

「数理科学」は語る

30年前から現代へのメッセージ

米沢 富美子

1982年9月号

物性物理学の対象となる物質は、大きく分けて結晶と結晶でないものに分類される。結晶でない物質をまとめて「不規則系」または「乱れた系」と呼ぶ。不規則系には、原子の配置が結晶からの何らかのずれとして記述できるものと、そうではないものがある。後者のうち固体に属するものは、構造に結晶の名残りさえないという意味で非結晶物質（非晶質あるいはアモルファス）と命名されている。

「アモルファスの特集を企画してほしい」と30年前に編集部から依頼されたとき、私は「アモルファスは少し時代遅れかも」と考えた。アモルファスの研究は、旬を脱し始めていた。そこでトポロジーという切り口からのアモルファス構造の解析を強調して「構造のトポロジー的な特徴」という副題をつけ、話題をその点に絞って執筆を選んだ。

規則構造をテーゼに据え、それを壊していくことでアンティテーゼとして乱れを把握する方針（転位の理論：二宮敏行、北原和夫、川村清）に加え、乱れを肯定的概念として捉える方針（ホモトピー群の理論：高野宏）も含めた。相転移における乱れの役割（宮下精二、川村光）、物性に反映した乱れの効果（藤原毅夫）も取り上げた。また、トポロジー乱れを形の問題として捉える思想（小川泰）や実験からの夢（長谷田泰一郎）も語ってもらった。

不規則系の構造に共通した事実は、「長距離秩序の欠如」と「短距離秩序の存在」である。しかし短距離秩序に関しては、実験的には原子相関といった1次元的な形でしか得られない。短距離秩序の3次元的な情報や中距離構造が不規則構造の決め手になる。

その解析の手段に使われるコンピュータについては、この30年間の進歩は予想を超えた著しきで、現在のもものと以前のものには、雲泥万里の隔りがある。かくのごとく向上発展を遂げたコンピュータをもってしても、実は乱れの3次元的な短距離情報や中距離情報に関して、十分なブレイクスルーは得られていない。



この状況を背景に、トポロジー的なアプローチの有用性は今も高い。

物理学では、磁化の保存則に見られるトポジカルな（トポロジー的な）性格や、トポジカルソリトン、グラフ理論におけるトポジカルインデックス、さらに一般相対性理論に従う古典的發展ではトポジカルな変化がない事実など、いくつかの場面でトポジカルな概念が重要な役割を演じている。

2006年には、トポジカル絶縁体が発見された。バルクには絶縁体なのに、「エッジ（2次元系なら端、3次元系なら表面）」に金属状態が生じる物質である。

トポロジー的な観点からの研究は、これからもますます重要になり、新しい局面を開いていこう。

（よねざわ・ふみこ、慶應義塾大学名誉教授）