

異なる温度の平衡状態にある2つの系を接触させることを考えてみよう。たとえば20度と40度の物質を接触させると、同じ温度(たとえば30度)の状態に到達する。この現象を不思議に思う人はいない。しかし、物質を構成する原子や分子の運動は、古典力学もしくは量子力学によって記述されている。すると、これらの運動方程式は時間反転に対して対称なので、20度と40度の状態から30度に緩和するダイナミクスが運動方程式の解としてあるなら、30度の状態から20度と40度の状態に時間変化する解も存在する。実際に観測される不可逆現象と、微視的力学の基礎事項である可逆性の整合性を問うのが「時間の矢の問題」である。この問題の難しさは、なにを前提にしてなにを示せばよいのかが明示的になっていないことにある。

巨視的な量の確定的なふるまいを微視的な力学から議論するとき、もっとも確からしい「典型的な」ふるまいを定式化する必要がある。熱力学と微視的力学を結ぶ平衡統計力学では、等重率の原理に基づいて定式化された。それに対し、非平衡系のダイナミクスを典型的なふるまいとして、微視的力学から一貫した形で議論できる原理は見出されていない。

近年の「ゆらぎの定理」以降の発展によって、非平衡系に対する議論の見通しは格段によくなった。定理をうまく利用することで、20度と40度のそれぞれの物質に対して等重率の原理を要請すれば、その後の時間発展を形式的に導出することはできるし、全体系のエントロピーが増えることを確認することもできる。このとき、30度に平衡化したように見える系に対して、等重率の原理を適用すれば、その熱力学的な性質やその後に操作を加えて生ずる時間変化を議論できる。しかしながら、等重率の原理によって選ばれた微視的な力学状態に対して、すべての粒子の速度を反転して時間発展しても、最初の20度と40度の状態に戻ることはない。すなわち、等重率の原理を仮定するたびに「過去」を論じない約束をすることになっている。さまざまな論点が考えられるが、平衡統計力学の範囲をこえて等重率の原理を理解しなおす必要があるだろう。

近年、孤立量子系のダイナミクスに関する実験的研究も活発になりつつある。いまこそ、実証科学として建設的で具体的な問いをたて、その解決を通じて自然の基礎法則に関する新しい知見を得るときかもしれない。

佐々真一(京大理院)、会誌編集委員会