

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	真下智昭
研究機関名	岡山大学
所属部署名	学術研究院 自然科学学域
役職名	教授
研究課題名	サブミリスケールのロボティクス基盤技術の創製と統合
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

**研究成果の概要**

直径 0.6mm の太陽ギアと遊星ギア，直径 2mm のリングギアを高解像度光造形 3D プリンタで試作し，遊星減速機構を組み立て，評価を行った。耐荷重や効率に課題が残るものの，3 段の遊星減速機を用いたギアードモータで，効率最大 15%，最大 0.5mNm のトルクを安定的に出力できるようになった。そのギアードモータを用いて，長さ約 14mm，幅約 10mm の車輪型ロボットの開発を行った。円形の磁石を車輪に埋め込むことによって，磁性の壁面や天井面を走行させることに成功した。

小型プロペラ駆動用に 2mm×3mm のマイクロ超音波モータの開発を行った。小型ドローンなどへの応用だけでなく，攪拌や冷却などへ応用できる技術でもある。モータの質量は 56mg で，約 200mgf の揚力を発生することに成功した。両翼幅 20mm のプロペラをモータに取り付け，飛行実験に成功し，飛行ロボット用アクチュエータとして十分な性能を有することを示した。この成果を受けて，マイクロ超音波モータで駆動するはばたき型飛行ロボットの研究を開始した。3D プリンタで蝶を模倣した翅を試作し，両翼の幅 35mm，質量 27.6mg で，10Hz 以上の周波数で十分な強度があることを示した。

一個のアクチュエータで回転 3 自由度を実現できる球面超音波モータの開発を行った。直径 5mm の球を用いた球面モータを試作し評価を行った。ハイスピードカメラを用いて非接触で球ロータの角度を検出できるようにし，画像処理で特徴点の移動をフレームごとにトラッキングすることで，球ロータの位置と姿勢を取得できるようにした。実験では 0.1mNm 以上のトルクが得られており，今後，さらに小型化できる可能性を示した。また，球面モータを制御するドライバ回路の開発を行い，球の 3 自由度回転を制御できるシステムの開発を行い，球面モータの動作を確認できた。球ロータの動きを小型カメラで撮影し，その画像から，球ロータの方向を推定できるビジュアルフィードバックシステムを開発した。