

準実在主義の観点からみた代数的場の量子論の解釈

北島雄一郎
京都大学

科学的事実主義 (scientific realism) は、我々とは独立な世界が存在し、我々は科学理論を通してその世界を知ることができるという立場である。この立場に対する批判の一つとして、悲観的な帰納法とよばれる議論がある。これは次のような議論である。過去に実在すると考えられていた対象、例えばエーテルや熱素は現在の科学理論では実在していると考えられない、従って現在の科学理論において実在していると考えられている対象、例えば電子も実在しているとは考えられないだろう。悲観的な帰納法はこのようにして科学的事実主義を批判する。

多くの科学的事実主義者は、上で述べた科学的事実主義の定義の中の後者の主張、我々は科学理論を通して我々とは独立に存在する世界を知ることができるという主張を弱めることによって悲観的な帰納法に対抗しようとしている。つまり、科学理論を通して我々とは独立な世界の一部だけを知ることができ、その部分は古い科学理論から新しい科学理論に移行しても生き残ると考える。科学理論を通して知ることができる部分に対応して、いくつかの立場が存在する。例えば、Chakravartty (2007)によって主張された準実在主義 (semirealism) はそのような立場の一つである。

準実在主義によれば、われわれの認識とは独立に存在する実体は、検出性質と補助性質という二種類の性質をもつ。検出性質は検出に関わる (Chakravartty, 2007, p.47) 傾向性的な (Chakravartty, 2007, p.49) 性質で、例えば「適切な測定状況で～という光の強度が検出される」という性質である。一方、補助性質は検出に関わらない性質で (Chakravartty, 2007, p.47)、例えば「光はエーテルの振動である」という性質である。準実在主義によれば、科学理論を通して認識できる性質は検出性質のみである。従って、準実在主義の観点から科学理論が記述する実在とは何かという問題を考えるということは、どの性質が検出性質なのか、もしくは検出性質でないのかという問題を考えることになる。Chakravartty (2007)は、フレネルの光学理論においてこの問題を考えている (pp.48-49)。

本発表では、代数的場の量子論における、二重錐 D に厳密に局在した状態 (Light, 1963, Definition 1) に注目し、検出性質に関わる問題を考えたい。二重錐 D に局在した状態とは、 D と空間的に離れた時空領域における任意の観測可能量の期待値が真空状態における期待値と等しいような状態である。Roberts (1990)は、このような状態を二重錐 D において励起した状態とみなした (p.40)。

定義 (Light, 1963, Definition 1) : 単位ベクトル Ψ は、任意の $A \in N(D')$ に対して、

$$\langle \Psi, A\Psi \rangle = \langle \Omega, A\Omega \rangle$$

となるとき、二重錐 D に厳密に局在しているという。ただし、 $N(O)$ を時空領域 O に対応した局所代数、 D' は D の因果的余集合とする。

二重錐 D と空間的に離れた二重錐を D_0 としよう。準実在主義の観点からみて D に厳密に局在した状態において、 D において観測される確率が D_0 において観測される確率よりも大きく、かつ D と D_0 において同時に観測される確率は 0 であるという性質は、妥当な検出性質とみなせるように見える。本発表では、このような性質を次のように定義する。

定義： Ψ を二重錐 D に厳密に局在した単位ベクトルとする。射影作用素 $P \in N(D)$ が、 D と空間的に離れた二重錐 D_0 と 0 でない射影作用素 $P_0 \in N(D_0)$ が存在して

$$\langle \Psi, P\Psi \rangle \geq \langle \Psi, P_0\Psi \rangle$$

$$\langle \Psi, PP_0\Psi \rangle = 0$$

という条件をみたすとき、射影作用素 $P \in N(D)$ を Ψ における検出作用素とよぶことにする。

そして、通常の代数的場の量子論の公理 (cf. Baumgartel, 1995) のもとで、厳密に局在した状態における検出作用素は存在しないということを示し、この結果を準実在主義の観点からどのように解釈すべきかを考察したい。

参考文献

- Baumgartel, H. (1995). *Operatoralgebraic Methods in Quantum Field Theory*, Akademie Verlag.
- Chakravartty, A. (2007). *A Metaphysics for Scientific Realism*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Light, A. L. (1963). Strict Localization, *Journal of Mathematical Physics*, 4, 1443-1447.
- Roberts, J. E. (1990) Lectures on Algebraic Quantum Field Theory. In D. Kastler, editor, *The Algebraic Theory of Superselection Sectors*, pp.1-112. River Edge, World Scientific Publishing.