

ペルチェ素子を使った

温度差 おんどさ はつでん 発電

武藤佳恭

はじめに

あちこちに存在する小さなエネルギーを電気エネルギーに変えることを、専門家の間ではパワー・ハーベスト技術と呼んでいます (power harvesting technology)。

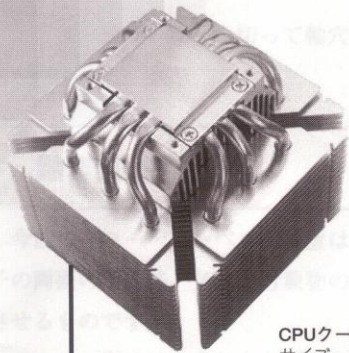
著者は、JR東日本の発電床 (*1)、セキュリティICタグ (*2)、LED発電 (*3) など、いろいろな振動 (機械共振、音波共振、電磁波・光共振)

を利用して、電気エネルギーに変えるプロジェクトをやっています。

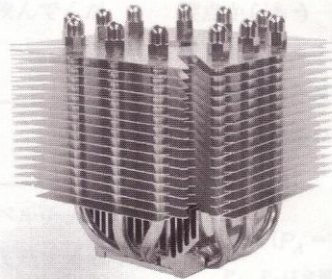
今回は、専門家でなくても簡単に工作できて、周りの人たちをビックリさせることができる、ペルチェ素子を使ったパワー・ハーベスト装置が完

- *1 乗客がゲートを通ることによって、マットを通して振動をピエゾ素子に伝え発電する装置
- *2 セキュリティ・ゲートから電波をもらい、セキュリティICタグで電波を電気に変えてICへの電源供給する回路
- *3 LEDに光を当てることで、発電させる回路

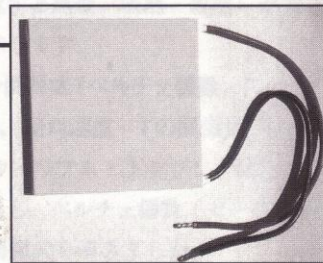
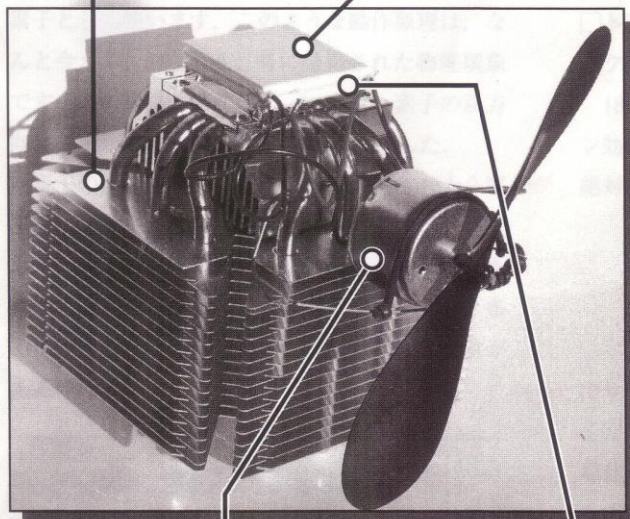
ペルチェ素子を使った 温度差発電



CPUクーラー-NINJA mini SCMNJ-1000
 サイズ 110×110×高さ115mm(クーラー全体)
 ヒートパイプ：6mm径×6本



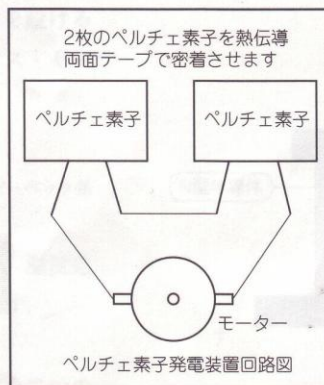
CPUヒートシンク：
 CPUクーラーとして今回使用したのは、NINJA mini SCMNJ-1000です。いろいろなCPUクーラーが市場にありますが、もっと性能の良いCPUクーラーがあると思います。このCPUクーラーよりも高性能であれば、この機種にこだわる必要は全くありません。



ペルチェ素子：
 秋月電子で一枚700円(4cm×4cm)を二枚ペルチェ素子から二本の線が出ています。不良品が多いので、1.5Vの乾電池をつないで、動作するかどうか確かめてみてください。ペルチェ素子と乾電池をつないで、片面が冷たく、もう一方の片面が熱くなれば、問題ありません(黒線と赤線、つなぐ時の電池の極性は、全く気にする必要はありません)。ペルチェ素子の大きさは、CPUクーラーの大きさに合わせてください。ここでは、4cm×4cmのペルチェ素子です。



モータ：ソーラーモータ(ソーラーテック社 H-151かH-158)一個700円くらい。ソーラーテック社のH-151かH-158以外でも、低電圧・低電流で回転する性能の良いモータであれば、うまく動く可能性はあります。性能表を見ると、ソーラーモータH-158は0.4Vで16mA電流を流すと、1分間に300回転するようです。



熱伝導両面テープ：
 秋月電子で一枚80円(4cm×4cm)を二枚ペルチェ素子の大きさにあった熱伝導両面テープを使います。

図1 温度差発電の製作に必要な部品と接続法

成したので、ここで紹介します。

この装置は、ペルチェ素子両面の間の温度差を電気エネルギーに変換し、発電した起電力で直接モータを回すものです。温度差を作るために、片方には高性能なCPUヒートシンク(パソコンのCPUを冷やすためのCPUクーラー装置)を用いて室温とし、もう一方の面に載せる対象物との温度差で発電させるものです。

専門家でも驚くことは、ペルチェ素子の片面に手を置いただけでもモータが回転することです。冷たいものでも(例えば保冷剤)、温かいもの(握りたてのおにぎり)でも、モータが回転します。

温度差が大きければ大きいほど、ペルチェ素子の発電電圧が大きくなります。温かいものを載せた場合と冷たいものを載せた場合では、モータの回転方向が変わります。目安として、10度以上の温度差がペルチェ素子の両面にあれば、性能の良いモータは回転するようです。性能の良いモータとは、低電圧・低電流でも、回転するモータのことです。ソーラーモータが比較的安価で手に入れやすい高性能モータなので、使いました。

● ● ● 工作の前に

実は、同じペルチェ素子やモータにも性能に若干のばらつきがあります。また、CPUヒートシンク(CPUクーラー)の性能によってペルチェ素子発電装置の性能が大きく左右されます。したがって、読者が満足できるペルチェ素子発電装置を作るためには、小さな温度差でも効率よく起電するペルチェ素子、低電圧・低電流で回転する高性能モータ、さらには、高性能なCPUヒートシンクを手に入れることが、工作する上で一番重要な成功へのカギとなります。

工作に必要な予算としては、CPUヒートシンク(CPUクーラー)が3,000円から4,000円ぐらい、ペルチェ素子が2枚で1400円、熱伝導両面テープ2枚で160円、ソーラーモータが700円から800円ぐ

らい、合計5,000円から7,000円ぐらいです。

ヒートシンクは、一般に、空気と接する表面積が広く、熱伝導率の高い材料を使ったものが高性能です。しかしながら、材料表面にメッキがしてあり、材料を見極めるのが難しい場合もあります。

ヒートシンク材に銀や銅を使っていると性能が良いようです。多くのヒートシンクはアルミ材を使っています。ヒートシンクの形状も重要な要素です。一般にフラクタル構造の形状は、性能が良いようです。フラクタル構造とは、葉っぱの葉脈、人間の肺、木の根、河、山、など多くの自然物がフラクタル構造をしています。

● ● ● 必要な部品

必要な部品と接続法を図1に示します。

● ● ● 組み立て方法

組み立て方は非常に簡単です。

- ① 二枚のペルチェ素子をCPUヒートシンクに熱伝導両面テープを使って取り付ける
- ② モータをCPUヒートシンクに取り付ける
- ③ 2枚のペルチェ素子とモータを配線する

以上で組み立ては完成です。ペルチェ素子は、同じ方向に重ねて接着してください(ペルチェ素子の表面に文字が書いてある面と書いてない面とを接着します)。

配線は図1のように、2枚のペルチェ素子を直列につなぎ、モータの2本の線にそれぞれの線をつなぎます。間違っつつなぐと発電しないので、注意してください。完成して、うまく動くことを確認してから、ハンダ付けしたら良いかと思います。

モータはCPUクーラーに付属している針金や金具を使って、モータを本体のCPUクーラーに取り付けます。最後に、模型のプロペラか、自作のプロペラをモータの軸につければ完成です。モータの軸の太さとプロペラの軸穴の大きさが合わな

いときは、輪ゴムなどを切って軸穴に挟んでください。

動作原理

今回のパワー・ハーベスト装置は、ペルチェ素子の両面の温度差、気温と対象物の温度差で発電させるものです。

ペルチェ素子は、もともと電流を流すと片方から熱を吸収し、もう片方から放熱する装置ですが、今回は、温度差を与えることによって、発電する素子として使います。このような動作原理は、なんと今から、180年ほど前に発見された物理現象です。その発見のおかげで、ペルチェ素子の双方向性を利用した発電装置が完成できました。

素子の双方向性とは、ここでは、温度差から電圧発生、電圧から温度差発生する性質のことです。スピーカーとマイクにも同じように双方向性があります。LEDにも双方向性があります。実は、多くの素子には、多かれ少なかれ双方向性の性質があるのです。

ペルチェ素子の簡単な歴史

180年前の三つの発見とは、ゼーベック効果、ペルチェ効果、トンプソン関係式です。

□ゼーベック効果(温度差から電圧発生)

異なる2種類の金属や半導体に温度差を設けると電圧が発生することを、1821年トーマス・ゼーベックが偶然発見しました。

$$V = (S_A - S_B) \cdot \Delta T$$

S_A 、 S_B は金属(半導体)Aと金属(半導体)Bのゼーベック係数、 ΔT は金属(半導体)ABの温度差

つまり、ゼーベック係数の差が大きく、温度差が大きければ起電力は大きくなるわけです。

□ペルチェ効果(電圧から温度差発生)

1834年、異なる2種類の金属や半導体を二つの点で接合したものに電流を流すと、電流は片方の

接点からもう一方に動くとき熱も輸送することをジャン・ペルチェは発見しました。簡単に言うと、P型半導体とN型半導体に電流を流すと、片方の接点は冷やされ、もう一方は温められる現象です。熱量Qは、

$$Q = (P_A - P_B) \cdot I$$

P_A 、 P_B は金属(半導体)AとBのペルチェ係数、Iは電流。

この式は、ペルチェ係数の差を大きくして、大きな電流を流すと熱量(吸熱・放熱)が大きくなることを意味します。

□トンプソン関係式(ペルチェ係数 P、ゼーベック係数 S、絶対温度 Tの関係式)

1851年、ウィリアム・トンプソンは、トンプソン効果を発見し、ペルチェ係数、ゼーベック係数、絶対温度の関係式を導きました。

$$P = S \cdot T$$

ペルチェ係数は、ゼーベック係数と絶対温度の乗数になります。

ペルチェ素子は、P型半導体とN型半導体を導体でサンドイッチした構造をしています。図2を見てください。+端子から-端子へ電流を流すと上の導体から熱を吸収し、下の導体から放熱します。

実際、ペルチェ素子は、たくさんのP型半導体とN型半導体を二次元上に配列したものです。太陽に向かってペルチェ素子を透かして見てみると、そのP型半導体とN型半導体の配列がくっきり見えます。

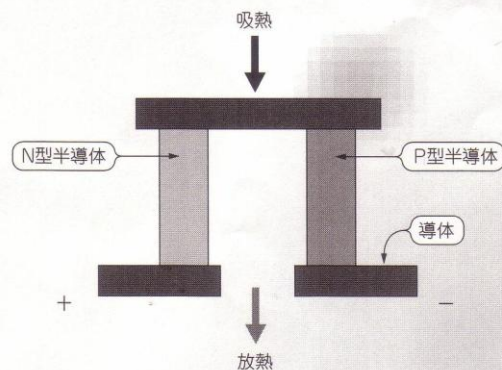


図2 ペルチェ素子の構造

● ● ●
遊び方

ペルチェ素子の表面に、温かいものや冷たいものを置いてみましょう。動作原理のところで説明したように、温度差が大きければモータが早く回転します。温かいものと冷たいものでは、モータ

の回転方向が変わります。150度以上のものを置くと壊れますので気をつけてください。

*この記事の内容は、慶應義塾大学環境情報学部における電子おもちゃ設計論および組み込みシステムの授業に使われた教材の一部です。

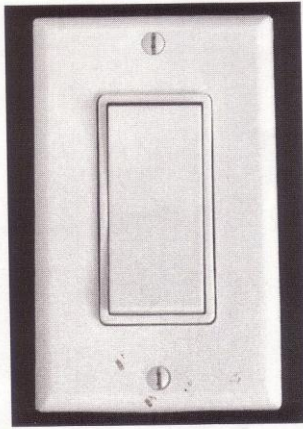
(たけふじ・よしやす=慶應義塾大学環境情報学部教授)

● ● ● **コラム そのほかのおもしろい発電装置** ● ● ●

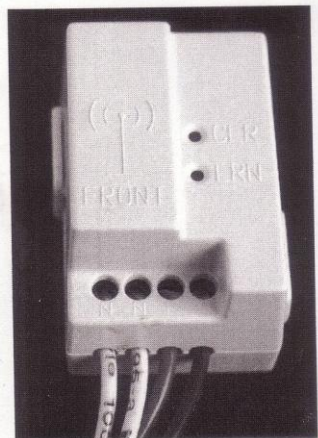
ちょっとおもしろい発電装置を使った、便利グッズが売られています。

外から見ると単純なスイッチに見えるのですが、スイッチを押すとその押したときの力でコイルに発電し、その電気エネルギーを使って無線通信回路に電源供給します。受信部では、受信した無線信号からAC100Vの家電品、例えば照明をON・OFFできます。

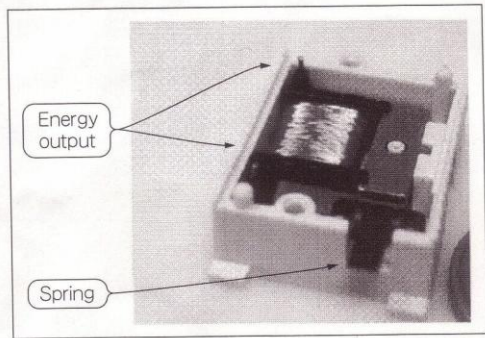
発電した電力は、無線の送信回路でデータ転送に使われます。受信回路では、送信回路から送られてきた無線信号を受信し、照明をON/OFFします。



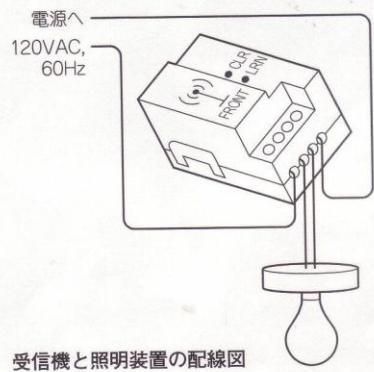
◀スイッチ(コイル発電装置+無線内蔵)



▶照明装置(無線受信機+電源ON/OFF)



コイル発電機
データによると、一回スイッチを押すだけで、19μFのキャパシタが5Vに充電されます。



受信機と照明装置の配線図

興味があれば、下記に問い合わせてください。
坂梨知司
ピーイーエス株式会社
TEL : 03-3278-6095 E-Mail : sakanashi.tomotsugu@pasystems.co.jp