

新しい常温発電デバイスを開発、バッテリーフリーIoTセンサ・システムへの応用が可能

スマート社会における多種で膨大な数のセンサの電源として、太陽光発電が利用できない暗所でのエネルギー供給源が課題となっています。東北大学マイクロシステム融合研究開発センターおよび大学院工学研究科機械機能創成専攻の小野崇人教授の研究グループは、マイクロ加工技術を用いて熱電素子を量産する技術を開発するとともに、周囲の温度変化を利用して発電する熱電システムを試作し、バッテリーレスでのIoTセンサの動作に成功しました。

本技術の開発により、暗所などにおいても環境の温度変化を利用して発電し、いったん蓄電した後にセンサに給電して動作させることが可能になります。将来は防災やセキュリティ、構造物のモニタリング等で長期間にわたり、電池交換などのメンテナンスが必要無いセンサ・システムへの応用が期待されます。

モノのインターネット(IoT)化が進んだスマート社会では、様々なシーンでセンサにより取得された情報がサイバー空間で処理され、安全・安心やサービスの向上などに利用されています。しかし、これら多種で膨大な数のセンサへのエネルギーの供給が課題となっています。明るい場所であれば、太陽光発電で発電してバッテリーに給電するなどの方法が可能ですが、暗所での動作は困難であり、このため熱電発電などの温度差発電をIoTセンサに利用するための研究が進められています。しかし、熱電発電では温度差を作り出すために高温熱源を必要とするため、利用できるシーンに限りがありました。本研究では、温度差のみならず、環境の温度変化を利用して発電する常温発電デバイスを提案し、そのプロトタイプでIoTセンサのバッテリーレス化を実証しました。

図1に示したように、開発した常温発電デバイスは、熱電発電素子と蓄熱部、および放熱部から構成されています。図1の上部にある熱電発電素子は、 Bi_2Te_3 と Sb_2Te_3 の複数の対からなる熱電素子を量産化が容易なめっきの技術で作製し、Si基板で挟み込んだ構造をしたものです。熱電発電素子の片面は蓄熱部に接触し、別の片面は放熱部に接しています。この常温発電素子に温度差を与えるか、あるいは環境の温度変化を与えたとき、熱が蓄熱部に吸収、あるいは蓄熱部から放熱されます。この時、熱電発電素子の両側に温度差が発生して発電します。

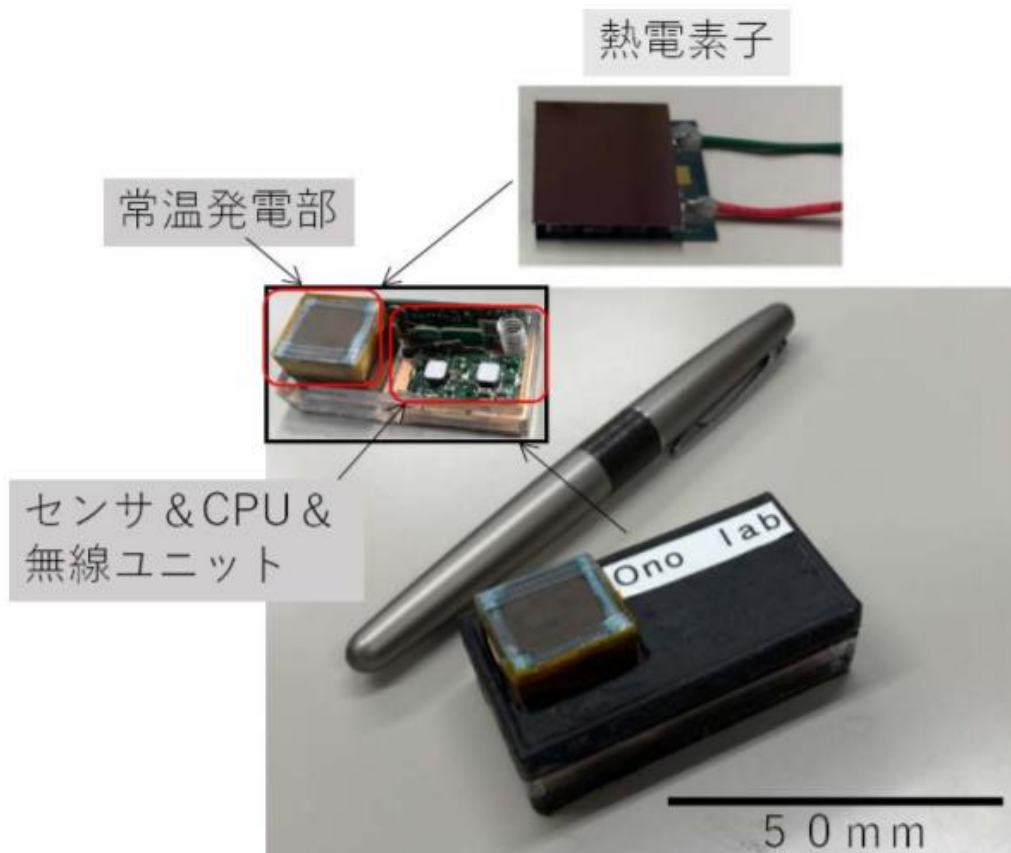


図1. 開発した常温発電デバイス(サイズ比較のためペンを置いてある)。左上の挿入図は、内部構造であり、蓄熱部、熱電素子、放熱構造(裏側)、センサ、CPU、無線ユニットから構成されている。

図2は、原理実証用の常温発電ユニットを建物の内部に設置し、半日の環境温度変化に対する発電量の関係を測定した例です。一日の内、朝や夕方などの大きく温度が変化する際に発電量が大きいことがわかります。発電したエネルギーは蓄電部に蓄え、必要な時にセンサや演算処理部(CPU)、無線ユニットに給電し、センサで取得した信号を無線で送信することを可能にします。

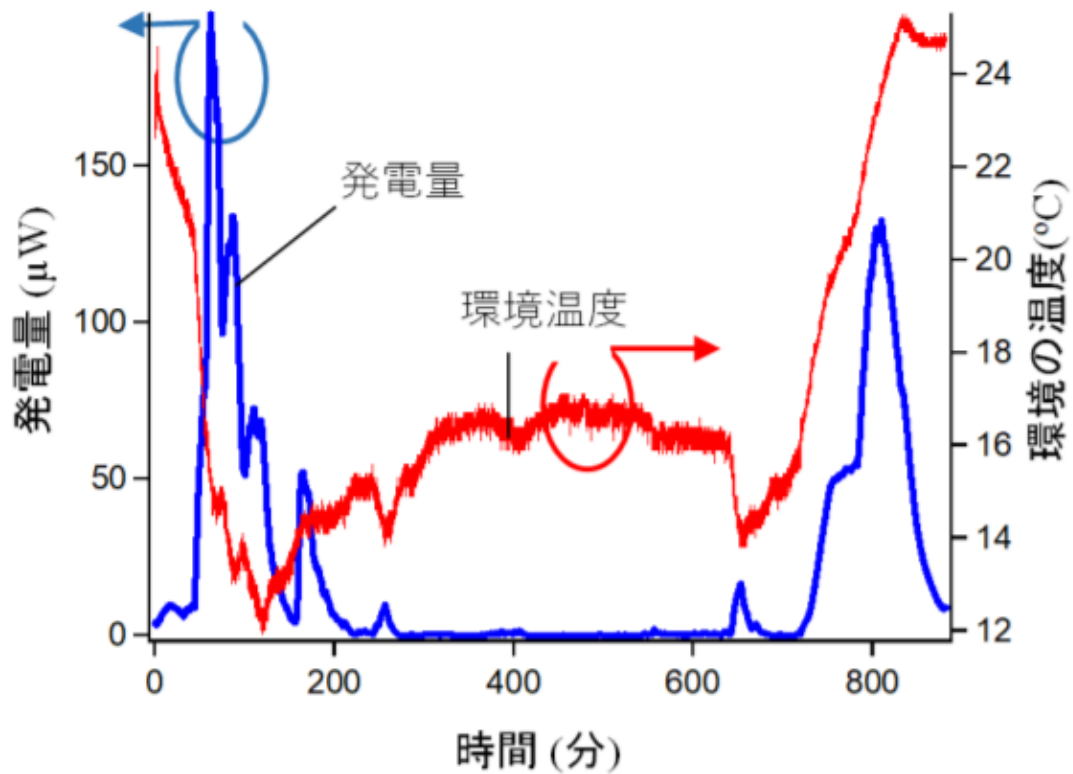


図2. 常温発電の検証ユニットで測定した、環境の温度変化に対応した発電量の例。半日間の温度変化に対応した発電量の変化を示している。

図1に示した常温発電のプロトタイプでは、蓄電のためのキャパシタ、温度センサ、CPU、無線ユニットを組み込んでおり、図3に示すようにバッテリーを使うことなく、長期間にわたって、温度センサからのデータを外部に送信することに成功しました。さらに、性能を向上させるため、不純物を熱電素子にドーピングすることで発電量を増やす技術なども開発しています。

今回の常温発電素子は更に大きな出力を目指して開発を加速し、早期の実用化を目指し開発を進める予定です。

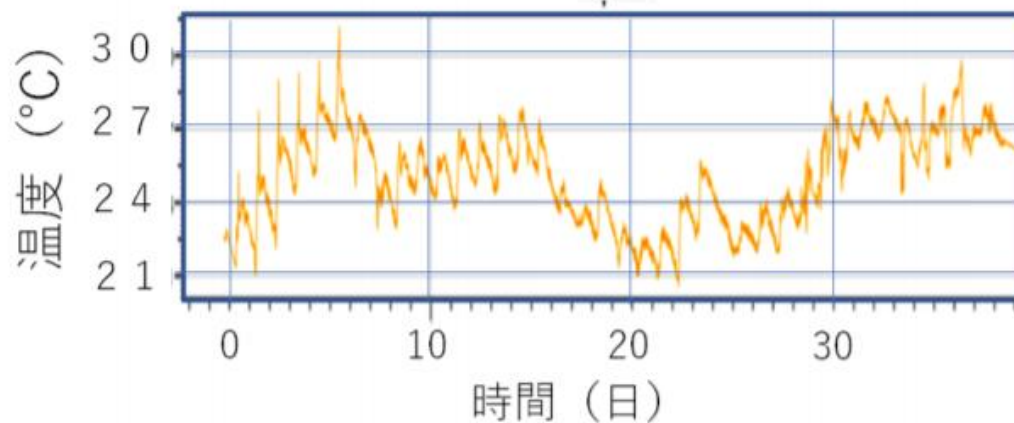


図3. 周囲の温度変化で発電し、その電力を用いてバッテリーレスで温度センサを動作させ、その情報を無線で送り取得したデータ。建物内部の温度変化の様子を39日間にわたって測定した。常温発電素子を用いるとバッテリーレスで IoT センサを動作できることを示している。

論文情報

タイトル Theoretical and experimental investigation of a thermoelectric generator (TEG) integrated with a phase change material (PCM) for harvesting energy from ambient temperature changes

雑誌 Energy Reports

DOI: 10.1016/j.egy.2020.07.023

日本語原文

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/08/press20200817-03-IoT.html>

