

機械の運動や振動，騒音など 動的な現象の解析と制御に関する研究

工学部 機械システム工学科 教授 栗田 裕、准教授 大浦 靖典、助教 田中 昂

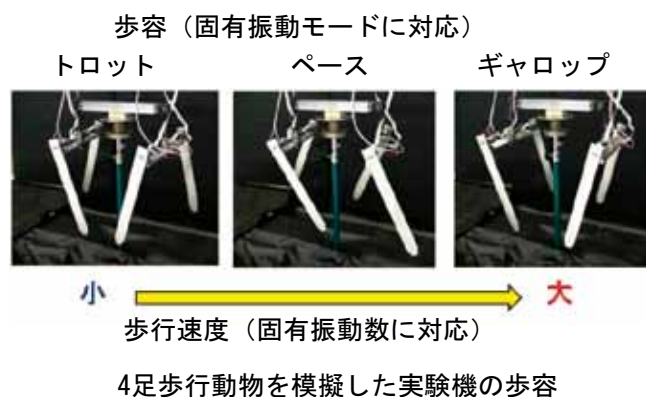
研究分野：機械力学、振動工学

http://www.mech.usp.ac.jp/~hnw/index.html

多自由度振動系の固有振動の励起手法の開発，振動機械の共振点駆動，2足歩行・4足歩行の解析，ディスクブレーキの鳴き，身体動作負担の評価など，主として人体や機械における運動・振動の解析や振動の利用と制御について研究している。

■分散制御による多自由度振動系の共振点駆動

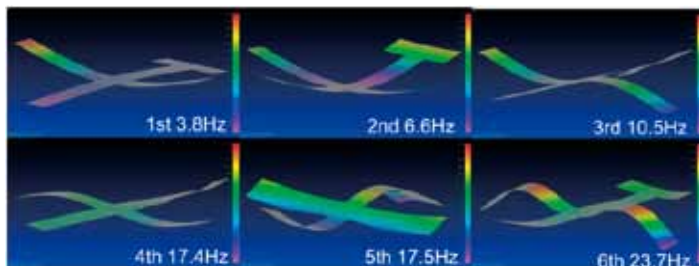
多数の固有振動をもつ多自由度振動系を，分散配置したアクチュエータを用いて，共振点で効率よく加振する方法を開発した。8自由度の台車を用いた実験では，路面の摩擦変動が大きい場合でも，安定して振動モードを形成できた。歩行や遊泳における外部抵抗の変動に対応できる。また，胴体と脚4本，肩と腰に自由度をもつ4足歩行動物を模擬した実験機では，加振周波数に応じて振動モードが切り替わることを確認した。歩行速度（加振周波数）に応じて歩容（振動モード）が自ずと切り替わる制御方式を提案することで，エネルギー効率がよい駆動を実現できる。



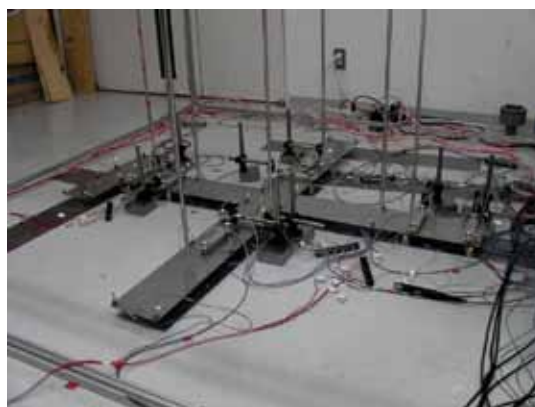
摩擦の大きい路面における8自由度のばね・質点系とみなせる連結台車のモード形成

■強制引込みによる大形構造物の多点加振試験

航空機などの固有振動が励起しにくい大形構造物を対象に，強制引込みを利用した多点加振試験法を開発している。構造物に多数配置した局所フィードバックされたアクチュエータのうちの1つを固有振動で強制加振し，各アクチュエータの振動を同期させる（強制引込み）。各アクチュエータ間の制御力を集中制御する必要を無くすことで，加振点の位置や数を自由にするため，精度よく固有振動が励起できる。



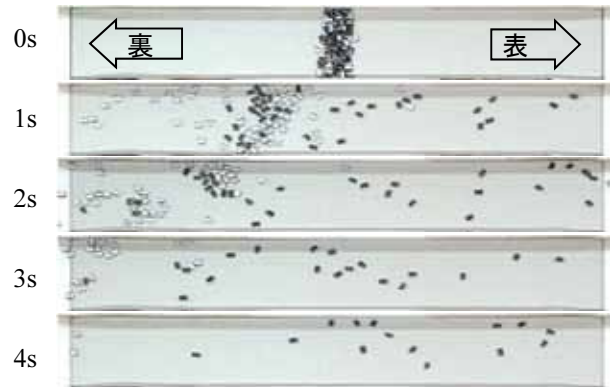
航空機を模擬した構造物の固有振動



航空機を模擬した構造物の多点加振試験

■振動を利用した物体の搬送と分別

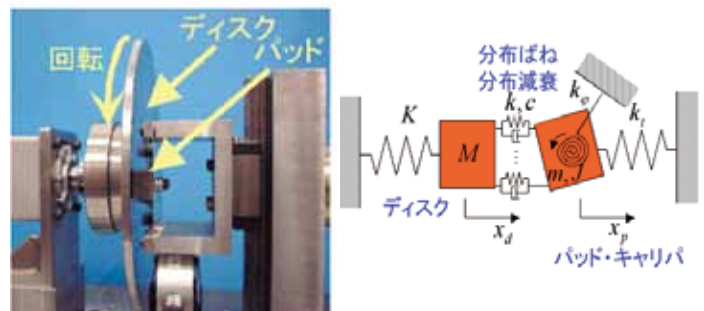
自励振動による共振点追尾や引込み現象を利用した同期制御によって、振動機械の効率の良い駆動を実現した（分散形振動搬送、楕円振動搬送）。さらに、共振周波数付近で振動機械の高速断続駆動を可能にした。お菓子などの袋詰め工程の高速化に役立つ（高速定量供給）。また、楕円振動搬送により摩擦係数や表面形状の異なる物体を左右に分別できるようにした。電子部品の表裏分別に適用できる（分別搬送）。



電子部品の表裏分別

■ディスクブレーキの鳴き発生メカニズムの解明

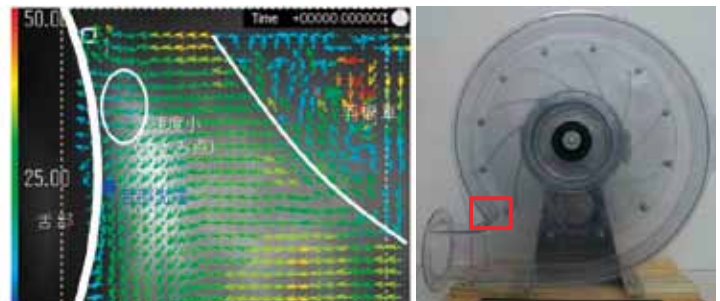
ディスクブレーキを模擬した実験装置を用いて、鳴きの発生メカニズムを明らかにした。実験結果に基づき、ディスクを並進の1自由度、パッドを並進と回転の2自由度をもつ振動系で表し、安定解析を行った。解析の結果、鳴きには、ディスクやパッドの振動特性だけでなく、摩擦接触部に分布するばね特性の押付圧依存性が大きな影響をもつことがわかった。本研究の成果は、鳴きにくい摩擦材の開発やパッドの支持方法、パッド端面の面取りなど鳴き対策の指針となっている。



鳴き試験機と解析モデル

■遠心送風機の内部流れの可視化

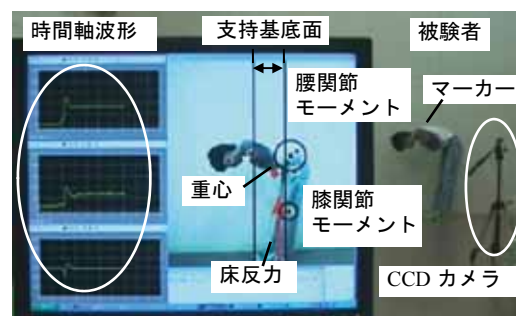
遠心送風機に発生する騒音の原因を究明し、騒音低減技術を確立する。羽根通過周波数騒音を対象に、送風機内部の流れ、速度、速度変動、圧力変動を測定した。また、乱流騒音の発生場所を特定するため、送風機内部の流れを可視化し、流れの急激な変化や渦の発生を確認した。測定結果に基づき、翼や流路の形状を最適化することで、騒音の低減だけでなく、効率の向上が期待できる。



可視化用送風機を用いた粒子画像流速測定法による解析

■CCDカメラを用いたリアルタイム動作解析

動作画像の取得と同時に逆力学解析を行い、関節に働く力やモーメントを算出し、画像に重ねて表示する装置を開発した。日常生活や介護の場面で現れる立ち上がり動作などの良し悪しを、力学的根拠に基づいてその場で判断できる。リハビリテーションや看護教育において、負担の少ない動作を効果的に学習するためのツールになりうる。



動作解析の表示画面

<特許・共同研究等の状況>

特許：特願2008-220737（振動制御），特願2006-073048（搬送装置），特願2005-044540（搬送装置）など
共同研究等：19件（2007年～2012年）