

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**戦略テーマ重点タイプ 完了報告書(公開版)概要**

技術テーマ	:IoT、ウェアラブル・デバイスのための環境発電の実現化技術の創成
研究課題名	:ジャイロ効果を利用したウェアラブル発電システム
プロジェクトリーダー	
機関名	:東京大学
氏名	:保坂寛

### 1. 研究の目的

ジャイロ効果を用いた小型高出力な振動発電機を開発する。サイズは1L程度、人や波の振動により1W程度を発電する。情報機器や光学機器用のモータや増速ギヤを用いて、高精度な回転と高効率な機械電気変換を行う。発電機の応用の第1は空調ウェアである。ファンにより衣服等の内部に風を送る冷房および換気装置である。上着、リュック、フェイスシールドなどがある。消費電力は0.6W~4Wである。現在は蓄電池により駆動しているが、電池寿命が最大1日である。数日間充電不可能な屋外環境や、電池切れが許されない隔離環境での利用が見込まれる。

応用の第2は、波力発電ブイである。外形φ600程度の可搬型のブイにより10W程度の発電を目指す。これにより、従来不可能であった魚群探知機や衛星通信装置を駆動し、海洋IoTの基盤を目指す。

応用の第3は、センサ等を内蔵する靴である。歩行時の足の動きにより発電し、靴内の情報を無線でスマートホンなどに送信する。自立電源とすることで電池交換が不要となり、完全密閉ができ、防水性が高まる。発電機は量産しても数千円と高価なので、オーダーメイドシューズなど、特殊用途に適用する。

### 2. 研究成果の創出状況

マイルストーン	達成状況
(1) 拡大モデルの性能確認。発電機単体の拡大モデルが実験室で10mWを発電。(平成28年度末)	モータ自転型により、2.5Hzの振動で1.8Wを発電した。目標を大幅に超える成果が得られた。図1に発電機の写真と発電量のグラフを示す。計算値ともよく一致している。100倍の増速歯車により機械電気変換効率を高めたこと、フライホイールにタングステン合金を用いてジャイロトルクを増大させたこと、発電モータの小径化等により回転摩擦を下げたことによる。
(2) 応用分野の絞り込み。応用分野の実用化可能性を評価し、可能性の低い応用開発を打ち切る。(平成29年度末)	新市場、大型、大出力が要求される空調ウェア(消費電力1W)と発電ブイ(10W)を対象とした。空調ウェアの市場規模は100億円/年(R1年度)、発電ブイの市場規模は360億円/年である。センサシューズは、寸法制約が厳しく、ジャイロ効果よりも体重移動が有利と判断し、他事業に移管した。

(3) 実寸モデルの性能確認. 実験室で 1W を発電すること. (平成 30 年度末)	摩擦自転型発電機 (1.12L) において, 1.7Hz で 0.93W を出力した. モータ自転型発電機 (FW $\phi$ 300) において, 1Hz の振動で 4.9W を出力した (図 2).
(4) 統合システムの性能確認. 発電機を組み込んだ個別冷房等が, 快適性等を示すことを確認. (令和元年度末)	モータ自転型で空調ブルゾンの冷涼感を確認した. 摩擦自転型で空調フェイスシールドのファンの稼働を確認した. モータ自転型で, 波力による LED の点灯を確認した.
(5) 空調ウェア, 波力発電ブイにおいて, 実用可能性を示す. (研究終了時)	摩擦自転型 (0.85L) により, 1.7Hz, 110deg の振動で 1.73W を出力し, 空調ブルゾンを駆動した (図 3). モータ自転型 (FW $\phi$ 150mm) により, 波力で発電し, 振幅 $\pm$ 30度, 0.5Hz の振動で 0.4W を発電した (図 4).

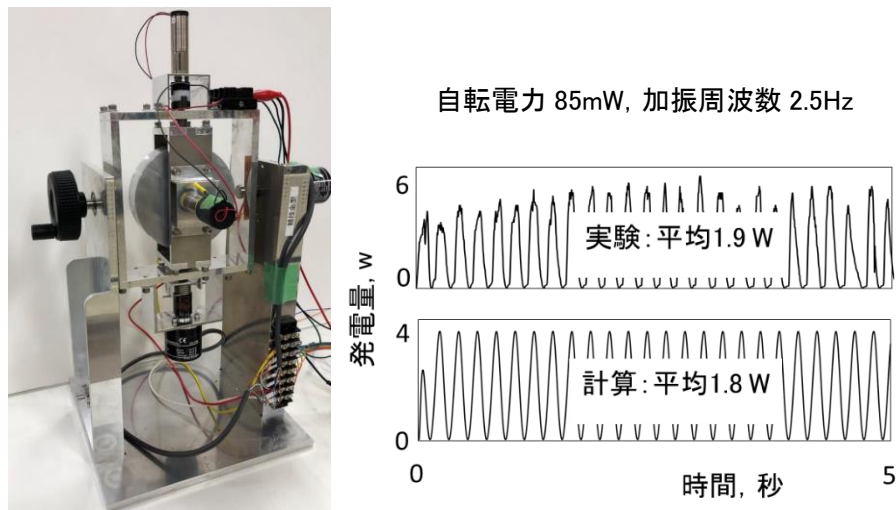


図 1 モータ自転型 FW $\phi$ 100 実験機

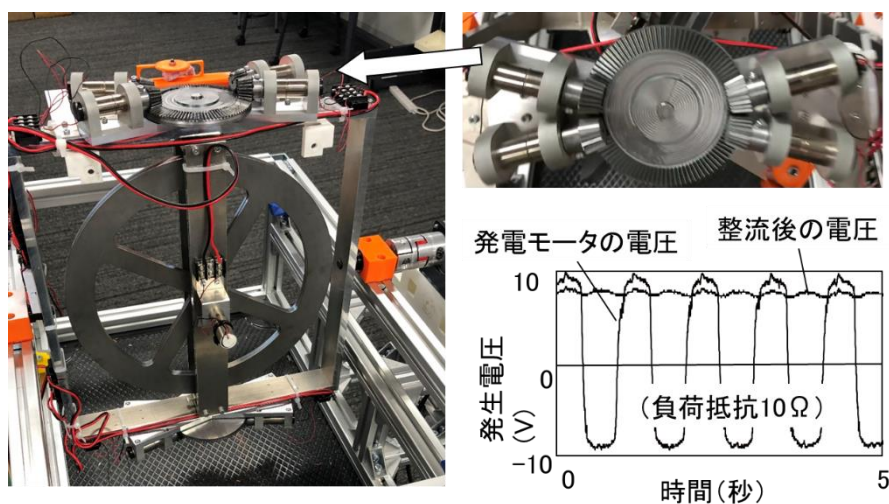


図 2 モータ自転型 FW $\phi$ 300 試作機

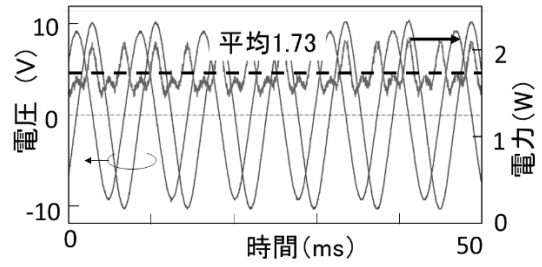
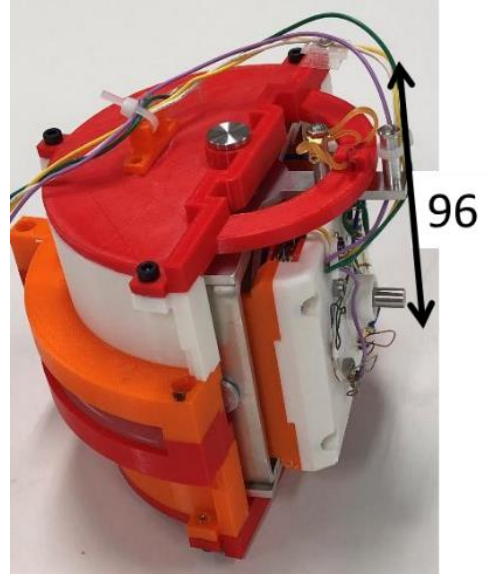
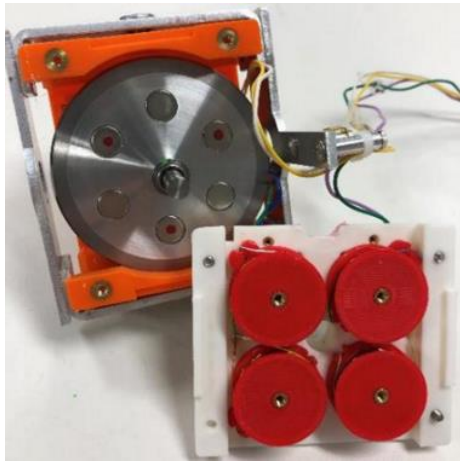


図3 摩擦自転型FWφ70プロトタイプ

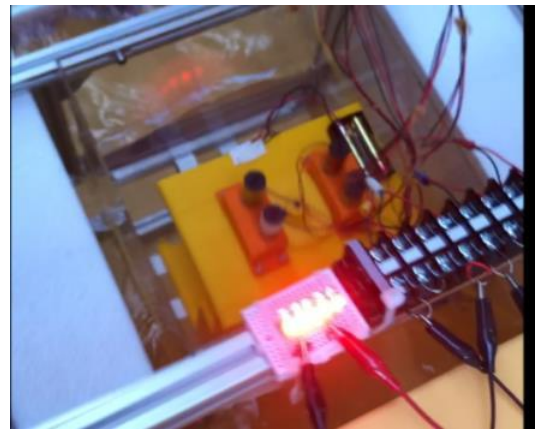
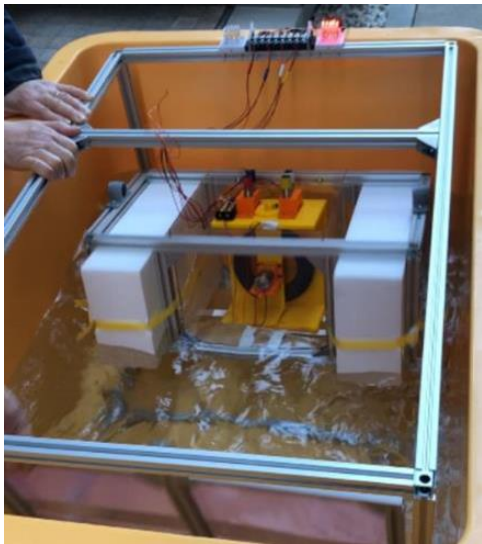


図4 モータ自転型波力発電ブイ実験機

### 3. 今後の展開

電池と太陽光に対してジャイロ発電の利点を出しやすい、波力発電ブイを実用化する。目標性能は0.5Hzで10Wである。魚群探知機や衛星通信機の駆動を可能とし、海洋IoTのインフラとする。

上市目標時期は、係留型2023年、漂流型2025年である。市場規模は、世界/日本の沿岸漁業分野で360億円/7億円である。このため、φ300のフライホイールを用い、自転を現状の370rpmから2400rpmに、肉厚を現状の9mmから30mmに増大する。

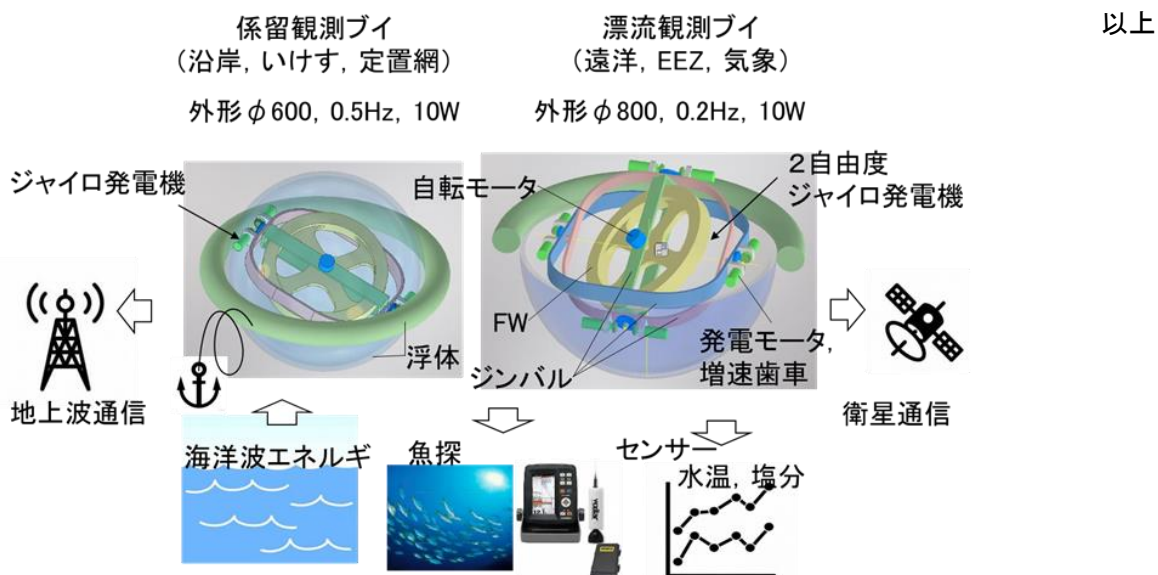


図5 漁業用波力発電ブイの構想