

과학속의 수학



수학이 자연과학의 타 전공에 어떻게 사용되고 있는지 그의 응용분야와 사용처를 살펴본다.

과학 철학을 말하다

- 정하식의 과학 철학을 말하다 EBS 특별기획 2014.4.28.

토마스 쿤 의 창의성 논의 (과학혁명)

- 정상과학이 막혔을 때 비로소 창의력이 발휘된다.

필요는 발명의 어머니

인생의 실제적인 문제와 부닥치게 하라.

쓸데없이 창의력 개발한다고 문제를 만들어 연습하는것이 필요한가?

과학혁명을 일으키는 사람들

- 젊은 과학자와 타 학문에서 전과한 과학자

기존적인 정상과학을 바탕으로 창의적인 과학이 발전된다.

과학의 다원주의 - 창의력, 의미,

Math Anxiety (수학기피증?)

수학은 무엇하는데 쓰는가?
어떻게 사용되고 있는가?

숨겨진 수학(과학) 이론과 규칙은?

Hide And Seek, Discovery (탐구)

관찰과 질문, 논증과 결론

물리 화학 생물속의 수학 - 논리적 설명, 분자의 구조, 행성의 궤도,
생체수학 Biomathematics - 장갑차, 비행기, 수술실, 우주선 모형,
인문 사회 경제를 위한 수학 - 논리와 금융, 창의적 사고

논리적 사고와 오류

[논리적 사고를 위해 훈련되어야 할 오류분석]

매스컴이나 언론매체, 선전, 광고, 대화가운데 쉽게 범할수 있는 오류를 살펴보자.

* 부분과 전체에 대한 오류

부분적으로 참이라고 해서 전체적으로 참이 되는 것은 아니다.

(예) 평면에서는 평행하면 안만다고 하나 구면에서는 서로 만난다.

* 사실과 견해와 진실의 혼동

- 개인적 견해(Opinion)가 객관적 사례와 증거를 가지고 있으면 사실(Fact)

- 사실(Fact)는 논리적으로 증명되어야 진실(Truth) 이 된다.

- 견해는 차이를 인정해야 하지만

물증이 있는 사실은 논리적으로 증명되면 진실(Truth) 이 된다.

견해가 진실이 되는 과정에는 권위와 믿음이 전제 되어야 한다.

그리고 견해 즉 의견은

나의 의견이 존중되길 바란다면

남의 의견도 똑 같이 존중되어야한다.

서로 다른 차이가 있을 뿐 옳고(True) 틀린(False)것과는 구별해서 생각해야 대화가 된다.

창의력 신장

[소개] 신간 제목: 유레카의 순간 / 김영식 두쌍크연구소 소장 지음

코코넛 안의 달콤한 과즙을 맛보기 위해서

드릴이나 송곳을 얻으려고 기계공학이나 금속공학까지 공부할 필요는 없다.

단지 철물점에 가서 드릴이나 송곳을 사서 사용하면 된다.

창의적 사고를 위해

스티브 잡스나 아인슈타인같은 천재들을 아무리 따라하려고 해도

겉으로 보이는 방법은 따라할 수 있을지 모르지만,

정작 중요한 그 방법을 생각해낸 '상상력'은 배우기 힘들다.

상상력을 키울 수 있는 쉬운 '방법'을 찾으려고 애쓰기보다

우리 안에 이미 있는 상상력을 끄집어내는 방법을 연습하자

특히, 일하는 사람에게 필요한 방법은 세 가지 조건을 갖추어야 한다.

1. 배우기 쉬워야 한다. 2. 써먹을 수 있어야 한다. 3. 효과적이어야 한다.

이 책은 누구나 따라할 수 있는 3가지 창의적 문제해결 사고 방법을 소개한다.

“왜 선풍기가 좌우로 움직이는 각도를 조절할 수 있는 버튼은 없을까?” “스마트 TV의 기능은 어디까지 확장될 수 있는가?” “불법 주차를 추가적인 관리 비용 없이 막을 수 있는 방법은 없을까?” 등 크고 작은 문제를 놓고 고정관념을 부수고 새로운 생각을 촉진하는 연습을 거치는 동안 당신 안의 창의적인 능력을 깨닫게 되고, 생각하는 일이 즐거워질 것이다.

차례

Chapter 1 다르게 생각하기 • 11

Chapter 2 용도통합 • 35

Chapter 3 용도변경 • 77

Chapter 4 역사고 • 115

Chapter 5 창의적 사고 실습 • 149

지은이 소개

“원숭이도 이해할 수 있는 창의적 문제해결 사고”

김영식 소장은 이 목표를 향해 늘 공부하고, 강의하고, 저술한다.

김영식 두쌍크연구소(www.dothink.co.kr) 소장

정부기관 및 기업에서 '문제해결' 및 '창의성'을 강의하고 있다.

저서로 <나는 왜 그 생각을 못했을까>가 있다.

창의적 문제해결과 사고 방법

'용도통합과 용도변경, 역발상의 사고 방법이 있다.

창의적이란 비현실적인 것을 의미하는 것은 아니다.

현실에서 반 발짝 앞서 나가

문제의 핵심을 이해하고 창의적으로 개선하는 것이다.

분할과 결합

식탁위의 가위처럼 물건의 용도를 다른 곳에 사용한다든가...

사물의 기능을 분할하여 간단하게 만들어 사용한다든가...

장점들을 통합하여 새로운 것을 만들든가...

아이폰처럼 기능들을 결합하여 새로운 결합체를 만들든가...?

관점의 변환, 발상의 전환

문제를 다른 각도에서 본다?!!

꺼꾸로 집어들어 보고
비스듬히 보고
손위에 돌려도 보면서
직접 만져보고 경험하는 것
물체에 따라
잘라보고 찢어보고 구부려도 보고
손으로 만져보고
입으로 맛보고 씹어도 보고
코로 냄새를 맡아보기도 하며

새로운 방식으로 문제를 보는 것이다 .

Changing view point
Transformation

Adding Subtracting Dividing Multiplying + - * /
Enlarging Scale-down

역발상 Inverse 음양 True False

전체 Total, Global 와 부분 Local , Partial ,

사과의 차원 dimension

방향 Orientation 경계 Boundary

통섭 Unification과 분석 Analysis

사실 Fact 과 추론 Induction Deduction 가정 Assumption

공리 Axiom 명제 Proposition

존재 Exist 와 무 Empty

의견 opinion 진실 Truth 과 거짓 False

변환 transformation - 평행, 닮음, 아핀, 사영, 위상변환

연속, 불연속, 선형, 비선형

대칭 Symmetry Conjugate 회전 Rotation

모양 Shape 과 크기 Volume

양 Quantity 과 질 Quality의 비교

수학의 여러가지 관점

[출처] 우리를 놀라게 한 수학의 다섯가지 이야기
<http://blog.naver.com/seunghyun507/40171126703>

EBS <다큐프라임> 수학 대기획Ⅱ 생명의 디자인

1부 치타가 삼킨 방정식

2부 크기의 법칙

3부 사라진 천재 수학자

방송 : 2012년10월 19일(월) - 21일(수) 밤 9시 50분 ~ 10시 40분

연출 : 김형준 PD , 문현식 PD

포유류는 손바닥 위에 올라오는 스류라는 작은 쥐부터 4톤이 넘는 코끼리까지 예외가 없이
일생동안 15억 번 심장이 뛴다.

그리고 얼룩말은 줄무늬를 가지는데 치타나 표범은 왜 점무늬만을 가질까?

그리고 코끼리는 왜 무늬가 없는가.

**과연 무엇이 포유류의 평생심박수를 동일하게 만들고,
동물들의 무늬를 지배하는 것일까?**

넓고 복잡한 생명 현상에 관련된 근원적인 질문은 과학으로 풀 수 없다 ?

가장 불확실하고 광범위한 영역 !!!

그러나

최근 과학계의 도전

생명현상을 하나의 법칙으로 설명해보자 ?!!

이 문제 해결의 마지막 열쇠는 수학

제1부: 치타가 삼킨 방정식 2012.10.19.월 밤9시 50분

동물의 무늬는 어떻게 만들어질까? 얼룩말은 왜 줄무늬를 갖고, 치타는 왜 점무늬만을 갖는가. 어떤 매커니즘이 동물의 무늬를 만들어내는가. 이것은 뜻밖에도 수학자 튜링이 던진 질문이다.

그는 생명현상 중 인간의 뇌가 어떤 순서로 사고하는가를 수학으로 논리화시켜 컴퓨터의 이론을 만들어내었고 그가 생애 마지막으로 몰두하던 작업이 바로 동물 무늬의 발현이었다. 튜링은 동물 무늬의 근본이 되는 화학물질이 서로 반응하는 관계를 수학 공식으로 정리 하여 논문으로 발표하였다.

이후 튜링의 뒤를 이은 수학자들의 끈질긴 추적은 결국 50년만에 동물 무늬에 숨겨진 이론 규명하였다.

**무늬가 생겨날 때 태아의 기하학적 원리가
바로 동물들이 서로 다른 무늬를 가지게 된다**

제2부: 크기의 법칙

2012.10.20.화 밤 9시 50분

생로병사와 관계해 동물들이 공유하는 법칙

쥐의 평균 수명은 2내지 4년이다. 코끼리는 60년에서 70년을 산다. 그러나 수명에 심박수를 곱하면 두 동물의 평생 심박수는 15억 번으로 동일하다. 놀랍게도 모두 포유류가 같은 심박수를 갖는다. 심장박동과 관련되어 기이한 현상은 생명의 크기와 맞닿아 있다.

복잡한 생명계에서 유일한 법칙이라 일컬어지는 스케일의 법칙

동물은 크기에 따라 호흡수나, 혈액 순환 시간, 수명, 대동맥의 굵기 등이 일정한 비율을 가지고 있고 크기가 커질수록 심장박동수가 1/4제곱 비율로 줄어든다. 그러나 모든 동물들은 왜 이런 비율에 따르는가에 대한 생물학계의 이 미스테리는 70년이 지난 최근야 가까스로 그 답에 근접한다. 그 해답의 근원에는 **프랙탈**이라는 수학 이론이 존재한다.

제3부: 사라진 천재 수학자 2012.10.21.수 밤 9시 50분

우주의 모양을 추론해나가는 수학자들의 이야기

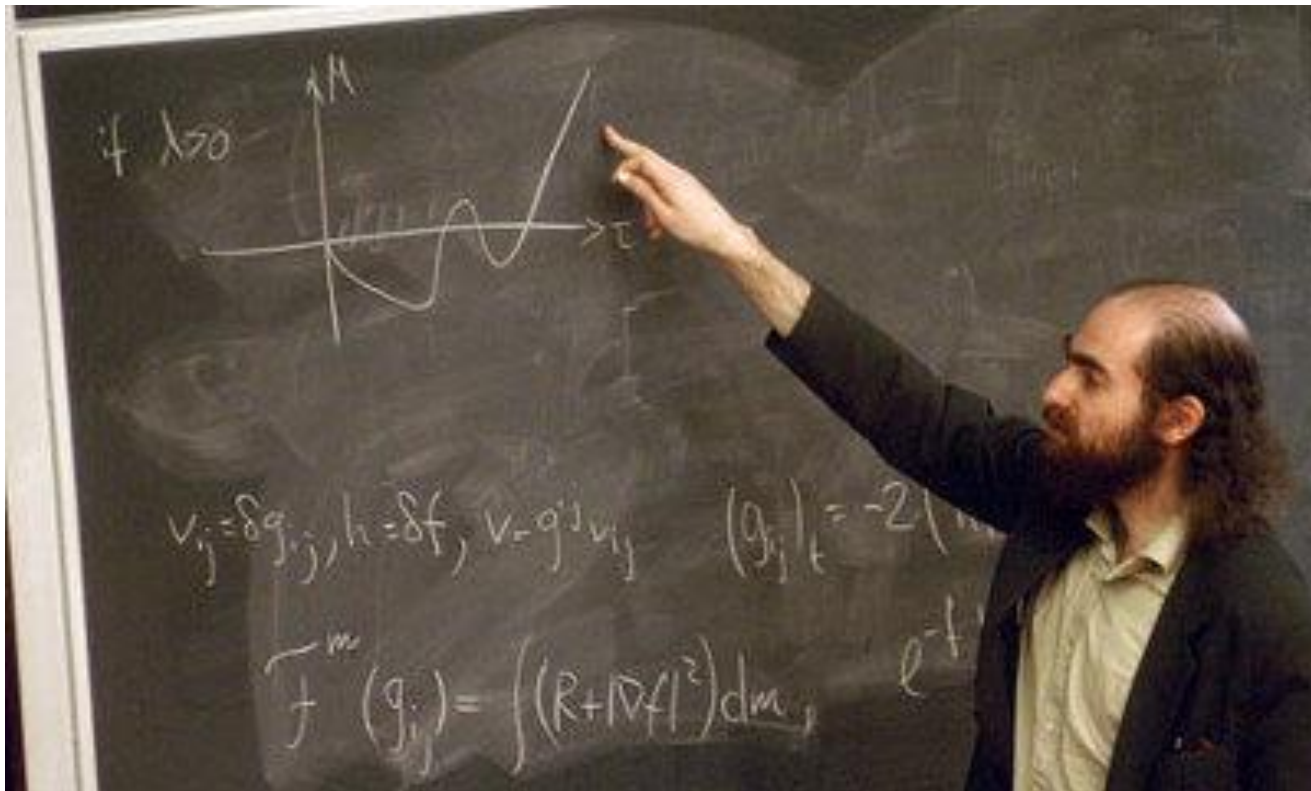
2000년 국제수학자대회에서 제시된 수학기계를 막고 있는 밀레니엄 7개의 난제

미국의 한 재단에서는 이 문제를 푸는 수학자에게 문제당 100만 달러를 약속했다.

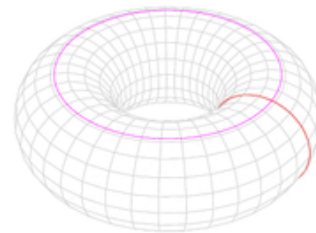
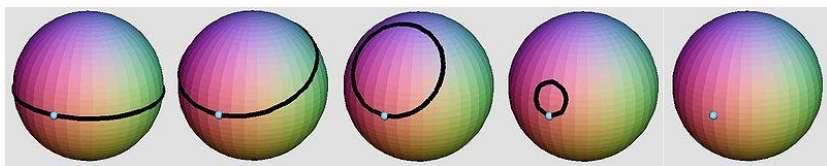
- 문제가 제시된 지 2년도 채 되지 않아. 7대 난제 중 가장 중요한 문제라고 여겨졌던 '푸앵카레 추측'문제에 대한 증명이 인터넷에 게시되었다.

학술지를 젓혀두고 인터넷에 게시된 이 증명은 처음에는 아무런 관심을 끌지 못했지만 전세계 수학자들의 2년에 걸친 검증후에 100여년을 끌어온 푸앵카레의 추측을 정확히 풀어냈다고 인정되었다.

그러나 문제를 풀어난 페렐만은 부와 명예를 뒤로 하고 러시아 상트 페테르부르크에 은둔하였고 수학의 노벨상이라 불리는 필즈메달의 수상식장에 나타나지 않았고 상금도 타가지 않았다. 월 5만원의 연금으로 늙은 어머니와 함께 살고 있으면서 가끔 버섯을 따기 위해 숲 속에 나타난다는 소문도 들린다. 그는 왜 사라져 버렸는지 아무도 모른다?



페렐만



<http://tvpot.daum.net/v/ve1048k1hnnn773Tth358Uy>

<http://tvpot.daum.net/v/v24e6mVmKMmos8VEi4VauiA>

포앙카레 추측

위상기하학에서, 2차원 구면과 1차원 구면(원주)는 단일연결이라는 근본적인 특징을 가지고 있는데

3차원 표면에서도 구에 대해 그러한 사실이 성립여부에 대한 미해결 문제였다.

구체적으로 '단일연결인 3차원 다양체는 구면과 같은 것인가'라는 것이다.

5차원 이상에 대한 문제는 스티븐 스메일이 증명해 1966년 필즈상을 수상하였으며, 4차원에 대한 문제는 마이클 프리드먼이 증명해 1986년 필즈상을 수상하였다.

수학의 응용과 적용

IT(정보기술)와 BT(생명기술)를 접목

미국은 지난 1988년 국립보건원 산하에 국립생물정보센터(NCBI)를 설립했다. NCBI는 IT기술과 수학기법을 동원, 생물학과 의학의 각종 문제 해결책을 찾고 다양한 BIT 데이터베이스와 소프트웨어를 개발하는 일을 하고 있다.

그 중 선두가 바이오기업으로 변신을 꾀하고 있는 IBM이다.

생명공학연구용 슈퍼컴퓨터 '블루진'을 개발중인 데 IBM이 생명공학분야에서 가지는 세 가지 사업목표는

- 1) 신약후보물질 검색 소프트웨어 개발 ,
- 2)컴퓨터 시뮬레이션을 통해 신약의 성능과 안전성을 시험하는 사이버임상시험 프로그램인 'e-클리니컬' 개발,
- 3)연구에서 얻어지는노하우를 연구원들이 효과적으로 공유할 수 있도록 돕는 지식공유시스템의 개발이다.

생화학의 염기서열분석에 쓰이는 행렬이론

엄청난 정보량을 가지는 유전자정보, 화합물 정보를 처리할 수 있는 피라
(pera 1피라는 10의 15제곱)바이트급 **슈퍼컴퓨터인 '블루진(Blue Gene)'의 개발** 을 추진 중이다.

염기서열분석에 쓰이는 슈퍼컴퓨터의 원리는 데이터베이스 시스템

생명공학에 쓰이는 슈퍼컴퓨터의 경우 염기서열을 데이터로 시스템에 저장해 놓고 우리가 알고자하는 염기서열과의 상보성을 검증해서 염기서열을 알아내거나 그 염기서열이 만들어 내는 단백질의 2차 3차 구조를 컴퓨터 상에 그래픽으로 나타내어 준다.

컴퓨터에 저장된 염기서열과의 상보성(유사성)을 통해 염기서열분석을 하는 데는 **선형대수학의 '행렬' (측정행렬)**이 쓰이고 있다.

***(주)** IBM 이 개발한 인공지능 컴퓨터 왓슨은 체스왕을 이겼다.

***측정 행렬 (Scoring matrix)은**

두 염기의 서열을 비교할 때 각각의 아미노산이나 염기들이 일치 혹은 치환될 확률을 각각 계산해 주는 행렬이다. 실제 서열의 비교에 측정 행렬을 이용하므로 이 측정 행렬은 모든 서열 분석의 기본이 된다.

로봇(Robot)의 역사?

1) 체코의 작가 카렐 차페크

일하는 기계 - 로봇을 처음으로 명명하다

'로봇'은 카렐 차페크의 고국인 체코의 말로 '로보타(robota)-고된 일, 노동'라는 단어에서 착안되었다.

이 단어를 생각해 낸 것은 카렐의 친형 요셉 차페크(직업은 화가)에 의해 정해진 것으로 알려져 있습니다.

그는 1920년에 완성된 차페크의 희곡은 세상 사람들의 많은 관심을 끌었다. 그 이유는 이 희곡에 매우 예언적인 내용과 로봇, 인간의 노동, 산업 사회에 대한 진지한 질문이 담겨 있었기 때문이다.

2) 러시아 출생, 컬럼비아 대학 화학박사인 아시모프

< 바이센터니얼 맨 > < 아이 로봇 > 등을 썼으며 영화로 만들어질 정도로 잘 알려진 SF 작가

그의 < 아이 로봇(I, Robot) > 에는 로봇을 만들거나 로봇에 대해 배우고 공부하려는 사람에게 꼭 필요한 세 가지의 원칙을 제시하고 있다.

The three laws of Robotics

첫째, 로봇은 인간을 해치지 않으며, 아무 행동도 하지 않아서 인간이 해가 되도록 방치해서는 안 된다.

둘째, 로봇은 첫째 법칙에 반하는 명령을 제외하고, 인간에 의해 주어진 명령에 복종한다.

셋째, 로봇은 자신을 보호하는 것이 첫째, 둘째 법칙에 반하지 않는 한 자신을 보호한다.

현재 가장 많이 연구되고 관심을 많이 끄는 로봇 분야는 바로 군사용 로봇이다. 이러한 분야에서 로봇학의 3원칙이 변질되거나 무시되고 있지만 적어도 카렐 차페크의 희곡에서와 같은 비극이 일어나지 않도록 이 원칙들은 잘 유지되어야 할 것이다.

알런 튜링

최초의 지능, 컴퓨터 설계자

튜링은 최초의 컴퓨터라고 하는 미국의 '애니악'보다 2년 앞서 암호를 해독하는 최초의 전자계산기를 만들었으며 오늘날 인공지능, 컴퓨터 프로그램 알고리즘 등의 창시자

튜링테스트(Turing test)는 기계가 인간과 얼마나 비슷하게 대화할 수 있는지를 기준으로 기계에 지능이 있는지를 판별하고자 하는 테스트로 앨런 튜링이 1950년에 제안했다.

Electric engineering과 수학

많은 물리법칙과 물리 관계식이 미분 방정식의 형으로 표시된다.

공학자에게 필요한 자질

물리적 문제를 이에 대응하는 수학적 모델로 전환하는 모델링 능력

여러 가지 물리 및 기하학적 문제와 이들 방정식의 해를 구하는 가장 중요한 방법이 바로 미분 방정식을 유도하고 또 푸는 일이다. 이들 방법은 일반적으로 적분을 포함하게 된다.

전자기의 기본적 원리는

깊이 있는 과학적 과제를 체계적이고 논리적인 방법으로 연구하려면 타당한 이론적 모델을 만들어야 하는데, 예를 들면 고전 역학은 질량, 속도, 가속도, 힘, 운동량 그리고 일이라는 양들을 정의하는 이론적 모델이 바탕을 이룬다.

Newton의 운동 법칙, 운동량 보존법칙, 에너지 보존 법칙이 모델의 기본 가정이다. 기본 가정을 표현하고 유용한 결과를 간결하게 유도하기 위해 적절한 수학적 방법을 사용한다. 전자기학에서 벡터를 사용하는데, 이것은 크기와 방향을 함께 가지기 때문이다. 그래서 벡터 대수와 벡터 미적분에 능숙해야 한다.

복잡한시대... '복잡계 과학' (융합과 통섭)

미국의 응용수학자 **덩컨 와츠** 교수

1998년에 할리우드와 관계된 배우 21만 명의 관계를 조사
공동 출연작이 있는 배우들 사이에 줄을 긋는 식으로

연계 도표를 만들고

전체 연계 구조의 성질을 분석한 논문

=> **네이처 논문집**(세계 최고 권위의 자연과학 학술지)에 실렸다.

또한 이탈리아 팔레르모 대학의 물리학 교수인 **만테냐** 교수

미국 주식시장에서 한 기업의 주가가 오르면 다른 기업들의 주가는
어떻게 움직이는지를 연구하여 유럽의 **물리학회**의 저널에 발표했다.

프레드릭 릴제로스 교수(스톡홀름대 사회학과)의 연구

“스웨덴 사람들은 서로 성관계가 어떻게 맺어졌는가?”
(자연과학 학술지인 네이처는 2001년 6월 논문에 게재하여 주목)

스웨덴 사람들의 성관계 네트워크 연구결과:

=> 그 수학적 구조가 인터넷의 www 네트워크와 같다

=> 몇몇 주요 사이트(야후, 구글..)를 중심으로 가지를 뺏어나가는
듯한 인터넷 구조가 인간관계에서도 똑같이 나타난다

=>(응용) 에이즈 등 전염병환자들의 인간관계를 분석

보균자들사이의 인간관계를 분석하여 에이즈를 확산시키는
자가 어디에 있는지 알아내다.

=> 수학, 물리학자들이 사회, 경제학 논문을 쓰고, 자연과학 학술
지도 사회과학으로 보이는 논문을 실는 등 학문간의 교류가 커짐

통섭의 학문

최근 **복잡계 과학**이란 새로운 학문이 과학 분야로 떠오르고 있다. 세계적으로 각 나라마다 복잡계 전문연구소가 세워지는가 하면, 미국 미시간 주립대처럼 복잡계 학과를 설치하는 곳도 나오고 있다.

복잡계란 ?

글자 그대로 수많은 구성 요소가 복잡하게 얽히고 설킨 세상을 상호작용하면서 어떻게 변해갈지를 예측하는 연구 분야이다.

복잡계 과학

복잡계 과학은 수학과 물리학을 이용해 이런 복잡계의 성질을 찾아내고, 미래에 어떻게 움직일지 예측하는 학문이다.

복잡계 과학의 시초: 복잡계를 다룰 수 있는 수학을 만들어 낸 80년대 중반

현재: 점점 발전해 지금은 환율 변동 예측 가능(미완), 더욱 복잡한 주식시장이나 사회 속의 인간관계 등의 기본 성질을 이해하는 단계에 이른다.

수학과 물리학의 원리를 이용해 경제, 사회, 생명과학을 탐구하고 이해하는 복잡계 과학의 시대가 되다 !!

복잡계 과학 분야 연구대상

개미군단과 기관, 외국인이 투자 게임을 벌이는 주식시장,
사회 속에서의 인간관계,
수 억대 컴퓨터가 연결된 인터넷 네트워크

주가지수나 환율의 변화,
인간 공동체가 생기는 과정,
1조개의 신경세포들이 모인 두뇌의 작용 등이

모두 복잡계 과학의 탐구 대상이다.

복잡계 과학 분야 적용대상

유럽연합(EU)의 완전한 통합을 뒷받침할 “복잡계 과학 분야”

복잡계 과학의 힘으로

유럽의 경제와 사회, 정보통신, 네트워크 등을

통합할 때 일어날 문제들을 **예견**하고,

해결책을 구할 수 있으며, 또 애초에

문제를 제일 적게 일으키는

최적의 **통합 방안**을 찾는 것을 시도

EU의 방침 : 그러나 아직은 복잡계 과학의 초창기여서
유럽 통합에의 활용을 위해 **이 분야를 집중 육성**키로 하다.

해양 기술에 응용된 수학

해양의 해류 순환과 온도 분포를 설명하면
기후를 예측할 수 있다.

해양역학을 기술하는 해를 가지는 방정식과 모델을 찾기
위해 노력

방정식의 가정을 단순화하여 유도한 모형의 정확성을 새
로운 데이터를 가지고 시험하여 그 모형모델의 정확도를
높여 나가고 있다.

유체역학과 비선형 편미방에 대한 근사해 찾기 ?

상품추적하기

- 인터넷 통신의 보안 기법의 기반이 되는
정수론의 응용

책의 ISBN(국제표준도서번호)와 그의
UPC(범용상품부호)의 신뢰성을 보장

ISBN은 컴퓨터로 책을 검색할 수 있게하고
UPC는 책의 인세를 해당저자에게 지급할
수 있게 해 준다.

더 좋은 누진렌즈 제작

누진렌즈의 설계는 기하학, 재료과학, 편미분 방정식이 관련된 수학분야이다.

서로 다른 배율을 가진 두 구면을 자연스럽게 한 구면으로 결합해야하는 설계의 어려움, 구면의 곡률차이로 시야가 왜곡되는 난시현상은 원기둥꼴의 수정으로 감소시킨다.

미분기하학의 발전은 효율적인 렌즈 설계를 가능케하고 최적의 렌즈형태를 찾게해 준다.

수리 생태학

복잡한 생물계를 이해하고 모형화 하기 위해 수학의 거의 모든 분야 - 선형대수, 해석학, 미분방정식, 확률과정, 수치 시뮬레이션, 통계학-를 이용하고 있다.

비선형 역학계나 공간통계학과 같은 새로운 분야에 문제의 해결을 의지하고 있다.

생태계에 응용된 수학

생체 모방

일본에서는 지능구조, 미국에서는 스마트 물질 등 다양한 이름으로 불리어 지면서 생물학과 공학의 공통부분에 위치한 하나의 학문적 분야

특정한 생물의 기능과 형태를 응용하여 생활에 이용하다.

(사례)

전복의 껍질의 분자 배열을 응용한 탱크의 철갑,
누에의 실크의 단백질의 형태에서 나일론,
거미의 줄에서 아이디어를 얻은 수술용 실 ...

꿀벌의 벌집

- 꿀이 넘치지 않도록 **9-14도** 정도 위로 경사지게 하고

모양도 육각형으로 구성되어

이 구조는 빈 공간을 없애면서도 가볍고 견고한 구조를 유지하고 있다.

북한의 남침 땅굴

- 물이 고이지 않도록 하기 위하여 미세하게 북쪽으로 기울었다

육각형의 구조 :

- 식물의 줄기, 사람의 각막, 포장에 사용되는 골판지, TV의 액정화면의 구조, 곤충의 눈, 잠자리의 날개, 꿀벌의 집, 눈의 결정 모양, 파인애플, 육각수, 은어의 세력권,

무선 이동 통신의 기지국의 설계

- 이동 전화는 통화가 진행되는 동안 기지국을 넘나들어도 통화가 가능하다. 이는 통화가 진행되는 동안 신호의 세기가 더 좋은 음성 채널을 찾아 기지국을 이전하기 때문이다. 무선 기지국이 담당하는 서비스 지역을 셀(cell)이라 하는데 각 셀은 전체적으로 육각형의 형태를 유지한 벌집 구조를 가지고 있어 통화를 용이하게 해 주고 있다.

유선형(streamline shape)- 유체(기체나 액체)속을 운동할 때 가장 저항을 적게 받는 형상

-> **물고기의 체형** 은 물의 흐름 속에서 형상저항을 최소화하기 위한 형태를 취하고 있다. 유선형은 항공기 로켓 등 비행체의 모양 외에도 고속열차 자동차의 동체 모양에도 널리 응용된다.

보텍스(vortex)는 유체가 회전하는 소용돌이 모양인데 벽 가까이 보텍스가 존재하면 마찰 항력이 크게 증가한다.

자연계 내에서 보텍스가 이용되고 있는 예로서 **철새들이 V 자형을 이루며 날아가는 이유는 양력(위로 뜨는 힘)**을 받아 먼 거리를 작은 에너지 이용하여 공중에 떠 있기 위함이다. 맨 앞에서 날개 짓을 하는 철새에 의해 보텍스가 형성되고 이 보텍스는 철새 날개 바깥쪽 부근에서 공기의 흐름을 위로 올라가게 하고 이 위치에 있는 뒤쪽의 철새는 보다 작은 날개 짓으로 하늘에 떠 있게 되고 같은 방식으로 뒤쪽의 철새도 바깥쪽에 위치하게 되어 전체적으로는 V 자형을 취하게 된다.

- 비행기가 착륙할 때도 보텍스가 생기기 때문에 모든 비행장에서는 불의의 사고를 방지하기 위해 **비행기의 착륙에 시간차** 를 두고 있다.

단코나의 관찰과 볼테라의 법칙

- 전쟁으로 어업중지=>전쟁후 상어의 번식이 증가 ?

제1차 세계대전 중 아드리아해는 이탈리아 해군과 오스트리아. 헝가리 제국과의 싸움으로 대규모 어업이 전부 중지되었다. 그 결과 예상치 않은 사태가 일어났다. 전쟁이 끝난 수년 뒤에 **이탈리아 생태학자 단코나**가 어업시장에서 어획량의 통계를 조사한 결과,

전쟁 뒤 상어 등 육식어의 비율이 전쟁 전보다 매우 높아진 것을 알게 되었다. 단코나는 전쟁이 상어의 번식에 어떤 영향을 미치고 있을까 하며 매우 의아해했으며 당시 일류 수학자 로 알려진 **볼테라(1860~1940)**에게 이 문제를 상의했다.

생태학자 단코나의 관찰

오늘날 여러 종류의 물고기가 아드리아해에서 살지만 단순화하면 2 종류, 즉 포식자와 피식자로 나누어진다.

활발한 어업으로 물고기 수가 감소하면, 포식자(상어)의 개체수도 감소한다.

- 상어는 먹이를 어부에게 빼앗겨 식량부족이 되어 굶어죽는 상어가 많이 생긴다.

-> 따라서 상어보다 물고기의 수가 놀랄 만큼 빨리 불어난다.

그러나 전쟁으로 어업이 중지되면 그 반대가 된다.

-> 먹이가 많아지자 상어는 불어나고 그 때문에 물고기는 줄어든다.

이것이 바로 단코나가 관찰한 것이었다.

‘볼테라의 법칙’

포식자(상어)와 피식자(물고기)가 서로 상대의 개체수에 영향을 미치고 있을 때 어업 등의 활동으로 양자의 성장률을 저하하는 요인이 생기면 피식자(물고기)는 불어나고 포식자(상어)는 감소된다.

이 법칙은 살충제에 의한 해충 구제의 실패로도 입증되었다.

살충제는 보통 유충·바퀴 등 해충만을 죽이는 것이 아니고 그들의 천적인 투구풍뎅이나 새도 죽인다. 해충은 세대간격이 짧아 살충제에 곧바로 적응하지만 포식자는 살충제가 농축되고 적응할 수 없게 되어 멸종된다. 그래서 살충제를 뿌리기 전보다 해충의 천적은 줄어들고 해충의 수는 오히려 불어난다. 어리석은 인간이 저지르는 실수가 생태계를 돌이킬 수 없는 상황으로 몰아가며 그 때문에 인간자신의 생존마저 위협받게 된다.

볼테라의 모델은 뒤에 미국의 화학자 로트카 (1880~1949)에 의해 **로트카-볼테라 방정식**으로 정리되고 **생태계의 성장이나 물질순환, 화학반응 등 광범위한 생명현상을 수리적으로 분석하는 데 사용되었다.**

이 구조는 두개의 변수가 서로 영향을 주고 받는 카오스현상을 설명하는 데도 사용되는 기본법칙의 하나이다.

사진의 이미지 향상시키기

고미술이나 회손된 사진등 시각적 작품을 복원하는데 편미방을 풀어 디지털 화상복원을 가능케하는 알고리즘을 개발하는 분야

이미지 전송시 회손된 부분을 다시 전송받지 않고 복원하는데 사용될 수 있다.

경계가 변하는 방향을 유체역학을 기반으로 한 복원기법을 사용하여 완전히 복구

위조사진 가려 내기

고사본 복원하기

등 등

농업과 수학

'대학 농업수학' (도서출판 대운)

농진청 엄기철박사, 위덕대 엄경련교수 남매 공저

농업 기초연구에 필요한 사례를 수학적으로 해결

=> 농업에 포함돼 있는 생물학과 화학, 물리학, 지구과학, 기상학 등의 다양한 예제를 통해 농업을 전공하는 학부생과 대학원생들에게 쉽게 수학을 통해 농업문제를 해결토록 한다.

'30분마다 1회 분열하여 2배의 개수가 되는 박테리아가 있다. 100개의 박테리아가 1억개 이상이 되려면 몇 시간 후인가?'

'매년 새로 육성되는 품종의 생산량 증가율이 매년 2%일 때, 새 품종의 수량성이 현재 품종 수량성의 2배 이상이 되는 것은 몇 년 후인가?'

'벼물바구미의 어떤 종은 28.5°C의 상온과 이상적인 환경상태에서 6일 20시간만에 2배가 된다. 현재 개체수가 1천500마리가 있다면 얼마전에 1천200마리였겠는가?'

논의 경제적 가치를 측정하다

토양물리학을 전공한 엄기철 박사는
이미 1993년 수학적 계산을 통해
논의 경제적 가치를 측정

- 논이 지닌 홍수조절, 수자원함양, 대기정화, 수질정화 등의 기능을 금액으로 환산
- 이같은 자료는 우리가 **세계무역기구(WTO) 등과 농업 협상**시 농업의 공익적 기능을 앞세워 급작스런 시장 개방을 막는 귀중한 자료로 활용됐다.

"농업에 이토록 다양한 수학적 해결 문제들이 존재하는지 몰랐다. 오히려 농업에 감사한다(엄경련교수)",

"농업 연구에 있어 가장 기본적이고 필수적인 분야가 수학으로, 수학이라는 학문과 농업 연구의 접목이 시급하다고 느꼈다(엄기철 박사)"

* 2001년 작고한 국내 수학박사 3호인 故 엄상섭 성균관대 수학교육과 교수의 자녀인 남매

천문학과 수학

빅뱅이론을 주장하는 호킹 박사

- 우주는 끊임없이 변하고 있고 별들의 부피는 결국 0으로 수축하여 블랙홀로 빨려 들어가며 다시 그것의 밀도가 무한대가 되면 마침내 대 폭발(Big Bang)하여 우주가 팽창된다

이집트나 바빌로니아의 천문학으로부터 자극받아 생긴 수학은 이제 새로운 경지에서 새로운 천문학에 어울리는 방향을 찾아 새로운 '프랙탈 이론'이나 '카타스트로피이론'을 발전시키고 있다.

보데의 법칙

1772년 독일의 수학자 티티우스

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96 ...

수열에다 각각 4를 더해주고 10으로 나누어

0.4, 0.7, 1.0, 1.6, 2.8, 5.2, 10.0, 19.6...수열을 만들다.

이것이 **보데라는 독일 천문학자** 를 흥분시켰다.

그는 지구~태양의 거리를 1.0으로 할 때

태양~수성간은 0.4, 태양~금성간은 0.7, 태양~화성간은 1.5,태양~목성간은 5.2가 된다는 것을 밝혀냈다.

그리고 화성과 목성 사이에 "2.8"에 해당되는 별이 있을 것이라고 했다.

이 발표 후 "**별찾기 러시**"를 이뤘다.

1801년 **이탈리아 파아치**라는 학자가 티티우스의 수 2.8에 해당되는 별을 우주에서 찾아냈다. 달의 5분의1 크기였다. 최초의 소행성은 시칠리아섬의 여신이름을 따 "**세레스**"라고 명명했다.

지금까지 화성과 목성사이에서 7천여 개의 행성이 발견됐다. **일본의 천문학자 와타나베 하나로**씨가 지난 96년 또 하나의 행성을 발견, 그 궤도를 확인했다. 그는 소행성의 이름에 조선의 임금 **세종**의 이름을 붙였다.