

第4回 数学と諸分野との連携研究の探索

日時：2015年2月24日（火）10:15-17:15

場所：東北大学大学院情報科学研究科 中講義室

主催：東北大学重点戦略支援プログラム「数学をコアとするスマート・イノベーション融合研究共通基盤の構築と展開」（代表者：情報科学研究科 尾畑伸明）

プログラム

10:15-10:45 宮田洋行（情報科学研究科システム情報科学専攻）
「凸多面体の組合せ構造のさらなる理解に向けて」

古代ギリシャ時代からちょうど5種類の3次元正多面体が存在することが知られていたように凸多面体は古くから多くの人の関心の対象であり、現在も化学や建築、情報科学、数学など幅広いところで、大きな役割を果たしている。本研究では、凸多面体の組合せ構造の理解をさらに深めることを目指し、凸多面体の組合せ型のデータベース作成・組合せ構造の自己同型群の理論などの研究を行ってきた。本講演では、凸多面体の研究の背景から始め、研究成果の紹介、今後の展開についてお話しする。

10:45-11:15 Marcel Roeloffzen（情報科学研究科システム情報科学専攻）
「Time-space trade-offs for Voronoi diagrams」

The Voronoi diagram is one of the classic structures in computation geometry and can be computed in $O(n \log n)$ time and $O(n)$ space for a set of n points in the plane. Unfortunately we may not always have that much memory available when the input size is large or our computing device is limited as would be the case for smaller electronics such as phones and other mobile or battery-operated devices. For this reason we study the problem of computing the Voronoi diagram in limited memory. That is, apart from the read-only input and write-only output we are allowed to use at most $s < n$ additional variables. We show that in this setting we can compute the Voronoi diagram in expected $O((n^2/s) \log s + n \log s \log^* s)$ time.

11:15-11:45 和田正樹（理学研究科数学専攻）

「ファインマン・カッツ期待値の漸近的挙動」

対称安定過程におけるファインマン・カッツ期待値の時間無限大での挙動について発表を行う。昨年9月に岡谷で発表した結果を拡張したものである。

11:45-12:15 飯田 溪太（医学系研究科障害科学専攻）

「SMART イノベーションのための数理生命科学」

東北大学重点戦略支援プログラム「東北大学 SMART」の研究員として 2013～2015 年に行った共同研究等について紹介する。我々は遺伝子発現のダイナミクス解析を強力にサポートする数理モデルを新規に構築し、実験解析への応用および数学理論の構築を行ってきた。実験解析への応用としては、免疫細胞分化に関する遺伝子発現調節の機構解明に向けて、本学の五十嵐和彦研究室との共同研究を進めている。講演では、これまでの数学的結果だけではなく、異分野間のコミュニケーションにおいて生じた問題点についても議論したいと考えている。最後に、我々の研究を 2 年間支えて下さった尾畑伸明教授および SMART 助教の先生方へ感謝の意を述べたい。

13:30-14:00 Huang Xueping（情報科学研究科システム情報科学専攻）

「Discrete p-energy」

We suggest a definition of p-energy for weighted graphs based on the notion of an adapted metric. We show that our definition is adequate for various related problems.

14:00-14:30 三浦佳二（情報科学研究科応用情報科学専攻）

「現代数学が生み出す脳情報処理の仮説」

計算論的神経科学の1つの目標は、「マインド・リーディング」できる程に脳の電気信号を解読することである。例えば、神経細胞の電気信号を見て、ラットが嗅いでいる匂いを当てることができる。ここで、電気パルスの頻度だけではなくタイミングも重要であると「仮説」することが、解読の精度を上げ、脳の解明に貢献してきた。一般に、このような仮説立案が研究の醍醐味となるが、ここでは抽象数学のア

アイデアをいち早く導入する 試みを紹介する。

14:30-15:00 瀬川悦生 (情報科学研究科システム情報科学専攻・国際交流推進室)

「グラフの幾何的構造を反映する量子ウォークの固有空間について」

ランダムウォークによって誘導される量子ウォークにおいて、そのランダムウォークのスペクトルの性質からでは説明がつかない、局在化が存在する。この局在化はグラフの少なくとも二つの幾何構造を反映する量子ウォークから生まれてくる固有空間と初期状態とのオーバーラップによって現れることを報告する。一つ目の構造は、ベッチ数と強い繋がりがあり、グラフの有限サイクルと関係する。二つ目は、グラフの双曲性を反映しており、ツリーと、スパイダーネットを例にして考察する。

15:15-15:45 梶ヶ谷徹 (理学研究科数学専攻)

「曲面と可積分系, およびその離散化」

極小曲面や CMC 曲面(平均曲率一定曲面)などの古典的に重要な曲面のクラスには、表現公式, 1 径数族の存在, 曲面間の性質を保つ変換の存在, など顕著な性質があることが知られている。これらの性質は、対応する微分方程式の「可積分性」として捉えることもできる。本公演では、可積分系方程式と対応する曲面の織りなす幾何学, およびその離散化について、自身の研究を踏まえ紹介する。

15:45-16:15 中澤嵩 (理学研究科数学専攻)

「次世代人工透析手法の開発～流れ場の形状最適化問題～」

我々の研究グループでは、肉体的・精神的・経済的負担の小さい人工透析手法の開発を目指し、多くの研究集会行ってきた。その際、数学・物理・工学・化学・生物・医学から分野横断的に専門家を招へいし、議論を展開した。その中で、人工血管の最適設計が重要な研究課題であることが明らかとなった。そこで本講演では、人工血管の最適設計を目的として、流れ場の形状最適化問題、特に2次元キャビティー流れにおける、散逸エネルギー最大化問題及び線形擾乱の固有値実部最小化問題について述べる。

16:15-16:45 長谷川雄央（情報科学研究科システム情報科学専攻）

「複数の感染源からスタートする感染症モデルのパーコレーション転移」

次数無相関なネットワーク上の感染症モデル（SIR モデル）における感染者数の時間発展は approximate master equation

(AME)により良く記述できる。また、初期感染者の割合が 0 の極限においては転移点を導出することもできる。一方、非零の割合の頂点がスタート時に感染している場合、各々の感染源から広がる感染者クラスターの集合がパーコレーションを起こす転移点が存在するが、この転移点を AME から導出することはできない。この転移点の導出について議論する。

16:45-17:15 田崎創平（学際科学フロンティア研究所）

「制限ポジティブフィードバックによって自己組織化する細菌コロニーの時空間成長予測」

細菌は多様な形態のコロニーを形成し、集団的活動を行っている。今日では、生命・健康・環境・材料・エネルギーなどあらゆる分野でその重要性が認識され、予測理論の発展が強く期待されるようになった。本講演では、固体培地上の枯草菌コロニーの時空間成長予測を行う。新規形態を含む一連のコロニーについて報告し、その後、与えられた環境条件から成長予測を行う数理モデルを構築する。また、このモデルを通して、「制限ポジティブフィードバック」という普遍的な自己組織化原理を提案し、コロニー成長を統御することを説明する。