

### i. 宇宙構造・材料工学研究系

#### II -2-i-1

##### 宇宙構造物の構造と制御に関する統括的研究

教授	名取通弘	助教授	樋口 健	助手	奥泉信克
東工大・総合理工	古谷 寛			外国人特別研究員	ルカ・タバッキ

宇宙構造物の構造と制御について、宇宙構造物システムという観点から総合的な研究を行っている。適応構造物のような構造概念の研究から、個々の構造要素研究までを含めて、従来より提案されている宇宙システムの分類や、それらの特徴的性質の把握を試みている。それらの成果はスペースVLBI用展開アンテナや、SFUによる構造実験(2D実験)、科学観測のための伸展マストなどの開発に生かされつつあり、さらにSPSなどの大型宇宙構造物建造への応用などが試みられている。

#### II -2-i-2

##### 柔軟展開構造物の展開挙動と形状解析に関する研究

教授	名取通弘	助教授	樋口 健	助手	奥泉信克
大学院学生	田中宏明	大学院学生	岩佐貴史	大学院学生	小嶋 淳
				大学院学生	木村 寿

軌道上で柔軟展開構造物を収納する際には、展開以上に柔軟性の影響が出てくるため、例えばSFUフレキシブル太陽電池パドル膜面の逆折れ現象のように、地上では予測困難な現象があることがわかった。無重力落下塔を使ってこの逆折れ現象を再現させることができ、現象のメカニズムを把握するとともに、不具合回避の方策も解析的に示すものである。また、SFU本体システムの折り畳み式フレキシブル太陽電池アレイあるいはSFU2D/HV実験の2次元展開太陽電池アレイのような展開型アレイ構造、「MUSES-B」のメッシュ展開アンテナ構造、VSOP-2のモジュール型展開アンテナ構造、スピン型ソーラーセイル、「INDEX」の太陽光リフレクタなどの膜面構造物などの宇宙構造システムについて、それらの概念や機構運動、構造精度、ダイナミクスなどを研究している。また、膜面のしわ解析手法を多角的に研究している。

#### II -2-i-3

##### スピン展開型大型構造物の構造精度と動特性に関する研究

教授	名取通弘	助教授	樋口 健	助手	奥泉信克
				宇宙航空プロジェクト研究員	中篠恭一

遠心力を利用して柔軟大型アンテナを展開し構造精度を得る構造システムの概念検討を行い、落下式無重力施設によるモデル実験を経て、構造精度と展開挙動のシミュレーションおよびしわ展開の過程における有効な有限要素法解析手法の研究を行っている。

#### II -2-i-4

##### 大型宇宙構造物の建造に関する研究

教授	名取通弘	助教授	樋口 健	助手	奥泉信克
大学院学生	秋田 剛	大学院学生	請川克之	大学院学生	市村周一
				大学院学生	森田博和

テザーあるいは適応構造要素による、大型アンテナや太陽発電衛星などの大型宇宙構造物と月・惑星上構造物の概念および建造方法の研究をしている。建造途中における柔軟構造物のダイナミクスとその制御や、連続材を使用したヘリカルラティス構造による超大型宇宙システムの建造概念、重力傾斜トルクを考慮した柔軟構造物の展開挙動解析、形状記憶合金をスマートアクチュエータに利用した宇宙構造物の自動建造可能性、インフレータブル構造物の形状精度、膜面やワイヤの力学、張力安定トラスの宇宙構造物への利用、それらへの自律分散制御の試みなど

も取り扱っている。

### II -2-i-5

#### 形状記憶合金と熱可塑複合材による展開構造物の研究

教授 名取通弘                      助手 奥泉信克                      助教授 樋口 健

将来の宇宙開発に必要な新しい展開構造物を目指して、形状逆記憶合金と熱可塑複合材とを組み合わせた展開構造物について研究している。形状記憶合金を加熱してその形状記憶効果を利用して構造物を展開し、同時にその熱で熱可塑複合材料を展開状態に保ったまま冷却硬化させて形状や剛性を確保し、それを宇宙構造物の基本部材として使用しようとするものである。今年度は、柔軟大型太陽電池パドルへの応用について検討した。

### II -2-i-6

#### 自然界の構造や人工物の形態に関する研究

教授 名取通弘                      助教授 樋口 健                      大学院学生 岸本直子

成長過程を含む自然界の構造形態はさまざまな広域的最適化の結果であると思われる。人工物の形態も同様にあらゆる種のお最適化により導かれる。形態と最適化要求の関係を明らかにするため、宇宙構造物の形態の特徴を整理するとともに、花の形態変化や繭の形成、コウモリ翼の膜構造特性などに関する研究を行った。また、フラクタルの自己相似性を利用した形状制御や宇宙構造物構築方法についても研究している。

### II -2-i-7

#### 月面構造物構築に対するレゴリス地盤の工学的性質とねじり振動杭打ち工法に関する研究

助教授 樋口 健                      教授 名取通弘

月面構造物構築のためには構造物の基礎としてのレゴリスの性質を知る必要があり、工学的見地から地盤性状を研究している。また、月面構造物構築の最初に必要とされる杭打ち作業のために、振動輸送の原理を利用した杭埋設方法を提案し、実験により有用性を確かめている。

### II -2-i-8

#### 再使用型ロケットの複合材極低温タンクの開発

助教授 樋口 健                      助教授 佐藤英一                      助手 竹内伸介  
教授 小野田淳次郎                      助手 成尾芳博                      教授 稲谷芳文

完全再使用型観測ロケットや低コスト衛星打ち上げロケットのような将来の宇宙輸送システムに要望されている軽量大型極低温タンクを炭素繊維強化プラスチック（CFRP）複合材料で製作するための研究を行っている。タンクの耐圧試験、および、液体窒素・液体ヘリウム・液体水素の充填を通じて、極低温での強度、水素透過性、再使用可能性、再使用型ロケットへの搭載性、大型化可能性、ロケット構造体との適合性と搭載方法、およびそれらの試験方法を検討している。今年度は金属製ライナー複合材容器の開発・実験を行い、最終的に実験機に搭載して飛行実験に供した。その後更に軽量な容器の開発を目指し、樹脂フィルム製ライナー複合材容器の製造法を検討し、開発及び実験を進めている。

### II -2-i-9

#### 「INDEX」構体開発に関する研究

助手 奥泉信克                      助手 竹内伸介                      助教授 樋口 健  
教授 齋藤宏文                      技術職員 池永敏憲  
ともや行政書士事務所 友谷 茂

ピギーバック衛星である「INDEX 1号機」構体開発において、構体の構造様式と特性、反射膜を持つ太陽電池パドルの構造様式と特性、機械環境予測、試験方法などを研究している。

## II-2-i-10

## ガタのあるトラス構造物の振動特性に関する研究

助手 奥泉信克 教授 名取通弘

「ASTRO-F」のようにトラス構造によってミッション部がバス部に結合される構造の場合、トラス構造に含まれる微小なガタにより、剛性が非線形となり共振振動数が顕著な振幅依存性を示す可能性がある。「ASTRO-F」クライオスタットを簡略化したトラス構造物の力学モデルを考え、ランダム振動と正弦波振動の数値シミュレーションを行い、ガタの大きさやトラス形状と非線形振動特性との関係を検討している。

## II-2-i-11

## 地球外物質の将来宇宙システムへの応用に関する研究

宇宙航空プロジェクト研究員 アニリール・セルカン

様々な資源を含む近地球の地球外物質を、将来の大型宇宙システムの構築に利用するための方法について研究している。宇宙技術について文献調査を行い、近い将来に実現可能な近地球物質の探査計画を立案する。今年度は、太陽発電衛星システムの構築への近地球物質の利用を考え、必要な大型宇宙システムの基本的な設計ガイドラインと構造特性を検討し、最も効率的な構造形式について詳細に検討した。

## II-2-i-12

## 科学衛星打上げ用ロケットの構造と機能

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 技術職員 富沢利夫  
技術職員 下瀬 滋 技術職員 池田光之 技術職員 内田右武

衛星打上げ用ロケット、観測ロケットなどの構造要素として、モータケース、各段間接手、ノーズフェアリング、尾翼、尾翼筒などについて、研究開発を行っている。ロケットの性能・信頼性向上を目的とし、設計計算手法の提案・改善、新規機構・構造の開発、製造法の改良等を行っている。

M-V型ロケットについては、今年度はSolar-B用の衛星接手の設計検討、及びNF分離機構の改善を行った。

## II-2-i-13

## 科学衛星の構造・機構

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 助教授 樋口 健  
助手 奥泉信克 助手 竹内伸介

科学衛星の構造および太陽電池パドル等の展開機構の開発研究、解析手法の提案・改善を行っている。

SOLAR-Bについては、微小擾乱解析及び熱変形解析を実施した。MMOについては、HGA構体の検討及び低擾乱分離機構の検討を行った。Astro-Fについては主鏡パッドの接着部解析を行った。INDEXについてはランダム応答解析を行い、通常のスUSファスナでは締結力が不足する部位については $\beta$ チタン製のファスナと交換した。

## II-2-i-14

## 飛翔体の機体計測に関する研究

助教授 峯杉賢治 助教授 石井信明 技術職員 富澤利夫  
技術職員 長谷川克也

飛翔体開発計画の一環として、その飛翔時の機体各部の状態および挙動を計測するためのシステムの開発、取得データの解析および処理方式の研究を行っている。

今年度は、M-V-6号機に向けてモータ燃焼末期付近での内圧を高精度で計測するためのデジタル計測装置の開発を行った。

## II -2-i-15

## 飛翔体の構造動力学

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 技術職員 下瀬 滋  
都立科学技術大学 渡辺直行

科学衛星打ち上げ用ロケットについて機体の動特性の評価を行い、制御系の設計等に資するとともに、ランチングオフ、風および制御等に伴う機体の運動と荷重について研究を行っている。

今年度は、M-V-5号機の飛翔データを反映し、M-V型ロケット数学モデルの妥当性検討を行った。

## II -2-i-16

## 環境試験方式の開発研究

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 技術職員 富澤利夫  
技術職員 下瀬 滋 技術職員 伊藤文成 受託研究員 片岡修一

搭載機器の計装と関連して振動・衝撃・スピン・動釣合等の機械環境試験法に関する研究および試験条件の策定について研究を行っている。特に動電型振動試験装置による振動・衝撃試験において、小型計算機を用いた制御およびデータ取得の方式について研究を行っている。

今年度は、観測ロケットS-310-33号機、INDEX PFM、M-V-6号機のB3PL等の試験を行った。

## II -2-i-17

## 柔軟構造物の振動制御の研究

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 技術職員 富沢利夫  
技術職員 下瀬 滋 都立科学技術大学 渡辺直行 大学院学生 榎原幹十郎  
大学院学生 土橋将弘

構造物の剛性やダンパの減衰力を制御することにより、構造物の振動を減衰させるという新しい準能動的振動制御法、クーロン摩擦や粘着層による減衰効果を利用する受動的制振法、そして能動的制振について、トラス構造等を中心として理論的および実験的研究を行っている。

今年度は、ピエゾトランスデューサーを利用して振動エネルギーを電気エネルギーに変換して蓄積し、再度利用することで効率的な制振を行うエネルギー回生制振の研究を行った。また、粘着層を持つポリイミド膜による受動的制振効果のメカニズムについて、改善された数学モデルに基づく数値計算を行った。

## II -2-i-18

## ソーラーセイルの研究

教授 小野田淳次郎 助教授 峯杉賢治 助手 竹内伸介  
大学院学生 青木陽子

将来の惑星間探査機の推進器として期待されているソーラーセイルの研究及び実現に向けた様々な検討を行っている。

本年度はスピンテーブルによる展開試験、真空槽での落下試験を行い、セイルの設計の妥当性、展開ダイナミクスの確認等を行った。また膜面に生じる折り目の研究を継続し、折り目が推進効率に与える影響の検討を行った。さらに次年度に打ち上げ予定のS-310-34号機に向けてセイルや収納機構の設計検討、製作を行っている。

## II -2-i-19

## 柔軟付属物を持つ衛星の制御モデルに関する研究

教授 小松敬治

内部に動揺する液体や太陽電池パドル・放熱板などの柔軟構造物を持つ衛星の姿勢制御用モデルの高精度化が必要とされている。自由度をできるだけ少なくし、かつパドルなどの回転による形態変更や、液体燃料消費による重

心移動に簡単に対応できるモデルの作成法とそのインターフェース標準化に関する研究を進めている。

### II -2-i-20

#### 皮膜材料の耐久性向上に関する研究

教授 小松敬治

耐圧性が必要な宇宙構造物に適用できる軽量皮膜材料の開発を行っている。膜はフィルムではなく繊維補強積層皮膜で、紫外線や可視光による劣化を防ぐための保護層や膜の接合法、クリープ強度に関して実験的な検討を進めている。

### II -2-i-21

#### ATREX用C/C複合材料製タービンディスクの開発

教授 八田博志

助手 後藤 健

教授 棚次巨弘

助教授 佐藤哲也

ATREXエンジン用の炭素/炭素 (C/C) 複合材料製タービンディスクの開発をIHIと共同で行っている。

同部材には、1500℃以上の超高温と高速回転による高応力が負荷されるため、高耐熱性・軽量・高強度を特徴とするC/C複合材料の適用が有力視されている。本研究では3次元C/C複合材料製リングを実際に試作して回転試験を実施した。破壊基準及び試験片表面での遠心力による微小破壊から引き起こされる飛散挙動について検討した。

### II -2-i-22

#### 炭素/炭素 (C/C) 複合材料の力学特性に関する研究

教授 八田博志

助手 後藤 健

ATREXやロケットエンジン等、高温構造材料としてC/C複合材料の適用が期待されている。本研究では、積層型C/C複合材料を対象に、構造設計を行う際に必要になる強度基準を明らかにすることを目的として、各種荷重条件下での力学的挙動について検討している。3000℃までの高温におけるC/C複合材料の力学特性の取得を実施している。また、複雑な応力が負荷される構造では三次元的に強化したC/C複合材料の適用が必要になることから、三次元強化C/C複合材料の引張、圧縮、曲げ、せん断試験も実施した。

### II -2-i-23

#### 耐酸化性付与のための炭素/炭素 (C/C) 複合材料の改質に関する研究

教授 八田博志

助手 後藤 健

C/C複合材料は耐熱性が高いことが最大の特徴であるが、一方酸素が存在する高温環境下では、容易に酸化されCOとなって揮散するという大きな弱点を持っている。

本研究では、高温酸化雰囲気中でも使用可能なようにC/C複合材料を改質することを目的としており、このために以下の二種類の方法を検討し、耐酸化性付与C/C複合材料の耐酸化性の評価実験をもとにそれらの耐酸化性付与技術の有効温度域を明らかにした。

- (1) C/C複合材料の耐酸化性のセラミックス (SiC) をコーティングする方法。
- (2) C/C複合材料のマトリックス炭素中に添加剤を混入し、この添加剤の酸化反応による生成物 (高温酸化雰囲気中で生成される) によってC/C複合材料上に保護 (自己修復性) 被膜を生成する方法。

### II -2-i-24

#### C/C複合材料製ノズル及び熱交換器の開発

教授 八田博志

助手 後藤 健

C/C複合材料を用いた超高温熱交換器の試作を実施している。3次元C/C複合材料を用いてノズル及び熱交換器の各部部品を試作し、組み合わせることにより複雑な熱交換流路を内包する熱交換器を作製した。複雑な流路及び

形状を3次元C/C複合材料を用いて成形する技術の検討をおこなった。また、接合技術として、炭素及びSiCを用いてC/C複合材料を接着する手法に関する検討を実施している。さらに、多孔質なC/C複合材料からのガス漏洩に関する定量的な検討を実施した。同時にガス漏洩を低減する手法として、金属SiをC/C複合材料の内部に含浸する手法及びSiCをコーティングする手法について実験的な検討を行った。

## II -2-i-25

## 非対称芳香族酸無水物を用いたポリイミドの分子運動性の研究

助教授 横田力男 東邦大・理 長谷川匡俊 静岡理科大学 古知政勝  
中国吉林大学（共同研究性） 陳 春海

非対称ポリイミドのジアミンと非対称性分子構造を系統的にかえ分子構造と分子運動性、無定形性の関係調べ、対称性構造に比べて高耐熱、高溶解流動性をもたらす要因について明らかにしつつある。これらの結果は、新規耐熱性ポリイミドの開発に反映させている。

## II -2-i-26

## 非対称芳香族酸無水物をもちいた新規熱付加型ポリイミドの開発

助教授 横田力男 産学連携招聘研究員 佐々木 健  
中国吉林大学（外国人客員研究員） 周 宏偉 中国吉林大学（共同研究性） 陳 春海

使用限界温度300℃の複合材料用の母材樹脂を開発する一貫として高溶解性イミドオリゴマー開発のために、種々の非対称酸無水物モノマーを用い種々のジアミンモノマーとの共重合体および付加型樹脂を試作し複合材料化を進めている。

## II -2-i-27

## NEDO採択 新ポリイミド複合材料開発と航空エンジンナセル等への適用基盤研究（第二年度）—付加型ポリイミド複合材料の成形技術の開発—

助教授 横田力男 産学連携招聘研究員 佐々木 健  
中国吉林大学（共同研究性） 陳 春海 総研本部主任研究員 小笠原俊夫  
総研本部主任研究員 石田雄一 宇部興産 小澤秀生 宇部興産 幸田政文  
宇部興産 田口美津志 川崎重工岐阜 伊牟田守 川崎重工岐阜 後藤 淳  
川崎重工岐阜 渡辺俊孝 (NASAラングレー研究所 P.M.Hergenrother, J.W.Connell)

NEDO採択事業として本研究室開発の無定形芳香族付加型ポリイミド、TriA-PIの複合材料開発の第二年度として産学共同で以下のことを進めている。1) 複合材料用素材樹脂の最適化、2) 炭素繊維プリプレグの開発、成形、評価。3) NASAのPETI-5開発グループの技術交流をはかり成形性と複合材料化に寄与させた。

## II -2-i-28

## 側鎖に反応性アセチレン構造を有するジアミンの合成

助教授 横田力男 産学連携招聘研究員 佐々木 健

NEDO採択事業への寄与を目的に多官能性モノマーを合成した。具体的にはメタフェニレンジアミンのベンゼン環側鎖としてオキシフェニルアセチレンを含む化合物を合成し、特許申請中である。

## II -2-i-29

## 付加型ポリイミドの開発-2

助教授 横田力男 総研本部主任研究員 小笠原俊夫  
総研本部主任研究員 石田雄一 三菱重工名航 水野 博 宇部興産 小澤秀生

昨年に続き新規付加型ポリイミド樹脂、TriA-PIのレジトランスファーモールドイング (RTM) による複合材

料成形に関する課題を抽出する。

### II -2-i-30

#### 耐熱性有機材料の物性評価法の研究

助教授 横田力男 東工大助教授 安藤慎治 特別共同研究員 照井貴陽

含フッ素ポリイミドの耐熱性光材料への適合性を透明性，屈折率，分子配向性の観点から調べている。

### II -2-i-31

#### ポリイミドの炭素化による高機能化発現の研究，

助教授 横田力男 豊橋技術科学大教授 竹市 力 特別共同研究員 阿部 陽

日本メクトロン(株) 林 正添

昨年につづき芳香族ポリイミドの熱分解による粉末化および高機能化，構造材料用炭素材料化のために最適分解条件と最大機能発現の関係を見いだしている。

### II -2-i-32

#### ソーラセルポリイミド膜の開発とその接着技術の開発

助教授 横田力男 鐘淵化学工業 辻 宏之 精電社 川上一徳

300℃を超えるガラス温度を有するポリイミドのAl蒸着薄膜を試作し，そのセル製造技術を取得する目的で可塑性ポリイミドの熱および超音波による張り合わせ方法を昨年に続き調べ超音波融着機の改良にも着手した。

### II -2-i-33

#### ポリイミドの耐宇宙環境性の研究

助教授 横田力男 技術補佐員 高橋久里子 共同研究員 岩田 稔

ソーラセルポリイミド膜の開発とその接着技術の開発の一つとして熱融着性をもつポリイミドの宇宙環境耐久性を電子線照射装置（高崎原研）を用いて行い，機械的特性，光学的特性，粘弾性変化等から調べたている。

### II -2-i-34

#### 耐原子状酸素性ポリイミド材料の開発

助教授 横田力男 COE研究員 Sarawut Rimdusit 総研本部 今川吉郎

総研本部 今井文一 神戸大学 田川雅人 東工大助教授 安藤慎治

原子状酸素耐性の宇宙用ポリイミドフィルムの開発のための基礎研究としてシリコンーポリイミド共重合体の高分子混合系の層分離を利用する方法を開発中である。将来技術として有望なことがわかった。

### II -2-i-35

#### 耐熱性ポリイミドフィルムの長期高温耐久性の研究

助教授 横田力男 技術補佐員 高橋久里子 共同研究員 岩田 稔

水星探査機への応用の可能性を調べる目的で減圧中，350℃の高温におけるポリイミドフィルムの長期耐久性を4000時間まで機械的性質，光学的性質，熱安定性の観点から調べ耐久性を評価中である。

### II -2-i-36

#### 飛翔体構造材料の強度と靱性に関する研究

助教授 佐藤英一 教授 栗林一彦

マルエージ鋼，チタン合金等の飛翔体構造材料の強度と靱性の改善を目標とした研究，特に加工熱処理による強靱化，及びロケットの高性能化に対処すべき高強度材の開発に関する研究を行っている。

## II -2-i-37

## 複合材料の内部応力緩和機構に関する研究

助教授 佐藤英一 助手 北園幸一 大学院学生 山口篤史  
教授 栗林一彦

延性金属中に硬い粒子を分散させ複合化することは、構造部材の高温強度の上昇に有効である。そのような複合材料の変形機構を理解するためには、外部応力あるいは熱ひずみによって粒子近傍に誘起された内部応力場の緩和過程に着目しなければならない。従来この緩和過程は様々なモデルを用いて理論的に説明されてきたが、実験的に直接観察された例はない。本研究では、磁歪材料を分散させた複合材料を用いて、磁歪に伴う残留応力を利用することにより、緩和過程の実験的検証を試みた。

## II -2-i-38

## 金属フォームの作製プロセスに関する研究

助手 北園幸一 助教授 佐藤英一 大学院学生 神村信哉  
教授 栗林一彦

金属マトリックス中に多数の気泡を有する金属フォームは、断熱、防音、衝撃吸収特性に優れた材料である。特にフォームを用いることにより、剛性を保ったまま構造部材を大幅に軽量化できるため、航空宇宙用としての用途が期待できる。本研究では、圧延接合プロセスを応用することにより、様々な金属フォームの作製し、その特性評価を行っている。

## II -2-i-39

## チタン合金の室温クリープ

助教授 佐藤英一 助手 北園幸一 特別共同利用研究員 山田智康  
東海大・工 神保 至

チタン合金は、比強度が高く耐食性に優れるため、衛星の燃料タンクや、締め付けボルトとして広く利用されている。しかしながら最近、比較的小さな荷重域において、室温でクリープする現象が発見された。この原因を解明するために、様々なチタン合金の機械的試験や電子顕微鏡による微細組織観察を行っている。得られた結果を設計に反映することにより、機器全体の信頼性向上を目指している。

## II -2-i-40

## 脆性材料の破壊機構及び非破壊検査に関する研究

助教授 佐藤英一 大学院学生 塚田理之 教授 栗林一彦

固体ロケットモータのノズルスロートインサート材料であるグラファイトに代表される脆性材料の破壊機構を理解することは、機器の信頼性向上に不可欠である。我々は、多軸の応力を付加することが可能な試験機を用いて、種々の脆性材料の機械的特性の評価を行っている。また加工前の素材の健全性を保証するための非破壊検査手法の開発、研究も行っている。

## II -2-i-41

## 低温用鋼の研究

客員教授 柴田浩司

極低温における構造材料の信頼性を明らかにする目的から、室温から 4 Kにおけるステンレス鋼 (304L, 316L) の切り欠き感受性について調べた。その結果、液体水素および液体ヘリウム中における切り欠き強度は、液体窒素中における値より大きく低下すること、極低温では、前者は切り欠き弱化、後者はわずかながら切り欠き強化を示すことなどを明らかにした。また、液体水素および液体ヘリウム中における断熱不安定変形におよぼす加工誘起マルテンサイト変態の影響について検討した。

## II -2-i-42

## 超音波を用いた材料評価の研究

客員助教授 三原 毅

閉じたき裂や部分接合状態の評価を目的として、大変位超音波計測システムを構築し、試作探触子を組み合わせ部分閉口き裂透過波の非線形挙動を測定した。実験では6.4MHz、 $\pm 20\sim 40\text{nm}$ の縦波大振幅超音波を用い、アルミニウム合金のき裂の開閉に伴う超音波の非線形解析を行った。疲労試験時に、き裂端部振幅をモニターし、閉口き裂の製作条件を選択した。作製したき裂は負荷により開閉させながら、垂直透過法、斜角透過法を用いて、き裂の開閉と高調波の発生挙動を調べた。その結果き裂の開閉に伴って、従来報告されている2次高調波に加え、特に斜角透過測定において非常に強い3.2MHzのサブハーモニック波が観察された。これは従来の高調波成分に比べ、き裂性状の変化に対し変化が大きく実用が期待できる。サブハーモニック波発生メカニズムについて、レナードジョーンズの質量モデルを提案し、定性的な一致をみた。実験で用いた部分閉口き裂の開口量は数nm～数十nmと考えられ、き裂以外にも不完全接合部、マイクロクラックの発生モニター等、従来スペクトロスコープしか解析手法が無かった分野に新しい計測手法をもたらす可能性がある。

## j. 宇宙探査工学研究系

## II -2-j-1

## 人工衛星用星姿勢センサの研究

教授	二宮敬虔	教授	齋藤宏文	助教授	紀伊恒雄
助教授	水野貴秀	助手	藤本龍一	助手	坂井真一郎
				技術職員	廣川英治

「はやぶさ」用に開発した小型軽量で0.05deg精度の広視野スタートラッカについて、軌道上での動作を評価し、動作パラメータのチューニングを行った。この結果を、「INDEX」用および「SOLAR-B」用の同型のスタートラッカの軌道上運用に反映させる。秒角精度の高精度スタートラッカについては、「ASTRO-E2」用および「ASTRO-F」用のものの光学性能測定および単体環境試験を行い、軌道上での予測性能を評価している。

## II -2-j-2

## 人工衛星用太陽姿勢センサの研究

教授	二宮敬虔	教授	齋藤宏文	助教授	紀伊恒雄
助手	坂井真一郎	技術職員	廣川英治	国立天文台	清水敏文

直交する2つの1次元CCDを検出素子とする2次元高精度太陽センサを研究・開発している。精度0.05度 ( $3\sigma$ )のものとしては、「あけぼの」、「ようこう」、「あすか」に搭載されたものをセンサ部とエレキ部を一体型し、「はやぶさ」のフライトに供した。現在、軌道上データの評価を行っている。「ASTRO-E2」、「ASTRO-F」、「INDEX」にも同型のセンサが搭載され、そのフライトモデルの製作および光学特性試験を行って、歪曲補正パラメータの算出を行った。精度1~2秒角の狭視野センサとしては、「ASTRO-F」用に視野角を2degまで広げたタイプを開発し、「SOLAR-B」用には視野角1deg、精度0.2arcsecを目指して開発している。

## II -2-j-3

## 人工衛星用慣性センサ及びその応用の研究

教授	二宮敬虔	助教授	橋本樹明
----	------	-----	------

人工衛星用慣性姿勢基準装置 (FRIGおよびTDG方式) につき開発的研究をしている。特に現在は、ドリフトレート安定性の温度特性の把握を、理論解析および実測の両面から行い、ASTRO-F、SOLAR-Bで使用する際の限界性能把握を行っている。またこれらの機械式ジャイロを用いた慣性姿勢基準装置の発生する振動擾乱の測定および