

# 宇宙ロボット研究室

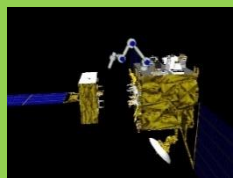
工学部 航空知能・航空工学科 宇宙システム講座 宇宙探査工学分野

教授 吉田和哉 准教授 栗原聡文 特任准教授 坂本祐二 助教 永岡健司

本研究室では、軌道上で作業を行う軌道上サービスロボットや、月や火星などを探査する惑星探査ローバーの力学と制御について研究しています。また、JAXAが主導する宇宙開発ミッションに深くかかわる一方で、民間主導の月面探査ローバーの開発や、大学発の小型人工衛星の開発にも取り組んでいます。

## 軌道上サービスロボットの研究

地球周回軌道上で作業を行う、ロボットアームを有する宇宙ロボットの力学と制御について研究しています。1999年のETS-VIIに始まり、ISS補給機HTVの捕獲やREX-Jに至るまで、JAXAとの共同研究でも、多くの軌道上実証実験に携わっています。また、微小重力環境で動作するロボティクスとして、小惑星探査機「はやぶさ」のタッチダウン・ダイナミクス解析や、その後継機「はやぶさ2」搭載のMINERVA-II2の開発も行ってきました。



技術実証衛星ETS-VII  
による軌道上実験



小惑星探査機「はやぶさ」の  
タッチダウン・ダイナミクス



宇宙コンピュータSSRMSによる  
HTV捕獲の動力学シミュレータ



「はやぶさ2」搭載の小惑星探査  
ロボットMINERVA-II2

## 月・惑星探査ローバーの研究開発

月・惑星上において、自律性の高い遠隔操作型ローバーによるロボット探査の実現を目指して、軟弱土壌や不整地での走行力学の解明と運動制御への応用、および遠隔操作するための環境認識について研究しています。また、これら要素技術の研究開発を進めるとともに、これまで培った知識と経験をもとに、現在は民間による日本初の月面探査ローバーの開発を進めており、2017年後半の打上げを目指しています。



走行力学解析用  
単輪試験装置



惑星探査ローバーのテストベッド  
El-Dorado-II



月探査ローバーのエンジニアリン  
グ・モデルによるフィールド試験



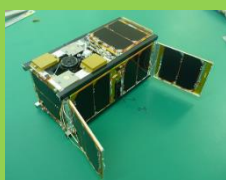
民間初の月面探査ローバー  
プリ・フライト・モデル  
©HAKUTO

## 小型人工衛星の開発

既に宇宙へ打ち上げられた5機を含む、合計9機の超小型人工衛星を現在開発・運用しています。特に、2014年に打ち上げた超小型衛星RISING-2衛星では、高解像度多波長望遠鏡を搭載し、同クラス最高の高解像度地表撮影に成功しています。また、大学構内に保有する、2.4m口径パラボラアンテナを使用した衛星通信用の地上局にて、日夜、軌道上を周回している衛星の運用も行っています。



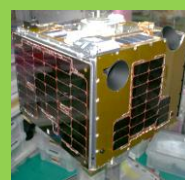
50kg級超小型地球観測衛星  
“RISING-2” (運用中)



ISS放出衛星  
“RAIKO” (運用終了)



データ通信用の衛星追跡  
アンテナ設備 (地上局用)



最新の50kg級衛星  
国際理学観測衛星“RISESAT”

# The Space Robotics Laboratory

Department of Aerospace Engineering, School of Engineering  
Prof. Kazuya YOSHIDA, Associate Prof. Toshinori KUWAHARA,  
Associate Prof. Yuji SAKAMOTO, Assistant Prof. Kenji NAGAOKA

This laboratory's primary research topics are dynamics and control for on-orbit servicing robots and lunar/planetary exploration rovers. We are also developing privately-funded lunar rovers for a real mission and university-designed micro-satellites.

## On-Orbit Servicing Robotics

We address dynamics and control of a space robot with manipulators. From the ETS-VII project in 1999, to the current HTV capture missions, we have engaged in various JAXA missions. For robotics in micro-gravity, we predicted the touch-down dynamics of "Hayabusa" and developed the exploration robot MINERVA-II2 for "Hayabusa2" mission.



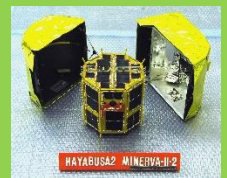
Flight Experiment of  
"ETS-VII" project



Touch-Down Dynamics  
for "Hayabusa" S/C



Dynamic Simulator for HTV  
Capture by Space Manipulator



MINERVA-II2 for  
"Hayabusa2" S/C

## Lunar/Planetary Exploration Robotics

To support tele-operation of lunar and planetary rovers, we focus on locomotion mechanics and motion control, and sensing and understanding of environments for, especially those with soft-soil and rough terrain. Furthermore, we are supporting the development of rovers for Japan's first privately-funded lunar mission.



Single Wheel Test  
Apparatus



Space Exploration Rover  
Test Bed "El-Dorado-II"



Field Experiment of  
Lunar Rover Model



Pre-Flight Model of  
HAKUTO's Lunar Rovers

## Micro-Satellite Engineering

To date, we have launched five micro-satellites and are developing four more. Our micro-satellite RISING-2 proved successful in best-in-class high-resolution spectral photography of the earth's surface. On campus, via our 2.4 meter parabolic antenna, every day we receive data from and send commands to on-orbit satellites



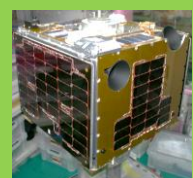
50kg-Class Micro-Satellite  
"RISING-2"



CubeSat released  
from ISS "RAIKO"



Parabolic Antenna  
of Ground Station



Latest 50kg-Class  
Micro-Satellite "RISESAT"