

公益財団法人 立松財団 御中  
様式 2021A1,A2,B

2026年3月31日

所属:山梨大学

氏名:秋月 拓磨



## 2024年度助成 研究終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	広範な計測レンジを有する指先サイズの圧電振動式力センサの開発
研究の結果	<p>立方体形状の金属部材と圧電素子(PZT)を組み合わせた、ミリメートルスケールの圧電振動式力覚センサを試作し、特性評価を行った。</p> <p>評価実験では、センサ上面(検出面)の中央に金属球を配置し、球を荷重 <math>W</math> で下向きに押すことでセンサに力を加えた。このとき、センサの共振周波数の変化量 <math>\Delta f</math> を記録し、<math>\Delta f</math> から荷重 <math>W</math> を推定した。1辺が4 mm サイズのセンサでは、77 mN から 300 N の測定範囲を実現できることを実験的に明らかにした。センサの小型化を行い、1, 2, 3 mm サイズについても試作を行い、4 mm サイズと同様の評価実験を行った。実用レベルでは最小クラスのカセンサとなる1 mm サイズのセンサでは、9 mN から 20 N の測定範囲を実現した。測定範囲(full-scale load; FS)に対する誤差率は、4 mm から 1 mm サイズの各センサで 0.1% FS から 1.0% FS 未満であり、繰り返し精度(repeatability)は 0.01% FS から 0.1% FS 未満であった。これは、市販のカセンサ(0.5-1.0% FS)に対して、約 10-100 倍程度の繰り返し精度である。</p> <p>試作センサをロボットハンド等に設置するためのホルダーケースを試作した。ケースは、試作センサ(4 mm サイズ)の本体を台座部品(アルミ製)と金属球で挟み込み、外部カバー(PLA製)で保持する構造とした。ケース保持前後で、センサの感度低下(300N時に 16.7 kHz/N から 7.1 kHz/N)が見られたが、カセンサとして前述の測定範囲を維持できることを確認した。</p>
研究発表 (実績)	<p>(国内講演論文)</p> <p>[1] 吉川潤, 秋月拓磨, 真下智昭, 高山弘太郎, “圧電振動式力センサの保持方法による特性変化の評価,” 第 68 回自動制御連合講演会(11/1-2,名古屋大学), PaperID: 11F-5, 2025. doi: <a href="https://doi.org/10.11511/jacc.68.0_171">https://doi.org/10.11511/jacc.68.0_171</a></p> <p>(学術論文)</p> <p>[2] A. Yamazaki, T. Akiduki, A. Honna, M. Kitazaki, and T. Mashimo, “FEM-Based Design and Characterization of a Millimeter-Scale Piezoelectric Resonance Force Sensor,” IEEE Access, 14, 17960-17970. doi: <a href="https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3659235">https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3659235</a></p>

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。  
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。