

# 第116回 大阪大学工業会機械工学系 技術交流会

— リフレッシュセミナー：実環境に開かれた制御工学を目指して —

## 【開催趣旨】

学部で学ぶ制御工学では、制御対象が伝達関数や状態方程式といった「モデル」として与えられたところから出発し、その特性の解析や制御系設計を論じることがほとんどです。しかしながら、いざ実際になにかを制御しようとするとき、この「モデル」の存在はまったく自明ではありません。どのような実験を行うべきか、実験データからいかにモデルを構築するか、構築したモデルの不確かさにどう対処するか、そもそも「どこまでが制御対象のモデルで、どこからを外乱とみなすべきか」…など、避けて通れない多くの問題に直面します。

本講演会では、制御工学におけるモデリングの基本的な考え方を踏まえながら、実環境に開かれた制御システムを実現するための講演者らの取り組みとして、最新のデータ駆動型手法を活用したモデリングや制御系設計、さらにはモデルに依存しない制御のあり方など、講演者らの最近の取り組みをお話します。

## 記

日 時： 2023年11月10日（金） 13:30 ～ 16:50

会 場： 大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻  
M4棟2階201講義室

<http://www2.mech.eng.osaka-u.ac.jp/access/>

----- 《スケジュール》 -----

13:00～

開場・受付

13:30～13:35 開会のご挨拶

13:35～14:25 講演1:

「砂に埋もれたモデルを探して～複雑な因果関係の理解と制御」

講師 大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授 石川 将人 氏

14:25～14:45 休憩

14:45～15:35 講演2:

「モデリングと制御～観測データからのアプローチ」

講師 京都大学 名誉教授/大阪大学 コマツみらい建機協働研究所 特任教授  
杉江 俊治 氏

15:35～15:55 休憩

15:55～16:45 講演3:

「開いた設計と陰陽制御～相手と戦わず調和しよう」

講師 大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授 大須賀 公一 氏

16:45～16:50 閉会のご挨拶

### 講演1の概要：

本講演では、かつて非線形制御理論の数理的研究に没頭していた講演者が、「土砂」と「生き物」という極端に扱い難いシステムの制御問題に直面し、制御工学におけるモデリングのあり方を考え直すきっかけとなった研究事例をいくつか紹介する。具体的には、まず土砂を操るマニピュレータである建設機械に対して、さまざまなデータ駆動型手法をモデリングと制御に適用してきた知見についてご紹介する。つづいて、歩行や蛇行などの動物ロコモーションの解明の問題に焦点を当てる。当研究室の増田容一先生による「コントローラを用いない無脳移動ロボット」の事例を交えながら、数理モデルに基づく演繹的なアプローチと、現象に即した帰納的なアプローチの連携について論じる。

### 講演2の概要：

システム制御の分野では近年、カーネル法やベイズ推定などの機械学習分野の手法をとり入れたアプローチが盛んである。

講演者は確率や統計が苦手なこともあり、線形代数の知識だけでほぼ完結する線形システムのロバスト制御などの研究を長年おこなってきた。しかし、機械学習分野でよく用いられる確率統計の道具は、実際に使ってみると、それなりに使いやすく、ある程度の性能を発揮することに気づかされる。本講演では、入出力の少ない観測データをうまく利用してそれなりの精度のモデリングを行う手法や、限られた回数の実験データに基づいて、対象システムの精緻なモデルを必要とすることなく制御器のパラメータを調整する方法などを紹介する。

### 講演3の概要

私たちを取り巻く現実世界は、本質的に未知で時間とともに変動する「無限定環境」である。そんな中で巧みに動く人工物（身体）を設計しようとする、ハタと困ってしまう。なぜなら設計において要になる身体と環境との相互作用に関する境界条件が開いておらず定まらないからである。ここでは、このような場面で行う設計を、境界条件が開いているので、「開いた設計」と呼んでおこう。しかし、このような場合でもなんとか環境のモデルを求めようとするのが人情である。それでも完全なモデルは求まらないので、よくわからない部分をモデル化誤差や外乱として取り扱い、そんな不確実性に負けなくらい頑健な身体や制御方策を設計することを試みる。環境と戦おうとするのである。ところが何事にも「作用反作用の法則」が存在しており、相手と戦おうとすると必ずシッペ返しを喰らうことになり、このような方法は得策とは言えない。人工物とはいえ、すべては自然界の中の一員なので、大局的には自然の摂理に戦いを挑むべきではないだろう。そこで、身体と環境との相互作用を敵ではなく味方につける考え方が生まれることになる（実は生物は昔からそのような戦略をとっている）。我々はその考え方を「陰的制御論」と呼んで「開いた設計論」を構築する際の突破口にしようと考えている。そこで本講では、「開いた設計と陰的制御」について考察する。

以上