理学部数学科紹介

駒場キャンパス
数理科学研究科棟

東京大学大学院数理科学研究科
Graduate School of Mathematical Sciences, THE UNIVERSITY OF TOKYO

理学部数学科ガイダンス

数学 ― 揺るぎない真理の構築と自由な創造

2026年5月11日月曜日 18:45-
大学院数理科学研究科 NISSAY Lecture Hall

学科長	小木曽啓示
代数	權業善範
幾何	高津飛鳥
解析	会田茂樹
応用数理	増田弘毅

東京大学理学部数学科の特徴
（東京大学大学院数理科学研究科）

駒場キャンパスで

世界的数学者が多数教育に携わっている

選択できる専門分野が多種多様である

(代数・幾何・解析・応用数理の数学者・数理科学者が約60名)

数学は時間と空間を容易に超える国際的な学問であり

国際研究集会などの学問的刺激が多い

(外国人ビジター年間150名以上)

優秀な同級生/先輩後輩との切磋琢磨

社会数理実践研究(数理科学研究科)

(産業界から提案された実際の問題に対して提案検討する教育プログラム

https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/lmsr/)

数学科と数理科学研究科

- 1877年: 東京大学創設

  数学物理学及び星学科 設置
- 1881年: 理学部 数学科 発足
- 1992年: 大学院数理科学研究科 発足

（本郷の理学部数学科と駒場の教養学部の数学教室＋教養学部基礎科学科数理コースが統合してできた。）

駒場キャンパスを本拠地とし、東京大学の数学部門が統合し, 前期課程の数学, 理学部数学科, 大学院まで一貫して数学教育を担当している.

数理科学: 数学それ自体(代数・幾何・解析)と

さまざまな科学との連携・諸現象の数理解析(応用数理)

東京大学理学部数学科出身の数学者

高木貞治（1875-1960）

第一回フィールズ賞授
賞委員
類体論とヒルベルトの
問題(第９、第１２問題)
の解決

小平邦彦（1915-1997）

複素多様体の研究、国
内初のフィールズ賞

伊藤清（1915-2008）

確率解析の創始
第一回ガウス賞受賞

柏原正樹氏(京都大学特定教授)
のアーベル賞受賞(授賞式2025年5月20日)

ICM **2018の記者会見での**柏原正樹氏(Wikipedia より)

D加群の理論の建設と結晶基底理論の創始を含む、代数解析、表現論、組合せ論、シンプレクティック幾何、可積分系など多岐に渉る業績。
「アーベル賞」はノルウェー政府によって創設され、若手の数学者に贈られる「フィールズ賞」と並び"数学のノーベル賞"とも呼ばれる。
1969年東京大学数学科卒業、1971年東京大学大学院理学系研究科修士課程修了ののち、長年、京都大学数理解析研究所を中心に現在も非常に活発な研究活動をされている。

現代数学の分野を大別すると

- **代数分野** 代数的な構造に問題を帰着して、問題をとらえる。整数論、代数幾何、表現論など。
- **幾何分野** 問題を図形的に扱う。微分幾何、トポロジー、対称性の数学、リー群論・表現論など。
- **解析分野** 関数の性質を問う。微分方程式論、関数解析など
- **応用数理分野** 確率統計、数値解析、数理物理、数学基礎論、計算機科学、データサイエンス、数理モデリングなど。計算機の発展により大きな変化を遂げており、数学科卒業生の需要は拡大している。

独創的な研究はこれらの分野にまたがることも多く、これらの分野の境目がはっきりしているわけではない。

➡ 分野の違いは数学・数理科学への入り口の違い。

➡ 東大数学科でのしっかりした基礎固めが将来の役にたつ。

数学とは何か？

- 抽象化によって得られた概念と公理系の論理的帰結を探求する。抽象化は対象の普遍的構造を抽出するから、結論はきわめて汎用的である。
- 数学とは異なったものを同じとみなす技術である。(H. ポアンカレ)
- 数理モデルを通じて現象の定量的・定性的理解をもたらすという意味で、数学は科学の共通言語である。

数学の研究はタイムスパンが長い！

- フェルマ予想 (1637)

  谷山-志村(1950年代)

  A. Wiles(1995)

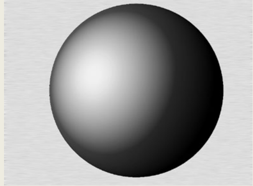
$$x^n + y^n = z^n$$

nが3以上のとき自然数解をもたない

- ポアンカレ予想(1904)

  G. Perelman (2003)

  単連結な閉じた3次元の図形は3次元球面



$$\frac{\partial}{\partial t} g_{ij} = -2R_{ij}$$

・空間形予想

定曲率の閉じた高次元空間の存在問題（未解決！）

Clifford, Klein (1891), Wolf, 小林 (20世紀後半)

何が応用されるか予想つかない

- 線形代数・代数幾何・整数論
  → 符号・暗号理論
- ・積分幾何学(1920年代）
  →ノーベル医学賞（1979）や地質探査
- 確率微分方程式 (1940年代）
  → 数理ファイナンス（1980年代）
- 非ユークリッド幾何 (1820頃)・リーマン幾何 (1854-)・擬リーマン幾何学
  → 相対性理論 (1905, 1915)
- Gauss-Bonnet の公式 (P.O.Bonnet, 1819-1892）
  → トポロジカル絶縁体（2000年代）

数学から数理科学へ

- 数学・数理科学の訓練を受けた学生の需要が社会において増大している.
- 伝統的な物理学，工学，情報科学分野における数学の役割を超えて，数学とさまざまな科学の融合研究分野が急速に拡大している．計算能力，データ獲得力(big data)の飛躍的増大によって数理モデルの定量化が進展したことが背景にある.
- 数理統計学，数理・計量ファイナンス，数理モデリング，データサイエンス　etc.

理学部数学科の必修科目

- ２年生Aセメスターの必修科目 （代数と幾何，集合と位相，複素解析学I）　　　（講義 ＋ 演習）
- ３年生の必修科目　　（講義＋演習）
  代数学I　（群論と環論），
  幾何学I　（多様体論），
  解析学IV （ルベーグ測度と積分）．
- ４年生の必修科目
  教員の個別指導による本格的なセミナー
  現代数学を概観するオムニバス講義

数学科卒業後の進路

年度	大学院進学	企業	学校等	官公庁	研究生	その他	合計
2018	25 (数理19)	5(金融保険2, メーカー他3)	4	1	0	5	40
2019	29 (数理22)	4(金融保険3, メーカー他1)	0	0	1	11	45
2020	29 (数理19)	4(金融保険3, 他1)	1	0	0	14	48
2021	30 (数理19)	2(金融保険1, 他1)	1	1	0	9	43
2022	40 (数理25)	5(金融保険3, 他2)	0	0	0	3	48
2023	31 (数理23)	4(金融保険2, 他2)	0	0	0	5	40
2024	44 (数理31)	4(金融保険2, 他2)	2	1	0	1	52

- 大学院進学が多数をしめる(だいたい2/3強)
- 企業では金融・保険, IT系など専門職,
- 公務員では, 官僚・教員への就職が多い

修士修了後の進路

年度	博士課程進学	企業	学校等	官公庁	その他	合計
2018	21(数理21)	21(金融保険7, 他6)	0	0	7	49
2019	18(数理17)	12(金融保険4,他8)	0	0	2	32
2020	19(数理18)	6(金融保険4,他2)	1	1	8	35
2021	19(数理18)	11(金融保険5,他6)	0	1	4	35
2022	28(数理27)	13(金融保険6,他7)	0	1	5	47
2023	19(数理18)	10(金融保険7,他3)	1	0	5	35
2024	23(数理23)	9(金融保険2,他7)	0	0	2	34

- 博士課程で研究者/専門職をめざす者と就職する者が約半数ずつ
- アカデミア以外での博士への需要も高まっている。
- 数学科パンフレット：https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/summary/pamphlet.html

博士修了後の進路

年度	ポスドク	企業	助教	教員	その他	合計
2018	21	4	3	0	0	28
2019	19	2	2	0	0	23
2020	8	1	1	0	7	17
2021	8	5	1	0	6	20
2022	8	5	0	0	2	15
2023	12	4	3	0	1	20
2024	8	9	0	0	3	20

東京大学大学院数理科学研究科
代数グループの研究内容

数論・代数幾何学・表現論・環論を中心に

代数はここで、数・図形・対称性・構造をつなぐ。

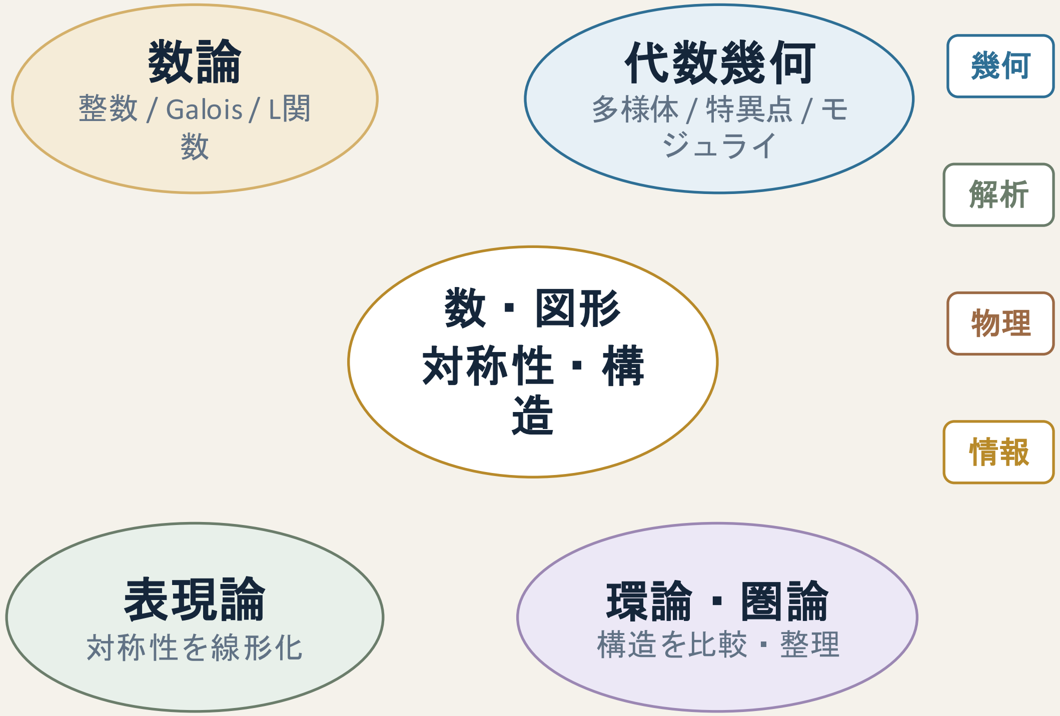
OVERVIEW

代数グループをひとことで言うと

研究科の公式紹介では、代数グループの核は「**数論・代数幾何学・表現論・環論**」。
近年は、
幾何・解析・理論物理・情報科学との結びつきの中で発展している。

つまり、「数・図形・対称性・構造」を同じ言語で行き来する集団である。

専門分野ごとに分かれているのではなく、むしろ境界で研究が動く。



現在の教員構成（説明のための整理）

数論・数論幾何 Galois / p進 / L関数	代数幾何 高次元 / 特異点 / モジュライ	表現論・環論 Hecke / 加群 / 導来圏	Kavli IPMU 連携 研究の裾野を広げる
斎藤毅 志甫淳 辻雄 今井直毅 毛塚由佳子 三枝洋一 ケリー シェーン	小木曽啓示 權業善範 河上龍郎 榎園誠	阿部紀行 伊山修 高木俊輔	伊藤由佳理 戸田幸伸 KAPRANOV Mikhail 阿部知行

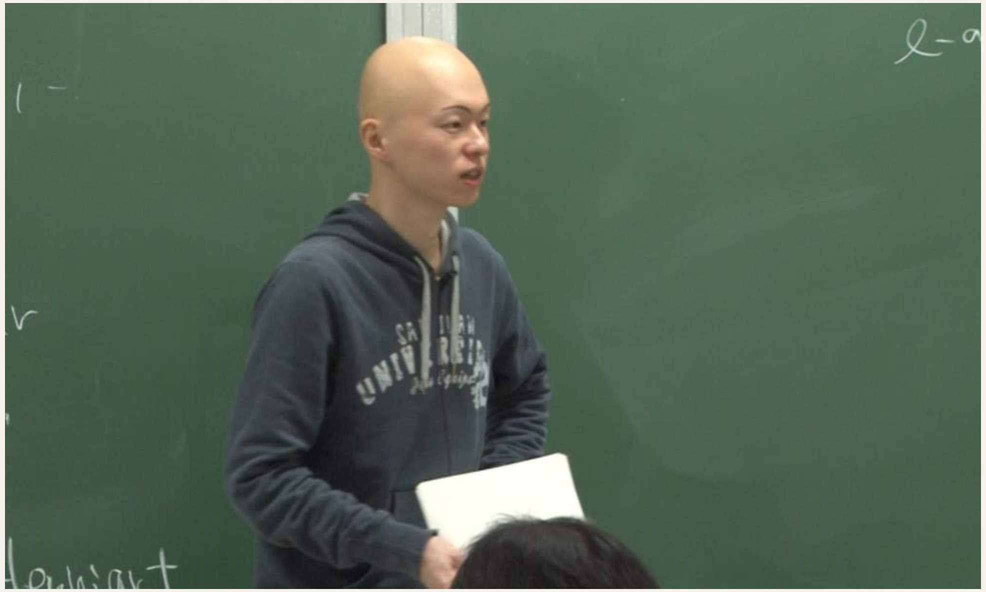
※ 実際には複数領域にまたがる教員が多く、この分類は説明の便宜による。

1. 数論・数論幾何

整数や方程式を、
幾何とコホモロジーの言葉で読む。

ガロワ表現・p進理論・L関数・Langlands が、別々ではなく一本の流れとして見えてくる。

整数・方程式 → **スキーム曲線・多様体** → **コホモロジー基本群** → **表現・L関数**



Galois表現とエタール層
斎藤毅
整数論的な環や体の上の幾何的対象を扱い、ガロワ表現やエタール・コホモロジーを研究。

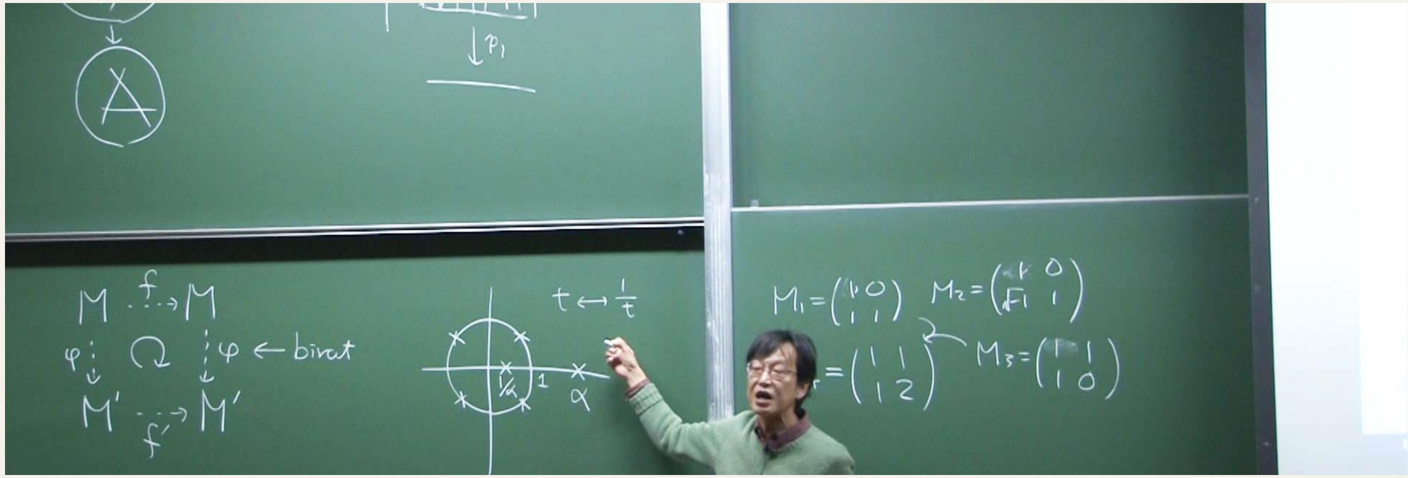
p進コホモロジーとp進Hodge
志甫淳・辻雄
p進コホモロジー、p進基本群、p進Hodge理論、p進L関数への応用。

モジュライ・楕円曲線・Langlands
今井直毅・毛塚由佳子・三枝洋一
モジュライ空間、楕円曲線、岩澤理論、志村多様体、Rapoport–Zink空間。

2. 代数幾何

多項式で定まる図形を、分類し、変形し、不変量で比べる。

高次元代数多様体、特異点、正標数、モジュライ、代数的サイクル、K理論・導来圏が主要テーマ。



分類と双有理幾何

Calabi–Yau・K3・Fano 多様体、高次元多様体の分類、極小モデル理論。
小木曽啓示 / 權業善範

正標数と特異点

Frobenius 射、Cartier 作用素、正標数還元、特異点の振る舞い。
河上龍郎

モジュライ・サイクル・K理論

退化族やモジュライ空間、代数的サイクル、モチーフ、導来圏。
ケリー シェーン / 榎園誠

3. 表現論・環論・圏論

対称性や代数構造を、行列・加群・圏に落として理解する。

群 / Lie環 →(線形化) Hecke環 →(分類) 表現・加群 →(比較) 導来圏・特異圏

表現論は「対称性を線形代数に落とす」方法、
環論・圏論は「構造を比較し分類する」方法を与える。

阿部紀行
簡約群やその有理点、Lie環、Hecke環などの表現論。

伊山修
環とその表現、導来圏・特異圏・団圏、非可換特異点解消など。

高木俊輔
可換環論と F 特異点。極小モデル理論の特異点にも接続。

CROSS-CUTTING THEMES

分野をまたぐ4つのキーワード

p進
コホモロジー / Hodge / L関数

正標数・Frobenius
Cartier / 特異点 / 還元

代数グループ
数論 × 幾何 × 表現 × 構造

Langlands・表現
Galois表現 / 保型表現

導来圏・K理論・モチーフ
比較と不変量の道具

このグループの魅力は、分野の名前以上に、橋渡しのキーワードが日常語になっていること。

セミナーと講義で、研究の言語を身につける

01 — 講義で体系のoverviewを知る

代数幾何・整数論・表現論の基礎理論を体系的に学ぶ。

02 — 輪講で論文を読む

教科書や論文を精読し、専門の言葉を自分のものにする。

03 — 定期セミナーで最前線に触れる

代数幾何学セミナー、保型形式の整数論月例セミナー、Lie群論・表現論セミナー。

04 — 自分の問題を立てる

指導教員との対話の中で、具体的なテーマと方法を絞っていく。

学生向け企画・セミナーの一場面

東大数理の代数グループらしさ

数論幾何の研究集会の一例

伝統
代数紹介ページが強調するように、高木貞治・小平邦彦以来の伝統を引く。

厚み
数論幾何・高次元代数幾何・表現論／環論が、一つの研究科の中で近い距離に共存する。

広がり
Kavli IPMU 連携を含むメンバー構成に加え、幾何・解析・理論物理・情報科学への接続が強い。

個々のテーマは高度に専門的だが、研究科として見ると「代数」を広く束ねる設計になっている。

SUMMARY

まとめ

1 **代数グループの核は、数論・代数幾何学・表現論・環論。**

2 **研究を動かす横断軸は、p進・正標数・圏論・Langlands。**

3 **セミナー文化と伝統ある数学が、東大数理らしさを支えている。**

代数を「個別分野」ではなく、研究をつなぐ言語として育てている集団。

幾何班の紹介

高津(たかつ) 飛鳥(あすか)

問. 3年生の必修科目
「幾何学Ⅰ」「幾何学特別演習Ⅰ」の内容は?

答. 多様体論の入門

研究キーワード（web参照　）

- 位相幾何学／微分位相幾何学／ゲージ理論
- 代数トポロジー／応用トポロジー
- リー群／リー代数　・表現論　・可積分系
- 超局所層理論／シンプレクティック幾何／代数幾何
- 幾何解析　・力学系　・数理物理

参考に次もどうぞ☆

書籍：数学の現在 i, π, e, $\pi \times i$, $e+\pi$

対面：数理ランチタイム

動画：東大数理ビデオアーカイブ

数学科でお待ちしております☺

数学科紹介 (解析学)

会田 茂樹

東京大学

解析学とは?

解析学は, 伝統的には極限や微分積分に関わる

数学上の諸問題を研究する学問であるが,

時代の移り変わりとともに解析学が扱うテーマは,

大きく広がり, 近年では従来の解析学の枠に入らない

新しい手法も数多く用いられている.

(大学院数理科学研究科概要のパンフレット
解析学紹介記事より)

解析学に関わる授業科目

- ２年Ａセメスター
複素解析学 I $\Longleftarrow$ 函数論
- ３年Ｓセメスター
複素解析学 II $\Longleftarrow$ 函数論
解析学 IV $\Longleftarrow$ ルベーグ積分+関数解析の基礎
- ３年Ａセメスター
解析学 V $\Longleftarrow$ 偏微分方程式入門
解析学 VI $\Longleftarrow$ フーリエ級数 (変換)・緩増加超関数
確率統計学 I $\Longleftarrow$ 測度論に基づいた確率論
- ４年Ｓセメスター
解析学 VII $\Longleftarrow$ 関数解析

解析班の教員の研究分野・キーワード

- 数理物理学
- 非線形偏微分方程式，発展方程式論，可積分系，完全 WKB 解析，パンルヴェ微分方程式
- 調和解析，実解析，幾何学的不等式
- 非可換調和解析
- 作用素環，C^* 環の K 理論
- 離散群，　エルゴード理論
- 複素幾何学，多変数関数論，　放物型幾何学，
- 確率論，確率微分方程式，流体力学極限，局所時間

ブラウン運動

- Robert Brown (1827 年)　英国の植物学者. 水面に浮かんだ花粉から飛び出した微粒子を顕微鏡で観察し、それが極めて不規則な運動をすることを発見した. (生命現象か?)

- Albert Einstein (1905)　水, 花粉などが分子で出来ているという分子論の立場で微粒子がある場所に見出される確率を計算し, 拡散方程式 (熱方程式) を導出した. ($\Longrightarrow$ 分子・原子の実在の強い根拠)

$$\frac{\partial u}{\partial t}(t,x) = \frac{1}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(t,x), \quad u(0,x) = f(x)$$

確率過程としてのブラウン運動

- 連続確率過程としてのブラウン運動 $B(t)$ を構成した. (Norbert Wiener (1923)).
- 熱方程式と呼ばれる拡散方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t}(t,x) = \frac{1}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(t,x), \quad u(0,x) = f(x),$$

$u(t,x) =$ 位置 $x \in \mathbb{R}$ の時刻 $t \geq 0$ における温度.

の解は 確率変数 $f(x+B(t))$ の期待値で表される：

$$u(t,x) = E\left[f(x+B(t))\right].$$

- 公平なサイコロ投げの出目 X : 確率変数の１例

$$E[X] = 1 \times \frac{1}{6} + \cdots + 6 \times \frac{1}{6} = 3.5.$$

- より一般な係数 a, b を持つ拡散方程式

$$(*)\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t}(t,x) = \frac{a(x)}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}(t,x) + b(x)\frac{\partial u}{\partial x}u(t,x) \\ u(0,x) = f(x) \end{cases}$$

の場合も x から出発する拡散過程 $X^x(t)$ を用いて

$$u(t,x) = E\left[f(X^x(t))\right]$$

と書ける. $X^x(t)$ は色々な応用を持つ.
- $X^x(t)$ は $(*)$ の解を用いて構成される. すなわち, 偏微分方程式の結果を用いる必要がある.
- 伊藤清は, 偏微分方程式の結果を用いず, ブラウン運動で駆動される確率微分方程式を解くことにより $X^x(t)$ を構成できることを示した (1942 年).

確率微分方程式

伊藤の確率微分方程式 ($X(t)$ が求めるべき解)

$$X(t) = x + \int_0^t \sigma(X(s))dB(s) + \int_0^t b(X(s))ds$$

- $\displaystyle\int_0^t b(X(s))ds$: リーマン積分 (1・2 年次に学ぶ)
- $\displaystyle\int_0^t \sigma(X(s))dB(s)$: 確率積分

$\sigma(x) = \sqrt{a(x)}$ の場合の解 $X^x(t)$ を用いると $(*)$ の解は

$$u(t,x) = E\left[f(X^x(t))\right]$$

と表される.

その後の進展

- 1942 年 伊藤清 確率微分方程式の理論
諸科学 (数学, 数理物理学, 金融, 保険 etc) への応用
(2006 年 ガウス賞受賞)

- 1993 年ぐらい〜
Terry Lyons,　ラフパスによる微分方程式の理論

- 2014 年 Martin Hairer, Regularity structure の理論
(Fields 賞受賞)

- 20XX 年　??????

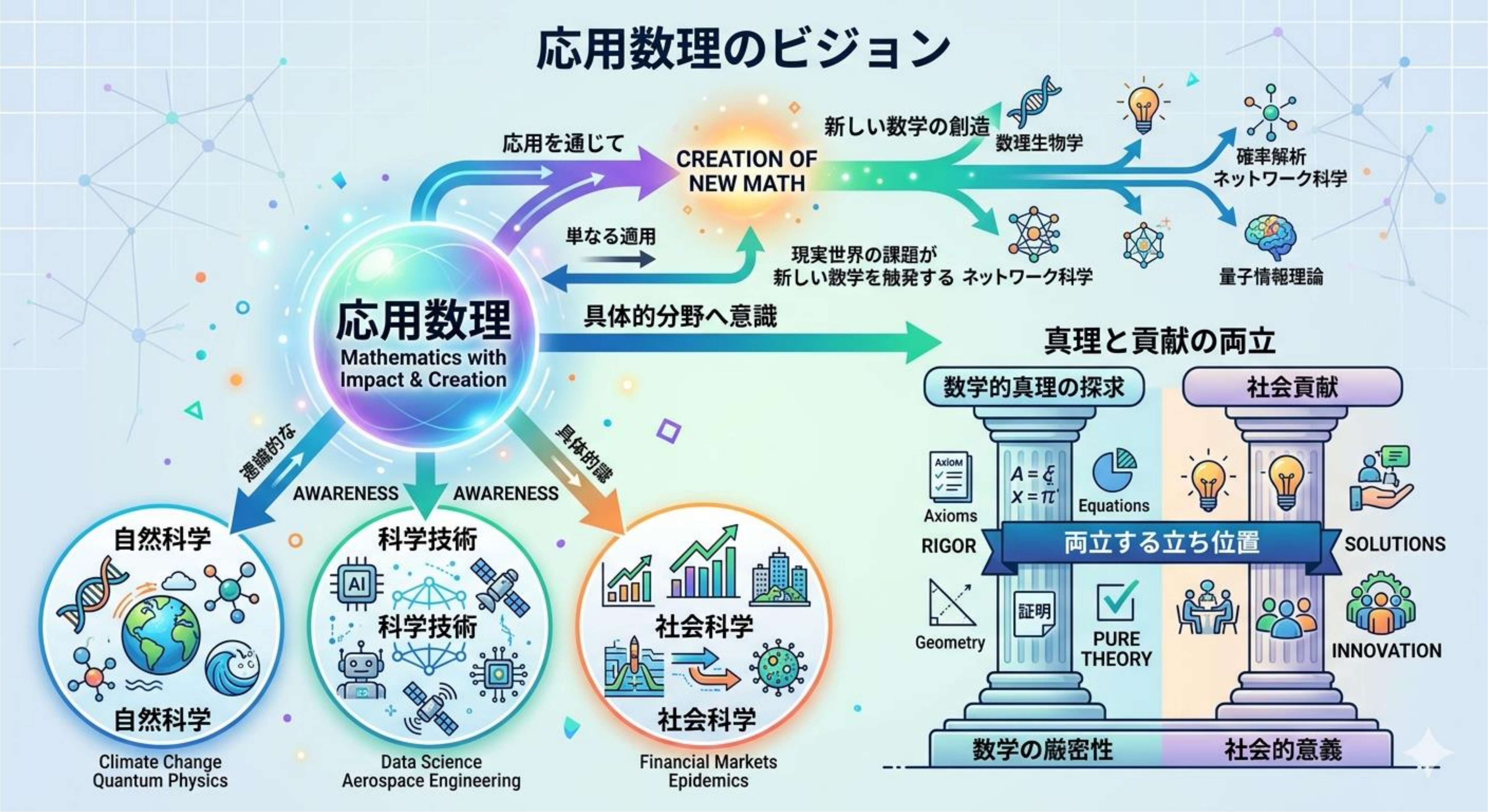
応用数理班

2026年度班長：増田 弘毅 (ますだ ひろき)

- この紹介ファイルは生成AIを使用して生成した画像を含んでいます（記載内容については文責・増田）。

（数学科における）応用数理とは？

- 「応用数理 (応用数学)」は様々な分野をまとめて表す便宜的な名称
- 数学と応用対象への興味、体系的な数学の知識が必須
  - **自然科学・科学技術・社会科学などへの応用**が具体的に意識されている
  - **数学的な真理の探求と社会貢献を両立**する立ち位置
  - 既存の数学の単なる適用ではなく、**応用を通じて新しい数学を創造**する
- どうやって修得するか？ → 数学科の２、３、４年の講義で


応用数理のビジョン
応用を通じて
CREATION OF NEW MATH
新しい数学の創造
数理生物学
確率解析
ネットワーク科学
単なる適用
現実世界の課題が
新しい数学を触発する
ネットワーク科学
量子情報理論
応用数理
Mathematics with Impact & Creation
具体的分野へ意識
真理と貢献の両立
数学的真理の探求
社会貢献
Axioms
Equations
RIGOR
両立する立ち位置
SOLUTIONS
Geometry
証明
PURE THEORY
INNOVATION
数学の厳密性
社会的意義
AWARENESS
AWARENESS
自然科学
自然科学
Climate Change
Quantum Physics
科学技術
AI
科学技術
Data Science
Aerospace Engineering
社会科学
社会科学
Financial Markets
Epidemics

関連する学部講義（大学院との合併も）

３年生

確率統計学基礎 ← 確率・統計の基礎

計算数理I ← 数値計算法の数理

計算数理演習 ← 数値計算実習

計算数学I ← 計算理論の基礎

現象数理I ← 数理モデル、離散数理

確率統計学I ← 確率論の基礎

計算数学II ← プログラミング言語の構造

・・・

４年生

現象数理II

確率統計学II, III

計算数理II

応用数学XB

現象数理III

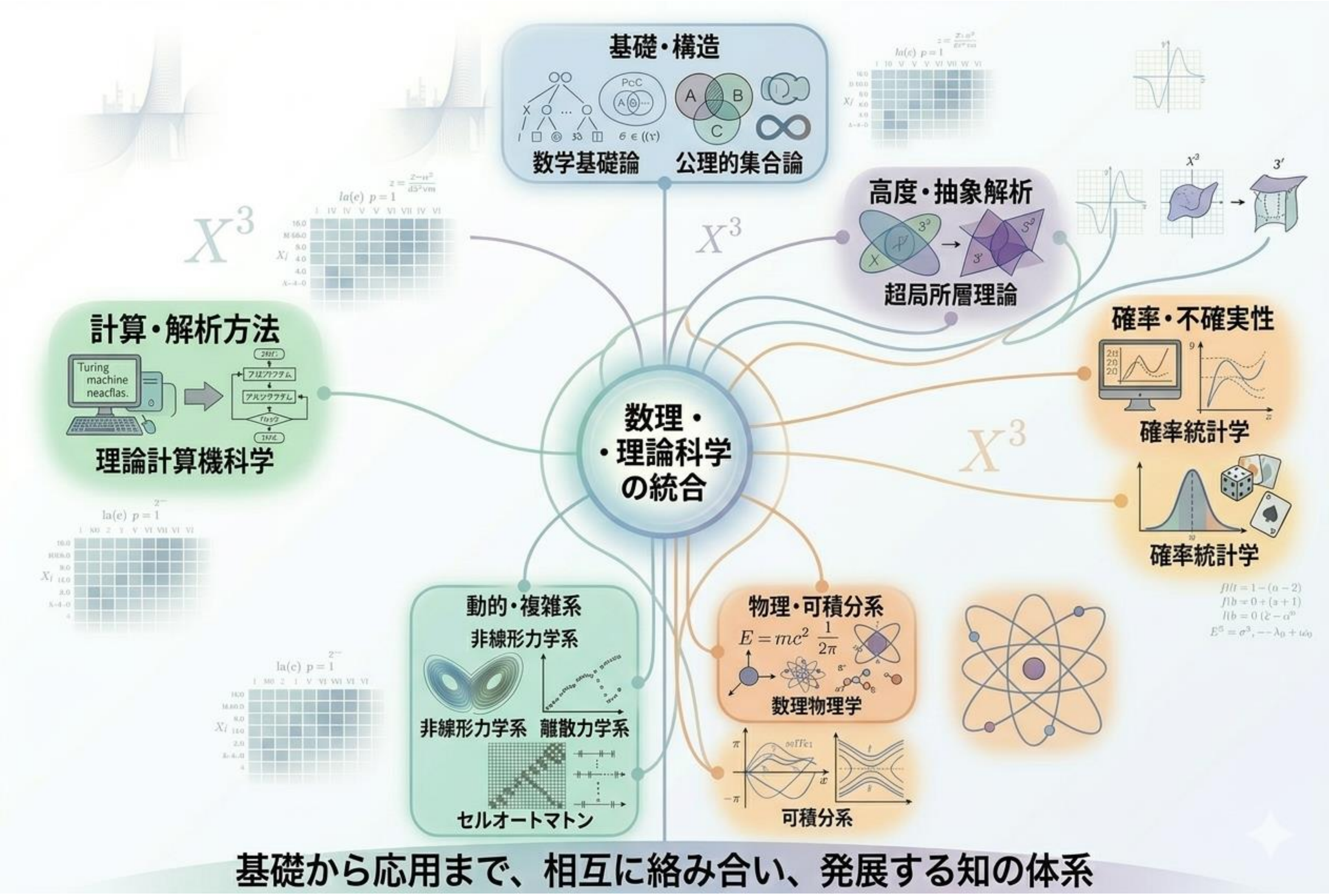
確率統計学XA

応用数学XA

数理工学

・・・

研究分野・研究テーマ・キーワード



- 有限要素法の数学的基盤
- 近似解法の数学的正当性の保証
- 確率過程に対する統計学
- 統計的学習理論
- 高次元データの統計学
- 計量ファイナンス
- ダイナミックバイオ統計学
- 超局所層理論の幾何学への応用
- 場の量子論・弦理論の数学的構造の研究
- 量子可解模型
- 型理論
- プログラミング言語論
- 圏論
- ・・・

応用数理班メンバー

教授
ウィロックス ラルフ
可積分系，非線形力学系，
離散力学系，セルオートマトン

教授
齊藤 宣一
有限要素法，有限体積法，
非線形放物型発展方程式，
時間離散化手法

教授
増田 弘毅
非正規確率過程に基づく
統計モデリングとその実装

准教授
長谷川 立
型理論、
プログラミング言語論

教授
内田 雅之
確率微分方程式および
確率偏微分方程式の
統計的推測

教授
酒井 拓史
強制法公理や巨大基数公理が
無限組み合わせ論や
基数算術に及ぼす影響

准教授
小池 祐太
確率過程・高次元データに
対する統計学、
金融高頻度データ解析

准教授
松井 千尋
量子可解模型，
可解確率過程

准教授
柏原 崇人
偏微分方程式の
数値解析と数学解析

准教授
加藤 晃史
場の量子論・弦理論の
数学的構造の研究

准教授
白石 潤一
共形場の理論とそ
の差分類似

准教授
松尾 厚
無限次元Lie環の表現、
頂点作用素代数、
２次元共形場理論

「数学の現在」より

第１講　数理物理 --- ミクロな法則でマクロな世界を描く（松井 千尋）
第３講　場の量子論 --- 経路積分とFeynman図形（加藤 晃史）
第９講　確率統計 --- レヴィ過程と統計モデリング（増田 弘毅）

第４講　数学基礎論 --- 公理的集合論の紹介：実数の集合を中心に（酒井 拓史）