

数学・確率的記述と科学的实在論

野内玲・熊澤峰夫 (Rei Nouchi / Mineo Kumazawa)
名古屋大学

はじめに 本発表では、まず科学理論において理論と現象とデータとが自然の理解においてどのような構造をとっているかの考え方を提示する。そして観測データとノイズに焦点をあて、ノイズを通してわれわれが世界をどのように理解するのか、という認識論的な側面から科学的实在論の論争を捉え直す。

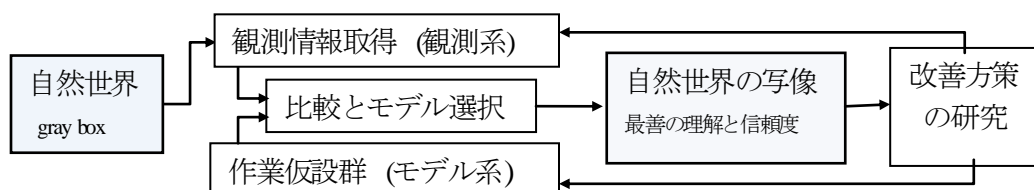
1 科学哲学における先行研究と問題点

科学理論の検証という文脈において、(Bogen & Woodward, 1988)は理論と観察という論理実証主義的な二分法を批判する形で、理論と現象と観察データを区別すべきだと主張した。彼らによると、理論が予測したり説明したりするのは現象であって、データではない。そして現象はデータによって検出される。科学においてはこのように「データ→現象→理論」という一連のプロセスが見出せる。これは科学の営みにおける説明項と被説明項の関係についての考え方である。

B&W がデータと現象を区別せよと主張した根拠の一つに、データに入り込むノイズの存在である。たしかに B&W の「データ-現象-理論」という区分は示唆的であり、科学哲学にとって重要な功績だとされている。しかし、この枠組みではノイズを考慮して自然を理解しようとする科学の現実の営みを捉えきれない。それは、自然の理解の流れが単純な一方向的プロセスにはなっていないからである。

2 現場の科学者の自然世界の理解過程

科学の研究現場では、自然現象の観測情報と作業仮設群（理論モデル）からの予測結果との比較から、両者の整合性がよいモデルを定性的、定量的に絞りこむ。その論理と操作の流れ図の概略を下に示し、その個別要素の概要を説明しよう。



・モデル系 科学者は研究対象を説明する考えを作業仮設として複数設定する。われわれの対象は通常大変多様で複雑だから、作業仮設の構造など詳細には立ち入らない。設定した作業仮設そのものにおける「現実に観測可能な事柄」を厳密に計算、評価予測することは大抵困難なので、その評価をできる適切なモデルに置き換えること（モデリング）が必要だ。こういう予測の不確かさの程度の評価も必要だ。

・観測系 観測で取得する生の観測データには、必ず雑音（目的としていない現象からの情報）も入り込む。研究目的の自然現象からの「信号」とそれ以外の「ノイズ」の分離には、

ノイズのモデリングを必要とする。信号からは理論モデルの予測と比べるべき観測的予測を、分離したノイズからは信号の予測値の信頼度を見積もる。

・**比較とモデル選択** モデル系と観測系の解析結果を比較し、観測情報に最も良く整合するモデルとその信頼度を得る（数値なら最尤法）ことになる。この結果得られる最も尤もらしいモデルに相当する作業仮設が、この時点における自然世界の（われわれの知識体系への）最善の写像であると見なす。このようなモデルの選択刷新とその信頼度の刷新向上 (innovation)が、標準的な自然理解の「基本過程」である。

・**写像の改善方策** 上の基本過程の一段階だけで満足な信頼度が得られない。そこで、すでに得ている写像とその信頼度の分析研究から、観測系とモデル系の双方の機能改善を行う。観測系で言えば、観測データ量を増やすことや計測手法の開発研究、モデル系ではアイデアの刷新や計算理論の開拓などである。自然の理解の深さとその信頼性の向上は、上の図の流れ図の複合経路のフィードバックによって、研究手法の刷新とリンクした「基本過程」を反復する「モデルの逐次刷新」によってなされる。

・**論評** 科学者は現実的な理想追求の結果として、「自然世界の写像の品質の逐次向上」とその「方法の品質の逐次向上」を連動させていると見られる。

3 認識論的観点から見たノイズの身分と科学的实在論

データと現象の区別、そしてデータに入り込むノイズの問題は科学的实在論の論争に関係してくる。近年では科学理論の意味論的捉え方を用いて科学的实在論の論争に切り込むアプローチがあるが、諸モデルの整合的な集合として科学理論を考えると、理論的記述は自然についてのどのような知識だとみなせるだろうか。そのときにノイズは理論モデルの記述にどういった仕方で関係するのか。もし科学的实在論の言うように、科学理論が外的な実在としての自然を記述しているとしたら、科学的探求に入り込むノイズはどのような認識論的な役割を持っているのだろうか。これらの問いについては、先に提示した「モデルの逐次刷新」を参考に考えられよう。

ここでノイズについて考慮すべき点の一つがある。ふつう、ノイズは目的とする現象の信号に紛れ込む邪魔者だとみられる。だが、必ずしもそうとは限らない。われわれが何を研究対象として設定し、何を明らかにしようとし、そのためにどんな情報が必要になるかといった考察を経て、初めてノイズと信号は区別される。ノイズは研究の目的に相対的に決定されるもので、自然の中にノイズと信号の区別があるわけではない。ノイズもまた自然現象なのである。よって、ノイズのモデリングも物理現象の理論的記述そのものにおいて重要な作業であり、その結果として現象の理論的理解や物理的記述といった知識が生まれるのである。

最後に、以上の事柄を踏まえて、科学的实在論に対してこう問いかけてみよう。われわれの目的と相対的な仕方でノイズを排除した信号によって得られた科学的知見が、果たして、科学的实在論者が言うように自然の真なる記述にあたるのだろうか？われわれの先述したような科学的営みからすると、科学者は定性的にも定量的にも、ある条件のもとで暫定的に経験世界の理解に都合の良い最も尤もらしいモデル (most likely model) を追求している、という見方が妥当ではないだろうか？