



**2019年度 B：一般研究助成  
 研究終了 報告書**

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	高精度位置決め制御技術を駆使した健常者と同じ生活を送ることを可能にする人工心臓装置の開発
研究の結果	<p>本研究では磁気軸受を用いた人工心臓の動作時に発生する振動現象の解析と、それを補償するために磁気軸受装置に搭載する新たなアクティブ制御系に着目した研究開発を行った。まず、回転機械では避けることのできない回転同期振動に着目し、それを補償可能な制御系設計に挑戦した。特に位相特性に着目した機械のダイナミクスを解析し、逆位相の信号を生成し、振動を打ち消すことが可能な適応学習制御系を開発した。また、動作中に回転数が増加することも考慮し、自動的に周波数を追尾する機能も兼ね揃えている(研究発表1)。また、これは他メカトロニクス機器へ応用可能であり、実際にHDDのディスクの回転同期振動の補償にも成功した(研究発表2)。また、適応学習制御系のパラメータから、学習の収束性を判断し、パラメータの更新則を変化させるアルゴリズムを構築した。特に、収束後はパラメータの更新が不要となった時点で、学習則をオフにすることで、制御系の性能を改善可能(不要なアルゴリズムを停止し、無駄のない制御系を構築可能)であることを明らかにした(研究発表3)。</p> <p>続いて、振動を補償するために生成した制御系の電気信号から回転機械に加わる振動(大きさや位相)を推定し、そのダイナミクスを逆算できる手法を開発した。本成果により稼働中の回転機械の状態監視へ応用できると考えられる(研究発表4)。さらに、複数周波数の振動が同時に印加した場合を考慮し、複数周波数を同時補償し、かつ角周波数毎の振動を推定可能な制御手法を考案した(研究発表5)。</p> <p>機構系からのアプローチとして、非ニュートン性流体であるダイラタント流体を用いた軸受の開発にも取り組んだ。ダイラタント流体は強い衝撃が加わったとき(強いせん断力が発生したとき)に粘度が多くなる特性を有する。これは、稼働中に急激な変化が行った際、回転軸を保持する力を増大し、変形や破壊などを防げると期待される。さらに、通常稼働中はほとんど粘性を発揮しないため、通常動作を妨げることはない(研究発表*)。</p> <p>以上の成果により、磁気軸受稼働に加わる振動の解析、制御手法、そして新たな機構系の構築に成功したと考えられる。今後は実際の人工心臓への応用を目指していく。</p>
研究発表 (実績)	<ol style="list-style-type: none"> <li>論文: S. Yabui, T. Inoue, Development of Adaptive Feed-Forward Cancellation with Frequency Estimation Algorithm for Compensation of Periodic Disturbance at Arbitrary Frequency, <i>Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control</i> 141(12), 2019</li> <li>論文: S. Yabui, T. Atsumi and T. Inoue, 2020, AFC with gain adjustment in control system in HDDs for compensation of speaker-induced vibration, <i>IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering</i>, Volume 15, Issue 5, pp.757-765.</li> <li>論文: S. Yabui, Inoue H, T. Inoue. Control scheme of adaptive feedforward cancellation considering of Bode's integral theorem for synchronous vibration suppression in rotating machineries. <i>Journal of Vibration and Control</i>, 2021, 27 (21-22), 2586-2599.</li> <li>論文: S. Yabui., Inoue, H., and T. Inoue, "Track-Following Controller Design Using an Active Magnetic Bearing for Measurement of the Rotor Dynamics Coefficient of the Annular Seal." <i>ASME. J. Dyn. Sys., Meas., Control</i>. June 2021; 143(6)</li> <li>国際学会講演: S. Yabui, H. Inoue, T. Inoue, Excitation System with Active Magnetic Bearing Control Performance Improvement for Rotordynamic Force Measurement, <i>IEEE International Conference on Mechatronics (ICM2021)</i>, TF-001538, Kashiwa, Chiba, Japan, March 7-9, 2021</li> </ol> <p>* 論文 T.Yamada, S.Yabui, T. Inoue, H. Azemachi, Identification of rotor dynamic coefficient of a squeeze film damper with dilatant fluid, <i>Journal of vibration and control</i> へ投稿中</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。