

大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

Outcome report

計画名 Plan	ギャップレス量子相における対称性と双対性に関する理論的研究
氏名 Name	安藤 貴政
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 博士後期課程一年
渡航国 Country	アメリカ合衆国
渡航日程 Travel schedule	2024 年 11 月 16 日 ～ 2025 年 3 月 30 日

- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

渡航計画の概要 Outline of the travel plan

カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）の Ryan Thorngren 氏のグループにて研究滞在を行った。滞在のおもな目的は、Thorngren 氏と研究の議論をすること、および滞在先の海外研究者との議論をつうじて新しい視点や考えかたを学ぶこと、そして英語でのディスカッション能力を身につけることである。また、滞在中に受入研究機関近辺の研究者と積極的に交流を行うことで、渡航終了後の共同研究者としての関係を築くことも目的のひとつである。

成果 Outcome

計画名にあるとおり当初はギャップレス量子相を直接調べる予定であったが、Thorngren 氏と議論をするなかでトポロジカル秩序相の族について調べることになった。トポロジカル秩序相の族についてはこれまで散逸的な浅い知識しかなかったため、UCLA に着いてから本格的に勉強を始めた。この話題を調べるうえでは高次圏の知識が必要となるが、滞在したグループには Thorngren 氏以外にもこの話題に明るいポスドク研究員と PhD の学生がいたため、スムーズに研究を進めることができた。

滞在中の研究プロジェクトではおもに以下の 3 つの方向から議論を行った：

1. 具体的な格子模型の例の探索
2. 場の理論的手法を用いた解析
3. (高次圏にもとづく) 数学的な定式化

上記の方向性にはそれぞれ長所と短所がある。基本的に番号が大きくなるほど抽象度が高く一般的な議論となるが、物理学者が興味をもつような実際のモデルを書き下すという点では番号が小さいものを調べることも重要である。Thorngren 氏との継続的な議論の結果、上記すべての方向からトポロジカル秩序相の族について一定の理解と成果を得ることができた。成果の詳細についてはまだ未発表であるため書くことができないが、トポロジカル秩序相の族のある問題に対して、数学的な定式化を与えたうえで場の理論や格子模型の具体例での検証も行った。

UCLA 滞在中の研究は Thorngren 氏との議論が中心であった。彼は数学にバックグラウンドをもつ研究者であり、これまで量子多体系に関する多くの先駆的な研究を行ってきた。また彼は上述の 3 つの方向性を含むさまざまな話題について深い見識と鋭い視点をもつ研究者である。滞在中に彼と議論や会話を交わすなかで、具体的な知識やアイデアについて学ぶのみでなく、研究スタイルや立ちふるまいなど言葉にしがたい生きた情報を浴びることができ感激した。

UCLA 滞在中は、興味の近いポスドクや学生と知り合いになり、彼らとの議論をつうじて知識や興味の幅を広げることができた。また滞在していた物性グループではほぼ毎週セミナーがあり、これに参加することでさまざまな話題について解説を聞くことができた。セミナーの形式は、発表者と多く交流や議論ができるかたちであったため、セミナーの内容と直接関係ない話題についても議論を交わすことができ、とても有意義な時間を過ごした。

滞在後半には Anaheim で開催されたアメリカ物理学会の会議（APS Global Physics Summit 2025）に参加し以前行った研究についての発表を行った。学会期間中には新しい知り合いとも議論することができ刺激を受けた。

今後の展望 **Prospects for the future**

滞在中に議論していた内容はまだ発展させる余地があるため、帰国後も研究を継続する。また滞在中に得た知見に基づくアイデアも複数あるため、これらの研究プロジェクトも今後の方向性しだいでは進めていきたいと考えている。滞在中にはもとの研究計画により近いギャップレス量子相についての議論も行った。ギャップレス量子相の問題に直接アプローチすることも今後の課題のひとつである。