

多次元量子ウォークに対する時間定常的な散乱理論

森岡 悠

愛媛大学理工学研究科工学系

量子力学的散乱理論においては、時間発展作用素 (例えば、シュレーディンガー方程式の場合にはシュレーディンガー作用素から生成される 1 パラメータユニタリ群) を用いて波動作用素を構成し、散乱作用素を導く時間発展的な方法と、シュレーディンガー作用素に対する一般化固有関数を求め、その空間的漸近挙動に現れる散乱行列を求める時間定常的な方法がある。散乱作用素は散乱行列によってエネルギー毎に分解されて表示され、両者の描像で求められる量はスペクトル理論によって結びついている。

本講演では、多次元量子ウォークに対する散乱行列を、時間定常的な方法により記述する。量子ウォークでは、量子ウォーカーのカイラリティを混ぜ合わせる作用を表すコイン作用素と、状態の移動を表すシフト作用素を組み合わせるユニタリ時間発展作用素が直接定義されるのが普通である。よって、シュレーディンガー作用素の場合のように、まず自己共役作用素のスペクトル理論を展開するよりも、ユニタリ時間発展作用素のスペクトル理論を直接展開する方が便利であると思われる。そこで、多次元量子ウォークの時間発展作用素のスペクトル理論、特に連続スペクトルに対する一般化固有関数を求め、Agmon-Hörmander 型の $\mathcal{B}\text{-}\mathcal{B}^*$ 空間を用いて特徴付ける。また、一般化固有関数の中に、量子ウォークに対する散乱行列が自然に表れることも示す。この散乱行列は、Suzuki (2016) による量子ウォークの波動作用素から自然に定義される散乱作用素のスペクトル分解となっている。

本研究は、小松堯氏 (東京大学)、今野紀雄氏 (横浜国立大学)、瀬川悦生氏 (横浜国立大学) との共同研究に基づく。