

# 自然と社会 に見る “サイクル”



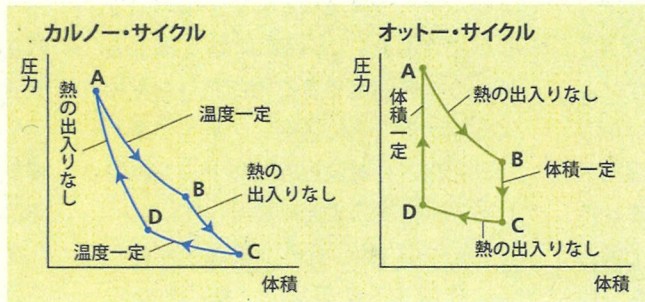
イラスト・高橋直之

サイエンスの基礎からテクノロジーの応用までカバーして使い勝手が良い“サイクル”という概念がある。循環・巡回、または周期という意味だ。ほかにも野球のサイクルヒット、家庭用品のリサイクル、熱帯低気圧のサイクロン、物質循環や経済循環、景気循環など、幅広く使われている。

サイエンスの基礎分野では、フランスの天才物理学者カルノーが当時の先端機械である蒸気機関の効率をサイエンスの普遍的課題として考察した。そして1824年に“熱量の保存”と“永久機関は不可能”の2原理に基づき、以下に述べるカルノー・サイクル理論を提出。これが基礎になって熱力学第2法則が確立された。

カルノーは図のような可逆サイクルを考えた。気体の温度を一定に保ったまま膨張させ（A→B）、熱の出入りが起きないように一気に膨張させて温度を下げる（B→C）。この温度を保ったまま圧縮し（C→D）、今度は一気に圧縮してはじめの状態に戻る（D→A）循環で、その効率をオーソドックスに論じた。

テクノロジーの応用分野でのサイクルはこうだ。熱機関は熱エネルギーを機械エネルギーに変えるが、そこにはエネルギー変換の媒体として作動流体が不可欠だ。すなわち高温熱源で加熱された作動流体の膨張を仕事として取り出し、残りの熱を低温熱源に捨てて冷却されることで作動流体が元の状態に戻りサイクルが完結する。加熱方法により内燃式と外燃式がある。内燃式は燃料と空気の混合物の作動流体を燃焼させ、高温高圧の作動ガスを得る。内燃式はさらに2つに分けられる。作動流体をシリンダー内で燃焼させ、その膨張をピストン・クランク機構で仕事として取り出すことを繰り返す方式が容積型。作動流体を燃焼室内で連続燃焼させて得られる高温・高圧ガスを高速



で回転羽根車に吹きつけて仕事を取り出す方式が速度型だ。

オットー・サイクルは、断熱変化と等積変化からなるもので、断熱変化（A→B, C→D）と等積変化（B→C, D→A）を組み合わせる。このサイクルはガソリンエンジンなどの内燃機関のモデルになる。ディーゼル・サイクルはオットー・サイクルの等積加熱を等圧加熱に換えたものだ。

地球物理学の分野でもウィルソン・サイクルがある。大陸が分裂しその割れ目の海洋底が広がりその後、分裂した大陸どうしが衝突して1つの大陸に戻るサイクルのことだ。古地磁気学や地磁気異常から、2億5000万～6億年前ごろ、現在ばらばらになっている大陸が1つにまとまって巨大な大陸をつくっていたとされる。その超大陸は誕生後すぐに分裂を始め、大陸の分裂・集合サイクルの周期は4億～5億年程度だ。

海水もサイクル運動する。海の流れは、長時間に平均するとある一定の方向性があり、一定期間後に元に戻る。その規模が海洋全体に及ぶものを海洋大循環という。同じく全球的に繰り返される大規模な大気運動のサイクルは大気大循環だ。

人類が太古から持ち続けてきた輪廻観もサイクル概念だ。自分を巡る様々なものの繰り返しを観て、そこに何か本質的なものを感じ取り輪廻観を持ったのは当然だろう。原始時代には死後、霊魂が鳥獣草木や他の人間に転生するという素朴な輪廻観が抱かれ、時代を経て洗練されていく。古代ギリシャでは紀元前6～前5世紀のピタゴラスやプラトンらが霊魂が動植物に生まれ変わり流转する輪廻説を主張。インドでは生前の行為によって死後、その人の主体が他の生物に入るとされた。この概念は仏教に受けつがれ、人間の業によって輪廻が生じるが、それを断ち切れれば涅槃（ねはん）や解脱（げだつ）の域に達せられると説かれた。

日本では輪廻は仏教とともに受け入れられたが、インド型の輪廻転生説が過去・現在・未来の時空間で考えられるのに対して日本人のそれは独特で、平安初期の仏教説話集『日本霊異記』に見られるように、現世主義的である。日本独自の世界的発展の原点はその現実感覚辺りにあるのかもしれない。（わだ・あきよし：東京大学名誉教授）