

森羅万象を大きくマクロとミクロに分ける見方がある。前者は巨視的で、我々の感覚が識別できる大きさ以上の空間、時間、エネルギーが対象だ。後者は微視的で、物事の要素は小さくて目には見えないが、それを見てきたように感覚的に捉える。たとえば水の沸騰や凍結現象はマクロで、水分子の挙動はミクロだ。

熱的な現象を扱う学問にも、マクロの範囲で扱う熱力学とミクロまで見る統計力学がある。前者は圧力、温度、エネルギー、エントロピーという全体系、つまりマクロ量の関係を把握する。後者は分子の個々の運動、つまりミクロな挙動まで降り、マクロ量との因果関係を論理的に説明する。

熱力学は3つの法則からなる。熱力学第1法則と第2法則は、それぞれエネルギー保存の原理と熱的過程が進む向きを与えるエント

## 熱力学と統計力学に分類

ロピー増大の原理。熱力学第3法則は絶対零度には到達不可能であると教える。

マクロな対象はミクロに複雑な運動をする多数の粒子からなり、その複雑さから、統計力学での確率的取り扱いが正当化される。マクロ物理量はミクロ物理量を平均した結果。つまり統計力学は、ミクロレベルの力学法則の確率論によって、平均的法則として物理法則を統計的に演繹（えんえき）する。

ボイル・シャルルの法則では、容器の壁に作用する気体の圧力はマクロ量だが、ミクロには1平方メートルの壁に毎秒10<sup>22</sup>個の分子が秒速数百メートルあたりの衝撃の平均的結果となる。物事の理解や説明はマクロだけで済むこともあるし、ミクロの世界に立ち入らなければならぬ場合もある。

（東京大学名誉教授

和田昭允）

日経産業新聞  
平成30年  
9月11日

複数の要素が連携しながら働いて、外部から与えられたエネルギーを人間が意図する仕事に変換する機構を「キカイ」という。人力以外の動力で動く複雑で大規模なものを「機械」、人力で使う単純で小規模な道具を「器械」と書く。

ギリシャ語の「メカネ」からきた言葉で、紀元前150年ごろのアレクサンドリアの学者ヘロンによれば、てこ、ろくろ、くさび、ねじ、滑車があり、ヘロンは「一定の力によって一定の重量物を動かすことのできるメカネ」と呼んだ。

メカネがラテン語に入ってマキナになり、それが英語のマシンをはじめヨーロッパの各近代語になった。日本では安政年間（1854〜60）に「機器」や「機関」という語ができた。

生物では形態的に独立した器官が、いろいろな機能をそれぞれ分担している。

## 生物も物理学的には該当

多細胞生物の器官はいくつかの組織からなり、組織は多数の細胞が作る。このように、複数の要素が関連して機能するという機械の条件を備えるのだが、柔らかいし、意識を持っているために機械と割り切るには違和感があった。

しかし、そこは開き直って、機械をモデルとしてイメージしながら対象を考察する態度を機械論という。自然や社会や生物を、目的や霊魂という観念論的概念を入れないで、あくまでも物理学的システムとして決定論的に扱うのだ。

歴史的には、どんな機械をモデルにするかによって機械論も変化してきた。17〜18世紀は時計をモデルとしていたが、19世紀には原動機や蒸気機関がモデルになり、最近ではコンピュータや自動制御機械だ。

（東京大学名誉教授

和田昭允）

日経産業新聞  
平成30年  
9月18日