



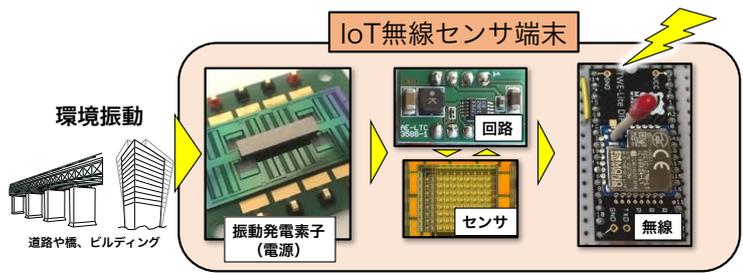
# エレクトレットMEMS振動発電

本間浩章、遠山幸也、山田駿介、年吉 洋  
東京大学生産技術研究所、CREST 年吉チーム

## 1. IoT無線センサ端末へ搭載するためには？

- ・センサ・無線回路を動かすための「高出力」
- ・無線端末内に搭載するための「小型化」
- ・ランダムな環境振動に対する「応答性」

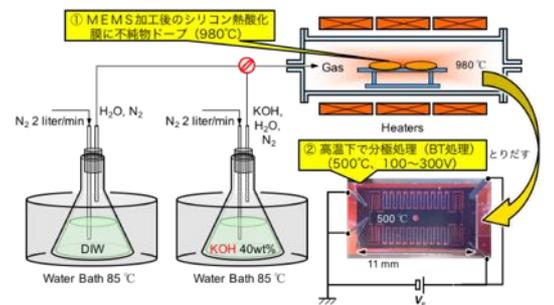
しかしながら、高出力化すると素子の小型化と応答性が犠牲になります。一方、小型化を優先すると高出力化ができません。本研究では、このジレンマを解決する設計を提案します。



## 2. 微小ギャップ側面のエレクトレット

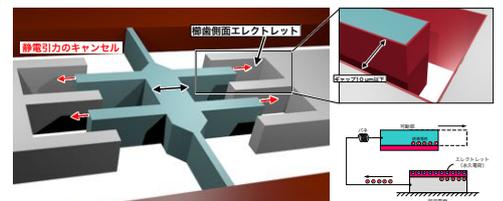
高アスペクト比電極の側面をエレクトレット（永久電荷）化することにより、チップ面積を増やさずに機械-電気変換の効率を改善できました。

また、エレクトレットの電荷密度増大により、外部への損失、すなわち電力出力を増強できました。



## 3. 対称櫛歯構造による機械と電気設計の分離

櫛歯電極配置の対称性を高めて静電拘束力をキャンセルすることで、微小加速度でも振動発電が可能になりました。また、発電素子の内部損失（粘性など）と外部損失（エレクトレットによる機械-電気変換）を分離した設計が可能になりました。



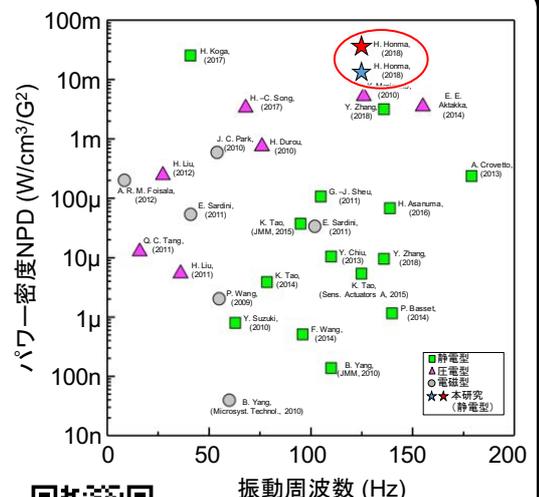
## 4. 外部損失増加によるパワー密度向上

振動発電素子の出力特性指標のひとつに規格化パワー密度NPD (Normalized Power Density,  $W/cm^3/G^2$ ) があり、これが高出力・小型・応答性を示しています。

本研究グループでは、対称性の高い電極配置と高密度エレクトレットによりNPD向上を実証し、世界最大級の数10  $mW/cm^3/G^2$ 級の出力を実現しました。

振動発電素子の設計手法の詳細は、下記の論文をご覧ください。

Hiroaki Honma, Hiroyuki Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita, and Hiroshi Toshiyoshi, "Improvement of Energy Conversion Effectiveness and Maximum Output Power of Electrostatic Induction-type MEMS Energy Harvesters by using Symmetric Comb-electrode Structures," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, vol. 28, 2018, pp. 064005-064017 (13pp)



論文PDFへのリンク  
<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6439/aab514>