

エネルギーハーベスティング

三好 綾夏, 川田 直毅, 松下 昌平

Ayaka MIYOSHI, Naoki KAWATA, Shohei MATSUSHITA

1 はじめに

私たちの身の回りには、エネルギーが様々な形で存在している。例えば、人や建物の振動、室内の照明光、車の廃熱、および放送の電波などがある。近年、微弱なエネルギーが未使用のまま散逸していることが問題視され、これらのエネルギーを有効活用するための技術であるエネルギーハーベスティングに注目が集まっている。本稿では、エネルギーハーベスティングの概要と発電原理、および今後の展望について述べる。

2 エネルギーハーベスティング

2.1 概要

エネルギーハーベスティングとは、環境発電技術と呼ばれる。周りの環境から、熱、振動、光、および電波などのエネルギーを収穫して、電力に変換する技術がエネルギーハーベスティングである。この技術は、メガソーラーや風力発電などのように、大規模な再生エネルギーを利用した発電技術と異なり、もっと小規模なエネルギーを使った発電技術であり、発電量も微弱である。エネルギーハーベスティングによる駆動が可能である機器の例として、iPod やデジタルカメラなどの充電式で使うような機器や小型電池を使用する機器が挙げられる。

2.2 エネルギーハーベスティングの発電原理

エネルギーハーベスティングの主な発電原理には、熱発電、光発電、振動発電、および電波発電の4つが挙げられる。

- 熱発電

熱発電とは、温度差を与えると起電力を生じる熱電材料を利用した発電原理である。この現象をゼーベック効果と呼ぶ。ゼーベック効果を利用した熱発電原理の概念図を Fig.1 に示す。

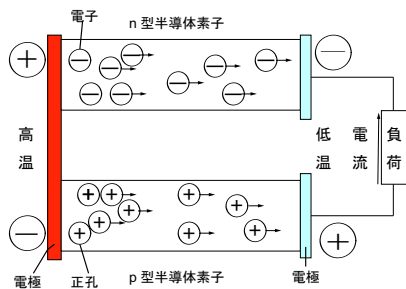


Fig.1 熱発電の原理

ゼーベック効果は、温度差を与えると電子が移動することによって偏りが生じ、起電力が発生する現象

である。温度勾配に沿って電子が流れる材料を n 型熱電素子、正孔が流れる材料を p 型熱電素子と呼ぶ。正孔が温度勾配に沿って流れるということは、電子が温度勾配と逆方向に流れる。

- 光発電

光発電は太陽光や白熱等、蛍光灯、LED 等の照明からの光エネルギーを採取し、電力を得る発電原理である。物質に光が当たると、電子が飛び出す。その電子を集めて電流とする光電効果を利用したものである。光発電原理の概念図を Fig.2 に示す。

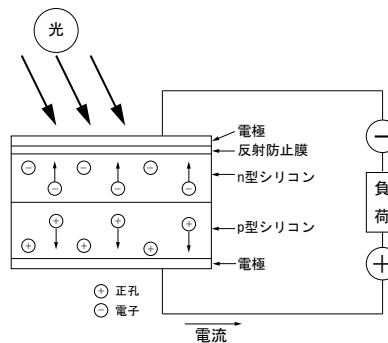


Fig.2 光発電の原理

- 振動発電

振動発電とは、硬い容器の中で錘が動くような構造を作り、その錘の運動から発電する方式であり、力学的エネルギーを電気エネルギーに変換する発電原理である。電気エネルギーを取り出す主な方法は、電磁誘導、静電誘導、および圧電効果が挙げられる。電磁誘導はコイルと磁石の相対運動により、誘導電流を発生させる。静電誘導は、電荷を打ち込んで帯電させたエレクトレットをコンデンサの一方の電極とし、対向電極を移動させる方法で静電容量を変化させ発電する。圧電効果は、圧電材料を歪ませて表面電荷を発生させる。これらの3つの振動発電の概念図を Fig.3 に示す。

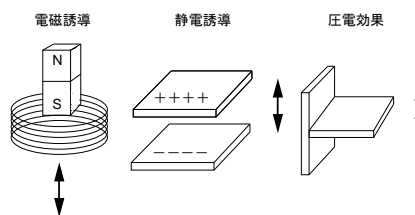


Fig.3 振動発電の原理

● 電波発電

電波は交流の電気であり、これを身の回りの環境から集め、利用しやすい電気の形に変化することが電波発電の目的である。この発電はレクテナと呼ばれる素子を用いて、電波を電力に変換させる発電である。レクテナとは、アンテナと整流回路から構成されており、アンテナで集めた電波を整流回路で直流に変換する。この発電原理を用いることで、TVの放送や携帯の通信などで利用されている電磁波をエネルギーとして回収することが可能である。また、電磁波発電は前述に述べた3つの発電とは異なり、物質の作用を用いて電力変換する必要はない。電波発電の原理を Fig.4, レクテナの仕組みを Fig.5 に示す。



Fig.4 電波発電の原理

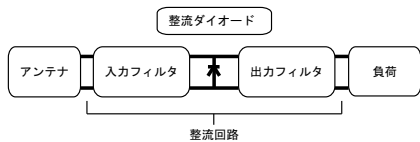


Fig.5 レクテナの仕組み

3 応用例

エネルギーハーベスティングの活用事例として、神戸のサッカースタジアムには床発電システムが挙げられる。床発電システムは人が歩行やジャンプをした際に床を踏むエネルギーを電気に変換するシステムであり、圧電効果を利用している。サッカーの応援において特徴的な飛び跳ねて応援するサポーターの振動によって発電を行う取り組みである。発電した電気は試合終了後に誘導灯として活用されている。試合が4時間だとすれば、発電できる電気は約5W時となり、単三電池3本に充電される²⁾。床発電の仕組みを Fig.6, 圧電素子の仕組みを Fig.7 に示す。

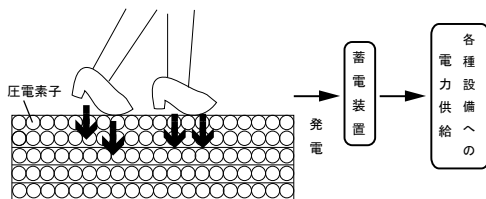


Fig.6 床発電の仕組み

また、Spansion 社がバッテリーレスで動く位置検出シューズを開発した。このシューズには、発電デバイス

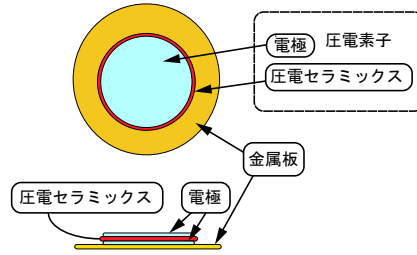


Fig.7 圧電素子の仕組み

と Bluetooth Smart Beacon が組み込まれており、位置検出をしたデータを Bluetooth Smart Beacon を用いてスマートフォンに送信する。Beacon とは、位置情報を特定し配信する仕組みのことであり、Bluetooth Smart とは、一般的な Bluetooth と異なり、通信速度を制限した代わりに、長時間使用できるものである。発電デバイスには振動発電と光発電が利用されている。振動発電は電磁誘導を使用し、子どもの歩く振動パワーを電気エネルギーに変換し、そのエネルギーのみで電波の送受信を可能にした。また、ソーラーパネルとハイブリッド動作をすることにより、子どもが歩かず、止まっている環境下でも位置検出を可能にした。Bluetooth Smart は省電力のため、エネルギーハーベスティングで電力をまかなうことが可能である。

4 今後の展望

エネルギーハーベスティング技術を用いることで、無線センサー端末の電池レス化を実現している。また、電池とエネルギーハーベスティング技術を併用することにより、電池寿命の延命を実現している。このように、エネルギーハーベスティング技術を取り込んだ無線センサー端末の開発は加速している。また近年、Google Glass や OS を搭載した Apple Watch などのウェアラブルデバイス機器の開発が加速している。MM 総研によると、2013 年度 560 万台だったものが 2020 年度には 1 億 2400 万台に成長すると予想されている³⁾。しかし一方で、バッテリー寿命の短さがウェアラブル機器普及の足かせになることが懸念される。そこで、ウェアラブルデバイスのバッテリー寿命の延命、もしくはバッテリーレスで駆動可能な仕組みを作るためにエネルギーハーベスティング技術が期待される。

参考文献

- 1) 竹内 啓治, 篠原 真毅, "エネルギーハーベスティング" 2014/10/25 発行
- 2) "楽天 楽天×ヴィッセル神戸 エコプロジェクト", <http://corp.rakuten.co.jp/csr/ecology/ecoproject/>
- 3) "ウェアラブル, 車載 IT, 3D...技術競演 - SankeiBiz (サンケイビズ)", <http://www.sankeibiz.jp/express/news/140109/exb1401090930000-n1.htm>