

離散時間量子ウォークに基づく量子ダイナミクス Quantum Dynamics Based on Discrete Time Quantum Walks

山梨大院工¹ ○(M1) 武井 紗由美¹, 石川 陽¹, 小林 潔¹

Univ. of Yamanashi¹, S. Takei, A. Ishikawa, and K. Kobayashi

E-mail: g18tz011@yamanashi.ac.jp

量子ウォーク (Quantum Walk : QW) は古典的なランダムウォーク (Random Walk : RW) の量子版として導入された概念であり^[1], 離散時間 (Discrete Time Quantum Walk : DTQW) と連続時間 (Continuous Time Quantum Walk : CTQW) に分類される. 近年では単一光格子に閉じ込められた原子の測定^[2]といった実験解析に用いられている. 一方で, RW と QW の明確な数学的関係が示されておらず, 物理的な意味づけもなされていない. また, 実験解析は主に CTQW に基づいており, DTQW に基づく研究はほとんど行われていない. そこで本研究では, 数理物理学・数値計算の観点から DTQW に着目して QW の物理的意味を明らかにするとともに, 具体的な系に適用しその特徴を抽出することを目指す.

本講演では, 1次元格子上的 DTQW において, 位置と量子の内部状態によって張られた空間を考える. 先行研究で定義された時間発展演算子^[3,4]を用いて, 任意の位置における量子の内部状態と存在確率を計算する. さらにパラメータ ϵ を用いて, 時間発展演算子を位置と内部状態を分離できるように拡張する. その結果の一例を図 1 に示すと, $\epsilon = 0$ のとき本来の QW の分布である逆正弦分布に従うが, $\epsilon = 1$ のときは RW に見られる正規分布に従うことが分かる. 当日は, ϵ の値を $0 \leq \epsilon \leq 1$ の範囲で変化させた場合の確率分布を示し, ϵ の意味とその応用について議論する.

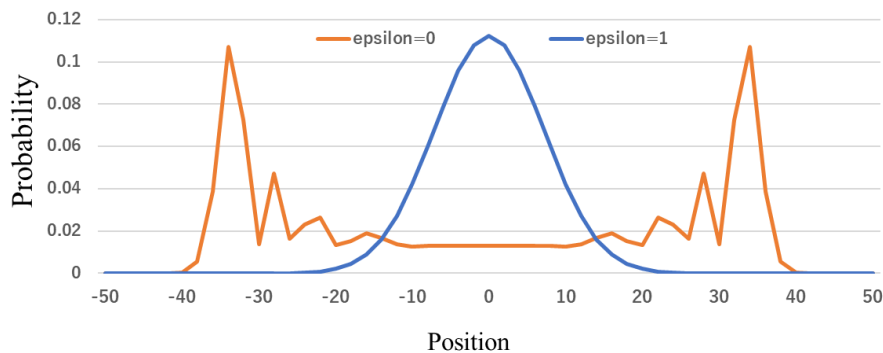


図 1 QW 確率分布 ($t = 50$ における) のパラメータ ϵ 依存性 :

$\epsilon = 0$ (赤線) のとき逆正弦分布, $\epsilon = 1$ (青線) のとき正規分布となる.

[1] Jia-Yi Lin, Xuanmin Zhu, and Shengjun Wu, Phys. Lett. A382 (2018) 889-903.

[2] Michał Karski, et al., Science 325 (2009) 174-177.

[3] N. Konno, Quantum Walk (Morikita, Tokyo, 2014) in Japanese.

[4] T. Machida, Quantum Walk: Introduction and Fundamental Theory (Shōkabo, Tokyo, 2018) in Japanese.