

エネルギーハーベスティング

今林 仁応、小野林 功昇

Yoshimasa IMABAYASHI、Katsunori ONOBAYASHI

1 はじめに

全世界の人口は急速に増加しており 2050 年までに 100 億人に達すると国連により発表されている。これに伴い、エネルギー需要も 2030 年までに現在の 1.5 倍以上に増加すると考えられている。電力に限って言えば 2050 年には現在の 2.6 倍まで増加すると経済産業省の調査により明らかになった。電気エネルギーを生成するには化石燃料をすることが多く、化石燃料の枯渇や温室効果ガスの放出が大きく問題視されている。

そこで化石燃料に代わる代替エネルギーの活用や環境中に潜むエネルギー活用が重要視されている。資源枯渇や温室効果ガスを削減するために、環境中にあるエネルギーを電力に変換し、見かけ上での永久機関を作成することが今後の課題とされる。ひとくちに環境中のエネルギーといっても、風力・波力・地熱などの大規模な再生可能とは異なった位置づけで、今後の発展が期待できると考えられている。こういったことを実現するために環境中に存在するエネルギーを電力に変換する、エネルギーハーベスティングが大きく注目されている。

2 エネルギーハーベスティングとは

エネルギーハーベスティングとは周りの環境から微量なエネルギーを電力に変換する技術である。一方で、環境中のエネルギーを電力に変換するという観点より、風力発電、地熱発電、波力発電なども含まれてしまう。しかし、現在注目されている技術は小型デバイスの独立型電源になりうる電力を出力することである。現在、エネルギーハーベスティングに利用される主なエネルギーは光エネルギー、熱エネルギー、力学エネルギーが一般的である。エネルギーハーベスティングで用いる一例を Fig. 1 に示す。Fig. 1 にあるように我々の身の回りにあふれている僅かなエネルギーである。ここでの僅かなエネルギーとは、太陽光や照明の光、家や工場から排出される熱ならびにスイッチを押す際に発生する圧力などが挙げられる。また、環境中に存在するエネルギーを電気に変換するので、温室効果ガスが排出されない。そのために、クリーンな発電方法として認知されている。

エネルギーハーベスティングの最大の利点は、電源に関する問題を解決できることである。電源ラインの引き回しや電池交換のメンテナンスが難しくてもエネルギーハーベスティングを用いることで独立型電源にすることができる。さらに独立型電源なので環境中にエネルギーが存在する限り電力を生成できるために発電場所を選ばないというメリットも挙げられる。



Fig.1 エネルギーハーベスティング

3 主な発電方法

3.1 光エネルギー

エネルギーハーベスティングで用いる光発電は日光や蛍光灯および LED などの照明の光をエネルギー源として発電を行う。光エネルギーを使用する発電の仕組みを Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示すように P 型半導体と N 型半導体の 2 種類の半導体を用いる。これら 2 つを組み合わせ光を当てると、プラス電荷の正孔とマイナス電荷の電子の対が発生する。これらが半導体の接合部分に到達すると正孔は P 型から N 型へ、電子は N 型から P 型へ引き寄せられる。このような仕組みによって電力の抽出が可能となる。

この技術は太陽光発電はもちろん、電卓や時計の電源などに使われる。

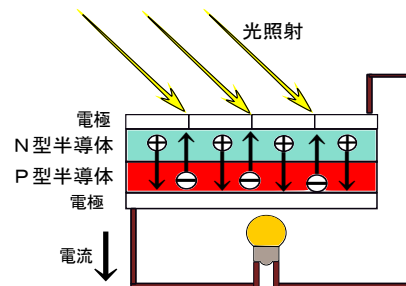


Fig.2 光発電のイメージ

3.2 熱エネルギー

エネルギーハーベスティングで用いる熱による発電は家庭や工場から排出される熱をエネルギー源として発電を行う。また、発電方法はゼーベック効果、エッティングハウゼン効果、TPV 効果などが知られている。ここでもっとも一般的なゼーベック効果の仕組みを Fig. 3 に示す。Fig. 3 に示すようにゼーベック効果とは物質を加熱した際に生じる電位差を利用したものである。半導体に温度差を与えると、N 型半導体ならば、温度が高いところの方が低いところ比べて伝導電子の密度が高くなる。密度が高くなった伝導電子は、密度が低いところへ移動しようとする。このときに正の電荷である正孔をもつ P 型半導体を組み合わせることにより電位差が生じる。このとき半導体を組み合わせたものに負荷を加えると電流が流れる。このような仕組みによって電力の抽出が可能となる。

この発電方法は体温と外気温の温度差で発電可能な腕時計やロウソクの火で動く災害用ラジオなどに用いられる。

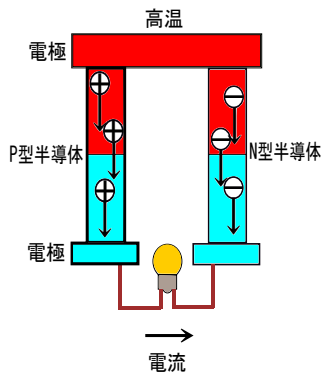


Fig.3 熱電発電のイメージ

3.3 力学的エネルギー

エネルギーハーベスティングで用いる力学的エネルギーによる発電は圧力や振動を利用したものである。主にスイッチを押したり椅子に座ったりするときに生じる圧力や、ビルや橋などの建物ならびに乗り物の振動を利用している。もっとも一般に普及している発電方法は圧電素子を用いた圧力による発電である。圧電素子による発電の仕組みを Fig. 4 に示す。Fig. 4 に示すように圧電素子は外部からエネルギーが加えられると内部で分極が起こる。これにより素子から解放された電荷の移動により電流が流れる。このような仕組みによって電力の抽出が可能となる。

この技術はヴィッセル神戸のホームグラウンドに床発電システムとして導入されサポーターのジャンプ際に生じる圧力を電力に変換している。

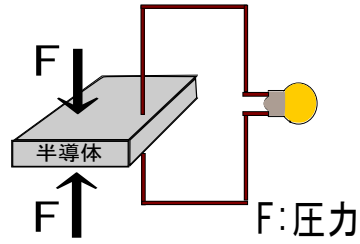


Fig.4 圧電素子による発電のイメージ

4 エネルギー発電のハイブリッド

単一のみ発電デバイスでは利用するエネルギーが環境になければ発電が出来ない。そこで全く異なる 2 種類の発電デバイスを複合させてより安定した電力供給を実現するためにハイブリッド型発電デバイスの開発が行われている。

富士通研究所が開発した、光と熱のハイブリッド型発電デバイスは室内の照明の光と体温で発電が可能な世界初のシステムである。昼は室内照明により発電し、夜は体温により発電する。これによって 24 時間にわたり、デバイスの駆動が可能になった。これは 24 時間健康状態のチェックが必要な医療現場での活躍が期待でき、衛生上の管理も容易なので今後の普及が考えられる。2015 年以降の実用化を目指している。

5 今後の展望

現在、エネルギーハーベスティングは限られたものとなっている。しかし、今後の発電技術の進歩やハイブリッド化、ならびに周辺デバイスの性能向上によってエネルギーハーベスティング技術の適応可能分野は拡大されると予想されている。実際に自動車のタイヤ空気圧測定システム TPMS (Tire Pressure Monitoring System) や電池交換を不要にした人体組み込みデバイスも開発されて商品化も進んでいる。さらに、電池やケーブルの使用が削減されるので低炭素社会の実現に大きく寄与すると考えられる。今後、インフラでの応用も期待されるので我々の身近な発電デバイスになると言える。

参考文献

- 1) 「エネルギーハーベストおよびマイクロバッテリーの研究開発動向と応用」
http://ringring-keirin.jp/seikabutu/seika/21nx_bhu_zp_/21-8koho-04.pdf
- 2) 「Create JAPAN Vol.034 富士通研究所 光と熱で発電する、世界初のハイブリッド型発電デバイスを紹介」
http://www.ceatec.com/2011/ja/news/webmagazine_detail.html?mag_vol=034&mag_type=
- 3) 「エネルギーハーベスティング技術」
<https://www.keieiken.co.jp/pub/articles/2012/pdf/2012-11eonet.pdf>