

## 永久機関（？）の例

「不老不死」や「錬金術」は、古代エジプトや秦の始皇帝の時代からあくなき探求がされてきました。道具や機械が発達してくると、「何もしないで動き続ける」永久機関もまた、人類の永遠のテーマとして、これまでいろいろなものが提案されてきました。

13世紀にはすでに永久機関が考えられています。パリの国立図書館に収蔵されている、「ヴィラール・ド・オヌクルの画帖」の中に永久機関の絵が載っています。これは車輪の周囲に7本の木槌きづちが取り付けられている装置です。車の右側では木槌の柄が伸び木槌先端と車輪中心の距離が左側よりも長くなり、左半分と右半分で力のモーメントに不釣り合いが生じ、その状態が木槌の動きにより循環し、回転し続けるというものです。

車輪の左右に力のモーメントの不釣り合いが生じているように見えますが、実際は左右のバランスはちゃんと取れており、最初に人力で車輪を回しても軸の摩擦などによりやがては停止してしまいます。ほかに毛細管現象を使って水車を回すというものも考えられていますが、これも実際には動きません。

また、最近ではあまり見かけなくなりましたが、インテリア小物に水飲み鳥というのがあります。コップに水を入

れ水飲み鳥のくちばしを水に漬け濡らし首を起こすと、首を倒して水を飲み、また首を起こすという動作を繰り返します。

水飲み鳥が動くメカニズムは次のようになっています。中にはジクロロメタンなどの揮発しやすい液体が入っています。

頭が上がっている状態からスタート → ① 水で濡れている頭部で水が蒸発する → ② 水の蒸発により頭部の温度が下がる → ③ 温度の低下により頭部のジクロロメタン蒸気が凝縮する → ④ 温度の低下と凝縮により頭部の気圧が下がる → ⑤ 頭部と胴体の気圧差により連結管の液位が上昇し液が頭部に流入する → ⑥ 頭部に液が溜まり頭部が重くなり管が傾く → ⑦ 管が水平になり頭部から胴部へ液が戻る → ⑧ 液体が胴体へ戻ったことで重心が下がり、鳥は元の直立状態に戻る

これが永久機関になるかどうかは次に説明します。

## 第一種永久機関と熱力学第一法則

そもそも永久機関とはどんなものなのでしょうか？ 永久機関には2種類あり、外部からエネルギーを供給することなく、動き続ける機関を第一種永久機関といいます。

ここで登場するのが熱力学の第一法則です。

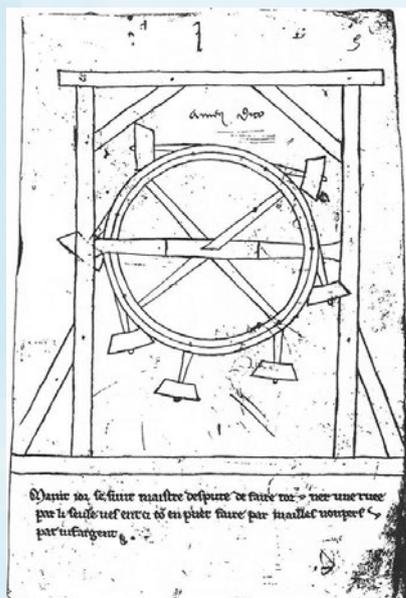
# 永久機関の話

技術開発本部 技術基盤センター

山口 方士



水飲み鳥



ヴィラルール・ド・オヌケールの永久機関  
 (藤本康夫「ヴィラルール・ド・オヌケールの画帖  
 に関する研究」中央公論美術出版 1991 年より)

ひとくちにエネルギーといっても、熱エネルギー、運動エネルギー、電気エネルギーなどいろいろな種類のエネルギーがあります。これらのエネルギーはほかのエネルギーに変換することができます。例えば、蒸気機関車ではボイラで石炭を燃やして発生させた「熱エネルギー」を、機関車を動かす「運動エネルギー」に変換することができますし、電気ヒーターは「電気エネルギー」を「熱エネルギー」に変換することができます。熱力学第一法則は「各種エネルギーはほかの形態のエネルギーに変換することができ、また、変換前後のエネルギーの総量は変わらない」ということをいっています。ここで重要なのは「変換前後のエネルギーの総量は変わらない」ということです。すなわち、「何もないところからエネルギーを作り出すことはできない」ということなのです。この熱力学第一法則によりエネルギーを供給することなく動き続ける第一種永久機関はその存在が否定されることとなります。

木槌の車輪の例はもともと動かないので論外ですが、水飲み鳥の場合でも、蒸発により周囲と熱のやり取りをしています。このことから水飲み鳥は永久機関ではないということがいえます。

## 第二種永久機関と熱力学第二法則

熱力学第一法則を破らずに実現しようとしたのが第二種永久機関です。

第二種永久機関では装置を動かすエネルギーを自分で賄おうというものです。熱力学第一法則により仕事はやがて

すべて熱に変換されます。このとき発生した熱を回収し、そのエネルギーを使って装置を動かそうというものです。このとき、熱効率は 100% となります。すなわち、第二種永久機関は「熱効率 100% の機関」ということとなります。

ここに立ちはだかるのが熱力学第二法則です。熱力学第二法則は「外部から供給された熱を 100% 仕事に変換することはできず、一部はまた外部へ捨てなければならない」ということをいっています。蒸気機関車においても煙突から煙とともに熱を外部に捨てています。水車で川の流れから動力を得る場合に、下流側の川の流れをゼロにすることができないのと同じです。

100% 仕事に変換することができないどころか、変換効率  $\eta$  には

$$\eta = 1 - T_L / T_H$$

で表される上限値があります。ここで、 $T_H$  および  $T_L$  はそれぞれ高熱源および低熱源の絶対温度で、この  $\eta$  はカルノー効率と呼ばれます。

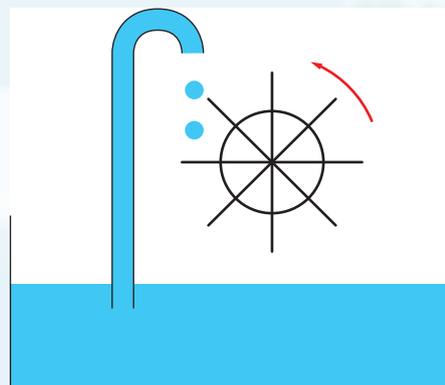
このように熱効率 100% の熱機関すなわち第二種永久機関はその存在が否定されます。現状の熱機関ではカルノー効率へいかに近づくか日々開発が続けられているのです。

## 永久機関(?)の今後

熱力学第一、第二法則が確立しすでに 100 年以上経過しています。それでも永久機関の魔力に取りつかれその開発に心血を注ぐ人は後を絶たず、20 世紀においても永久機関と称するものがいくつも特許申請されました。

今後もし、本当の永久機関が登場するとしたら物理学の根底を覆す大発見になることは間違いありません。

また、宇宙に目を向ければ莫大なエネルギーが存在しています。このエネルギーを利用することができたら、少なくとも人類が滅亡するまでは利用し続けることができるでしょう。それは、ある意味では永久機関なのかもしれません。



毛細管現象を利用した永久機関(?)