

宇都宮大学大学院工学研究科

システム力学研究室

URL: <http://www.katzlab.jp/>

■研究テーマ

- 競合と協調を表す機械的モデルの構成と運動解析
- ヒトが創発する競合・協調運動の測定と評価

■キーワード

非線形運動、利害構造、ランダム現象、神経制御、心理学的測定法

■産業界の相談に対応できる技術分野

機構解析、振動解析(カオスを含む)、統計解析、官能評価

■主な設備

3次元マルチ運動計測システム、注視点測定システム



吉田勝俊 准教授

連絡先
宇都宮大学大学院工学研究科 吉田勝俊 TEL:028-689-6054 FAX:028-689-6054 e-mail:yoshidak@cc.utsunomiya-u.ac.jp

研究概要

互いに接触しあうバランスが生みだすダイナミクス

ロボットや人間のような、自立的にバランスを保つ主体どうしが、互いに接触したら、どのような運動が引き起こされるのでしょうか？

実は、この種の問題は未だ十分には解明されていません。計算が恐ろしく難しいからなのですが、現象自体はごく身近にあります。例えば、相撲の力士は、互いに接触しながらバランスを保っています。介助・被介助者の関係もこれによく似ています。あるいは現行技術においても、人間と機械が協同する場面が頻繁に起ります。自動車のスロットル制御などが好例でしょう。

互いに接触した状況では、運動の結果は相互依存的になります。ようするに、自分は悪くないのに相手のせいでも転倒するような状況が起ります。このような相互依存的な状況を、古くから研究してきた分野に、生態学があります。そこで当研究室では、図1のように、生物の種間競争のようなダイナミクス(動き方)を、機械装置として実現できないかと考え始めました。

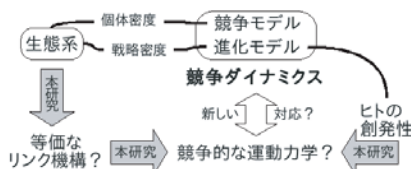


図1 研究のコンセプト
生態系のような競争や協調のダイナミクスを、機械装置として実現する。そこで生じる利害の対立をヒトに解かせる。

そこで試作してみたのが図2の装置です。各振り子は磁気カム機構により上死点と下死点で釣り合います。これらを直動ベアリング上に設置し、振り子の先端をリンク結合しました。このカラクリは、初期角度に応じて、立位一立

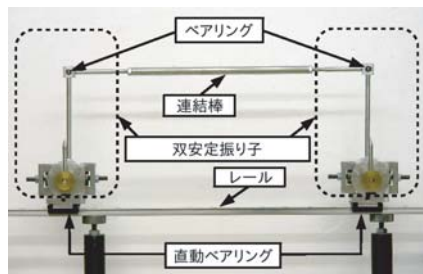


図2 結合双安定リンク機構の試作
上死点と下死点で釣り合う振り子を2台、リニアガイドに搭載し、振り子先端をリンク結合した。

位、立位一転倒、転倒一立位、転倒一転倒の4状態に収束します。こうして、生態系の共存、絶滅、共倒れによく似た状況を、機械的に表現できました。最新の機械力学(特にMultibody Dynamics)を駆使した理論解析にも成功しました。

特徴と強み

わからなければヒトに聞け!

さて、相互依存的な状況で問題となるのが、利害の調停です。なにかと頼りになる機械力学ですが、利害の調停問題には何も答えられません。

そこで、調停問題をヒトに解いてもらうことにしました。図3がその一例です。被験者2名に棒立て遊びをしてもらい、各棒の先端をリンク結合します。その運動を統計解析したところ、意外な結果を得ました。単独時の性能が同等の被験者をリンク結合すると、片方の被験者は性能を向上し、他方は低下させたのです。本実験の被験者達は、そのような方法で、この調停問題を解いたのです。

また別の実験では、自分は立ったまま相手を倒す問題を解いてもらったところ、理論計算では見落とすほど狭い範囲の最適制御条件を、ヒトはいとも簡単に発見しました。



図3 協調バランスの実験
2名の棒立ての各棒の先端をリンク結合する。

今後の展開

機械工学と社会科学の接点を求めて

相互依存的な状況とその調停の問題は、まず生態学の分野で提起され、これを人間社会に応用するなかで社会科学の先端分野が生じました。他方、工学に目を転ずれば、群ロボティクスが同じ問題意識を共有しています。例えば、図3の実験の結果は、協調搬送問題におけるマスター・スレーブ型の解法を、ヒトが創発したものと解釈できます。

当研究室では、こうした従来の力学や制御理論に基づくアプローチを超えて、心理学や社会科学の手法を取り入れた、文理融合型のスタイルを追求していく計画です。その延長線上には、人間と機械が接触し協同する現代社会を俯瞰できるような、新たな見通しが隠されているはずです。

そう思って今年から、相互依存的な状況におかれた被験者の官能を調べ始めました。図4がその一例です。自他それぞれに対する官能量が、固有のクラスタを形成し、それぞれが別の力学量に対応しています。力学と心理学の間をつなぐ興味深い結果だと思いますが、紙面が尽きました。詳しい説明は別の機会に譲ります。

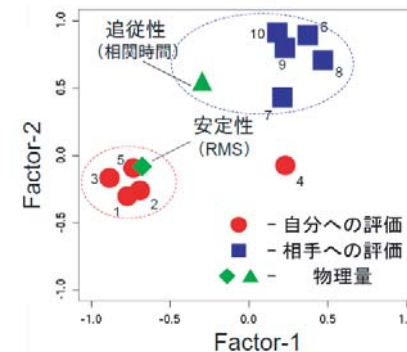


図4 協調バランスに対する因子分析の一例