研究紹介

落合啓之 (ochiAI ひろゆき)

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

2026 年 4 月 24 日, 大会議室
アドバイザリボード委員会

経歴、現職

1983. 3. 埼玉県立川越高校卒業
1987. 3. 第一種情報処理技術者、中高教員免許 (数学) 取得
1989. 3. 東京大学大学院理学系研究科数学専攻 修士課程 修了
. . .
2009.10. 九州大学大学院数理学研究院 教授

2011. 4. 九州大学 IMI 基礎理論研究部門 教授
(発足から) 現在に至る
2022. 3. 九州大学 量子コンピューティングシステム研究センター
(発足から) (兼任) 教授
2026. 4. IMI 先端最適化・量子数理研究部門
(発足から) (兼任) 教授

IMI内部での共同研究の事例

これまでのアドバイザリボード委員会での研究紹介の担当教員

- 第１回：鍛冶、佐伯
- 第２回：脇、白井
- 第３回 (= 今回)：谷口、落合 (= 私)

下線の教授とは共同研究し、共著論文がある。

さらに他にも、松江, 溝口 らと共同研究し、共著論文がある。

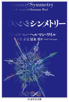
→ 重なったテーマは話しづらい

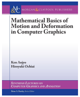
研究の概要

- 専門分野：代数解析学 (D 加群、特殊関数論、表現論)
- 去年までは「なんじゃそりゃ」だったけれど、柏原正樹がアーベル賞を受賞して新聞にもキーワードが登場。
- 一言で：特別な数、特別な数列、特別な関数を調べる。
- 雰囲気を伝えるために式を 2 つ書いてみる。

$$\int_0^1 \frac{x - x^2 + x^3 + x^4 + x^5 - x^6 - x^7 - x^8 + x^9 - x^{10}}{x(1 - x^{11})} dx = \frac{\pi}{\sqrt{11}},$$

$${}_2F_1\left(2a, 1 - 4a, \frac{2}{3} \,\middle|\, \frac{8}{9}\right) = \frac{2}{9^a} \sin(\frac{5}{6} - 2a)\pi.$$





これまでにしてきた「その他の」研究の項目

- コンピュータグラフィックス (CG) @ 西浦 CREST 安生チーム 論文、講義、講演、SGW
- 準結晶：母関数 論文、講演、SGW
- 保険：日本アクチュアリ会 研究会員 (2008〜) 講演、講義
- 暗号：計算量評価 論文
- 量子情報・量子コンピュータ 論文、講演、講義
- (多重) ゼータ：特殊関数の数論への応用 論文、講演、講義
- 半正定値最適化：収束レートの厳密評価 論文、講演
- 位相データ解析 論文、講演

数学の王道：研究 → 論文、広報宣伝 → 講演
人材育成 → 講義、異分野交流 → StudyGroupWorkshop

役務

- JST(科学技術振興機構) さきがけ アドバイザ (2025.3 まで)
- JST ムーンショット目標１ アドバイザ (2026.3 まで)、
- JST ムーンショット数理科学部会 アドバイザ (継続中)
- JST 創発 酒見パネル アドバイザ (継続中)
- JSPS(日本学術振興会)：数物班 専門研究員 (2025.3 まで)
- 日本数学会：学術委員、評議員、「数学通信」編集委員、雑誌「数学」編集委員、教育研究資金問題委員会、出版賞推薦委員長 (ここまで過去)、ジャーナル編集委員 (2025.6 まで)
- 京都大学数理解析研究所：運営委員・専門委員 (継続中)
- IMI：共同利用委員会委員長 (2025.3 まで)

社会の中での数学の役割を説明。
見返すと出版関係の仕事が多め。

アウトリーチ

- 日本数学会市民講演会 (半年に２名、１時間)：CG と数学
- オープンキャンパス (高校生向け、夏休み) ：３次方程式
- 夢ナビ (高校生向け、オンデマンド＋Q & A) ：４次方程式
- 出前講義：大野中学校 (公立, 中２全員) ubiquitos math
- 高校訪問：福岡大学附属大濠高校 など (希望者向け)
- ホームカミングデイ (３年ごとに１名、同窓生向け)
  その時のフィールズ賞受賞４名の業績の紹介
- 高校の数学の教科書の編集：啓林館
- 記事の執筆：数学セミナー、数理科学、数学のたのしみ、...
  研究の紹介だけでなく、数式の入らない軽いエッセイなども
- Journalist in Residence (← 藤原耕二、坪井俊)
- SGW：主催者 (2018)。出題企業の斡旋と運営 (初回 2010-)。
- MfIP 活動：東北大でパネルディスカッション (2025.12),
  大阪公立大の共同利用の提案 (2024.10, 2025.7)

人材育成

- 講義、演習。研究室の学生や院生の指導、学位の取得。
- 数学者とは：微分積分と線形代数が飛び切りできる人。

  ← 大前提

- 自分自身が共同研究を通じてたくさんのノウハウを獲得。
- 自分自身がアドバイザ経験を通じて世間を知る。

  ← 自分の時代にはアドバイザという仕組みがなかった
- やってみろと言うよりも、やってみたほうが説得力がある。

  ← 客席で見ているよりグラウンドで走ってた方が面白いし

- 失敗することによって獲得できる経験が貴重

  ↑ 失敗が許される環境づくり

  必ず成果が挙がる「研究」って一体...
- 上記の「研究」項目や「アウトリーチ」には失敗例は未掲載
- 評価と表裏一体

類数公式

- $$\int_0^1 \frac{x - x^2 + x^3 + x^4 + x^5 - x^6 - x^7 - x^8 + x^9 - x^{10}}{x(1 - x^{11})} dx = \frac{\pi}{\sqrt{11}}.$$

- 分子の $\pm$ がこれとは異なると？
  $\Longrightarrow$ 1年生の微積でも、複素関数論 (留数) でも計算は可能
  $\Longrightarrow$ 答えは arctan の複雑な係数付きの和になってしまう。

- 証明は？
- 理由は？　なぜ、分子がこの場合だけ簡略化が起こる？
- 一般化できる？　手品のタネはなあに？

式をもう一つほど：特殊値公式

- 公式 (Ebisu, 2013) $0 < a < 1/2$

$$ {}_2F_1\left(2a, 1-4a, \frac{2}{3} \,\middle|\, \frac{8}{9}\right) = \frac{2}{9^a}\sin\left(\frac{5}{6}-2a\right)\pi $$

- 参考 Goursat(1881)

$$ {}_2F_1\left(2a, 1-4a; \frac{2}{3} \,\middle|\, x\right) $$
$$ = (1-x)^{a-\frac{1}{4}}\ {}_2F_1\left(a-\frac{1}{12}, \frac{1}{4}-a; \frac{2}{3} \,\middle|\, \frac{x(9x-8)^3}{64(x-1)}\right) $$

- ガウスの超幾何関数　$ {}_2F_1\left(a, b; c \,|\, x\right)$

$$:= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a(a+1)\cdots(a+n-1)b(b+1)\cdots(b+n-1)}{c(c+1)\cdots(c+n-1)n!}x^n $$

- AI がいつ追いついて来るか？

数式

- 数式は楽譜である。
- 数式は俳句である。
- 楽譜は音符で書かれ、
  俳句には季語があり、
  数式は記号で書かれている。
- 意味や解釈を読み手が与えることができる。
- 「古池や 蛙飛び込む 水の音」
  静かだと書いてない。場所も季節も指定がない。
- $\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$, 倍角の公式 (日本の高校の教科書)
- 機械は上の数式を読めるか？
  左辺を $(\sin 2)\theta$ と読んでしまうか?
  右辺を $2\sin(\theta\cos\theta)$ と読んでしまうか?

数学は論理的な学問？

誤っているほど面白い。

- $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\cdots=1.$ 正しいけど... 驚きが少ない
- $1+2+3+4+\cdots=-\frac{1}{12}.$

  発散するはず？　正のものの和？　整数の和？
- 陰関数は関数ではない？　$y^2=x^3-x.$

  陰関数の定理：命名の妙

逸脱や忘却

- Weil 予想。リーマン予想を有限体で考える。
- ガロア体。数の世界の大小や順序を忘れる。加減乗除のみ
- Grothendieck. 記号 Spec：関数解析を代数幾何へ移植。
- Gelfand,
- 数学は元来、分野横断的な側面も内包しているのでは？
- では、分野横断、異分野融合って、何？

最近見つけた式の例

合成と分解

$$
\begin{aligned}
&c(1+2a+2c+g)(2+2a+2b+2c+g) \\
&\quad - (4+8a+4a^2+3b+4ab+15c+16ac+8bc+12c^2+4g+4ag+2bg+8cg+g^2)z \\
&\quad + (6+6a+3b+9c+3g)z^2 - 2z^3 \\
&= (z-c)(2+2a+2c+g-z)(z-3-2a-2b-2c-g) \\
&\quad + (z-2c)(2+2a+b+2c+g-z)(1+z).
\end{aligned}
$$

- 右辺は因数分解された２つの３次式の和。
- 右辺を与えて左辺を得るのは簡単。高校１年。
- 左辺を与えて右辺を得るのが問題。
- この構造を見つけるのに５年かかっている。
- 混ぜるのは簡単。分けるのが難しい。

$\to$ 将来は学習が寄与する？