

## 永久機関がもたらした発展

小学生のころに考えたことがある。「水力発電で生み出した電気でポンプを回して水を貯水池に戻せば、永久に電気がとれるのではないか」

私たちの祖先は長い間、人力や畜力によらない理想の動力として、永久機関を求めてきた。永久機関の定義は物理学では、外部に対して仕事をし、自身には何ら変化を残さない装置のことをいう。これには2種類があり、いずれも実現不可能なことが理論的に分かっている。

1つは第1種永久機関といわれるものだ。外部に仕事をしただけで、ほかにまったく変化を残さない循環過程を行う動力発生装置のことをいう。これは熱力学第1法則と呼ばれるエネルギー保存則によって否定される。

第2種永久機関は、1つの熱源から熱を取り、これ

## 失敗に学び、人類の進歩へ

を仕事に変えるだけで、ほかに何の変化も外界に残さない循環過程を行う装置のことをいう。これについては、熱力学第2法則のエントロピー増大の原理、すなわち「孤立系のエントロピーは不可逆変化によって増大する」によって否定される。

19世紀に入って熱機関の物理学的研究が進み、フランスのカルノーが1824年の著書「火の動力についての考察」で、永久機関不可可能の原理を提出して熱力学の基礎を作った。この原理は後に、熱力学第1法則と同第2法則に定式化された。こうして永久機関を実現しようとする試みはことごとく失敗した。

永久機関があり得ないことは、すでに16世紀にイタリアのレオナルド・ダ・ヴィンチらが指摘しており、17世紀に入ってからオランダのホイヘンス、ドイツのライプニッツ、英国のニュートンらもよく理解していた。

しかしそこでの努力は、人力に寄らない自動機械の世紀に入ってからオランダのホイヘンス、ドイツのライプニッツ、英国のニュートンらもよく理解していた。本来の目的には失敗して

しかし、18、19世紀の産業革命の大波の中でも永久機関への模索は続いた。1775年にパリ科学アカデミーは混乱を避けるため、この種の考案の受理を拒否したほどだったが、新発明の提唱はあつたが、新科学史が教えてくれる。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

日経産業新聞  
平成 30 年  
10 月 16 日

## 電子レンジに日本人の知恵

周波数1〜3ギガ(ギは10億)のマイクロ波は、空気、ガラス、陶磁器、プラスチックなどを透過し、金属では反射されるが水には吸収されて熱に変わる。水分子の電気双極子が高い周波数で振動・回転し、分子運動エネルギーつまり熱エネルギーになるのだ。

この物理現象を利用した電子レンジは加熱速度が速い、食品だけを加熱するの

で無駄がない、栄養価の損失が少ない、殺菌効果が高いなどの長所がある。一方、高価格、金属製容器やアルミホイルが使えない、熱効率が低い、焦げ目が見つからないなどが短所とされる。

1955年、米レーセオン社が商品化し、61年には国産1号機ができた。当初は専らレストランや食堂車などの業務用だったが、65年に家庭用が発売されると急速に広がり、81年には40%近い普及率に達した。

## 物理現象利用の仕組み開発

その仕組みはマグネトロンと呼ばれる。マイクロ波を発振する電子管、電源と冷却装置、調理品を入れるオーブン、マイクロ波をオーブンに導く導波管、マイクロ波を乱反射させる可動の金属板、タイムスイッチなどからなり、結構複雑だ。現在、マイクロ波の周波数には国際的に2・45ギガが割り当てられている。

マグネトロンは21年に米国人のハルが発明したが、今日の電子レンジを可能にしたのは日本人によるものに他ならない。後に大阪帝国大学教授になった岡部金治郎が27年に開発したものだ。円筒2極真空管の軸方向に磁界をかけると、電子の運動方向が曲がり、ある値以上では陽極に到達せず、陰極のまわりを周回、つまり発信する。それを共振器で取り出す仕組みだ。

(東京大学名誉教授 和田昭允)

日経産業新聞  
平成 30 年  
10 月 23 日