

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 高橋 佐良人
学位の種類 博士(理学)
学位記番号 理工博甲第48号
学位授与年月日 令和4年3月24日
学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻
学位論文題目 格子上の量子ウォークのサポートに関する研究

| | | | | |
|--------|----|--------|-----|-------|
| 論文審査委員 | 主査 | 横浜国立大学 | 教授 | 今野 紀雄 |
| | | 横浜国立大学 | 教授 | 梶原 健 |
| | | 横浜国立大学 | 教授 | 黒木 学 |
| | | 横浜国立大学 | 准教授 | 竹居 正登 |
| | | 横浜国立大学 | 准教授 | 本田 淳史 |

論文及び審査結果の要旨

量子ウォークは、ランダムウォークの量子版として紹介されることが多いが、その挙動はランダムウォークとは大きく異なる。また、100年以上あるとされるランダムウォークの研究の歴史と比較して、量子ウォークの研究の歴史は浅く、主な研究結果は、ここ20年ほどの成果と言える。量子ウォークのモデルは種々存在するが、本研究では、その中でも離散時間の格子上の量子ウォークを研究対象として扱う。

ランダムウォークでは確認できない主な量子ウォークの特徴として、線形的拡散と局在化(十分な時間が経過しても出発点に留まる性質)がよく知られているが、量子ウォークでは、サポートが存在することも、大きな違いの一つとして認識されている。有限サポートの具体的な構造、またその性質に関してはあまり研究がされていないのが現状であり、本研究では、そのサポートに関して研究することを主な目的とする。また、量子ウォークの研究においては、その多くが1次元での結果であり、高次元での量子ウォークの挙動に関しては、ほとんど解明されていないため、高次元への展開も試みている。

研究対象とする量子ウォークのモデルは、その初期状態により線形的拡散、局在化、また

その両方が同時に確認できるグローバークとして。量子ウォークの移動に関しては何種類か定義が存在するが、本研究では多くの研究で用いられている **moving** 型と **flip-flop** 型を対象とした。先行研究結果として、**moving** 型においては、2次元では4点から構成されるサポートが **Stefanak et al. (2010)** により紹介され、 d 次元では **Komatsu and Konno (2017)** により 3^d 個の点でサポートが構成可能であることが証明されている。一方で **flip-flop** 型においては、2次元以上では4点でサポートが構成できることが **Higuchi et al. (2014)** により証明されている。

本研究では、**moving** 型では、上記先行結果より少ない 2^d 点でサポートが構成できることを示し、その具体的な形を求めた。また、**flip-flop** 型では上記先行結果の別証明を与えた。具体的な解析手法としては、先行研究として用いられたフーリエ解析、スペクトル写像定理は用いず、固有値問題を巧妙に解析することにより、サポートの具体的な形を求めることができることを示した。

以上のように、本論文は博士（理学）として十分価値があるものとして認められる。