



研究室 多元数理科学棟 402号室 (内線番号 5604)

電子メール mori@math.nagoya-u.ac.jp

研究テーマ

- 量子情報
- 情報理論
- 統計物理
- 計算量理論

研究テーマの概要

量子論はミクロな物理現象を記述するための理論です。我々が慣れ親しんでいるマクロな世界からは想像がつかないようなルールが成り立っています。量子論は100年程の歴史がありますが、ミクロな世界を工学的にコントロールすることが可能になってきたのは最近のことです。量子論を上手く活用して情報処理をする研究分野を量子情報といいます。

量子コンピュータが従来の古典コンピュータと比べて本質的に高速であることの理論的な証拠は90年代に得られていましたが、最近では量子コンピュータの開発が活発におこなわれており、その規模や精度が飛躍的に向上しています。そのような量子コンピュータでどのような計算ができるか研究しています。

また一方で、量子論自体を情報の観点から捉え直す研究もしています。量子論の原理はニュートン力学における運動の三法則のように実験で確認できるものではなく、「量子状態はヒルベルト空間上のエルミート作用素でトレースが1のものであり...」と数学的な言葉で記述されます。そのため操作的な意味のある言葉で量子論の原理を記述することは量子論を理解する上で重要であると考えられます。そこで、情報の観点から量子論を特徴付けるという研究をしています。

具体的には以下のような研究をおこなっています。

- 量子アルゴリズムの開発と解析
- 量子超越性(量子計算が古典計算よりも強力であること)を理論的に明らかにする研究
- 量子論の非局所性と情報処理の関係についての研究

主要論文・著書

- [1] Y. Kondo, R. Mori, and R. Movassagh, “Quantum supremacy and hardness of estimating output probabilities of quantum circuits,” the 62nd Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science, pp. 1296–1307, 2022.
- [2] K. Shimizu and R. Mori, “Exponential-time quantum algorithms for graph coloring problems,” *Algorithmica*, vol. 84, pp. 3603–3621, Springer, 2022.
- [3] R. Mori, “Periodic Fourier representation of Boolean functions,” *Quantum Inf. Comput.*, vol. 19, no. 5&6, pp. 0392–0412, 2019.

受賞歴

- 2010, 情報理論とその応用学会奨励賞.
- 2012, エリクソン・ベスト・スチューデント・アワード.

経歴

- 2013年 京都大学大学院情報学研究科博士課程修了
- 2013年 東京工業大学情報理工学研究科研究員
- 2015年 東京工業大学情報理工学研究科助教
- 2016年 東京工業大学情報理工学院助教
- 2023年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科准教授

学生へのメッセージ

学部では量子論と量子情報の基礎を勉強します。量子論そのものは線形代数で理解することができます。高度な数学は必要ありませんが線形代数はとても重要です。また、量子力学などの物理の知識は必要としません。今までに読んだテキストは以下の通りです。

- Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition, Cambridge University Press, ISBN-13: 978-1107002173.
- John Watrous, The Theory of Quantum Information, Cambridge University Press, ISBN-13: 978-1107180567, <https://cs.uwaterloo.ca/~watrous/TQI/>.
- Mark M. Wilde, Quantum Information Theory, Cambridge University Press, ISBN-13: 978-1107176164, <https://www.markwilde.com/>.

量子論の基礎を一通り学んだ後は、論文を読んで学生本人が興味がある話題について掘り下げてもらいます。教員も色々な論文や話題を紹介しますが、基本的には学生に主体性を持って研究をしてもらいたいです。

修士になれば世界に通用するような研究ができます。修士の学生の論文が理論計算機科学のトップ国際会議に採択されたこともあります。また、量子情報の国内会議で博士課程の学生に混じって発表賞を受賞したことも複数回あります。そのような華々しい結果が早くに得られなくても、現代の情報と物理の基礎となる量子論を勉強することの意義は大きいし、自分のペースで続けていけば最終的にはよい研究ができるようにサポートします。