

量子技術を適用した生命科学基盤の創出
平成 29 年度採択研究者

2018 年度 実績報告書

丸山 善宏

京都大学 白眉センター
助教

生命と認知の量子情報理論：圏論的定式化とその応用

§ 1. 研究成果の概要

量子物理学におけるベルの定理は、古典的な局所实在論が正しいとするといわゆるベルの不等式が成り立つこと、そして量子力学においてはベルの不等式が破れ成り立たないことを示す。元々のベルの定理は非局所性(Nonlocality)を対象としたものであったが、現在ではより一般に文脈依存性(Contextuality)を対象とした種々のベル型定理とベル型不等式が知られている。特に、ベル型不等式の論理学的本質を抽出し圏論的に定式化した、ベル型不等式の一般理論として、「論理的ベル不等式」の理論がある。ベル型不等式は純粋に統計的相関レベルで記述されるものであり、同様の統計データさえあれば物理学の外部でも原理的には適用可能である。実際、人間を対象とした認知実験データにベル型不等式を適用する、量子認知科学における研究潮流がある。認知実験においては量子力学と異なり Marginal Selectivity (統計的な No-Signalling)の条件が破れることが多々あるため、その点を考慮してベル型不等式を拡張する必要があるが、最新の認知実験研究はある種の認知実験データがそのように拡張されたベル型不等式を破ることを示している。

本年度のさきがけ研究では、Marginal Selectivity の破れを考慮した論理的ベル型不等式の拡張、既存の実験データを用いたその破れの検証、その破れが認知と理性の構造に対して与える帰結の分析(特に实在の文脈依存性と理性の文脈依存性の本質的相違の解明)を行った。研究成果は国際学会における招待講演等で発表済みであり次年度中に印刷物として出版される予定である。

§ 2. 研究実施体制

①研究者：丸山 善宏（京都大学 白眉センター 助教）

②研究項目

- ・圏論的論理とその認知科学応用
- ・量子基礎論／創発の理論とその認知科学応用