

スペクトラルグラフ理論および周辺領域 第11回研究集会

下記の研究集会を開催しますので、ご案内申し上げます。

世話人： 谷口 哲至（広島工業大学） 久保田 匠（横浜国立大学）
佐竹 翔平（明治大学） 佐野 良夫（筑波大学）
瀬川 悦生（横浜国立大学） 田中 太初（東北大学）
畑中 健志（東京工業大学） 見村 万佐人（東北大学）
吉野 聖人（東北大学）

記

日時 2022年11月12日(土)～13日(日)

場所 おりづるタワー 第3会議室（Zoomによるハイブリッド開催）

URL <https://hajimetanaka.org/docs/sgt11/>

プログラム

* * * 11月12日(土) * * *

13:00–13:35（会場準備）

13:35–13:40 開会の挨拶 谷口 哲至（広島工業大学）

13:40–14:20 前橋 拓歩（早稲田大学）

Mapper の基礎とシングルセル遺伝子発現解析への応用

14:30–15:00 小嶋 大瑛（早稲田大学）

木の数え上げに現れる特殊な分割数 ～再帰式と母関数およびその近似式～

15:10–15:40 久田 竜也・河井 雪野（早稲田大学）

距離行列からグラフを構築するアルゴリズムを用いた鳥の飛行スタイルの予測

休憩（20分）

16:00–16:40 Hyungrok Jo（横浜国立大学）

On LPS Ramanujan graphs and Golden-Gates

16:50–17:30 小松 堯（産業数理研究所 Calc）

Mahler/Zeta 対応

17:30–18:00（会場片付け）

* * * 11月13日(日) * * *

10:00–10:20 (会場準備)

10:20–11:00 田中 亮吉 (京都大学)

積置換アルゴリズムとカットオフ現象

11:10–11:40 谷田 晴信 (横浜国立大学)

strongly walk-regular graph 上の量子ウォークの周期性

お昼休憩 (90分)

13:10–13:40 関藤 寛人 (横浜国立大学)

特定の偶数周期の Grover walk を誘導するグラフの決定

13:50–14:30 Alexander Gavriluk (島根大学)

A modular equality for m -ovoids of elliptic quadrics

14:30–15:00 (会場片付け)

概要

講演者：前橋 拓歩（早稲田大学）

タイトル：Mapper の基礎とシングルセル遺伝子発現解析への応用

概要：近年、位相幾何学を使ってデータの形に着目した解析を行う、トポロジカルデータ解析（TDA）が注目されている。TDA の手法の 1 つである Mapper はデータの形状を抽出し、グラフとして要約するアルゴリズムである。したがってシングルセル遺伝子発現解析のように、高次元のデータを解析する際に Mapper を使う研究が行われている。本公演ではまず、Mapper の手順を解説する。次に、Mapper を使ってシングルセルの遺伝子発現データを解析した結果を報告する。

講演者：小嶋 大瑛（早稲田大学）

タイトル：木の数え上げに現れる特殊な分割数 ～再帰式と母関数およびその近似式～

概要：一般のラベル無し根付き木の数え上げ問題は解析的組合せ論の手法によって長く研究されていて、解析接続を用いた近似式などが知られている。その一方で、総数を初等的な方法によって厳密に計算できる特殊な木のクラスも存在する。本講演では、自然数の非反復分割を利用して初等的に数え上げられることが知られる *finely bounded trees* という木グラフに着目し、「自然数 n を指定の個数に非反復分割する場合の数」という分割数の亜種を考え、その再帰式と母関数の閉じた式を導出するとともに、 n が十分大きい状況における近似式を与える。

講演者：久田 竜也・河井 雪野（早稲田大学）

タイトル：距離行列からグラフを構築するアルゴリズムを用いた鳥の飛行スタイルの予測

概要：鳥の飛行には、翼の上下運動により飛行するはばたき型と、風を利用し飛行するソアリング型の2種類のスタイルが存在する。どちらの飛行スタイルをとるかは鳥の種類ごとに決まっているが、はばたき型とソアリング型の違いを生み出した要因はまだ十分に解明されていない。そこで我々は、鳥類の形態や生態などの公開データセットを用いて様々な鳥同士の非類似度（距離）を計算し、その距離行列から飛行スタイルを予測する課題に取り組んだ。本講演では、進化の系統解析において生物間の非類似度を表す距離行列からグラフを構築するために使われる手法を概説し、代表的な2つのアルゴリズムを用いて鳥の飛行スタイルの予測を行った結果を報告する。本研究は、塩見こずえ氏（東北大学）との共同研究である。

講演者：Hyungrok Jo（横浜国立大学）

タイトル：On LPS Ramanujan graphs and Golden-Gates

概要：In a quantum computation theory, there is one of the most important results called the Solovay-Kitaev theorem, which states, roughly, any desired gate can be approximated by a “short” words (i.e. circuits) of a finite universal set of $SU(2)$. P. Sarnak pointed out, in his letter to S. Aaronson and A. Pollington in 2015, the construction of an efficient universal set of quantum gates reduces to finding efficient topological generators of $PSU(2)$ or $SU(2)$ and also gave some candidates of “good” gates as the generators of LPS (Lubotzky-Phillips-Sarnak) and Chiu’s Ramanujan graphs. In this talk, we give the brief exposition of the Solovay-Kitaev theorem and survey some recent results relating to a Golden-Gate construction.

講演者：小松 堯（産業数理研究所 Calc）

タイトル：Mahler/Zeta 対応

概要：伊原康隆氏によって導入された伊原ゼータ関数は数論の分野で登場し、Serre 氏の指摘により、グラフ理論と密接に関わっていることが分かった。一方、古典ランダムウォークの量子版として考案された量子ウォークは、量子コンピュータの分野で再発見され、今も尚盛んに研究が行われている。その中でも、グローヴァーウォークのスペクトル構造は比較的理解しやすいことで知られている。異なる分野から登場した「グローヴァーウォーク」と「伊原ゼータ関数」は、「今野・佐藤の定理」で結ばれており、この関係は『Grover/Zeta 対応』とよばれている。本講演では、量子ウォークを含むウォークとよばれるクラスに対して定義されるゼータ関数を紹介し、量子ウォークから導かれるゼータ関数と数論の分野で Mahler によって導入された Mahler 測度との関係を述べる。

講演者：田中 亮吉（京都大学）

タイトル：積置換アルゴリズムとカットオフ現象

概要：カットオフ現象とはマルコフ連鎖の急激な混合効果のことです。統計力学のモデルや理論コンピュータ科学におけるサンプリングの問題などで、広く存在すると考えられていますが、その数学的証明にはしばしばハードな解析が用いられます。この講演では確率論、有限群の表現論、関数解析、幾何学、そして離散群論のアイデアが関わる最近の発展を紹介したいと思います。

講演者：谷田 晴信（横浜国立大学）

タイトル：strongly walk-regular graph 上の量子ウォークの周期性

概要：本講演では、周期的な Grover walk を誘導する strongly walk-regular graph について考察を行い、それが隣接行列に関して 4 つの整数固有値をもつ場合のみ実現可能であることを示す。また、そのような実現可能なグラフのスペクトルのパターンを示す。さらに、それらのスペクトルをもつグラフの性質を利用し、そのグラフの存在性を確かめた結果を紹介する。

講演者：関藤 寛人（横浜国立大学）

タイトル：特定の偶数周期の Grover walk を誘導するグラフの決定

概要：本研究の主題は、グラフから定まる Grover walk において特定の偶数周期を誘導するような正則グラフの分類である。グラフの周期性は時間発展行列の固有値から調べられるが、スペクトル写像定理を用いることで隣接行列の固有値を調べれば良いことがわかる。また隣接行列の、共役な固有値の重複度は等しくなるため、円分体のガロア群を作用させることで同じ重複度をもつ固有値の組を決定した。隣接行列のトレースを計算し固有値に関する方程式を作り解くことで、 $2m$ 周期 (m は 3 を因数にもたない奇数) を誘導する正則グラフを決定した。本研究は横浜国立大学の久保田匠氏と東北大学の吉野聖人氏との共同研究に基づく。

講演者：Alexander Gavrilyuk（島根大学）

タイトル：A modular equality for m -ovoids of elliptic quadrics

概要：An m -ovoid of a finite polar space \mathcal{P} is a set \mathcal{O} of points such that every maximal subspace of \mathcal{P} contains exactly m points of \mathcal{O} . In the case when \mathcal{P} is an elliptic quadric $\mathcal{Q}^-(2r+1, q)$ of rank r in \mathbb{F}_q^{2r+2} , we prove a strong necessary condition for an m -ovoid to exist, which rules out many of the possible values of m .