

Non-Commutative Probability and Related Topics 2025

– 非可換確率論とその関連領域 2025 –

2025 年 10 月 08 日 (水) ～ 10 月 10 日 (金)

九州大学西新プラザ大会議室

Organized by:

浅井 暢宏 (愛知教育大学), 植田 優基 (北海道教育大学), 瀬川 悦生 (横浜国立大学)

廣島 文生 (九州大学), 吉田 裕亮 (城西大学)

本研究集会は**九大 IMI 共同利用研究 一般研究 研究集会 (II)** として実施します.

また, 本研究集会は**基盤研究 A 25H00595 (研究代表者: 廣島文生)** の支援を受けています.

Program

10月08日(水)

- 10:00 ～ 10:50 廣島 文生 (九州大学)
- 11:00 ～ 11:50 辻本 裕紀 (九州大学)
- 昼休み
- 13:30 ～ 14:20 Cid Reyes Bustos (NTT 基礎研)
- 14:30 ～ 15:20 伊藤 久優雅 (名古屋大学)
- 15:40 ～ 16:30 佐藤 僚亮 (北海道大学)
- 16:40 ～ 17:30 青山 天馬 (東京大学)

10月09日(木)

- 9:30 ～ 9:50 津島 萌唯 (北海道大学)
- 10:00 ～ 10:50 植田 優基 (北海道教育大学)
- 11:00 ～ 11:50 長谷部 高広 (北海道大学)
- 昼休み
- 13:30 ～ 14:20 早瀬 友裕 (CoeFont)
- 14:30 ～ 15:20 Benoit Collins (京都大学)
- 15:40 ～ 16:30 松本 詔 (鹿児島大学)
- 16:30 ～ 17:10 村木 尚文 (岩手県立大学)

10月10日(金)

- 9:30 ～ 9:50 會田 晏己 (北海道大学)
- 10:00 ～ 10:50 三木 啓司 (同志社大学)
- 11:00 ～ 11:50 香取 眞理 (中央大学)
- 昼休み
- 13:00 ～ 17:00 フリーディスカッション

メモ

- 辻本さん：10月8日希望
- 村木先生：初日か、2日目を希望（3日目は途中までの参加）、講演時間短縮を希望
- 津島さん：10/8の午後又は10/9の午前、午後に希望。講演時間は15分～20分程度。
- 松本さん：木曜日の10時以降、または金曜日をお願いします。
- 香取先生：10/9午後は避けて欲しい（会議のため）
- Cid Reyes Bustos さん：8か9日が望ましい

Title and Abstract

Asymptotics of Higher Airy Functions and Applications to Random Partitions

會田 晏己（北海道大学）

Abstract

高次 Airy 関数は、Adler–van Moerbeke (1992) と Kharchev et al. (1992) によって導入された、Airy 関数の自然な一般化であり、Kontsevich 行列模型の高次版や、それに対応する二次元重力理論の拡張に現れる。多点相関関数を適切な数列でリスケールしたときの極限が何かしらの分布を与える時、その多点関数を与える測度には、その分布を与えるユニバーサリティがあると言う。高次 Airy 関数から Fredholm 行列式を用いて得られる分布は高次 Tracy–Widom 分布と呼ばれるが、Schur 測度を入れたランダム分割のスケール極限は、高次 Tracy–Widom 分布が与えるユニバーサリティクラスに属することが知られている (Kimura–Zahabi (2020, 2022))。本講演では、高次 Airy 関数が無限遠で指数減衰することを鞍点法を用いて示したのち、その応用として、shifted Schur 測度を入れたランダム分割のスケール極限が、高次 Tracy–Widom 分布の定めるユニバーサリティに属することの実解析的な証明を与える。

Segal-Shale-Weil 表現の変形と一般化平行移動作用素

青山 天馬（東京大学）

Abstract

Segal-Shale-Weil 表現は、Schrödinger モデルと呼ばれる実現を通して、古典的調和解析に現れる基本的な操作 (フーリエ変換・熱半群・ガウス関数・平行移動など) に、表現論的な再解釈を与えることが知られている。本講演では、これに倣い、ランク 1 の場合の Segal-Shale-Weil 表現の 1 パラメータ変形の具体的な実現をもとに、一般化された平行移動作用素を定義・計算し、それが、普通の意味での平行移動作用素と、Legendre 関数を用いて明示的に記述できるということを報告する。

B-valued semi-circular system and the free Poincaré inequality

伊藤 久優雅 (名古屋大学)

Abstract

Free probability was initiated by Voiculescu in the study of the free product of operator algebras. In his paper where free independence was introduced, Voiculescu proved the free probabilistic central limit theorem. The limit distribution is the semi-circular distribution, and thus it is regarded as a free probabilistic counterpart of Gaussian distribution. The free Poincaré inequality is a kind of Poincaré inequality with replacing the differential operator with a certain "free probabilistic differential operator". We will characterize *B*-valued semi-circular system in terms of the free Poincaré inequality. This is the *B*-valued free probabilistic analogue of Biane's characterization of (\mathbb{C} -valued) semi-circular system and also a non-commutative analogue of Borovkov-Utev's characterization of Gaussian system by Poincaré inequality.

TBA

植田 優基（北海道教育大学）

Abstract

Radial multiple SLE and circular Dyson BM in the hydrodynamic limit

香取 眞理 (中央大学)

Abstract

The circular Dyson Brownian motion (BM) defined on a unit circle \mathbb{S} is a variant of the Dyson BM on \mathbb{R} . Its hydrodynamic limit is given by the time-dependent probability measure μ_t on \mathbb{S} , whose circular Stieltjes transform solves the inviscid complex Burgers equation on \mathbb{S} . The radial multiple Schramm–Loewner evolution (SLE) in a unit disk \mathbb{D} driven by the circular Dyson BM was studied by Hotta and Schleißinger (2021), and its hydrodynamic limit was formulated as a radial Loewner chain driven by μ_t . In the present talk we will report an explicit description of the hydrodynamic limit of the radial multiple SLE started from a single source at $z = 1$, which will be regarded as a radial extension of the previous result in the chordal case (Hotta–Katori 2018). We will show that the system exhibits a novel transition at time $t = 1$, where topology of the SLE hull is changed and a critical phenomenon is observed in the edge behavior of the SLE-hull boundary. In a recent study, we proved that coupling between the radial multiple SLE and the Gaussian free field on \mathbb{D} is established if and only if the former is driven by the circular Dyson BM. That is, the circular Dyson BM is chosen as a unique family of driving processes for radial multiple SLE. In the hydrodynamic limit, we study the correspondence between the time-evolution of $\text{supp } \mu_t$ on \mathbb{S} and the motion of SLE-hull boundary in $\overline{\mathbb{D}}$. This talk is based on the joint work with Shinji Koshida (Aalto Univ.), Chizuru Soukejima (Chuo Univ.), and Raian Suzuki (Chuo Univ.).

TBA

Benoit Collins (京都大学)

Abstract

TBA

佐藤 僚亮（北海道大学）

Abstract

Free Products and Free Independence in Free Probability

津島 萌唯 (北海道大学)

Abstract

In this talk, I will explain the definitions of free independence and free products, and present some properties I am currently learning about them.

The evaluation of the spatial decay of the ground state of the Pauli-Fierz model from below

辻本 裕紀 (九州大学)

Abstract

In this talk, we evaluate the spatial decay of the ground state Ψ_0 of the Pauli-Fierz Hamiltonian from below by using a path integral method. The evaluation from above is known, but it from below is not known and non-trivial. It can be obtained by using photon number rotations Θ and a geodesic distance. As a result, the order of the spatial decay of the ground state Ψ_0 is determined.

S-transform of arbitrary probability measures on the real line

長谷部 高広 (北海道大学)

Abstract

Free multiplicative convolution is the distribution of the product of two free selfadjoint operators, one of which is assumed to be positive. To compute free multiplicative convolution, S-transform has been a useful machinery. The S-transform was first defined by Voiculescu for measures with compact support with nonzero mean, and then generalized to some unbounded support cases by several authors. Recently, we successfully gave a definition of the S-transform of arbitrary probability measures, which satisfies desirable properties. This talk is based on a joint work with Octavio Arizmendi and Yu Kitagawa.

Symmetry and degeneracy for the two photon asymmetric quantum Rabi model

Cid Reyes Bustos (NTT 基礎研)

Abstract

The quantum Rabi model is one of the fundamental models to describe the interaction of light and matter in quantum optics. The interests of the model transcends physics and its properties, including the time evolution (heat kernel), spectral degeneracy, and asymptotics of eigenvalues have been studied from the point of view of mathematics in recent years. In this talk, we describe the relation of the spectral degeneracy and the existence of symmetry operators for the two photon asymmetric quantum Rabi model, which results on a geometric picture for the spectrum.

Free Random Projection for In-Context Reinforcement Learning

早瀬 友裕 (CoeFont)

Abstract

本講演では、文脈内強化学習における汎化性能向上を目的として、Free Random Projection という入力マッピング手法を紹介します。既存のランダム射影は、階層的な構造を捉えることが難しいという課題がありましたが、FRP は自由確率論に基づき、階層構造を自然に符号化することでこの課題を克服します。これまで、強化学習や自然言語で双曲幾何を使った階層性表現はありましたが、FRP はこれを自由群で置き換えたものです。(非可換確率論向けに、強化学習の知識は仮定せずに話します。)

TBA

廣島 文生（九州大学）

Abstract

Weingarten calculus with virtual isometry

松本 詔 (鹿児島大学)

Abstract

Bourgade-Najnudel-Nikeghbali は、ユニタリ群の列の射影極限である virtual isometry という概念を導入した。その研究で、 $(n-1)$ 次の Haar ユニタリ行列から n 次 Haar ユニタリ行列を構成する手法を与えている。さて、お馴染みの Weingarten calculus は Haar ユニタリ行列の行列成分のモーメントを計算する。virtual isometry の考え方をを用いて、Weingarten calculus を発展させよう。Benoit Collins (京都大) との共同研究。

直交多項式による連続時間量子ウォークの解析ならびに拡張

三木 啓司（同志社大学）

Abstract

完全状態転送や Fractional Revival といった現象は量子通信の分野で重要な概念であり，これらはスピン鎖模型やグラフ上の連続時間量子ウォークにより再現される．本講演では，1次元のスピン鎖，すなわち path 上の量子ウォークモデルが直交多項式により対角化されることを紹介し，直交多項式の様々な拡張を考えることで，2次元以上の系にも拡張できることを述べる．特に，1次元の系では見られない現象を起こすモデルについて紹介したい．

Braided probability

村木 尚文 (岩手県立大学)

Abstract

I will talk about my program on constructing new notions of independence (universal products in a certain sense) from quantum invariants of links. In preliminary calculations it seems that this idea works well. But I did not yet check the details of the story. So up to now this is only a speculation (a fantasy). If the idea works well, we obtain a new notion of independence, which I call the braided independence, for each braided subfactor of finite index and finite depth.