

分科企画シンポジウム：9.4 熱電変換、16.2 エネルギーハーベスティング、合同 M フォノン
エンジニアリング

エネルギーハーベスティングの最新動向：IoT 時代の実現に向けて

インターネットで情報がつながり、人々がつながる時代が成熟期を迎え、医療・農業・環境・社会インフラなどのあらゆる分野でセンサを使用する Internet of Things (IoT) の時代が近づいている。IoT 時代を実現するための課題のひとつは、センサへの電力供給である。電力供給方法として、太陽電池・熱電素子・圧電素子などの発電素子を使って、身の周りの電磁波・熱・



図 1：シンポジウム会場の写真

振動などのエネルギーを電気エネルギーに変換するエネルギーハーベスティング技術が注目されている。産学の研究者が取り組んでいる各種エネルギーハーベスティング技術の能力(得られる出力、スケーラビリティ、コスト)と、開発した発電素子の現状、課題および将来展望について、以下の 7 件の招待講演(敬称略)を含むシンポジウムを 2017 年 3 月 16 日(木) 13:15~18:00 に開催した。収容人数 150 名の広い会場がほぼ満席になるほど盛況であり、IoT とそれに係わるエネルギーハーベスティング技術への聴衆の高い関心を示すものであった。

[招待講演] 中谷隆之 (群馬大)

「IoT 時代のビジネス戦略と IoT 技術/デバイス動向」

[招待講演] 伊東健治 (金沢工大)

「高インピーダンスアンテナを用いたレクテナ技術」

[招待講演] 田中裕二 (リコー)

「室内光環境発電素子 ～完全固体型色素増感太陽電池～」

[一般講演] 管原星弥 (東工大)

「湿式型 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池系における熱励起電荷キャリアの酸化還元能の検討」

[招待講演] 中村孝則（村田製作所）

「積層型熱電変換素子のワイヤレスセンサネットワーク端末電源への応用」

[招待講演] 吉村 武（阪府大工）

「非鉛強誘電体薄膜を用いた MEMS 振動発電」

[招待講演] 鈴木雄二（東大）

「ポリマーエレクトレットを用いた静電誘導型環境振動発電デバイス」

[招待講演] 花村克悟（東工大）

「エナジーハーベスティングとしての近接場光発電の可能性とクロージングリマーク」

まず、中谷隆之先生から IoT の概要について説明があり、オープン IoT とクローズ IoT を踏まえたビジネス戦略を立案し、特に積極的にオープン IoT に取り組むことが重要性であると述べられた。技術面ではセンサ開発、低電力化、電力供給といった要素技術の確立が IoT の基盤構築に欠かせないことが強調された。

伊藤健治先生は、無線電力受電素子のレクテナで世界最高レベルの発電効率を達成された成果について報告された。実際に高インピーダンス化したアンテナを使って、東京スカイツリーから 25km 離れた地点でも発電できることが示された。

田中裕二氏は色素増感太陽電池 (DSSC) の電解質を固体化することに成功し、室内の微弱な光源を用いた発電性能を向上させた結果について報告された。この完全固体型 DSSC は加工性に富むことから、小型直列モジュールを実現することができ、 $15\mu\text{W}$ ~ $350\mu\text{W}$ の電力が得られていた。さらなる高出力化が期待される。

また、管原星弥氏は、熱励起電荷でイオンを酸化還元して電気エネルギーを得る増感型熱エネルギー変換機構の検討状況を述べられた。有機ペロブスカイトを加熱することで電気エネルギーが得られており、発電機構の解明が望まれる。

中村孝則氏は、共焼成技術を応用した新型構造の熱電変換素子である積層型熱電変換素子のサンプルを会場に持参されており、ご講演の後にはそれを見る聴衆の列ができていた。超小型 (<1cm 角) の素子で、温度差 40K のときに 1.2mW

の電力が得られており、ワイヤレスセンサを常時動作させられることが報告された。

吉村武先生は非鉛強誘電体の BiFeO_3 薄膜を用いた MEMS 振動発電、鈴木雄二先生はポリマーエレクトレットを用いた振動発電について述べられた。高 Q 値化によって、 BiFeO_3 薄膜では理論限界の約 80%にあたる発電量 ($10 \mu\text{W}$) が、ポリマーエレクトレットでは $2 \mu\text{W}$ が得られており、振動エネルギーの振動数に応じて材料選択および開発が行われていることが報告された。

最後に、花村克悟先生が御自身の研究である近接場光発電の可能性について報告された。また、クロージングリマークとして、エネルギーをどこからとって、どうやって供給するのかという課題の解決策として多様なエネルギーハーベスティング技術があり、様々な方向から研究する必要性が強調された。

本シンポジウムを通して、IoT 時代の実現に向けて、自立した電源であるエネルギーハーベスティングの確立が重要であることを多数の参加者で共有することができた。これを契機として、電力供給以外のセンサや低電力化といった技術面、そしてビジネス面を含めて、日本の先導による IoT プラットフォームの構築に向けた産学官連携がより一層加速することが期待される。

協賛：日本熱電学会、日本金属学会、日本伝熱学会

世話人：林 慶 (東北大)、山田 高広 (東北大)、野村 政宏 (東大生研)