

東京大学工学部
計数工学科ガイダンス

2023年5月23日

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

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



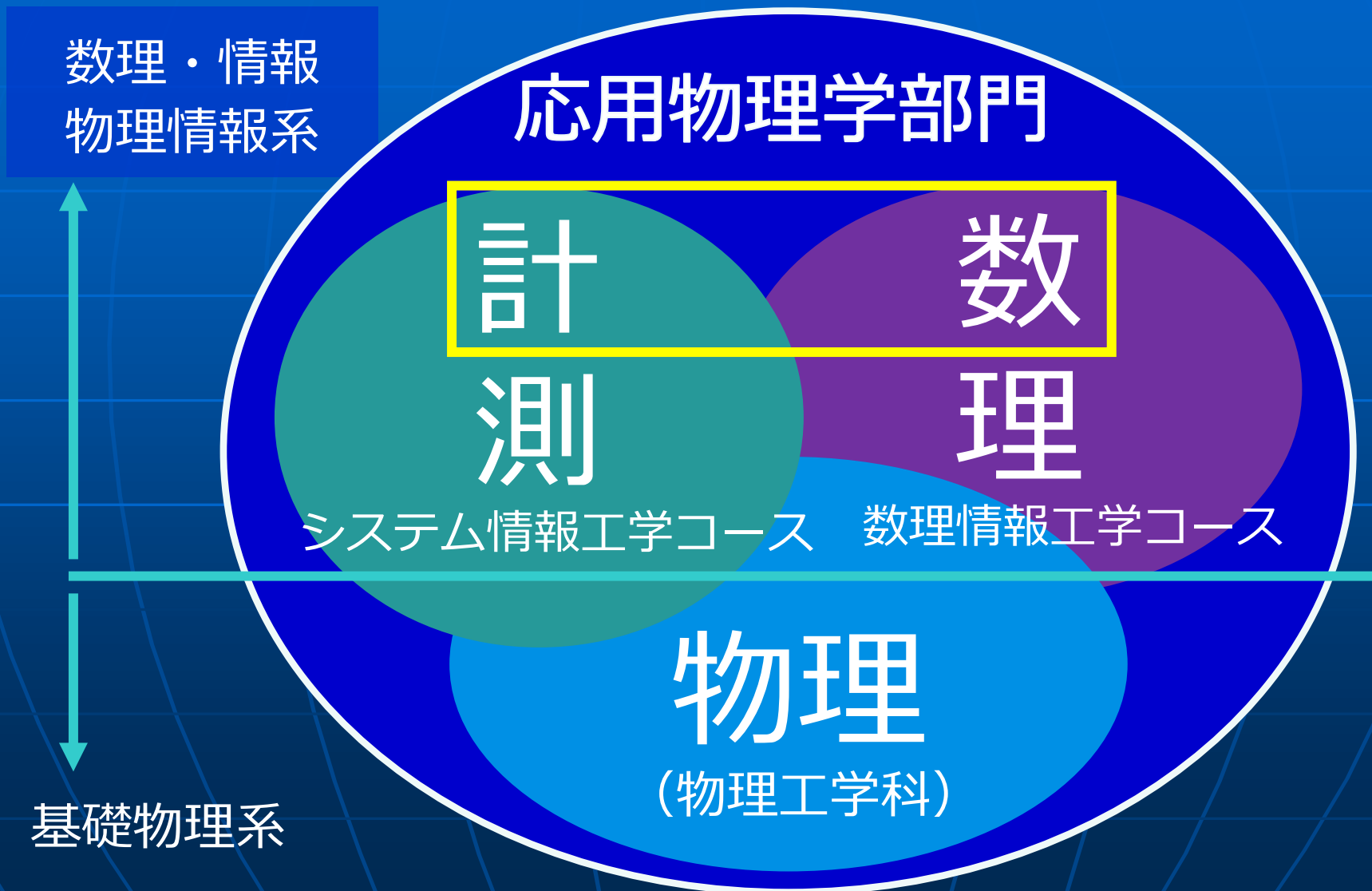
東京大学工学部
計数工学科

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

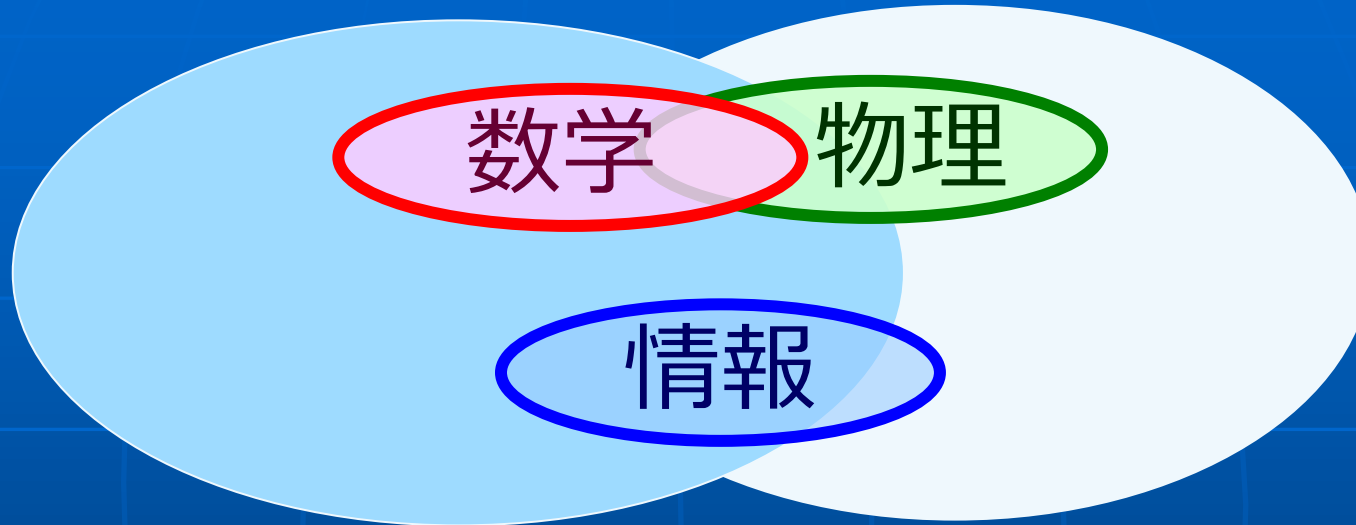
- 研究

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いただけるか？

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

工学部

数学
物理
情報科学

科学技術の要

応物系
(数物)

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

数学、物理、情報から社会との
接点を求めるなら計数へ

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

物理

もちろん天才は存分に活躍できます

数理情報工学
システム情報工学

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

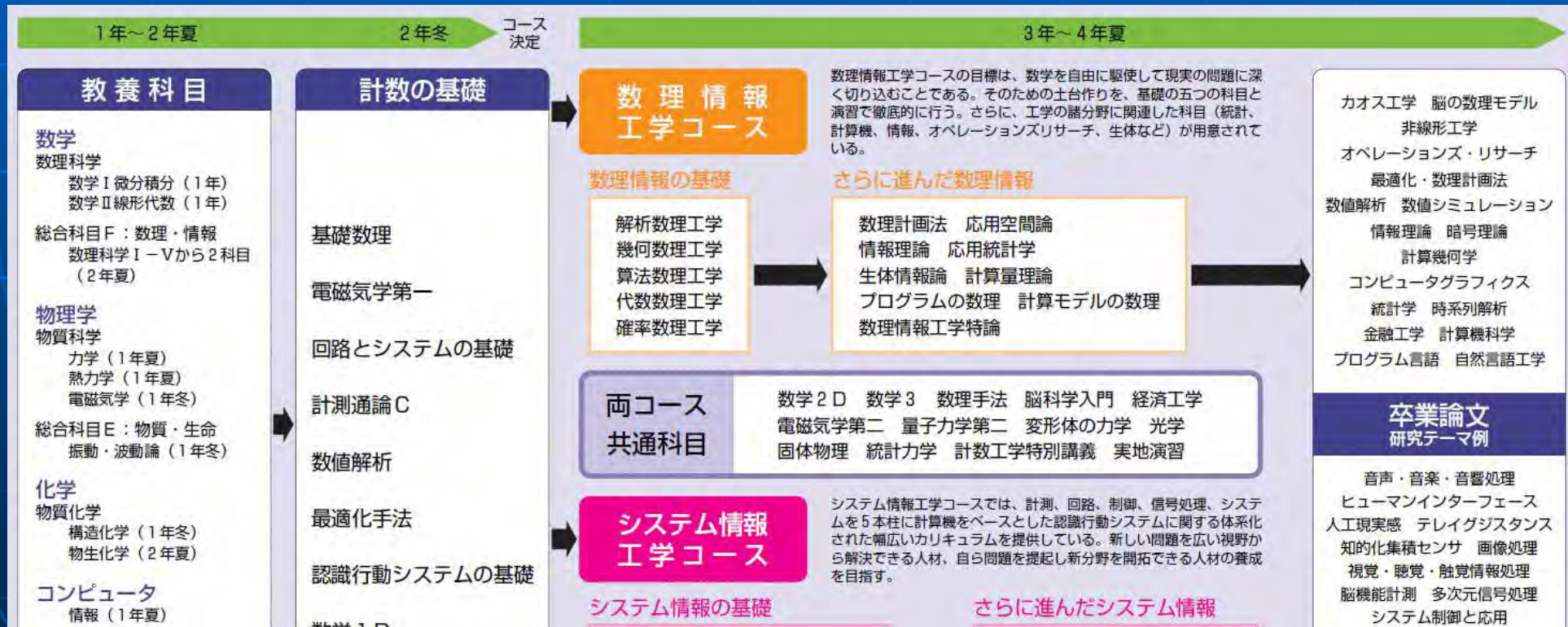
ロボット、IT、医療 など、研究の出口はいろいろ。それぞれを専門にしている学科と何が違うの？

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

その通り！

- 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)



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

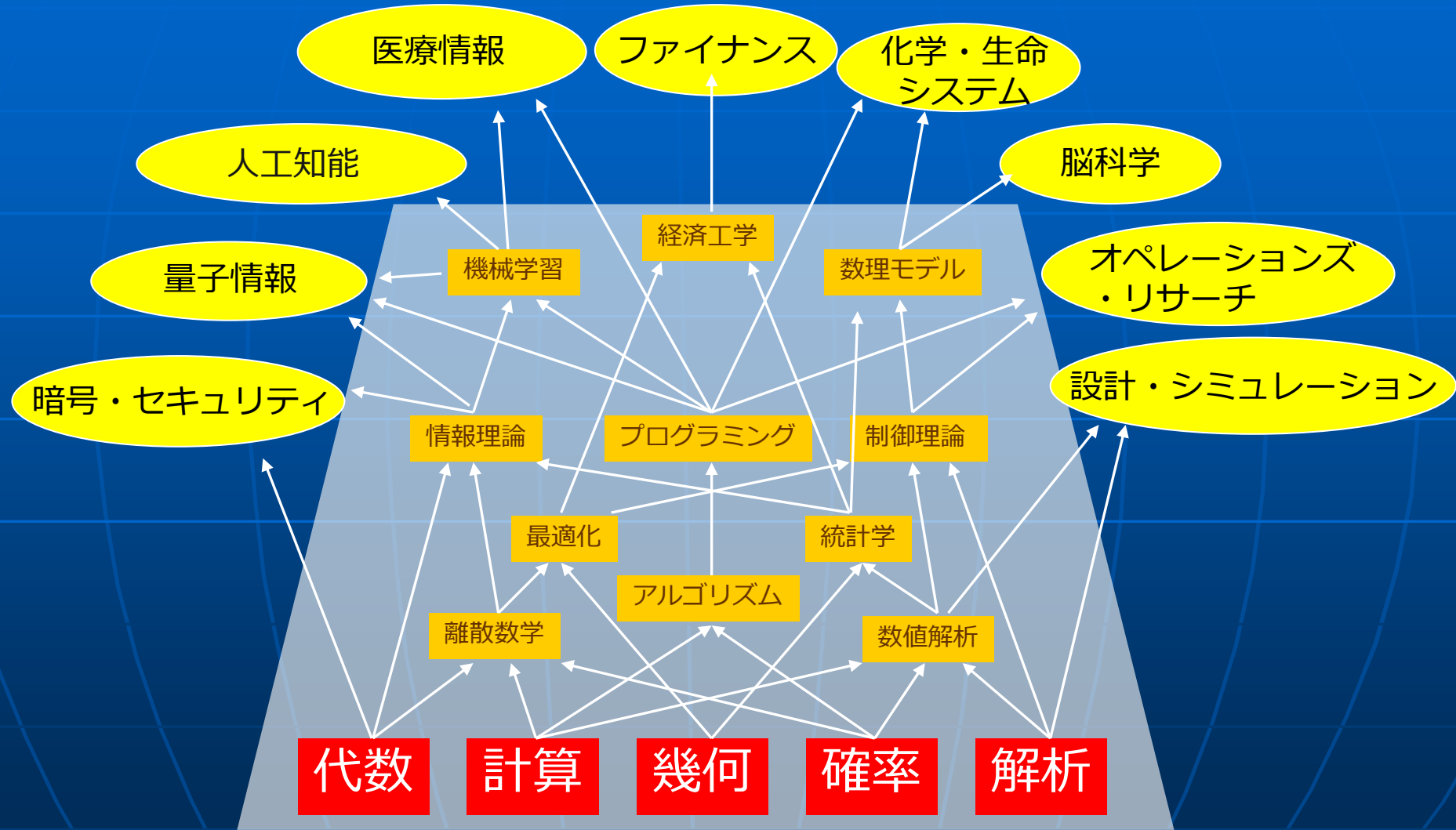
センサ・アクチュエータ工学
画像処理論 応用音響学
パターン計測論
システム情報工学特論
生体計測論

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 テレイクジスタンス
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・神経インターフェース
VSLI設計 プロセッサ開発

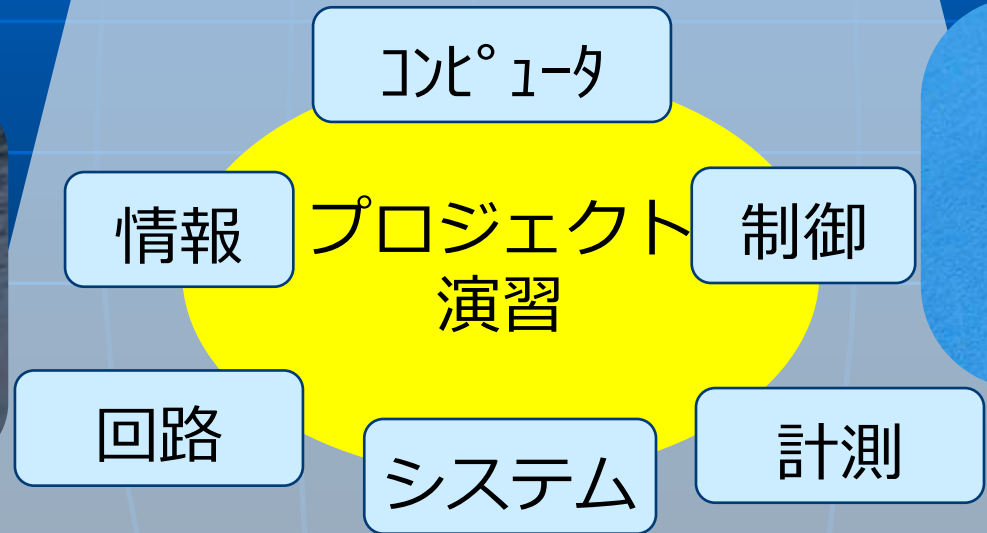
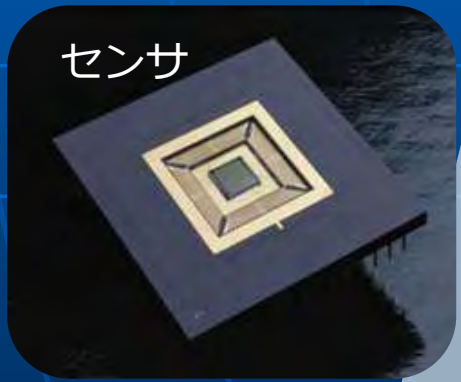
基礎数学を実世界の問題とを結びつける力を養成



数理工学の基礎

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



数学・物理学 (波動、音、電磁気、熱、力学・・・)

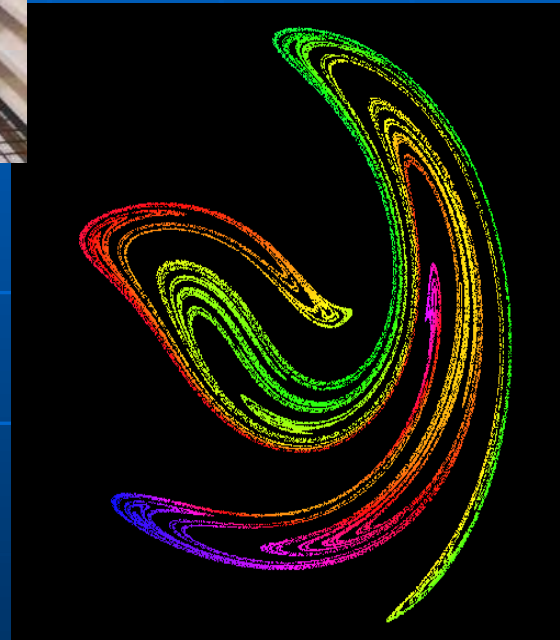
実験テーマ・風景



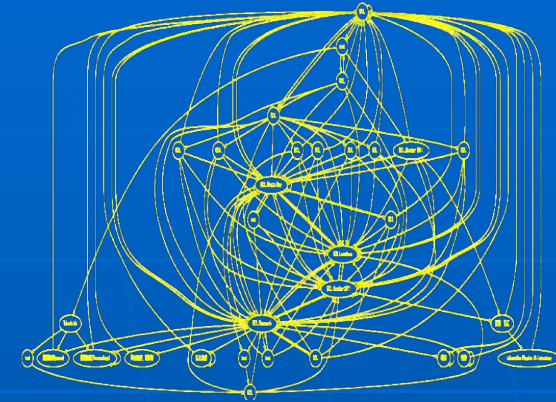
音響実験



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

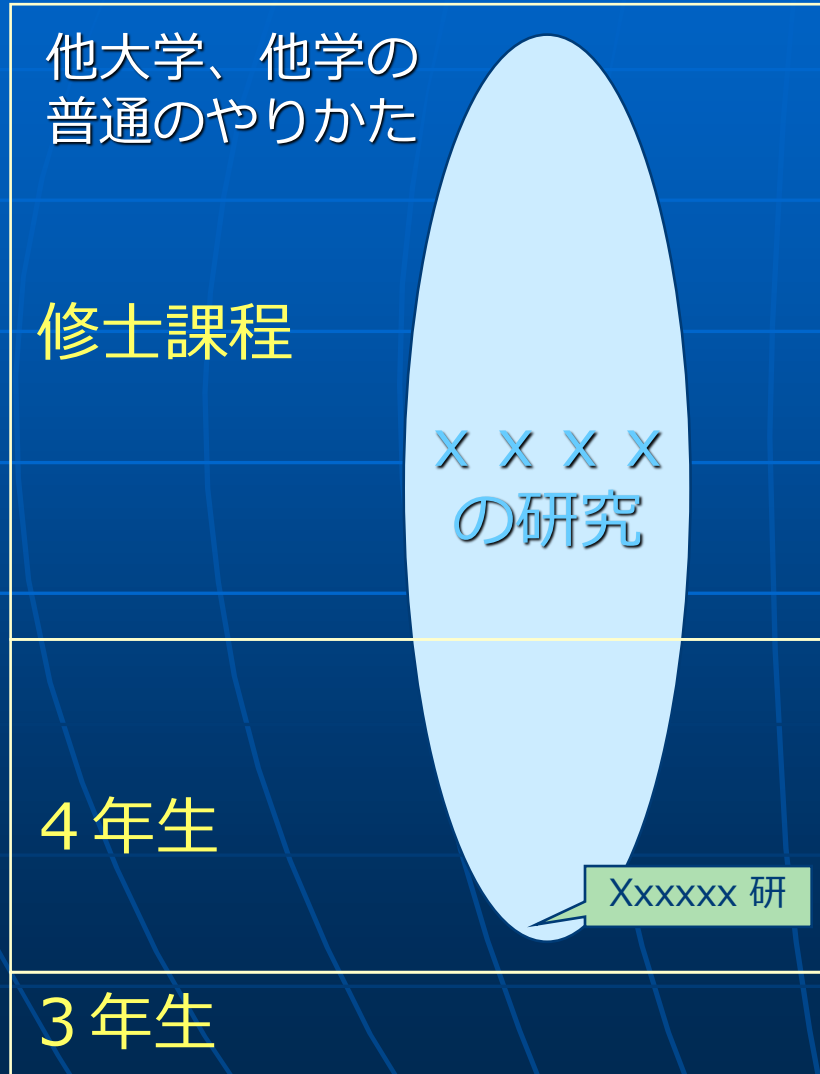
パソコンを貸してくれるという噂

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



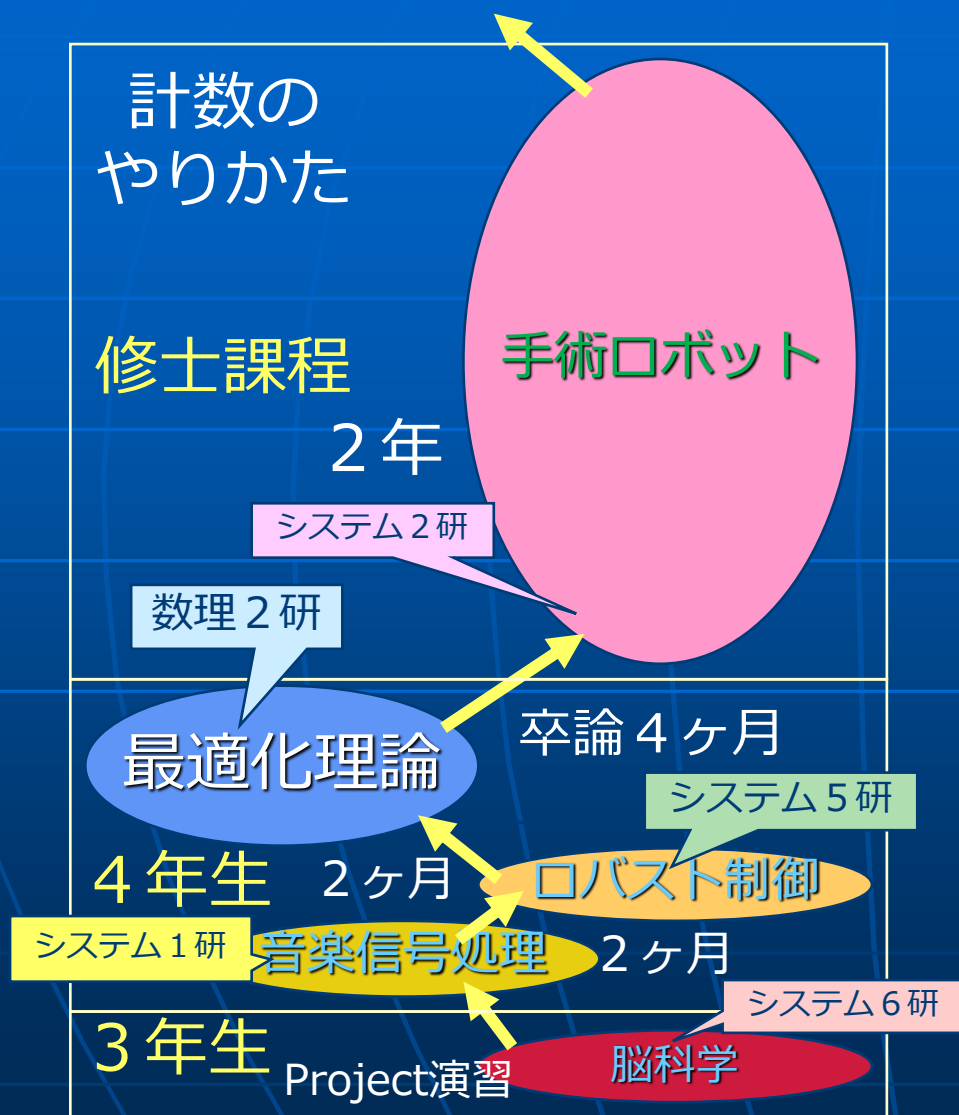
理由3： 様々な分野で鍛えられる



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2022年度)

暗号応用に向けた超特別曲線の効率的な探索法
適応的シミュレーション安全なIDベース内積関数型暗号の構成
非有界な凸関数に対する最急降下法と行列スケールリングへの応用
線形記号行列の項別階数減少による非線形微分代数方程式系の前処理法
普遍被覆を用いた非正曲率立方体のアルゴリズムについて
パラメトリックな辺重みをもつグラフ上のペブルゲームアルゴリズム
反応経路自動探索における非凸最適化手法
均衡測度の数値計算に対する近似法の改良
制約下での公平かつ効率的な配分
直並列グラフの簡潔表現
最適化手法由来のヘッセ行列を伴う連続力学系モデルに対する数値解析学的アプローチ
混合ガウス埋め込みを用いたネットワーク異常検知
可制御性スコアリング問題の拡張
二重包絡を用いた非凸最適化法
Module-LWE問題に対する格子の回転構造を利用した解法
概日リズムと睡眠覚醒リズムの相互作用に関する数理的研究
サンプルに無駄のないハミルトニアン逐次モンテカルロ法
オプション価格計算に対するCOS法の改善
フロベニウスノルムで距離最小のグラフラプラシアン
簡潔ビットベクトルの秘匿化
Izhikevichニューロンから構築されたショウジョウバエ幼虫の運動機能ネットワーク
同種写像に基づくデジタル署名の高速化に向けたKLPT法の改良
欠測データに対する多重にロバストな推定量の改良
微小変化する連立一次方程式系に対するDeflated CG法
深層学習を利用した非線形作用素の学習理論
高次元入力に対する2層線形ニューラルネットワークの特徴学習と汎化誤差解析
低ランク半正定値行列集合上の探索によるグラフ実現の列挙
統合情報量を用いた複雑なダイナミクスの解析
打ち切りを考慮したネットワーク上のハザードモデル
社会的選択理論によるアンサンブル学習法の改善と解析
勾配近似を用いた部分空間準ニュートン法
スコアマッチングを用いた独立成分分析の信号源分布と分離行列の同時推定
平均場Langevin力学によるActor-Critic法の最適化
階層的グラフ構造の推定と金融ネットワークデータ分析への応用
多くの有理点を持つ巡回被覆曲線の高速生成
Langevin Dynamicsに基づく強化学習の最適化アルゴリズム

暗号理論

アルゴリズム

数値解析

機械学習

最適化

複雑ネットワーク

脳科学

統計

情報理論

数理工学
≠ 応用数学

卒業論文テーマ例 (システム情報2022年度)

音響・音声

カットオフ現象に基づくテラヘルツ波スイッチに関する研究

連合学習に基づく多話者声質変換

イメージング用インコヒーレント回折光学素子設計

ロボット

眼圧情報を用いた空気圧駆動型自動眼内注射システム

レーザーネットワークのゼロ遅延同期を用いた協力的意思決定の実証的研究

反射・消衰境界を組み合わせた低損失テラヘルツ伝送線路に関する研究

超音波による空中浮遊技術を利用した蠅行動模倣の研究

VR

非中央集権型向けのモデル更新履歴を用いた連合学習手法および実用的なフレームワークの設計

群ロボットと隠消現実技術を用いた身体拡張感に関する研究

近似演算器を用いた粗粒度再構成アーキテクチャとアプリケーションマッピングの協調設計

計測

移動音源による結合波周波数変動現象の解析と速度計測への応用

点群データを用いた制御バリア関数に基づく3次元表面被覆制御

バイオロギングのための無線給電システムの研究

通信・コンピュータ

空間正則化付き独立低ランク行列分析を用いた拡散性雑音下でのリアルタイム多チャンネル音声強調

感覚刺激提示システムを用いた歩行変化に関する研究

5G通信網向け資源透過型プラットフォームにおけるMECサーバ間の資源配分手法

非接触触覚提示を利用した3次元ポインティング手法の研究

ヒューマンインタフェース

再生核理論による脳磁場再構成と脳内電流源推定への応用

無限次元モデルの拡張による散乱体を含む音場の推定

制御

ノイズにロバストな散逸ダイナミクスを用いた量子符号化・復号化

オンライン可視性決定による視野の安全性を保証した協調視覚追尾制御

深層学習を用いた補外スペックル相関イメージング

生体

周期構造上のネマチック液晶理論に基づく筋芽細胞シートの設計法

自然動画観察環境における視覚の見落とし現象の生起要因

脳活動に基づく状態空間モデルによる認知状態の推定

脳科学

秘匿計算による文字列索引構築

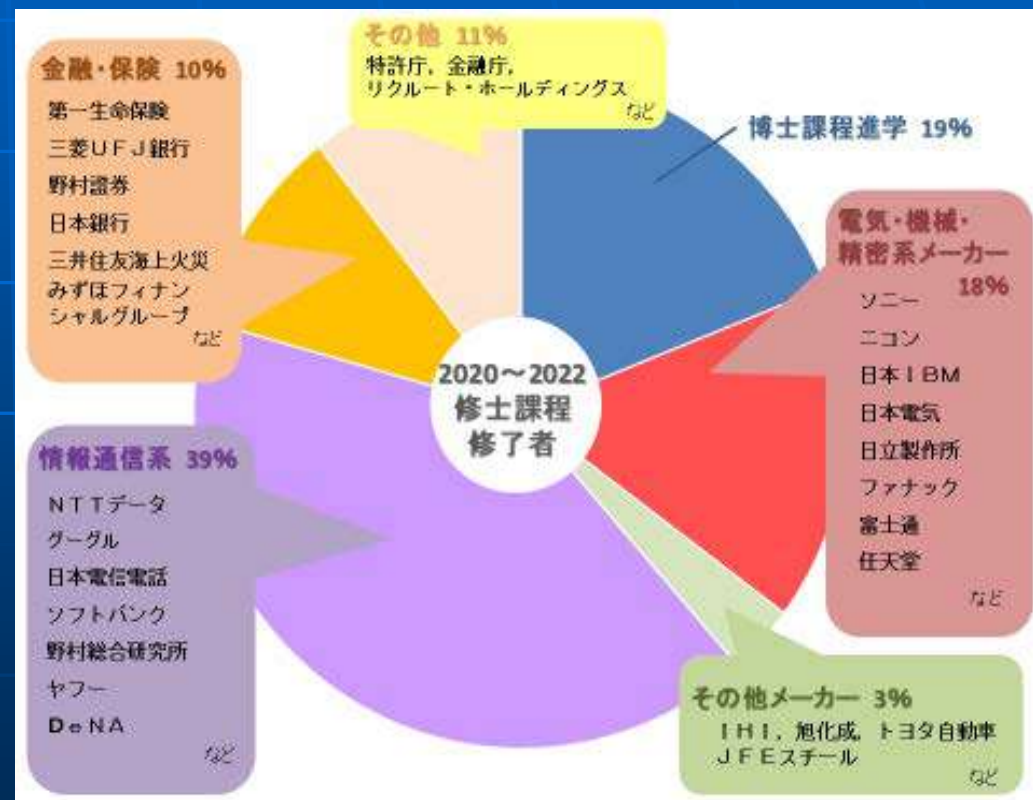
Maderの点素パス問題に対する増加路アルゴリズム

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

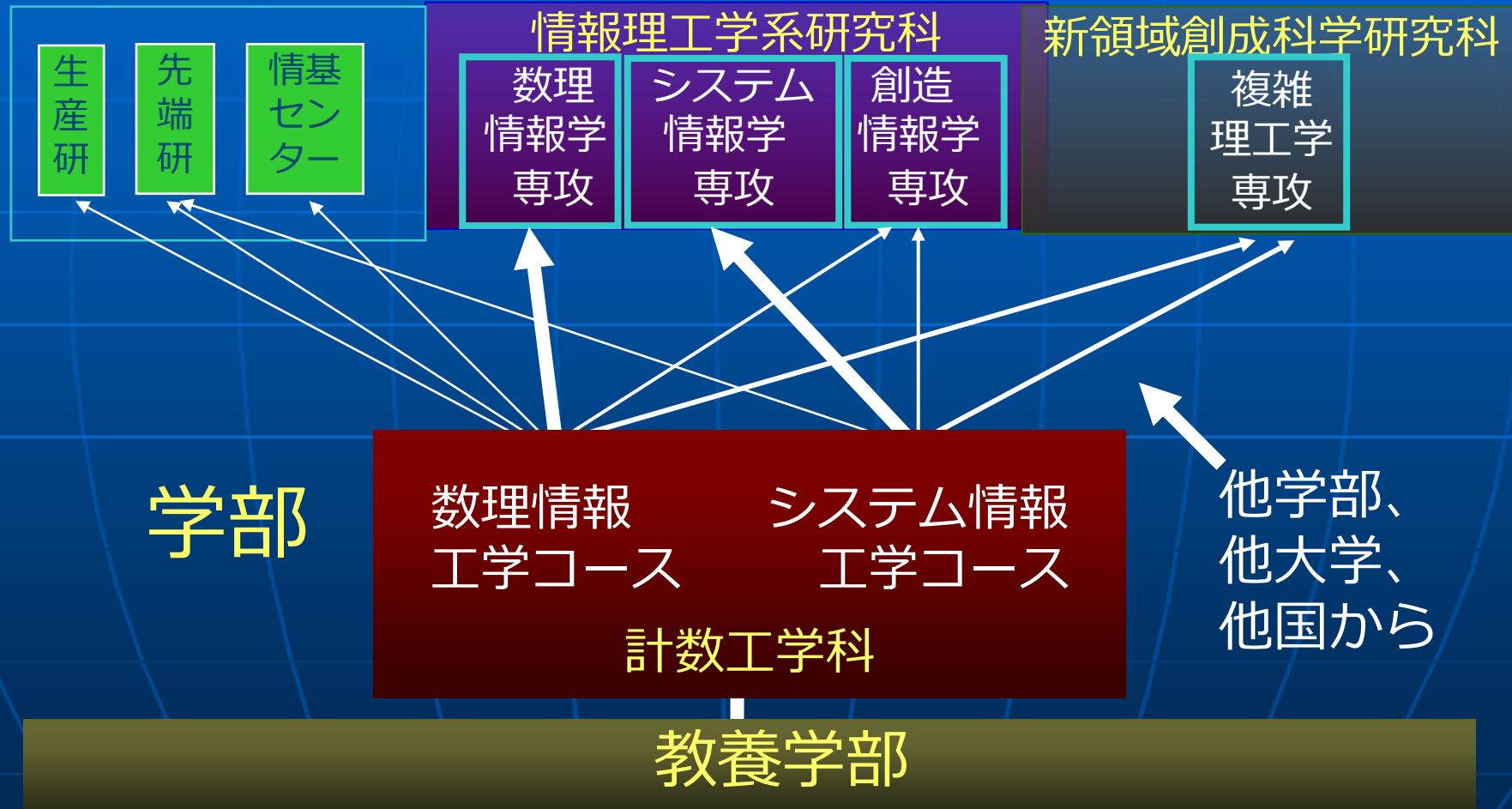


理由5：大学院が充実しているらしい

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！

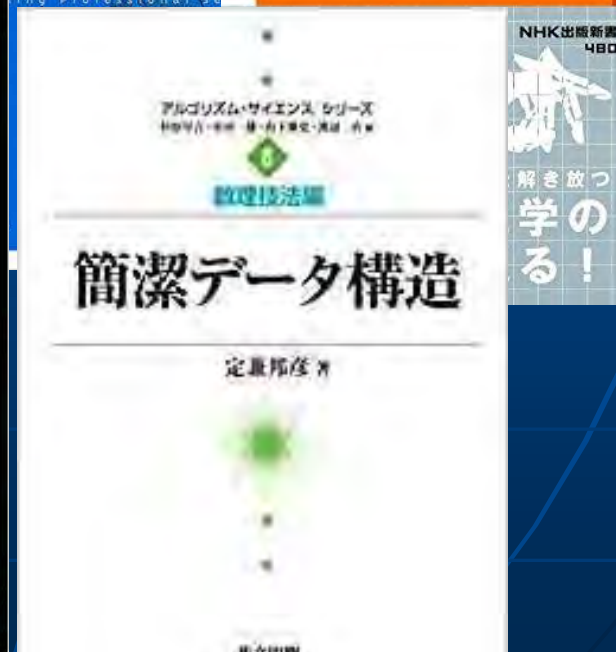
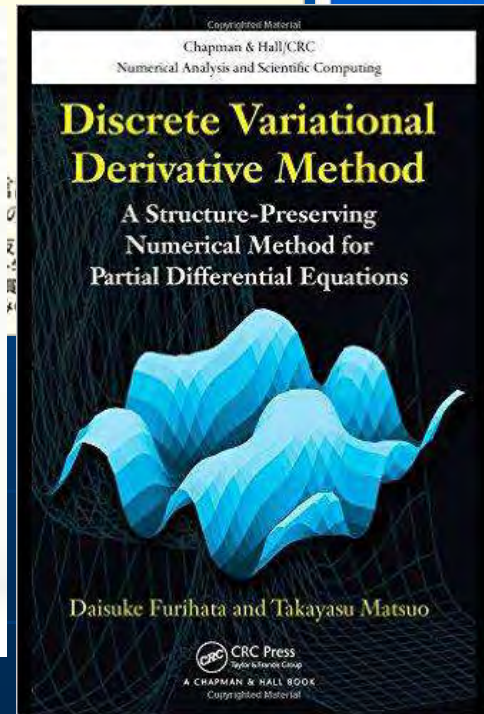
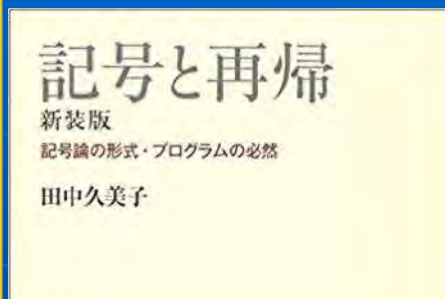
- 計数工学科の教員たち



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

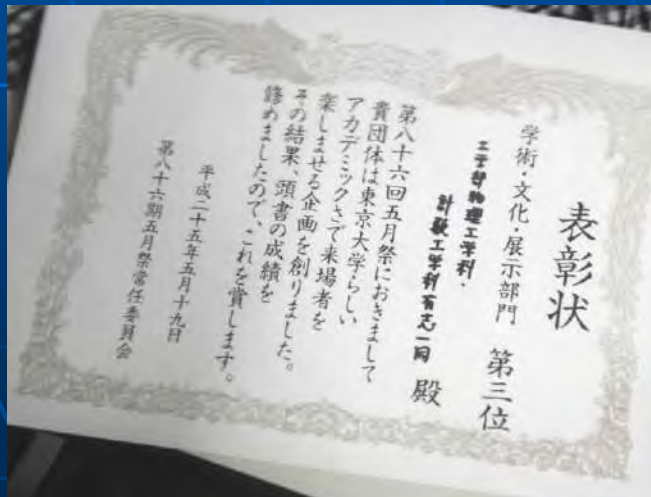
うれしい！

スペース・予算を 学科が支援



五月祭の研究展示（物工+計数）

- 2011 年度 MFアワーズ学問・展示・実演部門 第1位
- 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 学術文化部門 5位
- 2018 年度 文化・学術部門 6位
- 2020 年度 学術発表部門 2位



五月祭
ご案内 五月祭について EN

2023 五月祭 はなみどり
5.13-14 9:00-18:00

ハイブリッド開催
事前予約不要
飲食物提供あり

新緑の薫りが私を誘う。

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 14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



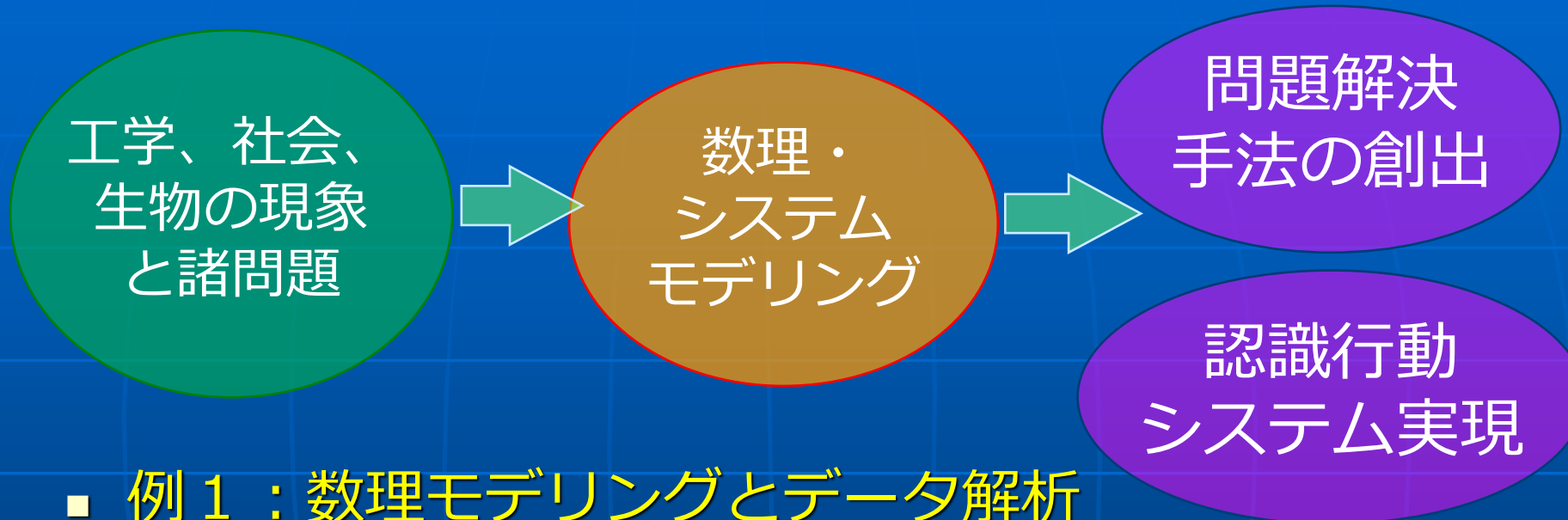
内部はリフォーム済



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 : 数理モデリングとデータ解析
- 例 2 : ビッグデータからの機械学習
- 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号
- 例 4 : 手術ロボット
- 例 5 : ヒューマンインタフェース、音響音声
- 例 6 : 脳計測

例1: 数理モデリングとデータ解析

経験的構築
系統的縮約

実データを用いた
統計的推定

自然・社会現象

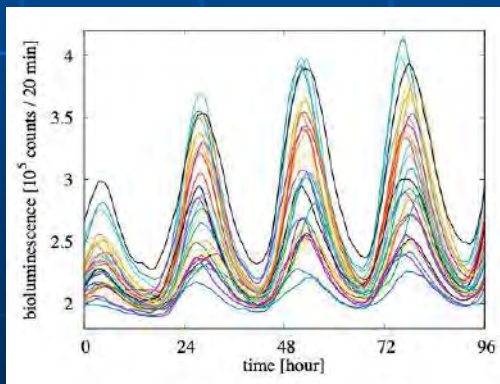
数理モデル

データ解析

理論・数値解析

情報抽出・定量的予測

遺伝子発現データ

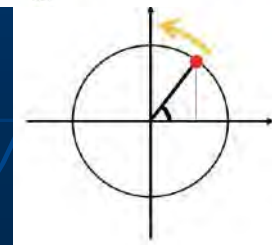
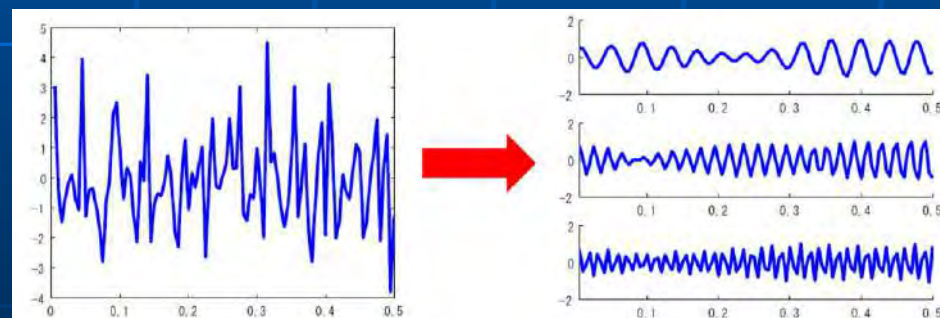


数理モデリング

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

$$x_{t+1} = Fx_t + Gv_t, \quad v_t \sim N(0, Q)$$
$$y_t = Hx_t + w_t, \quad w_t \sim N(0, R)$$

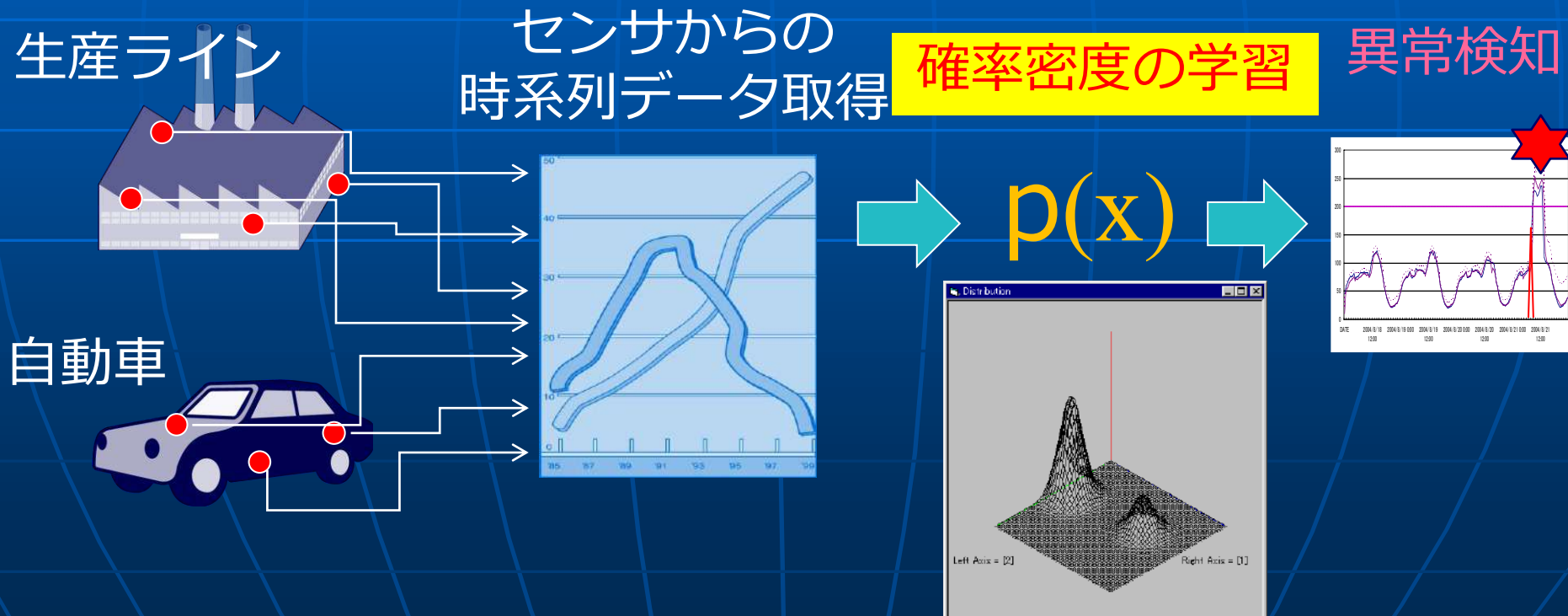
時系列データの振動子分解



例2: ビッグデータからの機械学習

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

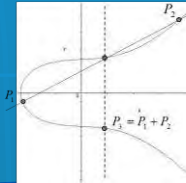


例3：情報セキュリティ・次世代暗号

RSA暗号 (素因数分解問題)

```
123018668453011775513049495838496272077285356959533479219732245215172640050726365751874520219978646938995647494277406384
5
925192557326303453731548268507917026122142913461670429214311602221240479274737794080665351419597459856902143413
=
33478071698956898786044169848212690817704794983713768568912431388982883793878002287614711652531743087737814467999489
x
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)

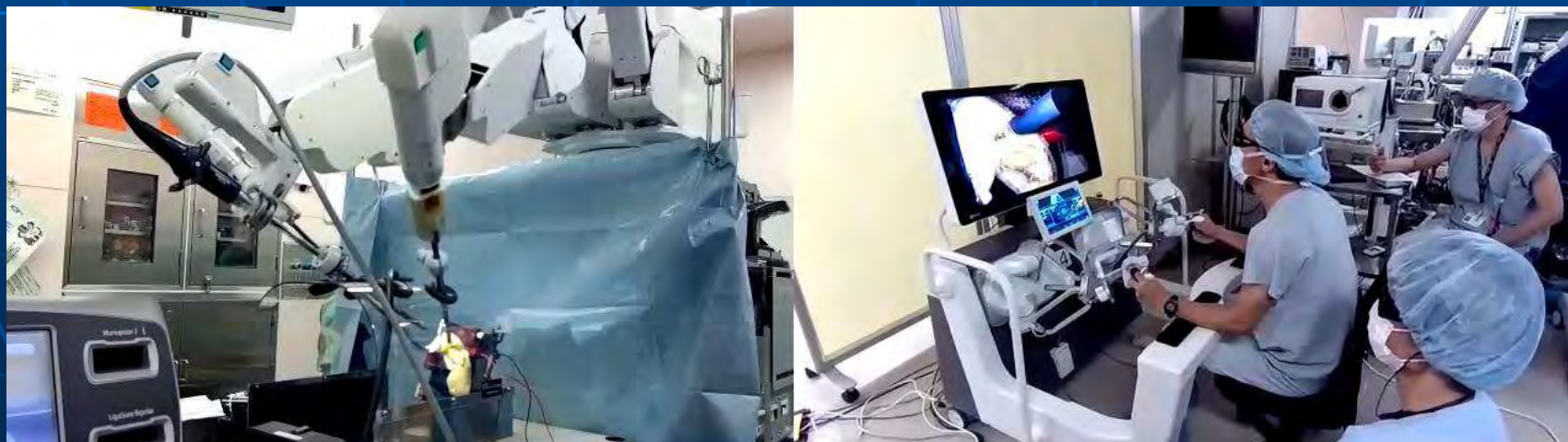
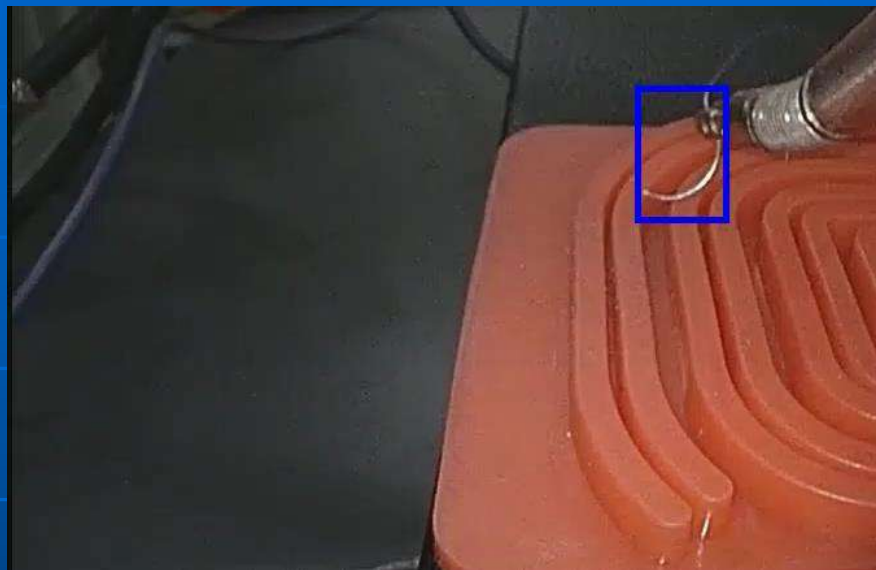
新しい数学原理

- 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

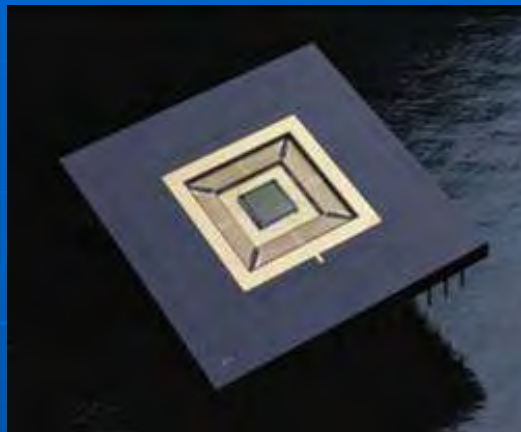


知能を実装した先端的システム

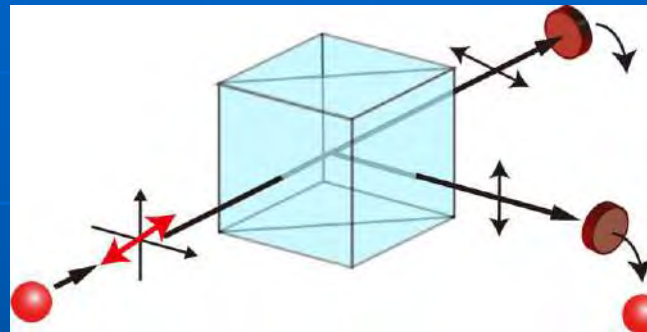
人間と協調する
半自動手術ロボット



センサ

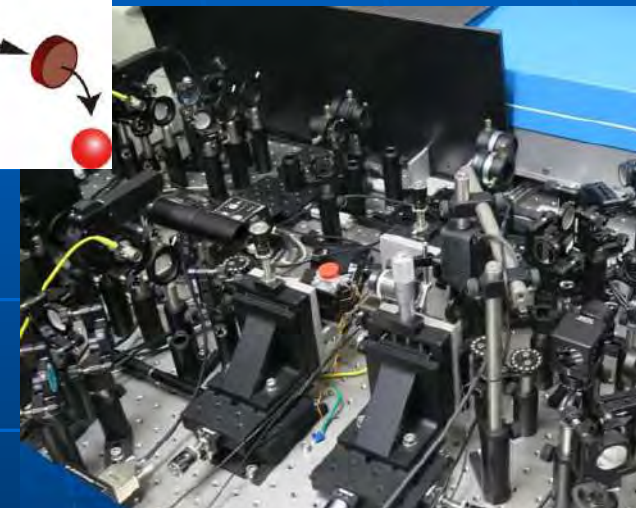
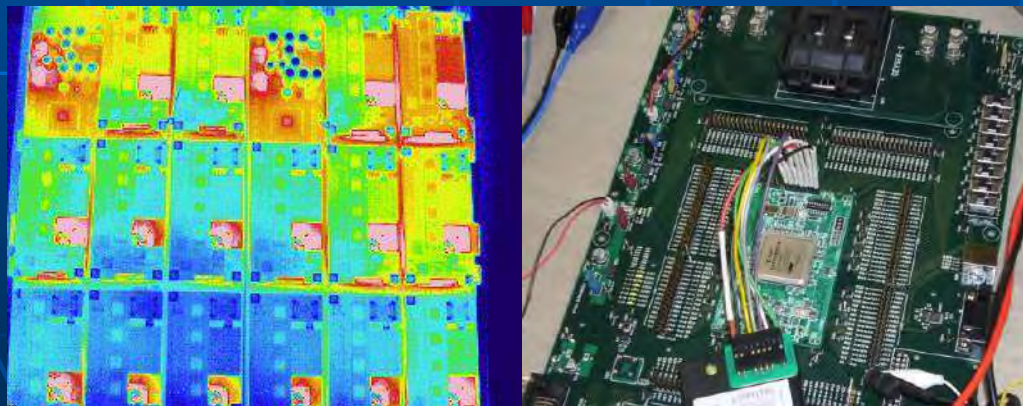


物理情報学

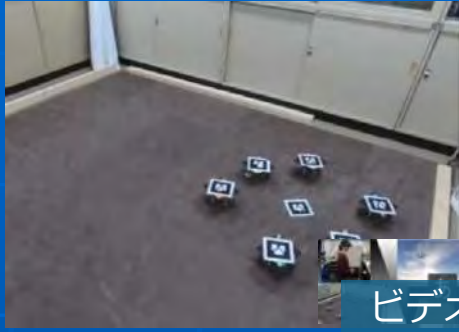


一個の光子が意思決定

コンピューター設計

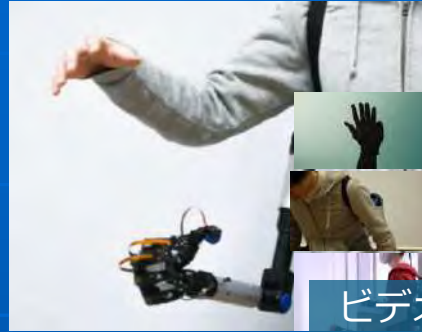


センシング・制御とVR/ヒューマンインタフェース



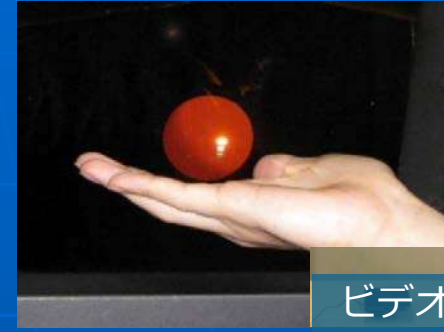
ビデオ

遠隔からの群制御



ビデオ

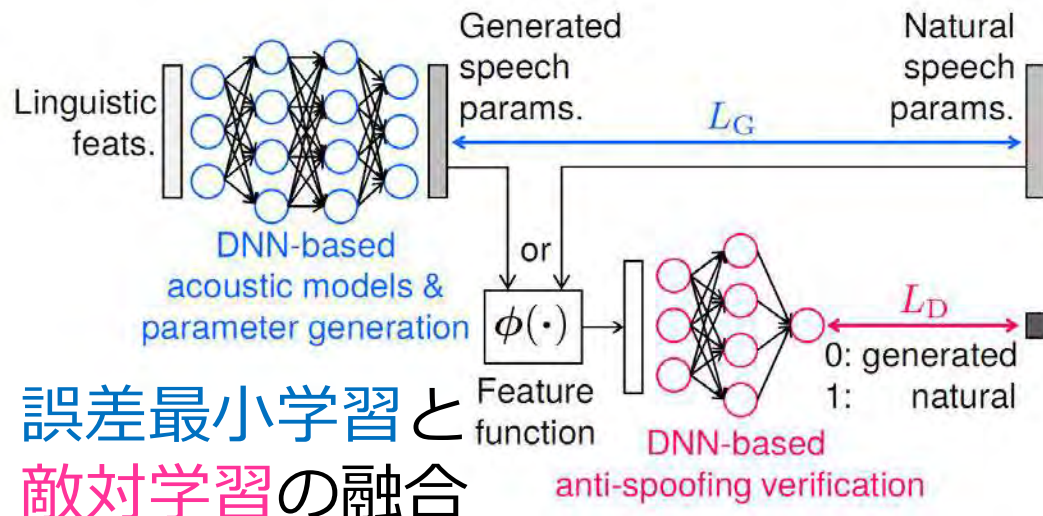
拡張する身体



ビデオ

さわれるホログラフィ

敵対的DNN音声合成



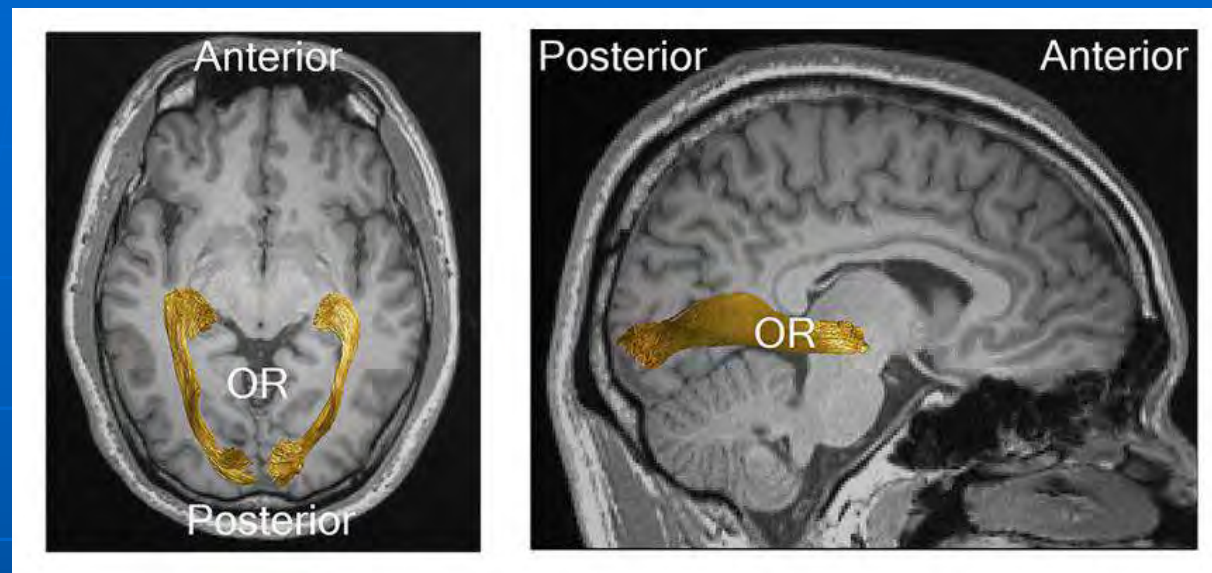
リアルタイムDNN音声変換



<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）

例：データサイエンティスト、AI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)
 - 2030年にはIT人材は最大78.7万人の不足、AI人材は最大14.5万人不足
(みずほ情報総研2019年3月)
 - IT企業、サービス業、製造業はもちろん、生保、損保（専門資格アクチュアリー）コンサル、証券、流通、広告の分野でデータサイエンティストを求めている

AI時代の職業 (2/2)

先立つ米国の事情

- データサイエンティスト就業率 (米) は2021年から2031年までに36%増加見込み (U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS)
- 平均給与 (米) は年間125,242ドル

IT業界から金融・医療まで幅広い就職

情報系を中心に幅広い学位が活躍

365✓

Number of Offers per Industry



365✓

Required Degrees



出典：<https://365datascience.com/career-advice/data-scientist-job-outlook/> (LinkedInの求職票1000を分析した記事 (2023年4月)) より

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



R4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

情報通信, サービス業	28	アクセンチュア(3), NTT(2), NTTデータ(1,1), NTT西日本, ギフトィ, サイバーエージェント, DeNA, TDSE, 日本アイビーエム, TCS, 野村総合研究所, Huawei Technologies Co., Preferred Networks(2), マネーフォワード, ヤフー(2), リクルート・コミュニケーションズ アビームコンサルティング, KPMG FAS, STANDARD(2), マッキンゼーアンドカンパニー, ジーニー
メーカー, 製造業	12	Infineon Technologies Japan, スクウェア・エニックス, コナミデジタルエンタテインメント, ソニー(2), 東芝, 日本電気, 任天堂, 三菱電機, エステック, JFEスチール, バンダイナムコエンターテインメント,
金融・保険, 損保	4	EYストラテジー&コンサルティング, 大和証券, 三菱UFJ銀行, 三菱UFJモルガン・スタンレー証券
その他	2	金融庁, 防衛装備庁
進学	69	(博士課程:11) (修士課程:58)

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)

非線形数理

脳科学

暗号理論



川嶋教授



郡教授



天野教授



高木教授

統計学

コンピュータ

暗号理論

音声処理



松田准教授



高瀬准教授



高安講師



猿渡教授