

ENCOUNTER with MATHEMATICS

第60回

結び目理論とその不変量をめぐって

2013年5月17日(金) 14:40 ~ 5月18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

$$6 + 3t + 4t^2 + 6t^3 + 4t^4 + 3t^5 + 6t^6$$

5月17日(金)

14:40 ~ 16:00 結び目理論の歴史をたどる : 村杉 邦男氏(トロント大)

6 + 2t + 6t^3 + 4t^4 + 3t^5 + 6t^6 + 6t^7 + 2t^9 + 6t^{10}

16:20 ~ 17:50 8の字結び目補空間の双曲構造
- Riley の発見と Jorgensen, Thurston の仕事 -

: 作間 誠氏(広大・理)

5月18日(土)

10:30 ~ 12:00 多項式不変量のカテゴリー化 : 森藤 孝之氏(慶大・経)

13:50 ~ 15:10 ファイバー結び目と
ねじれ Alexander 不変量 : 合田 洋氏(東京農工大・工)

15:30 ~ 17:00 結び目理論と整数論 - 数論的位相幾何学
: 森下 昌紀氏(九大・数理)

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60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 AT math.chuo-u.ac.jp / 高倉 樹 : takakura AT math.chuo-u.ac.jp

$$6 + 5t + 6t^2 + 3t^4 + 2t^5 + 3t^6 + 6t^8 + 5t^9 + 6t^{10}$$

結び目理論とその不変量をめぐって

5月17日(金)

結び目理論の歴史をたどる：村杉 邦男 (80分)

約150年の昔、1870年代、P. G. Tait, C. N. Littleなどの経験的な結び目の研究から始まった古い結び目理論は、20世紀初頭のM. Dehnの研究をへて、1920 - 30年後半、Reidemeisterを中心とするドイツ学派の活躍によって良く知られるようになった。第2次世界大戦後の1950年以降、結び目理論はFoxを中心とするPrinceton学派に受け継がれ、さらに代数的位相幾何学の手法を用いて近代化され、1950年後半から60年後半にかかる黄金時代を迎える。1970年後半、Rileyのexcellent knotの発見を契機として結び目理論は3次元双曲多様体理論に大きく貢献すると同時にその影響を受ける。更に1984年のJones多項式の発見は結び目理論への影響とともに3次元多様体の量子不変量への発見とその発展に大きく寄与する。一方20世紀末から結び目理論と数論の類似を追求することから発展した数論的位相幾何学と呼ばれる新しい分野が誕生し今後の発展が期待されている。

この講演ではこうした結び目理論の一連の歴史を理解する為に必要な結び目理論の基本概念を説明する。結び目の同値、結び目群、その置換群への表現、被覆空間から始まって、Alexander多項式、符号数、種数、結び目解消数などの不変量、また、交代結び目、トーラス結び目、2橋結び目などの特別な結び目のクラスの説明などと共にJones多項式、ねじれAlexander多項式などの定義と結び目理論の古典的予想への応用を解説する。最後に、最近のAlexander多項式の零点に関するHosteの予想とLehmer問題などとの関連について述べる。

8の字結び目補空間の双曲構造

- Rileyの発見とJorgensen, Thurstonの仕事 - : 作間 誠 (90分)

1952年に出版された論文で、Foxは結び目のロンギチュードの概念を導入し、結び目群の5次交代群への表現を用いることにより、グラニー結び目とスクエア結び目は同じ結び目群を持つが、同値ではないことを証明した。この研究に触発されたRileyは結び目群の非可換表現の研究を開始し、1970年に、2橋結び目群のパラボリック表現が多項式で記述できることを証明した。更に1973年には、Poincaré基本多面体定理を用いることにより、8の字結び目群の非自明パラボリック表現が忠実かつ離散的であることを証明した。そしてこの事実は8の字結び目補空間上の完備双曲構造の存在を導くことを、Waldhausenの定理を用いて示した。当時、この研究に興味を示す研究者は殆どいなかったが、その重要性に気づいたSingermanの物心両面に渡る援助を得たRileyは、コンピュータを援用することにより、具体的な結び目補空間の双曲構造を構成していき、そしてついには、明らかに双曲でない結び目(即ちサテライト結び目とトーラス結び目)を除けば、全ての結び目空間は完備双曲構造を持つであろうと確信するに至った。

一方, Haken 多様体の幾何化定理の証明に向けて邁進していた Thurston は, 一時期, 8 の字結び目を含むファイバー結び目補空間は双曲構造を持たないのではないかという疑念にとらわれていた. なぜならば, もしファイバー結び目補空間が双曲構造をもつならば, その普遍被覆である 3 次元双曲空間におけるザイフェルト曲面の逆像 (の無限遠境界) は, 奇妙奇天烈な形をしなくてはならず, どう考えても矛盾が生じるように思えたからである. しかし, その「奇妙奇天烈な形」は球面充填曲線 (Cannon-Thurston map) として実現できることに気づき, この疑念は氷解した. Riley の先駆的な研究は, このような疑念を持っていた Thurston を大いに力づけ, Haken 多様体の幾何化定理の証明にも弾みがついた. 本講演では, この経緯を Riley の私的ノート「A personal account of the discovery of hyperbolic structure on some knot complements」に従って紹介しつつ, 次の内容について解説する予定である.

- (1) 2 橋結び目群とそのパラボリック表現
- (2) Riley による 8 の字結び目補空間の双曲構造の構成
- (3) 8 の字結び目補空間のファイバー構造
- (4) Jorgensen-Marden による 8 の字結び目補空間の双曲構造の構成
- (5) OPTi で見る Cannon-Thurston map と Thurston の二重極限定理
- (6) 2 橋構造から見た 8 の字結び目補空間の双曲構造

5月18日(土)

多項式不変量のカテゴリー化: 森藤 孝之 (90 分)

Ozsváth-Szabó による Heegaard Floer ホモロジーの発見以降, 結び目不変量のカテゴリー化 (結び目の多項式不変量に対して, それをオイラー標数とするホモロジー理論を構築すること) は, Khovanov による Khovanov ホモロジーの発見をはじめ, 数学の様々な分野と関連しつつ, 近年, 大きく発展してきました.

講演では, 結び目の Floer ホモロジーと Alexander 多項式, Khovanov ホモロジーと Jones 多項式の関係概観し, そこから得られる結び目不変量 (τ 不変量と Rasmussen 不変量) が, 種数や結び目解消数などの古典的不変量の決定にどのように貢献しているかをご紹介したいと思います.

ファイバー結び目とねじれ Alexander 不変量: 合田 洋 (80 分)

ねじれ Alexander 不変量は 1990 年代前半に Xiao Song Lin 氏によって結び目に対して定義され, 和田昌昭氏によって有限表示群に対して定義されました. 和田によるものは群とその表現について定義され, 特に自明表現に対するものが Alexander 多項式となるような一般化になっています. その後, 北野晃朗氏により結び目群に対する和田の定義とライデマイスタートーションとの関係が明確にされました. これは Milnor の仕事の一般化になっています.

ファイバー結び目とは，その補空間に S^1 上の fiber bundle の構造が入るものをいいます．1960 年頃から認識され始め，現在でも様々な研究が進んでいます．

ねじれ Alexander 不変量は群だけでなくその表現に依存するので，2 つの結び目が同じものか否かを判定するためには対象にしている表現全てについて比較しないといけなくなるので大変です．しかしながら，ファイバー結び目のねじれ Alexander 不変量はどの表現を経由しても monic になるということがわかり，'ファイバー結び目でない'ことを示すのに威力を発揮します．

本講演では和田による，Fox の自由微分を用いたねじれ Alexander 不変量の定義を紹介します．次にファイバー結び目の幾何学的な判定法，ファイバー 2 橋結び目のモノドロミー写像のある表示の求め方を紹介し，最後にねじれ Alexander 不変量を用いたファイバー結び目の判定について最近の結果も含めて述べる予定です．

結び目理論と整数論 - 数論的位相幾何学：森下 昌紀 (90 分)

結び目と素数の類似に基づき，結び目理論と整数論における諸概念，諸理論の間には基本的な類似・並行性がみられます．近年，この類似性を追求しようという研究領域-数論的位相幾何学-が生まれ，結び目理論と整数論の間の相互啓発的な研究が行われるようになってきました．

Encounter では，今から 200 年前の Gauss の研究からはじめ，現代の結び目理論と整数論に至るまで，両者の中の親密な類似性を具体的な例を通じてお話しするとともに，最近の研究や新しい展開についてもご紹介したいと思います．

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ようですが、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), 寺杉 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 幾何学 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(広大・理)
- 第11回 曲面の写像類群 4月, 森田 茂之(東大・数理), 河澄 誓矢(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), 寺杉 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 スベクトル・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), 算 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 カテゴリー 2007年3月,
岩瀬 剛夫(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(東北学院大・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>