

形式的類似性と存在論的關係

原田雅樹 (Masaki HARADA)

関西学院大学

Dominican University College, Ottawa, Canada

マリー・ヘッセの『科学におけるモデルとアナロジー』（1963、Sheed and Ward）という本は、アナロジーという概念によって、科学における歴史性も視点に入れながら、論理実証主義的な科学哲学をのりこえようとした画期的な書物である。しかし、質料的なアナロジーと形式的アナロジーという区別に基づくヘッセの議論は、論理実証主義的な観測的命題と理論的命題の区別に影響されおり、アприオリな総合といわれるような概念におけるアナロジーの考察はあまりない。この「アприオリな総合」という概念はいうまでもなくカントが導入し、論理実証主義者らが放棄したものだが、現象学の創始者フッサールは、その著書『イデー』において「存在論的領域」を規定する基本概念をアприオリな総合として捉えている。また、近年では、グランジェやハッキングが歴史化されたアприオリな総合概念の必要性を説いている。

本発表では、アприオリな総合概念である数学概念を形式論理にも純粋な構造にも還元されえない固有の「スタイル」による意味内容を持った概念として捉えるグランジェの思想を受容しつつ、いかにその数学概念・数学形式におけるアナロジーが新たな数学概念、物理概念を産出するのに関わっているかを考察する。そして、歴史化されたアприオリな総合概念が形成する「存在論的領域」というものに注目したい。その際には、現代物理学の量子論において、いかに物理概念と数学概念がダイナミカルに干渉しながら、新たな概念が生み出されているかを例にとることとする。また、フッサールは、物理科学の存在論的領域を時間・空間内に局在する実在を把握する非歴史的で不変的な（質料的）本質直観によって規定するが、この古典的な「局在する実在」なる概念自体が量子物理学では機能しなくなる。そこで、ボーアが相補性の原理を提唱し、古典世界と量子世界を二元論的に把握しようとしたことは、ある意味で量子物理学の「存在論的領域」を古典物理学のそれと区別しながら、直観的に理解しがたい量子力学をシンボリックに築くことを可能にしたといってもよいかもしれない。しかし、古典物理学の「存在論的領域」と量子物理学におけるそれとを異なるものとして捉え続けることに満足してよいのだろうか。古典物理学における「存在論的領域」と古典物理学におけるそれとがどう関わりあっているかという問題を扱い、新たな存在論的領域を築いていくのも物理学のひとつの仕事ではないだろうか。このことを考察すると、「存在論的領域」も非歴史的な不変的なアприオリではなく、歴史に依存したアприオリな領域であることがわかってくる。このようにして歴史的に導入されるアприオリな総合概念のカテゴリーのことをグランジェは「派生的カテゴリー (catégories dérivées)」とよぶ。そして、歴史に依存した「存在論的領域」を形成する概念はさまざまな形のアナロジーを通して導入されていく。物理学における物理的なアナロジーに有効に作用するのは形式論理的におけるアナロジーではなく、この「存在論的領域」を形成するアприオリな総合概念におけるアナロジーである。

フッサールは自然科学における本質直観を質料的直観と形式的直観とに区別し、後者を、形式論理的な普遍数学に関わるものとする。私は、ここで、この普遍数学の形式的直観を、学問の歴史の中で具体的に形成されたシンボル体系によって媒介され、再構成された形式的直観というものに移行させようと思う。この形式は、具体的な「ス

スタイル」を持った形式であり、また、直観も完全に無媒介・直接的な直観ではない。

量子理論のシンボリックに媒介された形式的直観は、古典的解析力学の中で形成されたハミルトン形式と作用素の非可換性（ディラックの表現によれば、 q -数）に深くかかわっている。また、その質料的直観は量子状態の非局所性に深く関わっている。そして、この歴史化されたアприオリな総合概念ともいえる形式的直観におけるアナロジーが、いかにして物理現象におけるアナロジーに関わってくるのかを見てみたい。

ハミルトンは、古典物理学において、最小作用の原理によって、幾何光学と解析力学がシンボリックにアナロジカルな形式によって書かれうることを示した。しかし、このアナロジーは、ハミルトンにとって純粹に形式的・数学的なものであり、物理的実在のアナロジーに関することではない。しかし、この数学形式こそ、シュレーディンガーによる 1926 年の波動量子力学の構築を準備したのである。シュレーディンガーは、ミクロの世界における波動的伝播と粒子の力学の双方に適用される波動力学を探した。量子力学は、波動と粒子の古典物理における二元論をのりこえることによって構築された物理理論である。波動伝播と粒子運動は、数学形式においてアナロジカルなだけでなく、物理的存在として区別できないものとなったのである。

そののち、ディラックとジョルダンは、変換理論によってハイゼンベルグの行列力学とシュレーディンガーの同等性を示すが、その際、量子力学の正準理論を構築する。ディラックは「古典的アナロジー」として、古典解析力学におけるポワソン括弧の正準形式を用いる。すなわち、ポワソン括弧の形式をアナロジーとして用いながら、量子力学においては正準物理量の交換関係の形式に置き換えて、量子力学の形式化を実行するのである。

このようにして、変換理論は、行列量子力学も、波動量子力学も数学的には同じ構造を持っていることを示した。しかし、このことは行列量子力学や波動量子力学が無意味になってしまったことを意味しているわけではない。それぞれの理論はグランジェのいう意味でのスタイルを持っている。ハイゼンベルグ理論が物理理論は観測される物理量の関係のみに関わるというスタイルを持っている。ハイゼンベルグの行列理論のスタイルは、後にコンヌによる非可換幾何学の構築にインスピレーションを与えている。この非可換幾何学は、時空をも非可換化することによって将来、量子理論の時空間の非局所性の理解を与えることが期待されている。それに対し、シュレーディンガー理論はハミルトンの古典解析力学、幾何光学に形式的に近づき、ド・ブロイの物質波の実在性を考えるスタイルを持っている。シュレーディンガーの波動量子力学のスタイルは、現在の電子波（物質波）の干渉縞の観測にいたっている。これは、電磁波と物質波が形式的にアナロジカルに記述できるのみでなく、物理的にアナロジカルなものであることを示している。