

M-1

電波を用いたエネルギーハーベスティングモジュールの基礎研究

Basic research on energy harvesting modules using radio waves

○磯江雄介¹, 三枝健二², 小林一彦³

*Yusuke Isoe¹, Kenji Saegusa², Kazuhiko Kobayashi³

Abstract: Aiming to use RF energy harvesting as a power source for sensor networks, etc., as a basic research, we aim to realize constant lighting and blinking of LEDs using broadcast radio waves from Tokyo Sky Tree at Nihon University College of Science and Technology Funabashi Campus Building No. 4. , RF energy harvesting module is being created. In this paper, we describe the performance and issues of the current module.

1. まえがき

近年、TV放送や無線LANといった空中に存在する電磁波エネルギーを回収し、電力として利用するエネルギーハーベストの研究が盛んである^[1]。この技術は、アンテナにより回収した電磁波をRF/DC変換回路で直流電圧に変換するもので、将来センサネットワーク等の電力源としての利用が期待されている。

本研究では、基礎研究として、日本大学理工学部船橋校舎4号館において、回収した電磁波エネルギーによりLEDの常時点灯・点滅の実現を目指し、RFエネルギーハーベストモジュールの製作を行っている。先行研究において、RF/DC変換回路としてチャージポンプ回路が作成され、この回路のみではLEDを点灯するだけの出力電力を得ることができないため、発振回路が作成された。

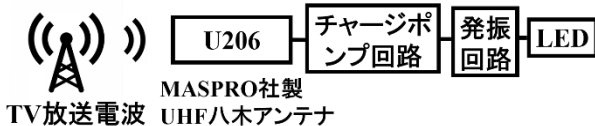
本稿では、チャージポンプ回路に発振回路を付加したことによる性能改善の確認を目的とする。

2. モジュール構成

RFエネルギーハーベストモジュールの基本構成図を図1に示す。



(a)チャージポンプ回路のみ



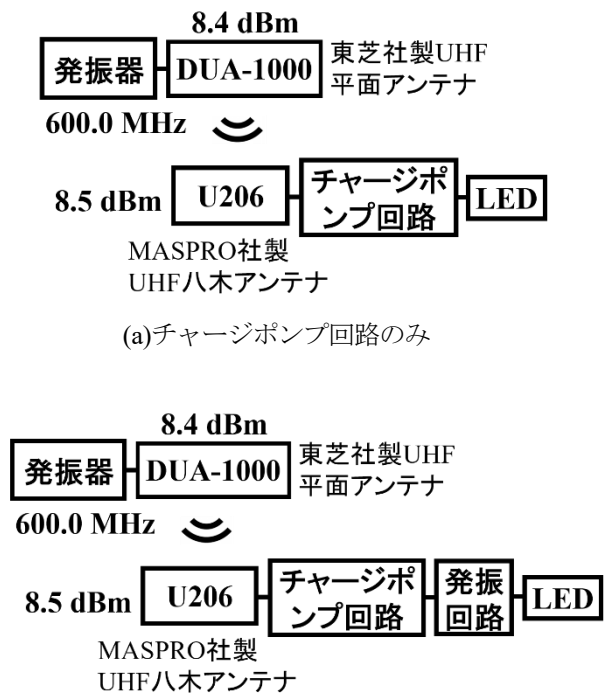
(b)現状のモジュール

図1. RFエネルギーハーベストモジュール基本構成

モジュールの動作は、(a)、(b)ともに4号館屋上にて東京スカイツリーからのTV放送電波をアンテナで受信し、チャージポンプ回路で高周波電圧を直流電圧に変換する。(b)はこれを変換した直流電圧を昇圧発振し、電力制御を行うことで、LEDの点灯に必要な電力を管理する。TV放送電波の周波数は550.0 MHzとした。

3. モジュールの性能比較

これまでに作成したモジュールの性能比較を行う。表1に性能比較実験を行った際の使用器具をまとめる。性能比較を行う際には、図2のように、TV放送電波の代わりに発振器を接続したアンテナを使用する。構成は下図の通りである。



(b)現状のモジュール

図2. モジュールの性能比較実験

図3にモジュールの性能比較を示す。また、LEDが点灯した際の距離に対する受信電力を図4に示す。性能を比較する際には、アンテナ間の距離に対するLEDが点灯するために必要な送信電力で比較を行った。図3より、現状のモジュールのほうがチャージポンプ回路のみのモジュールのよりもLEDを点灯させるために必要な送信電力が低いことが読み取れる。このことから、発振回路を付加したことでモジュールの性能が向上したことがわかる。また、両方のモジュールはともにアンテナ間の距離に比例してLEDが点灯するために必要な送信電力が大きくなっていることがわかる。このことから、この結果は妥当である。

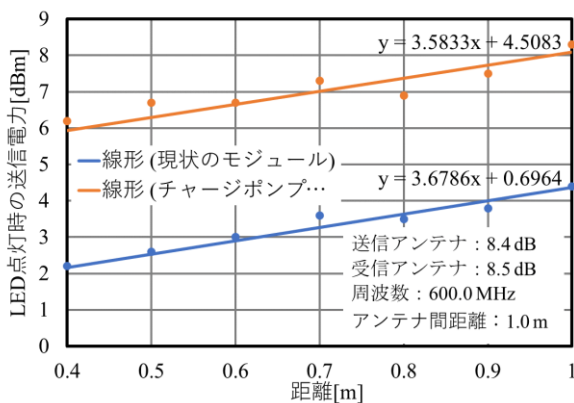


図3. モジュールの性能比較

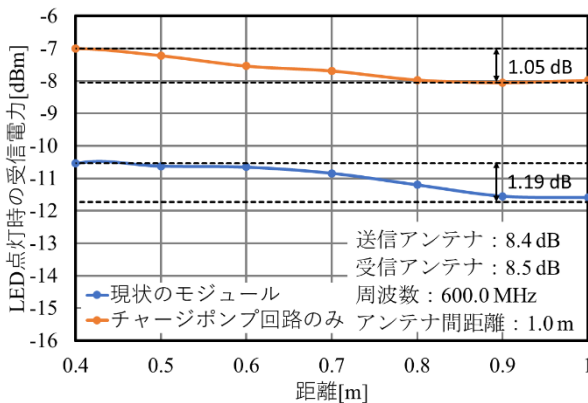


図4. LED点灯時の受信電力

4. 現状での使用可能範囲

日本大学理工学部船橋校舎4号館の屋上で東京スカイツリーからの放送電波の受信電力の測定を行った。受信電力の測定にはUHF八木アンテナU206とスペクトラムアナライザを使用し、測定は14回行いその平均値は-26.53 dBmを得た。この結果と東京スカイツリーからの日本大学理工学部船橋校舎までの距離が約22.0 kmであることから、フリスの伝達公式を用いて東

京スカイツリーからの距離に対する受信電力を図5に示す。

図5より、東京スカイツリーからの距離が4.0 kmであるときの受信電力が-11.72 dBmである。このことより、東京スカイツリーからの距離4.0 km以内であれば、東京スカイツリーからの放送電波でLEDを点灯させることが可能であると考えられる。

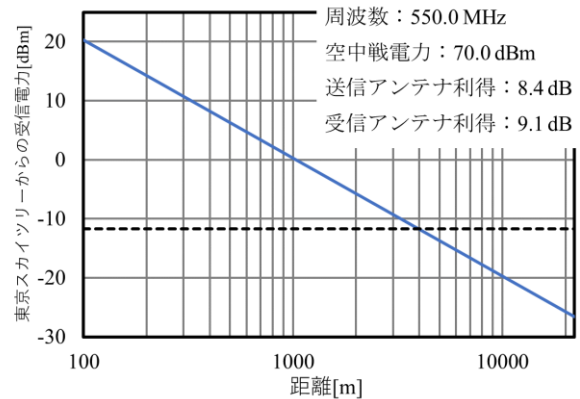


図5. 東京スカイツリーから距離に対する受信電力

5. まとめ

これまで、チャージポンプ回路の性能の測定、それに発振回路を付加したモジュールの性能の測定はなされていたが、それぞれのモジュールの性能の比較はなされていなかった。そこで今回、発振器を用いた同じ環境下でのLED点灯時の送信電力の比較を行った。その結果、発振回路を付加したことにより、点灯に必要な送信電力が低下していることが確認できたため、モジュールの性能が向上したことを確認した。

また、日本大学船橋校舎4号館の屋上で東京スカイツリーからの放送電波の受信電力を測定したことから、現状のモジュールでは4.0 km以内であれば、放送電波によりLEDを点灯することが可能と考える。

参考文献

- [1] R. Shigeta *et al.*, IEEE Sensors Journal Vol.13, Issue: 8, pp. 2973 - 2983 May. 2013.
- [2] 新井涼平, 他, 令和元年度日本大学理工学部学術講演会, M-27.