

自然観察指導員埼玉連絡会 会員 理化学研究所 広報室 理学博士 高橋 勝緒

豊かな生活と環境保護の両立は 21 世紀の大きな課題です。もともと「豊かな生活」とは「自然環境に恵まれた生活」として同義語であるべきものなのかもしれませんが、いつしか物質文明の名のもとに相反する要素を持つに至ってしまっています。

環境問題については、本会の活動の中心であり、既に皆様の深く思考・実践されている課題です。

本連載では、その環境問題の基礎となる科学的事柄のいくつかを取り上げ、物理や化学の基礎知識と環境問題を結びつける「極くやさしい話し」として書いてみたいと思います。複雑な環境の科学的問題を考える上で、その基になっている物質やエネルギーの科学をちょっとだけ思い出していただく機会となれば幸いです。

本編は、自然観察指導員埼玉連絡会の「あらかわ通信」に寄稿した小文をまとめたもので、同連絡会は、私が自然観察ボランティアの活動をしている団体先です。

その2. エネルギー様様

はじめに

18 世紀後半、ジェームス・ワットが蒸気機関を改良して以来、人類は石炭や石油を燃やして得られるエネルギーを基に近代文明を築いてきました。

これは蒸気機関の発明によって、「熱」というエネルギーを「物を動かす」エネルギーに変換して利用する手段を手に入れたこととなります。

今日では、電灯、電車、からコンピューターまで、「電気」というエネルギーが大活躍しています。でも、このエネルギーを使うことの地球環境への影響が無視できなくなってきたのが現代です。エネルギーを大切に使うため、色々なエネルギーの関係をおさらいしてみましょう。

エネルギー変換の仕組

力仕事(力学的エネルギー)や、熱、光、電気、そして石炭や石油のような物質が持つエネルギー(化学エネルギーと呼ぶ)など、「エネルギー」と呼ばれるものには色々な形態があります。「エネルギー」とは「仕事をする能力」といったものでしょう。

我々は、何か高いエネルギーを持つものから、させたい仕事に適したエネルギーを取り出して使います。蒸気機関の例では、石炭と空気中の酸素の持つ化学的なエネルギーを「燃やすこと」によって熱エネルギーに変換し、それを水を沸騰させて気体の膨張に、そしてピストンの運動という力学的なエネルギーに変換し、汽車を走らせて利用しているのです。

電車では、電気エネルギーをモーターという仕掛けで運動のエネルギーに変換し利用しています。その電気を得るためには、水力発電所では、高いところにある水を重力の作用によって流れ落ちる運動に変え、それを「発電機」というモーターの逆の原理の装置で電気エネルギーに変換しています。

そして、水を高いところへ運ぶのは、太陽の「光」が海水や空気に吸収されて熱に変わり、水を水蒸気、そして雲、雨に換えて大きな「位置のエネルギー」を持つ川上の水にするのです。

我々が用いている色々なエネルギー変換の様子、その仕掛けを図にしてみました。

日常なにげなく使っている道具が、「エネルギー変換」を巧みに利用する仕掛であることが良く分かります。

[図1 様々なエネルギー変換]

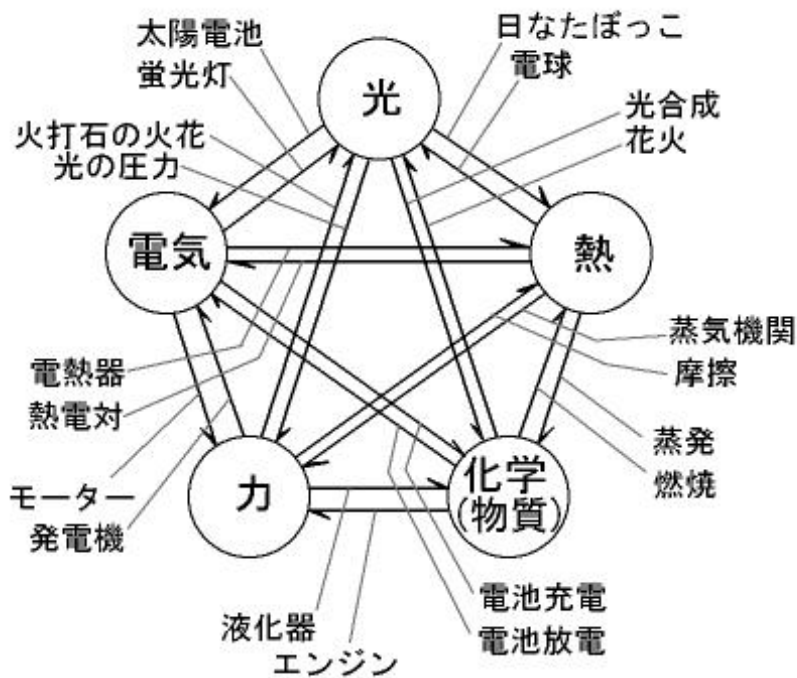


図1 様々なエネルギー変換

電気エネルギー

今日「電気」ほどエネルギー源として利用されているものはありません。使われる電気エネルギーが、どれくらいの様々な仕事に相当するか量的な比較をしてみましょう。様々なエネルギーはジュール(J)という単位で共通に測られます。

電気では、1V(ボルト)の電圧で、1A(アンペア) という大きさの電流が1s(秒)流れた場合が1Jのエネルギーです。

100W(ワット = $V \times A$)の電球が輝いている様子は思い浮かぶでしょう。これは 100V の電圧で1Aの電流が流れている状態で、100 秒間電灯が輝いていれば、 $100 \times 1 \times 100VA s = 10000J$ のエネルギーが光として利用されたこととなります。

でも、電球では、電気エネルギーは光だけではなく熱にもなっています。電球に比べ、蛍光灯の方が熱くなりませんから、電気 → 光 のエネルギー変換の効率が高くなることとなります。電気でお湯を沸かしてみましょう。1g(グラム)の水を1 温度を上げるのに必要なエネルギーが1カロリーといわれていました。現在では、エネルギーの単位はJに統一されています(食品では例外)から、これは約4.2Jということです。したがって、1リットル(リットルは dm^3 「デシメートルの3乗」というのが正しい; やかん1杯程度)の水を20 から100 まで暖めるのには、 $4.2 \times 1000 \times (100 - 20) = 340000J = 340kJ$ のエネルギーが必要です。

電気エネルギーが無駄なく使われても、1キロワット(100V、10A)のヒーターで340 秒、約6分かかることとなります。

これをガソリンの燃焼で湯を沸かすと、ガソリンを燃やして得られるエネルギーは、1g 当たり42kJといわれており、約8gのガソリンと約20リットルの酸素を消費し約12リットルの二酸化炭素を排出することとなります。

また一方、これを太陽光でまかなうと、太陽から地球(大気圏外)へ到達するエネルギーは、1 m² 当たり毎秒 1.37kJ といわれています。1m² に当たる光を集めれば約4分で湯が沸くことになります。

力学的エネルギー

ある力をかけて物を動かしたとき、その「力」と「動いた距離」を掛けたものが使った「力学的エネルギー」です。力の単位 N(ニュートン)、距離は m ですから、Nm = J となります。ちなみに 1kg の質量の物体にかかる重力(重さとして感じる力)は、9.8N、それを 1m 持ち上げるエネルギーが $9.8 \times 1 \text{ Nm} = 9.8 \text{ J}$ ということになります。

では、前述の 1リットルの水を沸かすエネルギーとゴルフボールを打ち上げるときとのエネルギーを比較してみましょう。ゴルフボールの質量は約 46g ですから、それにかかる重力は $0.046 \times 9.8 = 0.45 \text{ N}$ 、340 kJ では、 $340 \text{ kJ} / 0.45 \text{ N} = 754 \text{ km}$ となり、人工衛星よりも高いところに持ち上げられることとなります。やかんにお湯を沸かすとは大変なことですね。

おわりに

以上説明したエネルギーの変換は、理想的な計算値です。実際には、前述の電灯のように、電気エネルギーは目的とする「光」だけにはならず、熱にもなり「無駄使い」されてしまいます。ゴルフボールを高く飛ばそうと思っても土煙を上げるだけにエネルギーが使われることも体験済みですね。エネルギーの節約には、少ないエネルギーで目的を達する行動様式とともに、このような変換効率をいかに高めるかという技術開発も重要です。ここでは様々(さまざま)なエネルギーの関係を述べました。我々は、様々なエネルギー源を用い、都合の良いエネルギーに変換し生活に役立てています。正にエネルギー様々(さまざま)ですね。