

## MM-2 破壊制御学研究分野

### 1. 研究分野の概要

【破壊グループ】本グループでは固体材料の破壊や変形を決定づけるマイクロあるいはナノレベルでのメカニズムの解明に取り組んでいる。この微視メカニズムを基に、LSI等の電子デバイスやマイクロマシン部品のような微小機械要素の特性はもちろんのこと、航空宇宙機器や本州四国連絡橋のような長大構造物の挙動までも予測することを目的としており、マイクロあるいはナノテクノロジー技術を用いた微視観察、実験的アプローチ、および理論解析など多方面からの研究を行っている。

【宇宙グループ】宇宙への進出は人類の長年の夢であり、また同時に宇宙資源を用いて地球規模の環境問題等を解決するための第一歩でもあります。それを現実のものにする手段が宇宙工学です。特に宇宙環境工学は宇宙システムの長期信頼性を確保するためにきわめて重要です。本グループは、既に宇宙における中性ガス環境のシミュレーション技術では日本で最も高い技術を有しており、この技術を背景に宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙材料・電源・熱制御・輸送系・構造・機構・プロジェクト等の各グループや、関連する国内外の大学・研究所・宇宙機関等と緊密な連携を取りながら、宇宙開発への貢献を行っています。

### 2. 構成員（2023年2月15日現在）

教職員： 田中 拓 准教授(破壊グループ担当)、田川 雅人 准教授(宇宙グループ担当)、  
横田 久美子 助手(宇宙グループ担当)

学 生： 大学院博士課程後期課程 0名、博士前期課程 8名、学部生 6名

### 3. 主な研究課題

【破壊グループ】(田中)

#### (1) マイクロマテリアルの機械的特性評価

マイクロマシンや MEMS と呼ばれる超小型機械はこれからの産業基盤技術として、活発な研究開発が行われている。これらの超小型機械の実用化には、構成するマイクロマテリアルの性質を知ることが必要不可欠である。本研究グループでは、マイクロマシン部品に使われる金属極細線の疲労破壊特性や、カーボンナノチューブ (CNT) ・ ナノファイバー (CNF) を強化材とする複合材料の微小試験片 (図 1) の破壊特性に対し、独自に開発した微小材料試験機を用いて解明に取り組んでいる。

#### (2) 形状記憶合金細線の水素環境下における寿命評価

マイクロマシン・MEMS 用のアクチュエータとして、医療・電気機器などの多くの分野で活用が進められつつある形状記憶合金の細線 (図 2) に対して、実用上重要な水素環境下において様々な負荷を受けた場合の強度、寿命および劣化挙動の評価とその微視メカニズムの解明を進めている (図 3)。

## 【宇宙グループ】(田川、横田)

### (1) 宇宙環境地上試験の高度化・広域化

宇宙環境要因は多岐に及び、軌道によっても大きく異なります。このように多様な宇宙環境を地上で完全に再現することは不可能です。そのため、事前の地上シミュレーション試験と宇宙実験の結果が異なることがしばしば起こります。本研究グループでは宇宙環境のうち、特に地上試験が困難な原子状酸素環境について、その材料劣化メカニズムの理解と地上シミュレーション手法の高度化を目指した開発を JAXA との共同研究等により行っています。

### (2) 超低高度宇宙環境

空と宇宙の中間領域である「宇宙の渚」はこれまでアクセスする手段がなく、地表からの距離は近いにも関わらず理解の進んでいない領域です。日本はこの超低高度領域開拓を目指し 2017 年 12 月 23 日、種子島から H-IIA 37 号機で超低高度衛星技術試験機「つばめ (SLATS)」を打ち上げました (図 4)。本研究グループでは「SLATS」に搭載された AMO ミッションのデータ解析や地上試験技術の開発、超熱希薄分子流の散乱計測等を JAXA と共同で行っています。

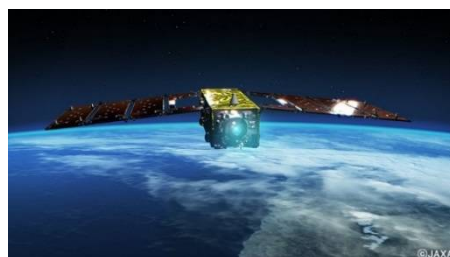


図 4 超低高度衛星技術試験機 SLATS

### (3) 次世代イオンエンジンの開発研究

イオンエンジンは電気推進の 1 つで、日本では「はやぶさ」で一躍有名になりました。本研究グループでは JAXA 「はやぶさ/はやぶさ 2」開発チームと共同で燃料不要の次世代イオンエンジン (大気吸入型イオンエンジン) の開発を目指した研究等を行っています。2019 年度には前期課程の学生 1 名が「はやぶさ 2」運用チームの一員として、相模原でオペレーションと運用解析にも携わりました。

### (4) 地球高層大気密度計測

超低軌道開発や大気吸入型イオンエンジンでは高層大気密度が極めて重要です。中性高層大気密度はリモートセンシングが困難なので計測器を衛星やロケットに搭載して「その場観測」することが要求されます。本研究グループでは 2022 年に観測ロケット S-520-32 号機 (図 5) に独自のプローブを搭載して JAXA と共同で日本初の観測を行いました。

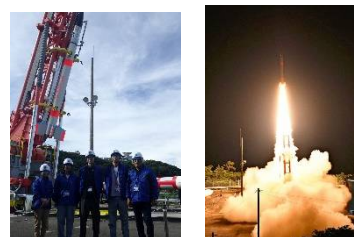


図 5 観測ロケット S-520-32 号機

### (5) スペースデブリ除去用 EDT システムの開発支援

スペースデブリを除去するためのエレクトロダイナミックテザー (EDT) 開発の一環として、JAXA と共同で宇宙用電子放出源の耐環境性、テザー材料の選定についての研究を行っています。

### (6) 衛星開発サポート

衛星開発企業等は衛星コンポーネント・材料の耐宇宙環境性能を評価する必要がありますが、原子状酸素照射試験ができる機関は世界でも数ヶ所に限られています。本研究グループでは世界で最も高精度の原子状酸素照射装置を有していることから、これらの企業・宇宙機関等からの依頼で衛星開発のサポートを行っています (図 6)。

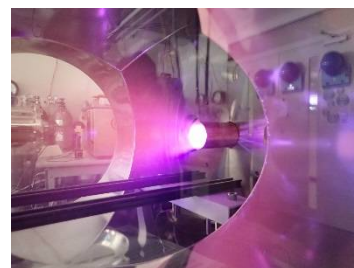


図 6 原子状酸素照射試験

本研究グループはこれまでも以下をはじめとする多くのミッションに参画しています。太陽観測衛星「ひので」、高層大気観測ミッション「CASSIOPE」、宇宙ステーション利用材料曝露実験「MISSE-6, SM-SEED, JEM-SEED, ExHAM, MDM2」、小惑星探査機「はやぶさ 2」、超低高度衛星技術試験機「SLATS」、KITE、JEM-EUSO、HTV-X、ETS-VIII、S-520-32、S-310-46 等

その他：国内・国外を問わず企業等からの原子状酸素照射依頼は有償でお受けしています (要調整)。現在、宇宙グループでは原則として大学院博士後期課程の学生受入は行っていません。

<http://www.space-environmental-effect.jp/index.html>