

# 場の量子論・素粒子論研究室

三角 樹弘 准教授

学部生 6 名

研究指導委託 博士 1 名 修士 2 名

## 研究の概要

- **Exact-WKB 法を用いた超対称量子力学系の解析**

Exact-WKB 法はシュレディンガー型微分方程式をストークス現象と呼ばれる現象に基づいて解く手法であり、我々の研究グループを中心に物理現象への応用が進んでいる。本研究では、超対称性を持つ量子力学系とその対称性を破るパラメータを導入した量子力学系にこの手法を適用し、エネルギー固有値や分配関数を導出するための厳密な量子化条件の導出、フェルミオン自由度がある系における摂動的寄与と非摂動寄与の関係 (リサージェンス関係) の解明に成功した。 (PRD, **107**, 045019)

- **2次元ラージ N シグマ模型におけるリノマロンとリサージェンス構造**

リサージェンス理論とは場の量子論の摂動級数をボレル変換・ボレル和により再定義することで非摂動効果の解析を行う体系を指す。我々は、量子色力学と同様に漸近自由性を持つ 2次元シグマ模型 (O(N) 模型, CPN-1 模型) に着目し、ラージ N 極限と呼ばれる極限においてリサージェンス構造を調べた。その結果、漸近自由な場の量子論に特有のリノマロン不定虚部 (摂動的ボレル変換が持つ特異点に付随) を複数の非摂動セクターの不定虚部が相殺していること、そしてその相殺が二項係数の形で与えられることを発見した。また、高エネルギー領域で定義されている摂動級数とそのボレル和を低エネルギー領域まで解析接続する過程でリノマロン不定虚部が現れる仕組み、コンパクト化の過程でリサージェンス構造がストークス現象を通して変貌していく様子を解明した。この成果は、場の量子論におけるリノマロン不定虚部を含む完全なりサージェンス構造を示した初めての結果であり、幅広い分野で応用が進むものと考えられる。 (JHEP, **2022**(06), 151)

## 学術論文 (査読付)

1. “Exact WKB analysis for SUSY and quantum deformed potentials: Quantum mechanics with Grassmann fields and Wess-Zumino terms”  
Syo Kamata, [Tatsuhiko Misumi](#), Naohisa Sueishi, Mithat Unsal

Physical Review D, **107**(04), 045019 (2023) (2月号)  
DOI:10.1103/PhysRevD.107.045019

2. “Resurgence and semiclassical expansion in two-dimensional large-N sigma models”  
Hiromichi Nishimura, Toshiaki Fujimori, Tatsuhiko Misumi, Muneto Nitta, and Norisuke Sakai  
Journal of High Energy Physics, **2022**(06), 151 (2022) (6月号)  
DOI:10.1007/jhep06(2022)151

## 国際学会・研究会講演

1. Tatsuhiko Misumi (presenter)  
「New insights into lattice fermions and topology」  
“Novel Lattice Fermions and their Suitability for High-Performance Computing and Perturbation Theory” MITP, Mainz University, Germany [6 Mar. 2023]
2. Tatsuhiko Misumi (presenter)  
「Resurgence in QFT -renormalon, phase transition and more-」  
“Applicable resurgent asymptotics: Summary meeting(AR2W03)” Isaac Newton Institute of Mathematical Sciences, the university of Cambridge [16 Dec. 2022]

## 国内学会・研究会講演

1. 湯本純 (presenter), 三角樹弘  
「位相幾何学的視点に基づいた格子フェルミオンの最大個数に関する予想」  
日本物理学会 2023 年春季大会, 講演番号 25pS2-2, オンライン [25 Mar. 2023]
2. 三角樹弘 (presenter)  
「格子フェルミオン再考 -グラフ理論と位相不変量の立場から-」  
基研国内モレキュール型研究会「格子上の場の理論と連続空間上の場の理論」  
京都大学基礎物理学研究所 [19 Jul. 2022]

## 競争的外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 2019 年度-2022 年度「量子異常・リサーチジェ  
ンス・格子理論を組み合わせた非摂動解析」 19K03817  
研究代表者: 三角樹弘 直接経費 800,000 円 (2022 年度)

- 科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A) 2022 年度-2027 年度「学習物理学の創生：機械学習への位相幾何学的アプローチ」 22H05118  
研究代表者: 福嶋 健二 直接経費 1,250,000 円 (2022 年度)

## 学内委員

- 理工学部図書広報委員会委員、SNS 小委員会委員長 (前, 後期)
- 物理学コースオープンキャンパス係 (前, 後期)

## 学外委員

- 文部科学省 学術変革領域研究 (A) 専門委員会審査委員
- 日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員, 卓越研究員候補者選考員会書面審査委員及び国際事業委員会書面審査委員・書面評価委員
- 京都大学基礎物理学研究所 国内モリキュール型研究会 世話人「格子上の場の理論と連続空間上の場の理論」