

## 定式化とは

吉田善章

学術研究のためには先ず「定式化 formulation」が必要です。これは「数式で表す」という狭い意味ではなく、研究対象をどのような科学的パースペクティブで認識し、記述し、分析するのか、何に注目した実験を行い、何を計量したり実証したりするのか、つまり対象をどのような論理空間に位置づけ、どのような装置や道具概念を用いて操作するのかという戦略をもつことです。

ジャック・ラカンの講義録<sup>1</sup>から以下の言葉を引用します：

農業は科学なのか、というような問いへと皆さんを導いているのだということが、おおよそお解りいただければいいでしょう。この例を挙げたのは、対象＝目的によって定義される農業と、ここでぴったりの言葉で言えば領野（領野 champ には畑という意味もある）によって定義される農業すなわち農学、この二つの間にはやはり違いがあることを示唆するためです。この違いは「定式化」という次元を出現させます。

例えば、トマト生産のプロジェクトを成功させるという目的があったとき、それを学術研究者はどのような「科学」の問題として引き受けるか？「トマト生産」という実践は幾つかの科学のテーマに分節化されます。一つにはトマトの品種という問題があります。これは「遺伝」という科学の概念で「定式化」されます。その基本概念は、19世紀にメンデルによって確立されました。20世紀中葉にはワトソン、クリック、ウィルキンスたちによって分子生物学が定式化され、現代ではゲノム編集という技術が最先端を切り開いています。これが農業という目的に対する科学的なアプローチの一つであり、遺伝情報という定式化の次元を開くことで、問題はトマトという特別な対象を離れて、生命の原理に係わる学術研究へと大きく一般化されます。農業の問題は、他のテーマへも分節化されます。土壌の物理・化学的な問題として引き受けると、多孔媒質中の輸送現象や微粒子表面現象などとして定式化することで、いわゆる「土壌科学 soli physics」という分野を成立させます。あるいは、農場経営の問題として引き受けると、生産管理やAI技術、流通などの問題として定式化して農業経済学という分野を成立させます。

私たちに身近な例として力学のことを思い出しましょう。星という対象によって定義される前近代の天文に対して、これを物体の運動という領野に引き取って研究するのが力学です。ニュートンは物体の運動という普遍的現象に対して、その個別的で無限に多様な運動様式そのものに目を奪われるのではなく、物体に働く力に注目するパースペクティブをとり、運動の法則を力の「バランス関係」として定式化したのです（第一法則：力がバランスしているときは慣性運動。第二法則：力のバランスが崩れたとき、バーチャルな力 $= -質量 \times 加速度$ を加えて大きなバランス関係が成立する。第三法則：二つの物体に働く力は作用と

反作用のバランス関係を満たす)。良く知られているように、第二法則を定式化するために微分法という新しい数学的な計算法を編み出し、これが解析学という新しい学問を開くことになりました。オイラーは、ニュートンの運動方程式を「微分方程式」すなわち導関数を含む方程式というパースペクティブで見ることから、それを「解く」ことで運動を生成する理論（以て運動を予測することもできる）として力学系を定式化しました。運動の生成という問題を代数のパースペクティブで見るとリー代数が定式化されます。

核融合科学にとって直接的な例として、プラズマの閉じ込め改善という核融合エネルギー開発の課題を科学の問題に定式化する場合を考えてみましょう。例えば、これを揺動と輸送に係わる物理学のパースペクティブに置き、速度分布関数に現れる揺動の計測あるいは計算から粒子やエネルギーなどの輸送を評価するという定式化を行うことができるでしょう。あるいは、非平衡系のエントロピーに注目するパースペクティブをとると、問題の見え方は少し違ってきて、磁場中の荷電粒子たちにとって実効的な位相空間は何かという空間論としての定式化も可能でしょう。

これらの例のように、対象をどのように捉えるのか、どういう角度から見のかを定め、明らかにしたい目的へどのような方法でアプローチするのかを明示化することが「定式化」です。新しい学問を開くためには、先ず目標を明確に定義し、それを達成するための具体的な作戦が必要です。与えられた作戦を実行するだけ、他の人たちがやっていることを模倣するだけではなく、独自の目標と戦略をたてて研究をスタートして欲しいという期待から、定式化について問うています。

---

<sup>1</sup> ジャック・ラカン『精神分析の四基本概念』（アラン・ミレー編；小出浩之，新宮一成，鈴木國文，小川豊明 訳；岩波文庫）。フロイトが創始した精神分析 *psychoanalysis* は医療の実践から生まれ、哲学にも深い影響を与える学問になったわけですが、これが「科学」となり得る条件について、ラカンは高等師範学校で行ったセミナーで論じています。そこで彼は、フロイトに起源する四つの基本概念によって精神分析を定式化することを試みています。