

## IoT シンポジウム「振動発電技術の現状」概要一覧

### ①東京大学 保坂 寛先生

#### 「ジャイロ効果を用いる振動発電機」

自然界の振動は、人や動物の動き、波による浮遊体の揺れなど、1Hz 程度の振動が多い。従来の振動発電機はおもりの単振動を用いるため、ウェアラブルサイズでは、質量と加速度が小さく、おもりの成す慣性力が小さかった。この解決のため、ジャイロ効果を用いた発電機が考案された。おもりを高速で自転させておき、入力振動によりその向きを変えることで、大きな角運動量変化を起こすものである。慣性率と入力角速度が小さくても、自転角速度を上げれば慣性トルクをいくらでも大きくできる。同一サイズの場合、ジャイロ発電と単振動発電の発電量の比は、ほぼ自転速度と入力振動の比となる。入力振動が1Hz、自転速度がHDD などの数千 rpm とすれば、比は100 程度である。手のひらサイズでも1W の発電が可能である。本講演では、ジャイロ効果の基礎と、筆者らが開発した2種類の発電機を紹介する。

### ②京都工芸繊維大学 増田 新先生

#### 「電磁誘導型振動エネルギーハーベスティング - 非線形広帯域化と応答安定化」

エネルギーハーベスティングとは、環境中に薄く広く存在する未利用のエネルギーを収集して電気エネルギーに変換し利用する技術の総称である。このうち、環境中に遍在する運動エネルギーを振動子を媒介にして捕捉し、電気エネルギーに変換する発電技術は振動エネルギーハーベスティングと呼ばれている。運動エネルギーを効率よく補足するためには振動子を共振させる必要があるが、デバイスの最大発電電力と帯域幅にトレードオフが生じることが実用化に際しての最大の課題である。本講演では、特に電気エネルギーへの変換に電磁誘導を用いたデバイスについて紹介し、振動子の非線形化によってトレードオフを打破する方法について述べる。特に、非線形振動子の帯域特性の設計法について焦点を当てると共に、非線形振動系に特有の解の多価性を解決する手法について、具体的なデバイス例を示しながら研究成果を紹介する。

### ③神戸大学 神野 伊策先生

#### 「圧電薄膜を用いた振動発電素子開発」

圧電材料を用いた振動発電素子は、単純な構造でかつ高い出力が得られることから、振動発電の中心的な技術として注目されている。一方、圧電材料を薄膜化することで、小型化のみならず素子強度を大幅に向上させることができる。我々はこれまでステンレス箔上に形成したPZT 圧電薄膜による振動発電素子に関する研究を行ってきた。スパッタ法により3 $\mu$ m 程度の膜厚のPZT 薄膜を形成し、片持ちはり構造とすることで大振幅、大変形下においても安定に発電可能な素子を実現した。低周波数、低加速度の振動領域において~50 $\mu$ W 程度の発電が可能であり、Bluetooth Low Energy (BLE)による温度、湿度のセンサデータを無線

送信することにも成功している。本講演では、圧電振動発電素子技術の特徴と今後の展開について紹介する。

#### ④関西大学 谷 弘詞先生

##### 「摩擦発電とセンサへの応用」

摩擦帯電を利用した発電機やセンサの開発が、米国、中国を中心に世界的に加速している。関西大学においても、摩擦発電やそのセンサの応用・開発を目標に研究を行っている。

そこで、摩擦発電の原理、海外での開発事例の紹介、関西大学での研究例として、シューズインソールへの組込み、転がり軸受への組込み、タイヤへの組込みなどを紹介し、摩擦発電と摩擦帯電センサの可能性について議論する。

#### ⑤金沢大学 上野 敏幸先生

##### 「磁歪材料を用いた振動発電技術の実用化展開」

鉄系磁歪材料（Fe-Ga 合金）を用いた振動発電デバイスはシンプルで堅牢、高出力、高感度、低出力抵抗、高形状自由度、低コストの優れた特徴を持ち、IoT（無線センサ）の電源の問題を解決する。その応用は、振動している生産機械やインフラ（橋、トンネル等）の予兆保全から、人、モノの動きや衝撃で発電し、これを知らせる防犯、防災、見守り、風、水の流れで発電し、周囲のセンサ情報を知らせる農業や漁業の効率化など、極めて広範に亘る。また材料、デバイスの大型化で自動車の電力回生や再生可能エネルギーにも進展する。本講演では、このデバイスの構造、原理から電池を代替する出力特性、無線センサの応用、材料からデバイス、システムの実用化の現状まで、実演などを交え解説する。

#### ⑥静岡大学 橋口 原先生

##### 「カリウムイオンエレクトレット技術と振動発電素子への応用」

カリウムイオンエレクトレット技術は、微小ギャップで高いアスペクト構造をもつシリコン MEMS デバイスに適用できるエレクトレット法である。2012 年に IIP 部門大会で初めて発表したが、その後 NEDO プロジェクトや GREX 研究において、エレクトレット膜としての性質やデバイス応用などの研究を進めてきた。静電型 MEMS デバイスにおいて、電場は電気系と機械系相互のエネルギー変換場となるため、エレクトレット化により直流電源を必要としなくなるばかりでなく、エレクトレット電場があるからこそ実現できる新しい機能も生まれる。本講演ではカリウムイオンエレクトレットの帯電原理や帯電プロセスを詳しく説明するとともに、振動発電素子への応用、特にランダムな周波数で小さな加速度の振動に対して有用な、ワイド周波数型振動発電素子を紹介する予定である。