

# 東京大学工学部 計数工学科ガイダンス

---

2024.4.26

本日の説明担当：篠田裕之（教授）

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

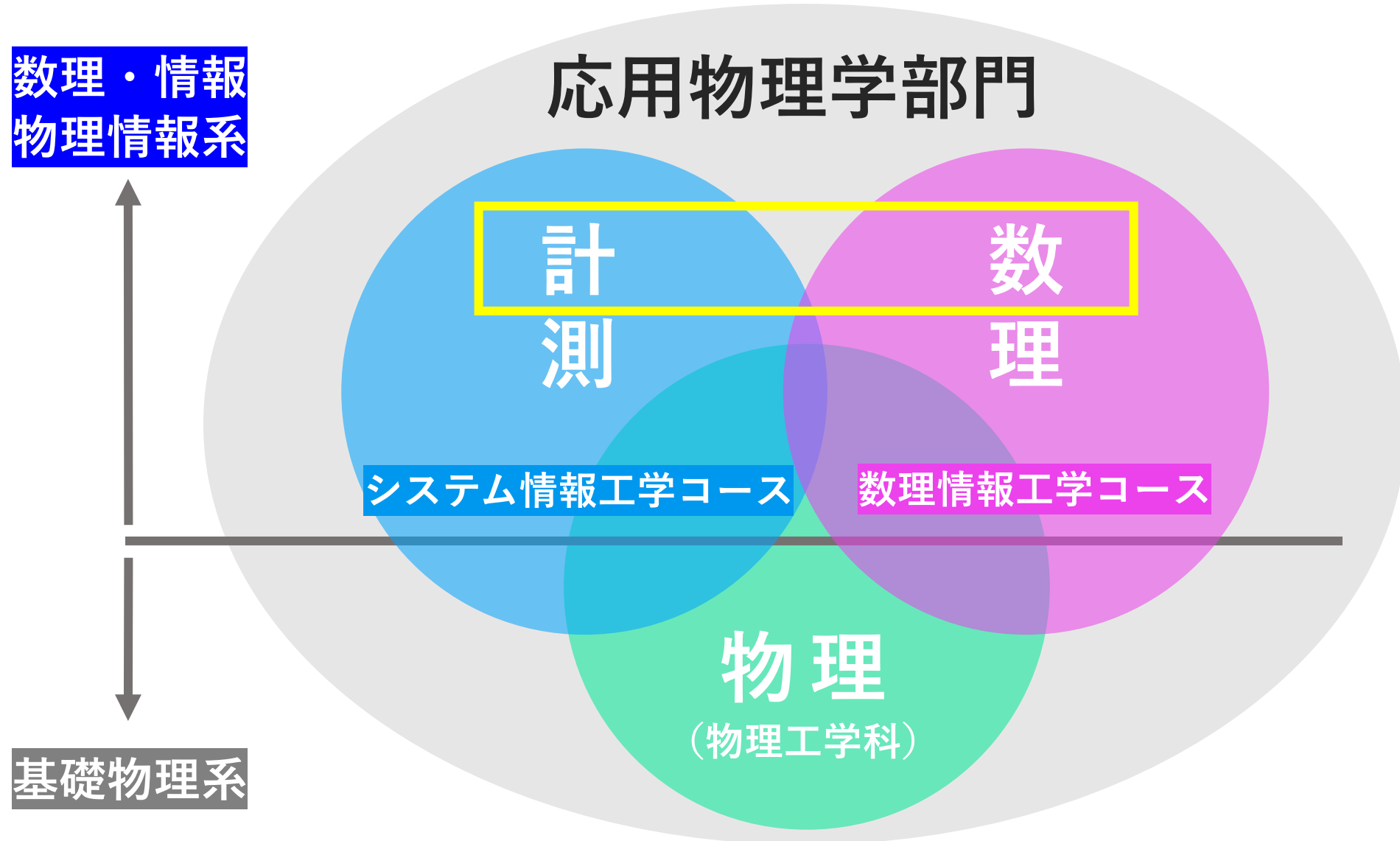
Department of  
Mathematical Engineering  
& Information Physics

基礎を深く  
視野を広く

# 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！

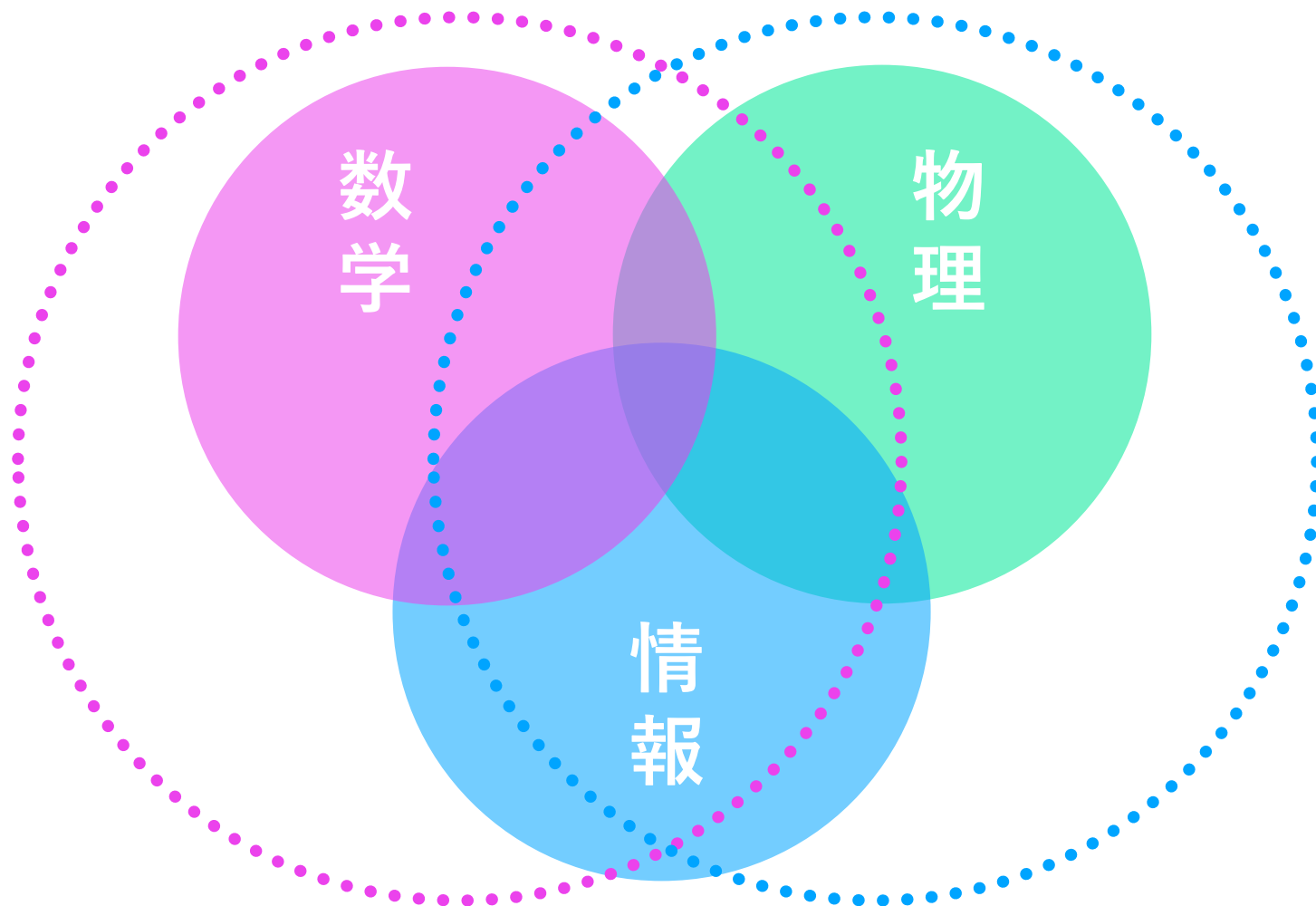
# 計数の2つのスタイル

## 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

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

そんな人こそ、  
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

物理

物理の真理探究

数学を用いて現象をモデリングする  
現象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

物理学の知識や思考法を用いて  
未来の情報システムを作る

数学や物理の  
天才でなくとも  
学科で学べば貢献できます

もちろん天才は存分に  
活躍できます

# 計数工学と機械・電気・化学・生物との違い



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？

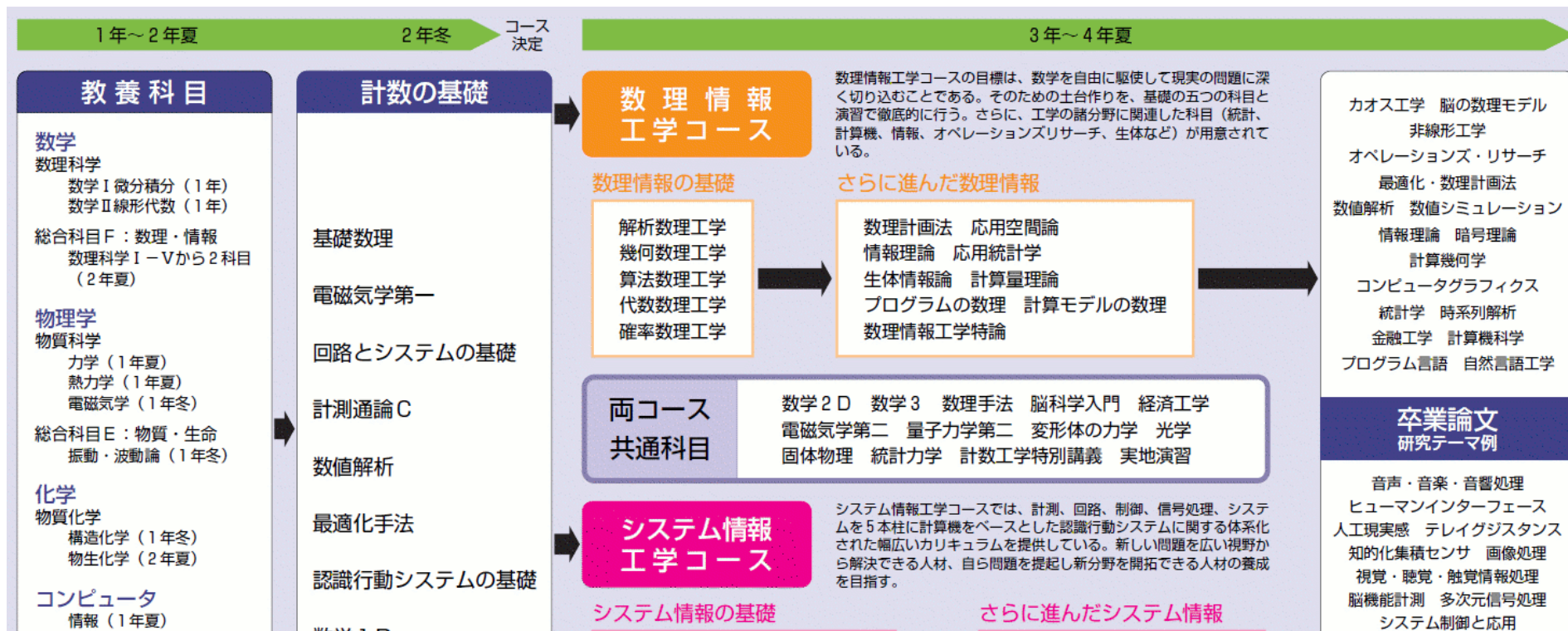


例えば機械工学科であれば「機械を使うこと」が前提。  
計数はこのような前提には制約されないことが特徴。  
既存の産業分野にとらわれない発想ができる。

# 理由2：科目が面白そう

そのとおり！

- 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

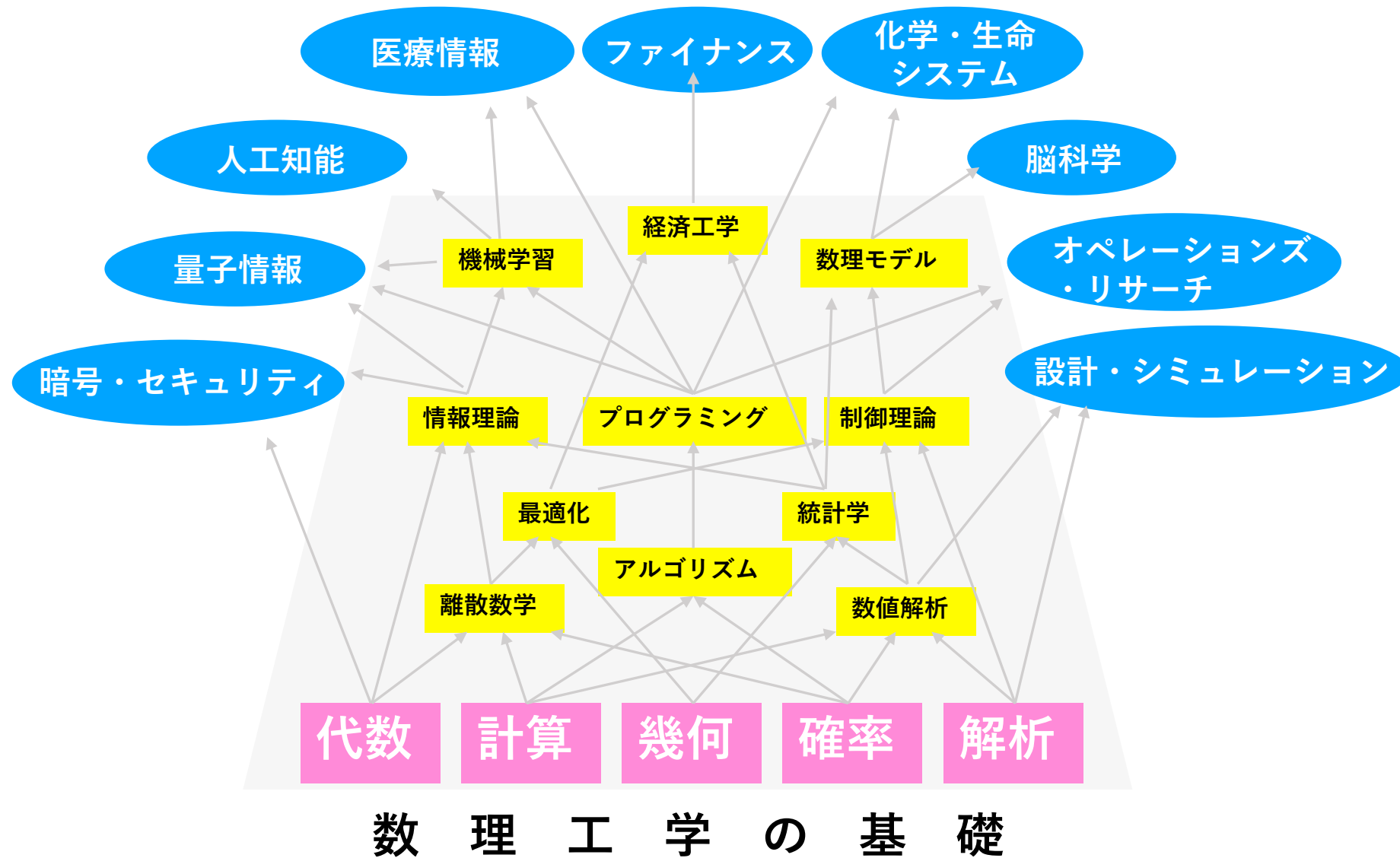
センサ・アクチュエータ工学  
画像処理論 応用音響学  
パターン計測論  
システム情報工学特論  
生体計測論

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

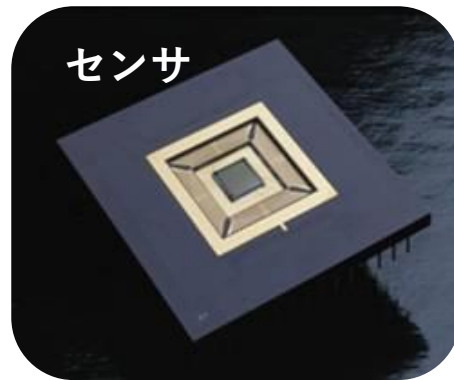
音声・音楽・音響処理  
ヒューマンインターフェース  
人工現実感 テレイクジスタンス  
知的化集積センサ 画像処理  
視覚・聴覚・触覚情報処理  
脳機能計測 多次元信号処理  
システム制御と応用  
適応・学習 サイバネティクス  
センサ融合 自律分散システム  
ロボティクス パターン認識  
神経回路網 サイボグ工学  
脳・神経インターフェース  
VSLI設計 プロセッサ開発

# 基礎数学と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

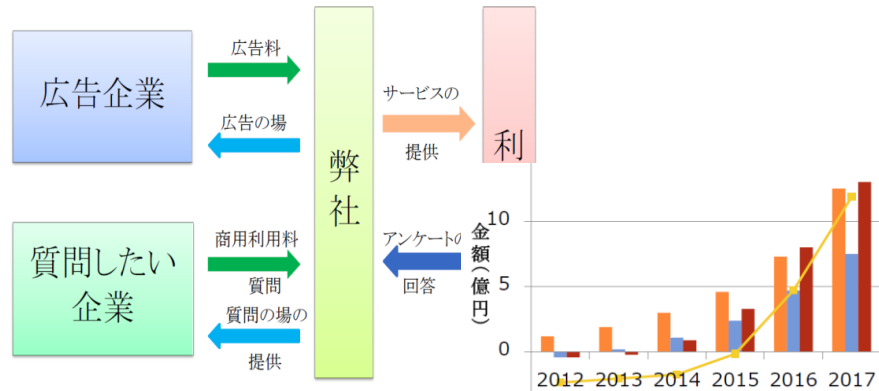


数学・物理学（波動、音、電磁気、熱、力学・・・）

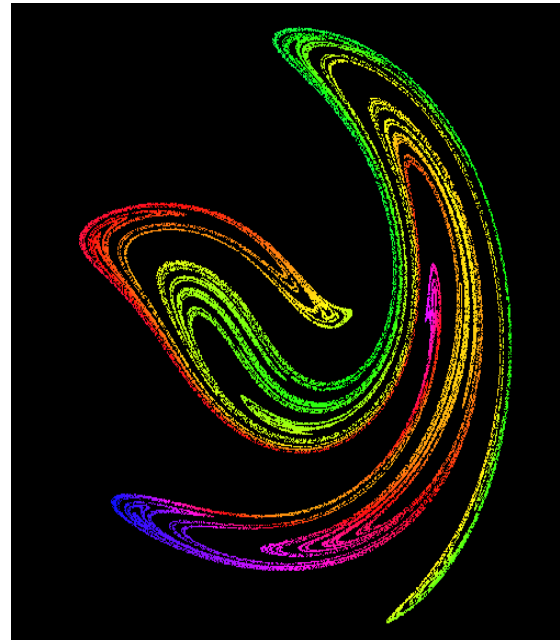
# 実験テーマ・風景



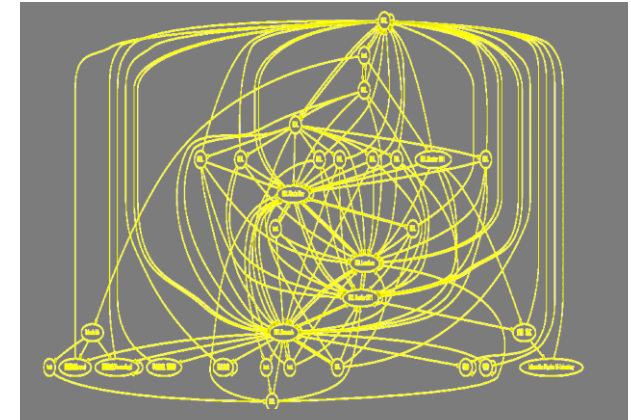
音響実験



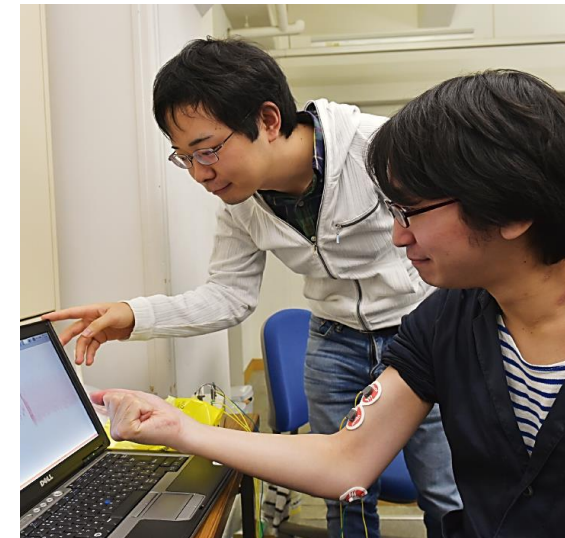
バーチャルネットベンチャー



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（ミニ卒論）・卒業論文

卒業論文発表会  
(コース間で交流)



研究室輪講



## 理由3：様々な分野で鍛えられる

重要なポイント！

### 他大学・他学科の普通のやり方

修士課程

xxxxの研究

4年生

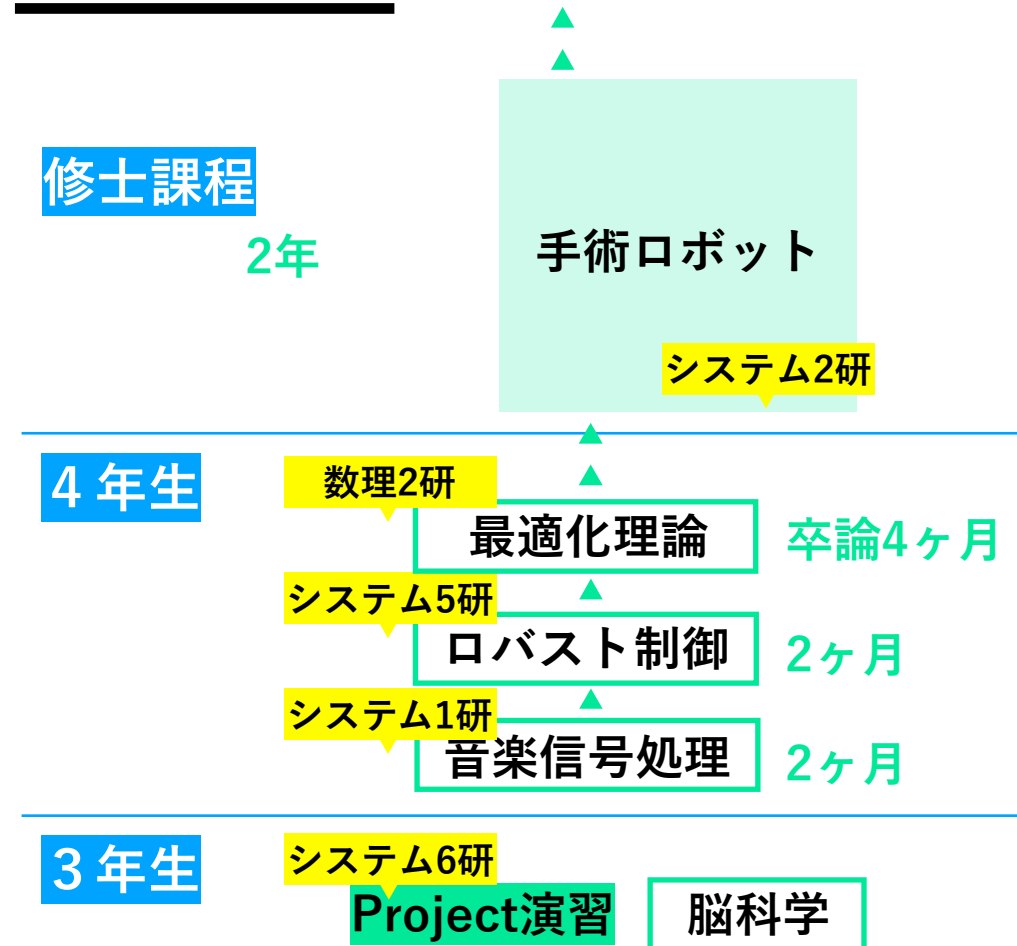
xxxx研

3年生

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

## 計数での一例



- 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2023年度）

- 化学反応ネットワークの縮約可能条件に関する仮定の検証
- AJPS暗号系に対する分割格子攻撃の解析
- Reservoir computerによる非自励力学系の時系列予測と生体リズム研究への応用
- 確率的勾配降下法におけるフラットネスの単調増加性
- リーマン多様体上の測地線を求めるアルゴリズム
- 種数2の同種写像暗号における加法公式の高速化
- 確率的近似Bregman近接勾配法
- 完全グラフ上の極大マトロイドの計算
- 複数言語の単語埋め込みの共通独立成分分析
- 不均一なネットワークにおけるノード-コミュニティ間の関連性の評価
- 安定マッチング問題におけるタイの有無と社会的効用への影響
- エネルギー法のための部分積分法の拡張と離散変分導関数法への応用
- 平衡実現打ち切り法を用いた対角状態空間層の低次元化
- 非凸最適化に対するRestart-free Heavy-Ball法
- シフトワークにおける体内時計の不調を捉えるデータ解析と数理モデリング
- ニューラルODEにおける連続Adjoint法の数値積分法の改善
- 高次元回帰問題のIn-Context LearningにおけるTransformerによる特徴学習の理論
- 最適配置問題への主要点の応用
- MP-LWE問題に基づく効率的なリング署名の構成
- 群モデル上の右不変事前分布を漸近優越する優調和事前分布
- ネットワーク潜在空間の対称性を考慮した座標の推定
- 深層学習におけるEdge of Stabilityに対する数値解析学的アプローチ
- テンソル回帰を用いた脳MRI構造3D画像からの緑内障予測
- 繰り返し状況における公平配分
- In-Context LearningにおけるTransformerのノンパラメトリック関数推定能力
- 完全準同型暗号における計数ソートベースのソートプロトコル
- 点配置同定問題における解の一意性条件
- Efficient Implementation of Hypersuccinct Binary Trees and Average-Case Optimal RMQs（ハイパー簡潔二分木と平均最適なRMQの効率的な実装）
- Random Subspace Trust Region Method（ランダム部分空間信頼領域法）
- 協力ゲーム理論における近似バンザフ値の性質
- 裾表現能力を重視したヴァインコピュラモデルによる金融機関のリスク量評価
- ディープヘッジングにおける凸リスク尺度の性質に関する研究
- Sieving法による符号ベース暗号の安全性評価
- 双曲空間埋め込みを用いたネットワーク変化検知
- 線形制約付き平均場ランジュバン力学の収束解析
- 正負ラベルなし学習に基づく深層ニューラルネットワークを用いた音響信号強調の研究

アルゴリズム

最適化

統計

複雑ネットワーク

数値解析

情報理論

機械学習

脳科学

暗号理論



数理工学  
≠ 応用数学

# 卒業論文テーマ例 (システム情報2023年度)

力覚提示機能を持つ手術支援ロボットにおいて術者の緊張状態が力覚感知に与える影響

脳科学

長時間・多電極皮質脳波データを用いた周期成分の脳領域間同期解析

不確かな環境下における人間の選好推論に基づく共有自律制御

超音波フェーズドアレイのデバイス位置と位相オフセットのキャリブレーション

ハプティクス

視覚共有のための視界重畳制御システムの研究

AES専用回路に対する機械学習を用いたサイドチャンネル攻撃

VR・人間拡張

テキストに基づく声質要素編集

不完備情報下の交渉における利得と情報の関係について

RoF通信路によるカオス写像近似計算実験

音響・音声

クラウドソーシングで収集した方言アクセントラベルに基づくEnd-to-End日本語音声合成の

方言適応

磁気式二次元給電シートによる電力伝送

制御

大規模言語モデルを用いたマルチロボットの階層的なタスク計画と逐次被覆制御

複数周波数の双極子音場を用いた瓦礫埋没者の位置推定

広域分散システム向け通信ミドルウェアのプログラミング言語に着目した評価

通信・コンピュータ

光周波数差検知を用いたレーザネットワークによる意思決定

物理ロボットとシミュレーションモデルによる経路探索のための統合型深層強化学習手法

計測

Simultaneous Decomposition and Localization of MEG/EEG Signals into Multiple Oscillatory

Dipole Components (MEG/EEG信号の振動的な双極子成分への分解と位置推定)

空気圧人工筋アシストスーツを用いた歩行動作教示のための補助力制御に関する研究

ロボツトスーツ

視覚・力覚提示システムを用いた坂道歩行の臨場感再現と歩容変化に関する研究

散逸ダイナミクスを用いた量子符号化器・復号化器の状態推定

光フェーズドアレイを用いた位相バイアスブラインドゴーストイメージング

生体

タイリング構造に基づく細胞シートの配向制御

グループインタラクション時の脳状態と行動指標の関係

ヒト汗腺のサブテラヘルツ応答検出に向けた差動型円偏波計測

運動リマッピングの身体部位依存性に関する研究

卒論乗り入れ

多変数多項式の求解による耐量子計算機暗号の安全性評価

# 理由4：就職で有利だから

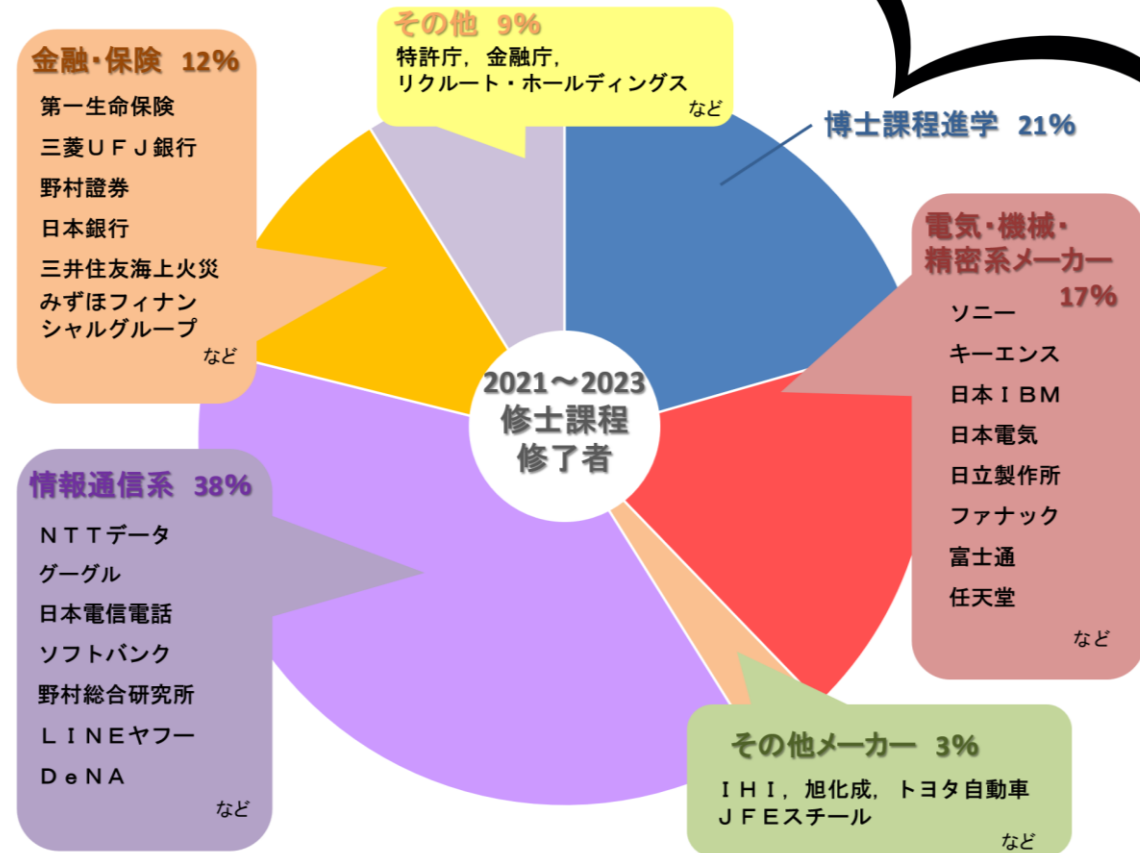
就職の面倒見が良い  
(計数・物工の伝統)

例：応物系就職説明会

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

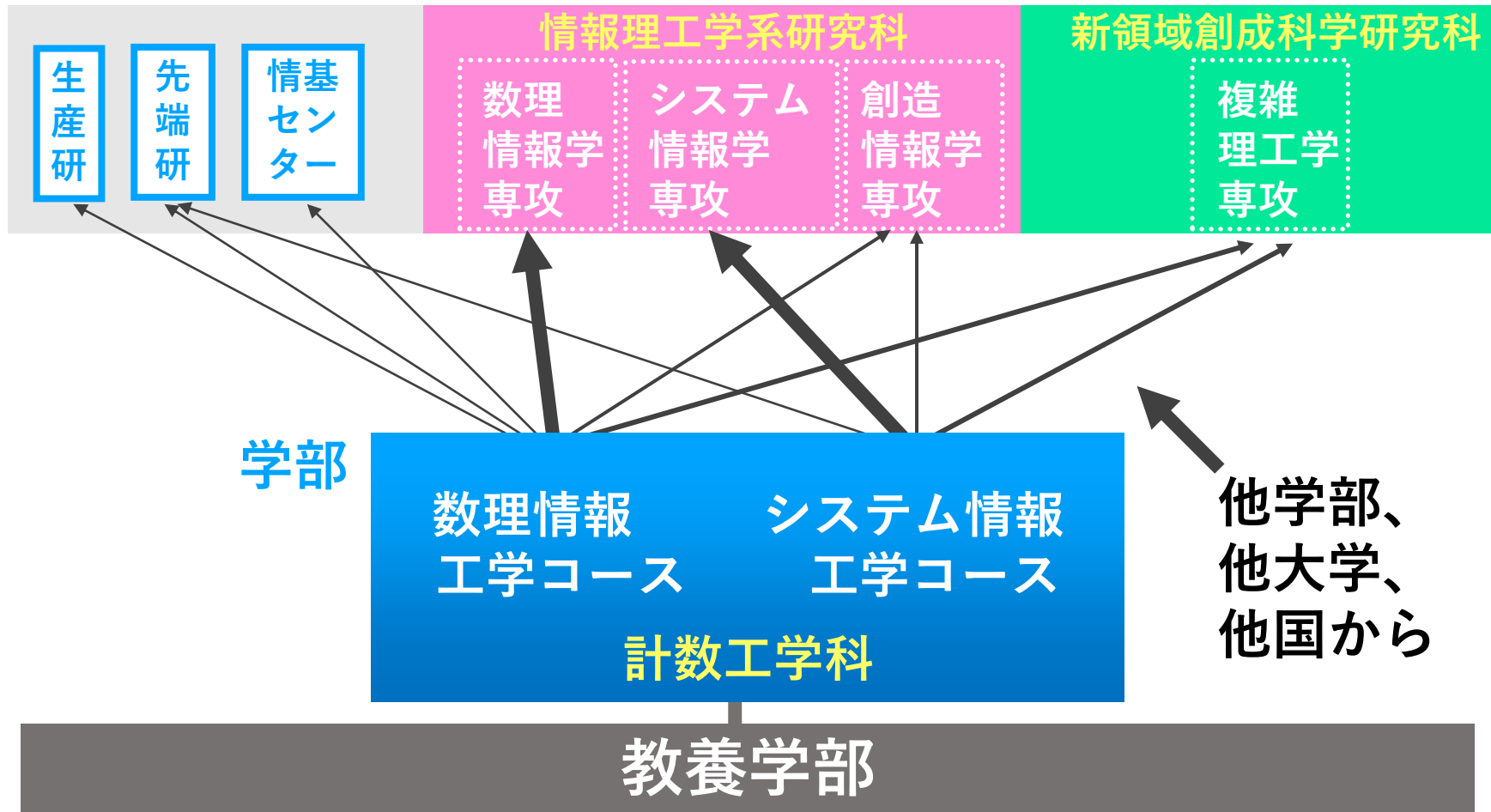
勿論そう！



# 理由5：大学院が充実しているらしい

数年前、計数には大学院が無いという誤解が……正反対！

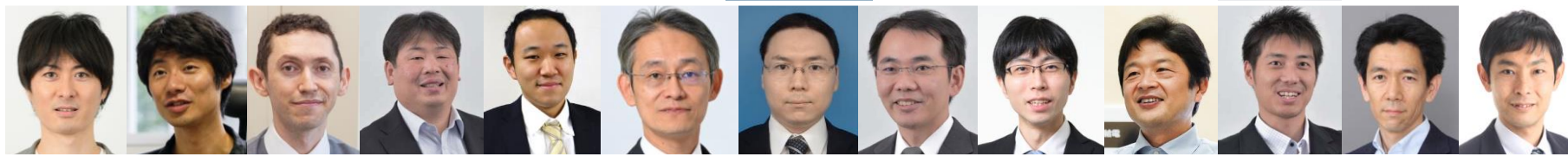
本当です！



# 個性的な先生たち

## 計数工学科の教員たち

ほんとに  
多彩！



# 良い本を書いている先生たちが多い

一部分ですが…

その通り！





# 理由 6 : 学生の活動が盛んだから

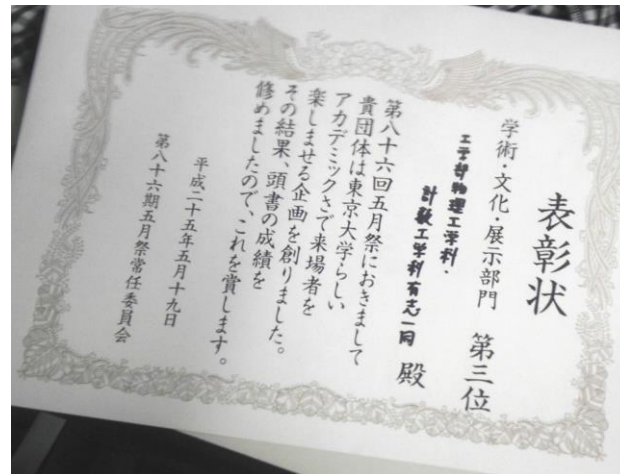
スペース・予算を学科が支援

うれしい!



# 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



# 理由7：建物が好き



工学部6号館

- 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



それは  
うれしい



内部はリフォーム済

工学部6号館



工学部1号館



工学部14号館

# 計数工学科の研究スタイル

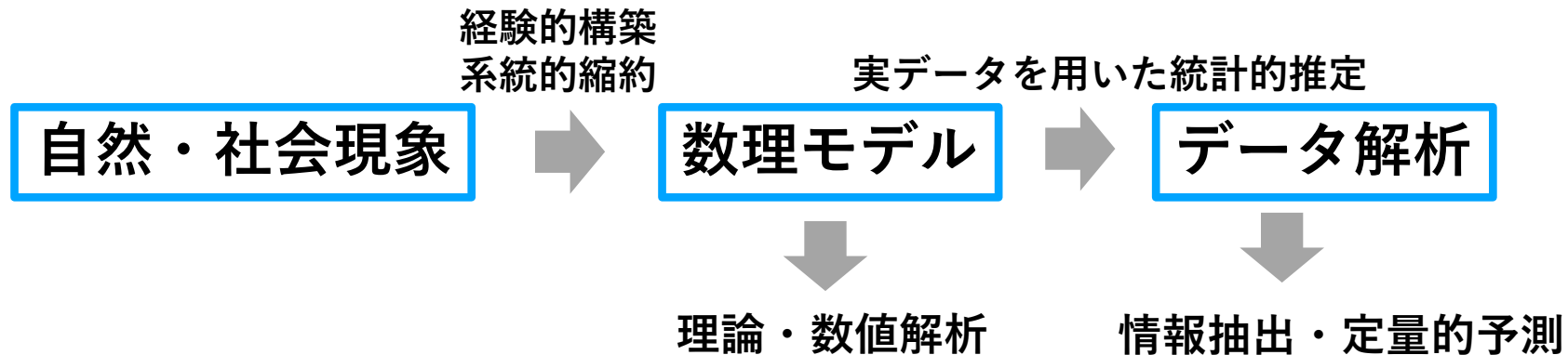
きみも仲間に

# 計数工学科の研究スタイル

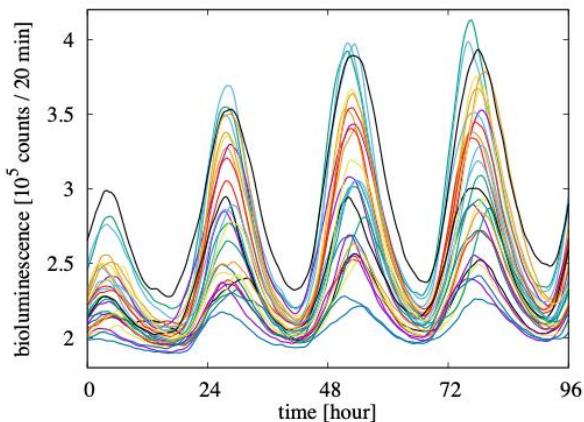


- 例 1 : 数理モデリングとデータ解析
- 例 2 : AI/機械学習・データサイエンス
- 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号
- 例 4 : 手術ロボット
- 例 5 : ヒューマンインタフェース、音響音声
- 例 6 : 脳計測

# 例 1 : 数理モデリングとデータ解析



## 遺伝子発現データ



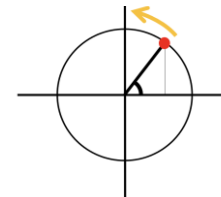
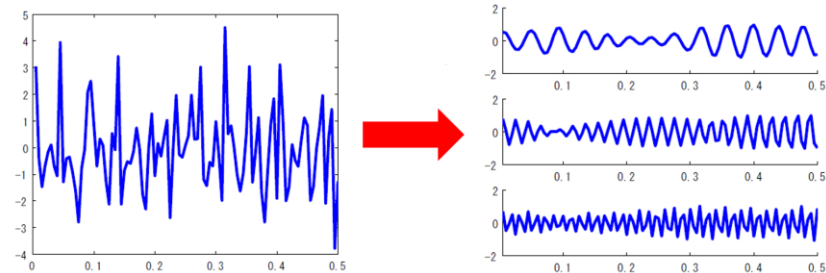
## 数理モデリング

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

$$x_{t+1} = F x_t + G v_t, \quad v_t \sim N(0, Q)$$

$$y_t = H x_t + w_t, \quad w_t \sim N(0, R)$$

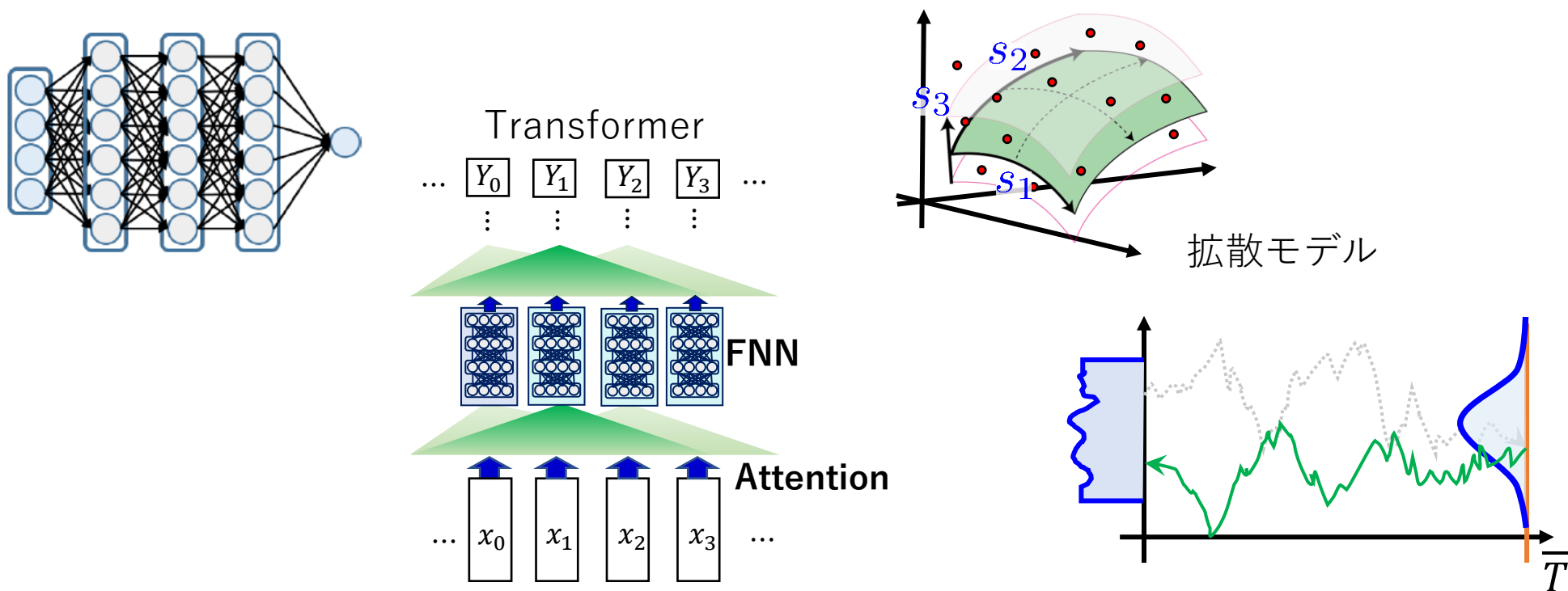
## 時系列データの振動子分解



## 例 2 : AI/機械学習・データサイエンス

### 深層学習/基盤モデルの数理

- 深層学習・基盤モデルの振る舞いを数理的に表現
- 重要な特性を理論的に証明し手法の開発に還元

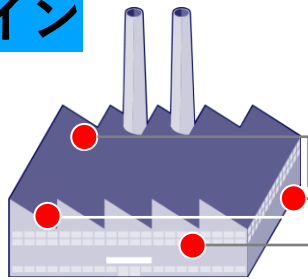


# 例 2 : AI/機械学習・データサイエンス

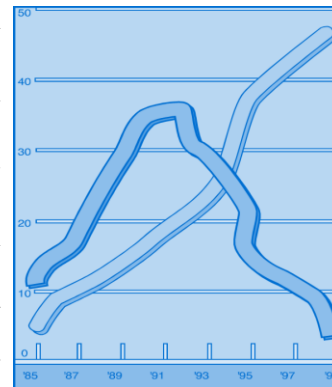
## 異常検知

- 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

生産ライン



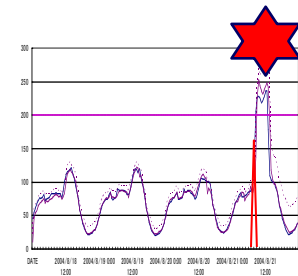
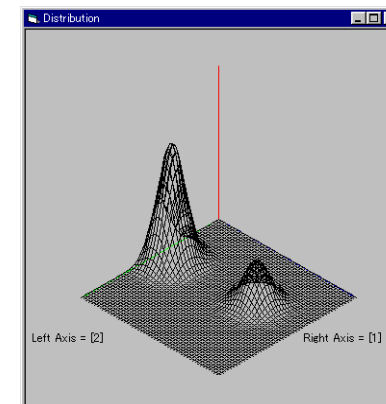
センサからの  
時系列データ取得



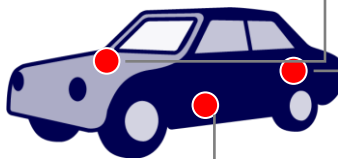
確率密度の学習

異常検知

$p(x)$



自動車





# 例 3 : 情報セキュリティ・次世代暗号

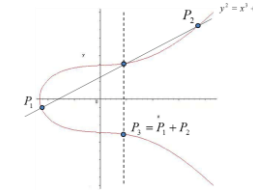
広く普及

RSA暗号 (素因数分解問題)

楕円曲線暗号 (離散対数問題)

量子計算機で解読される！！

```
1230186684530117755130494958384962720772853569595334792197322452151726400507263657518745202199786469389956474942774063845
92519255732630345373154826850791702612214291346167042921431160222124047927473794080665351419597459856902143413
= 33478071698956898786044169848212690817704794983713768568912431388982883793878002287614711652531743087737814467999489
× 3674604366799590428244633799627952632279158164343087642676032283815739666511279233373417143396810270092798736308917
```

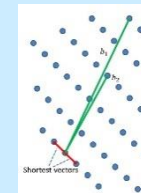


量子計算でも破られない

**ポスト量子暗号**

世界中で研究段階

## 新しい数学原理



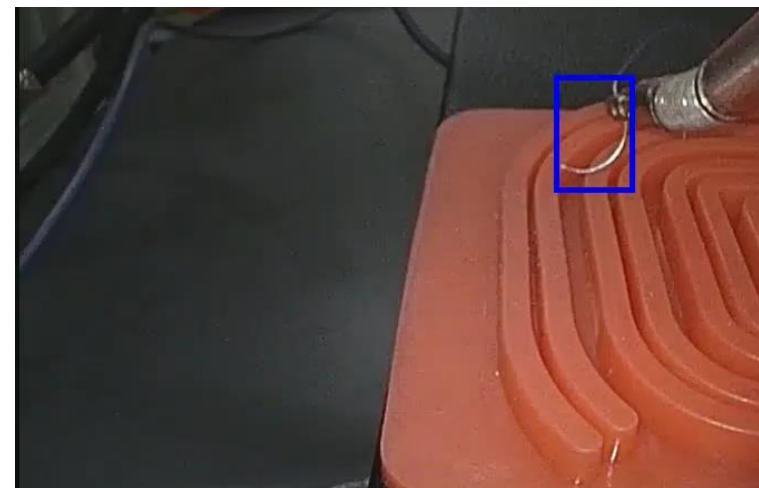
- 誤り訂正符号、行列
- 高次元格子、線型代数
- 多変数多項式の解法
- 楕円曲線の変形理論
- グラフ構造

**本学科でも研究中**

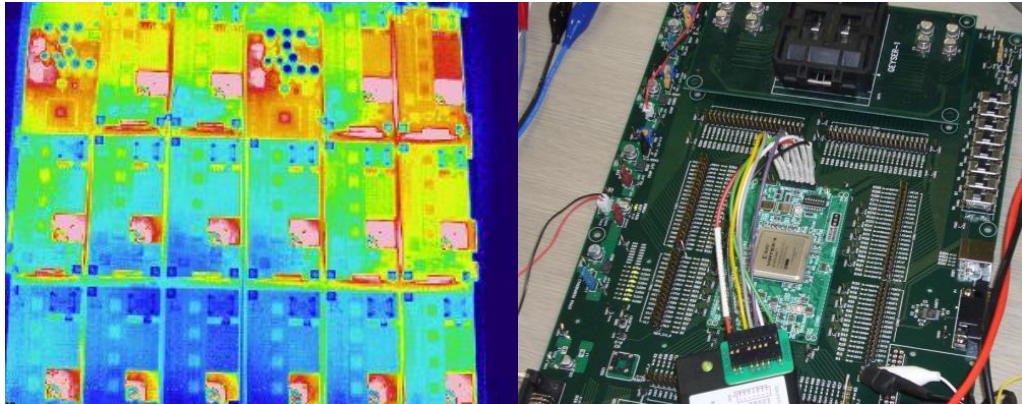
(数学的安全性評価、プログラミングでの解析等)

# 知能を実装した先端的システム

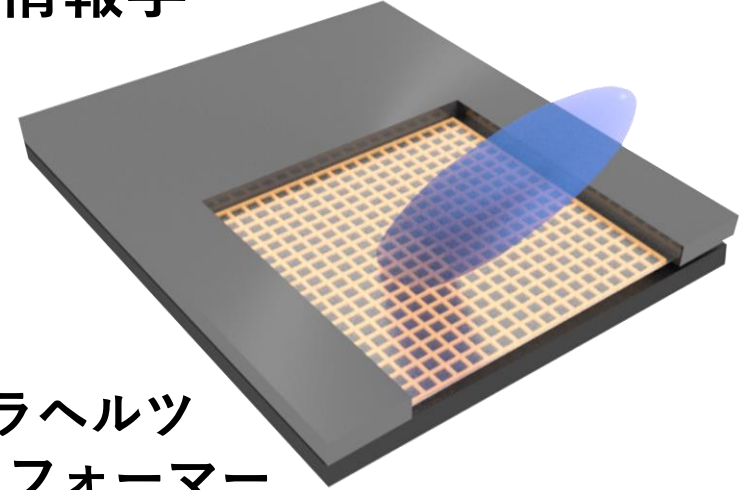
人間と協調する  
半自動手術ロボット



## コンピューター設計

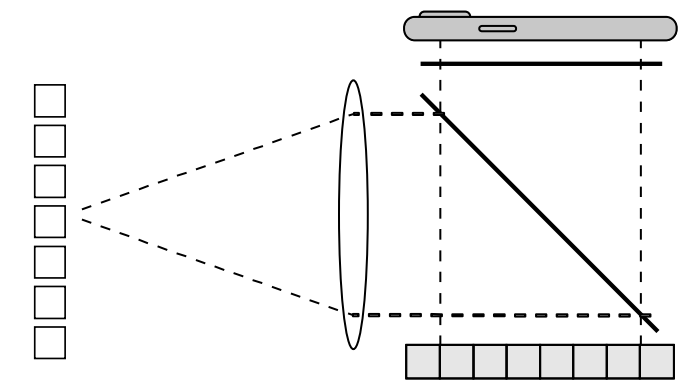
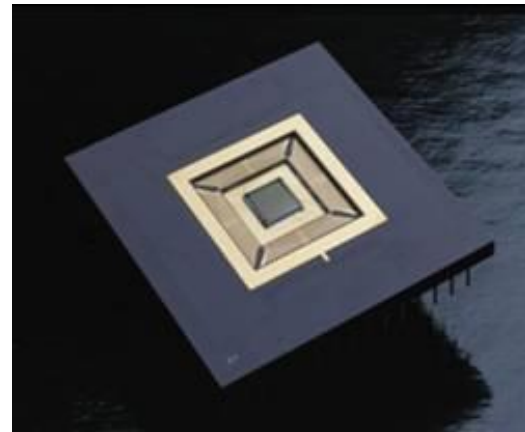


## 物理情報学



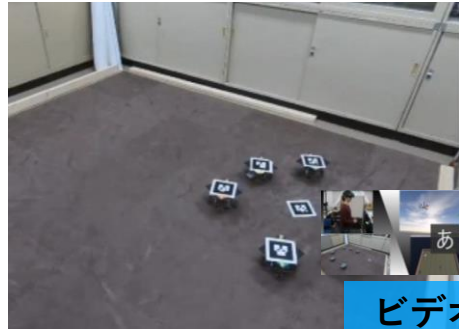
テラヘルツ  
ビームフォーマー

## センサ



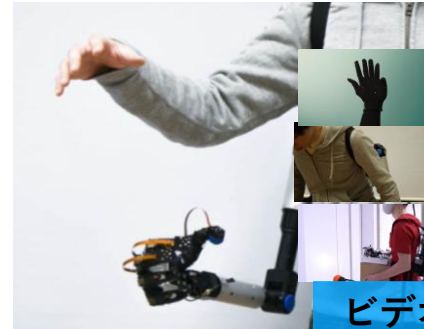
3次元映像再現

# センシング・制御とVR/ヒューマンインターフェース



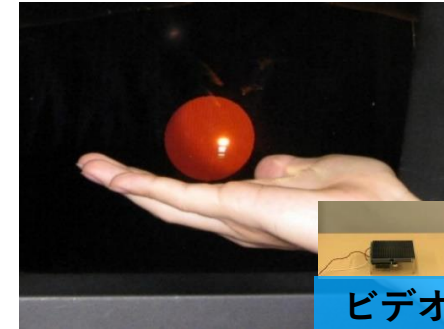
ビデオ

遠隔からの群制御



ビデオ

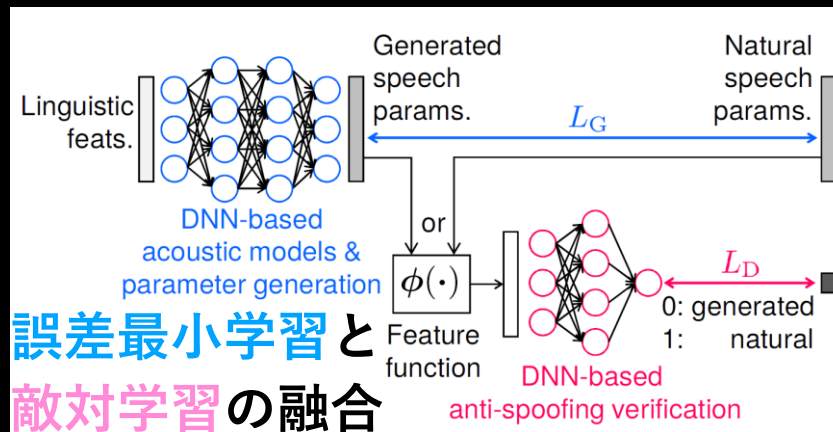
拡張する身体



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

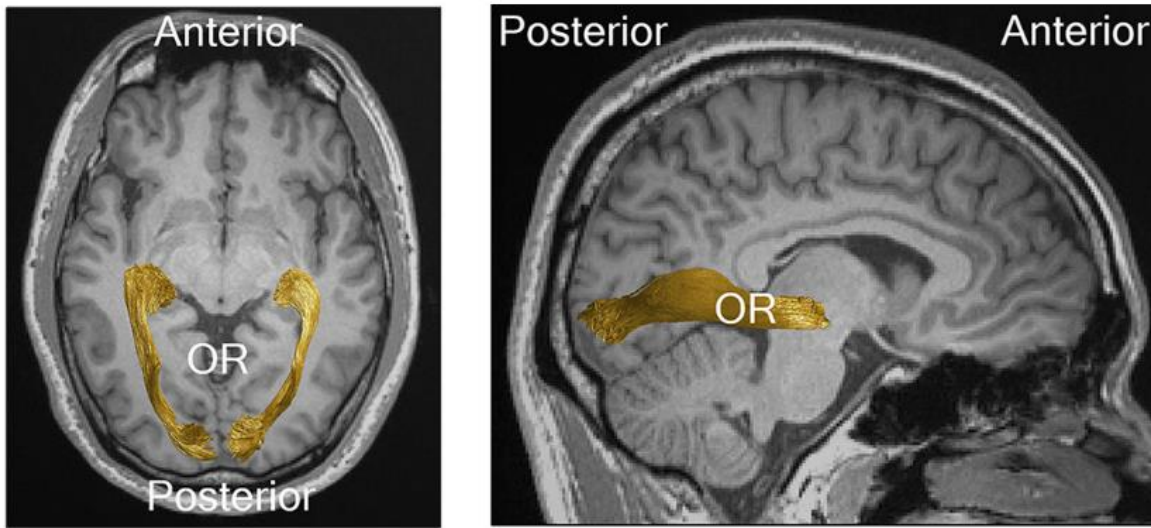


<https://www.youtube.com/watch?v=P9rGqoYnfCg>

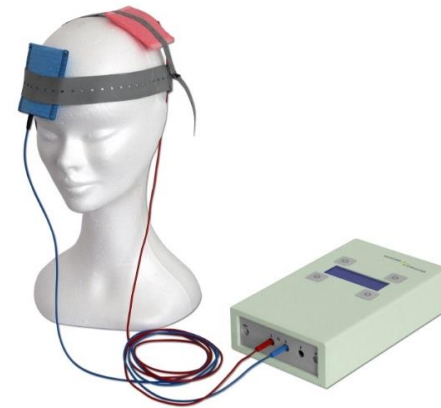
# 脳科学 ブレイン・マシン インタフェース

## 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

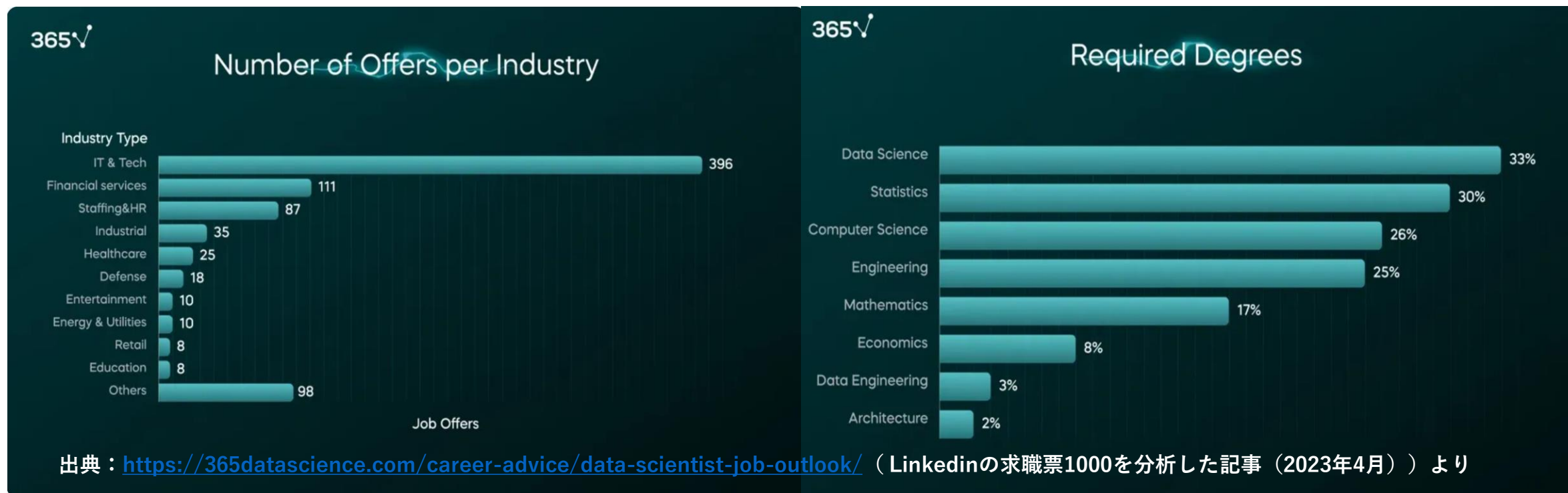
- ・ 21世紀でもっとも“セクシー”な職業(Harvard Business Review, Oct. 2012)
- ・ AI等を使いこなして第4次産業革命に対応した  
新しいビジネスの担い手となる高度IT人材の育成が急務  
(経済産業省, 「AI人材育成の取組」, 2019年1月)
- ・ 2030年にはIT人材は最大78.7万人の不足、AI人材は最大14.5万人不足  
(みずほ情報総研2019年3月)
- ・ 生成系AIの登場により、業務効率から、業務改革・創造にかかわるエンジニアリングへ。IT企業、サービス業、製造業、金融、生保、損保、コンサル、証券、流通、広告の分野で活躍

## AI時代の職業(2/2) 先行する米国の事情

- ・ 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





# AI時代の職業(1/2)

## 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張りだこ



# 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	25	アシスト, NRIセキュアテクノロジーズ, エムシーデジタル(2), 産業技術総合研究所, ソフトバンクグループ, DeNA, Techouse, 野村総合研究所(4), Preferred Networks, PwC, リクルート(2), LINEヤフー(2), データX, UNICORN, 燈, メルカリ, コーポレートディレクション, マッキンゼーアンドカンパニー, サイボウズ
メーカー, 製造業	13	キーエンス, コルグ, セイコーエプソン, ソニー(2), 東京エレクトロン, 日本電気, 任天堂, 日立製作所, JASM, トヨタ自動車, 日本国土開発, ナガセ
金融・保険, 損保	13	SMBC日興証券, ジブラルタ生命保険, JPモルガン証券, 損保ジャパン(2), 第一生命, 日本生命(2), 三菱UFJモルガン・スタンレー証券, 三菱UFJ銀行, 明治安田生命保険 (1, 1), かんぽ生命保険,
その他		
進学	75	(博士課程: 19) (修士課程: 56)

## 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、相談にのります。



(学科長)  
山西教授



脳科学  
天野教授



数値解析  
松尾教授



テラヘルツ波  
門内准教授



計機械学習  
鈴木教授



分子レベル  
宮廻講師



暗号理論  
高安准教授



音声処理  
猿渡教授