

# 温度差発電 (ロウソク、たき火) の紹介

慶應義塾大学 環境情報学部 教授 武藤佳恭

## 1. はじめに

蒸気機関は産業革命や工業化社会の原動力となって300年が経った現在でも、いまだに、発電所(原子力、火力)では主役を果たしている。蒸気機関は、熱によって水蒸気を発生させタービンを駆動し、タービンはダイナモ(発電機)を回転させ電力を発生させるが、我々は、蒸気を発生させることなく、熱から直接発電できる温度差発電を提案している。

トーマス・ゼーベックは、今から約200年前に偶然、ゼーベック効果(金属に温度勾配をつけると発電する効果)を発見した(1821年)。蒸気機関との100年の差は大きく、21世紀の現代でも、ゼーベック発電はあまり見受けられない。一方、光エネルギーから電気を生み出す光起電力効果が発見(1839年)されたのはゼーベック効果発見から

18年後だが、太陽が出ていればどこでも使える便利さから現在、広く普及してきている。ただ、発電効率は約10%と低く、太陽がある昼間の発電は可能だが、夜間用には電気を別途貯めておかななくてはならず、単独では大規模な発電所には向いていない。

ゼーベック素子を使った温度差発電の効率は最高でも5%程度で、太陽光発電の効率に比べて劣るが、温度差さえあれば24時間発電が可能で、小型なので小電力発電に向いている。我々は熱海市の温泉旅館で、捨てている湯気を使って、365日、24時間の温度差発電を実験している。本稿では、熱源に焚き火やロウソクを使った温度差発電を紹介する。

これらの温度差発電では、ゼーベック素子とヒートパイプを組み合わせることで、より大きな温度差を発生させることがで

き、発電量が増加する。ここでは詳細は紹介しないが、ヒートパイプは1,000℃のマグマの熱を高速に転送するときにも用いることができ、我々はこの熱で蒸気を起こし従来の蒸気発電を実現するマグマ発電も提案している。

## 2. ロウソク発電装置

大震災後、携帯電話充電のための電池の代替として作ったのがロウソク温度差発電装置である(図1)。発電の燃料に選んだのはロウソク。ロウソクは安価で何処でも入手しやすく、経年変化がなく長期保存が可能で、爆発しない安全な燃料である。また、ロウソクは濡れても乾かせば再び使える。多くのロウソクは石油からできるパラフィンワックスだが、自然から取れる蜜蝋(ミツロウ)やカイガラムシなどの生み出したロウ(雪ロウ)、大豆、米、その他の植物

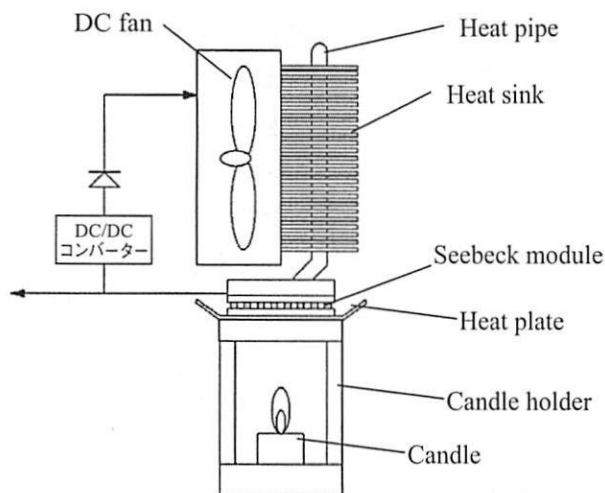


図1 ロウソク発電機の詳細

トパイプによって発電能力が飛躍的に向上する。

### 3. たき火発電

キャンプをしている時に電気が欲しいことがよくあるが、たき火発電機はそのような状況に最適である(写真1)。このシステムは、4cm×4cmのゼーベック素子を一枚使い発電しており、ロウソク発電機とほとんど同じ構成だが、たき火からの熱をゼーベック素子に伝える部分にもヒートパイプを使っている。発電能力は最大19W。

図2に示すように、ゼーベック素子をヒートパイプと放熱フィン付きのヒートパイプ式ヒートシンクで挟んでいる。また、

性ロウを用いればカーボンゼロエミッションが達成できる。

ロウソク発電機的主要部品は、ゼーベック素子、DCファン、冷却用ヒートシンク、ランタン、昇圧DC/DCコンバーター(直流入力直流出力電源)等で、主要部品はゼーベック素子である。ゼーベック素子は温度差を直流電気に変換する。

ロウソク発電機は、温度差発電機と呼ばれ、ロウソクの炎が高温、ヒートシンクが低温を与える。DC/DCコンバーターは低い電圧を直流5Vに変換しDCファンを駆動する。DCファンが回るとヒートシンクを冷や

すので、温度差が大きくなり発電量が増える。この温度差発電装置の発電能力は小さなロウソク1本で2Wから5Wあり、携帯電話の充電が十分できる。ヒートシンクで使われているヒ

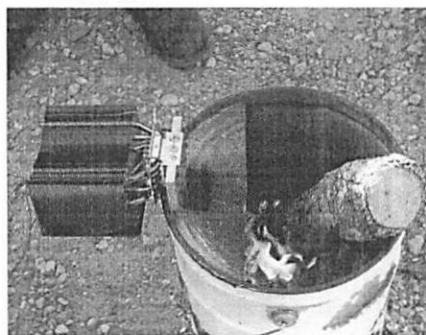


写真1 たき火発電装置

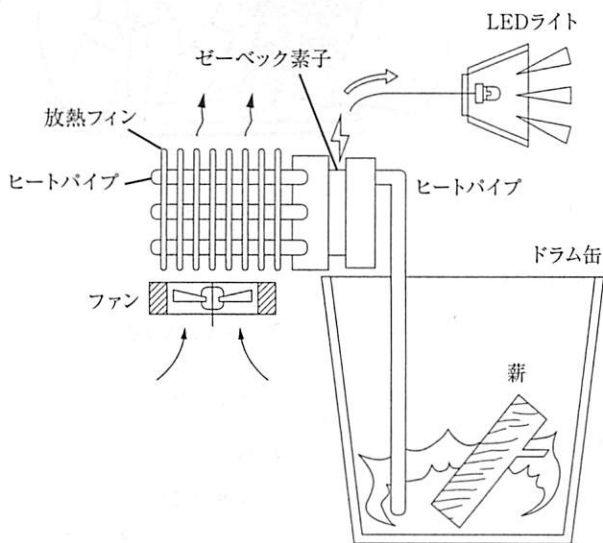


図2 たき火発電装置の構造

放熱フィン付きのヒートパイプ式ヒートシンクは強制的にDCファンでさらに冷却させる。

このDCファンは、発電した電気で駆動している。たき火の熱は、ヒートパイプ、ゼーベック素子、ヒートパイプ冷却装置を経由して、空中に放出される。温度差発電では熱の放出が大きいほど大きな温度差が生じ、熱の移動量が大きいほど、より多くの電力を発電できる。

武藤佳恭 (たけふじ よしやす)

#### 参考文献

- 1) 武藤佳恭, 温度差発電, エレキジャック (2008年2月).
- 2) Y. Takefuji, "Known and unknown phenomena of nonlinear behaviors in the power harvesting mat and the transverse wave speaker", Proc. of international symposium on nonlinear theory and its applications, Sept. 7-10 (2008).
- 3) 武藤佳恭, ゼーベック温度差発電とは?, Material Stage, vol.10, no.1 (2010).
- 4) 武藤佳恭, 熱海温泉での温度差発電, 日本熱電学会誌, vol.7, no.3, pp11-14 (2011年3月).
- 5) 武藤佳恭, 温泉廃熱利用温度差発電, クリーンエネルギー, pp55-59, vol.20, no.10 (2011).
- 6) 温度差発電の仕組みと実証事例, 武藤佳恭, 小路幸市郎, 瀬戸口広樹, 電気計算 (2012. 8).
- 7) Y. Takefuji, and H. Yamamoto, "Energy harvesting floor and thermoelectric power generation," IEICE trans. J96-B, No.12, pp1326-1321 (Dec. 2013).
- 8) Y. Takefuji, "Energy harvesting from research to products", JSAP, 82, 11, pp964-968 (2013).
- 9) 発明の極意, 近代科学社 (2013年).