

論理・計算・量子

渡部 鉄兵 (Watanabe Teppei)

東京工業大学 非常勤講師

Birkhoff-von Neumann 流のいわゆる量子論理は、量子力学の基礎的問題を代数的（束論的）観点から分析する数学的枠組として、或いは一種の非古典的な形式的論理体系として、これまでに幾つかの興味深い話題を提供している。しかし、量子系の相互作用や時間発展といった動的側面を扱わないために、量子系の特質を描き出す数学的枠組としては十分ではなく、また形式的論理体系としても、含意結合子に関する問題から、その証明論的特徴はほとんど知られていない。

本発表で試みるのは、通常の量子論理とは全く異なる観点に基づく「量子力学の論理」への接近である。一つの鍵となるのは、論理学と計算機科学の関係、とりわけ、「命題=データ型、証明=プログラム、etc.」という、証明論とプログラム言語の間の Curry-Howard 同型対応として知られる対応関係である（これは直観主義論理と λ 計算に関して古くから知られていたが、近年古典論理と $\lambda \mu$ 計算の間にも確立された）。もう一つの鍵となるのは、計算機科学と物理学の関係、とりわけ、近年急速に研究が進められている量子力学に基づく計算モデル（量子計算）である。量子計算の研究は元来計算機が受ける物理的制約についての関心から出発したこともあり、計算モデルとしては量子チューリング機械や量子回路族といった機械モデルが主たる研究対象であり、そこでは量子系の特質の多くが計算モデルの記述に用いられている。本発表では、量子計算のこれらの機械モデルと同等な言語モデルを考察し、それと Curry-Howard 対応する論理体系（これは通常の量子論理とは異なる何か別種の「量子力学の論理」であると思われる）が如何なるものであるのかを探求していく。