

不確定性関係

量子状態の推定からのアプローチ

発表者：濱川大助 国頭洋介

指導教官：堺英二郎

不確定性関係は、ハイゼンベルグによって提唱された量子力学の基本原理である。あるエルミート作用素 X, Y の任意の状態の下での標準偏差をそれぞれ $\Delta X, \Delta Y$ とおくと、

$$\Delta X \Delta Y \geq \frac{1}{2} |\langle [X, Y] \rangle|$$

が成り立つ。特に正準共役対 Q, P について、

$$\Delta Q \Delta P \geq \frac{\hbar}{2}$$

が成り立つ。

ここで、位置と運動量、時間とエネルギーなどの不確定性関係について考察していく際、時間は観測する対象そのものが持っている値ではないため力学量ではない。つまり、時間はその測定値が測るたびにばらつく作用素ではなく、各瞬間に定まった値を持つパラメータであり、標準偏差が定義できない。そのため、時間とエネルギーの不確定性関係について、位置と運動量のように明確な議論がしづらいという状況がある。

しかし、時間に依存するある力学量から、時間を推定する作用素を見つけ出し、量子推定理論を適用すれば、明確に時間とエネルギーの不確定性関係を導きだすことができる。

量子推定理論とは、実数値パラメータ θ がわからない状況の下、その値を何らかの力学量の観測量で推定していく理論である。

本研究では、はじめに1次元粒子の位置と運動量に関する不確定性関係について議論し、量子推定理論の一般的な問題を考え、それを基に時間とエネルギーに関する不確定性関係を求めていく。