

# スペクトラルグラフ理論および周辺領域 第14回研究集会

標記の研究集会を下記の要領で開催しますので、ご案内申し上げます。

司会者： 谷口 哲至 (広島工業大学,  
産業数理研究所 Calc)  
小松 勇 (山梨大学)  
佐野 良夫 (筑波大学)  
田中 太初 (東北大学)  
田中 優帆 (大分大学)  
畠中 健志 (東京科学大学)  
三枝崎 剛 (早稲田大学)  
吉野 聖人 (広島工業大学)

日程：2026年1月28日（水）－1月30日（金）

会場：J:COM ホルトホール大分

201講義室（28日・30日）、サテライトキャンパスおおいた講義室（29日）

参加申し込み：こちらのフォームから参加をお申し込みください。

## アブストラクト

### 1月28日（水）（1日目）

14:30-15:00 鳥山 恵愛 氏（早稲田大学）「ハイパーグラフ上のデザイン」

グラフデザインは、グラフ構造に内在する対称性や均一性を捉える概念として研究されており、いくつかの応用が示されてきた。例えば、グラフデザインをなす頂点集合上の一様分布を初期状態として用いることで、グラフ上の単純ランダムウォークの混合時間が改善されることや、Hoffman 限界および Cheeger 不等式において等号成立を与える頂点集合が極値的グラフデザインを与えることが知られている。本研究では、グラフデザインの概念をハイパーグラフへ一般化し、新たにハイパーグラフデザインを導入する。そして、ハイパーグラフデザインをなす頂点集合が、グラフデザインと同様、良い性質を持つことを示す。具体的にはハイパーグラフ上のランダムウォークの混合時間の評価改善、ハイパーグラフにおける Hoffmann 限界および Cheeger 不等式において等号成立を与える頂点集合が、従来のグラフの場合と同様に極値的な性質を有することを示す。本研究は三枝崎剛氏（早稲田大学）と西村優作氏（早稲田大学）との共同研究である。

15:20–15:50 佐藤 洋輔 氏（早稲田大学）「グラフデザインと Hoffman 限界」

グラフデザイン (Graphical design) は、頂点集合の良い部分集合を与える問題として、球面デザインのグラフへの類似という形で導入された。Hoffman 限界の等号成立を与える部分集合は、極値的なデザインであることが知られている。本研究では、拡張された独立数に対する Hoffman 限界の等号成立を与える部分集合の、グラフデザインとしての性質を明らかにした。

16:10–16:40 三澤 竜太郎 氏（東北大学）「Non existance problem for certain Grassmann design and Tight 2-fusion frame」

Grassmann 多様体上のデザイン (Grassmann design) は、球面デザインの概念を部分空間の配置へ拡張したものであり、以後、デザイン理論・パッキング問題・数値積分 (cubature) の文脈で研究してきた。一方、tight p-fusion frame は、Grassmann 多様体上のモーメント条件（あるいは cubature 条件）と密接に関係する概念として導入され、Grassmann design と同じ枠組みの中で扱える。

デザイン理論では、与えられた次数に対して存在が許される点数の自然な下界があり、その下界を達成するものを tight design と呼ぶ。本講演では、この下界を達成する、ある tight Grassmann design および tight p-fusion frame が存在しないことを示す。

## 1月29日(木) (2日目)

10:00–10:30 佐藤 里樹 氏 (広島工業大学) 「 $K_n + E_m$  の誘導する等角直線族の強極大性について」

等角直線族は組合せ論で研究されてきた対象であり、特に本数の多いものの構成が一つの課題である。本研究では、 $K_n + E_m$  から誘導される等角直線族が拡張できるかどうかを明らかにした。

10:50–11:20 吉野 聖人 氏 (広島工業大学) 「18次元空間内の等角直線族について」

18次元空間内の等角直線族の最大本数は57から59本の間であることは知られているが、未だ決定されていない。下界の57本はGreavesらによるコンピュータサーチによって与えられたものである。本研究では57本であれば組合せ論的対象から大量に構成できることなどを述べる。

11:40–12:10 Paul Tricot 氏 (東北大学) 「Biangular lines with angles  $\arccos(1/5)$  and  $\arccos(3/5)$ 」

A biangular line system is a set of lines in Euclidean space with one of two angles between the lines. The largest possible biangular line systems up to dimension 6 have been classified, and the largest known biangular line systems in dimension 7 to 20 have angles  $\arccos(1/5)$  and  $\arccos(3/5)$ . A biangular line system with this pair of angles is nicely connected to an integral lattice. We use the classification of root lattices to find the largest possible biangular line systems with these angles in dimension 7 to 9.

14:00–14:30 穂坂 大将 氏 (横浜国立大学) 「グラフ上量子ウォークの拍動現象とラプラシアン行列の関係について」

グラフ上における量子ウォークの挙動の1つとして拍動現象と呼ばれるものがある。この現象における量子ウォークの挙動が、元のグラフから自然に誘導されるグラフにおける一種の重みつきラプラシアン行列の固有値、固有ベクトルで記述されることを紹介する。

14:50–15:20 佐藤 巍 氏 (小山高専) 「The first matrix-weighted alternating zeta function of a digraph」

digraph の第 1 種 matrix-weighted alternating ゼータ関数の行列式表示を与え、digraph の group covering について、その分解公式を導き、 $L$ -関数の積で表す。

15:40–16:10 Guillermo Núñez Ponasso 氏 (東北大) 「The minimal absolute value of sums of fifth roots of unity」

We determine the exact minimum absolute value of the sum of  $n$  fifth roots of unity for all  $n \geq 1$ . This problem is motivated by the study of maximal determinant matrices, and is connected to the theory of diophantine approximation and continued fractions.

16:30–17:00 宗政 昭弘 氏 (東北大) 「Construction of roux matrices from generalized Hadamard matrices」

In 2011, Klin and Pech gave a construction of distance-regular antipodal covers of complete graphs from generalized Hadamard matrices. In 2022, Iverson and Mixon invented roux matrices which can give a bridge between generalized Hadamard matrices and the underlying (fissioned) association scheme of such graphs. Since a roux matrix can be recovered from the local structure of the corresponding association scheme, we present a direct construction of the local structure from a generalized Hadamard matrix, thereby giving an alternative proof for the original construction of Klin and Pech.

## 1月30日(金)(3日目)

10:00–10:30 西村 優作 氏 (早稲田大) 「符号の平滑化限界について」

耐量子暗号の観点から、符号暗号の安全性に関する研究が注目されている。近年、Debris-Alazard らによって平滑化限界と呼ばれる符号の不变量が定義され、平滑化限界から安全性を考察する研究が行われた。本研究では、先行研究で考察されていなかったような確率分布にたいして、同様な平滑化限界に関する不等式が成り立つことを紹介する。

10:50–11:20 瀬戸 道生 氏 (防衛大) 「多次元トーラス上の  $L^2$  空間に隠された極値組合せ論的構造」

多次元トーラス上の  $L^2$  空間に座標関数をかける作用を考える。この作用に対する不变部分空間の構造は一般に大変複雑である。しかし、ある条件(中路の条件)を仮定すると、その分類が極値組合せ論の問題に帰着されることを解説する。

11:40–12:10 佐藤 宏平 氏（小山高専）「Ronkin/Zeta Correspondence」

ロンキン関数は、概周期関数の零点に関する考察の中でロンキンによって定義された。近年、この関数は数学、物理学など様々な研究分野で用いられている。特に数学においては、トロピカル幾何学、ニュートン多面体、ダイマー・モデルの分野で用いられている。一方、我々はゼータ対応に関する一連の先行研究を通じて、量子ウォークを含む様々なウォークのための新たなクラスのゼータ関数を調査してきた。本講演では、ロンキン関数と我々のランダムウォーク・量子ウォークゼータ関数との新たな関係を提示するが、特に、ロンキン関数の考察を経てトロピカル超曲面を構成する部分に焦点を当て講演する。本講演内容は、小松堯氏（山梨大学）、今野紀雄氏（立命館大学）、佐藤巖氏（小山高専）との共同研究による結果である。

**本研究集会に関する情報のページ：**

会期前に生じた予定の変更・情報の更新などの連絡は下記ページに掲載いたします。

<https://hajimetanaka.org/docs/sgt14/>