

中大理工

佐藤史仁, 香取眞理

Limit Distributions of Quantum Walks and Ultraviolet Cutoff in Dirac Equations

Chuo University,

F. Sato, M. Katori

格子上的量子ウォークモデルの時間発展は次のように表せる．

$$\hat{\Psi}_t(\mathbf{k}) = V(\mathbf{k})^t \hat{\Psi}_0(\mathbf{k}), \quad t = 0, 1, 2, \dots$$

ここで、 $\hat{\Psi}_t(\mathbf{k})$ は波数空間での波動関数であり $V(\mathbf{k})$ は時間発展行列である．これはディラック方程式と似ている．違いは時間と空間が離散的であるか、連続的であるかである．1次元の量子ウォークの場合は、ディラック方程式で質量を0にしたワイル方程式との対応がついている [1]．また時間ステップ n での量子ウォーカーの位置を X_n としたときの、擬速度 X_n/n の極限分布は、今野によって求められている [2]．本講演ではディラック方程式に従う自由粒子の運動量空間での擬速度の極限分布の導出する．しかしディラック方程式に従う自由粒子の場合、擬速度は相対論的速度そのものとなり、その分布関数は光速度で発散してしまう．そこで運動量に紫外切断を施すことにすると、光速度で発散するまでの分布が得られる．これは量子ウォークの極限分布とよく似ている形となる．さらに量子ウォークと同様に、ディラック方程式に従う自由粒子の極限分布も初期キュービットに影響する．下図は2次元ディラック方程式に従う自由粒子の紫外切断を施した速度の分布の一例である．

[1] M.Katori, S. Fujino, N. Konno, *Phys. Rev. A* **72** 012316, (2005).

[2] 今野紀雄：量子ウォークの数理，産業図書 (2008).

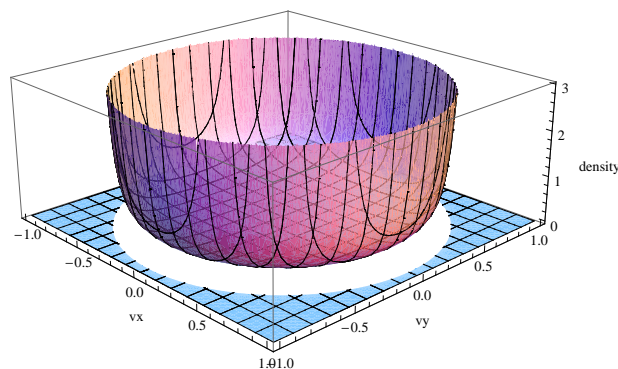


図 1: 紫外切断を施した2次元ディラック方程式の擬速度の極限分布