

# ENCOUNTER with MATHEMATICS

## 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8日(月) 14:30 ~ 3月9日(火)

於：東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部5号館

### 3月8日(月)

14:30 ~ 15:50 4本の直線の物語—Schubert 幾何の八方出汁— : 池田 岳氏 (岡山理科大・理)

16:10 ~ 17:30 Schubert 多項式とその仲間 (1) : 前野 俊昭氏 (京大・工)

### 3月9日(火)

10:30 ~ 11:20 Schubert calculus: a symplectic perspective (1) : 原田 芽ぐみ氏 (McMaster Univ.)

11:40 ~ 12:30 同変 Schubert 幾何における最近のトピックス : 池田 岳氏 (岡山理科大・理)

14:30 ~ 15:20 Schubert 多項式とその仲間 (2) : 前野 俊昭氏 (京大・工)

15:40 ~ 17:00 Schubert calculus: a symplectic perspective (2) : 原田 芽ぐみ氏 (McMaster Univ.)

17:10 ~ ワインパーティー (懇親会)

別紙の趣旨に沿った集会の第53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。

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](mailto:yoshi@math.chuo-u.ac.jp) / 高倉 樹 : [takakura@math.chuo-u.ac.jp](mailto:takakura@math.chuo-u.ac.jp)

Hermann Cäsar Hannibal Schubert (1848-1911)

背景：The source of this image is in the public domain and the file was downloaded from Wikipedia.

## 4本の直線の物語 — Schubert 幾何の八方出汁 —

池田岳 (岡山理科大学)

Schubert の幾何について話すなら「4本の直線」の問題からはじめるのが常道だ。「数え上げ幾何」の第一問として、難易度がいい塩梅なのだ。彼が駆使した「個数保存の原理」をナットクするにはこれが一番いい。20世紀の数学の言葉では、保存しているのは個数というよりむしろコホモロジー類ですね、というところで一段落する。

ここまで、舞台は Grassmann 多様体  $Gr(2,4)$  だった。時間が許せば  $Gr(2,5)$  にもちょっと寄り道をしてから、一般の場合の Pieri の公式をお見せする。Hodge による証明は「応用線型代数」の好例であるから、すべての数学者のポケットに入れておきたい。

後の話へのつながりを考慮して（それから私自身の趣味から）、Schur 多項式との関連に触れる。Grassmann 多様体の Schubert 類が Schur 多項式と不思議なことにぴたりと一致する。証明はできても、どうして一致するのか、腑に落ちない。そう感じている人たちの試みを簡単に紹介して、一回目の講演を閉じる。

## 同変 Schubert 幾何における最近のトピックス

池田岳 (岡山理科大学)

トーラス同変のコホモロジーに目を移すとき、キーワードは「局所化」である。同変 Schubert 類を「表現する」特殊多項式の仲間を紹介して、局所化に親しみを感じていただく。私がそうだったように。

Goresky と MacPherson によると、一般旗多様体と Springer fibers の同変コホモロジーには「双対性」がある。Braden のグループは、表現論的な手法でこの双対性にせまろうとしている（ように見える）。この試みは、Schubert 幾何と Schur 多項式の不思議な関係というテーマのひとつの変奏のように聴こえる。浅学をかえりみず、紹介してみよう。

参考文献：

Tom Braden, Anthony Licata, Christopher Phan, Nicholas Proudfoot, Ben Webster, Localization algebras and deformations of Koszul algebras, arXiv:0905.1335v2.

# Schubert 多項式とその仲間 (1) (2)

前野 俊昭 (京都大学大学院工学研究科)

$A$  型の旗多様体  $Fl_n$  のコホモロジー環  $H^*(Fl_n, \mathbb{Z})$  が対称群の余不変式代数としての表示, 即ち,

$$H^*(Fl_n, \mathbb{Z}) \cong \mathbb{Z}[x_1, \dots, x_n]/(e_1(x), \dots, e_n(x)),$$

( $e_1(x), \dots, e_n(x)$  は基本対称式) という表示を持つことは良く知られている. Schubert 多項式とは, このような表示の下で  $Fl_n$  の Schubert 類たちを表すような多項式の族であり, 組合せ的にもとりわけ良い性質を持ったものである. Schubert 多項式概念は 1980 年代はじめに A. Lascoux と M.-P. Schutzenberger によって導入されたもので, その意味する所も非常に自然なものであるが, 例えば Schur 多項式等と比べると専門外の人々にとってあまり一般的ではないようである. Schubert 多項式の定義自体はかなり簡単に書き下すことができるものだが, 実は Schubert 多項式は Schur 多項式を特別なケースとして含むような族をなしており, 組合せ的・代数的に様々な著しい性質を示す. また, 問題の設定を色々変えて, 例えば  $A$  型以外のケース, 同変コホモロジーや  $K$  環のケース等を考えてみると, それに応じて様々な「仲間たち」が得られることになり, これらは今現在も活発な研究が続けられている対象である. 講演の前半部分では, Schubert 多項式の基本的な性質について紹介するとともに, Schubert 多項式の仲間たちについても整理しながら Schubert calculus の組合せ的側面について概観したい. 主な問題となるのは, Monk 型公式や Pieri 型公式のような乗法規則や, 係数の正值性, その組合せ解釈等である. Schubert 多項式の「仲間」としては, Bernstein-Gelfand-Gelfand 多項式, 二重 Schubert 多項式, Grothendieck 多項式, そして比較的最近の話題としてそれらの量子化等がある. これらの多項式は互いに類似した面もあれば, 対照的な性格を示す面もある.

講演の後半部分では, 前半の内容を踏まえつつ, NilCoxeter 代数と呼ばれる非可換代数との関係について紹介する. この代数は (二重) Schubert 多項式の定義自体にも深く関わっているほか, Schubert calculus における基本的な諸問題にアタックする際に有用な手段ともなっている. また, 可積分系の理論で現れる Yang-Baxter 方程式とも関係があり興味深い. ここでは特に, NilCoxeter 代数を用いて Stanley 予想や Macdonald 予想と呼ばれる Schubert 多項式の組合せ的な性質に関する予想が示されることを紹介したい.

## 参考文献

- [1] I. N. Bernstein, I. M. Gelfand and S. I. Gelfand, *Schubert cells and cohomology of the spaces  $G/P$* , Russian Math. Surveys **28** (1973), 1-26.
- [2] S. Fomin and A. N. Kirillov, *The Yang-Baxter equation, symmetric functions, and Schubert polynomials*, Discrete Math. **153** (1996), 123-143.
- [3] S. Fomin and R. P. Stanley, *Schubert polynomials and the nil-Coxeter algebra*, Adv. Math. **103** (1994), 196-207.

- [4] W. Fulton, *Young Tableaux*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- [5] A. Lascoux, *Anneau de Grothendieck de la variété de drapeaux*, The Grothendieck Festschrift, vol. III, Progress in Math., Birkhäuser, 1990, 1-34.
- [6] A. Lascoux and M.-P. Schützenberger, *Polynômes de Schubert*, C. R. Acad. Sci. Paris **294** (1982), 447-450.
- [7] I. G. Macdonald, *Notes on Schubert Polynomials*, Publications du centre de mathématiques et d'informatique, Université du Québec, Montréal, 1991.
- [8] L. Manivel, *Symmetric Functions, Schubert Polynomials and Degeneracy Loci*, SMF/AMS texts and monographs, vol. 6, SMF/AMS, 2001.

# Schubert calculus: a symplectic perspective (1), (2)

Megumi Harada (原田芽ぐみ), McMaster University

This will be an expository talk aimed at a broad mathematical audience, including graduate students.

(1) **An introduction to Schubert calculus:** Modern Schubert calculus is a circle of ideas and questions exhibiting a rich variety of interactions between algebraic and symplectic geometry, equivariant topology, representation theory, and combinatorics. To illustrate this concretely, I will begin by briefly recalling some of the most basic notions of Schubert calculus, such as flag varieties, Bruhat cells, Schubert varieties and Schubert classes, and intersection theory, with an emphasis on their role in the symplectic-geometric aspects of the subject. In the time remaining, I will give a selected overview of some of the underlying themes and tools in the modern approach to the subject, with an emphasis on equivariant geometric and topological methods which apply more generally to geometric representation theory beyond the realm of classical Schubert calculus, which will be the main focus of the second talk. There will be an emphasis on concrete, illustrative examples throughout.

(2) **Geometric ideas in representation theory:** One of the great joys of Schubert calculus, as discussed in the first talk, is the rich interaction between geometry, representation theory, and combinatorics. In this second talk, I will further explore these connections by discussing some of the key ideas which provide the links between (algebraic and symplectic) geometry and representation theory and provide the foundations for a key component of modern geometric representation theory. Throughout, I will emphasize the relationships between, and similarities with, the fundamental themes and tools of Schubert calculus presented in the previous talk.

To illustrate the ideas concretely, I will again use a classical and simple but illuminating example: the Schur-Horn theorem and Horn's problem, which deals with the question of finding tensor product multiplicities. In the process of telling this story, I will briefly introduce some of the main themes of the subject (from the symplectic-geometric perspective): the theory of moment maps and convex polytopes via the Atiyah-Guillemin-Sternberg and Kirwan convexity theorems, Bott-Borel-Weil theory, geometric quantization, the quantization-commutes-with-reduction theorem, and the Duistermaat-Heckman theorem. I will conclude by giving a selected overview of open questions, unresolved issues, and some recent exciting new developments and work in progress in some of these areas, including work of Okounkov and Kaveh-Khovanskii.

# ENCOUNTER with MATHEMATICS

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

中央大学 大学院 理工学研究科 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、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、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・多元数理)
- 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), 寺仙 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・多元数理)
- 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・多元数理)
- 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・多元数理), 吉田 朋好 (東工大・理), 土屋 昭博 (名大・多元数理)
- 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), 寺仙 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・多元数理), 納谷 信 (名大・多元数理), 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・多元数理), 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・多元数理), 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・多元数理)
- 第25回 Weil 予想 12月, 堀田 良之 (岡山理大・理), 藤原 一宏 (名大・多元数理), 斎藤 毅 (東大・数理), 宇澤 達 (名大・多元数理)
- 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 非線型の特異点論 - 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), 筑 三郎 (立教大・理)
- 第35回 山辺不変量 - 共形幾何学の広がりに - 2005年12月, 小林 治 (熊本大・理), 石田 政司 (上智大・理工), 芥川 和雄 (東京理科大・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), 斎藤 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・多元数理), 竹内 潔 (筑波大・数学系)
- 第39回 Lusternik-Schnirelmann カテゴリー 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・多元数理), 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・多元数理)
- 第44回 環境数値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 (中央大・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・多元数理), John McKay (Concordia 大/京大・数理研), 植田 一石 (阪大・理)
- 第46回 幾何学の変分問題 - 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,  
小園 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 (熊本・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 孝氏 (金沢大・理), 藤原 大輔氏 (学習院大・理), 加藤 晃史氏 (東大・数理), 熊ノ郷 直人氏 (工学院大・工)

お問い合わせ 又は ご意見等:

112 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学大学院理工学研究科数学教室 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>