

# 第113回 大阪大学工業会機械工学系 技術交流会

— 力学・制御・応用から見る宇宙機工学最前線 —

## 【趣旨】

人工衛星を含む宇宙機は、測位、気象、通信、放送など地上で生活をする私たちにとって欠かせない役割を担っています。今回は、普段はなかなか見えない宇宙機に焦点を当て、宇宙機の運動の基礎方程式を記述する「力学」、その運動を自在に操るための「制御」、そして全体のシステム開発およびプロジェクト運用といった「応用」に関する専門家をお招きして、基礎事項から最新の成果についてご紹介頂きます。ご聴講の皆様にもぜひ積極的にディスカッションに加わっていただき、それぞれのお立場でのご経験やお考えなどを交換していただければ幸いです。

## 記

日時: 2023年3月24日(金) 13:00 ~ 17:15  
会場: 大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻  
Zoomによるオンライン開催

## 《スケジュール》

- 12:40~ 開場・受付
- 13:00~13:05 開会のご挨拶  
大阪大学工業会機械工学系技術交流会 会長 赤松 史光 氏
- 13:05~14:00 講演1: 「力学系の特性を利用した宇宙機間相対軌道運動の制御」  
大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻 佐藤 訓志 氏
- 14:00~15:00 講演2: 「宇宙業界でのモデルベース開発手法の研究」  
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 研究開発部門第三研究ユニット 水野 光 氏
- 15:00~15:10 休憩
- 15:10~16:10 講演3: 「アクチュエータ特性を考慮した宇宙機の高速度・大角度姿勢制御」  
湘南工科大学大学院 工学研究科 機械工学専攻  
池田 裕一 氏
- 16:10~17:10 講演4: 「超小型衛星プロジェクトの最新動向」  
東京大学大学院 工学系研究科 航空宇宙工学専攻  
五十里 哲 氏
- 17:10~17:15 閉会のご挨拶, 次回技術交流会のご案内

## -----《講演概要》-----

講演1の概要: 「力学系の特性を利用した宇宙機間相対軌道運動の制御」

本講演では、ランデブ・ドッキングやフォーメーションフライトといった応用を動機として、中心天体のまわりを運動する複数宇宙機間の相対軌道運動に着目する。はじめに、相対軌道運動の基礎方程式を紹介し、いくつかの基本的な性質を確認する。その後、講演者らが開発してきた相対軌道運動の非線形性と力学的構造を陽に考慮した、目標軌道追従制御法の概要について説明し、次世代宇宙干渉計の実現を目指して現在取り組んでいる宇宙機フォーメーションフライトへの応用についても簡単に紹介する。

講演2の概要: 「宇宙業界でのモデルベース開発手法の研究」

モデルベース開発手法は開発早期の電気/機械/制御/熱などの複数ドメインにまたがる性能の成立性検討や、開発中期～後期の制御ソフトウェア適合の効率化や手戻り削減に有効な開発手法であり、宇宙機開発においてもモデルベース開発手法についての研究が盛んに行われている。本講演では JAXA 内での設計開発の効率化を目的としたモデルベース技術の活用として、開発早期のシステムエンジニアリングを実施する Web ベースのプラットフォームである Concurrent Design Platform と、開発中期の机上適合を目的とした HTV-X 向け自動ドッキングシミュレータの 2 つの事例を紹介する。

講演3の概要: 「アクチュエータ特性を考慮した宇宙機の高速度・大角度姿勢制御」

近年、大角度姿勢変更を可能な限り短時間で行いペイロードを多数の目標方向に繰り返し指向させるなど、敏捷な宇宙機の研究・開発が欧米を中心として活発に行われている。このような姿勢変更を実現するには、十分に応答が速く大きいトルクを発生できるアクチュエータが必要であり、候補としてコントロールモーメントジャイロ(CMG)とリアクションコントロールシステム(RCS)がある。しかし、CMG はある軸方向へのトルクが出力できない特異点が存在する、RCS はオンオフトルクしか発生できない、など固有の特性を有しているため、これらの特性を考慮した制御系設計が必須となる。本講演では、前半で「宇宙機の姿勢(回転)運動と制御の基礎」と「CMG と RCS の特性」について説明し、後半で「CMG と RCS の特性を考慮した制御手法」について講演者の研究成果も交えて紹介する。

講演4の概要: 「超小型衛星プロジェクトの最新動向」

近年、超小型衛星開発技術は大きく発達し、多くの技術実証衛星が開発され打ち上げられている。重さ 10kg 程度で、火星探査衛星の通信支援を行った MarCO、系外惑星探査の可能性を示した ASTERIA などの実用的なミッションも登場している。特に姿勢制御技術の精度向上は目覚ましく、実現可能なミッションの幅が広がっている。日本でも、東京大学が開発した月探査機 EQUULEUS が 2022 年に打ち上げられ、月-地球ラグランジュ点に向かうための軌道制御や月裏面の撮影に成功した。本講演では、世界の超小型衛星の動向と、東京大学における超小型衛星開発に関して紹介する。特に、姿勢制御技術や数値シミュレーション技術について超小型衛星開発の現場でどのように活用されているかを紹介する。

以上