ENCOUNTER with MATHEMATICS

第57回

偏微分方程式の接触幾何

2011年10月14日(金) 14:30 〜 10月15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

10月14日(金)

14:40〜16:10　Monge 特性系を積分する
Darboux の2階偏微分方程式の解法について
：佐藤 肇氏 (名大・多元数理)

16:40〜18:00　Differential systems における包含性
：垣江 邦夫氏

10月15日(土)

10:30〜12:00　二階の接触幾何学–1　：山口 佳三氏 (北大・理)

14:00〜15:20　Differential systems における characteristics
：垣江 邦夫氏

15:40〜16:50　二階の接触幾何学–2　：山口 佳三氏 (北大・理)

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57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 / 高倉 樹 : takakura@math.chuo-u.ac.jp

Monge 特性系を積分する Darboux の２階偏微分方程式の解法について

佐藤 肇 (名古屋大学大学院多元数理科学研究科)

偏微分方程式系の解の存在や大きさを判定するのに，実解析的で包合系の場合には，Cauchy-Kowalewski の定理を用いて確立された Cartan-Kähler の方法がある．しかし C^∞ カテゴリーにおいては，有名な H.Levy の例が示すように解の存在自体も定かではない．

C^∞ カテゴリーにおいても，２変数１未知関数の場合には，ある種の 良い形の偏微分方程式に対して，適当な中間の積分が存在して，そのことを用いて，常微分方程式により解を得る方法が，1773 年の Laplace，1784 年の Monge，1814 年の Ampère などの論文で考察され,，1870 年に Darboux により拡張された．

その後，1898 年の Goursat の「２階偏微分方程式講義第２巻」で，Darboux の方法として，Monge 特性系が可積分 (Darboux 可積分) な双曲型微分方程式の例の具体的な解と，それを得る方法が詳述された．次の伝統的な記号

$$z = z(x,y),\ p = \frac{\partial z}{\partial x},\ q = \frac{\partial z}{\partial y},\ r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2},\ s = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y},\ t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}$$

を用いて記述される微分方程式 $F(x,y,z,p,q,r,s,t) = 0$ で，Darboux 可積分となる F の例には次のようなものがあげられる．

$$s - e^z,\quad r - qs + pt,\quad r + f(s),\quad 3rt^3 + 1,\quad s - pz,\quad rs - p,\quad r + f(x,y,p,s),$$
$$r + f(x,y,p,\frac{s}{q}),\quad r + f(x,p,se^{Kz}),\quad s - f(z).\quad s(x+y) - 2\sqrt{pq}\ .$$

Goursat は放物型の方程式についても Monge 特性系が可積分なものを研究したが，これについては 1911 年に，Cartan が有名な ”5 変数の論文”で，Goursat 方程式と名付け，その幾何学的意味を明らかにした．講演ではこれらの２変数１未知関数の場合の古典的な理論を，現代数学の枠組みで解説したい．

このように，２変数の場合は，Monge 特性系の中間積分を経由して解を得る方法が発展して来たが，これが３変数以上の場合には，Kakié 等によるほんの少しの結果のみしか知られていない．多変数の場合の，偏微分方程式の有効な解法を確立することが 21 世紀の数学の大問題の一つであるだろう．

Differential systems における包合性

垣江　邦夫

幾何学や数理物理学において、複数個の未知関数に関する多くの非線形 (含線形) 偏微分方程式を連立させた系で表現される問題がある．例えば n 次元空間における 1 次の外微分形式から成る方程式系 (いわゆる Pfaff 系)

$$\omega_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ji}(x)dx^i = 0 \quad (j = 1, \ldots, r) \tag{1}$$

はそのような方程式系の典型である．これらに関するもっとも基本的な問題は, 解 (積分多様体) が存在するか？ また 存在する場合に その解はどのくらいあるか？というものである．例えば単独偏微分方程式などの場合は解析的な解の存在は確立されているが (Cauchy-Kowalevskaya 定理), 一般の方程式系の場合は‘ 両立条件 ’などの考察が必要となり, 解が存在・非存在を判定したり，解を求めたりすることは けっして易しいことではない．19 世紀末から 20 世紀にかけてに Riquier と E.Cartan は, 独立にこの問題を扱う方法を与えた．彼らの方法はかなり異なったものである．ここでは E.Cartan の方法において基礎となる包合系 (systèmes en involution) というものについて, その後の発展を踏まえつつ, 概説をする．

包合系というのは, 大雑把にいえば, 解を求める‘ ある方法 ’が適用できる為の条件を満たす系であるといえるが, その意義は次の有名な定理にある．

The Cartan-Kähler の定理：　解析的な包合系は (局所) 解析解を有する．また 解の集合は‘ パラメタライズ ’できる．

このような包合系は 当然ながら非常に良い性質を備えていて, 例えば characteristics などの概念を定義し 応用することを可能にするクラスを与える．

Differential systems における characteristics

垣江　邦夫

Differential systems において‘ characteristics ’と呼ばれるものは種々あるが,　ここでは次の三つを取り上げる：

(A) The characteristic variety (The characteristic covector);

(B) The Cauchy characteristics;

(C) The Monge characteristics.

(A) は　例えば　楕円型あるいは双曲型な differential systems を定義するときに用いられるものである．包合系のクラスにおける非常に狭い範囲ではあるが, 楕円型あるいは双曲型の包合系に対して微分可能解の存在が示されている．(一般的な微分可能解の存在問題は非常に難しく, 例えば一般的な存在定理が得られてもよさそうな楕円型の場合であっても いまだ 3 次元以上の場合は一般的な存在定理は得られていない.）

(B) については　その理論が確立されているとも言ってよく (E.Cartan),　偏微分方程式の一部の古典理論は, これにより一般的な視点から簡潔明瞭に説明されることは周知である．

ところで (C) は最も捉え方が容易でなく, 古典理論においては 主に 2 独立変数の 1 未知関数に関する偏微分方程式などについて論じらているものであった（Darboux,Goursat etc.). ここでは一般の偏微分方程式の包合系の場合にもこの概念が拡張できる一つの方法を概説する．ここで　包合性を有している系ということが,　議論を自然に行うことができる基盤となっている．

古典的な議論では 2 変数同次多項式である特性多項式の因数分解という操作がその過程で現れるが,　一般の場合は 特性加群と呼ばれる多項式環上の加群の準素分解という操作を対応させればよいことを可能にする．　一般の場合にも Monge characteristics はある程度は有効な応用を有する．ただしこの概念が実際有効なのは, 双曲型の系の中のごく限られたクラスに対してであるが......

二階の接触幾何学

山口 佳三 (北海道大学理学部)

よく知られているように１未知関数の一階偏微分方程式系の解法は、幾何学的には接触変換による１階ジェットの空間、すなわち接触多様体の部分多様体論と理解できる。この流れを引く、１９世紀後半の２変数１未知関数の偏微分方程式（系）に対する幾何学的理論が Monge, Darboux, Goursat, E.Cartan 等によって進められた。この講では、これらの研究の中で、特に E.Cartan の研究を、多変数化して、「二階の接触幾何学」として理解する試みについて述べたい。

E.Cartan は、有名な５変数の論文で、次の２つのクラスの 2 変数１未知関数偏微分方程式（系）の求積の問題を論じている：

(A)　２つの方程式で定義される過剰決定系で involutive なもの。

(B)　放物型単独方程式で、その Monge 系が完全積分可能なもの。

さらに、E.Cartan は、これらの偏微分方程式（系）の接触同値問題が、５変数空間上のランクが２ないし３の微分式系（Pfaff 系）の同値問題に還元されることを示している。また E.Cartan は、5 変数空間上のランク２およびランク３の generic な微分式系の幾何学に対して Cartan 接続を構成している。現代のことばでいえば、これらの幾何が G_2-型のパラボリック幾何学であることを示した。その中で、これらの幾何の Flat model を与える微分式系に対応するものとして次の偏微分方程式 (系）を得ている：

$$(A) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = \frac{1}{3}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right)^3, \quad \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\right)^2.$$

$$(B) \qquad 9r^2 + 12t^2(rt - s^2) + 32s^3 - 36rst = 0.$$

これらの方程式は共通して、無限小接触自己同型環が、１４次元例外型単純リー環 G_2 と同型である。

この講では、これらの一般化にあたる、二階の接触幾何学に於ける２つの還元定理 (Reduction Theorem) を議論したい。この還元定理は、多変数の Monge 系の概念ともおおいに関連している。ここでの道具立ては、微分式系の幾何学であり、現在パラボリック幾何学と呼ばれることの多い田中理論の活躍の舞台でもある。その様子を概観したい。

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 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), 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), 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 (東京理科大・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－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・多元数理), 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)

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