

量子力学の「隠れた変数」理論についての考察

○日大生産工 中村 卓史

1 はじめに

20世紀初頭の量子力学誕生以来、その解釈について様々な議論がなされて来ており、いまだに未解決の問題がいわゆる「観測問題」として集約されて来たように思える。

量子力学において、物体の運動は波動関数または確率振幅と呼ばれる複素数の物理量を用いて記述され、確率振幅の二乗が物体の位置や速度の期待値を与える。これは統計力学における確率密度に非常によく似ているが、量子力学の確率振幅は干渉を起こすという点で全く異質のものであることがわかる。

確率振幅の干渉は「二重スリットによる干渉実験」(図参照)に最もわかりやすい形で現れている。この実験では、粒子を2つのスリットの開いた板に照射すると、スリットを透過して来た粒子がスクリーンに衝突し、そこに痕跡を残すというもので、粒子のビームがあたかも波であるかのようにスクリーン上に縞模様が形成される。さらに、2つのスリットのうちの1つを閉じるとこの縞模様はただちに消えてしまう。この結果は、ビームを極端に弱くして行き粒子を一個ずつ照射しても変わらない。つまり1個1個の粒子がスリットが1つ開いているのか2つ開いているのか知っているとことになり、古典的な粒子の描像とかけ離れていることがわかる。

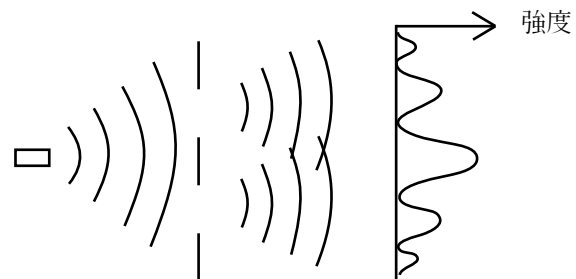
このように、量子力学的な粒子は今までの物理学における常識とは全く異なる振る舞いを示すため、波動関数や確率振幅が表す物理的実体とは一体何であるのかということが問題になってくる。「観測問題」とは即ち「何を観測しているのかわからない」ということに根ざしていると思われる。

この「問題」を解決するべく様々な「隠れた変数理論」が提案されて来た。de Broglieによるパイロット波の理論、Bohmの量子ポテンシャルの理論、Nelsonの確率力学、さらに最近ではEinsteinの重力理論を5次元以上の高次元空間に適用して量子力学がそこから導出されると言った理論も存在する。

2 Nelsonの「確率力学」

隠れた変数理論のなかでもE. Nelsonの確率力学は、観測されない高次元空間や複雑な量子ポテンシャルと言った特殊な道具立てを一切使わないという点で他の理論と異なっている。Nelsonは「量子力学的粒子は摩擦のないブラウン運動をする古典粒子である」という過程から出発してシュレディンガー方程式を導出することに成功した。

本講演ではその導出過程のアウトラインを解説し、現実的な物理モデルの構築について考察する。



スリットのある衝立

スクリーン

二重スリットを使った粒子の干渉実験は、電子やヘリウム原子核(α 線)はもちろんのことフラールン(C^{60})など非常に大きな粒子でも成功している。

On the hidden variable theory of quantum mechanics

Takashi NAKAMURA

「参考文献」

1. D. Bohm, *Phys. Rev.* **85**, 166, 1952.
2. D. Bohm, *Phys. Rev.* **85**, 180, 1952.
3. E. Nelson, *Phys. Rev.* **150**, 1079, 1966.
4. E. Nelson, *Quantum Fluctuation*, *Princeton Series in Physics*, Princeton Univ. Press, 1985.
5. D.S. Lemons, *An Introduction to Stochastic Processes in Physics*, Johns Hopkins Univ. Press, 2002.