

MERIT インターンシップ（国内）報告書

理学系研究科物理学専攻

小林研究室 博士課程 1 年

MERIT12 期生

山本 航輝

インターンシップ概要

- 実施期間
2025 年 1 月 15 日から 2 月 28 日
- 受け入れ先
NTT 物性科学基礎研究所フロンティア機能物性研究部ナノデバイス研究グループ
- テーマ
単電子デバイスを用いた情報熱力学研究

背景

情報理論と非平衡統計物理学を融合させた情報熱力学の枠組みが確立し、情報処理における原理的境界の解明などが注目されている。特に、デバイス構造の違いにより効率の原理的境界はどのように変わるのが注目されている。シリコン単電子デバイスは発熱やエントロピー変化を精密に測定することができ、非平衡統計物理学の物理量を精密に測定することができる。そして、シリコン単電子デバイスは、現在の計算機に一般的に用いられているメモリである動的ランダムアクセスメモリ (DRAM) と等価な構造を持つ。したがって、シリコン単電子デバイスを用いることで、DRAM 系の効率の原理的境界を研究することが可能となる。本インターンシップでは、すでに行われていた室温での効率の測定に加え、新たに低温での効率の測定を行い、DRAM 系の効率の温度依存性について研究を行った。

内容

まず、情報熱力学に関する基礎的な知識を学習した。その後、実際に本研究で用いるシリコン単電子デバイスを用いて電子数カウントを行った研究に関する論文を読み、単電子デバイスの動作について学習した。そして、室温下で単電子デバイスを用いたランダウア測定を行い、先行研究と同様の結果を得た。次いで低温下 (25 K) でランダウア測定を行い、情報消去に関する効率の温度依存性を調べた。インターンシップ後半では、効率の温度依存性

について理論的研究を進め、温度についてどのように振る舞うのかの詳細を研究した。

所感

本インターンシップで行った研究内容は、普段私が大学で研究している内容とは全く異なり、情報熱力学の基礎の学習から始まった。シリコン単電子デバイスの動作についても全く知らなかったが、実際にデバイス进行操作していくうちに感覚がわかるようになってきた。物理の基礎が分かっていたら、異なる研究分野であっても段々と理解できるようになったのは自分にとって大きな収穫であった。

本インターンシップの期間中に NTT 物性科学基礎研究所（以下、NTT 物性研）内で交流会があり、受け入れ先の研究グループ以外の方々とも交流する機会があった。NTT 物性研内では異なる研究グループ間であっても交流の機会があり、幅広い分野の人と自由闊達に議論ができる雰囲気があった。

また、企業の研究所と大学の研究環境の違いを体感することができた。NTT 物性研は企業の研究所の中でも特に基礎研究に力を入れており、また非常に大規模なため、通常の企業の研究所とは異なる点もあると思うが、実験環境が非常に充実しており、設備や金銭面における企業と大学の違いを感じた。

今回受け入れていただいたグループの方々には大変親切に接していただいた。歓迎会や送別会を開いていただき、昼休みには近所の小山に登ったりテニスをしたりなど、研究以外にも大変楽しい時間を過ごすことができた。メリハリのある研究環境を体感することができた。

謝辞

受入担当の清水貴勢様には、ご多忙の中、インターンシップの受け入れ準備から指導に至るまで非常に丁寧に対応していただき、短期間のインターンシップではありましたが大変充実したものとなりました。感謝申し上げます。また、本インターンシップの受け入れを許可していただいたグループリーダーの西口様をはじめ、NTT 物性研ナノデバイス研究グループの皆様に感謝申し上げます。

そして、本インターンシップの調整をしていただいた指導教員の小林先生や、副指導教員の常行先生、そして MERIT 事務局の皆様にも感謝申し上げます。