

「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」  
平成27年度採択研究代表者

H28 年度 実績報告書
-----------------

年吉 洋

東京大学生産技術研究所  
教授

エレクトレットMEMS振動・トライボ発電

## § 1. 研究実施体制

### (1) 東京大学グループ

- ① 研究代表者： 年吉 洋（東京大学生産技術研究所、教授）
- ② 研究項目
  - ・ 高効率エレクトレット振動発電素子の製作と評価（平成27年度～平成29年度）
  - ・ エレクトレット型発電素子の数値モデル構築（平成28年度～平成30年度）

### (2) 静岡大学グループ

- ① 主たる共同研究者： 橋口 原（静岡大学大学院総合科学研究科、教授）
- ② 研究項目
  - ・ エレクトレット形成メカニズムの理解（平成27年度～平成28年度）
  - ・ エレクトレット電位増大（平成28年度～平成29年度）

### (3) 電力中央研究所グループ

- ① 主たる共同研究者： 小野新平（電力中央研究所 材料科学研究所、主任研究員）
- ② 研究項目
  - ・ 静電容量の増大・電気二重層の可視化（平成27年度～平成28年度）
  - ・ イオン液体の濡れ性とゲル化メカニズム（平成28年度～平成29年度）

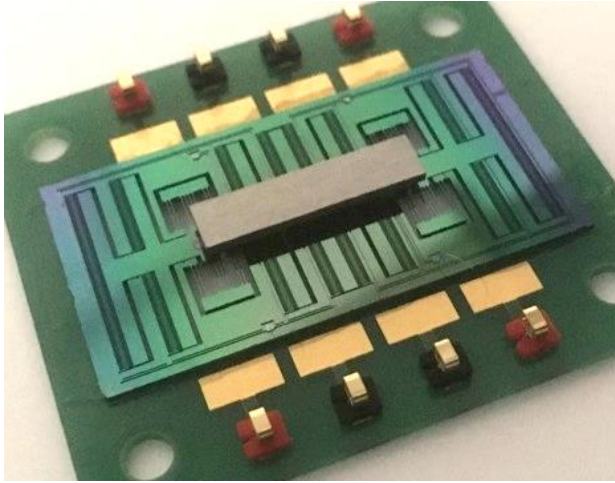
## § 2. 研究実施の概要

本研究は、「エレクトレットMEMS振動・トライボ発電」と題し、微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術として、環境振動から1mW程度のエネルギーを回収するMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 型の振動発電素子の研究開発を行っている。研究代表者(年吉、東京大学)は共同研究者(橋口、静岡大学)との連携により、シリコン基板を微細加工したMEMS機構の表面を永久電荷(エレクトレット)で被覆した振動発電素子を設計・製作・評価するとともに、エレクトレットの形成メカニズムの物理を理解して、振動発電素子の特性を改善するための手法を追究している。また、研究代表者と共同研究者(小野、電力中央研究所)との連携により、エレクトレット型振動発電素子の出力端をイオン液体による大容量キャパシタで結合して出力インピーダンスを低下する手法や、イオン液体そのものを用いて新たなトライボエレクトリック発電(摩擦発電)の研究開発に取り組んでいる。

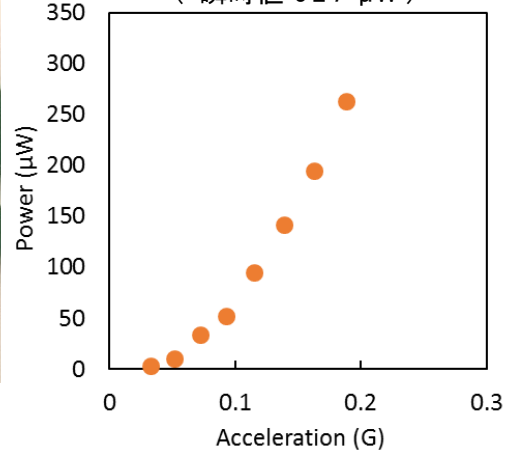
研究第2年目の平成28年度には、エレクトレットの帯電メカニズムを検証して、帯電電圧を従来の150Vから500V以上に改善する手法を実現した。また、MEMS振動素子の機械構造の対称性を高めることで、発電用の電極間の静電的な拘束力を低減し、比較的小さな加速度領域(0.1G程度)で瞬時値527  $\mu$  W(実効値260  $\mu$  W)を発生する振動発電素子を製作した。また、大きな加速度領域(1G程度)で実効値1mWを発生する振動発電素子を並行して製作し、その動作を確認した。さらに、イオン液体を用いた大容量キャパシタを振動発電素子に応用する研究を行い、電位窓5V以上を印加可能で、かつ、容量10  $\mu$  F/cm<sup>2</sup>以上のアニオン・カチオンの組合せを見いだした。また、イオン液体とポリマーを重合したゲル状のイオン液体を合成し、それを電氣的に分極することでゲル化イオン液体そのものをエレクトレット振動発電に利用可能であることを実験により示した。

平成27年度の代表的な原著論文は以下の通りである。

1. Masato Suzuki, Hisayuki Ashizawa, Yasuhide Fujita, Hiroyuki Mitsuya, Tatsuhiko Sugiyama, Manabu Ataka, Hiroshi Toshiyoshi, and Gen Hashiguchi, “A Bistable Comb-Drive Electrostatic Actuator Biased by the Built-in Potential of Potassium Ion Electret,” *IEEE/ASME J. Microelectromech. Syst.*, vol. 25, no. 4, pp. 652-661, 2016.
2. 橋口原、「アルカリイオンを利用したMEMS用エレクトレット技術とその応用」、*自動化推進*, vol.46, No.1, pp.16-19, 2017.
3. 小野新平、「イオン液体を利用した電子デバイスの開発 ～トランジスタから振動発電素子まで～」、*Electrochemistry*, 85 巻、2 号、105、2017



励振加速度: 0.19 G  
 励振周波数: 125 Hz  
 発生電力 : 260  $\mu\text{W}_{\text{rms}}$   
 ( 瞬時値 527  $\mu\text{W}$  )



(a)

(b)

図1 試作したMEMS振動発電素子

(a) 素子概観 (20mm x 30mm)、(b) 発生電力の加速度依存性