



エネルギーという言葉をよく耳にする。「エネルギー」とは「仕事をする能力」であること、運動する物体は運動エネルギーをもつことなどをすでに学んだ。しかし、エネルギーという言葉は、実は200年ほど前につくられた造語であり、その後もエネルギーとは何であるかについて、さまざまな議論がなされた。それまでに存在しなかった「エネルギー」という言葉や概念を、なぜつくりだす必要があったのだろうか。その歴史は、17世紀の2人の学者、デカルトとライプニッツの主張が対立したことにさかのぼる。

デカルトとライプニッツの 活力・運動量論争

重い物体と軽い物体を同じ高さから落下させるとき、空気抵抗の影響がなければ、地面に同時に到達することを見いだしたのはガリレオであった。2つの物体が地面に衝突する速さは等しいが、地面への衝撃は明らかに重い物体の方が大きい。運動する物体がもつ「何か」は、速さ v だけでなく質量 m にも関係する、と考えるのは自然なことである。この「何か」を、デカルトは「運動の量 (quantity of motion)」と呼び、質量 m と速さ v との積 mv で表した(1640年頃)。

これに対してライプニッツは、鉛直に投げ上げた物体が到達する高さ h は投げ上げる速さ v ではなく v^2 に比例することから、運動する物体がもつ「何か」は mv^2 で表すべきであると主張し、これを「活力 (living force)」と呼んだ

「エネルギー」の概念は どう成立したのか？

(1686年)。この後、運動する物体のもつ「何か」を「運動の量 mv 」で表すべきか「活力 mv^2 」で表すべきか、多くの物理学者による長い論争が始まった。

論争の決着

自動車や自転車は、ブレーキをかけてもすぐには止まることができない。速さが上がるほど、停止するまでの時間や距離も伸びる。速さが2倍になると、停止するまでの「時間」は2倍になり、停止するまでの「距離」は4倍になる。つまり、停止するまでの「時間」は「速さ」に比例し、停止するまでの「距離」は「速さの2乗」に比例するのである。「運動の量 mv 」は運動を「時間」の観点で見たものであり、「活力 mv^2 」は運動を「距離」の観点で見たものであった。半世紀以上にわたる論争は、ダランベールによって、いずれも重要な物理概念であるとして決着がつけられた(1743年)。

産業革命と「エネルギー」の関係

ワットによる「仕事」の定義

やかんや鍋に水を入れて沸騰させると、発生した水蒸気によってふたがもち上がるのを見たことがあるだろう。水蒸気のものでものを動かすしくみ(蒸気機関)は、古代ギリシャ時代の文献にも見られる。

18世紀にイギリスで起こった産業革命では、工場での大量生産を支える動力源として、ワットが1769年に改良した蒸気機関が大きな役割を果たした。ワットは、製作した蒸気機関を使う工場から使用料を徴収するため、蒸気機関がする「仕事」を「力」と「移動距離」との積で定めた。現在の物理学で用いられる「仕事」は、物理学者ではなく、技術者・発明家であるワットによって定義されたのである。

「仕事をする能力」=「エネルギー」

ワットによって仕事の定義がなされると、物理学者たちは、運動する物体がほかの物体に対してすることができる仕事が $\frac{1}{2}mv^2$ で表されることに気づき、「活力」を mv^2 ではなく $\frac{1}{2}mv^2$ に改めた。

1807年、イギリスのヤングは「活力」の代わりにギリシャ語の「仕事(ergon)」に由来する「エネルギー(energy)」という用語を導入し、「エネルギー」=「仕事をする能力」と定義することを提唱した。 $\frac{1}{2}mv^2$ が運動エネルギーと呼ばれるようになったのは、これ以降のことである。

エネルギーの総量は変わらない マイヤーの着想

1840年にオランダ船の船医として東インド諸島へ航海したマイヤーは、熱帯に近づくにつれて水夫の静脈血が赤くなることに気づいた。人体は食物から体内に取り入れられた栄養分を、血液によって運ばれる酸素によって燃焼させることで体温を維持する。気温が高くなると必要な発熱量が減少し、血液中の酸素の消費量が減るため静脈血が赤くなる、とマイヤーは考えた。さらに考えを進めたマイヤーは、食物の栄養分に含まれる「力」が体温維持のための熱の「力」や、水夫たちの筋肉の運動の「力」へと形を変えること、この熱や運動のもととなる「力」はさまざまに形を変えるが、その総量は変化しない、という着想を得た。マイヤーが「力」と呼んだものこそ、現在私たちが「エネルギー」と呼んでいるものにほかならない。

