

圏論からみた物理学の諸相

渡部 鉄兵 (Teppei Watanabe)
東京工業大学 非常勤講師

圏論の魅力には、ある種の構造を単位とした数学理論の分類と比較、写像・関数概念の精緻な分析といった道具としての有用性や、数学の基礎としての集合論の代替物、或いは運動一元論に基づく数学の再解釈という（やや野心的な）哲学的関心を呼び起こすことなどにあるようである。

圏論が諸科学に応用される場合にも、恐らくはこうした異なる関心が背景にあって、それゆえ、圏論の用いられ方にもかなりの幅がみられる。例えば、単なるアナロジーと見做されていた異分野間の対応関係を明示したり、(普通の意味での)関数で表現されていた諸対象に新たな概念分析を加えたり、既存の理論に対して集合論固有の前提に依存しない一般化を試みたり、直観的なアイデアに従うように運動・作用・操作を記述する、といったことが圏論を通じて行われている。

物理学への応用（それも科学基礎論的に関心のあるもの）に限っていえば、現在進行している比較的大きなプロジェクトとして次のものが挙げられる；

1) 圏的量子力学。このアプローチが目指しているのは、フォンノイマンによるヒルベルト空間を用いた量子力学の公準を（操作的な意味づけと直観的なグラフィック表現を伴った）圏論の枠組で再公準化することである。こうした抽象化は単に量子力学に必要な数学的構造を確定するだけでなく、既に多くの圏論的分析の蓄積をもつ論理学や計算機科学との接点（技術的にはコンパクト閉圏を通じた繋がり）を探求することも意図されている。

2) トポスによる量子力学の解釈。量子力学の解釈問題の中心的話題のひとつは、観測命題に対する真理値付値であるが、議論の全体をトポス（内部論理として直観主義論理をもち、集合論の代替物と見做される圏）を用いて記述し直すことで、「物理量の関数関係を維持したまま、全ての観測命題に真理値を付与する」ということに新たな意味を与え、それを実現する解釈の提案が進められている。

本ワークショップでは、物理学と圏論の関わりについてのこうした状況を解説し、圏論に特有の視点がどのように物理学の概念的問題の考察に生かされうるのかについて検討していきたい。