

無線センサネットワークにおける エネルギーハーベストに関する考察

千葉義人[†] 吉田将也[†] 木谷友哉[†] 萬代雅希[‡] 渡辺尚[†]

静岡大学情報学部[†]

上智大学理工学部[‡]

1. 背景・目的

近年、電子技術の発達により小型無線機を使った無線センサネットワーク構築が進んでいる。また、地球温暖化やエネルギー問題から、周囲の環境で使われていないエネルギーを電力に変えるエネルギーハーベスト(EH)技術が注目されている。これらの技術を使った自然に影響の少ない EH 無線センサネットワーク構築方式[1]が提案されている。

本論文では、まず EH の種類や特徴を調査し、次に EH を利用した 4 つの WSN(WSNEH)デバイスについて考察する。

2. EH 技術の特徴と種類

EH 技術の特徴と種類を示す。EH 技術は 3 つのグループに種類を分けることができる。グループには自然などの再生可能エネルギーを利用するもの、歩行などの生物の行為を利用するもの、体温などの生命エネルギーを利用するものがある。

まず再生可能エネルギーを利用する発電方法は主に自然のエネルギーを使う。表 1 に例として太陽光、風力発電の特徴を示す。

表 1: 太陽光発電と風力発電の特徴

	太陽光	風力
エネルギー変換効率	10~20%[2]	30%[2]
コスト(家庭・ビル用)	約 75,000 円 (セル 1 枚)[3]	約 520,000 円 [4]
天候による影響	有	有

これらの特徴として、表 1 にあるように天候によって発電量が左右されることや、一般家庭が購入するためのコストが高いことが挙げられる。以上のことや、日本の土地が少ないこともあり、普及が進んでいない。

次に生物の行為を利用する方式がある。これは、歩行時の振動やスイッチを押す力などを生活の中の未使用のエネルギーを電力に変換する方法である。人間の歩行時の振動をエネルギーに変換する発電床は、[5]で実験されている。[5]によると、東京駅の改札口に発電床を敷き詰め、1日に1400kWhの電

力を得ている。また、[6]のようにマイクロ波を電力に変換する研究もなされている。

最後に体温などの生命エネルギーを利用する方式がある。例えば、体温と外気の温度差を利用した発電[7]や血液中のグルコースを利用した発電[8]などがある。このような EH 技術を用いた WSN におけるノードに利用して、自家発電できるノードが製造されている[9]。

3. WSNEH ノードの比較と推測

ここでは既存の WSNEH に関する小型デバイスの出力や大きさを比較し、考察する。既存の WSNEH ノードには TI 社のソーラー・エネルギー・ハーベスト(SEH)開発キット[9]、EnOcean 社の SHE デバイスの STM110[10]やスイッチを押す力で発電する PTM200 [11]などがある。また温度差による発電をするコンバーター ECT300[12]がある。これらの大きさと、出力を各データシートからわかる範囲でまとめたものを表 2 に示す。

表 2: WSN における EH デバイスの大きさと出力

	SEH 開発キット(太陽光)	STM110(太陽光)	ECT300(温度差)	PTM200(スイッチ)
出力1	350 μ W (1000lx) [9]		約 4mW (温度差 90K) [12]	
出力2	80 μ W (200lx) [9]		約 250 μ W (温度差 10K) [12]	
大きさ	約 5.7 \times 5.7cm [9]	1.3 \times 3.5 cm [10]	2.0 \times 1.2cm [12]	4.0 \times 4.0 cm [11]
価格	約 12,000 円 [13]			14,750 円[14]

表 2 から、WSN における EH ノードの大体の大きさとそれに伴う出力が推測できる。まず大きさについては、表 2 の全ての大きさの平均値を取れば、約 14cm²となり、これが WSN における EH ノードの大体の大きさと推測できる。

次に出力については、SHE 開発キット[9]では 1000lx の光を受けることで 350 μ W、200lx で 80 μ W、また ECT300[9]は外気温と熱電素子との温度差が 90K で出力が約 4mW、温度差が 10K で約 250 μ W である。さらに STM110[10]のデータシートには具体的な出力は記述されていないが、送信電力と充

On Efficiency of Energy Harvesting in Wireless
Sensor Networks

Yoshito Chiba[†] Masaya Yoshida[†] Tomoya Kitani[†]
Masaki Bandai[†] Takashi Watanabe[†]
Faculty of Informatics, Shizuoka University[†]

電時間から単純に計算した結果, 出力の単位は μW になった. そのため, 約 14cm^2 の大きさの WSNEH ノードにおける出力は数 μW ~ 約 4mW の範囲である, と推測できる. また, 価格による大きな違いは表 2 からは見られない.

4. まとめと今後の課題

EH の特徴や種類を述べ, また WSNEH デバイスに関して, 出力や大きさ等を比較し, WSNEH ノードの大きさや出力を考察した.

また, EH ノードは, エネルギーを得ることができなければ表 2 の出力 2 のような低い値になる. そのため, WSNEH ノードの配置は可能な限り発電するためのエネルギー源を大きくする必要があり. 今後は WSN 環境に応じた EH 技術についてより詳細に検討する.

参考文献

- [1] Zhi Ang Eu, Hwee-Pink Tan, Winston K. G. Seah, "Wireless Sensor Networks Powered by Ambient Energy Harvesting: An Empirical Characterization", ICC2010, pp. 1-5, Cape Town, South Africa, May 2010
- [2] 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構) よくわかる! 技術解説 HP, 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構, <http://app2.infoc.nedo.go.jp/kaisetsu/index.html>, Nov. 25, 2010
- [3] SHARP CORPORATION, 太陽電池モジュール・製品情報 | 太陽光発電システム/ソーラー発電システム:シャープ, SHARP CORPORATION, <http://www.sharp.co.jp/sunvista/inquire/product/module/>, Nov. 25, 2010
- [4] 光洋商事株式会社, 小型風力発電機・エアドルフィン, 光洋商事株式会社, <http://koyo.tsubomi.net/airdol/>, Jan. 14, 2011
- [5] ITmedia, 歩けば発電する「発電床」, 改良型を JR 東京駅で実験 - ITmedia News, ITmedia, <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0812/03/news016.html>, Dec. 3, 2008
- [6] EDN Japan, ワイヤレス電力伝送技術 | EDN Japan, EDN Japan <http://ednjapan.cancom-j.com/issue/2007/10/5/1561>, Oct. 2007
- [7] Vladimir Leonov and Ruud J. M. Vullers, Wearable electronics self-powered by using human body heat: The state of the art and the perspective | Issue 6 - Journal of Renewable and Sustainable Energy, American Institute of Physics, http://jrse.aip.org/jrsebh/v1/i6/p062701_s1?view=fulltext#figref_f3, 2009
- [8] Brian Handwerk, ニュース・科学&宇宙・ラットの体内で発電する燃料電池(記事全文)・ナショナルジオグラフィック公式日本語サイト, NATIONAL GEOGRAPHIC, http://www.nationalgeographic.co.jp/news/news_article.php?file_id=20100916002&expand#title, Sep. 16, 2010
- [9] Texas Instruments, slau273c.pdf, Texas Instruments, <http://focus.tij.co.jp/jp/lit/ug/slau273c/slau273c.pdf>, Jan. 12, 2011
- [10] EnOcean, datasheet_STM110.pdf, EnOcean, http://www.enocean.com/fileadmin/redaktion/pdf/tec_docs/datasheet_STM110.pdf, Jan. 12, 2011

- [11] EnOcean, datasheet_PT200.pdf, EnOcean, http://www.enocean.com/fileadmin/redaktion/pdf/tec_docs/datasheet_PT200.pdf, Jan. 11, 2011
- [12] EnOcean, ECT_300_Perpetuum_Data_Sheet.pdf, EnOcean, http://www.enocean.com/fileadmin/redaktion/pdf/tec_docs/ECT_300_Perpetuum_Data_Sheet.pdf, Jan. 11, 2011
- [13] Texas Instruments, ソーラー・エネルギー・ハーベスト(SEH)開発キット・EZ430-RF2500-SEH・TI ツール・フォルダ, Texas Instruments, <http://focus.tij.co.jp/jp/docs/toolsw/folders/print/ez430-rf2500-seh.html>, Jan. 14, 2011
- [14] 有限会社レオコム, PTM200 | ENOCEAN | リモートコントロール | FM | 電子・電気部品通販サイト・Farnell Newark・維持保守・修理・運転部品(MRO)の世界的電子・電気部品供給会社, 有限会社レオコム, <http://www.leocom.jp/ja/search/GooglePart.aspx?searchmenu=mfgNo&page=1&search=2838&brand=ENOCEAN>, Jan. 14, 2011