿌리를 내릴 수 있도록 박사후연구원을 위한 BK21과 같은 프로그램을 만들어, 특히 산업체에서 활약할 수 있는 유능한 연구원이 될 수 있도록 중간 다리를 놓고, 이를 통하여 지방과 수도권이 균형적으로 상생하면서 발전할 수 있으면 좋겠습니다. 또한 요즈음 자연과학 분야에서 국내 박사학위 취득자들도 외국 우수 대학의 교수로 진출하기 시작하였습니다. 학문 분야는 결국 국제화를 통하여 이루어지므로 현재도 프로그램이 있긴 하지만 국내 우수 박사학위 취득자들이 더 쉽게 외국에서 연구를 계속할 수 있는 기회가 만들어지면 좋겠습니다.

둘째로 제가 대한수학회장 재직 중 유치하였던 2014 서울 ICM에서 “나눔(Nanum)” 프로그램을 만들어 1000명의 개발도상국 학자들을 초청한 바 있습니다. 필즈상 수상과 IMU 5등급으로의 승급을 통하여 한국이 이제 수학 분야의 선진국으로 진입하였고 한국 수학은 아시아 여러 국가의 수학 발전의 본보기가 되었다고 볼 수 있습니다. 따라서 개발도상국 연구자 초빙사업인 “Post-Nanum” 사업을 시행했으면 좋겠습니다. 이는 독일의 훔볼트 재단, 일본의 문부성 장학금을 비롯한 유네스코에서 내걸었던 SGD와 일맥상통한다고 봅니다.

마지막으로 우리나라에서도 변화하는 과학기술 환경에서 국가의 필요에 부합한 목표 지향적인 수학 연구 활동을 활성화하고, 수학 분야의 핵심 인재 풀을 좀 더 확장하기 위해서, 대학 부설 연구소의 활성화가 필요하다고 봅니다. 북미 지역의 IMA, MSRI, IPAM, SAMSI, MBI, AIMS 등과 같은 수학연구소들은 세계의 변화하는 과학기술 환경에 필요한 수학적 정보를 제공하고, 전문가 집단의 공유된 문화를 조성하여 질 높은 협동연구의 징검다리 역할을 하여 궁극적으로 갑자기 떠오르는 각종 수학 관련 문제들에 능동적으로 대처하고 있습니다. 이와 같은 미션을 수행하기 위해서 각 연구소는 다양한 프로그램을 개발하여 수행하고 있으며, 또한 끊임없이 수학과 산업계의 멤버들에게 미래의 프로그램에 대한 아이디어를 묻고 창의적인 프로그램 생성에 주력하고 있습니다. 이를 위해 제안된 프로그램의 메커니즘으로는 Thematic Program, Hot Topics Workshop, Students Summer Program, Winter School, PI Conference, Focused Research Lab, Outreach Program 등이 있으며 이를 통해 최근 떠오르고 있는 수학에 대한 지식을 공유하고 그 해법을 찾아가고 있습니다. 우리나라도 이와 같은 대학 부설 연구소의 활성화를 위해 긴급한 투자가 필요하며 이를 통해 학문 후속세대 양성과 더불어 국가 성장을 위한 기존 기술의 한계를 극복할 수 있는 수학 분야의 새로운 원천기술 개발 전략 수립에 좀 더 심혈을 기울일 것을 제언합니다.

자유토론 4



김 종 해

고등과학원 CMC 석학교수

지능정보 시대를 맞아 선진국들이 자국 경제에 대한 수학의 공헌도를 조사한 바 있다. 예를 들어, 2018년 조사에 따르면 영국경제에 대한 수학의 공헌도는 GVA의 16%, 프랑스는 GNP의 15%와 고용의 9%라고 발표했다. 대한민국도 동일 방식의 조사를 한다면 대략 15%가 되어야 할 것이다. 한편, 한국에서 수학 박사 학위자들의 산업계 진출률은 2016년 기준 5% 미만으로서 미국 30%, 일본 12% 보다 현저히 낮다. 이도록 낮은 비율은 향후 개선될 여지가 많다고 해석될 수 있다. **수학으로 훈련받은 고급인력의 산업계 진출을 촉진하려면, 경계를 허무는 교육, 산업계 이슈를 접할 기회 확대 등 교육 시스템 변혁이 필요하다.**

향후 30년의 세계경제는 인공지능, 자율주행, 수소경제, 바이오 등 신산업에 기반한 혁신을 지원하는 소프트 파워가 국가의 경쟁력을 좌우하게 될 것이다. 이러한 소프트 파워를 통한 **혁신의 근간에는 수학이 있고 이러한 변화를 주도할 대한민국 수학계의 역량은 충분하다고** 판단한다. 그 근거로 첫째는 2022년 2월에 대한민국이 국제 수학연맹 **최고 등급인 5그룹 국가로** **상향**되었다는 점과 둘째는 7월에 허준이 교수가 **필즈메달**을 수상한 것이다. 국제수학연맹에서 5그룹으로의 상향은 대한민국 수학의 연구 수준이 세계 최상급이 되었음을 공인받은 것이고 허준이 교수의 필즈메달 수상은 대한민국의 수학인력 양성 체계가 세계적인 인재를 길러내기에 충분함을 입증하고 있다.

한국 수학의 사회적, 산업적 기여와 역할을 적극 확대할 시점이다. 대한민국과는 달리 세계 선진 각국은 수학을 현재 인류가 직면한 다양한 문제들에 대처하고 창조적 혁신을 이끌어 낼 수 있는 강력한 도구로 인식하고 있으며, 전방위적으로 수학적 역량을 키우기 위하여 집중적인 투자를 하고 있다. 수학 바탕 플랫폼을 구성할 것을 제안한다. 한국 수학 연구 수준을 유지하고 고도화를 담보하면서 동시에 미래 기술혁신의 토대가 되는 산업수학, 인공지능의 새로운 패러다임 전환, 수리적 데이터 분석에 기반한 경제정책 수립 등에 기여할 수 있을 것이다.

자유토론 5



차 상 균

서울대학교 데이터사이언스대학원 교수

*Mathematical & Computational Thinking
as a Basis of
Data Science and Digital Transformation*

2022.11.16

서울대학교 데이터사이언스 대학원
초대 원장 차상균 교수

Founders of Mathematical and Computational Thinking



Alan Turing















Donald Knuth,
The Art of Programming

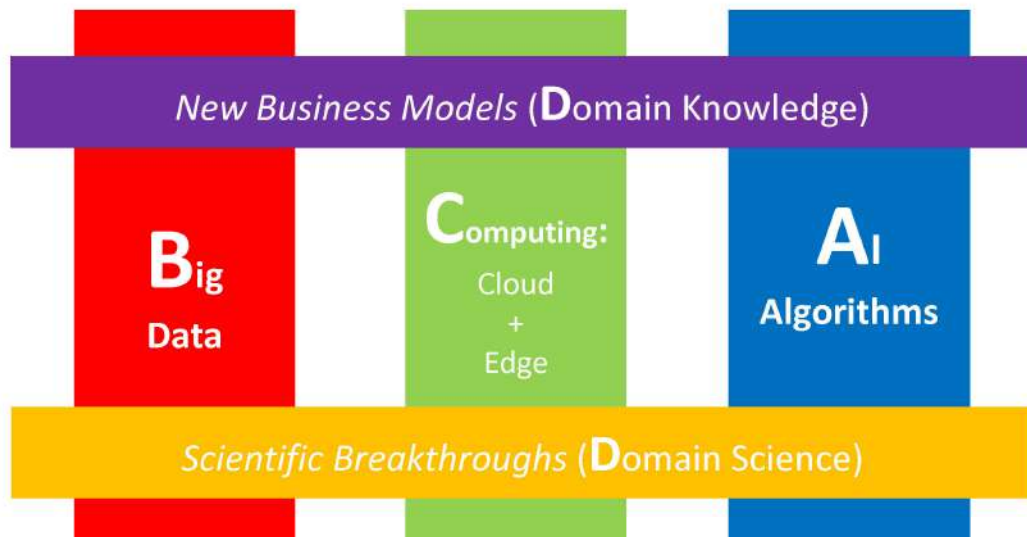


미국 인공지능 프로젝트의 시발점이 된 1956년 다트머스 워크숍 참가자들. 이들 중 마빈 민스키(가운데)와 존 매카시(오른쪽 둘째), 알렌 뉴웰과 허버트 사이먼 4명이 두광상을 받았다. 벨연구소에서 MIT 교수로 자리를 옮긴 클로드 섀넌(오른쪽)은 정보이론의 아버지로 불린다. 나다니엘 로체스터(왼쪽 둘째)는 IBM 수석 아키텍트 출신. [사진 서훈대 데이터사이언스대학원]

University Ranking: 창업자가 많을수록 좋은 대학

Overall rank		University	Founder count	Company count	Capital raised	Region
1		Stanford University	1,427	1,271	\$73.6B	North America
2		University of California, Berkeley	1,406	1,266	\$45.7B	North America
3		Harvard University	1,104	1,061	\$49.5B	North America
4		Massachusetts Institute of Technology (MIT)	1,065	943	\$45.9B	North America
5		University of Pennsylvania	1,030	952	\$32.0B	North America
6		Cornell University	826	772	\$29.9B	North America
7		Tel Aviv University	814	677	\$26.5B	Middle East & Asia
7		University of Michigan, Ann Arbor	814	745	\$26.6B	North America
15		Technion - Israel Institute of Technology	576	493	\$17.7B	Middle East & Asia
36		Tsinghua University	304	355	\$42.3B	Middle East & Asia
73		National University of Singapore	201	162	\$3.9B	Middle East & Asia
82		Seoul National University	182	157	\$3.4B	Middle East & Asia

Data Science = ABC “+D” Foundation of Digital Transformation



More Nobel Laureates are Expected from Data Science + Domain Science



Generative AI

	PRE - 2020	2020	2022	2023?	2025?	2030?
TEXT	Spam detection Translation Basic Q&A	Basic copy writing First drafts	Longer form Second drafts	Vertical fine tuning gets good (scientific papers, etc.)	Final drafts better than the human average	Final drafts better than professional writers
CODE	1-line auto-complete	Multi-line generation	Longer form Better accuracy	More languages More verticals	Text to product (draft)	Text to product (final), better than full-time developers
IMAGES			Art Logos Photography	Mock-ups (product design, architecture, etc.)	Final drafts (product design, architecture, etc.)	Final drafts better than professional artists, designers, photographers
VIDEO / 3D / GAMING			First attempts at 3D/video models	Basic / first draft videos and 3D files	Second drafts	AI Roblox Video games and movies are personalized dreams

Large model availability: ● First attempts ● Almost there ● Ready for prime time

- Huge VC Funding to generative AI startups
 - Jasper reached nearly \$100M revenue and raised \$125M at \$1.5B valuation
 - Stability AI's \$100M fund raising round with the valuation of \$1B

UC Berkeley CDSS: Data Science Hub

Data Science is A Liberal Art

백년만의 변화: 선도 대학이 선도 대학인 이유는 과감한 실험으로 선도해 다른 대학이 쉽게 따라올 수 있게 하기 위함이다.



2019-2020

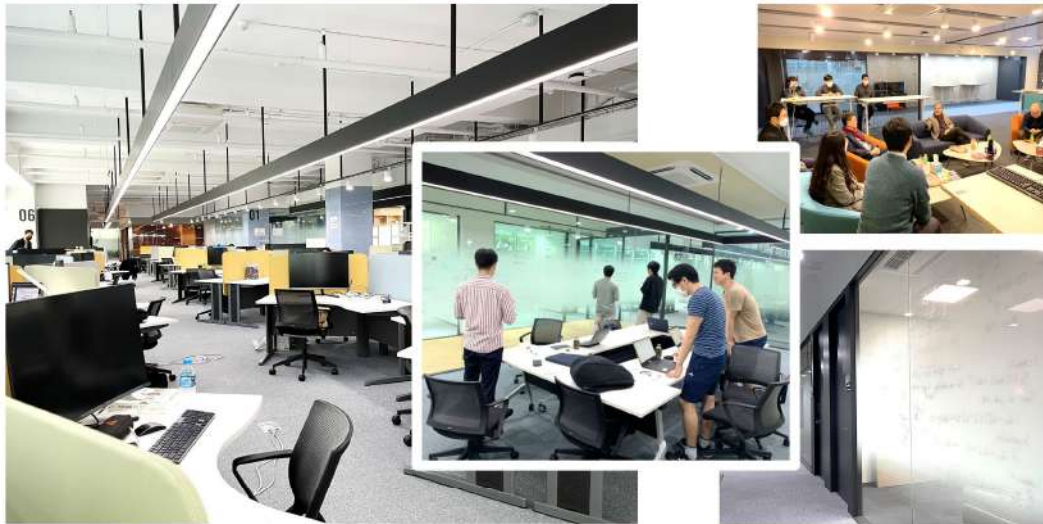
- 2800 in Data 8
- 1600 in Data 100
- 500 in Prob 140
- 500 in Data 102

The first Data Science majors graduated in Spring 2019.



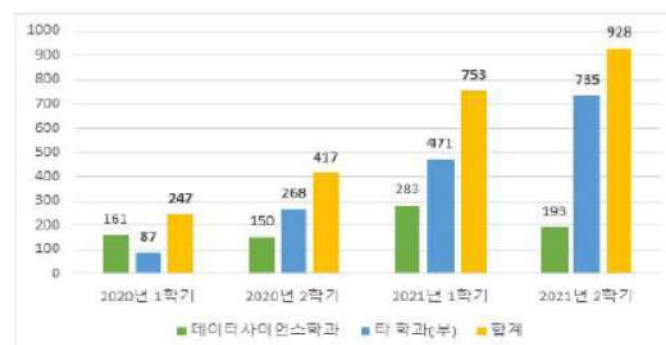
서울대 데이터사이언스 대학원: 개방적 허브

학부 전공에 상관없이 선발 (2020.3 개원)
2015년부터 준비, 교육부 DS 교수 정원 지원으로 가능



SNU Grad School of Data Science: Data Science Education Hub

- 2021년 2학기에는 20개 대학(원), 73개 학과(부)에서 약 930명의 학생이 데이터사이언스대학원 강의를 수강하였으며, 이 중 약 80%(735명)가 타 학과(부) 소속임



< 데이터사이언스대학원 수강생 추이(논문연구 및 캡스톤 제외) >

데이터사이언스 대학원 서울대가 경북대, 전남대 설립 선도 (2022.3)



- 경북대, 전남대 각각 50명의 석사 정원 별도로 교육부에서 받아 시작
- 서울대가 교과 철학 및 교과 과정 전수. 이번 여름에는 서울대 내부의 Bootcamp 교육도 경북대, 전남대 신입생들에게 공개
- 전세계적인 산업체 수요 때문에 데이터사이언스 (인공지능 포함) 분야의 교수 확보가 가장 어려운 문제

한림원탁토론회는...



한림원탁토론회는 국가 과학기술의 장기적인 비전과 발전전략을 세우고, 동시에 과학기술 현안문제에 대한 해결방안을 모색하기 위한 목적으로 개최되고 있는 한림원의 대표적인 정책토론 행사입니다.

지난 1996년 처음 개최된 이래 지금까지 200여회에 걸쳐 초중등 과학교육, 문·이과 통합문제, 국가발전에 미치는 기초과학 등 과학기술분야의 기본문제는 물론 정부출연연구소의 발전방안, 광우병의 진실, 방사능, 안전 방제 등 국민생활에 직접 영향을 미치는 문제에 이르기까지 광범위한 주제를 다루고 있습니다.

한림원은 과학기술 선진화에 걸림돌이 되는 각종 현안문제 중 중요도와 시급성에 따라 주제를 선정하고, 과학기술 유관기관의 최고책임자들을 발제자로 초빙하여, 한림원 석학들을 비롯해 산·학·연·정의 전문가들이 심도 깊게 토론을 진행하고 있습니다.

토론결과는 책자로 발간, 정부, 국회와 관련기관에 배포함으로써 정책 개선방안을 제시하고 정책 입안자료를 제공하여 여론 형성에 기여하도록 힘쓰고 있습니다.

■ 한림원탁토론회 개최실적 (2020년 ~ 2022년) ■

회수	일 자	주 제	발제자
145	2020. 2. 5.	신종 코로나바이러스 감염증 대처방안	정용석, 이재갑, 이종구
146	2020. 3. 12.	코로나바이러스감염증-19의 중간점검 - 과학기술적 관점에서 -	김호근
147	2020. 4. 3.	COVID-19 팬데믹 중환자진료 실제와 해결방안	홍석경, 전경만, 김제형
148	2020. 4. 10.	COVID-19 사태에 대비하는 정신건강 관련 주요 이슈 및 향후 대책	심민영, 현진희, 백종우
149	2020. 4. 17.	COVID-19 치료제 및 백신 개발, 어디까지 왔나?	신형식, 황응수, 박혜숙
150	2020. 4. 28.	Post COVID-19 뉴노멀, 그리고 도약의 기회	김영자
151	2020. 5. 8.	COVID-19 2차 유행에 대비한 의료시스템 재정비	전병율, 홍성진, 염호기
152	2020. 5. 12.	포스트 코로나, 어떻게 살아남을 것인가? : 정보 분야	강홍렬, 차미영
153	2020. 5. 18.	포스트 코로나, 어떻게 살아남을 것인가? : 경제·산업 분야	박영일, 박 진
154	2020. 5. 21.	젊은 과학자가 바라보는 R&D 과제의 선정 및 평가 제도 개선 방향	김수영, 정우성
155	2020. 5. 25.	포스트 코로나, 어떻게 살아남을 것인가? : 교육 분야	이윤석, 이해정
156	2020. 5. 28.	지역소재 대학 다 죽어간다	이성준, 박복재
157	2020. 6. 17.	코로나 이후 환경변화 대응 과학기술 정책포럼	장덕진, 임요업
158	2020. 6. 19.	대구·경북에서 COVID-19 경험과 이를 바탕으로 한 대응방안	김신우, 신경철, 이재태, 이경수, 조치흠
159	2020. 6. 23.	포스트 코로나 시대의 과학기술교육과 사회적 가치	이재열, 이태억
160	2020. 6. 30.	코로나19 시대의 조현병 환자 적정 치료를 위한 제언	권준수, 김 윤
161	2020. 7. 9.	Living with COVID-19	정은옥, 이종구, 오주환
162	2020. 7. 15.	포스트 코로나 시대, 농식품 산업의 변화와 대응	김홍상, 김두호

회수	일 자	주 제	발제자
163	2020. 7. 24.	건강한 의료복지를 위한 적정 의료인력과 의료제도	송호근, 신영석, 김 윤, 안덕선, 한희철
164	2020. 7. 30.	젊은 과학자가 보는 10년 후 한국 대학의 미래	손기훈, 이성주, 주영석
165	2020. 8. 7.	집단면역으로 COVID-19의 확산을 차단할 수 있을까?	황응수, 김남중, 천병철, 이종구
166	2020. 8. 24.	포스트 코로나 시대, 가속화되는 4차산업혁명	윤성로, 김정호
167	2020. 9. 8.	부러진 성장사다리 닦고 싶은 여성과학기술리더가 있는가?	김소영, 문애리
168	2020. 9. 10.	과학기술인재 육성을 위한 대학의 역할	변순천, 안준모
169	2020. 9. 17.	지난 50년 국가 연구개발 투자 성과, 어떻게 나타났나?	황석원, 조현정, 배종태, 배용호
170	2020. 9. 23.	과학기술 재직자 역량 강화 전략	차두원, 김향미
171	2020. 9. 25.	COVID-19 치료제의 개발 현황	김성준, 강철인, 최준용
172	2020. 10. 7.	미래세대 기초·핵심역량 제고 방안	송진웅, 권오남
173	2020. 10. 13.	대학의 기술 사업화 및 교원 창업 활성화 방안	이희숙, 이지훈, 심경수
174	2020. 10. 14.	한국판 뉴딜, 성공의 조건은?	박수경
175	2020. 10. 22.	성공적인 K 방역을 위한 코로나 19 진단 검사	이혁민, 홍기호, 김동현
176	2020. 11. 5.	4단계 BK21 사업과 대학의 혁신	노정혜, 정진택, 최해천
177	2020. 11. 9.	COVID-19의 재유행 예측과 효과적 대응	이종구, 조성일, 김남중
178	2020. 11. 27.	우리나라 정밀의료의 현황과 미래 : 차세대 유전체 염기서열 분석의 임상응용과 미래	방영주, 박웅양, 김열홍
179	2020. 12. 4.	대학 교수평가제도의 개선방안	최태림, 림분한, 정우성
180	2020. 12. 8.	COVID-19의 대유행에서 인플루엔자 동시감염	김성준, 송준영, 장희창
181	2020. 12. 9.	COVID-19 환자 급증에 따른 중환자 진료 대책	김제형, 홍석경, 공인식

회수	일 자	주 제	발제자
182	2021. 2. 19.	세계대학평가 기관들의 객관성 분석과 국내대학을 위한 제언	이준영, 김 현, 박준원
183	2021. 4. 2.	인공지능 시대의 인재 양성	오혜연, 서정연
184	2021. 4. 7.	탄소중립 2050 구현을 위한 과학기술 도전 및 제언	박진호, 정병기, 윤제용
185	2021. 4. 15.	출연연구기관의 현재와 미래	임혜숙, 김명준, 윤석진
186	2021. 4. 30.	메타버스(Metaverse), 새로운 가상 융합 플랫폼의 미래가치	우운택, 양준영
187	2021. 5. 27.	원격의료: 현재와 미래	정 용, 최형식
188	2021. 6. 17.	배양육, 미래의 먹거리일까?	조철훈, 배호재
189	2021. 6. 30.	외국인 연구인력 지원 및 개선방안	이한진, 이동현, 버나드 에거
190	2021. 7. 6.	국내 대학 연구 경쟁력의 현재와 미래	이현숙, 민정준, 윤봉준
191	2021. 7. 16.	아이들의 미래, 2022 교육과정 개정에 부처 : 정보교육 없는 디지털 대전환 가능한가?	유기홍, 오세정, 이광형
192	2021. 10. 15.	자율주행을 넘어 생각하는 자동차로	조민수, 서창호, 조기춘
193	2021. 12. 13.	인간의 뇌를 담은 미래 반도체 뉴로모픽칩	윤태식, 최창환, 박진홍
194	2022. 1. 25.	거대한 생태계, 마이크로바이옴 연구의 미래	이세훈, 이주훈, 이성근
195	2022. 2. 14.	양자컴퓨터의 전망과 도전: 우리는 무엇을 준비해야 할까?	이진형, 김도현
196	2022. 3. 10.	오미크론, 기존 바이러스와 무엇이 다르고 어떻게 대응할 것인가?	김남중, 김재경
197	2022. 4. 29.	과학기술 주도 성장: 무엇을 해야 할 것인가?	송재용, 김원준
198	2022. 6. 2.	더 이상 자연재난은 없다: 자연-기술 복합재난에 대한 이해와 대비	홍성욱, 이호영, 이강근, 고상백
199	2022. 6. 17.	K-푸드의 가치와 비전	권대영, 채수완
200	2022. 6. 29.	벤자민 버튼의 시간, 노화의 비밀을 넘어 역노화에 도전	이승재, 강찬희

회수	일 자	주 제	발제자
201	2022. 9. 26.	신약개발의 새로운 패러다임	김성훈, 최 선, 김규원
202	2022. 9. 29.	우리는 왜, 어떻게 우주로 가야 하는가?	문홍규, 이창진
203	2022. 10. 12.	공학과 헬스케어의 만남 - AI가 여는 100세 건강	황 희, 백점기
204	2022. 10. 21.	과학기술과 사회 정의	박범순, 정상조, 류석영, 김승섭



제205회 한림원탁토론회

지속 가능한 성장과 가치 혁신을 위한 수학의 역할

이 사업은 복권기금 및 과학기술진흥기금 지원을 통한 사업으로
우리나라의 사회적 가치 증진에 기여하고 있습니다.

행사문의

한국과학기술한림원(KAST) 경기도 성남시 분당구 돌마로 42(구미동) (우)13630
전화 (031)726-7900 팩스 (031)726-7909 이메일 kast@kast.or.kr