ENCOUNTER with MATHEMATICS

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2日(金) 14:40 ～ 12月3日(土)

於：東京都 文京区 春日 1-13-27　中央大学理工学部5号館

12月2日(金)

14:40～15:40	可微分力学系のエルゴード理論について I	：鷲見 直哉氏 (熊本大・先端科学)
16:00～17:00	可微分力学系のエルゴード理論について II	：鷲見 直哉氏 (熊本大・先端科学)
17:20～18:10	可微分力学系の大偏差原理 I	：鄭 容武氏 (広島大・工)

12月3日(土)

10:30～12:10	可微分力学系の大偏差原理 II	：鄭 容武氏 (広島大・工)
14:00～15:15	エノン写像の分岐解析へのエルゴード理論の応用 I	：高橋 博樹氏 (慶應大・理工)
15:35～16:50	エノン写像の分岐解析へのエルゴード理論の応用 II	：高橋 博樹氏 (慶應大・理工)
17:00～	ワインパーティー（懇親会）	

別紙の趣旨に沿った集会の第68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 symplectic 構造の研究」課題番号：2624700 代表：小野薫 (京大・数理研)、科学研究費補助金 基盤研究 (B)「リー双代数によるリーマン面の位相幾何学的研究」課題番号 15H03617 代表者: 河澄響矢 (東大・数理)、科学研究費補助金 基盤研究 (B)「結び目理論とその諸科学への応用の研究」課題番号 16H03928 代表者：下川航也 (埼玉大・理工) 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

T^2 上の standard map の軌道の様子。不変トーラスがエルゴード性を妨げている。

画像提供：斉木吉隆氏（一橋大学）

可微分力学系のエルゴード理論について

鷲見 直哉

本講演では，可微分力学系のエルゴード理論の基礎事項を解説する．エルゴード理論は，19 世紀後半に Boltzmann によって導入された「エルゴード仮説」を起源とし，20 世紀に入り Birkhoff と von Neumann らによって数学的な基礎づけがなされた．Birkhoff のエルゴード定理 [8] により測度を保つ力学系では観測量に対する長時間平均が存在する．任意の観測量に対し「長時間平均＝空間平均」を満たすとき，その力学系はエルゴード的であるという．与えられた力学系がエルゴード的かどうかを判定することは，エルゴード理論の主要な課題の一つである．

エルゴード理論において古くから研究されている力学系に，(一様) 双曲型力学系がある．ここで，力学系が双曲型であるとは，力学系の作用で相空間が伸びる方向と縮む方向に分解されているときをいう．1930 年代に Morse, Hopf, Hedlund らによって負曲率曲面上の測地流のエルゴード性が研究され [11]，60 年代に Anosov, Sinai によって Anosov 系のエルゴード性が示された [3, 4]．70 年代には Bowen, Ruelle らによって，（より一般的な双曲型力学系である）公理 A 力学系のエルゴード理論的な研究が行われた [10, 16]．

一方で，双曲型力学系では近似できないような可微分力学系の例が多く知られるようになり [1, 13, 14]，これら双曲性をもたない力学系の研究にスポットライトがあてられるようになった．このとき一様双曲性に代わるものとして用いられているのが，Pesin により定義された非一様双曲性という概念である．Oseledets の定理 [15] により，測度を保つ可微分力学系では，微分の作用による接ベクトルの漸近的な伸び率を表す Lyapunov 指数が定義される．そして，Lyapunov 指数が 0 にならないような力学系を非一様双曲型力学系という．例えば，代表的な非一様双曲型力学系には次のような例がある：

1) ロジスティック写像などの区間上の単峰写像（多峰写像）による力学系 [5, 12];

2) Hénon 型写像族の力学系 [6, 7];

3) 部分双曲型力学系 [2, 9].

鄭氏・高橋氏の講演では，1), 2) に関する彼ら自身の最近の研究結果についてそれぞれ扱われる．

本講演では，Smale の馬蹄形写像など一様双曲型力学系の例を用いながら，両氏の講演で用いられる Lyapunov 指数・エントロピーなどエルゴード理論の基礎事項について解説する．

参考文献

[1] R. Abraham and S. Smale, Non-genericity of Ω-stability. *In Global Analysis, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics*, vol. 14, pp. 5–8. American Mathematical Society, Providence, RI, 1970.

[2] J.F. Alves, C. Bonatti, and M. Viana. SRB measures for partially hyperbolic systems whose central direction is mostly expanding. *Invent. Math.*, **140**(2000) 351–398.

[3] D. Anosov, Geodesic flows on closed Riemann manifolds with negative curvature, *Proc. Steklov Inst. Math.* **90** (1969), 1–235.

[4] D. Anosov and Ya. Sinai, Certain smooth ergodic systems, *Russian Math. Surveys* **22** (1967), no. 5, 103-167.

[5] M. Benedicks and L. Carleson. On iterations of $1 - ax^2$ on $(-1, 1)$. *Annals of Math.*, **122**(1985), 1–25.

[6] M. Benedicks and L. Carleson. The dynamics of the Henon map. *Annals of Math.*, **133**(1991), 73–169.

[7] M. Benedicksand L.S. Young. SBR-measuresfor certain Henon maps. *Invent. Math.*, **112** (1993), 541–576.

[8] G. Birkhoff, Proof of the ergodic theorem, *Proc. Nat. Acad. Sci*, USA **17** (1931), 656–660.

[9] C. Bonatti and M. Viana. SRB measures for partially hyperbolic systems whose central direction is mostly contracting. *Israel J. Math.*, **115**(2000), 157-193.

[10] R. Bowen, Some systems with unique equilibrium states. *Mathematical Systems Theory*, **8** no. 3 (1975), 193–202.

[11] G. Hedlund, The dynamics of geodesic flows, *Bull. Amer. Math. Soc.* **45** (1939), no. 4, 241–260.

[12] M. Jakobson. Absolutely continuous invariant measures for one-parameter families of one-dimensional maps. *Comm. Math. Phys.*, **81** (1981), 39–88.

[13] R. Mañé. Contributions to the stability conjecture. *Topology*, **17** (1978) 383–396.

[14] S. Newhouse, Nondensity of Axiom A(a) on S^2. *Proc. Symp. in Pure Math.*, Amer. Math. Soc. 14. 191–202, 1970.

[15] V.I. Oseledets. A multiplicative ergodic theorem: Lyapunov characteristic numbers for dynamical systems. *Trans. Moscow Math. Soc,* **19** (1968), 197–231.

[16] D. Ruelle, A measure associated with Axiom-A attractors. *American Journal of Mathematics*, **98** no. 3 (1976), 619–654.

可微分力学系の大偏差原理

鄭 容武

カオス力学系，すなわち決定論的な時間発展による軌道のふるまいが初期値に鋭敏に依存するような系を調べる上でエルゴード論的な手法は有効である．例えば，ある地点における今からちょうど 100 年後の天気をぴたりと言い当てることはほとんど不可能であると思われるが，今後 100 年間あるいはより長期間に渡る平均気温やその分布について考えることは意味がある（かもしれない）．離散時間力学系の研究において，それは相空間 X とその上の写像 $f : X \to X$ があたえられたとき，$x \in X$ に対して f の反復合成による像

$$f^n(x) = \overbrace{f \circ \cdots \circ f}^{n\ \text{回合成}}(x) \ \ (n = 0, 1, 2, \ldots)$$

を時間発展と考えて，関数 $\varphi : X \to \boldsymbol{R}$ の（時刻 n における値 $\varphi(f^n(x))$ ではなくて）軌道 $\mathcal{O}_f(x) = \{x, f(x), f^2(x), \ldots, f^n(x), \ldots\}$ に沿った時間平均 $\dfrac{1}{n} S_n\varphi(x)$ の漸近的なふるまいを考察することにあたる．ただし，$S_n\varphi(x) = \varphi(x) + \varphi(f(x)) + \cdots + \varphi(f^{n-1}(x))$. 可微分力学系においては，双曲性や混合性などの適切な仮定のもとで，標準測度（例えば Lebesgue 測度）に対してほとんどすべての $x \in X$ について，$\dfrac{1}{n} S_n\varphi(x) \to \displaystyle\int \varphi \, d\mu_0 \ (n \to \infty), \varphi \in C(X)$ を満たすような不変確率測度 μ_0（これを漸近測度あるいは物理測度という）の存在が知られている．これは確率論における大数の法則に対応するものである．さらに力学系が良い性質を持てば，相関関数が速く減衰することや中心極限定理が成り立つことも示される [1, 5, 6]．また最近，Manneville-Pomeau 写像や 2 次写像に代表されるあるクラスの非一様双曲型力学系に対して，大偏差原理が成り立つための判定条件が得られた [2, 3, 4]. この判定条件は，漸近測度が存在することとは独立したものである．実際に，漸近測度が存在しないにも拘らず大偏差原理が成り立つような Manneville-Pomeau 写像や 2 次写像の例がある．講演では，有界閉区間上の可微分力学系に対してその極限定理，特に大偏差原理について解説したい．

References

1. Baladi, V.: *Positive transfer operators and decay of correlations.* Advanced Series in Nonlinear Dynamics **16**, World Scientific Publ., River Edge, NJ, 2000.
2. Chung, Y. M.: Large deviations on Markov towers. Nonlinearity **24**, 1229–1252 (2011).
3. Chung, Y. M. and Takahasi, H.: Large deviation principle for Benedicks-Carleson quadratic maps. *Comm. Math. Phys.* **315**, 803–826 (2012).
4. Chung, Y. M., Rivera-Letelier, J. and Takahasi, H.: Large deviation principle in one-dimensional dynamics. arXiv:1610.00822v1, 24 pages (2016).
5. Viana, M.: *Stochastic dynamics of deterministic systems.* Colóquio Brasileiro de Matemática **21**, IMPA, Rio de Janeiro, 1997.
6. Young, L.-S.: Recurrence times and rates of mixing. *Israel J. Math.* **110**, 153-188 (1999).

Department of Applied Mathematics, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, 739-8527, Japan

E-mail address: `chung@amath.hiroshima-u.ac.jp`

Date: October 24, 2016.

エノン写像の分岐解析へのエルゴード理論の応用

高橋 博樹

smooth ergodic theory によると、曲面上の $C^{1+\alpha}$ 級微分同相写像の位相的エントロピーが正ならば横断的ホモクリニック点が存在する。横断的ホモクリニック点は、その存在が馬蹄形写像 [3] の存在を意味するなど、構造安定でカオス的な力学系の基本的な構成要素になっている。

力学系の分岐にともなう横断的ホモクリニック点の生成・消滅を局所的に見たモデルがエノン写像であり、これは次の式

$$(x, y) \mapsto (1 - ax^2 + y, -bx) \quad a, b \in \mathbb{R} \text{ はパラメーター}$$

で与えられる $\mathbb{R}^2$ 上の写像である。エノン写像の力学系の分岐を詳しく解析することは、曲面上の一般の力学系の分岐を理解する上で欠かせない。

$b \neq 0$ を一定に保ち、a を大きな値から徐々に小さくしてゆくと、ある分岐パラメーター値 $a^* = a^*(b)$ を境に力学系の構造が変化する。$a > a^*$ では、力学系の不変集合は Smale の馬蹄とよばれる構造安定なカオス力学系の基本的な構成要素になっている。$a = a^*$ では構造不安定であり、$a < a^*$ では種々の複雑な現象が現れる。著しい結果として、90 年代初めにカオス的アトラクターの存在が証明され [1]、以来、a の変動にともなう Smale の馬蹄からカオス的アトラクターへの構造の変化を理解することが重要な問題となった。その後、この変化の過程で現れる種々の複雑な現象を全て列挙し、分類することはほぼ不可能なことが認識されるに至り、それらの中でも a^* の近くでよく見られる（prevalent な）ものを解析することで、全体像を大まかに理解しようとするアプローチが提唱された [2]。

$0 < |b| \ll 1$, つまり面積を強く縮小する場合には、a^* の近くで prevalent なダイナミクスをある程度は決定することができる [4]。さらに、エルゴード理論を応用して測度ゼロの集合を無視することで、双曲性を鍵とする精密な記述と理解が可能になる [5]。これら一連の結果について、非専門家向けに解説する。

References

1. Benedicks, M. and Carleson, L.: The dynamics of the Hénon map. Ann. Math. **133**, 73–169 (1991)
2. Palis, J. and Takens, S.: *Hyperbolicity & Sensitive Chaotic Dynamics at Homoclinic Bifurcations.* (Cambridge Studies in Advanced Mathematics Vol 35) Cambridge University Press (1993)
3. Smale, S.: Finding a horseshoe on the beaches of Rio. Math. Intelligencer **20**, 39–44 (1998)
4. Takahasi, H.: Prevalent dynamics at the first bifurcation of Hénon-like families. Commun. Math. Phys. **312**, 37–85 (2012)
5. Takahasi, H.: Prevalence of non-uniform hyperbolicity at the first bifurcation of Hénon-like families, submitted, Available at http://arxiv.org/abs/1308.4199

Department of Mathematics, Keio University, Yokohama, 223-8522, JAPAN
E-mail address: hiroki@math.keio.ac.jp

Date: October 21, 2016.

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 MATHEMATIQUES 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 Seminaire 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。

Seminaire Bourbaki は、各講演 1 時間、1 回読み切りで、講演内容の level は、講究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、Seminaire 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頂きますので御覧ください。

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), 桝田 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), 宍倉 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，宍倉光広 (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 **非線型の特殊函数論〜Painlevë 方程式の応用** 2005 年 7 月,
大山 陽介 (阪大・情報), 村瀬 元彦 (UC Davis), 筧 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 面体にまつわる数学** 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ー新しい数学を造ろうー** 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–関口対応をめぐって -** 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 ー 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 ー Euler からゼータの世界へー** 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・変分学編ー始祖の業績と現在・未来への展開ー** 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), 池畠 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,
小薗 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,
筧 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・グラウエルト理論 –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 正氏 (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 誠氏 (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 6 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**– 2014 年 6 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)，𡚁田 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・都市教養）

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），
柳田 伸太郎（名大・多元数理），松尾 泰（東大・理）

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