

ENCOUNTER with MATHEMATICS

第 79 回

アインシュタイン方程式 － 幾何学と物理学の邂逅 －

2025 年 3 月 13 日 (木) 14:30 ～ 3 月 14 日 (金)

於：東京都 文京区 春日 1-13-27 中央大学理工学部 5 号館 5 階 5534 教室

3 月 13 日 (木)

14:30～16:00 相対論数学との出会い

：佐藤 文隆氏 (京大・名誉教授)

16:30～18:00 アインシュタイン方程式とペンローズ予想

：山田 澄生氏 (学習院大・理)

3 月 14 日 (金)

10:30～12:00 一様宇宙解と接触空間を用いた非一様化

：石原 秀樹氏 (大阪公立大・南部研究所)

13:30～15:00 正質量定理と宇宙

：白水 徹也氏 (名大・多元数理)

15:30～17:00 対称性をもつ 4、5 次元アインシュタイン時空の構成法

：山田 澄生氏 (学習院大・理)

17:15～ ワインパーティー (懇親会)

別紙の趣旨に沿った集会の第 79 回を以上のような予定で開催いたします。非専門家向けに入門的な講演をお願い致しました。多くの方々のご参加をお待ちしております。講演者による講演内容へのご案内を添付いたしますので御覧下さい。

尚、この集会は、科学研究費補助金 基盤研究 (A)「Floer 理論の深化とシンプレクティック構造、接触構造の研究」課題番号：19H00636 代表：小野 薫 (京大・数理研)、科学研究費基金 基盤研究 (B)「力学的微分トポロジーによる葉層・接触・シンプレクティック構造の研究」課題番号：21H00985 代表：三松 佳彦 (中央大・理工)、科学研究費基金 挑戦的研究 (萌芽)「Anosov 力学系が与える究極の強擬凸性の研究」研究課題/領域番号：21K18579 代表：三松 佳彦 (中央大・理工)、科学研究費基金 基盤研究 (B)「リーマン面に関連する位相幾何学の代数的展開」研究課題/領域番号：23K22391 代表：河澄 響矢 (東大・数理)、科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A)「量子情報を用いた量子宇宙の数理とその応用」研究課題/領域番号：21H05189 代表：白水 徹也 (名大・多元数理)、および科学研究費補助金 基盤研究 (A)「アインシュタイン方程式の幾何学・理論物理学と重力波天文学との邂逅」研究課題/領域番号：24H00183 代表：山田 澄生 (学習院大・理) からの支援を受けています。

連絡先：112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部数学教室: 03-3817-1745

ENCOUNTER with MATHEMATICS: homepage : <http://www.math.chuo-u.ac.jp/ENCwMATH>

三松 佳彦 : yoshi@math.chuo-u.ac.jp / 高倉 樹 : takakura@math.chuo-u.ac.jp

相対論数学との出会い

佐藤文隆（京大名誉教授）

前半では一般相対論が宇宙物理の観測的発見で“流行り”になった歴史話をして、後半で自分の一般相対論経験を話す。

1963年にRelativistic Astrophysicsという研究が始まったが、重力崩壊も膨張宇宙も一般相対論は球対称と線形重力波なのでニュートン重力の物理的直観で済んだ。非球対称に踏み出した1970年前後、その時に見えた一般相対論研究の印象を話し、最後に自分を取り組んだ「TS解」[1][2]、「計量テンソルの張り合わせ」[3]、「一様空間のトポロジー」[4]などについて話す。

[1]H Sato and A Tomimatsu “Multi-soliton Solution of the Einstein Equation and Tomimatsu-Sato Metric” Prog. Theor. Phys. Supplement No 70(1981), 215-237.

[2]V S Manko “On the Physical Interpretation of $\delta = 2$ Tomimatsu-Sato Solution” Prog. Theor. Phys. 127(2012), 1057.

[3]H Sato “Motion of Shell at Metric Junction”, Prog. Theor. Phys. 76(1986), 1250-1259.

[4]前田恵一『宇宙のトポロジー』岩波書店 1999年。

山田 澄生（学習院大学理学部数学科）

Part I アインシュタイン方程式とペンローズ予想

Roger Penrose は 1960 年代半ばに、アインシュタイン時空における因果的測地線束の振舞いをヤコビ場の挙動を介して表現し、測地的完備性の欠如という形で時空の因果律の崩壊が避けられないことを定式化（参考文献[1,2,14]）した。これはブラックホールの存在という画期的な結論を導くきっかけとなった、いわゆる特異点定理である。ちなみに、この定理はリーマン幾何学における Bonnet-Myers の定理（リッチ曲率の加減が多様体の直径の上限を与える命題）のローレンツ版である。

Penrose による数理相対論への貢献は、この測地線束の集中という擬局所的な現象を、ADM 理論というアインシュタイン方程式のハミルトニアン形式としての定式化に結びつけて、アインシュタイン時空の力学的安定性とブラックホールの定常性を関連（参考文献[3]）づけたところにある。これは近年では Penrose 予想とよばれる。

「漸近的平坦性という境界条件のもとで、非平坦な幾何学を内包する時空は正の ADM エネルギー（ADM 質量）をもつ」という正エネルギー（質量）定理（参考文献[4,5]）は、Penrose 予想と整合する重要な結果である。また彼の名を冠した Penrose 不等式は、与えられた時空の持つ ADM エネルギー（ADM 質量）の下限は、それが内包するブラックホールの幾何学によって特定されることを定式化し、その不等式の剛性は、アインシュタイン方程式の定常解によってのみ実現されることを謳う。この不等式の数学的な定式化および証明は、特別な場合（参考文献[6,7,8]）を除いて成されていない反面、波動方程式としてのアインシュタイン方程式の時間発展に従って、不等式が等式/剛性に収束していく様子が暗に提唱されており、それは厳密解（特に Kerr 時空）のもつ力学的安定性を想定している。このアイデアは、またいわゆる裸の特異点の存在を否定する宇宙検閲官仮説（参考文献[3]）に繋がっている。本講演は、Penrose 予想が物理と数学の双方においてこの半世紀に渡って着実に市民権を得てきたプロセスを紹介する。

Part II 対称性をもつ 4、5 次元アインシュタイン時空の構成法

H.Weyl は、1917 年にアインシュタイン方程式の非自明な静的解である Schwarzschild 時空が一つの調和関数（グリーン関数）に依って完全に決定されることを示した。原理的には、これは静的解のもつ時間対称性を介して、双曲型方程式系であるアインシュタイン方程式が、楕円型方程式系に還元されることから従う。本講演では、5 次元真空アインシュタイン時空の調和写像の理論を用いる構成法（参考文献[11,12]）を紹介する。

この高次元の文脈においては、2002 年に発表された Emperan と Reall による 5 次元におけるブラックホール時空におけるブラックリングが有名である。実際に自明なトポロジー（球面）を持たない可能性が、5 次元において我々の新しい調和写像の存在定理とどう関連するかを解説する。

また、調和写像の存在定理の系として、エネルギーの出入りのない孤立波を表すソリトン解が発見（参考文献[13]）された。このソリトン解から誘導される重力インスタントン、つまり完備でリッチ曲率が恒等的に消えている 4 次元リーマン多様体の構成とその幾何学的、位相的性質について言及する。

- [1] S. Hawking and G. F. R. Ellis, *The large scale structure of space-time*, Cambridge, United Kingdom, 1973.
- [2] R. Penrose, Gravitational Collapse: The Role of General Relativity, Roger Penrose, Rivista del Nuovo Cimento, Numero Speciale I, 257 (1969) (reissued as General Relativity and Gravitation, Vol. 34, No. 7, July 2002.)
- [3] R. Penrose, Naked Singularities, Annals of the New York Academy of Sciences: Volume 224 (1973), 125—134.
- [4] R. Schoen and S.-T. Yau, On the proof of the positive mass conjecture in general relativity, Comm. Math. Phys. 65(1): 45--76 (1979).
- [5] E. Witten, A new proof of the positive energy theorem, Comm. Math. Phys. 80(3): 381--402 (1981).
- [6] H. Bray, Proof of the Riemannian Penrose Inequality Using the Positive Mass Theorem J. Differential Geom. 59 (2001) 177--267.
- [7] G. Huisken and T. Ilmanen, The Inverse Mean Curvature Flow and the Riemannian Penrose Inequality, J. Differential Geom. 59 (2001) 353--437
- [8] M. Khuri, M., G. Weinstein, and S. Yamada, Proof of the Riemannian Penrose inequality with charge for multiple black holes, J. Differential Geom. 106 (2017) 451--498.
- [9] G. Weinstein, On rotating black holes in equilibrium in general relativity, Comm. Pure App. Math., 43 (1990), no. 7, 903-948
- [10] R. Emparan, and H. Reall, A rotating black ring in 5 dimensions, Phys. Rev. Lett., 88 (2002).
- [11] M. Khuri, M., G. Weinstein, and S. Yamada, Stationary vacuum black holes in 5 dimensions. Communications in Partial Differential Equations, 43 (2018), 1205--1241.
- [12] M. Khuri, M., G. Weinstein, and S. Yamada, 5-dimensional space-periodic solutions of the static vacuum Einstein equations, J. High Energy Phys. 12 (2020).
- [13] M. Khuri, M. Reiris, G. Weinstein, and S. Yamada, Gravitational solitons and complete Ricci flat Riemannian manifolds of infinite topological type, Pure and Applied Mathematics Quarterly 20 (2024), 1895—1921.
- [14] 山田澄生 「相対論とリーマン幾何学」物理と数学の交差点シリーズ第3巻 共立出版 2025.

「一様宇宙解と接触空間を用いた非一様化」

石原秀樹（大阪公立大学 特任教授）

膨張宇宙を表す一様等方宇宙モデルは、最大の対称性をもった 3 次元空間の大きさが時間的に変化する Friedmann-Lemaitre-Robertson-Walker 計量を用いた Einstein 方程式の解によって構築される。

3 次元空間を等長変換群が推移的に作用する空間に一般化し、非等方膨張を許す一様宇宙解に着目してその力学的性質と 3 次元空間をコンパクト化する可能性について紹介する。

さらに、最近の自分の研究より、3 次元接触計量空間を用いた空間的な非一様厳密解の構成について紹介する。

- [1] M. P. Jr. Ryan and L. C. Shepley, "Homogeneous Relativistic Cosmologies", Princeton University Press, Princeton, (1975).
- [2] V. A. Belinski, I. M. Khalatnikov, E. M. Lifshitz, "Oscillatory approach to a singular point in the relativistic cosmology", Adv. in Phys. 19, 525-573 (1970).
- [3] L. Z. Fang and H. Sato, "Is the periodicity in the distribution of quasar red shifts an evidence of multiply connected universe?" Gen. Rel. Grav. 17, 1117-1120 (1985).
- [4] W. P. Thurston, "Three-dimensional geometry and topology", Princeton Mathematical Series, vol. 35, Princeton University Press.
- [5] T. Koike, M. Tanimoto and A. Hosoya, "Compact Homogeneous Universes", J.Math.Phys. 35 (1994) 4855-4888.
- [6] H. Ishihara and S. Matsuno, "Inhomogeneous generalization of Einstein's static universe with Sasakian space", PTEP 2022, 023E01 (2022).
- [7] H. Kozaki, H. Ishihara, T. Koike and Y. Morisawa, "Spacetime constructed from a contact manifold with a degenerate metric", Phys.Rev.D 110 (2024) 10, 104023.

正質量定理と宇宙

白水徹也(名古屋大学大学院多元数理科学研究科/素粒子宇宙起源研究所)

正質量定理はいくかの仮定下において漸近的に平坦な時空の全質量が非負であることを主張する。物理的には時空の安定性を保証するものであり、一般相対論の物理理論としての確かさを支持していると考えることができる。しかし、1915~6年に一般相対論が登場してから、その本格的な証明が現れるのは64~5年後のことだった(Schoen&Yau 1979[1]、Schoen&Yau 1981 [2], Witten[3])。興味深いことに、正質量定理とその証明ツールは宇宙に応用されることとなる。1967年にIsraelによって、4次元漸近的平坦な静的真空ブラックホール時空はSchwarzschild時空で唯一であることが証明されていたが[4]、ブラックホールが単体であることが仮定されていた。1983年、この仮定は正質量定理を巧みに利用することで見事に外すことに成功した(Bunting & Masood-ul-Alam [5])。1992~3年ごろにブラックホールの数学的研究を行い始めていた私にとって、この論文に出会ったときの衝撃はいまでも忘れることができない。その約10年後の2002年に高次元ブラックホール研究に活かせたのは幸運だった(Gibbons, Ida & Shiromizu [6])。

ブラックホールの形や面積に制約を与えるのに用いられるのが、面積に対する第二変分公式（に対応する平均曲率に対する公式）であり、正質量定理のいくつかの証明でも重要な役割を果たす。Einstein方程式を横目に見ながら、ブラックホールの特徴をインプットすることで、4次元定常ブラックホールが球面のみであること(Hawking 1972[7])、Penrose不等式(Jang&Wald, Husken & Ilmanen, Bray [8])、加速膨張宇宙におけるブラックホールの面積に上限があること(Hayward, Shiromizu, Nakao 1993 [9])などを示すことができる。

そもそも、Einstein方程式は時空のなんらかの葉層化を行なうことによって、第二基本形式の法線方向の変化を表す式と、Gauss-Codazzi方程式とで表される。その一部が面積に対する第二変分公式と考えることもできる。これは異なる時空の貼り付けに対する処方箋、並びによい時空モデルを提供する。2000年には当時盛んに研究されていた高次元宇宙模型に対しても深い洞察を与えることに成功した(Shiromizu, Maeda, Sasaki 2000[10])。実はSchoen & Yauによる1981年の正質量定理の証明は、1979年の極大超曲面（或いは非負のスカラー曲率をもつ3次元超曲面）に対する証明を仮想的な高次元時空からアプローチしたものだとみることができるとも、正質量定理と宇宙の深いつながりを暗示しているようではない。

本講演では、以上のような広い意味で正質量定理をめぐる宇宙に関する研究について概説する。

- [1]R. Schoen & S. T. Yau, Commun. Math. Phys. **65**, 45 (1979).
- [2]R. Schoen & S. T. Yau, Commun. Math. Phys. **79**, 231 (1981).
- [3]E. Witten, Commun. Math. Phys. **80**, 381 (1981).
- [4]W. Israel, Phys. Rev. **164**, 1776 (1967).
- [5]G. L. Bunting & Masood-ul-Alam, Gen. Relativ. Grav. **19**, 147 (1987).
- [6]G. W. Gibbons, D. Ida & T. Shiromizu, Phys. Rev. Lett. **89**, 041101 (2002).
- [7]S. W. Hawking, Commun. Math. Phys. **25**, 152 (1972).
- [8]P. S. Jang & R. M. Wald, J. Math. Phys. **18**, 41 (1977);
G. Huiskens & T. Ilmanen, J. Diff. Geo. **59**, 353 (2001);
H. Bray, J. Diff. Geo. **59**, 177 (2001).
- [9]S. A. Hayward, T. Shiromizu & K. Nakao, Phys. Rev. **D49**, 5080 (1994).
- [10]T. Shiromizu, K. Maeda & M. Sasaki, Phys. Rev. **D62**, 024012 (2000).

ENCOUNTER with MATHEMATICS

(数学との遭遇, d'après Rencontres Mathématiques) へのご案内

中央大学 理工学部 数学教室

当研究科では France・Lyon の Ecole Normale Supérieure de Lyon で行われている RENCONTRES MATHÉMATIQUES の形式を踏襲した集会 "ENCOUNTER with MATHEMATICS" (数学との遭遇) を年 4 回ほどのペースで開催しております。

France では、2 か月に一度の Rencontres Mathématiques と、皆様よくご存知の年に 4 回の Séminaire Bourbaki という、二つの特徴ある研究集会が行われています。これらの集会では、多くの数学者が理解したいと思ってるテーマ、又は、より多くの数学者に理解させるべきであると思われるテーマについて、その方面の (その研究を直接行った本人とは限らない) 専門家がかなり良い準備をし、大変すばらしい解説をしています。

勿論、このような集会は、France に限らず、日本や世界中で行われており、Surveys in Geometry 等は、その好例と言えるでしょう。そのなかで Rencontres Mathématiques は分野・テーマを限定せずに、定期的に集会を開催しているという点で、特徴のある集会として、評価されていると思います。

Séminaire Bourbaki は、各講演 1 時間、1 回読み切りで、講演内容の level は、講義録で良く分かるとおりです。一方、Rencontres Mathématiques は、毎回テーマを一つに決め、二日間で計 5 講演、そのうち 3 つは、柱となる連続講演で、level は、Séminaire Bourbaki に比べ、より一般向きに、やさしくなっていますが、逆に、講演の準備は、大変かもしれません。

実際に ENS-Lyon で Rencontres Mathématiques がどのように運営されているかということについては、雑誌“数学”1992 年 1 月号の坪井俊氏の紹介記事を以下に抜粋させていただきます。

ここ ENS. Lyon の特色として、ほとんど毎月行われているランコントロール・マテマティークがあります。これは 1988 年秋から行われているそうですが、金曜、土曜に 1 つのテーマの下に 5 つの講演を行っています。その 1, 3, 5 番目の 3 つは同一講演者によるもので、残りの 2 つは一応それをサポートするものという形をとっています。1 つの分野のトピックを理解しようとするとき にはなかなか良い形式だと思いました。

私が興味をもって参加したものでは、1 月には‘3 次元のトポロジー’ (金曜に Turaev, De la Harpe, Turaev, 土曜に Boileau, Turaev), 3 月には‘複素力学系’ (金曜に Douady, Kenyon, Douady, 土曜に Tan Lei, Douady), 5 月には‘1 次元の幾何学’ (金曜に Sullivan, Tsuboi, Sullivan, 土曜に Zeghib, Sullivan) がありました。これまでのテーマでは、‘天体力学’、‘複素解析’、‘ブラウン運動’、‘数論’、‘ラムダカルキュラス’など数学全般にわたっています。

ほとんどの参加者は外部から来るのですが、ENS.-Lyon には建物の内部に付属のアパートがあって、40~50 人のリヨン市外からの参加者はそこに宿泊できるようになっています。ランコントロール・マテマティークは自由参加ですが、参加する場合は、宿泊費、建物内のレストランで食べ放題の昼食代は ENS. Lyon の負担ですから、とても参加しやすい研究集会です。ランコントロール・マテマティークのテーマ、内容や講演者を考え、実際の運営にあたっている ENS. Lyon のスタッフの努力で、フランスの新しい重要なセミナーとして評価されていると思います。

実際、Rencontres Mathématiques は多くの数学者に対して根深い数学文化を身につけるための良い機会として重要な役割を果たしているのみならず、若い大学院生たちに数学のより深い研究への動機付けを与える大切な場面を提供しています。

ENCOUNTER with MATHEMATICS もこれらのことを目標としたいと考えていますので、大学院生をはじめ多くの数学者の参加をお待ちしております。

このような主旨のもとに、

- 特定の分野へのテーマの集中は避ける
- up to date なテーマも良いが、古典的なテーマも取りあげる

といった点を特に注意して進めていきたいと考えています。

取りあげるテーマ等、この企画に関する皆様のご意見をお寄せ下さい。

これまでに行われた ENCOUNTER with MATHEMATICS (講演者敬称略)

- 第 1 回 岩澤理論と **FERMAT** 予想 1996 年 11 月, 加藤 和也 (東工大・理), 百瀬 文之 (中大・理工), 藤原 一宏 (名大・多元)
- 第 2 回 幾何学者は物理学から何を学んだか 1997 年 2 月, 深谷 賢治 (京大・理), 古田 幹雄 (京大・数理研)
- 第 3 回 粘性解理論への招待 5 月, 石井 仁司 (都立大・理), 儀我 美一 (北大・理), 小池 茂昭 (埼玉大・理), 長井 英生 (阪大・基礎工)
- 第 4 回 **Mordell-Weil** 格子 9 月, 塩田 徹治 (立教大・理), 寺杣 友秀 (東大・数理), 斎藤 毅 (東大・数理)
- 第 5 回 **WEB** 幾何学 11 月, 中居 功 (北大・理), 佐藤 肇 (名大・多元)
- 第 6 回 トロイダル・コンパクト化 1998 年 2 月, 佐武 一郎 (中大・理工), 石井 志保子 (東工大・理), 藤原 一宏 (名大・多元)
- 第 7 回 天体力学 4 月, 伊藤 秀一 (東工大・理), 小野 薫 (お茶大・理), 吉田 春夫 (国立天文台)
- 第 8 回 **TORIC** 幾何 6 月, 小田 忠雄 (東北大・理), 梶田 幹也 (阪市大・理), 諏訪 紀幸 (中大・理工), 佐藤 拓 (東北大・理)
- 第 9 回 実 1 次元力学系 10 月, 坪井 俊 (東大・数理), 松元 重則 (日大・理工), 皆川 宏之 (北大・理)
- 第 10 回 応用特異点論 1999 年 2 月, 泉屋 周一 (北大・理), 石川 剛郎 (北大・理), 佐伯 修 (広島大・理)
- 第 11 回 曲面の写像類群 4 月, 森田 茂之 (東大・数理), 河澄 響矢 (東大・数理), 阿原 一志 (明大・理工), 中村 博昭 (都立大・理)
- 第 12 回 微分トポロジーと代数的トポロジー 6 月,
服部 晶夫 (明大・理工), 佐藤 肇 (名大・多元), 吉田 朋好 (東工大・理), 土屋 昭博 (名大・多元)
- 第 13 回 超平面配置の数学 10 月, 寺尾 宏明 (都立大・理), 吉田 正章 (九大・数理), 寺杣 友秀 (東大・数理), 斎藤 恭司 (京大・数理研)
- 第 14 回 **Lie** 群の離散部分群の剛性理論 2000 年 2 月, 金井 雅彦 (名大・多元), 納谷 信 (名大・多元), 井関 裕靖 (東北大・理)
- 第 15 回 岩澤数学への招待 4 月, 栗原 将人 (都立大・理), 佐武 一郎 (東北大/UC Berkeley), 尾崎 学 (島根大・総合理工),
市村 文男 (横浜市大・理), 加藤 和也 (東大・数理)
- 第 16 回 **Painlevé** 方程式 6,7 月, 岡本 和夫 (東大・数理), 梅村 浩 (名大・多元), 坂井 秀隆 (東大・数理), 山田 泰彦 (神戸大・理)
- 第 17 回 流体力学 12 月, 木村 芳文 (名大・多元), 今井 功, 宮川 鉄郎 (神戸大・理), 吉田 善章 (東大・新領域創成科学)
- 第 18 回 **Poincaré** 予想と 3 次元トポロジー 2001 年 2 月, 小島 定吉 (東工大・情報理工), 加藤 十吉 (九大・理), 松本 幸夫 (東大・数理),
大槻 知忠 (東工大・情報理工), 吉田 朋好 (東工大・理)
- 第 19 回 **Invitation to Diophantine Geometry** 4 月, 平田 典子 (日大・理工), 穴倉 光広 (京大・理), 小林 亮一 (名大・多元数理)
- 第 20 回 不変式論のルネサンス 9 月, 梅田 亨 (京大・理), 向井 茂 (京大・数理研), 寺西 鎮男 (名大・多元数理)
- 第 21 回 実解析への誘い 10 月, 新井 仁之 (東大・数理), 宮地 晶彦 (東京女子大・文理), 小澤 徹 (北大・理), 木上 淳 (京大・情報)
- 第 22 回 「離散」の世界 2002 年 2 月, 砂田 利一 (東北大・理), 小谷 元子 (東北大・理), 藤原 耕二 (東北大・理), 井関 裕靖 (東北大・理)
- 第 23 回 複素力学系 6 月, 穴倉 光広 (京大・理), 松崎 克彦 (お茶大・理), 辻井 正人 (北大・理)
- 第 24 回 双曲幾何 10 月, 小島 定吉 (東工大・情報理工), 大鹿 健一 (阪大・理), 藤原 耕二 (東北大・理), 藤原 一宏 (名大・多元)
- 第 25 回 **Weil** 予想 12 月, 堀田 良之 (岡山理大・理), 藤原 一宏 (名大・多元), 斎藤 毅 (東大・数理), 宇澤 達 (名大・多元)
- 第 26 回 極小曲面論入門 2003 年 3 月,
山田 光太郎 (九大・数理), 小磯 深幸 (京教大・教育), 梅原 雅顕 (広大・理), 宮岡 礼子 (上智大・理工)
- 第 27 回 分岐被覆と基本群 4 月, 難波 誠 (阪大・理), 岡 睦雄 (都立大・理), 島田 伊知朗 (北大・理), 徳永 浩雄 (都立大・理)
- 第 28 回 リーマン面の退化と再生 11 月, 足利 正 (東北学院大・工), 今吉 洋一 (阪市大・理), 松本 幸夫 (東大・数理), 高村 茂 (京大・理)
- 第 29 回 確率解析 12 月, 楠岡 成雄 (東大・数理), 重川 一郎 (京大・理), 谷口 説男 (九大・数理)
- 第 30 回 **Symplectic** 幾何と対称性 2004 年 3 月,
小野 薫 (北大・理), 森吉 仁志 (慶応大・理工), 高倉 樹 (中大・理工), 古田 幹雄 (東大・数理), 太田 啓史 (名大・多元)
- 第 31 回 スペクトル・散乱理論 2004 年 12 月, 池部 晃生, 峯 拓矢 (京大・理), 谷島 賢二 (学習院大・理), 久保 英夫 (阪大・理),
山田 修宣 (立命館大・理工), 田村 英男 (岡山大・理)
- 第 32 回 山辺の問題 2005 年 1 月, 小林 治 (熊本大・理), 芥川 和雄 (東京理大・理工), 井関 裕靖 (東北大・理)
- 第 33 回 双曲力学系-安定性と混沌- 2005 年 2 月, 国府 寛司 (京大・理), 林 修平 (東大・数理), 浅岡 正幸 (京大・理), 三波 篤郎 (北見工大)
- 第 34 回 非線型の特異関数論～**Painlevé** 方程式の応用 2005 年 7 月,
大山 陽介 (阪大・情報), 村瀬 元彦 (UC Davis), 寛 三郎 (立教大・理)
- 第 35 回 山辺不変量 -共形幾何学の広がり- 2005 年 12 月, 小林 治 (熊本大・理), 石田 政司 (上智大・理工), 芥川 和雄 (東京理大・理工)
- 第 36 回 正 20 面体まつわる数学 2006 年 3 月, 増田 一男 (東工大・理), 加藤 文元 (京大・理), 橋本 義武 (阪市大・理)
- 第 37 回 数学者のための分子生物学入門 -新しい数学を造ろう- 2006 年 6 月, 加藤 毅 (京大・理), 阿久津 達也 (京大化学研究所),
岡本 祐幸 (名大・理), 斉藤 成也 (国立遺伝学研究所), 田中 博 (東京医科歯科大)
- 第 38 回 幾何学と表現論 - **Kostant**-関口対応をめぐる - 2006 年 12 月,
関口 次郎 (東京農工大・工), 中島 啓 (京大・理), 落合 啓之 (名大・多元), 竹内 潔 (筑波大・数学系)
- 第 39 回 **Lusternik-Schnirelmann** カテゴリ 2007 年 3 月,
岩瀬 則夫 (九大・数理), Elmar VOGT (東大・数理/ベルリン自由大), 松元 重則 (日大・理工), 田中 和永 (早大・理工)
- 第 40 回 力学系のゼータ関数 - 古典力学と量子力学のカオス - 2007 年 5 月,
首藤 啓 (首都大・理工), 盛田 健彦 (広大・理), 辻井 正人 (九大・数理)
- 第 41 回 **Euler** 生誕 300 年 - **Euler** 数と **Euler** 類を巡って 2007 年 9 月,
佐藤 肇, 秋田 利之 (北大・理), Danny Calegari (Caltech/東工大・情報理工), 松本 幸夫 (学習院大・理), 森田 茂之 (東大・数理)
- 第 42 回 **Euler** 生誕 300 年 - **Euler** からゼータの世界へ - 2007 年 11 月,
黒川 信重 (東工大・理工), 落合 啓之 (名大・多元), 平野 幹 (成蹊大・理工), 権 寧魯 (九大・数理)
- 第 43 回 **Euler** 300 歳記念 流体力学・変分学編 - 始祖の業績と現在・未来への展開 - 2008 年 2 月,
岡本 久 (京大・数理研), 鈴木 貴 (阪大・基礎工), 木村 芳文 (名大・多元)
- 第 44 回 環境数理におけるモデリングとシミュレーション～数学は環境問題に貢献できるか～2008 年 3 月,
水藤 寛 (岡山大・環境), 太田 欽幸 (中大・理工), 伊藤 昭彦 (国立環境研究所), 柳野 健 (気象庁・気象研究所),
渡辺 雅二 (岡山大・環境)
- 第 45 回 **McKay** 対応を巡って 2008 年 5 月, 松澤 淳一 (奈良女子大・理), 石井 亮 (広大・理), 伊藤 由佳理 (名大・多元),
John McKay (Concordia 大/京大・数理研), 植田 一石 (阪大・理)
- 第 46 回 幾何学的変分問題 - 神の選択・人間の方法 - 2008 年 9 月,
西川 青季 (東北大・理), 長澤 壯之 (埼玉大・理), 利根川 吉廣 (北大・理)

- 第 47 回 アクセサリー・パラメーターとモノドロミー – 微分方程式の未開の領域を目指して – 2008 年 10 月,
原岡 喜重 (熊本大), 横山 利章 (千葉工業大), 加藤 満生 (琉球大), 大島 利雄 (東大・数理)
- 第 48 回 微分方程式に対する逆問題 – 既知と未知が逆転したときに何が視えるか? – 2008 年 11 月,
望月 清 (中大・理工), 池島 優 (群馬大・工), 磯崎 洋 (筑波大・数理), 渡辺 道之 (東京理科大・理工), 山本 昌宏 (東大・数理)
- 第 49 回 流体の基礎方程式 – 色々な視点から見た流体方程式 – 2009 年 2 月,
小藺 英雄 (東北大・理), 西畑 伸也 (東工大・情報理工), 清水 扇丈 (静岡大・理), 松本 剛 (京大・理・物)
- 第 50 回 ラドン変換 – 積分が拓く新しい世界 – 2009 年 5 月,
寛 知之 (筑波大・数理), 木村 弘信 (熊大・自然), 磯崎 洋 (筑波大・数理), 大島 利雄 (東大・数理)
- 第 51 回 正 20 面体にまつわる数学 – その 2 – 2009 年 10 月, 作間 誠 (広島大・理), 関口 次郎 (東京農工大・工), 井上 開輝 (近畿大・理工)
- 第 52 回 経路積分の数学的基礎 – いつまでも新しい Feynman の発明 – 2010 年 1 月,
一瀬 孝 (金沢大・理), 藤原 大輔 (学習院大・理), 加藤 晃史 (東大・数理), 熊ノ郷 直人 (工学院大・工)
- 第 53 回 シューベルトカルキュラス – 様々な数学の交流点 – 2010 年 3 月,
池田 岳 (岡山理科大・理), 前野 俊昭 (京大・工), 原田 芽ぐみ (McMaster Univ.)
- 第 54 回 頂点作用素代数入門 2010 年 10 月, 原田 耕一郎 (オハイオ州立大), 山内 博 (東京女子大), 宗政 昭弘 (東北大), 宮本 雅彦 (筑波大)
- 第 55 回 多変数複素解析 岡の原理 – 誕生から最近の発展まで – 2011 年 2 月,
大沢 健夫 (名大・多元), 平地 健吾 (東大・数理), 伊師 英之 (名大・多元)
- 第 56 回 計算の複雑さの理論とランダムネス 2011 年 5 月, 渡辺 治 (東工大・情報理工), 河内 亮周 (東工大・情報理工)
- 第 57 回 偏微分方程式の接触幾何 2011 年 10 月, 佐藤 肇 (名大・多元), 垣江 邦夫, 山口 佳三 (北大・理)
- 第 58 回 モジュラー曲線の数論と幾何 – その魅力と百瀬さんの足跡と 2012 年 9 月, 斎藤 毅 (東大・数理), 玉川 安騎男 (京大・数理研),
橋本 喜一郎 (早大・理工), 新井 啓介 (東京電機大・工), 加藤 和也 (Chicago 大)
- 第 59 回 複素多様体上の岡・グ라우エルト理論 – 存在定理は空の上に – 2012 年 10 月,
大沢 健夫 (名大・多元), 松村 慎一 (東大・数理), 足利 正 (東北学院大・工)
- 第 60 回 結び目理論とその不変量をめぐって 2013 年 5 月,
村杉 邦男 (トロント大), 作間 誠 (広大・理), 森藤 孝之 (慶大・経), 合田 洋 (東京農工大・工), 森下 昌紀 (九大・数理)
- 第 61 回 代数曲面とその位相不変量をめぐって – 代数曲面の地誌学 – 2014 年 6 月,
宮岡 洋一 (東大・数理), 今野 一宏 (阪大・理), 村上 雅亮 (鹿児島大・理)
- 第 62 回 波動方程式 – 古典物理から相対論まで – 2014 年 9 月,
小澤 徹 (早大・理工), 山口 勝 (東海大・理), 松山 登喜夫 (中大・理工), 中村 誠 (山形大・理)
- 第 63 回 最適輸送理論とリッチ曲率 – 物を運ぶと曲率が分かる – 2015 年 2 月,
桑江 一洋 (熊本大・自然科学), 塩谷 隆 (東北大・理), 太田 慎一 (京大・理), 高津 飛鳥 (名大・多元数理), 栗田 和正 (東工大・理)
- 第 64 回 複素解析と特異点 – 留数が解き明かす特異点の魅力 – 2016 年 2 月,
諏訪 立雄 (北大・理), 田島 慎一 (筑波大・数理物質), 鍋島 克輔 (徳島大・総合科学), 伊澤 毅 (北科大・工)
- 第 65 回 結び目の体積予想 – 量子不変量から見える幾何構造 – 2016 年 3 月,
村上 順 (早大・理工), 横田 佳之 (首都大・理工)
- 第 66 回 幾何学と特異点の出会い 2016 年 3 月,
石川 剛郎 (北大・理), 梅原 雅顕 (東工大・情報), 佐治 健太郎 (神戸大・理), 山田 光太郎 (東工大・理)
- 第 67 回 AGT 対応の数学と物理 2016 年 10 月,
立川 裕二 (東大・Kavli IPMU), 中島 啓 (京大・数理研), 名古屋 創 (金沢大・理工研究域), 柳田 伸太郎 (名大・多元数理), 松尾 泰 (東大・理)
- 第 68 回 エルゴード理論と可微分力学系 – 一様双曲世界の向う側 – 2016 年 12 月,
鷺見 直哉 (熊本大・先端科学), 鄭 容武 (広島大・工), 高橋 博樹 (慶應大・理工)
- 第 69 回 自由因子に特異点をもつ微分方程式 – 斎藤理論の広がり – 2017 年 6 月,
斎藤 恭司 (東大・IPMU), 眞野 智行 (琉球大・理), 加藤 満生 (琉球大・教育), 千葉 逸人 (九州大・IMI), 三鍋 聡司 (東京電機大・工)
- 第 70 回 パーシステントホモロジーとその周辺 2017 年 12 月,
平岡 裕章 (東北大・AIMR), 浅芝 秀人 (静岡大・理), 白井 朋之 (九州大・IMI), 福水 健次 (統数研), 大林 一平 (東北大・AIMR)
- 第 71 回 フーリエ・カールソンから 21 世紀の調和解析へ 2018 年 12 月,
古谷 康夫 (東海大), 田中 仁 (筑波技術大), Neal Bez (埼玉大), 宮地 晶彦 (東京女子大)
- 第 72 回 完全 WKB 解析 – 発散の向こう側に見えるもの – 2019 年 1 月,
岩木 耕平 (名大・多元数理), 竹井 義次 (同志社大・理工), 青木 貴史 (近畿大・理工), 高崎 金久 (近畿大・理工)
- 第 73 回 微分同相群のトポロジー – Smale 予想を巡って – 2019 年 3 月,
佐藤 肇 (元名古屋大), 渡邊 忠之 (島根大・総合理工), 逆井 卓也 (東大・数理)
- 第 74 回 K3 曲面 – その魅力と広がり – 2019 年 12 月,
向井 茂 (京大・数理研), 金銅 誠之 (名大・多元数理), 小木曾 啓示 (東大・数理), 小池 貴之 (阪市大・理)
- 第 75 回 Cluster Algebras 2022 年 3 月,
中西 知樹 (名大・多元数理), 伊山 修 (東大・数理), 井上 玲 (千葉大・理), 野原 雄一 (明治大・理工)
- 第 76 回 K3 曲面 – 未だ尽きぬその魅力 – 2023 年 6 月,
向井 茂 (京大・数理研), 金銅 誠之 (名大・多元数理), 岩崎 克則 (北大・理), 桂 利行 (東大・数理), 松本 雄也 (東京理科大・理工)
- 第 77 回 Cartan Geometry -Modern Developments and Recent Applications- 2024 年 3 月,
森本 徹 (奈良女子大・岡研究所), Igor Zelenko (Texas A&M U.), Jun-Muk Hwang (IBS, Korea)
- 第 78 回 ZFC 集合論 – 公理化により判明した証明できないこと – 2025 年 1 月,
依岡 輝幸 (静岡大・理), 酒井 拓史 (東大・数理), 薄葉 季路 (早大・理工)

お問い合わせ 又は ご意見等

112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部数学教室 tel : 03-3817-1745

e-mail : yoshiATmath.chuo-u.ac.jp 三松 佳彦 / takakuraATmath.chuo-u.ac.jp 高倉 樹 (AT を@に変更)

ホームページ: <http://www.math.chuo-u.ac.jp/ENCwMATH>