

レポート完成のヒント No.6

1.

I.

- ◎ 「熱伝導」、「対流」、「(熱)放射」の3通りの熱の伝わり方は、大変有名ですので、ぜひとも覚えておいてください。

II.

- ◎ 一般に、「エネルギー」は、様々に種類を変える事が出来ます。
その中でも、『熱(エネルギー)』と『力学的エネルギー』とは密接な関係があります。
また、ある物体に『仕事』をすれば、その物体は『力学的エネルギー』を蓄えることができますね。ですから、『熱』と『仕事』の間にも密接な関係があります。
イギリスの物理学者ジュールが、仕事と熱との関係を、独自に考え出した実験方法で直接調べました。その実験は「ジュールの実験」として、現在でも語り継がれています。
(※この辺の詳細は、後述を見てください。)
実験結果は、端的に書くと $1[\text{cal}] = 4.2[\text{J}]$ です。
つまり、 $1[\text{cal}]$ の熱量は、 $4.2[\text{J}]$ の仕事に相当するという事です。
レポートにも書いてありますが、ジュールさんはこれ以外にも、物理学において様々な功績を残されました。電気の分野で出てくる『ジュール熱』もその1つです。

2.

- ◎ 導線中を流れる電流によって発生する『ジュール熱』の発生についてです。
簡潔にここで理解して欲しい定義式だけを挙げておきます。 ※各記号の意味は教科書等で確認してください！

ジュール熱： $Q = P t [\text{J}]$

消費電力： $P = V I [\text{W}]$

ジュール熱： $Q = V I t [\text{J}]$

オームの法則： $V = R I [\text{V}]$

ジュール熱： $Q = I^2 R t [\text{J}]$

消費電力： $P = R I^2 [\text{W}]$

3.

- ◎ 電力等に関する計算問題です。()内の式を参考にして計算してください。

4.

I.

- ◎ 『熱機関』に関してです。
高温の物体から熱量をもらって、外部に仕事をする「機械」を『熱機関』といいます。
この時、もらった熱の一部を必ず低温の物体に捨てなければなりません。ですから、もらった熱を100%仕事に変える熱機関は残念ながら作ることはできません。このことは、理論的に証明されています。
でも、100%仕事にできる機械を考え出したくなるのが、人間ですよ。古来、人々はそのような機械を作るべくチャレンジを続けてきました。しかし、できない物はできませんでした。

何だか「錬金術」と似ていますね。

それならば、できるだけ効率よく仕事に変えるこのとできる熱機関が求められます。そこで、もらった熱の何%を仕事に変える事が出来るかを表す数値を定義して、それを『熱効率』といいます。残念ながら、現在それほどハイリターンの熱機関はまだできていません。

熱機関の元祖といえるのが、「蒸気機関」です。現在では、自動車も熱機関の一つです。

II.

- ◎ 熱機関とその熱効率に関する計算問題です。() 内に書いてある式をヒントにして解いてください。 ※少し難しいかもしれませんが、よく考えてみてください。

5.

- ◎ 現在、人類が最も関心のある問題の一つである、エネルギー問題について触れています。人類はこれまでエネルギー源として、主に石油や石炭などの「化石燃料」に依存して来ました。しかし、この時発生する二酸化炭素によって生じる問題に現在直面しています。二酸化炭素などの「温室効果ガス」のもたらす『地球温暖化』の問題です。(別の側面として、化石燃料の枯渇問題は以前から指摘されて来ました。)
「地球温暖化」による海面の上昇により、陸地が減っていくという問題は最たる物であり、それ以外にも様々な問題が浮かび上がりつつあります。そこで、根本的にエネルギー源を他に求める必要があります。

「再生可能エネルギー」が期待されているエネルギー源の一つです。具体的には、水力発電、風力発電、バイオマス発電、地熱発電、太陽光発電などが考えられます。しかし、それらにもそれぞれデメリットがあり、クリアすべき課題は少なくありません。

6.

- ◎ ここでは、「環境に優しい自動車」が紹介されています。二酸化炭素を全く出さない自動車として、『電気自動車』が現在世界的に注目されています。その最先端を走るのが米国です。日本でも各自動車会社が電気自動車の開発に乗り出しています。

日本では、現在一番リーズナブルな自動車は『ハイブリッドカー』ですね。かなり普及していますし、今後も見通しのよい自動車だと考えられます。そこには、『回生ブレーキ』というブレーキシステムも工夫されています。

さらに、化石燃料に代わるエネルギー資源の一つとして、太陽エネルギーがあります。太陽光を直接利用する『太陽熱温水器』や、太陽の光エネルギーを電気エネルギーに変換する性質を持つ半導体を利用した『太陽電池』による『太陽光発電』などです。

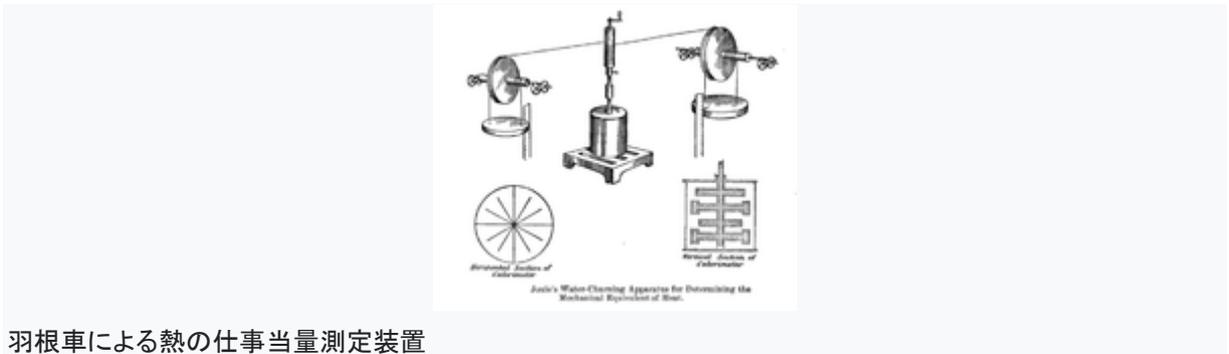
現在最も実用化されている『太陽電池』は、シリコン系太陽電池です。しかし、変換効率(受け取った光エネルギーを電気エネルギーに変換する割合)が高くても20%程度で、あまり効率的にはよくありませんので、今後の改善が望まれるところです。また、「蓄電」の問題もあります。

上記の他に、莫大なエネルギーを得る手段として、『核分裂』を利用した『原子力発電』があります。しかし、ご存じのようにそこには様々な解決すべき問題があり、ハードルは高い状況です。もう1つ挙げるとすれば、『核分裂』の真逆の『核融合』も、莫大なエネルギーを得る事が出来ます。この方法も、かなり以前から研究されていますが、まだまだ実用化が難しい状況です。

★物理学者ジュールと「ジュールの実験」などについて(引用：ウィキペディア)

羽根車の実験とトムソンとの出会い[編集]

このような幾たびかにわたるジュールの仕事当量の測定は、相変わらず一般には認められなかった。[1845年](#)、ジュールはまた別の方法で仕事当量の測定を行った。これは、おもりの重さで水中の羽根車を回し、その運動による水の温度上昇を測定するという手法であった。この装置は、温度の変化を華氏 0.005 度の単位で測定できるという、当時では他に誰も実現できない精度をもっていた。ジュールは 1845 年以降、この手法で繰り返し測定を行った^[要出典]。



羽根車による熱の仕事当量測定装置

この実験も最初は無視され、2 度目の発表([1847年](#))の際には、事前に司会から、手短に済ませるように注意を受けていた。そのため発表は簡単なものになったが、発表を終えたとき、出席者の一人が立ち上がり、内容に興味を惹かれたといった旨の発言をした^[8]。[ウィリアム・トムソン](#)であった。

こうして、ジュールはトムソンと親交を深めるようになった^[注 3]。ジュールはこの発表会の少し後にアメリア・グライムスと結婚し、新婚旅行でスイスに出かけたが、その際、偶然に旅行中のトムソンと出会っている^[9]。トムソンの話によれば、そのときジュールは温度計を持っていたという。ジュールは、滝が落ちるときに落下のエネルギーが熱に変わるから、滝の上と下では下のほうが温度が高くなっていると考え、それを実証しようとしていたのであった(実際には温度の差はごくわずかなものなので、手持ちの温度計では確かめられなかった)^[要出典]。

トムソンに認められた頃を境に、ジュールをとりまく環境にも変化が現れてきた。はじめはジュールの理論に賛同するものは異端者扱いされていた^[9]が、やがて、[ジョージ・ストークス](#)がトムソンに、「ジュールを信じる気になってきた」と語る^[10]など、徐々に支持が広がっていった。[1848年](#)には、[トリノ](#)の王立科学アカデミーの通信会員に選ばれた^[10]。さらに [1849年](#)に行った羽根車の実験は、[マイケル・ファラデー](#)の紹介のもと、王立学会で発表され^[11]、翌年にはジュールは王立協会の会員となる^[12]にまで至ったのである。

生い立ち^[編集]

[1818年](#)、[マンチェスター](#)近郊の[サルフォード](#)にて裕福な醸造家の次男として誕生。マンチェスター文学科学協会に所属した醸造業者だった^[1]。病弱であったため正規の学校教育は全く受けず、自宅にて家庭教師について学習を行った。家庭教師の1人には、原子論で有名な[ジョン・ドルトン](#)がいた([1834年](#)から3年間、科学や数学の初歩を学んだ^[2])。成人後は、家業の醸造業を営むかたわら、自宅の一室を改造した研究室で実験を行った^[要出典]。

ジュールの法則^[編集]

ジュールがはじめに取り組んだのは[ボルタ電池](#)を使った電動機(モータ)の実験であった。ジュールは、電動機で使用する電磁石の引力は、電流の2乗に比例することを発見した。一方で、ボルタ電池に必要なエネルギーは電流に比例するので、ボルタ電池を使用して大きな電流を流せば効率の良い動力が作り出せると考えた^[3]。しかし、結果的には、ボルタ電池で電流を発生させるには、[亜鉛](#)などの物質が消費されてしまうため、動力の効率としては、当時存在していた[蒸気機関](#)を超えられないことが明らかになった^[4]。

新しい動力を作り出すというところみはこうして失敗に終わったが、この実験の後、ジュールの関心は電流そのものに向けられるようになった。とりわけ、電気のエネルギーが熱エネルギーに変わることに注目した。

そこでジュールは、水に入れた導線にボルタ電池を使って電流を流し、そのときの水の温度上昇を測定するという実験を行った。そしてその結果、電流によって発生する熱量 Q は、流した電流 I の 2 乗と、導体の電気抵抗 R に比例することを発見した。すなわち、

となる。ジュールは 1840 年、この結果を英国 [王立協会](#) に発表し、さらに詳細な論文を「[フィロソフィカル・マガジン](#)」^[注 1]誌に発表した。これは現在 [ジュールの法則](#) と呼ばれている^[要出典]。