

# 東京大学工学部 計数工学科ガイダンス

2022年5月2日

<https://www.keisu.t.u-tokyo.ac.jp/>



Department of Mathematical Engineering and Information Physics  
School of Engineering  
The University of Tokyo

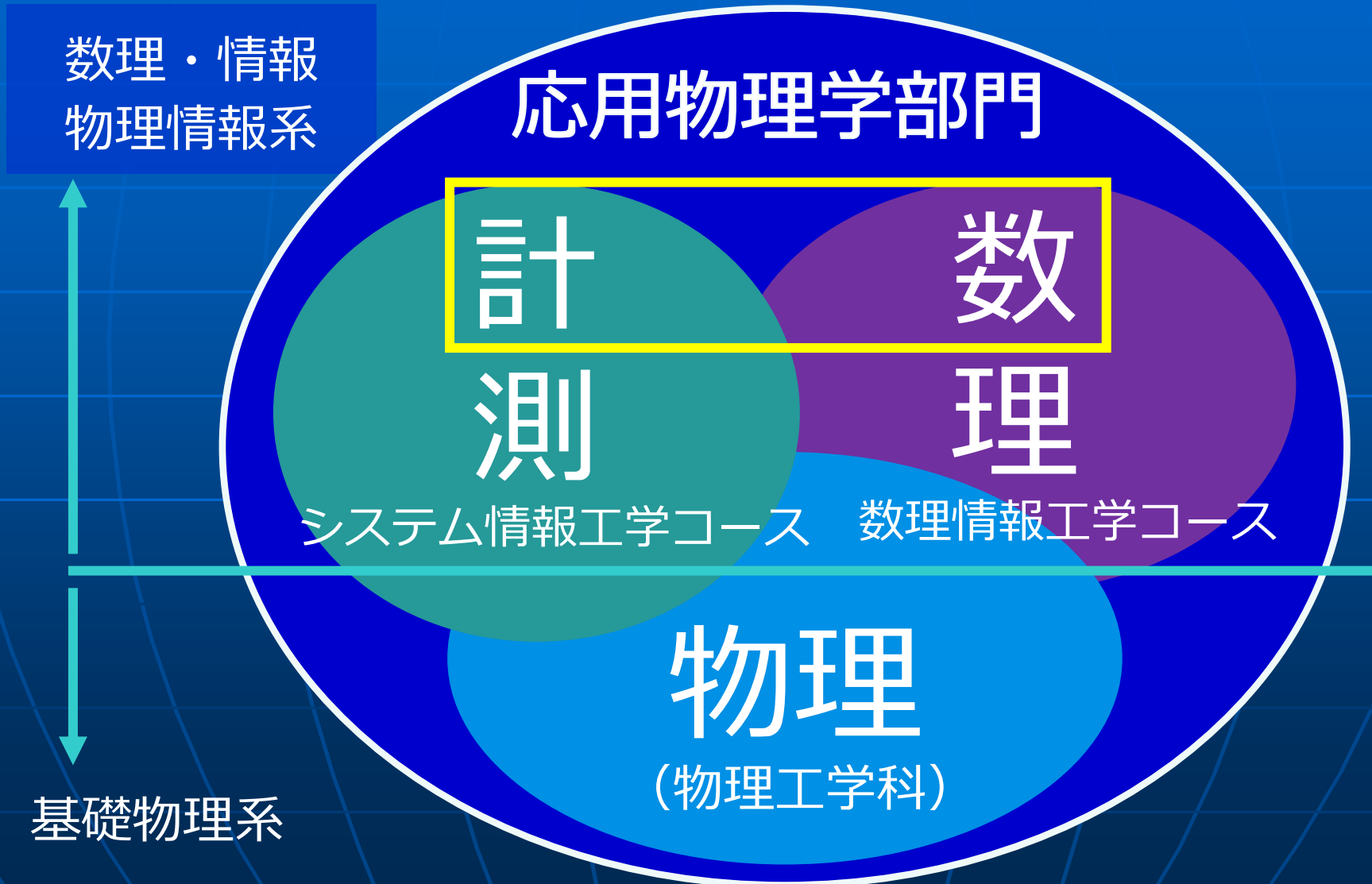
東京大学工学部  
計数工学科

本日の説明担当：  
篠田 裕之（教授）

# ガイダンスの内容

- 計数工学科とは？
- 計数工学科を選ぶ7つの理由
- 計数工学科の研究スタイル
- 卒業後の進路
- メッセージ

# 「計数」工学科とは？



# 計数工学科の成立

応用数学

計測 → 応用物理 → 計数、物理工

- 計測： 物理情報を取り出す。物理を徹底利用。
- 応用数学： 従来の応用数学とは違い、必要なら数学も作り出す。
- 起源： 工学部全体の基礎工学を担当  
(数学、物理、情報に強い)

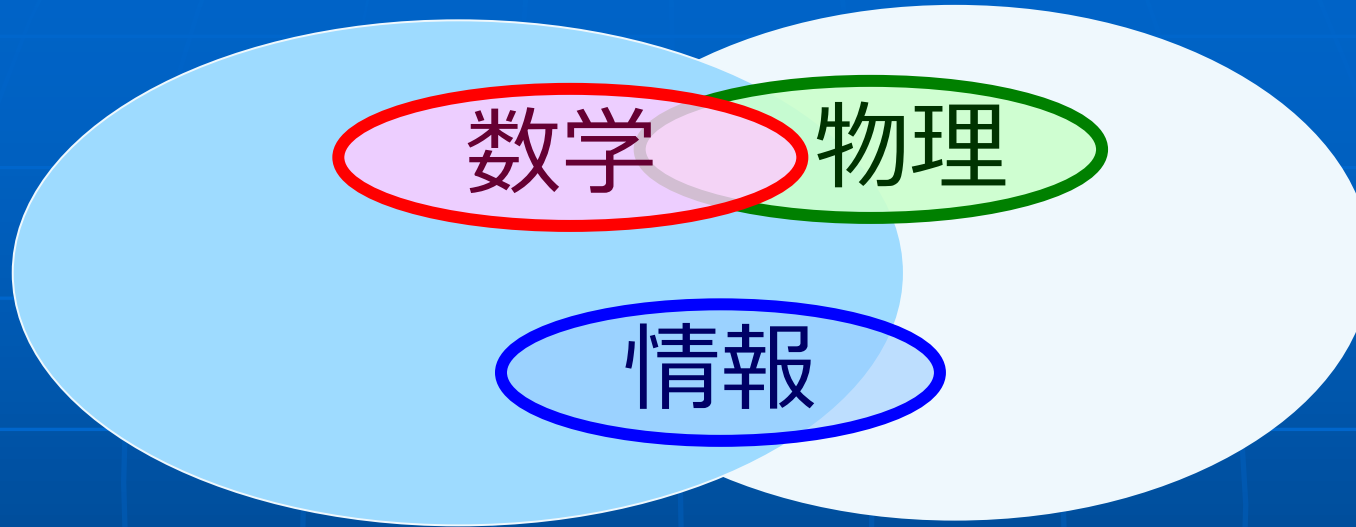


# 計数工学の目指すもの

## 不変・普遍・不偏

- 研究  
数理的 & システム論的思考を通じて科学技術の  
「普遍的な原理・方法論」を目指した研究を行う！
- 教育  
時代と共に不変な基礎を深く不偏に教育し、  
時代に適応する人材を育成！

# 計数の2つのスタイル



## 数理情報工学コース

現象の本質を数理モデル化し、問題解決手法を創出

## システム情報工学コース

実世界の物理的制約の中で望みの機能を実現

# 計数工学科を選ぶ 7つの理由

皆さんはいくつ共感してくれるか？

# 理由1：理学部か工学部か迷った

(就職も気になるし…)

理学部

数学  
物理  
情報科学

数学、物理、情報から社会との  
接点を求めるなら計数へ

科学技術の要

応物系  
(数物)

工学部

建築都市系

機械系

システム創成

化学材料系

電気電子系

そういう人こそ  
計数へ

# 計数工学、数学、物理学の違い

数学的な難問解決

数学

数学や物理の天才で  
なくても  
学科で学べば  
貢献できます

数学を用いて現象を  
モデリングする  
からヒントを得て  
新しい数学を作る

数理情報工学  
システム情報工学

物理

もちろん天才は存分に活躍できます

物理の真理探究

物理学の知識や思考法  
を用いて未来の情報シ  
ステムを作る

# 計数工学と機械・電気・バイオとの違い

ロボット、IT、医療 など、研究の出口はいろいろ。それぞれを専門にしている学科と何が違うの？

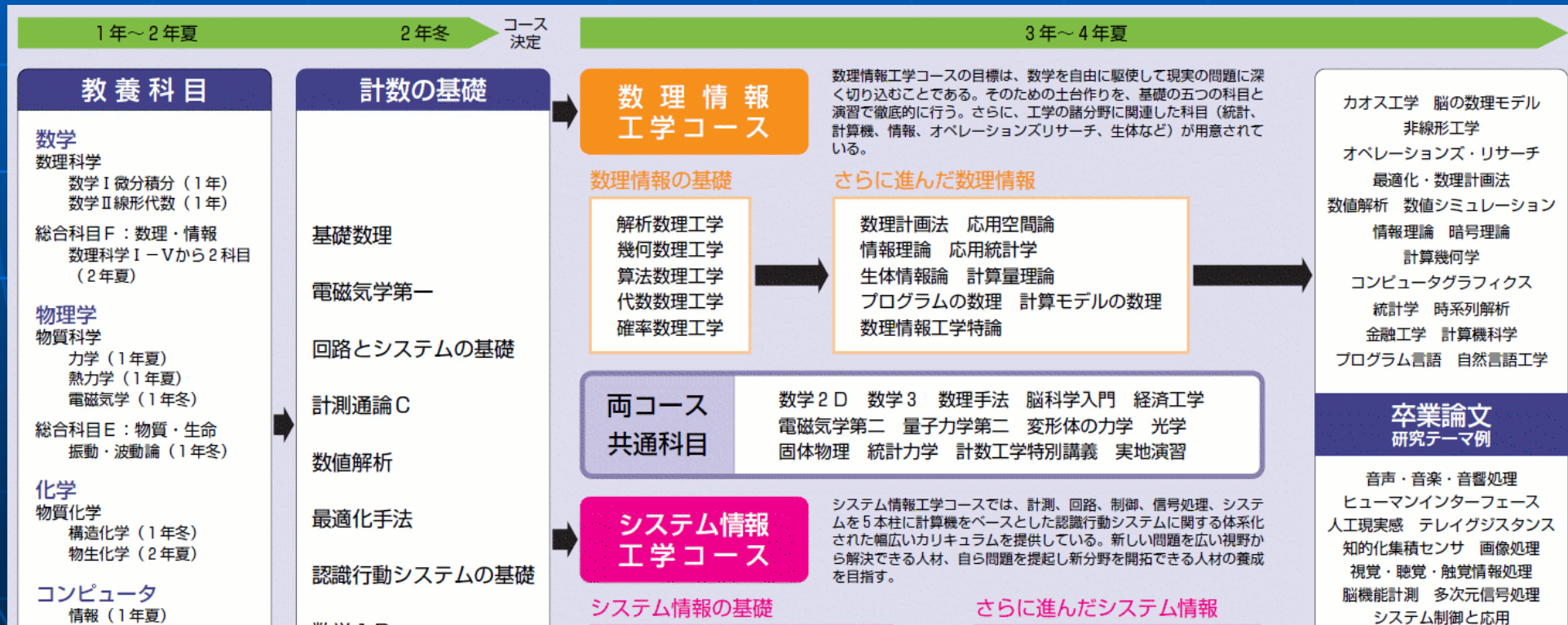
例えば機械工学科であれば「機械を使うこと」が前提。計数はこのような前提には制約されないことが特徴。既存の産業分野にとらわれない発想ができる。



# 理由2：科目が面白そう

- 3年生までは結構ハード：主要5本柱をマスター
- 4年生で満足感：専門を2～3分野チャレンジ  
(国際会議発表までいく場合も多い)

その通り！





1年～2年夏

2年冬

コース  
決定

3年～4年夏

## 教養科目

## 数学

## 数理学

数学Ⅰ 微分積分（1年）

数学Ⅱ 線形代数（1年）

総合科目F：数理・情報  
数理学Ⅰ～Ⅴから2科目  
（2年夏）

## 物理学

## 物質科学

力学（1年夏）

熱力学（1年夏）

電磁気学（1年冬）

総合科目E：物質・生命  
振動・波動論（1年冬）

## 化学

## 物質化学

構造化学（1年冬）

物生化学（2年夏）

## コンピュータ

情報（1年夏）

総合科目F：数理・情報  
情報科学（1年冬）

## その他

外国語、人文科学、  
社会科学など

## 計数の基礎

基礎数理

電磁気学第一

回路とシステムの基礎

計測通論C

数値解析

最適化手法

認識行動システムの基礎

数学ⅠD  
数学及び力学演習Ⅰ数理情報  
工学コース

## 数理情報の基礎

解析数理工学  
幾何数理工学  
算法数理工学  
代数数理工学  
確率数理工学

数理情報工学コースの目標は、数学を自由に駆使して現実の問題に深く切り込むことである。そのための土台作りを、基礎の五つの科目と演習で徹底的に行う。さらに、工学の諸分野に関連した科目（統計、計算機、情報、オペレーションズリサーチ、生体など）が用意されている。

## さらに進んだ数理情報

数理計画法 応用空間論  
情報理論 応用統計学  
生体情報論 計算量理論  
プログラムの数理 計算モデルの数理  
数理情報工学特論両コース  
共通科目数学2D 数学3 数理手法 脳科学入門 経済工学  
電磁気学第二 量子力学第二 変形体の力学 光学  
固体物理 統計力学 計数工学特別講義 実地演習システム情報  
工学コース

## システム情報の基礎

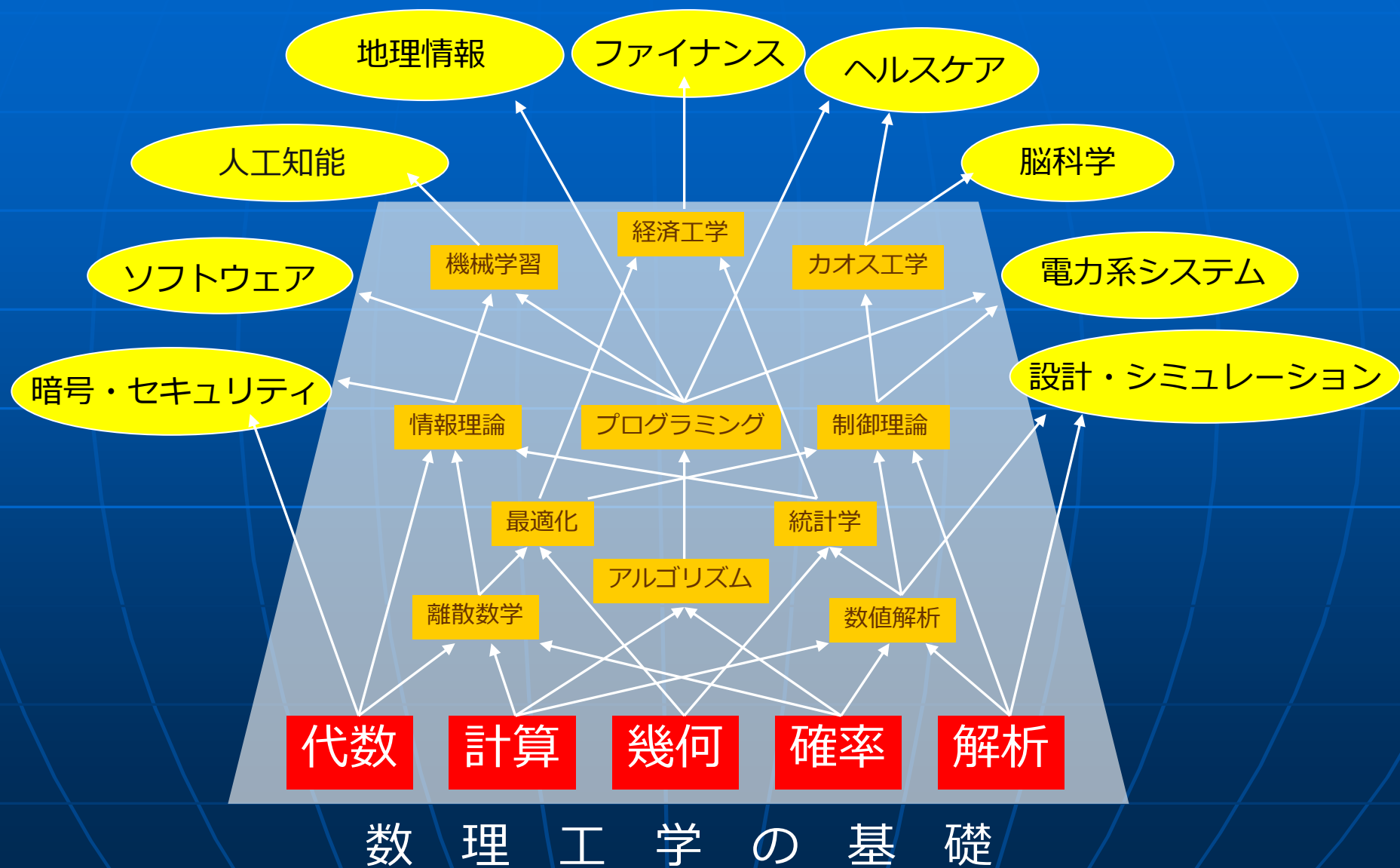
制御論第一、第二、第三  
信号処理論第一、第二  
回路学第一、第二  
計算システム論第一、第二  
認識行動システム論第一、第二

システム情報工学コースでは、計測、回路、制御、信号処理、システムを5本柱に計算機をベースとした認識行動システムに関する体系化された幅広いカリキュラムを提供している。新しい問題を広い視野から解決できる人材、自ら問題を提起し新分野を開拓できる人材の養成を目指す。

## さらに進んだシステム情報

センサ・アクチュエータ工学  
画像処理論 応用音響学  
パターン計測論  
システム情報工学特論  
生体計測論カオス工学 脳の数理モデル  
非線形工学  
オペレーションズ・リサーチ  
最適化・数理計画法  
数値解析 数値シミュレーション  
情報理論 暗号理論  
計算幾何学  
コンピュータグラフィックス  
統計学 時系列解析  
金融工学 計算機科学  
プログラム言語 自然言語工学卒業論文  
研究テーマ例音声・音楽・音響処理  
ヒューマンインターフェース  
人工現実感 テレグジスタンス  
知的化集積センサ 画像処理  
視覚・聴覚・触覚情報処理  
脳機能計測 多次元信号処理  
システム制御と応用  
適応・学習 サイバネティクス  
センサ融合 自律分散システム  
ロボティクス パターン認識  
神経回路網 サイborg工学  
脳・神経インタフェース  
VLSI設計 プロセッサ開発

# 基礎数学を実世界の問題とを結びつける力を養成



# 数学・物理を駆使して作りたいモノを作れる力を養成

映像、音声、  
ロボットを自在に



コンピュータ

情報

プロジェクト  
演習

制御

回路

システム

計測



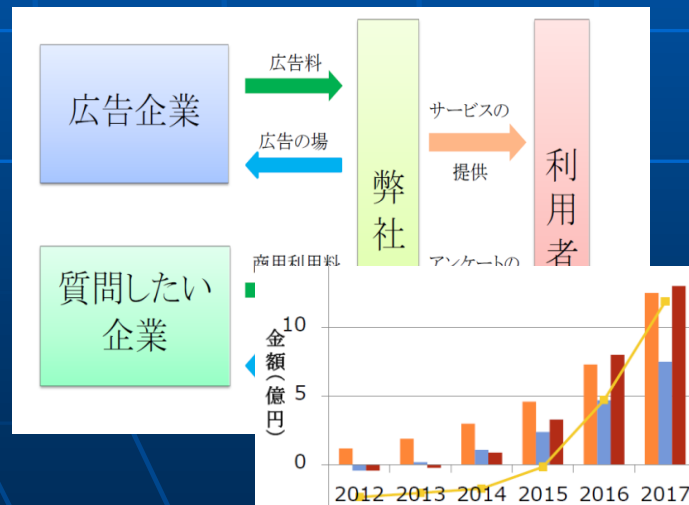
数学・物理学（波動、音、電磁気、熱、力学・・・）



# 実験テーマ・風景



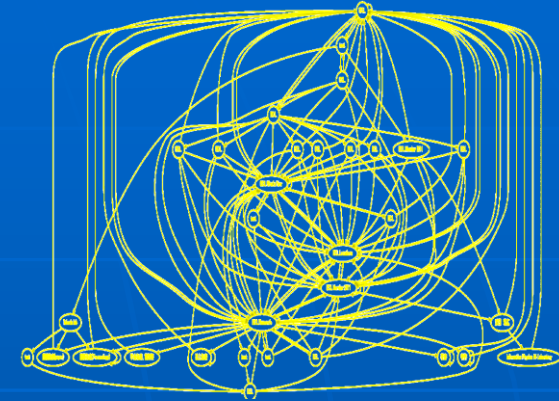
音響実験



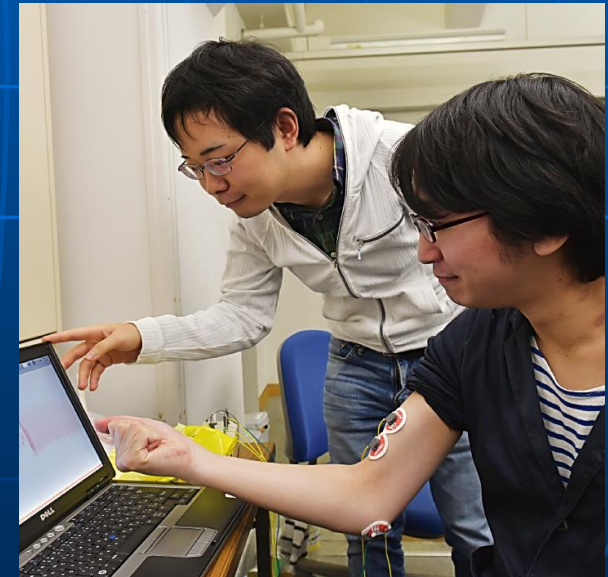
バーチャルネットベンチャー



カオス  
システム



Web グラフの解析



生体信号の計測と解析

# 4年実験（三二卒論） ・ 卒業論文

## 卒業論文発表会 (コース間で交流)



## 研究室輪講



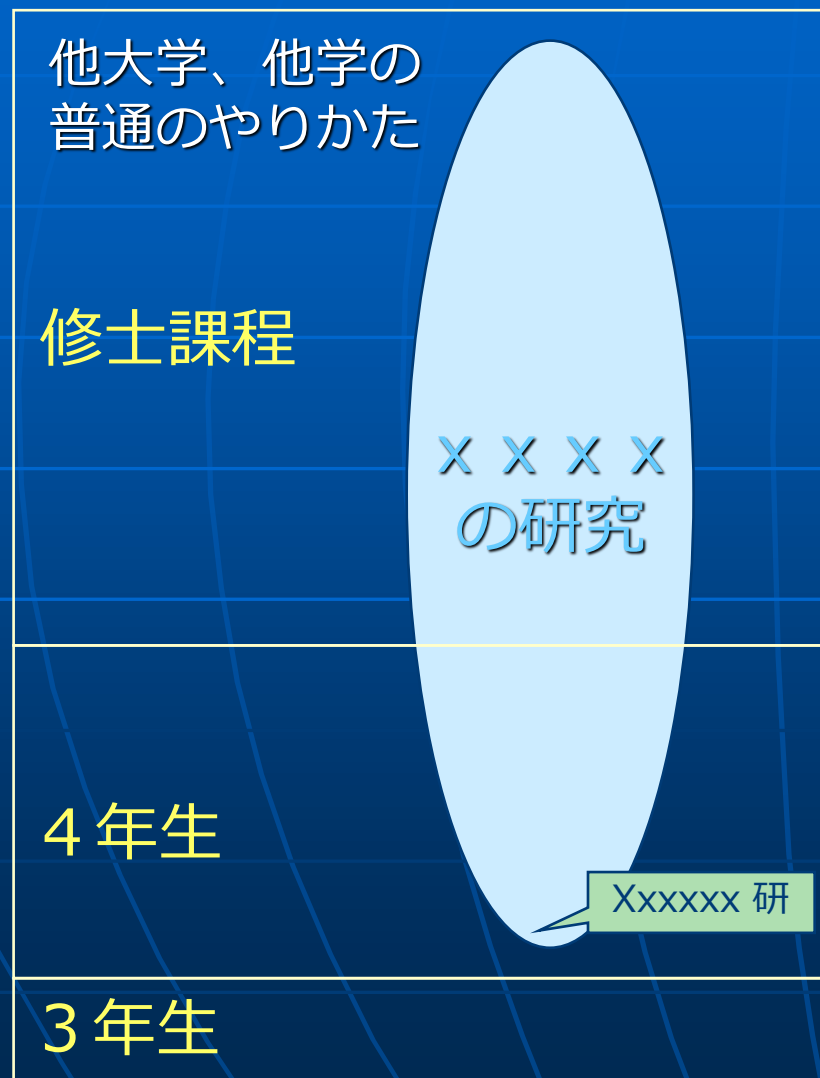
# パソコンを貸してくれるという噂

本当！

- 3年生以上全員に  
ノートパソコン無償貸与
- ソフト充実、教室には無線LAN完備
- 講義・演習・実験で使用



# 理由3：様々な分野で鍛えられる

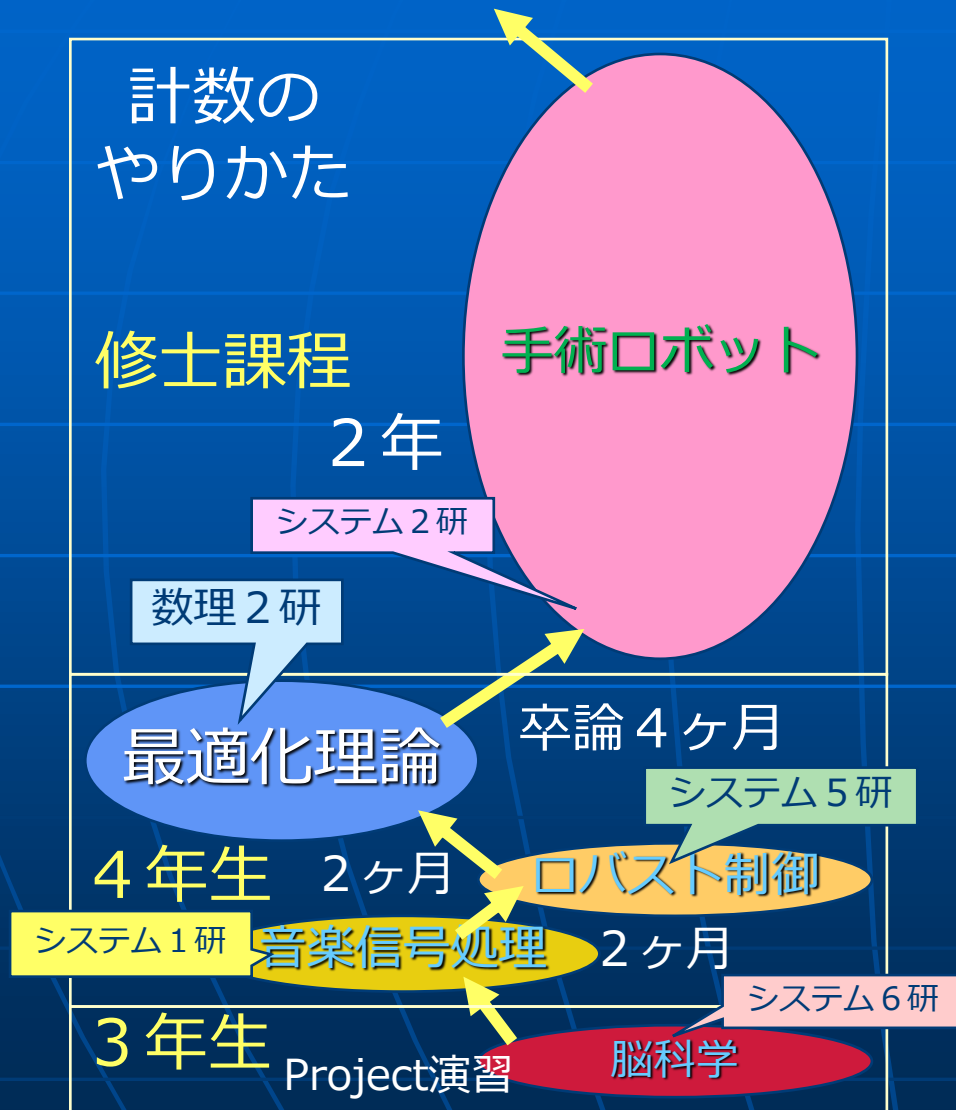


重要なポイント！

- 普通は、卒論から修士まで一貫  
→ 狭い専門性



# 様々な分野で鍛えられる



## ■ 様々な分野で研究体験

- 数理・システムの乗り入れが奨励されている

## ■ ハードだけれど、鍛えられている実感。楽しみながら実力がつく

- 卒業後に大きな力
- 高い満足度

## ■ 欠点：多忙

- 教える側も大変です
  - 「東大でなきゃ計数でなきゃできない」と言われる

# 卒業論文テーマ例 (数理情報 2021年度)

カーゴイド分布に対する無情報事前分布の導出とその比較  
Levenberg-Marquardt法のリーマン多様体への拡張と大域及び局所的な収束性の解析  
モジュラリティ密度最大化に対する列生成法の高速度化  
常微分方程式の初期値問題に対する構造保存1パラメータ法の安定性評価と汎用1パラメータ法の提案  
位相的データ解析を用いた時系列データの変化点検知  
多素数近似公約数問題に対する直交格子攻撃の改良  
スパナーに基づくハイパーグラフのスペクトラル疎化  
SPQR木を用いたオイラー路の数え上げ  
分散縮小型勾配ランジュバン動力学の確率的離散スキームの収束改善およびその最適化への応用  
有向グラフのクローン縮約と有効抵抗  
方策勾配法を用いた線形ポート・ハミルトン系のモデルフリー制御  
耐量子暗号CSIDHにおける同種写像計算の高速度化  
損害保険分野での破産確率に関するPade近似を応用した近似計算手法  
実データを用いたHopf分岐の標準モデルのパラメータ推定  
ノンパラメトリックベイズ法に基づく時空間点過程モデルを用いた地震イベントデータのクラスタリング  
低ランクテンソル補完の一意暗号応用に向けた超特別曲線の効率的な探索法  
少ないサンプルの量子LWE状態構築問題を解くための関数選択  
分子間のRMSD最小化の厳密解法  
可変刻み線形多段法による連続最適化アルゴリズムの解析と構築  
決定境界を表す閉曲線のベイズ推定と野球の投球データ分析への適用  
全勾配を用いない2次最適性保証付き非凸確率的最適化アルゴリズム  
予測モデル組み込みによる変化検知の早期化とCOVID-19データへの適用  
対数行列式関数最大化問題に対する貪欲解法の遅延評価を用いた高速度化  
応答関数を用いた連続時間力学系の因果構造に関する研究  
クエリを用いたアンチマトロイドの学習について  
秘密計算基数ソートの通信量の削減  
イーエンス・ピットマン分割のパラメータ推定の漸近理論

多重ビーム走査に基づく信号源位置推定法と脳磁場逆問題への応用  
皮膚せん断刺激を通じた運動強度伝達に関する研究  
曲面反射板を利用した被遮蔽位置への超音波触覚提示

最適化

数値解析

アルゴリズム

複雑ネットワーク

暗号理論

統計

情報理論

機械学習

脳科学

数理工学  
≠ 応用数学

# 卒業論文テーマ例 (システム情報2021年度)

腰部へ外力を付与する静的バランストレーニングにおける訓練者の適応  
自己相関推定による広視野スペックル相関イメージング  
多自由度手首装着型身体拡張ロボットハンドの設計  
パーキンソン病患者の振戦判定アルゴリズムに関する研究  
分散最適化アルゴリズムによるネットワークの設計  
誘電体フリーな屈折率分布制御による全方位テラヘルツビームステアリングの研究  
動的ネットワーク下における分散ガウス過程に基づく協調視覚追尾制御  
ElixirによるROS 2クライアントライブラリの任意型メッセージの通信手法  
fMRI適合性を備えた空中超音波触覚ディスプレイの開発  
音楽による情動の変化に伴うアルファ波と心拍変動の関係に関する研究  
マウスの体動計測が可能な空気圧バルーンを用いたアレイ型ソフトステージ  
時空間インコヒーレント光のための多層型計算機合成ホログラフィ  
時刻同期を用いた遅延保証無線通信の実証実験と優先度による機能拡張  
制御バリア関数に基づく人間-ロボティクスネットワーク系のシーケンス型持続的被覆制御  
複数超音波ビームによる音響流を用いた空中物質搬送の研究  
トポロジカル欠陥の空間分布に基づく細胞の配向設計法  
Adversarial Regularizerを考慮した多話者音声合成の学習アルゴリズムの研究  
遺伝的アルゴリズムを用いた再構成可能アーキテクチャのソフトウェアパイプライン最適化  
2者間自動交渉における最適交渉戦略に関する研究  
画像文字からの音声合成  
拳上動作における予期重量の影響の研究  
ROS 2ノード軽量実行環境mROS 2における任意型メッセージの通信処理方式  
知覚的意思決定における反応時間の個人差の神経解剖学的基盤  
複数周波数を用いた空中超音波触覚における仮現運動の効果  
外部放射抑圧による音場の局在化の研究  
振動子ネットワークにおけるクラスター構造とダイナミクス  
平均場設定における無限次元入力二層ニューラルネットワークの最適化

計測

ロボット

制御

脳科学

生体

音響・音声

ヒューマンインタフェース

通信・コンピュータ

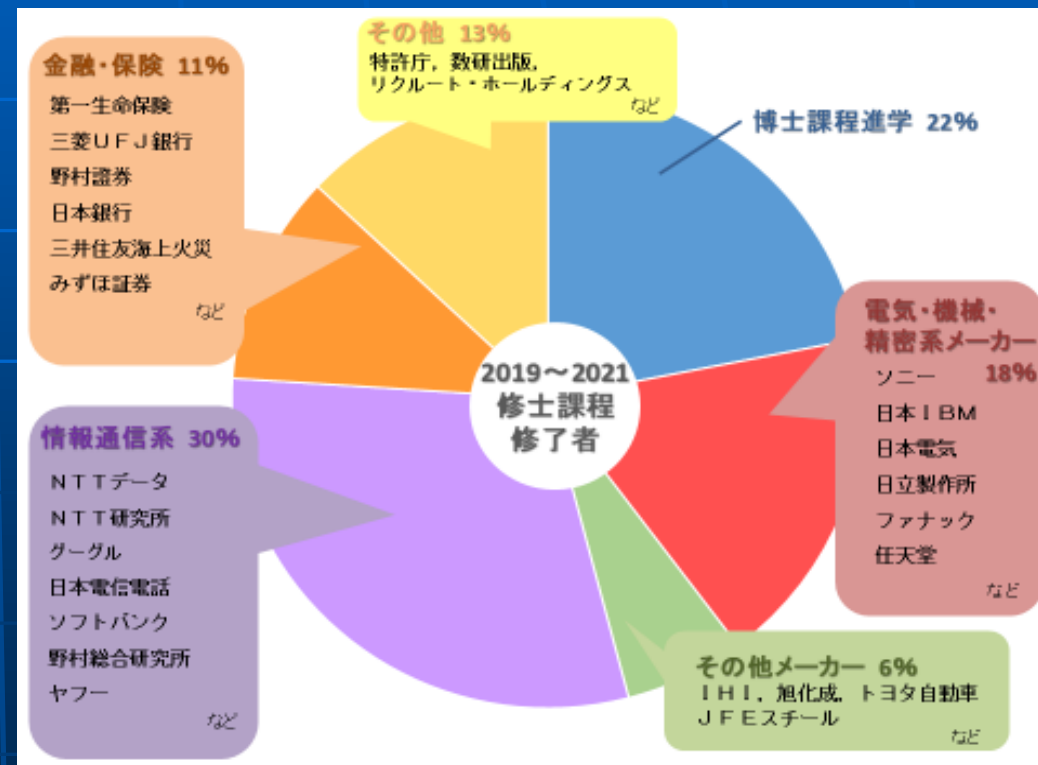
VR

卒論乗り入れ

# 理由4：就職で有利だから

勿論そう！

- 就職の面倒見が良い  
(計数・物工の伝統)
  - 学校推薦と自由応募の  
どちらでも選べるシステム
- いつも求人が多く、  
ますます幅広く
- 例：応物系就職説明会



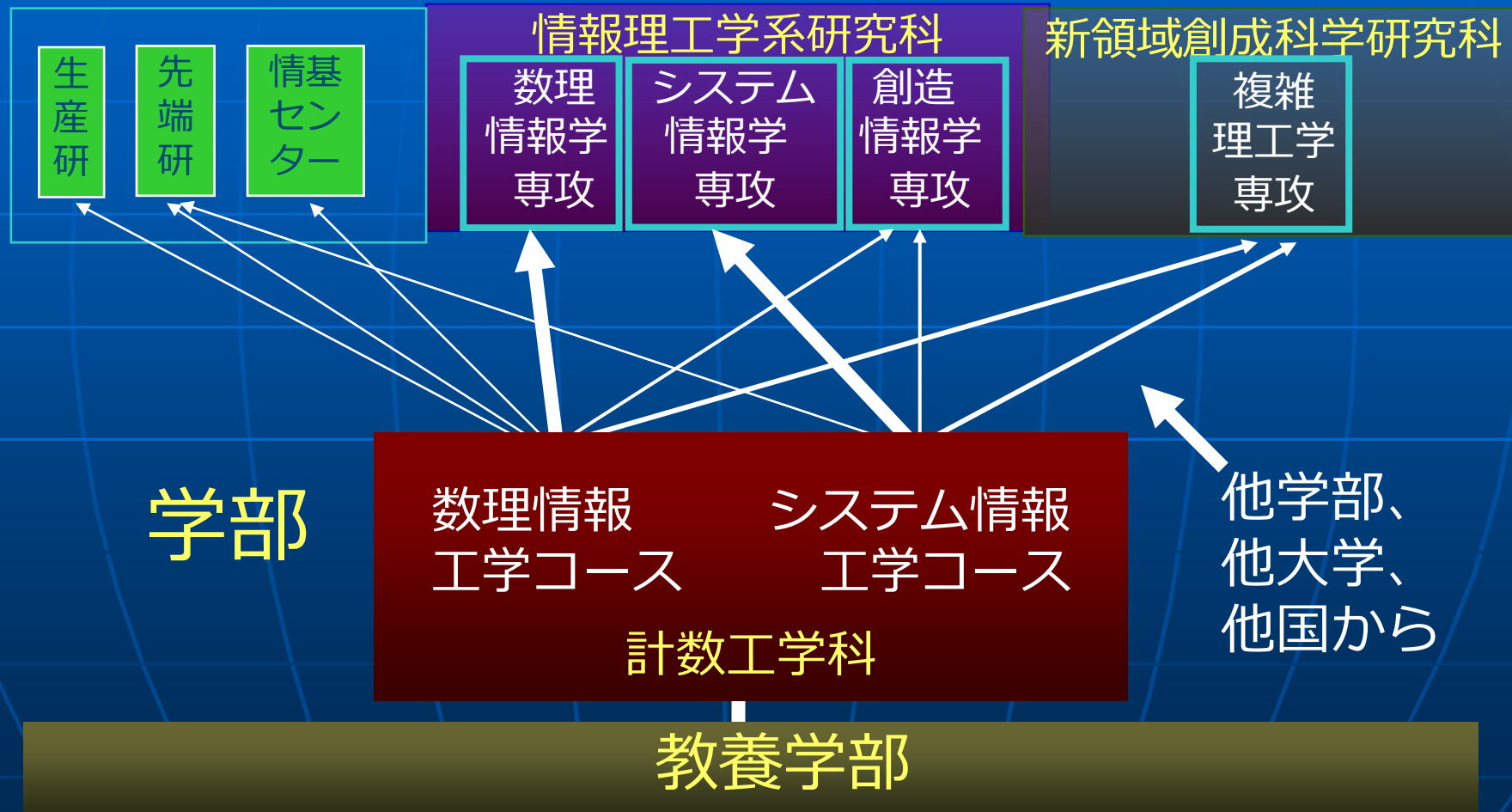


# 理由5：大学院が充実しているらしい

数年前、計数には大学院がないという誤解が…正反対！

## 大学院（>学部定員）

本当です！



# 個性的な先生たち

ほんとに多彩！

- 計数工学科の教員たち

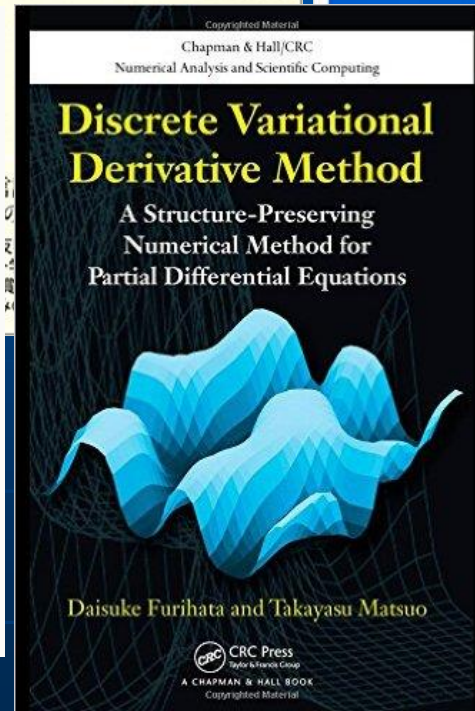
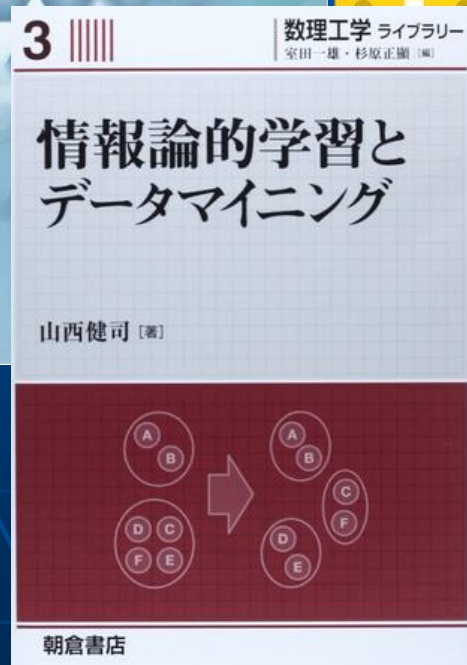
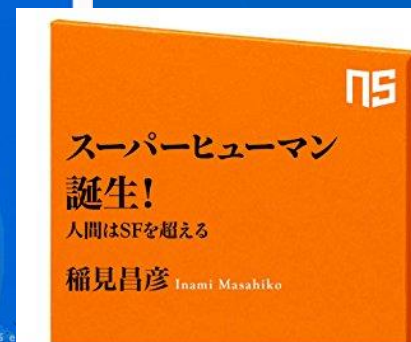
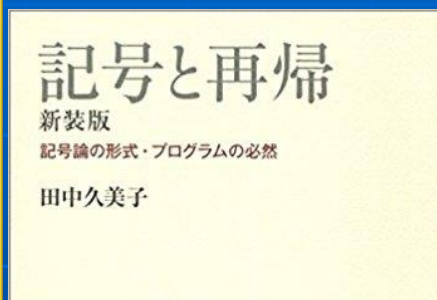
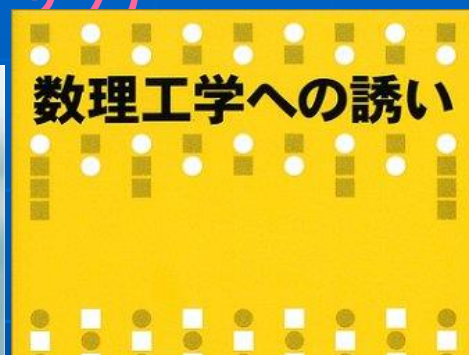




# 良い本を書いている先生が多い

その通り！

一部分ですが...



# 理由 6 : 学生の活動が盛んだから

うれしい!

## スペース・予算を 学科が支援





# 五月祭の研究展示（物工＋計数）

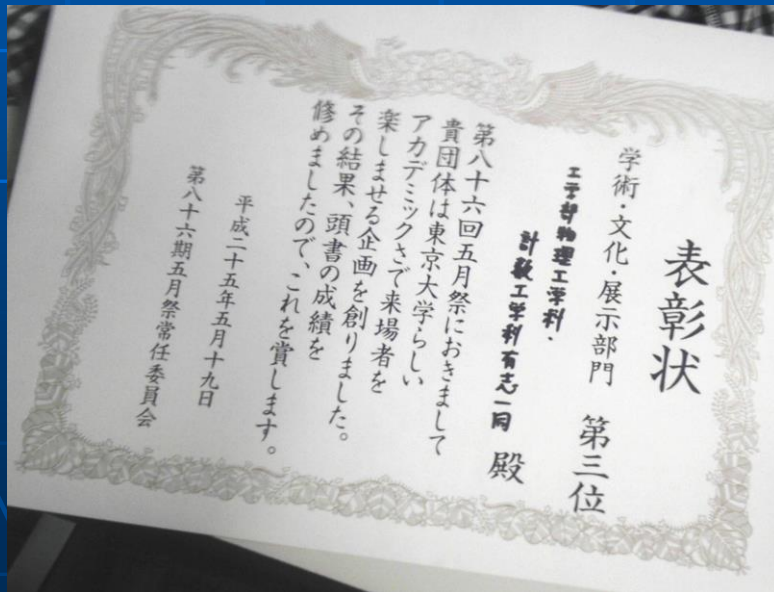
2013 年度、2015年度は 3位

2016 年度 おすすめ企画に選出 3,500人の集客

2017 年度 學術文化部門 5位

2018 年度 文化・学術部門 6位

2020 年度 学術発表部門 2位



# 理由7：建物が好き

それは  
うれしい



## 工学部 6 号館

- 工学部で最も優美な建物(1940)

## 工学部 1 4 号館 (4 研究室)

## 工学部 1 号館 (3 研究室)

- 工学部で最も威厳のある建物(1935)
- 登録有形文化財



内部はリフォーム済

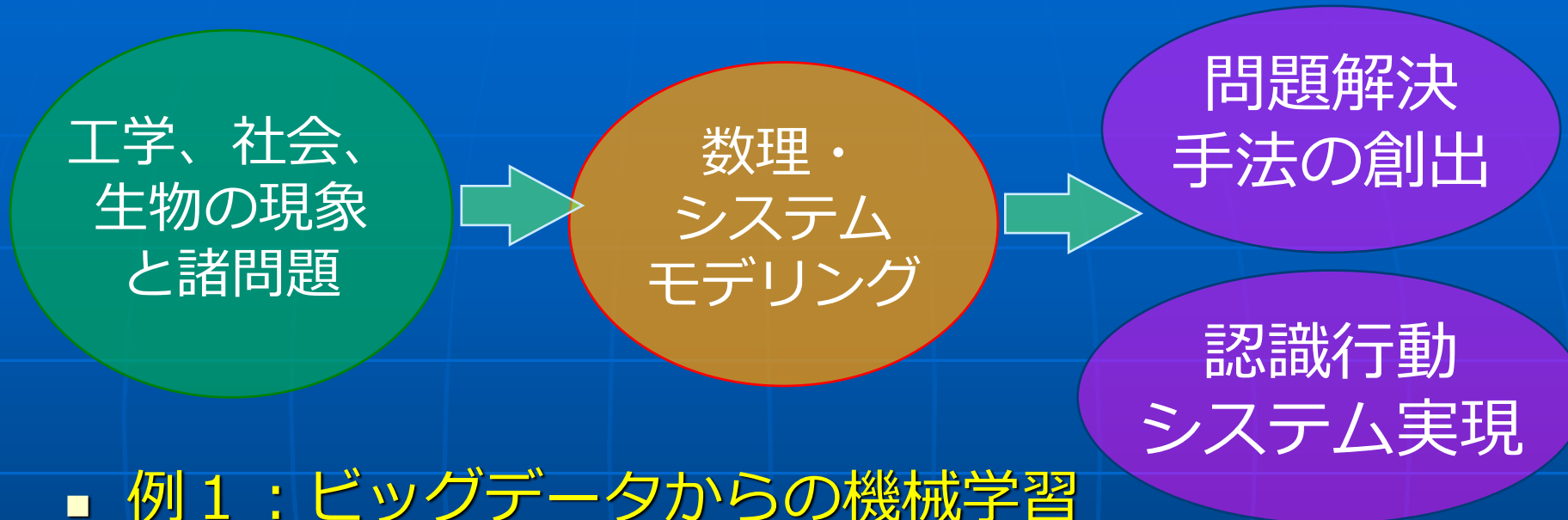


# 計数工学科の 研究スタイル

きみも仲間に



# 計数工学科の研究スタイル



- 例 1 : ビッグデータからの機械学習
- 例 2 : 複雑現象の数理モデリング
- 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号
- 例 4 : 超高速ロボット
- 例 5 : ヒューマンインタフェース、音響音声
- 例 6 : 医療・バイオ



# 例 1：ビッグデータからの機械学習（1/3）

## 深層学習の理論モデルの深耕と応用

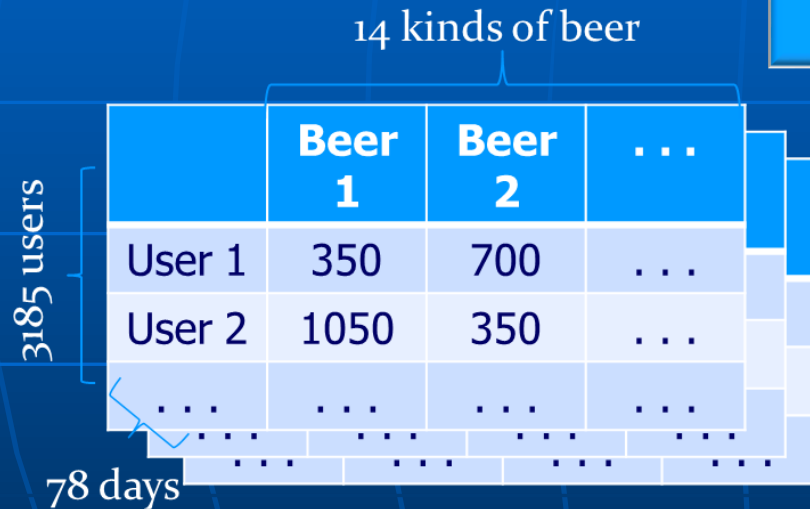


# 例 1：ビッグデータからの機械学習（2/3）

## クラスタリング構造変化検知

購買層クラスターの変化

多変数時系列（購買記録）



発泡酒派

変わらぬ派

プレミアム派

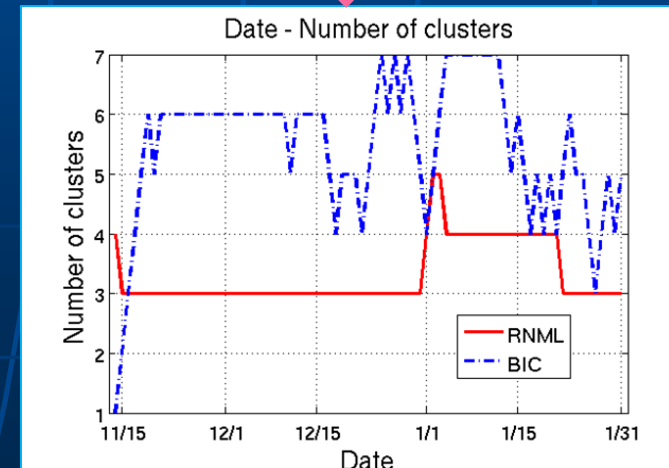
ベルギー  
ビール派

Change

Change

Time

データ圧縮に基づく  
変化点解析

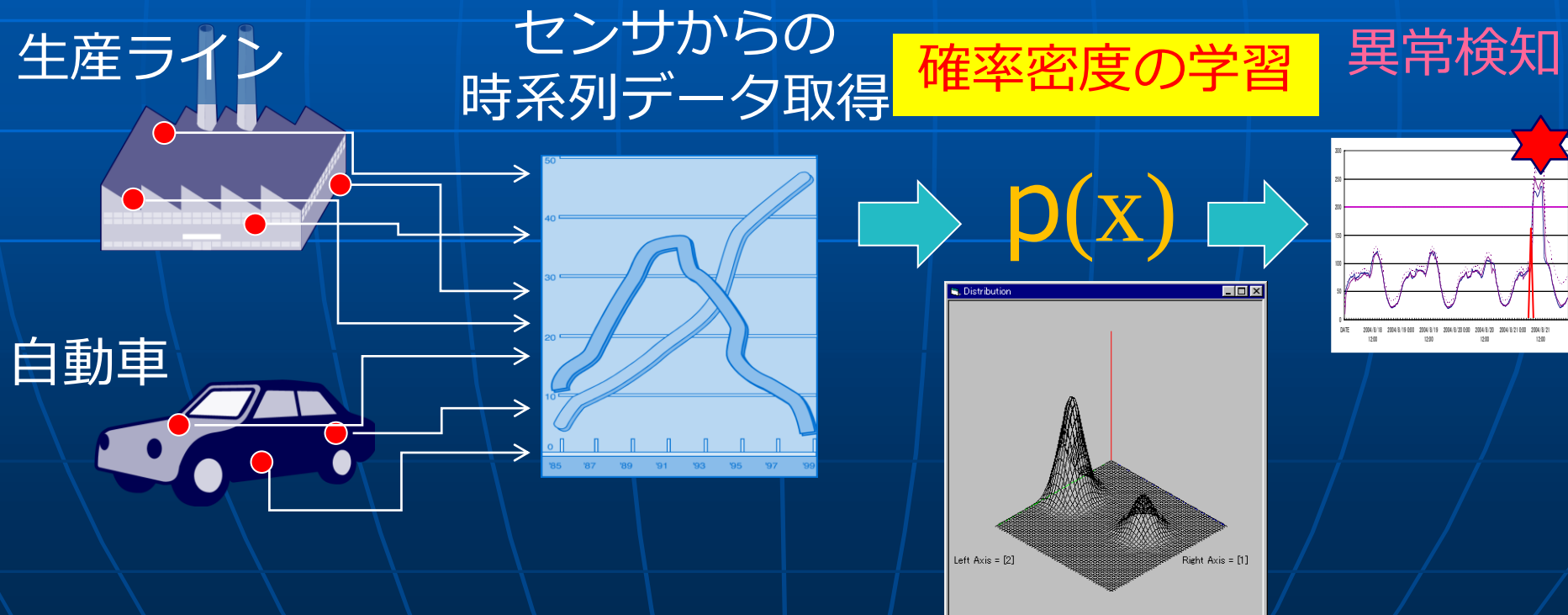


LL, Inc.

# 例 1：ビッグデータからの機械学習 (3/3)

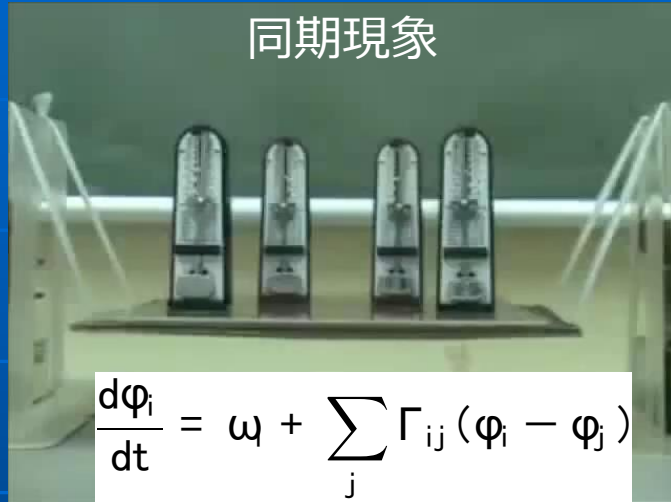
## 異常検知

- 平常運転時のデータから振る舞いパターンを学習
- システム故障や犯罪の予兆を振る舞いの異常として検知

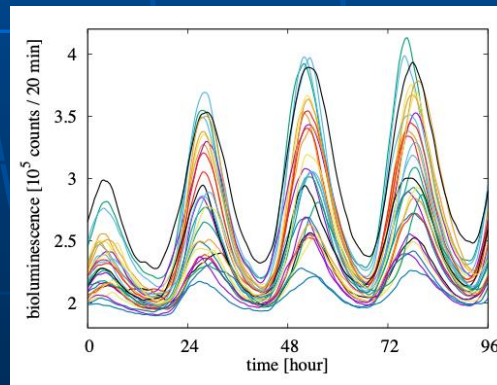
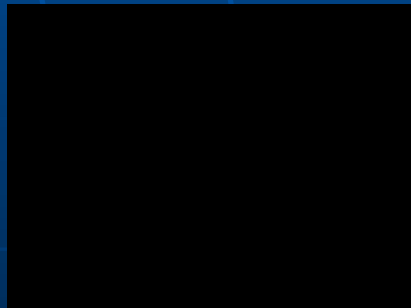


# 例 2：複雑現象のモデリング(1/2)

同期現象

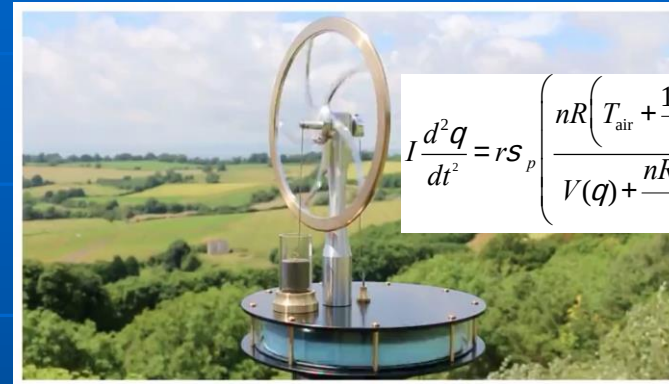


体内時計・時差ボケ



$$\frac{dX_i}{dt} = v \frac{K^m}{K^m + Y_i^m} - rX_i$$

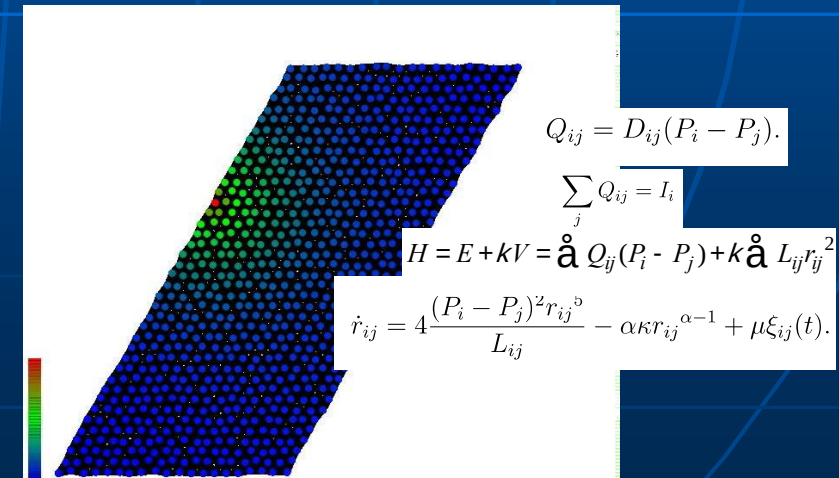
スターリングエンジン



$$I \frac{d^2 q}{dt^2} = r s_p \left( \frac{n R \left( T_{\text{air}} + \frac{1 + \sin q}{2} D T \right)}{V(q) + \frac{n R r s_p \sin q w}{G}} - p_{\text{air}} \right) \sin q - G \frac{dq}{dt}$$

<https://www.youtube.com/watch?v=ncxghMfa42Y>

機能的ネットワークの自己組織化

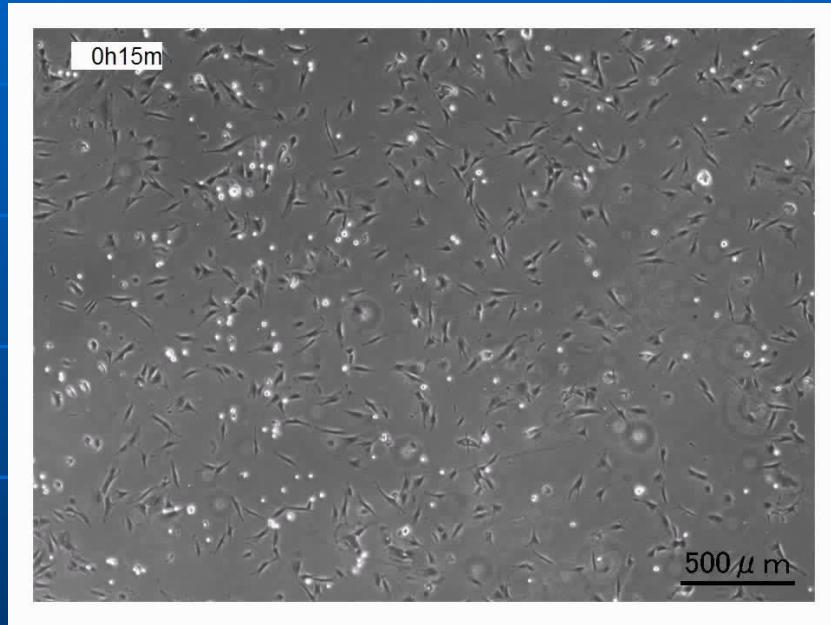




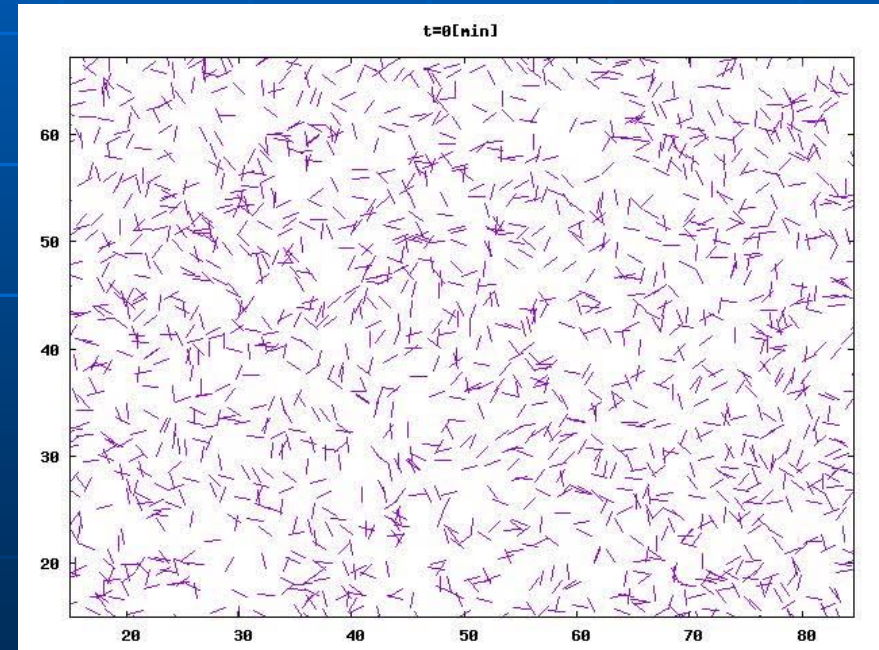
## 例 2：複雑現象のモデリング(2/2)

$$\frac{d}{dt} \vec{x}_i = v \begin{pmatrix} \cos \theta_i \\ \sin \theta_i \end{pmatrix} + -\nabla \sum_j H(|\vec{x}_j - \vec{x}_i|)$$

$$\frac{d\theta_i}{dt} = K \sum_j \sin 2(\theta_j - \theta_i)$$



皮膚線維芽細胞の培養系：  
細胞の集団運動とパターン形成



モデルとシミュレーション

# 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号(1/2)

昔の暗号



限られた人だけが使う特殊技術

現代の暗号

身近なもの



電子政府



個人認証、プライバシー保護



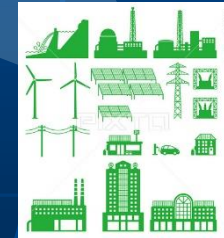
電子決済、仮想通貨



著作権保護、コピー防止



電気自動車、スマートグリッド



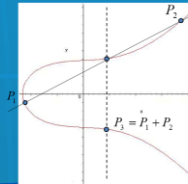
暗号は現代社会に無くてもならない技術

# 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号(2/2)

RSA暗号 (素因数分解問題)

123018668453011775513049495838496272077285356959533479219732245215172640050726365751874520219978646938995647494277406384  
5  
925192557326303453731548268507917026122142913461670429214311602221240479274737794080665351419597459856902143413  
=  
33478071698956898786044169848212690817704794983713768568912431388982883793878002287614711652531743087737814467999489  
×  
36746043666799590428244633799627952632279158164343087642676032283815739666511279233373417143396810270092798736308917

広く普及 楕円曲線暗号 (離散対数問題)



量子計算機で解読される！！

量子計算でも破られない

ポスト量子暗号

世界中で研究段階

本学科でも研究中 (数学的安全性評価、プログラミングでの解析等)

新しい数学原理

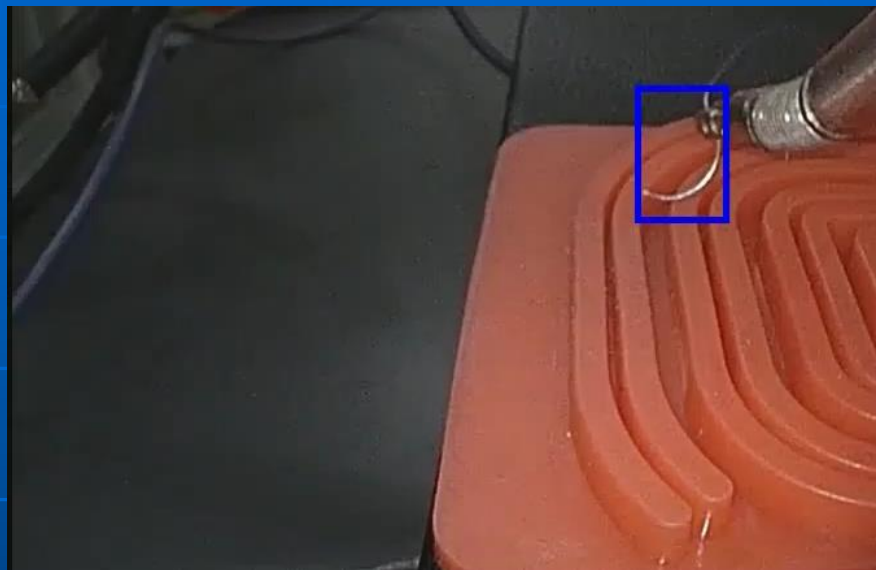
- 誤り訂正符号、行列
- 高次元格子、線型代数
- 多変数多項式の解法
- 楕円曲線の変形理論
- グラフ構造





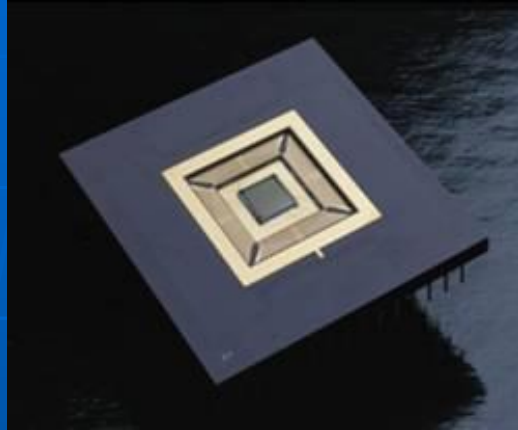
# 知能を実装した先端的システム

人間と協調する  
半自動手術ロボット

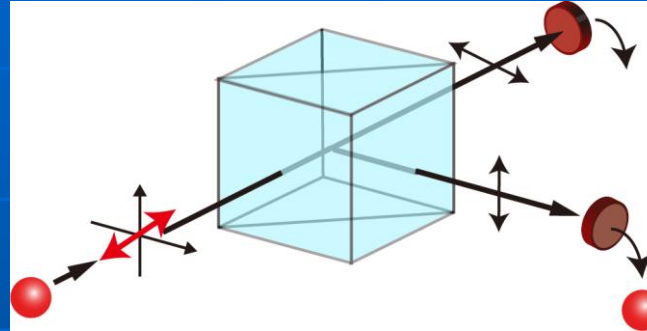




センサ

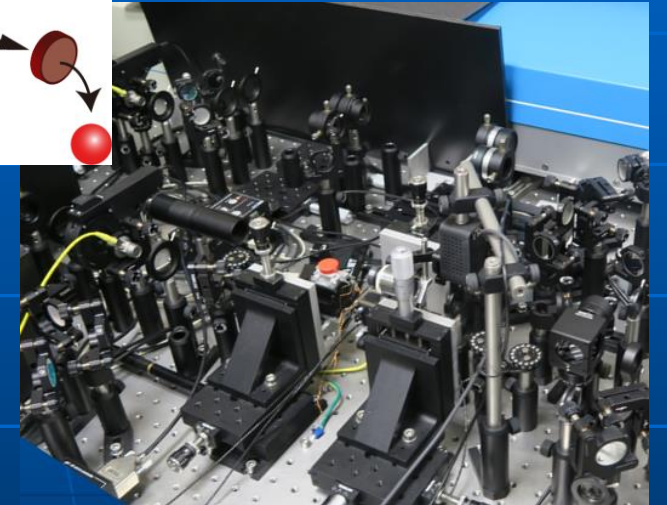
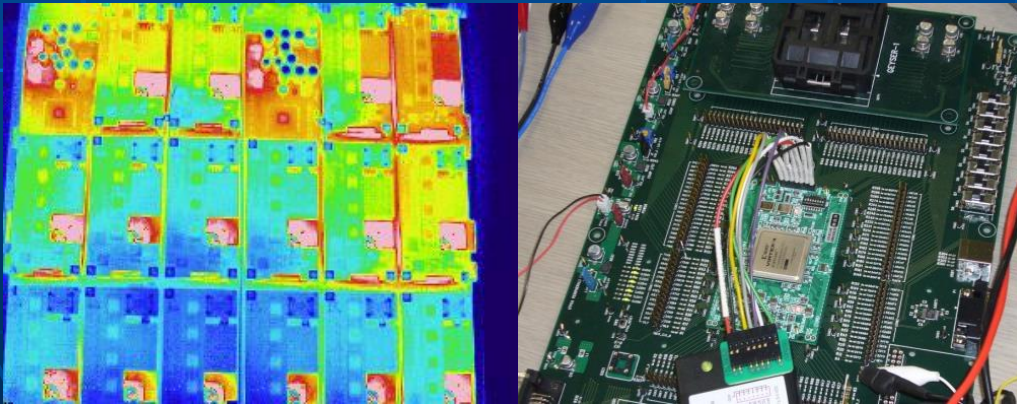


物理情報学



一個の光子が意思決定

コンピューター設計

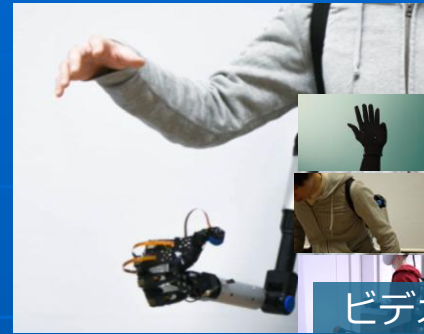


# センシング・制御とVR/ヒューマンインタフェース



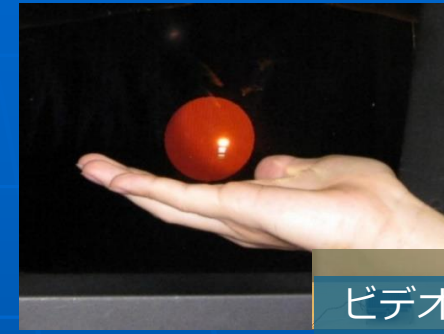
ビデオ

遠隔からの群制御



ビデオ

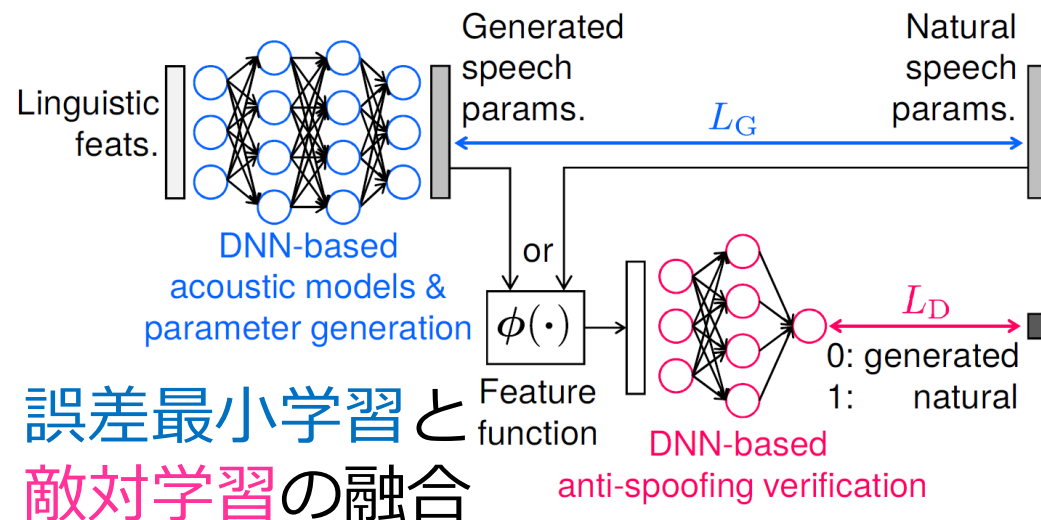
拡張する身体



ビデオ

さわれるホログラフィ

## 敵対的DNN音声合成



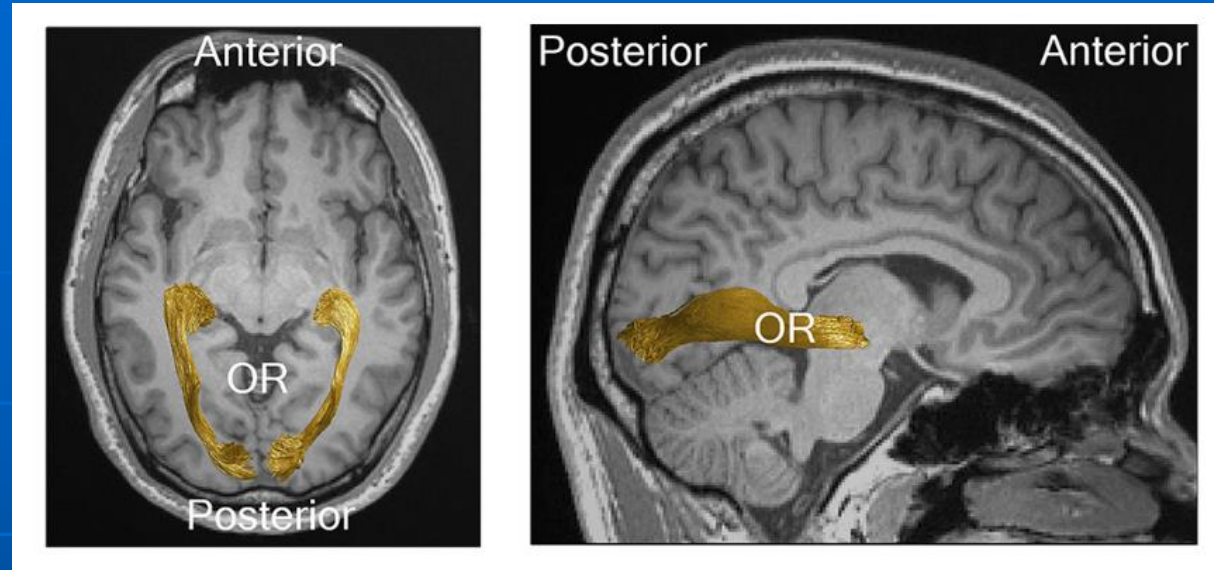
## リアルタイムDNN音声変換



<https://www.youtube.com/watch?v=P9rGqoYnfCg>

# 脳科学 ブレイン・マシン インタフェース

脳の中を知る



白質線維の可視化



経頭蓋電気刺激



経頭蓋磁気刺激

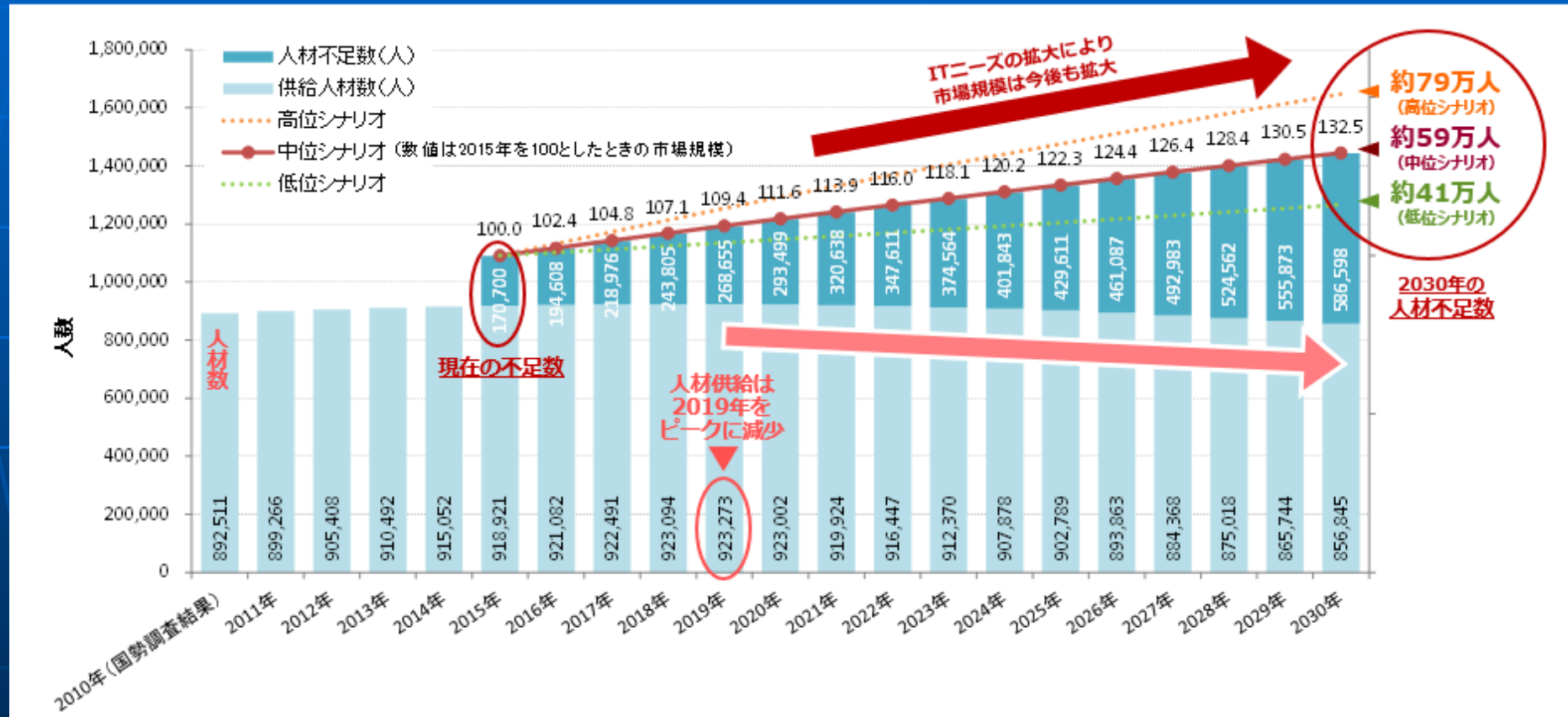
# 卒業後の進路

いつの時代にも活躍できる人材に



# AI 時代の職業 (1/2)

- 2030年まで少なくとも約41万人のIT人材  
(AI・ビッグデータを扱う人材) が不足



経済産業省 IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果より引用

[https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2018/zoom/mizuho-global1806-07\\_01.html](https://www.mizuho-ir.co.jp/publication/contribution/2018/zoom/mizuho-global1806-07_01.html)

# AI 時代の職業 (2/2)

## 例 1 : データサイエンティスト、A I エンジニア

- データから価値を引き出す技術をもった専門家
  - 21世紀でもっとも“セクシー”な職業  
(Harvard Business Review, Oct. 2012)
  - AI等を使いこなして第4次 産業革命に対応した  
新しいビジネスの担い手となる高度IT人材の育成が急務  
(経済産業省, 「AI人材育成の取組」, 2019年1月)
  - IT企業、サービス業、製造業、コンサル、はもちろん、  
金融の専門資格アクチュアリー（生保、損保）証券、流通、広  
告でも広い意味でビッグデータの専門家を求めている

## 例 2 : センサで世界が変わる

- IoT/CPS が新しい産業をけん引
- 実世界情報システムの設計力・構想力を持っている人材は引っぱりだこ



# R3年度の就職状況

数理情報学専攻、システム情報学専攻 修士修了者 + 計数工学科 卒業生

|              |    |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メーカー、<br>製造業 | 13 | キャノン, ソニー(3), 日立製作所(2), 富士フイルム,<br>キーエンス(2), ソニー・インタラクティブエンタテインメント,<br>住友電気工業, サイエンス社, 本田技研工業                                                                                                                                                                             |
| 情報、<br>サービス業 | 32 | アクセンチュア, アンティーバ合同会社, EYパルテノン,<br>オプサス, NTTコミュニケーションズ, NTTデータ(2),<br>エムシーデジタル, KDDI, コーエーテクモ(1) (1),<br>コワーキングキッチン, ソフトバンクグループ, 大和総研,<br>日本電信電話(2), 日本マイクロソフト, 野村総合研究所(2),<br>博報堂, ビズリーチ, フォルシア, フューチャー,<br>プリファードネットワークス, ブレインパッド(2), 松尾研究所,<br>丸紅(2), ヤフー(2), 有限監査法人トーマツ |
| 金融・保険,<br>損保 | 9  | シティグループ証券, シンプレクス・アセット・マネジメント,<br>東京海上日動火災保険, 日本取引所グループ,<br>三菱東京UFJ銀行(3), 三菱UFJモルガン・スタンレー証券,<br>みずほ証券                                                                                                                                                                     |
| その他          | 8  | 特許庁, 長野県庁, その他(6)                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 進学           | 59 | (博士課程: 7) (修士課程: 52)                                                                                                                                                                                                                                                      |



# 数理／システム情報 各コースへの 振り分けについて

計数工学科への進学が内定した学生は、2年次後半（11～12月頃）に、さらに

「数理情報工学コース」と「システム情報工学コース」のどちらかに配属されます。この配属は以下のように行われます。

- 内定生は、希望調査票により希望するコースを申告します。
- 配属コースは、各コースの配属可能数の上限を超えない限り、希望に基づいて決定されます。
- どちらかのコースが可能数を超える場合には、成績（進学先選択時の基本平均点）上位の内定生の希望を優先して配属が行われます。

最後に

数学・物理 以外の人

# 本日の相談相手

- 終了後、相談に乗ります。

(学科長)



高木教授

非線形数理 手術ロボット



郡教授



川嶋教授

音声処理



猿渡教授

脳科学



天野教授

アルゴリズム コンピュータ



平井准教授



高瀬准教授

暗号理論



高安講師