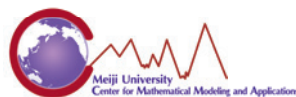


MIMS/CMMA News Letter



明治大学
先端数理科学インスティテュート (MIMS)
Meiji University, Meiji Institute
for Advanced Study of Mathematical Sciences (MIMS)



文部科学省 共同利用・共同研究拠点
「現象数理学研究拠点」(CMMA)
MEXT Joint Usage / Research Center
"Center for Mathematical Modeling and Applications" (CMMA)

VOLUME

02

June
2015

発行者

明治大学 先端数理科学インスティテュート

〒164-8525 東京都中野区中野4-21-1 明治大学中野キャンパス 高層棟8階

Tel: 03-5343-8067 / FAX: 03-5343-8068

Web site: <http://www.mims.meiji.ac.jp/index.html>

Leader Message

「新任の挨拶」

先端数理科学インスティテュート所長 萩原一郎

MIMSにお世話になって3年、未だ十分に全体を掴みきれたとは言えない状況で、この度、思いがけず、新所長に推挙されました。

三村前所長はこれまで、社会、自然、生命現象の解明と数学の橋渡しである数理モデリングをミッションとする現象数理学を逸早く提唱され、グローバルCOEプログラム「現象数理学の形成と発展」の申請、推進、先端数理科学研究科の立ち上げ、そしてGCOE終了後は現象数理学研究拠点認定等々、精力的に「現象数理学」を築きあげてられました。その中で、私はまだ何ら貢献できておらず、大変心もとなく感じております。

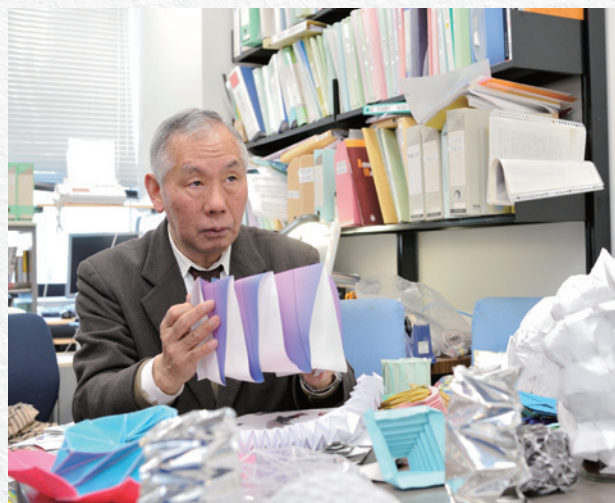
しかし、三村前所長からも「出来る限りサポートをする」と激励されお引受することに致しました。

これまで、三村前所長中心に、素晴らしい実績を上げています。MIMSの名を汚さないよう全力で職務を全うしたいと思います。

具体的には、次の4点を肝に銘じて注力したいと思います。

(a) 既存の一分野で解決出来ない複合的な現象解明に向けて、国内外において観測、実験等、直接現象に携わる研究者と数学・数理科学分野の研究者の出会いの場として、数理モデリングという共通言語を確立することから共同研究・研究交流を行い、この分野の国際的拠点としての機能を果たす。

(b) 共同研究と研究集会の機会の提供、この分野で活躍する



ポストドクの雇用による若手の養成、国際会議・定期的セミナーなどを実施して、国内外において現象数理学分野の発展を推進すると共に若手人材を養成する。

(c) 研究だけでなく、高校生のための見学会、体験教室、模擬講義などを実施し、次世代を担う若者に現象数理学という学問分野の面白さと重要性を広く知ってもらう教育の機会を作る。

(d) 現象数理学の若手研究者向けに企業マインドセミナーを開催し、この分野の若手専門家のキャリアパスの中に企業での活躍の道も広く開拓する。

今後とも、先端数理科学研究科とMIMS が車の両輪のように連携しながら大きな成果が得られるよう、御指導とご協力をお願いし挨拶とさせていただきます。どうぞ宜しくお願い申し上げます。

融合研究プロジェクトの紹介

2015年度MIMSの主な研究活動は自然科学、社会科学分野にまたがって5つの融合研究プロジェクトである。

それらについて今後紹介していく予定であるが、本号ではその一つである「生物と数理の融合研究プロジェクト」を紹介する。

「生物と数理の融合研究プロジェクト」

“Interdisciplinary Research Project for Mathematical Sciences and Biology”

プロジェクト・リーダー：三村昌泰 (MIMS副所長／研究・知財戦略機構)

MIMS内には医・生物系の複雑現象の解明をモデリング、解析、シミュレーションを駆使する現象数理学的方法論を実践しているグループがあり、国内外の研究者との共同研究を活発に展開している。海外では、特にフランスの研究者との共同研究が活発に行われてきたことから、これまでフランス国立科学研究センター (CNRS) の国際連携事業の支援のもとで生物、医学システムに現れる複雑現象の数理的理解を研究課題として日仏間の共同研究を推進してきた。歴史的に見れば、2003年、CNRS国際的科学共同プログラム (PICS) に、MIMSが提唱している現象数理学と同じアプローチを用いている「生命科学に現れる反応拡散系のモデリングと数理解析」に申請し、採択された (PICS1934)。このプログラムは両国の代表者である Danielle Hilhorst (CNRS/フランス側)、三村昌泰 (日本側) のもとで以後4年間精力的に展開された。更に、そのプログラムの継続、発展を目指してMIMSが誕生した2007年、PICSの次の共同研究事業である国際連携ラボラトリ (LIA) に申請した。LIAには日本側ラボとしてMIMSと東京大学大学院数理科学研究科、フランス側ラボとしてパリ南大学数学教室、グルノーブル大学生物工学研究科 (AGIM) の研究機関がコアになって、「生命科学の現象数理学の展開」のテーマのもとに両国において活躍している研究者の中から、日本側は33名 (MIMSから7名)、フランス側は36名のメンバーが参加することになり、これまでの実績から、採択されたのであった (LIA197)。尚、このラボの日本側主組織委員にはMIMS所長である三村昌泰が選ばれた。この活動は2014年に終了したが、その間、共同研究に携わる研究者は日仏に限らず徐々に他の諸国から参加することになり、現象数理学の国際的ネットワークが徐々に確立していったのであった。

このような経緯の中で、2015年CNRSにおいてLIAの次の段階である国際研究ネットワーク (GDRI) に対して、フランス、日本に加えて、韓国からKAIST数理科学教室、台湾から国立理論科学研究所 (NCTS) 数学部門が参加する4国間ネットワークから研究課題 “Mathematical understanding of complex phenomena arising in biology, chemistry and medicine” を申請することになった。その結果、採択されることになり、今年度から5年間新たな挑戦が始まったのである。

今回MIMS内で推進する「生物と数理の融合研究プロジェクト」はGDRIの日本側研究機関の代表として現象数理学の国際的ネットワーク確立をミッションとしてその活動を展開することである。



CMMA Colloquium (No.011) / 第11回現象数理学コロキウム

日時: 2015年4月23日 (木) 16:30 ~ 17:30

会場: 明治大学中野キャンパス 6階 研究セミナー室

水藤 寛 Hiroshi Suito 氏 (岡山大学大学院環境生命科学研究科)

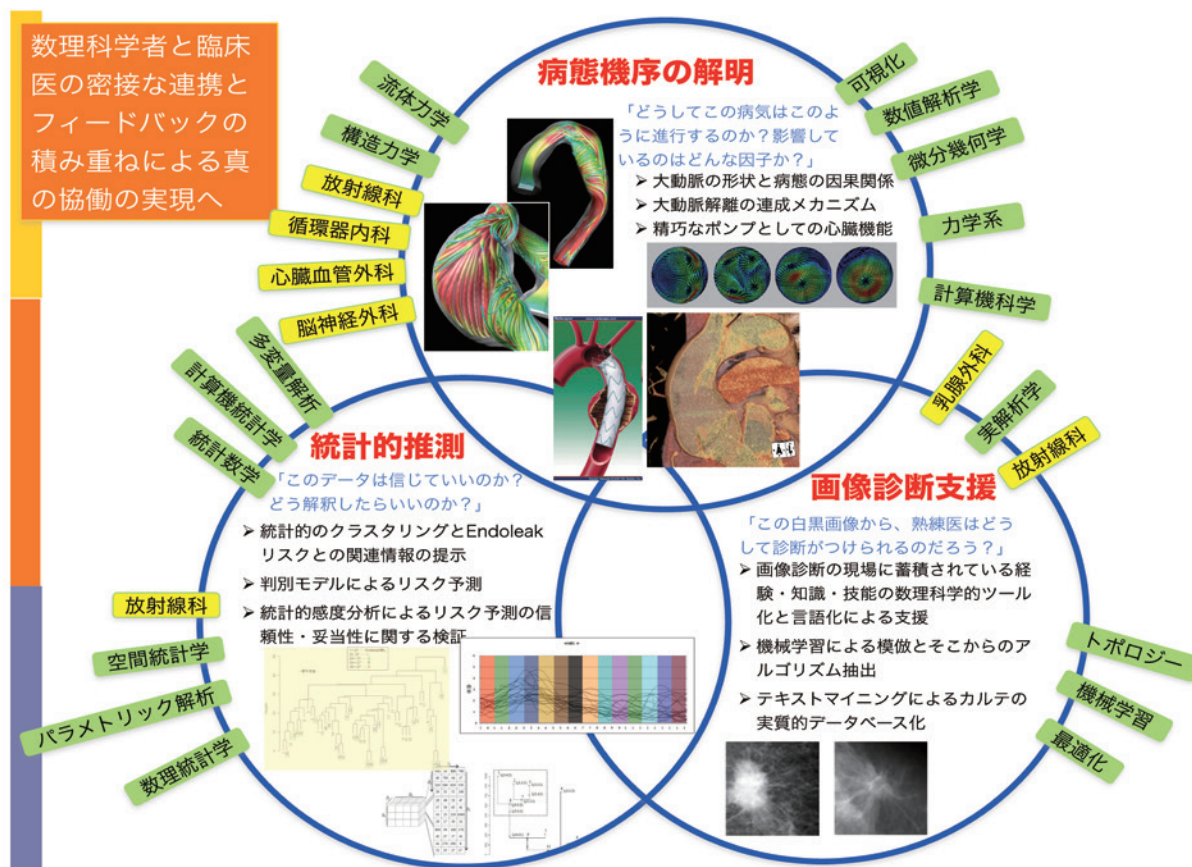
「臨床医学と数理科学が協力することでもたらされるものとは」

臨床医学は基本的に長年にわたる経験の蓄積の上に成り立っている。一方、数理科学は常に厳密な論理の上に成り立っている。このような一見全く違う性癖を持った分野が協力することは可能なのだろうか？

我々の体は桁外れに複雑で、その仕組みの全貌を解き明かすことなど、健康な状態はもちろん、その病気に至ってはとても無理なようにも見える。しかし、その複雑な生命システムの中には、様々な病気の発生メカニズムに関わる単純な、しかし本質的な要素が隠れているのではないだろうか？臨床医学における「経験の重要性」は、まさにこの「何が本質的なのかを見極める」ことにあると言ってもよい。この視点は、物事を抽象化し、本質的な要素を抽出しようとする数学の営みに重なってくる。

本講演では、我々のチームで進めているそのような営みのなかから、いくつかの話題を取り上げてご紹介する。そのひとつは、大動脈の形状と病態の関係に関するものである。大動脈瘤などの血管系の病態については、その発生メカニズムや悪化の過程など、まだ完全にはわかっていない点が多い。我々はその中から、血管形状の因子と病態の関係に注目している。形状因子と一口に言っても様々であるが、その中から、病態と特に関係の深い因子を取り出し、幾何学的な概念を用いて特徴付けすることで、具体的な病態との関係性を示すことを進めている。もう一つの話題は、熟練医の診断論理を、アルゴリズム化、言語化することである。熟練医の持つ診断論理の中には、経験の積み重ねによって確立されているものの、それが明確な手順として言語化されていないため、後輩に伝えていくのが難しいものが数多くある。このような場合に、それを機械学習によって模倣するのみではなく、それがどのような論理から構成されているのかを数理科学的に抽出することは非情に重要である。

本講演では、このような試みの概略をご紹介しながら、ご一緒にその目指すべきところについて考えてみたい。



MIMS 所員・研究員の活動紹介

リスクー勇気を持って 試みることーの数理

松山直樹

(明治大学 総合数理学部 教授/MIMS所員)

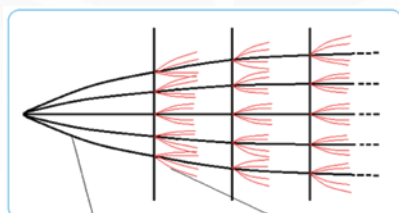


なんとなく悪い語感の「リスク」という言葉ですが、ラテン語の語源は意外にポジティブで「勇気を持って試みること」だそうです。個人では徹底してリスクを避けた生き方というのも可能かもしれませんが、企業は何らかのリスクを取らないと収益機会を失い存続できません。ただし、そのリスクは、企業の目的に沿い企業の体力(資本)と管理能力に見合うものでなければなりません。特に、他人のリスクの引き受けを生業とする金融・保険では深刻で、古くから定量的なリスク管理能力の進化が求められてきました。そこで最初に確立された手法が保険分野のアクチュアリー数理で、さらに20世紀後半になって金融分野のファイナンス数理が発達しました。似たようなものと思われるかもしれませんが、前者の基本前提は引き受けたリスクは資本で吸収することであり、後者の基本前提はリスクは市場を通じて移転(複製)可能ということになります。この結果、リスク計測の基本となる確率測度に違いが生じ、前者は実測度、後者はリスク中立測度と呼ばれるものが使われます。とはいえ、未だに一件着落とはいかず、繰り返される金融危機のたびに、銀行や保険会社がリスク管理の失敗で潰れたり、救済に多くの税金が使われる事態が続いています。

現実的に考えてみると、全てのリスクを資本で吸収することには無理があるし、金融市場が常に機能して常時リスクが移転可能という前提にも無理があるので、アクチュアリー数理とファイナンス数理の融合が必要です。このような視点から、世界標準の汎用リスク管理プラットフォームを開発した海外の企業と共同して、二つの確率測度を整合的に組み合わせたNSS(Nested Stochastic Simulation)とよばれる仕組みを実装する研究なども手がけてきました。

さらに最近では、リスク管理を企業の成長戦略と結びつけるERM(Enterprise Risk Management)への官民上げでの要請が高まっていて、私もアクチュアリー会における専門家教育や受託研究に関わってきたのですが、格付け会社等からERM体制を高く評価されていた複数の世界的金融機関がその後に危機的状態に陥り公的資金で救済された事実が気がかりでした。調べてみると、多くのERM基準が推奨し、これらの金融機関でも重視されていたRAPM(Risk Adjusted Performance Measure)最適化に問題があることが判ってきました。世間一般に良いとされている基準に異を唱えることは少々軋轢を生むかもしれませんが、勇気を持って試みていこうと考えています。

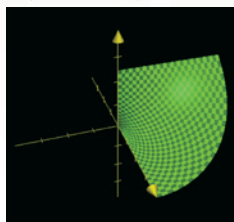
NSS(Nested Stochastic Simulation)の構造



実測度シナリオ

リスク中立シナリオ

RAPMに対応する
Expected Utility Surface



移動境界問題の数理解析

矢崎成俊

(明治大学 理工学部 准教授/MIMS所員)

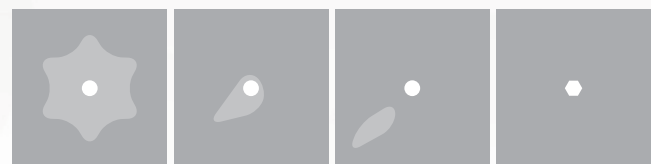


図書館や書店の中を散策していると、タイトルがキラキラと輝いてみえる本に出会うことがあります。僕が大学4年生のときに図書館で出会ったキラキラは「ステファン問題」でした。へーっと手にとって立ち読みし、そのうち座り込んで、結局後日購入したことを覚えています。インターネットの書籍サイトで同じようにブラウズ＝散策しても、こうした本との出会いはなかなかできないでしょう。ネットの世界では本を手にとることができませんから。

冬の間湖面に「氷」が張った情景や、春になって暖かい日差しの到来と共に凍った表面が融けて「水」になっていく光景も特に珍しくはないでしょう。「氷」から「水」への状態変化は理科でも習いますから、この現象自体もまた特筆すべきことではありません。しかし、「氷」のどの部分がどのような仕組みでどのくらいの速度でどのような形状で「水」に変化するのか、ということまで考えると、ありふれた現象から高度な数理解析の問題ができます。ステファン問題は、このような氷の融解・水の凍結をモデル化した問題です。氷や水の部分は標準的な温度変化を表す偏微分方程式で支配されますが、氷と水の境界面は状態が変化しながら移動しますので、方程式を解くと同時に移動する境界の位置も特定しなければなりません。ステファン問題の場合、移動境界の速度は、その点での温度勾配に比例するというステファン条件が課されています。このように、異なる媒質や状態の異なる物質の間の境界が時々刻々と変化するような問題を移動境界問題と呼びます。

次の現象も氷の融解と水の凍結現象ですが、少し複雑です。分厚い氷が太陽光などによって照射されると、氷内部から融解が起こります。氷は固化すると体積が増えるという珍しい物質ですから、逆に氷が内部融解すると、体積差から水の部分と水蒸気の部分に分離されます。水の部分は広がって氷の中に雪結晶のような六花の像を形成し、水蒸気は気泡になってその像の中を浮遊します。この像は発見者にちなんでチンダル像と呼ばれています。チンダル像生成後、例えば日が沈んで再凍結されたとします。すると時間を遡って逆回しした映像のように、水と気泡の部分は合わせて氷に戻るはずですが、これは理想的な場合であって、多くの場合、水の部分は凍結しながら氷の中を逃走し、気泡は氷の中に取り残されます。そして、この気泡は、徐々に変形して六角形状の形に収束します(模式図)。マッコネルは凍結したダヴォス湖面でキラキラした六角形の像を沢山見つけました。中谷宇吉郎はその像を空像と呼び、その生成原理について物理的に考察しました。

さて、この内部融解→チンダル像→亀裂→空像といった一連の現象を移動境界問題として定式化し、そして数理的に解析することは可能でしょうか。目下懸案の問題です。



(1)チンダル像

(2)凍結

(3)亀裂進行

(4)空像

ポスト・ドクターの紹介、MIMS Ph.D.プログラム学生の紹介

●MIMS 若手研究員の紹介 Part I



Ekeoma Rowland Ijioma 明治大学研究推進員 / CMMAポstdドクター(学位:博士(数理科学) 明治大学)
専門分野: Combustion instability, fingering patterns, filtration, homogenization



近藤信太郎 明治大学研究推進員 / CRESTポstdドクター(学位:博士(理学) 慶応義塾大学)
専門分野: 非線形偏微分方程式(プラズマ現象), 概周期関数のフーリエ級数



須志田隆道 明治大学研究推進員 / MIMSポstdドクター(学位:博士(理学) 龍谷大学)
専門分野: 螺旋葉序の幾何学モデル, 螺旋構造を持つ折紙の自動折り畳み



鈴野浩大 明治大学研究推進員 / 明治大学法人ポstdドクター(学位:博士(数理科学) 明治大学)
専門分野: クラウドダイナミクス



町田拓也 明治大学研究推進員 / JSPS特別研究員ポstdドクター(学位:博士(工学) 横浜国立大学)
専門分野: 確率論、量子ウォーク、複雑ネットワーク



物部治徳 明治大学研究推進員 / MIMSポstdドクター(学位:博士(理学) 東北大学)
専門分野: 自由境界問題、細胞運動



山本宏子 明治大学研究推進員 / 明治大学法人ポstdドクター(学位:博士(理学) 東北大学)
専門分野: 反応拡散方程式, 点凝集現象

●MIMS.Ph.Dプログラム学生 Part I (D3, D3+)



坂内元気 (最終学歴: 明治大学大学院理工学研究科 修士(理学))
研究課題: 高頻度時系列データの解析
チームフェロー: 中村和幸(主/シミュレーション), 三村昌泰(数理解析), 田野倉葉子(モデリング)



田中吉太郎 (最終学歴: 明治大学大学院理工学研究科 修士(理学))
研究課題: 成長過程におけるパターン形成の数学的理解
チームフェロー: 二宮広和(主/数理解析), 上山大信(シミュレーション), 三村昌泰、友枝明保(モデリング)



中山江利 (最終学歴: 東京大学経済学部 学士(経済学))
研究課題: 折り紙工学の感性工学からのアプローチ
チームフェロー: 萩原一郎(主/シミュレーション), 中村和幸(数理解析), 荒川薫(モデリング)



山口将大 (最終学歴: 北海道大学大学院理学院 修士(理学))
研究課題: 生物のパターン形成過程にヒントを得た新しい応用モデルの構築
チームフェロー: 上山大信(主/シミュレーション), 三村昌泰(数理解析), 中垣俊之(モデリング)



Contento Lorenzo (最終学歴: Master of Mathematics, Department of Mathematics and Computer Science, University of Udine)
研究課題: Coexistence patterns in a two-dimensional three-species competition-diffusion system
チームフェロー: 三村昌泰(主/モデリング), 二宮広和(数理解析), 上山大信(シミュレーション)

【2015年度融合研究プロジェクト】

■継続

「錯覚と数理の融合研究プロジェクト」

“Collaborative Research Project for Visual Illusion and Mathematical Sciences”

設置期間：CREST 研究が終了する2016年3月末まで。
プロジェクト・リーダー：杉原厚吉（明治大学研究・知財戦略機構特任教授）

■新規

「生物と数理の融合研究プロジェクト」

“Interdisciplinary Research Project for Mathematical Sciences and Biology”

設置期間：GDRI 事業が終了する2020年3月まで。
プロジェクト・リーダー：三村昌泰（明治大学研究・知財戦略機構特任教授）

「社会と数学の融合研究プロジェクト」

“Interdisciplinary Research Project for Mathematics and Society”

設置期間：2020年3月まで。
プロジェクト・リーダー：後藤四郎（明治大学理工学部教授）

「人とデジタル製造と数理の融合研究プロジェクト」

“Interdisciplinary Research Project for Mathematical Sciences, Human, and Digital Fabrication”

設置期間：COI 事業の中間評価2020年3月まで。
プロジェクト・リーダー：荒川薫（明治大学総合数理学部教授）

「折紙式プリンターと数理の融合研究プロジェクト」

“Interdisciplinary Research Project for Mathematical Sciences and Origami-Based 3D Printer”

設置期間：基盤研究A研究が終了する2018年3月まで。
プロジェクト・リーダー：萩原一郎（明治大学研究・知財戦略機構特任教授）

【2015年度MIMS数理科学共同研究プロジェクト】

「社会、自然、生物系に現れる様々な現象解明を対象とし、モデルの構築及びその数理解析に向けて実験科学、計算科学、数理科学等の様々な分野で活躍している研究者による相補・融合研究を通して推進する共同プロジェクト」

研究課題

「すす燃焼に現れる燃焼パターンのモデル解析からの考察」

“Model-aided Understanding of combustion waves in smoldering combustion”

研究代表者：矢崎成俊（理工学部准教授）
研究分担者：三村昌泰（研究・知財戦略機構特任教授）
桑名一徳（山形大学准教授）
出原浩史（宮崎大学准教授）
Ekeoma Rowland Ijioma（研究・知財戦略機構研究推進員）
谷文之（研究・知財戦略機構研究推進員）

研究課題

「渋滞解消に向けた数理モデルの計算機援用解析」

“Computer-Aided Analysis on Mathematical Models toward Alleviating Traffic Jams”
研究代表者：池田幸太（総合数理学部専任講師）
研究分担者：宮路智行（研究・知財戦略機構特任講師）

友枝明保（武蔵野大学准教授）

研究課題

「セル・オートマトンと偏微分方程式の対応に関する数値解析的研究」

“Correspondence between Cellular Automata and Partial Differential Equations from the Viewpoint of Numerical Analysis”

研究代表者：宮路智行（研究・知財戦略機構特任講師）
研究分担者：川原田茜（静岡県立大学助教）
中野直人（北海道大学、JST さきがけ専任研究者）

研究課題

「ケミカルコンピューティングのモデル支援解析」

“A model-aided analysis of chemical computing”
研究代表者：鈴野浩大（研究・知財戦略機構研究推進員）
研究分担者：上山大信（総合数理学部教授）
末松信彦（総合数理学部専任講師）
István Lagzi (Budapest University of Technology and Economics, Associate Professor)

研究課題

「非一様な環境における反応拡散系がつくるスパイクパターンに関する研究」

“Spiky pattern of a reaction-diffusion system in a heterogeneous environment”
研究代表者：山本宏子（研究・知財戦略機構研究推進員）
研究分担者：高木泉（東北大学教授）
三村昌泰（研究・知財戦略機構特任教授）

【セミナーイベントリスト】

CMMA Colloquium (No.011)

第11回現象数理学コロキウム

「臨床医学と数理科学が協力することでもたらされるものとは」
日時：2015年4月10日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：水藤寛（Hiroshi Suito）（岡山大学）

CMMA Colloquium (No.012)

第12回現象数理学コロキウム

「『証券化』はなぜサブプライム金融危機を引き起こしたのか」
日時：2015年5月29日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：小林孝雄（Takao Kobayashi）（青山学院大学）

CMMA Colloquium (No.013)

第13回現象数理学コロキウム

「マーケティングを変える認知心理学、脳科学」
日時：2015年6月19日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：植田一博（Kazuhiro Ueda）（東京大学）

第1回MIMS/CMMA Lecture Series

「生化学ネットワーク反応」
"Biochemical reaction networks"
日時：2015年5月18日
場所：明治大学 中野キャンパス 究セミナー室3
講師：Bernold Fiedler (Institute of Mathematics, Free University Berlin)

第2回MIMS/CMMA Lecture Series

「流体力学極限について」
"On Hydrodynamic Limit"
日時：2015年6月23日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：永幡幸生（Yukio Nagahata）（新潟大学工学部）

第11回自己組織化セミナー

"Rippled Icicle Shapes"
日時：2015年4月23日
場所：明治大学中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：Stephen Morris (University of Toronto)

第4回CMMA月例セミナー

"A Method of Color Scheme with High Contrast Using Interactive Evolutionary Computing"
日時：2015年4月20日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：荒川薫（Kaoru Arakawa）（明治大学/ MIMS所員）

第5回CMMA月例セミナー

"Congestion flow of pulses in an excitable reaction-diffusion system"
日時：2015年5月25日
場所：明治大学 中野キャンパス 研究セミナー室3
講師：池田幸太（Kota Ikeda）（明治大学/ MIMS所員）

MIMS 現象数理学カフェセミナー

"Concentration points of solutions in a spatially heterogeneous reaction-diffusion equation"
日時：2015年5月13日
場所：明治大学中野キャンパス 8階
講師：山本宏子（Hiroko Yamamoto）（明治大学/ MIMS研究員）