

申請者	学科名	情報システム工学科	職名	助教	氏名	泉 晋作
調査研究課題	メトロノームの同期現象解析のための実験装置開発とそのモデル化					
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	泉 晋作	情報工学部情報システム工学科・助教	制御工学	研究全般	
調査研究実績の概要	<p><b>研究背景・目的</b></p> <p>メトロノームの同期現象とは、ある物体に設置された複数のメトロノームがその物体を介して相互作用し、各々の振動リズムが揃っていくというものである。同期現象は生体系や化学反応系など様々なシステムで見られ、興味深い現象として注目を集めている。</p> <p>申請者の所属するグループでは、これまでメトロノームの同期現象の理論解析を行ってきた。これは、メトロノームが同期する際の針の振舞い、具体的には振動の振幅と周波数、メトロノーム間の位相差を理論的に計算するというものである。これまでの結果の有効性は、数値シミュレーションによって示されているが、実機実験による検証は行われていない。そこで本研究では、実験検証のための装置の開発とその数理モデルの構築を目的とする。</p> <p><b>研究成果</b></p> <p><b>1. 実験装置の開発</b></p> <p>開発した実験装置を図1に示す。これは、吊るされた台の上に2台のメトロノームを置いたものである。台は幅910mm×奥行250mm×厚さ13mmの木材であり、メトロノームはWittner社のSeries830である。この装置は、一方のメトロノームの揺れが台を介してもう一方へ伝わり同期が起こるようになっている。</p>					



図1 実験装置

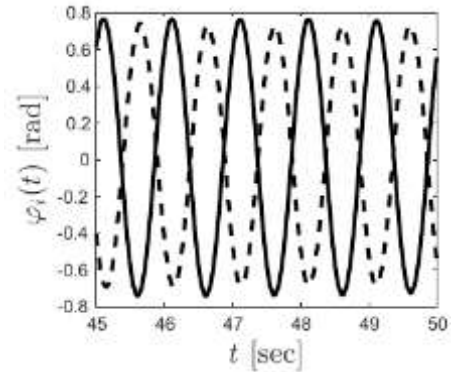


図2 実験結果

調査研究実績  
の概要

実験結果の例として、一定時間経過後のメトロノームの針の角度の時間応答を図2に示す。ここで、 $\varphi_i(t)$ はメトロノーム  $i$  ( $i = 1, 2$ ) の針の角度であり、一方のメトロノームの応答が実線で、もう一方のメトロノームの応答が破線で表されている。図を見ると、2つの針が同じリズムで（逆方向に）振れていることが確認できる。

2. 数理モデルの構築

図1の装置の数理モデルとして、その運動方程式を導出した。このような装置の運動方程式は先行研究で既に得られているが、それらの研究では、台が常に水平を保つことを前提としていた。一方、本研究では、台の傾きまで考慮した運動方程式を導出した。これにより、システムの挙動をより正確に表せるモデルが得られた。この成果は国内学会で発表している<sup>2)</sup>（番号は成果資料目録のものに対応）。

さらに、得られたモデルのパラメータを同定するための準備として、メトロノーム単体のモデルのパラメータ同定を行った。メトロノームのモデルのパラメータには、メトロノーム内部で発生するトルクの大きさなど、直接測定することが困難なものが含まれており、これが同定を難しくしている。この問題に対し、本研究ではParticle Swarm Optimizationと呼ばれる最適化手法を用いて同定を行った。その結果、得られたパラメータの値によるモデルは実際のメトロノームの振舞いをよく捉えていることが確認できた。この成果は、論文として学術雑誌に掲載される予定である<sup>1)</sup>。

成果資料目録

学術論文

- 1) 泉晋作, 榎原康介, 忻欣, 山崎大河, 村岡慶紀: メトロノームモデルのパラメータ同定, システム制御情報学会論文誌, Vol. 30, No. 5 (2017) 掲載予定

学会発表

- 2) 松岡恭司, 忻欣, 泉晋作, 山崎大河: 吊台上のメトロノームの同期: 吊台の構造と同期モードの関係, 第25回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 東広島, 11月26日, pp. 164-165 (2016)