

量子制御研究室

近藤 康 教授

博士研究員 1 名 修士 1 名 学部生 5 名

研究

研究の概要

- 核磁気共鳴（NMR）装置の開発と応用

NMR は比較的簡単な装置で量子力学的な対象（原子核のスピン）を操作し測定できる実験手法である。その応用分野は広く、医療における MRI（Magnetic Resonance Imaging）から最先端の物性研究まで幅広い分野で使われている。

2018 年には、電気電子工学科の菅原先生と協力して開発したフェライト磁石を用いた静磁場による NMR 装置を改良して、化学シフトが検出できるまで磁場の均一度を向上させた。

次の項目にも関係するが、これらの卓上型 NMR 装置による量子アルゴリズムの実装にも成功している。

- 量子コンピュータ、特に NMR 量子コンピュータ

古典コンピュータが 0 と 1 を用いた 2 進数を使って論理演算を行うのに対し、量子コンピュータは量子力学に基づき、 $|0\rangle$ と $|1\rangle$ と見なすことができる二つの状態を論理演算の基礎に置く。量子コンピュータの研究と言っても、その本質は量子力学の研究である。

今、量子コンピュータの分野は非常に面白い。まるで、アメリカの西部開拓時代のようにちょっと危ない雰囲気がある（詐欺師まがいの研究者がいたり、早撃ちの決闘のようにできるだけ早く論文を出さないと競争に負ける、などのことがある）。しかしながら、とても「元気」のある領域である。

化学分析に用いる NMR 装置を用いて、実験的にアルゴリズムの研究を行ってきた。簡単な Deutsch-Jozsa のアルゴリズムからスタートして、「量子テレポーテーション」の実験にも成功している。2008 年度から装置の開発も始めた。

2017 年 10 月から、NTT の物性基礎研究所の斎藤志郎氏がチーム・リーダーの「超伝導量子ビットを用いた極限量子センシング」の CREST 研究の主たる共同研究者になった。近畿大学では、「量子センサ実現に向けた理論の開発と NMR による原理実証」を行う。この予算で 2022 年度は 1 名の博士研究員 (PD) を採用した。

最近、溶液中の分子を近似的な孤立系とみなして、緩和の研究を行っている。2021 年度には基盤研究 (C) にも採択され、継続中である。

● 学生実験装置の開発

コンパクトで簡単に操作できるけれど、教育的な価値のある実験が行える装置を「開発」し、それを用いた実験の指導法を「研究」している。

これまでに、等電位線、光の干渉、コンデンサーの充放電、相互誘導、高温超伝導、共振回路などの実験を行う装置を作ってきた。「開発」した装置による実験手引き書は私のホームページにて閲覧可能である。また、「物理学実験教育の新しい試み (近畿大学理工学部通信、第 31 号)」も参照のこと。

学術論文 (査読付)

1. “General off-resonance-error-robust symmetric composite pulses with three elementary operations”, Shingo Kukita, Haruki Kiya, Yasushi Kondo, Physical Review A 106(4) 2022 年 10 月 25 日, <https://doi.org/10.1103/physreva.106.042613>.
2. “Short Composite Quantum Gate Robust against Two Common Systematic Errors”, Shingo Kukita, Haruki Kiya, Yasushi Kondo, Journal of the Physical Society of Japan 91(10) 2022 年 10 月 15 日, <https://doi.org/10.7566/jpsj.91.104001>.
3. “Geometric Property of Off Resonance Error Robust Composite Pulse”, Shingo Kukita, Haruki Kiya, Yasushi Kondo, scientific reports 2022 年 6 月 10 日, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1022466/v1>.

学士論文

- 「学生実験用 NMR 量子コンピュータ」
- 「太陽電池を電源とするデータロガー」
- 「レーザーによる無線給電」
- 「ディープラーニングによる画像解析」
- 「Kinect を用いたモーション・キャプチャ」
- 「放射線は怖くない！」

国内学会・研究会講演

1. 木屋晴貴 (presenter), 久木田真吾, 近藤康
「Pulse Length Error と Off-Resonance Error 両方に耐性を持つ複合量子ゲートの最短所要時間のしらみつぶしの探索」
日本物理学会秋季大会（東工大） [2022/09/12]
2. 久木田真吾 (presenter), 木屋晴貴, 近藤康
「NMR 実験を用いた人工的な緩和現象のモデル化」
日本物理学会秋季大会（東工大） [2022/09/12]
3. 久木田真吾 (presenter), 木屋晴貴, 近藤康
「パルス長エラー耐性をもつ複合量子ゲートの所要時間の下限」
日本物理学会春季大会（オンライン） [2023/03/22]
4. 西田翔 (presenter), 木屋晴貴, 久木田真吾, 近藤康
「学生実験用 NMR 量子コンピュータ」
日本物理学会秋季大会（オンライン） [2023/03/25]
5. 木屋晴貴 (presenter), 久木田真吾, 近藤康
「緩和モデルの NMR による実現」
日本物理学会秋季大会（オンライン） [2023/03/25]

競争的外部資金

- 戦略的創造研究推進事業、研究タイプ「チーム型（CREST）」
研究領域：量子状態の高度な制御に基づく革新的量子技術基盤の創出
研究課題：超伝導量子ビットを用いた極限量子センシング
期間：2017 年 10 月 1 日より 2023 年 3 月 31 日まで（予定）
研究代表者：齋藤 志郎
研究題目：量子センサ実現に向けた理論の開発と NMR による原理実証
主たる共同研究者：近藤 康
2022 年度直接経費：464 万円
- 基盤研究（C）
分野：半導体，光物性および原子物理関連
研究題目：NMR 量子コンピュータの手法による開放系の研究
研究代表者：近藤 康
2022 年度直接経費：100 万円

学外活動

- キャリア教育に係る令和4年度近畿大学理工学部体験学習
東大阪キャンパス 2022年8月23日
「アヲハタジャム（瓶）の秘密」
- 近大附属中学実験
東大阪キャンパス 2022年8月29日
「霧箱」他。

学内委員

- 物理学コース主任（前、後期）
- 理学科学科長（後期）