

研究会番号：
YITP-W-22-09

研究会報告書

研究会名（日本語）： 場の理論と弦理論 2022
 研究会名（英語）： Strings and Fields 2022
 開催日時： 2022年 8月19日～23日
 開催場所： 基礎物理学研究所 湯川記念館 パナソニック国際交流ホール

[Abstract]

The purpose of this workshop was to stimulate research in string theory and quantum field theory by providing an opportunity to present and discuss recent progress in the broad field. The workshop was also intended to encourage researchers at an earlier stage of their career to give a presentation on their work. There were 6 invited talks, 33 short talks and 25 poster presentations. It was held in the hybrid format. The total number of participants was 260, and 72 of them came to YITP and others participated via zoom.

The topics covered in the workshop include AdS/CFT correspondence, various dualities in string theories and gauge theories, exact results in supersymmetric gauge theories, blackhole physics, entanglement entropy, string phenomenology, and nonperturbative methods in quantum field theory, etc. The invited talks including overviews on recent important developments were given by the following invited speakers:

Daisuke Kadoh (Doshisha Univ.), Kenta Suzuki (YITP), Yuya Tanizaki (YITP), Yuta Hamada (KEK), Masahito Yamazaki (Kavli IPMU), Haruki Watanabe (Univ. of Tokyo).

[世話人]

<u>氏名 (Name)</u>	<u>所属 (Affiliation)</u>	<u>備考</u>
大森寛太郎	東京大学	
国友浩	京都大学	
酒井忠勝	名古屋大学	
酒谷雄峰	京都府立医大	
坂本真人	神戸大学	

杉本茂樹
高柳匡
玉岡幸太郎
立川裕二
新居慶太
西中崇博
野海俊文
橋本幸士
浜中真志
疋田泰章
本多正純
丸吉一暢
森田健
山口哲
吉田健太郎

京都大学
京都大学
日本大学
東京大学
水産大学校
大阪公立大
神戸大学
京都大学
名古屋大学
京都大学
京都大学
成蹊大学
静岡大学
大阪大学
京都大学

Chair

[研究会の目的・趣旨]

本研究会は弦理論と場の量子論に関する様々な話題について議論する研究会である。特定のトピックをより深く発展させるための集まりというより、異なる分野の間の意外な関連性の発見や、一つの分野に留まっていたとは思えないような斬新なアイデアを得ることに重点をおいている。そのため、特定のテーマに話題を絞らず、関連する幅広いトピックをカバーする研究会を行う。始めに、これが当該分野の研究にとって、非常に重要であることを強調したい。実際、場の理論や弦理論の分野において、一見関連がなさそうに見える事柄の間に深い関係が見つかるということが、歴史上、何度も繰り返されて、発展してきた。例えば、AdS/CFT 対応やホログラフィック双対などと呼ばれる、重力を含まない場の量子論と曲がった時空における重力理論の間の双対性の発見によって、QCDをはじめとする強結合ゲージ理論の性質が超重力理論やブラックホールの熱力学などを用いて議論されたり、ブラックホールの性質が共形場理論、超対称ゲージ理論、量子情報理論などの一見ブラックホールとは無関係とも思える分野のテクニックを駆使して解析されるなどのことがなされるようになった。この例からも明らかなように、QCD、共形場理論、超対称ゲージ理論、量子情報理論、ブラックホールなどの異なる分野の専門家たちが集まり、お互いの知識を交換しながら議論を進めることが非常に重要であり、それを効率良く促進する研究会の開催を求める声はますます高まっている。

一方で、場の理論と弦理論は、このように幅広い分野が相互に絡み合っただけでなく、発展を続けているため、最新の研究成果を取り入れ、新たな研究の方向を探っていくことが困難になってきている。それまで馴染みのなかった分野の知識が急に必要になるということも稀ではない。したがって、弦理論と場の理論を中心とした幅広い分野の研究者が一堂に会して、研究成果を発表し、互いに理解・議論を深めることが極めて重要である。本研究会の主な目的は、このような交流の場の提供にある。招待講演者によるレビュートークを通じて、最近の進展に関する理解を深めるとともに、幅広く情報交換・専門知識の共有をすることで、さらなる発展の手がかりを探る場としたい。

また、若手研究者の育成も本研究会の大きな役割の一つである。駆け出しの大学院生にとっては、本研究会で議論される最新の研究に触れることで、今後研究していくテーマを探す重要な機会となる。また、本研究会では一般参加者による講演を受け付けることで、特に若手研究者が研究会で発表できる貴重な機会を提供している。これによって、名の知られていない若手が全国の研究者と交流し、議論を深めると同時に、共同研究に発展するような人的な交流も促される。特に最近ではコロナ禍によって、若手が知り合いを増やす機会が非常に減ってしまったことから、このような機会を是非とも設ける必要があると考えている。

[研究会の成果]

本研究会では、招待講演(6)、一般講演(33)、ポスター講演(25) を合わせて64の講演があり、260名の参加者によって、非常に充実した議論が行われた。過去2回はコロナ禍のため完全オンラインでの開催であったため、今回は3年ぶりに基研の会場を利用となったが、現地参加者は72名あり、オンラインでは実現しにくい、より深い議論や人的交流も促進された。

本研究会の目玉の一つは6名の招待講演者によるレビュートークである。本研究会では、場の理論や弦理論に関係する様々な研究分野の研究者が集まっているため、最近、話題になっている重要なテーマを、他分野の研究者にも分かるように解説して頂くことは極めて重要である。今回の研究会で招待した6名は、皆、その役割を十分に果たす素晴らしい講演をしてくださった。具体的には以下のような講演があった。加堂大輔氏はテンソルネットワーク法による格子計算の基礎的な事柄から最新の計算結果まで、非常に丁寧に解説された。鈴木健太氏は境界のある共形場理論をホログラフィック双対に基づいて重力理論で記述する方法を解説し、特にエネルギー運動量テンソルが満たすべき性質を正しく再現することなどの議論を紹介された。谷崎佑弥氏は、近年、著しく発展している場の量子論における対称性の一般化の基本的なアイデアとその応用を、非常に分かりやすく解説してくださった。濱田雄太氏は理論的に不備のない量子重力理論と結合できるゲージ理論としてどのようなものがあり得るかを探る試みの一つである弦理論のランブポスト原理についてレビューしてくださった。山崎雅人氏は超対称ゲージ理論の真空を決める方程式がスピン鎖などの可積分系に現れるベータ仮設方程式と一致することを主張するゲージ/ベータ対応がどこまで成立するのかという問題について最新の成果を交えて解説してくださった。渡辺悠樹氏は並進対称性と大局的 $U(1)$ 対称性がある系で、量子多体系の基底状態が唯一で励起ギャップがある条件を与える Lieb-Schultz-Mattis 定理に関する最近の進展やトポロジカル秩序相との関連について解説してくださった。

また、一般参加者による一般講演が33とポスター講演が25あり、活発な議論が交わされた。例えばブラックホールに関する研究については弦理論からのアプローチ、不確定性原理の拡張による議論、繰り込み群によるアプローチ、AdS/CFT 対応に基づく議論、弱重力予想との関係など、様々な方向から検討され、専門分野の異なる研究者が一堂に会する本研究会ならではの研究交流が行われた。

研究会の終了後、アンケート調査を行ったが、研究会の満足度は非常に高く、9割近くの方が満足もしくは非常に満足したと回答している。今後の研究会のあり方などについての意見も多く寄せられたので、今後、より良い研究会を行うために活用する予定である。