

量子力学における粒子の個性性

北島雄一郎

京都大学大学院文学研究科

多くの科学哲学者が量子力学の統計を調べることによって量子力学における粒子の個性性に関して論じてきた（例えば、Castellani (1998)などを参照）。最近の量子力学における粒子の個性性に関する議論の一つとして、構造実在主義 (Structural Realism) に関連した議論がある。

構造実在主義は Worall (1996) によって主張された科学的実在主義 (Scientific Realism) の中の一つの立場であり、悲観的な帰納法とよばれる科学的実在主義に対抗するために提案された。悲観的な帰納法とは、ほぼ正しい経験的予測をしていた科学理論において実在していると考えられていた対象、例えば熱素やエーテルは現在では実在していないと考えられているのだから現在の科学理論が扱う対象も将来は実在しているとは考えられないだろうという議論である。それに対して構造実在主義は、科学理論が記述している実在は物理的対象の性質ではなく対象間の構造であると考え、理論が変化しても実在の要素として対象間の構造は保存されると主張して悲観的な帰納法に対抗した。

Ladyman (1998) によると構造実在主義は、物理的対象の性質を我々は知ることができないと考える認識論的構造実在主義 (Epistemic Structural Realism) と物理的対象はそもそも存在しないと考える存在論的構造実在主義 (Ontological Structural Realism) の二つに分かれる。Ladyman (1998) や French and Ladyman (2003) は認識論的構造実在主義ではなく存在論的構造実在主義の立場をとるが、その根拠となるのが French (1989) や French and Redhead (1988) によってなされた議論である。彼らは量子力学の統計を調べることによって、量子力学的粒子は個性性をもつと解釈もできるし個性性をもたないとも解釈できると主張した。このとき、個性性に関する過小決定の問題が生じる。Ladyman (1998) や French and Ladyman (2003) によれば、科学が記述する実在の要素に物理的対象は含まれず物理的対象間の構造のみが実在の要素であると考えれば、この過小決定の問題を避けられる。こうした議論に基づいて、彼らは存在論的構造実在主義の立場にとる。

このように、どのような構造実在主義の立場が妥当であるかという議論には、量子力学における粒子の個性性に関する議論が重要である。現代物理学が記述する実在を考察するとき、量子力学だけでは不十分で特殊相対性理論も考慮する必要があるだろう。本発表は特殊相対性理論と量子力学を数学的に厳密に統合しようとする理論である代数的場の量子論に注目したい（例えば、Baumgartel (1995) や Halvorson (2006) を参照）。量子力学において粒子の個性性を論じるとき、すでに量子力学において粒子を考えることができるとされてきた。しかし、そもそも粒子を考えることができないならば粒子の個性性に関する議論は成立しないはずである。

代数的場の量子論においては粒子が存在しないという主張が既にある（例えば、Halvorson

(2006) の 4.4 節を参照)。本発表では、これらの議論において粒子とはいかなる性質を満たすべきだと考えられているのかを検討しながら、代数的場の量子論における粒子の個性性を考え、存在論的構造実在主義の主張の根拠を吟味したい。

参考文献

- [1] Baumgartel, H. (1995) *Operatoralgebraic Methods in Quantum Field Theory*, Akademik Verlag.
- [2] Castellani, E. (ed) (1998) *Interpreting Bodies: Classical and Quantum Objects in Modern Physics*, Princeton University Press.
- [3] French, S. (1988). 'Quantum Physics and the Identity of Indiscernibles', *Australasian Journal of Philosophy*, **67**, 432-446.
- [4] French, S. and Ladyman, J. (2003). 'Remodelling Structural Realism: Quantum Physics and the Metaphysics of Structure', *Synthese*, **136**, 31-56.
- [5] French, S. and Redhead, M. (1988). 'Quantum Physics and the Identity of Indiscernibles', *British Journal for the Philosophy of Science*, **39**, 233-246.
- [6] Halvorson, H. (2006) 'Algebraic Quantum Field Theory' in J. Butterfield and J. Earman (Eds.), *Handbook of the Philosophy of Physics*, Elsevier.
- [7] Ladyman, J. (1998). 'What is Structural Realism?', *Studies in History and Philosophy of Science*, **29**, 409-424.
- [8] Worall, J. (1996). 'Structural Realism: The Best of Both Worlds?', in D. Papineau (Ed.), *The Philosophy of Science*, Oxford University Press.