

顕著に観察できる条件を新たに見いだし、その条件下で、過重力による骨変形成の阻害と培養系のカルシウム濃度の関係を調べ、カルシウムの取り込みや輸送に重力がかかっている可能性を明らかにした。

II-2-f-23

海産動物の産卵・飼育条件の調査

助教授 黒谷明美 お茶の水女子大・湾岸生物教育研究センター 清本正人

宇宙生物学実験で用いられる生物試料は、打上げの延期などスケジュールが定まらないことが多いため、一年中使用できるような生物種であることが望ましいが、これまでの研究結果の蓄積や実験の経験を生かし、研究の目的に最適な伝統的な生物種を使うことも必要となる。発生および形態形成研究には、海産無セキツイ動物を使用するのが有効であるが、このような生物種には産卵シーズンが存在する。海産無セキツイ動物の中でも発生や形態形成の研究によく使われている棘皮動物ウニについて、昨年度と同様に実験室での周年の採卵・採精を可能とするために、その産卵シーズンを決定する要因の調査および最適な飼育方法の研究を継続して行い、昨年度確定した飼育水温プロフィールにおける飼育の2年目のデータを取得した。

II-2-f-24

微小重力下での動物の挙動に関する研究

助教授 黒谷明美

両生類・魚類などのセキツイ動物や、さまざまな無セキツイ動物などを用い、微小重力下での挙動と1G下での生活パターンとの関係を調べる研究を行っている。今年度はゾウリムシのライフサイクルステージや飼育温度のちがいによる重力走性の現れ方のちがいについての基礎的なデータの取得、および、今後重力環境を変えた実験を行う可能性を探るために、ボルボックスの飼育条件の吟味などを行った。

II-2-f-25

「宇宙」および「生物」を題材とした教育活動の方法の調査研究

助教授 黒谷明美

理科教育・科学教育において、そのきっかけ、テーマ、教材としての「宇宙」や「生物」という題材の有用性を探る調査研究を行っている。中学校、高校、大学などで依頼された授業や講義の機会や執筆活動の一部を通じて、調査研究の試行を行っている。本年度は、相模台工業高校においてサイエンスパートナーシッププログラム(SPP)における授業「宇宙と生命」を担当し、現場の教師たちとともに授業題材の吟味、授業計画の作成、教材の研究および実際の授業を行った。生物の発生・分化・形態形成のしくみを高校生・大学一般教養レベルで理解できることを目指した、図の豊富な一般書の執筆を行った。

g. 宇宙航行システム研究系

II-2-g-1

セラミックス系スラスタの研究

教授 上杉邦憲 助教授 澤井秀次郎 技術職員 志田真樹
助教授 佐藤英一 助手 森 治

将来の衛星及び惑星間探査機において軌道・姿勢制御に使用される高性能エンジンとして、耐熱性能に優れたセラミックス素材を用いた2液スラスタの実用化を目指して研究を行っている。2004年度は、高膨張ノズルまでを一体のセラミックスで成形したスラスタを試作し、地上燃焼試験を実施した。

II-2-g-2

衛星用軌道姿勢制御エンジンに関する研究

教授	上杉邦憲	助手	森 治	技術職員	志田真樹
助教授	澤井秀次郎	技術職員	安田誠一		

衛星及び惑星間探査機において軌道・姿勢制御を行うヒドラジンを燃料とした一液式エンジンシステム及びヒドラジン／四酸化二窒素を用いた二液式エンジンシステムの開発研究を行っている。2004年度において、一液式に関しては「GEOTAIL」,「はるか」の軌道上運用を行うとともに,「ASTRO-E2」,「SOLAR-B」の軌道・姿勢制御用エンジンの開発を行った。二液式については,我が国初の小推力(22N)エンジンシステムを「はやぶさ」に搭載して軌道上運用を行った。さらにこの二液エンジンシステムを「ASTRO-F」搭載用として改良中である。

II-2-g-3

ワイヤー・カッターの研究

教授	上杉邦憲	助教授	石井信明	技術職員	吉田裕二
----	------	-----	------	------	------

ワイヤー・カッターのさらなる小型・軽量化を目指し,設計・試作研究を行っている。2004年度においては,WC-25型の小型化試作を実施した。

II-2-g-4

衛星スピン時にタンク内部の流体が衛星姿勢に与える影響の実験的検証

教授	川口淳一郎	助教授	澤井秀次郎
----	-------	-----	-------

昨年度に引き続き,数値計算手法による解析と,液体推進剤を搭載する衛星のスピン時の挙動を実験的に検証した。スピン場におけるタンク内流体の挙動とFLOW3Dソフトウェアによる数値解析を実施した。低スピン場では,非スピン場より,むしろ固有振動数が低くなる現象が観測された。この成果は,科学衛星「ASTRO-E II」,「ASTRO-F」,「SOLAR-B」打ち上げに適用される。

II-2-g-5

M-V 型ロケットにおける能動的ニューテーション制御

教授	川口淳一郎	教授	橋本樹明	助教授	久保田孝
----	-------	----	------	-----	------

M-V 型ロケット上段のニューテーション制御について,継続して検討を行った。2003年度打ち上げの「はやぶさ」での実施結果評価を行った。「ASTRO-E II」以降の打ち上げでは,本機能を採用する打ち上げは,「PLANET-C」となる。

II-2-g-6

画像を用いた宇宙機と未知天体への着陸航法

教授	川口淳一郎	助教授	久保田孝
教授	橋本樹明	助教授	澤井秀次郎

画像を用いた自律航法の確立のため,画像から未知天体と宇宙機の相対運動を推定する方法を,航法フィルターや誘導則を含めて,検討した。誘導則としては,予め接近方向を規定し,最接近時には,宇宙機の位置と接近方向が一定になるような誘導則を提案した。成果は,第20号科学衛星「はやぶさ」での降下・着陸シーケンスの策定に応用された。2004年度も,電波情報を併用する複合航法精度の検討を進め,「はやぶさ」の巡航フェーズの航法について具体的な検討を行った。

II-2-g-7

衛星コンステレーションの最適化に関する研究

教授 川口淳一郎 助教授 山川 宏

GPS に代表される群衛星（コンステレーション）の設計を、測位精度指標（GDOP）を用いて行った。その結果、通常の Walker 型コンステレーションよりも、極軌道コンステレーションを用いた方が、少ない衛星数で同等の性能が得られることがわかった。非対称コンステレーションの検討も行った。

II-2-g-8

太陽潮汐力による摂動に関する研究

教授 川口淳一郎 助教授 山川 宏

「のぞみ」で採用され、また「LUNAR-A」で採用される、地球重力圏境界を飛行する軌道では、太陽の重力すなわち潮汐力による摂動が生じる。このメカニズムは非常に複雑であるが、ある種の特殊な摂動関数を導入すると、その取り扱いが簡略化される。解析の結果、広い地球周辺の領域で、楕円軌道の近似解が存在することが導かれた。この研究では、解析的に、この摂動運動を考察した。

II-2-g-9

光学情報に基づく、L2点まわりの探査機の軌道維持制御法に関する研究

教授 川口淳一郎 助教授 山川 宏

一般に L2 点を含め、軌道維持には、3次元位置計測が不可欠である。しかし、軌道の力学特性を積極的に利用すると、少ない観測量を用いて軌道維持が可能になる。この研究では、2次元の探査機機上のカメラによる地球位置情報を用いて、探査機の軌道操作を行うもので、地上の電波による軌道決定を用いる必要がないという特徴をもつ。この結果は、太陽-地球の L4、L5 点まわりの軌道維持にも利用できる。これを応用して、L2 点周りに深宇宙航路船の発着する深宇宙港を設ける検討を、軌道運用を含めて検討した。

II-2-g-10

低推力加速下での電波による軌道決定に関する研究

教授 川口淳一郎 助教授 加藤隆二
助教授 吉川 真 助教授 山川 宏

電気推進など低推力の加速度を連続して受ける探査機の軌道決定にあつては、その外乱加速度がもたらす電波による軌道決定精度への影響が重要な研究項目である。この研究では、解析的に、この寄与を特定し、かつ軌道精度を向上させる方策について検討を行った。あわせて数値検討により、「はやぶさ」探査機で要求される軌道決定要求とそれにむけての探査機機上情報の取得条件を検討した。また、NASA で採用されている差分 VLBI 法に関しても、我が国独自の位相遅れ法を組み合わせる検討を開始している。

II-2-g-11

航法と軌道修正の統合最適化

教授 川口淳一郎 助教授 山川 宏

軌道修正自体は、できるだけ早期に実施することが重要で、それにより修正速度を最小化することができる。一方、軌道推定すなわち航法精度は早期には精度が不十分であり、両者の間にトレードオフが必要となる。このトレードオフの結果、実施時期が最適化され、少ない修正速度で目的の指定精度を満たす軌道修正が行われることになる。

II-2-g-12

揚力を積極的に利用する飛翔体の誘導方策に関する研究

教 授	川口淳一郎	助 手	森 治
助 手	津田雄一	特別研究員	山本高行

通常のロケット打ち上げでは、揚力を利用しない誘導論理が採用されている。これに対し、将来型の輸送機関にあっては、揚力を積極的に利用する軌道が採られると同時に、推進機関の性能が飛翔環境に依存して変動することから、従来の飛翔体むけの誘導論理では不十分である。特にステアリングに振動解が現れる点が特徴である。本研究では、そのような機体についての新しい誘導方策を検討している。本年度は、新たな誘導則の構造を明らかにした。

II-2-g-13

長楕円軌道上のフォーメーション飛行における航法と軌道制御にかかわる研究

教 授	川口淳一郎	助 手	森 治
助 手	津田雄一	特別研究員	佐伯孝典

プラズマ観測衛星のように、長楕円軌道に投入される衛星で、かつ近地点高度が高い軌道が採用される場合、いわゆる GPS の利用は困難で、軌道推定には、独特の方式が必要である。本研究では、衛星間（母船―子機間）の相対距離情報のみにより、軌道の力学モデルを介した、軌道決定方法を考察している。成果は、「GEOTAIL」の後継機として計画検討中の SCOPE 計画の策定に適用されている。また、2004年には、非常に大規模なメンバで構成される「群」全体を制御する方策についても新たな制御性の解析を行った。

II-2-g-14

グライダーパラシュートの飛行制御と光学誘導に関する研究

教 授	川口淳一郎	助 手	森 治
助 手	津田雄一	共同研究員	平木講儒

搭載機器を再使用する型の輸送手段にあっては、機器を正確に回収地点へ降下させることが要求される。本研究では、洋上の台船を含む極めて狭い範囲へ正確に降下させることのできるパラグライダーの誘導技術を検討しており、とくに光学情報の機上処理による精密着地方法を考察している。

II-2-g-15

搭載機器を回収再使用する、低コスト衛星打ち上げロケットのシステムに関わる研究

教 授 川口淳一郎

低廉な輸送手段は諸外国で、追求されているところであるが、本研究では、ロケットの制御区間を第1段に限定し、誘導制御機器を1箇所集中させることにより、それを回収、再使用することによって輸送系費用を低減させる方式を検討している。

II-2-g-16

エアターボラムエンジンの実験用機体に関するシステム検討

教 授	棚次亘弘	教 授	川口淳一郎	共同研究員	大塚裕仁
教 授	中島 俊	助教授	澤井秀次郎		

空気吸い込み式の推進機関である、エアターボラムエンジンの飛翔実験方法についての検討を行っている。とくに、2液式液体ロケットを用いたフライングテストベッドにより、エンジン試験環境を着実に実現させる方策について、検討を行っている。

II-2-g-17

ソーラセール実証探査機に関わるシステム検討

教 授	名取通弘	助教授	樋口 健	助 手	津田雄一
教 授	小野田淳次郎	助教授	峯杉賢治	助 手	森 治
教 授	川口淳一郎	助 手	竹内伸介	特別研究員	西村祐介

ソーラセールは、将来型の惑星間推進方法として有力視されているが、いまだに実現にいたっていない。これは、膜材の製造や収納、展張、展開という技術要素が確立されていないためである。本研究では、ソーラセールを用いた科学ミッションを立案すると同時に、この膜展開、展張をスピンを利用して行う方法を検討している。膜の展開方式として、扇子型および逆傘型の2方式を検討している。さらに2003年には、電力セイルとして電気推進機関を併用する新しいコンセプトを考案し、ミッション計画を工学委員会WGとして提案している。

II-2-g-18

惑星探査機用、電波誘導論理の精度検討

教 授	川口淳一郎	助教授	山川 宏
助教授	石井信明	技術職員	前田行雄

低高度周回軌道を経由して惑星間探査機を打ち出す電波誘導方式について、検討を行っている。従来、宇宙研における電波誘導は、低高度周回以前の、弾道軌道の遠地点付近に限定して行われていたが、これを周回軌道の近地点での運用に適応できるものへと改修を行っている。屈折率の補正を含め、角度データ処理の改良を進めた。

II-2-g-19

低推力推進と地球スウィングバイを併用する、軌道操作に関わる研究

教 授 川口淳一郎

電気推進機関をはじめとする、低推力推進機関は、将来の惑星探査における主たる航行の方策と期待されている。しかし、小規模の電気推進機関にあっては、惑星間で推進機関のみで十分な加速を行わせるのが困難であり、地球の重力を援用する軌道操作が有効である。本研究は、世界に先駆けて同手法の性能を明らかにし、実際に「はやぶさ」探査機の軌道計画にそれを反映させ、2004年5月に地球スウィングバイを成功させた。成果は、ソーラ電力セイルを含む今後のミッションにも応用される。

II-2-g-20

「合」運用における、通信上の問題と、その航法精度に関する検討

教 授	齋藤宏文	教 授	川口淳一郎	教 授	山本善一
-----	------	-----	-------	-----	------

火星探査機「のぞみ」で経験された「合」運用から、そのフェーズノイズに関する詳細な計測値を得、その軌道決定精度への影響を評価している。成果は、2005年6～7月に生じる「はやぶさ」での「合」運用や、今後の惑星間探査ミッションへ反映される。

II-2-g-21

複数の地球接近小惑星に対する、サンプルリターン計画の検討

教 授	川口淳一郎	助教授	山川 宏
教 授	藤原 顯	助 手	矢野 創

「はやぶさ」が行う、世界初の小惑星サンプルリターン計画の延長として、1探査機にて複数の小惑星からサンプルリターンを行わせる計画案を模索している。この計画模索にあっては、低推力推進機関の運転を、地球スウィングバイと組み合わせる手法を応用することを採用しており、これまでの検討から、「はやぶさ」とほぼ同程度の規模であっても、最大3つの小惑星にランデブーし、サンプル採取を行って、地上に帰還させる軌道計画の構築に成功している。

II-2-g-22

活動を停止した彗星へのサンプルリターン計画の検討

教授 川口淳一郎 教授 藤原 顯 助手 矢野 創

「はやぶさ」型のサンプルリターン計画で、活動を停止した彗星と確認されている、Wilson-Harrington などの天体からのサンプルリターンを検討した。軌道計画では、複数小惑星からのサンプルリターン計画と同様に、電気推進と地球のスウィングバイを併用する方式を採用している。

II-2-g-23

金星気球探査機のシステム検討

教授 川口淳一郎 助手 井筒直樹 助手 山田哲哉

金星の低高度における大気運動は、厚い雲にはばまれて、周回機によっても観測は難しい。この検討では、高温、高圧の金星大気下層に、気球を浮遊させる方式を、気球工学、高温エレクトロニクス、VLBI 位置標定の観点から検討している。

II-2-g-24

光学航法による小天体ならびに宇宙ステーションへのランデブーとその航法・誘導

教授 川口淳一郎 特別研究員 水田廣哉

慣性系における光学誘導方法は、いわゆるインターセプト誘導として定式化されるが、たとえば地球周回の宇宙ステーションへのランデブー問題のような慣性力の作用する場合には、その安定な誘導則を合理的に導くにいたっていない。本研究では、そのような非慣性系における光学航法・誘導を考察した。問題は宇宙機の能動的な運動で観測性を高めるという独特の方式である。将来の応用例としては、太陽周回小惑星へのランデブーを光学的に実現する誘導方策が挙げられる。

II-2-g-25

距離情報のみが得られる場合のランデブー誘導・制御に関する研究

教授 川口淳一郎 特別研究員 南川幸毅

こうもりなどのある動物では、超音波を発することで餌までの距離を知り、暗闇の中で捕まえることが出来る。本研究はこうもりのように情報としてターゲットまでの距離のみが得られる場合について、小天体や宇宙機とのランデブーにおける誘導制御に関する研究である。慣性空間において慣性運動する探査機がターゲットまでの距離のみを得られる場合にどのようにターゲットの位置が推定されるのか、距離情報のみを利用してターゲットに誘導して論理を研究した。あわせて、地上走行の車両をレーザ測距することにより、航法・誘導方策の実証も行った。具体的な工学的な応用としては、DME などの最も簡単な地上航法支援設備のみを有する着地点（ランデブー点）に、航空機や宇宙機を誘導させる新方式が考えられている。

II-2-g-26

太陽帆（ソーラセール）電気複合推進による惑星探査計画に関する研究

教授 川口淳一郎 助手 矢野 創 助手 津田雄一
教授 藤原 顯 助手 竹内伸介 助手 森 治

太陽系探査がより高度になり、要求加速能力が 10km/sec を超えるようになると、イオンエンジンなどの電気推進機関をもってしても、それだけでは十分な加速を行うことは困難である。一方、実用的なミッションは限られた、たとえば数年間のうちに加速を終了するものでなくてはならず、ある大きさの推進加速度を発生することが、大きな要請でもある。この研究では低推力推進である太陽帆（ソーラセール）と同じく高性能イオンエンジンとを複合させて、惑星探査計画を考察しているもので、小惑星、彗星など始原天体へのランデブーや、木星などへの飛行についての検討を行ってきた。成果は、2004年度に WG から工学委員会に報告、提案され、工学側からの提案

として承認された。

II-2-g-27

太陽帆（ソーラセール）の展開と展張に関する研究

教授 川口淳一郎 助手 森 治
 助手 津田雄一 特別研究員 西村祐介

大規模宇宙構造物である太陽帆（ソーラセール）の、主として大変形を伴う過渡的な展開運動に関する検討を行っている。模擬膜材料に対して、膜の座屈を数値計算、実験を通じて解析を行った。2004年8月には、S-310-34号機での実験を行い、10m 径膜面の展開に成功した。結果は、数値計算結果と比較され、解析に供する数学モデルのチューニングを行った。両者の間の整合性はきわめて良好であった。

II-2-g-28

太陽-地球系ラグランジュ点を利用した深宇宙港に関する研究

教授 川口淳一郎

大規模な宇宙船を地球と惑星間で運用する場合、大型宇宙船を係留・停泊させておく場所をどこにおくべきかが問題になる。また、停泊地から惑星間にむけて出帆、帰港する方法が同時に確立されなくてはならない。米国大統領の構想における月面上への深宇宙港の建設は、効率的であるとはいいがたく、本研究では、母港を太陽・地球系のL2点近傍の太陽輻射圧平衡点近傍に置く方法を示すとともに、出帆、帰港方法を数値解析した。

II-2-g-29

非ホロノックな姿勢変換とコーニング運動に関する研究

教授 川口淳一郎 特別研究員 南川幸毅

ネコの半ひねりが非ホロノミック型の姿勢変更であることはよく知られている。このひねり運動をさらにおしすすめる検討を行っている。解析にはコーニング運動に関する性質の議論をとりいれており、宇宙機の姿勢変更への応用を検討している。2003年度には、この運動を効果的に行うために要請される運動を解析的に導くことに成功しており、その運動がフラフープ運動であることをあきらかにした。その結果、従来はフィードバック操作によって是不可能で制御操作が困難と思われていた、非ホロノミックな姿勢変更において、将来軌跡を生成する方法が得られ、ガスや燃料を消費しない姿勢変換の方法として、軌道上作業機など宇宙機への応用が可能であることを明らかにした。

II-2-g-30

制限3体問題におけるL4（L5）点へのランデブー問題

教授 川口淳一郎 特別研究員 松本道夫

低推力推進を用いてL4、L5点にランデブーさせる操舵角履歴を解析と数値計算で検討した。成果は、トロヤ群小惑星へのランデブー、太陽-地球系L4、L5点への飛行に応用される。とくに、終端がL4点まわりの楕円軌道になっているようなトロヤ群小惑星へのランデブーで特有に表れる、終端多様体への接続のメカニズムを考察し、また惑星間軌道での操舵則をきわめて明解に解析的に示すことに成功した。

II-2-g-31

大規模システム「群」の安定性等の制御指標に関する研究

教授 川口淳一郎 特別研究員 佐伯高尚

大規模なシステムである群全体を、安定性を損なわずに、所望の方向に向けるなどの制御を施す場合、その安定性がいかに保たれるか、あるいは定常偏差を以下に小さくできるか、および応答時間をいかに小さくできるかを、大局的に判断する指標を確立する研究を行っている。

II-2-g-32

L2点における、小半径 HALO 軌道の実現に関する研究

教 授 川口淳一郎

特別研究員 多羅尾康太

L2点近傍の軌道は、一般には不安定であるが、初期条件をうまく選択すると、広い意味で安定にL2点近傍にとどまる軌道が存在する。これはリサージュ軌道と呼ばれる。リサージュ軌道はL2点近傍にとどまる点で非常に実用的であるが、残念ながら地球公転面内と面外の振動周期が異なるために、軌道は閉じなくなり、地球の陰を通過することが必至である。HALO軌道は、L2点を囲むより広い領域での広義の安定解であり、閉局線を描くが、その大きさは数十万 km に達し、L2点近傍にとどまるとはいいがたく実用性が問題となっていた。L2点近傍の地球にかげを回避できる小さな HALO 軌道は自然軌道では存在せず、能動的な推力操作によらなければ存在しない。本研究では、そのような軌道の中で、もっとも実用性の高い軌道を模索しており、成果は深宇宙港に適用するなど広範なミッションに応用可能である。

II-2-g-33

超高々度太陽同期軌道に関する研究

教 授 川口淳一郎

特別研究員 黒嶋慶子

太陽同期軌道は、地球重力場の非球状性に起因する摂動を利用するもので、したがって利用できるのは地球のごく近傍に限られる。一方赤外線天文など地球からの放射熱を極度に避けたいミッションでは地球表面からできるだけ高々度に軌道を探りたいため、矛盾を生じている。本研究では、衛星軌道を地球周辺の惑星間軌道にまで拡大し、いわゆる Cart Wheel 軌道を探らせるものである。ただし、その軌道は地球重力の影響を受けて、リサージュ軌道となることが本研究で証明されており、この軌道利用には本研究で述べる適切な軌道修正を行うことが条件となる。

II-2-g-34

自律航法・誘導機能を搭載するインテリジェント・インタセプタに関する研究

教 授 川口淳一郎

助 手 川勝康弘

助 手 森 治

特別研究員 多羅尾康太

対象天体近傍を通過しながら表面観測を行うフライバイ探査は、とくに小天体を対象として多くの計画が進められている。この探査では、相対軌道精度はごく近傍に達しなければ十分な精度を確保することができない特徴があり、探査機自身が精密な天体周辺の点をターゲティングしようとする、かなりの燃料が必要になる。本研究では、探査機自身に代わって、きわめて小型のプローブを対象天体近傍を通過させる方式を考察し、そのようなシステム、とくに航法と誘導法を解析検討している。

II-2-g-35

薄膜太陽電池の放射冷却性向上に関する研究

教 授 川口淳一郎

特別研究員 黒嶋慶子

太陽から遠方の惑星探査や地球近傍での大電力の確保には、大面積の薄膜電池が必要になる。しかし、薄膜電池は容易に温度が上昇してしまう欠点があり、これが宇宙での実用化への大きな課題になっている。本研究では、薄膜電池の裏面にポリイミド薄膜をコーティングし、輻射冷却性能を向上させる研究を実験と解析で行っている。

II-2-g-36

薄膜熱電変換素子による固体熱伝導路に関する研究

教 授 川口淳一郎

特別研究員 黒嶋慶子

これまでの衛星などの宇宙機は、いわば暖房（ヒータ）だけを施した熱設計になっており、能動的な冷却はいまだ十分に確立されていない。本研究の固体熱伝導路は、能動的に輻射冷却面への熱輸送を行わせるもので、いわば

冷房を宇宙機に施すものである。原理は熱電変換素子の応用である。

II-2-g-37

大型膜構造物の姿勢安定に関する研究

教 授 川口淳一郎 助 手 森 治 特別研究員 中納知樹

膜構造物などスピンにより展開される柔軟構造物の姿勢安定性は、力学的エネルギーをリアプノフの安定性の意味で評価することにより判定できる。一般に、膜やワイヤなどの靱剛性を有しない付属物の安定性は、衛星コア部分の安定性に帰着する場合が多い。本研究では、膜構造物が安定性改善にどの程度寄与するかを解析的に評価している。

II-2-g-38

うず電流効果による流体運動に関する研究

教 授 川口淳一郎 特別研究員 栃本昌孝
助 手 津田雄一 特別研究員 岩倉 淳

導電性を有する液体を電磁的に回転させ、得られる角運動量ないしはその変化を用いて姿勢制御を行う研究を行っている。とくに水銀をうず電流によって回転させることに成功しており、機械的可動部をもたないホイールの実用化をめざしている。

II-2-g-39

2 液式エンジン実験機の誘導制御の研究

教 授 川口淳一郎 助 手 羽生宏人
助 手 徳留真一郎 共同研究員 大塚裕仁

極超音速で飛行することが求められる空気吸い込み式推進機関の開発には、別途極超音速で飛行することが可能な飛行試験機が必要である。そのような機体は、既存の推進機関で飛行する必要があるが、したがって簡易ながらもロケットエンジンにて飛行するフライングテストベッドが必要である。本研究では、適切な燃料と酸化剤を選択し、開発をほとんど要しない機体開発をはかるための誘導制御および飛行解析を行っている。

II-2-g-40

M-V ロケットの信頼性向上研究。2 次メーカ製品の使用に関する検討

教 授 小野田淳次郎 教 授 川口淳一郎 助教授 嶋田 徹

極めて少量の生産数しかない第2次メーカ製品を採用する場合、その設計仕様、品証仕様の整合性や、FMEA解析で抽出される故障モードとそれら仕様の整合性の確認が、十分に行えないケースがあり、それらを信頼性向上の観点から検討している。

II-2-g-41

深宇宙探査ミッションの解析

教 授 上杉邦憲 助教授 石井信明
教 授 川口淳一郎 助教授 山川 宏

惑星および小天体（小惑星、彗星）探査対象に対して、基礎的なフィージビリティを模索するために21世紀初頭の代表的な探査機会についてそのサーベイを行った。その中には小惑星サンプルリターン、メインベルト小惑星ランデブー、多数回小惑星フライバイ、彗星コマサンプルリターン、彗星核サンプルリターンミッションも含まれる。

II-2-g-42

「GEOTAIL」の軌道計画

教 授	上杉邦憲	助教授	石井信明	技術職員	周東三和子
教 授	川口淳一郎	助教授	山川 宏	技術職員	前田行雄

国際プロジェクト ISTP の「GEOTAIL」の軌道計画では、そのミッションである磁気圏尾部観測を遂行すべく、2重月スイングバイ軌道という方策が採られている。本研究では、「ひてん」でも用いられた軌道計画プログラムによって、「GEOTAIL」の全ミッションにわたる軌道計画の解析、設計を行っており、月移行軌道及び、月スイングバイ軌道は既に成功裡に達成されている。現在は月軌道の内側で地球を周回する軌道（Near-Tail 軌道）上にある。

II-2-g-43

「LUNAR-A」の軌道計画に関する研究

教 授	上杉邦憲	教 授	川口淳一郎	助教授	山川 宏
助教授	中島 俊	助教授	石井信明		

「LUNAR-A」の、地球－月遷移フェーズから、月周回軌道投入、ペネトレータ投下、母船によるデータリレーに至る一連の軌道計画を行った。地球から月に移行する軌道では、月周回軌道投入時の燃料節減を目的として ballistic capture 軌道という方策を採る。月周回軌道投入後、ペネトレータは2本投下する予定であり、月高度25kmにおいて軌道離脱モータによって減速した後、自由落下させる方法を用いる。また、母船は高度約300kmの円軌道を周回しながらペネトレータからのデータを受信／送信する。

II-2-g-44

「はやぶさ」の軌道計画に関する研究

教 授	上杉邦憲	助教授	石井信明	助教授	國中 均
教 授	川口淳一郎	助教授	山川 宏		

低推力電気推進（イオンエンジン）を主推進機関として用いて小惑星にランデブーし、そのサンプルを採集後、地球に帰還するというミッションであり、電気推進系のハードウェア上の制約、軌道決定等の運用上の制約を考慮したうえでペイロードが最大となるように探査機の軌道計画の最適化を行った。

II-2-g-45

「PLANET-C」の軌道計画に関する研究

助教授	石井信明	助教授	山川 宏	教 授	川口淳一郎
-----	------	-----	------	-----	-------

搭載機器重量の最大化を目的として、ロケット打上げ方式、打上げウインドウ、惑星間軌道等の最適化を行った。

II-2-g-46

半径方向に加速される探査機軌道の最適化

助教授	山川 宏
-----	------

磁気プラズマセイルやソーラーセイル探査機を想定して反太陽方向に加速される探査機の軌道解析を行った。変分法を用いることで、推力のオンオフをくり返すことにより太陽系脱出軌道が可能なことを示した。

II-2-g-47

地球－火星サイクラーに関する研究

総合研究大学院大学・院生	森本睦子	助教授	山川 宏	教 授	上杉邦憲
--------------	------	-----	------	-----	------

惑星にランデブーすることなく一定の時間周期で同じ惑星に繰り返し会合することができるサイクラー軌道の基礎研究を行った。Hill の方程式をもとに、最適軌道を定式化した。

II-2-g-48

推力方向に制約のある場合の惑星間軌道に関する研究

総合研究大学院大学・院生 森本睦子 助教授 山川 宏 教授 上杉邦憲

推力方向が半径方向からある一定の角度に制限される場合の惑星間軌道について検討を行い、推力・電力比と推力方向制約角度をパラメタとして、太陽系内の到達可能な惑星の範囲について調べた。

II-2-g-49

ラグランジュ点を利用した惑星間軌道に関する研究

総合研究大学院大学・院生 中宮賢樹 助教授 山川 宏

太陽－惑星－探査機の3体問題におけるラグランジュ点を利用して、低エネルギーで惑星間移行を実現する軌道の研究に着手した。

II-2-g-50

M-V ロケット用の高層風予測システムの確立

助教授 山川 宏 助教授 小川博之 技術職員 周東三和子
助 手 野中 聡 助教授 石井信明 技術職員 感応寺治城

M-V ではオペレーション上の制約から打上げ時の高層風を予測して、約1日前に姿勢プログラムを設計する必要がある。そこで、高度32km以下は気象庁数値予報課の予報データを、高度32kmから50kmまではイギリスの気象局の観測データを時間的空間的に補間して鹿児島における高層風を予報するシステムを構築した。

II-2-g-51

M-V ロケットにおける風プロファイルを考慮した姿勢プログラムの最適化

助教授 山川 宏 助教授 小川博之 助 手 野中 聡

M-V ロケットの第1, 2段の上昇軌道は、空力荷重制約の観点よりノミナルな風モデルを想定したときの迎え角ゼロのパスを標準としている。本研究では、打ち上げ当日の風の変化に対して、姿勢プログラムを変更することで迎角を一定の値以下に保ったまま、第1段燃焼終了時のロケットの終端条件を合わせる可能性について検討した。迎え角の積分値を評価関数、姿勢プログラムを制御変数とした非線形計画問題を解くことにより、典型的なウインドシアに対しては前記目的を実現できることを確認し、実際のM-V ロケットのフライトに適用し、方法が妥当であることが確認された。

II-2-g-52

M-V ロケットの誘導論理の研究

助教授 山川 宏 教授 川口淳一郎 技術職員 前田行雄
助教授 石井信明 助 手 野中 聡

M-V ロケット各号機の各段に対応した誘導論理を、ロケット姿勢制御系の制御誤差、推進性能の誤差、投入後の衛星に課せられる軌道制御量等を考慮して検討した。また、精測レーダのアンテナ角、レンジデータから軌道推定する際のカルマンフィルタについても、生データのノイズ特性を考慮して検討した。

II-2-g-53

観測ロケットの風補正

助 手 野中 聡 助教授 石井信明 技術職員 前田行雄
助教授 山川 宏 助教授 小川博之 技術職員 感応寺治城

観測ロケットの目的に応じた風補正の方法について検討を行った。従来の風補正の主目的は落下点位置分散の低減であり、ある秒時での速度方向がノミナルと一致するように、ランチャー角の方位角／上下角を設定している

(感度係数法)．また感度係数にはよらずに直接，3次元6自由度シミュレーションプログラムを収束計算させる方法も確認した(収束計算法)．

II-2-g-54

小型垂直離着陸式ロケット実験機の航法誘導制御系の研究

助 手	野中 聡	教 授	稲谷芳文	技術職員	橋本保成
助教授	小川博之	助 手	成尾芳博		
助教授	山川 宏	技術職員	志田真樹		

将来型の宇宙輸送システム研究の一環として，液体水素を燃料とする小型のロケットエンジンを用いた繰り返し飛行を行う小型の実験機を作って，効率的な再使用性やロケットエンジンによる地上への帰還のための飛行方法の研究を行っている．本研究では，そのIMU，レーザ高度計，RTK (Real-Time Kinematics) GPSを用いた航法系，最適制御に基づいた誘導則，エンジン推力制御とRCSによる姿勢制御系の検討を行っている．また，より高い飛行の安全性と信頼性を目指して，GPS測位に機体姿勢を反映させることやより複雑な飛行に対応するための誘導フェイズ数の増加，誘導目標を絶対位置に変更，新しい着陸時減速ロジックなどのソフトウェア的な改修を行った．またこれまでの飛行実験結果を反映して，異常検知時の緊急着陸モードへの切り替え判定についても見直した．

II-2-g-55

磁気プラズマセイルに関する基礎研究(戦略的開発研究費(先進的理工学実験分野))

助教授	山川 宏	防衛大学校・講師	中山宜典	筑波大学大学院生	南 翼
助教授	船木一幸	静岡大学・助手	大津広敬	筑波大学大学院	小嶋秀典
総研本部	藤田和央	九州大学・教授	中島秀紀	東京大学大学院生	西田浩之
助教授	小川博之	東京農工大・教授	都木恭一郎	総合研究大学院生	森本睦子
助 手	野中 聡	東京大学・助教授	鈴木宏二郎	東京大学大学院生	秋田大輔
助教授	澤井秀次郎	東海大学・教授	堀澤秀之	九州大学大学院生	市川史紘
助教授	國中 均	高エネ研・助手	木村誠宏	静岡大学大学院生	永田靖典
助教授	篠原 育	筑波大学大学院生	朝日龍介		

磁気プラズマセイルは，探査機周辺に巨大な磁気プラズマ帆を生成し，これと太陽風の相互作用により探査機の推進力を得ようとする推進システムである．従来より，直径100km程度の巨大電磁石により巨大なダイポール磁場を発生させ，太陽風プラズマにより発生する誘導磁場とダイポール磁場の相互作用から推進力を得ようとする磁気セイルのアイデアは存在していたが，その巨大さゆえ実現が困難とされてきた．近年，ワシントン大学の研究グループにより，高ベータプラズマ噴射により探査機周りの小規模ダイポール磁場を展開して巨大磁場を形成する(磁場インフレーション)という概念が提案され，太陽風を利用した推進システムが再び脚光を浴びている．本研究では，磁気セイルをプラズマ源と同時に運用して推進効率を高める磁気プラズマセイル(Magneto Plasma Sail)の実現を目指して研究を進めてきており，平成16年度に次のような成果が得られている．

- 1) 電磁流体シミュレーションならびにプラズマ粒子シミュレーションによって，磁気セイルの推力発生メカニズムを解明した．また，有効磁場直径が数kmの小型磁気セイルの実現可能性を示した(従来から提唱されている磁気セイルでは，直径数百kmの宇宙機コイルが必要であった)．この小型磁気セイルのサブスケール地上実験を実施している．
- 2) 電磁流体シミュレーションによって，宇宙機の磁場をプラズマ噴射によって効率的に展開する方法を検討した．プラズマ噴射方法を工夫することで100mN/kWを超える大きな推力/電力比を実現できる可能性があり，太陽系内外の探査を短期間に実現する推進システムとして有望である．今後は磁気プラズマセイル全系の大規模プラズマ解析を進めると共に，磁気プラズマセイルを実現するための技術要素の開発を行う．

II-2-g-56

垂直離着陸型ロケット着陸時空力特性の研究

助 手	野中 聡	教 授	稲谷芳文
助教授	小川博之	農工大・学生	渡邊浩司

垂直離着陸型ロケットの着陸時の逆噴射ジェットと主流との干渉が空力特性に与える影響について研究を行った。宇宙科学研究本部の惑星環境風洞による風洞試験で力計測および圧力計測をおこない、逆噴射ジェット／主流干渉が機体の空力特性に与える影響を定量的に明らかにした。また、得られた空力特性を用いて着陸時の飛行シミュレーションを行い、燃料消費量、機体重量の検討を行った。

II-2-g-57

ノーズエントリー方式垂直離着陸型ロケットの帰還飛行に関する研究

助 手	野中 聡	教 授	稲谷芳文
助教授	小川博之	農工大・学生	南 原

ノーズエントリー方式の垂直離着陸型ロケットの帰還方法に関する検討を行った。帰還時の機体姿勢反転からエンジン再着火にいたる過程を風洞試験により得られた空力特性を用いて飛行シミュレーションを行った。風洞試験は宇宙科学研究本部の惑星環境風洞で行い、力計測および圧力計測を行うことで機体スケールモデルの180度周り空力特性を取得した。

II-2-g-58

PIV 法による低速風洞における非定常流れ場の可視化に関する研究

助 手	野中 聡	教 授	稲谷芳文	総合技術研究本部	加藤裕之
助教授	小川博之	総合技術研究本部	渡辺重哉	農工大・学生	渡邊浩司

PIV (Particle Image Velocimetry) 法を用いた非定常流れ場の可視化を行い、垂直離着陸型ロケットの着陸時における逆噴射ジェットと主流の干渉、およびノーズエントリー方式で帰還する際の大迎角機体まわりの速度分布の計測を行った。実験は総研本部の低速風洞で行った。速度分布の計測により複雑な非定常流れ場の構造が明らかになった。

II-2-g-59

遷音速風洞における再使用観測ロケットの空力特性に関する研究

助 手	野中 聡	助教授	小川博之	教 授	稲谷芳文
-----	------	-----	------	-----	------

宇宙科学研究本部の遷音速風洞において再使用観測ロケットのスケールモデルを用いて力計測試験を行い、再使用観測ロケットのシステム検討に必要な空力特性を取得した。得られた空力特性を用いて軌道解析を行い、飛行能力の評価および機体規模や燃料消費量の検討を行い、機体システムの概念設計を行った。

II-2-g-60

ノーズエントリー型再使用ロケットの気球実験に関するシステム検討

助 手	野中 聡	助教授	小川博之	教 授	稲谷芳文
-----	------	-----	------	-----	------

再使用型観測ロケット実験機のスケールモデルを使用した気球による飛翔試験に向け、そのシステム検討を行った。気球実験では高度約10km から機体を切り離し、ノーズエントリーによる滑空飛翔の後、機首の引き起こしおよび姿勢反転マニューバを行う。風洞試験により得られた空力特性を用いた軌道解析および実験に使用する試験機体のシステムについての検討を行った。

II-2-g-61

観測ロケット (S-310) の空力飛行特性に関する研究

助 手	野中 聡	助教授	石井信明
助教授	小川博之	教 授	稲谷芳文

観測ロケット S-310の飛翔性能についての評価を行った。S-310-34号機では機体後部に2台の搭載カメラを取り付けたため、カメラカバーおよび耐熱のためのコルクによる空力特性および飛翔性能について検討した。また S-310-35号機では頭胴部分離後のモータ部と頭胴部の衝突の可能性について運動解析による検討を行った。

II-2-g-62

M-V 型ロケットの空力・耐熱に関する研究

助 手	野中 聡	助教授	小川博之	教 授	稲谷芳文
-----	------	-----	------	-----	------

M-V 型ロケットの空力・耐熱についての検討を行った。M-V-5号機では1/2段接手部で予測を上回る空力加熱が計測された。これについて原因究明のための解析検討を行い、SMSJ 後流の1/2段接手部への流れ込みが原因であることを明らかにした。この空力加熱を M-V-6号機の1/2段接手部耐熱仕様に反映した。

II-2-g-63

再使用ロケット実験機 (RVT) ターボポンプ化に伴う機体システム検討

助 手	野中 聡	助教授	小川博之
助 手	成尾芳博	教 授	稲谷芳文

再使用ロケット実験機のターボポンプ化に伴う機体システムの評価を行った。ターボポンプ化による機体システムの重量評価および飛翔性能についての検討を行い、システムとしての成立性について評価を行った。

II-2-g-64

再使用ロケット実験機 (RVT) ターボポンプ単体試験における計測項目検討および試験架台設計

助 手	野中 聡	技術職員	八木下剛
助 手	成尾芳博	教 授	稲谷芳文

再使用ロケット実験機ターボポンプ単体試験の計測項目および試験用架台について設計・検討を行った。ターボポンプの性能評価のために必要な計測項目および計測レンジ・計測用センサーの検討・選定、さらに試験時の緊急停止用の計測項目の選定およびそのレベルの設定を行った。また、ターボポンプを機体に搭載する際のことを考慮して、燃焼器を模擬する形状のターボポンプ据付架台を設計した。

II-2-g-65

固体ロケットプルームによる電波干渉に関する研究

助教授	小川博之	助教授	船木一幸	技術職員	太刀川純孝
-----	------	-----	------	------	-------

固体ロケットプルームによる電波干渉の物理現象の解明と、それを精度良く予測するための研究を行っている。今年度は種子島で実施された H-II A ロケット固体ロケットブースタ (SRB-A) コニカル型ノズル実機大モータ燃焼試験 (7月7日実施)、バル型ノズル実機大モータデータ取得試験 (9月16日実施)、改良型認定型モータ地上燃焼試験 (その1) (11月9日実施)、改良型認定型モータ地上燃焼試験 (その2) (17年1月12日実施) において、モータプルームによる電波干渉のデータを取得した。

II-2-g-66

観測ロケット S-310-34号機のカメラカバーおよび S バンドアンテナの空力加熱解析と熱設計解析

助教授	小川博之	助 手	野中 聡
-----	------	-----	------

観測ロケット S-310-34号機の尾翼筒搭載カメラカバーおよび S バンドアンテナは高い空力加熱環境に晒され

る．これらについて空力加熱解析を実施し，機器が飛行中に適正な温度が保たれるように熱設計解析を行った．

II-2-g-67

観測ロケット S-310-35号機の S バンドアンテナの空力加熱解析と熱設計解析

助教授 小川博之 助 手 野中 聡

観測ロケット S-310-35号機の S バンドアンテナは高い空力加熱環境に晒される．これらについて空力加熱解析を実施し，機器が飛行中に適正な温度が保たれるように熱設計解析を行った．

II-2-g-68

M-V ロケット 6 号機の飛行安全解析・検討

助教授 小川博之 助教授 森田泰弘

M-V ロケット 6 号機について，飛行安全解析（打ち上げ時射場内残留人員に対する危険度解析，海上船舶への落下確率解析，島嶼・大陸への落下確率解析，M 管制室耐性解析，故障確率解析，信頼性解析）を実施した．

II-2-g-69

完全再使用観測ロケットのシステム検討

助教授 小川博之 助 手 成尾芳博

助 手 野中 聡 教 授 稲谷芳文

再使用宇宙輸送システム研究の第 1 段階として，将来型のシステムが持つべき最低限の要件である「再使用性」を付与した観測ロケット実験機を短期間で開発し，観測ロケットとして実際に航空機と同様の繰り返し運用をすることにより，宇宙輸送システムの完全再使用化に向けた総合的基盤の形成とさらに次の研究開発を加速することを提案している．再使用観測ロケット実験機の仕様として，到達高度100km，ペイロード100kg，1 フェールオペラティブ（1 故障許容）等を仮定し，システム検討を行った．

II-2-g-70

内惑星熱環境試験装置の開発

助教授 小川博之 助教授 早川 基 助 手 大西 晃

助教授 山川 宏 助教授 笠羽康正

教 授 向井利典 助教授 橋本正之

内惑星軌道の厳しい外部熱環境を模擬する内惑星熱環境シミュレータの開発を行い，平成17年3月に相模原キャンパス飛行体機能試験棟スペースチャンバ室に設置した．供試体は $\phi 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ の液体窒素冷却のシュラウドをもった真空容器に設置され，真空容器外に設置された模擬太陽光発生装置により真空容器中の $\phi 250\text{ mm}$ の面積に，最大11solarの模擬太陽光を入射し試験できる．探査機表面材料や観測機器の材料試験・熱平衡試験に用いられる．

II-2-g-71

「BepiColombo」計画における水星磁気圏探査機の熱設計

助教授 小川博之 教 授 向井利典 助教授 笠羽康正

助教授 山川 宏 助教授 早川 基

ESA のコーナストーンミッション：「BepiColombo」国際水星探査計画において，宇宙研が担当する水星磁気圏探査機の熱設計を行っている．今年度は，各サブシステムで作成されたサブシステム熱数学モデルをシステム熱数学モデルに結合し，より詳細な熱解析を行った．また ESA 側の探査機との熱的インターフェースについての熱設計解析を行った．

II-2-g-72

Magsail の推力発生機構の解明

東大工学部・大学院生	西田浩之	助教授	船木一幸	教授	稲谷芳文
	助教授 小川博之	総合技術研究本部 主任研究員	藤田和央		

太陽から流出している高速プラズマ流である太陽風の運動量を、探査機で発生した磁場によって受ける「Magsail」の推力発生機構：太陽風の運動量が探査機の推進力に変換されるメカニズムを、電磁流体解析を行って解明した。

II-2-g-73

再使用ロケット実験機「RVT」の地上操作・運用

助教授	小川博之	助手	野中 聡	教授	稲谷芳文
助手	徳留真一郎	助手	成尾芳博		

再使用ロケット実験の目的の一つに地上運用の効率化・簡素化がある。RVT 実験において地上オペレーションを実践することにより、将来型の完全再使用宇宙輸送システムの効率的運用の実験的研究を行っている。

II-2-g-74

気球を利用したエアブリーザ実験機のシステム検討

教授	山上隆正	助教授	橋本樹明	助手	羽生宏人
助教授	澤井秀次郎	助手	井筒直樹	技術職員	並木道義
助教授	佐藤哲也	助手	小林弘明	技術職員	本郷素行
助教授	坪井伸幸	助手	竹内伸介	客員教授	上野誠也
助教授	齋藤芳隆	助手	藤田和央		

主に将来のスペースプレーンへの適用を目指し、液体水素を燃料とした極超音速ターボジェットエンジンの開発が行われている。本検討では、そのエンジン開発に必要な飛行実験機を、気球を利用して飛翔させることを検討し、概念設計を実施した。

II-2-g-75

気球を利用した微小重力実験機の機体システム検討

教授	山上隆正	助教授	齋藤芳隆	助手	竹内伸介
助教授	石井信明	助教授	石川毅彦	助手	藤田和央
助教授	橋本樹明	助教授	稲富裕光	技術職員	並木道義
助教授	澤井秀次郎	助手	小林弘明	客員教授	上野誠也
助教授	坪井伸幸	助手	坂井真一郎		

高々度気球からの自由落下を利用し、微小重力実験を実施する計画が進められている。本検討では、その計画のうち、落下する機体システムの検討を実施した。この機体システムでは、微小重力実験部は、機体から浮いた状態の中子に納められ、機体は、中子との距離を一定に保つようにコールドガスジェットスラストにより制御される。このことによって、中子に搭載される微小重力実験の供試体は、ほぼ完全な自由落下を達成できる。本検討では、機体サイジング、搭載機器選定・開発、制御系設計、構造設計、パラシュート系予備検討、等を実施した。

II-2-g-76

気球微小重力実験機用コールドガスジェットスラスト地上試験装置の開発

助教授	橋本樹明	助手	小林弘明	助手	藤田和央
助教授	澤井秀次郎	助手	坂井真一郎	客員教授	上野誠也

高々度気球からの自由落下を利用し、微小重力実験を実施する計画が進められている。本検討では、その計画の

うち、搭載されるコールドガスジェットスラストの地上試験装置を開発した。この装置を利用することで、ガス噴出量をピストン移動量として正確に計測することが可能であり、従来用いられてきたような質量計測やガス圧計測に比べて高い精度で、ガス消費量の実測が可能となった。

II-2-g-77

小型月探査機のシステム設計

教 授	齋藤宏文	助教授	澤井秀次郎	助 手	坂井真一郎
助教授	橋本樹明	助教授	山川 宏	助 手	三田 信
助教授	水野貴秀	助教授	曾根理嗣		
助教授	久保田孝	助 手	福田盛介		

将来の月惑星探査に必須の技術のうちのひとつに、地表面への着陸技術がある。素早く効率的に、この技術を習得するため、ビギーバックレベルの小型探査機により、開発した技術のフライト実証を行うことができないか、システム検討を進めている。これが可能となれば、重量リソースが厳しい、水星や外惑星の衛星への本格的な着陸ミッションも視野に入ってくる。ここでは、着陸技術のうち、特に、世界的にもユニークな「降りたいところに降りる」というピンポイント着陸を目指した技術に着目し、その実証手段となるような機体システムを目指している。

II-2-g-78

月探査ミッションの軌道計画の研究

助 手 川勝康弘

月探査ミッションを実現するうえで必要となる様々なフェーズの軌道計画（月遷移軌道、月周回軌道、月着陸軌道、等）について研究をすすめている。2004年度は、地球周回軌道から月周回軌道に至る月遷移軌道について詳細解析をおこなった。軌道計画問題を定義し、解空間の構造を解析、月遷移シーケンスによる解の分類を明らかにした。その上で、月遷移シーケンスや、打上日による解の特性の違いを明らかにし、また様々な設計パラメータの変移に対する解の特性の感度を明らかにした。

II-2-g-79

赤外線位置天文観測探査機（JASMINE）の探査機システムの研究

助 手	川勝康弘	国立天文台	郷田直輝	京大・理	山田良透
助教授	松原英雄	国立天文台	矢野太平	総合技術研究本部	野田篤司

赤外線位置天文観測探査機 JASMINE は、天の川面領域の約 1 億個の星を対象に近赤外線（z-band、波長 $0.9\mu\text{m}$ ）によるアストロメトリ（位置天文）観測をおこない、その天球上での位置、年周視差、固有運動を10マイクロ秒角の精度で測定することを目標とした計画であり、その探査機システムについての研究をすすめている。2004年度は、従来のベースライン案に対し、ミッションの実現可能性を向上させるための代替案（Alternative Option）について検討をおこなった。ベースライン案においてシステム設計の観点から好ましくないと考えられる「ラグランジュ点（L2）での運用」「直径1.5mの主鏡」を対象に、それを回避する方法として「ビーム混合鏡のなす角（ベーシックアングル）の測定」「ベーシックアングル変動下の星位置決定」「1つの観測方向による星位置決定」「小円観測」について検討をすすめた。代替案の有効性・実現可能性については引き続き議論をすすめている。

II-2-g-80

次期小天体探査計画のミッションデザインの研究

助 手	川勝康弘	助 手	矢野 創	教 授	藤原 顯
助教授	山川 宏	助 手	森 治		
助 手	安部正真	助 手	吉光徹雄		

2010年代前半の打ち上げを想定した小天体探査計画のミッション検討がすすめられている。小天体探査のよう

に、天体との接近（フライバイやランデブー）が必要となるミッションにおいては、「いつ、どの天体を、どのように探査するか」というミッション構想を組み立てることがミッション検討の出発点であり、科学的意義と軌道力学的実現性を調和したミッション構想の研究をすすめている。2004年度は、以下の3点について検討をすすめた。第1はサイエンス面からのミッションの絞込みであり、サイエンスの観点から探査天体や探査方法についてプライオリティづけをおこなった。第2は軌道計画による実現可能性の評価であり、マルチフライバイ探査の評価、詳細軌道設計による探査機システム設計との結び付け、探査シーケンスの大域的検討をおこなった。第3はミッション候補の検討であり、上述の検討結果をもとに具体的なミッション候補を設定し、それらの対比評価をおこなった。

II-2-g-81

超小型探査機（インタセプタ）による地球接近小惑星探査の研究

助 手 川勝康弘 助 手 津田雄一
助 手 森 治 教 授 川口淳一郎

10kg級の超小型探査機（インタセプタ）による地球接近小惑星探査の研究をすすめている。インタセプタは10kg級の自律・自己完結型探査機であり、CCDカメラによる撮像ミッションが可能で、探査対象天体への画像航法・誘導のほか、制御（スピン）、電力供給、通信等の機能を有する。軌道制御用の推進系も搭載しているが、大きな軌道制御能力はもっておらず、探査対象天体までは何らかの別手段を用いて到達させる必要がある。2004年度は、インタセプタの探査機システムについて、機能・性能要求、機器構成等についての基礎検討をすすめた。並行して、インタセプタを用いたミッション構想の検討をすすめ、うち2例（静止トランスファー軌道打上への相乗りミッション、小型打上機体を用いた複数インタセプタ同時投入ミッション）について、詳細な検討をおこなった。

II-2-g-82

深宇宙探査用軌道間輸送機（OTV）の研究

助 手 川勝康弘

深宇宙探査において打上後の軌道間輸送を専用に担う輸送システム、深宇宙探査用軌道間輸送機（OTV）についての研究をすすめている。基本的なコンセプトは、深宇宙探査ミッションに必要な2つの機能、すなわち「目的地への移動」と「目的地での探査活動」を実現するシステムを分けるということであり、これにより「目的地での探査活動」を担う探査機については探査活動に最適化された設計が可能になり、また「目的地への移動」を担うOTVについては、シリーズ化により設計の成熟やコスト低減が可能になる。2004年度は、深宇宙探査用OTVの基本コンセプトを整理し、基本的な機能・性能要求の検討をすすめた。またいくつかの具体的な深宇宙探査ミッションを設定し、深宇宙探査用OTVを適用するとした場合のOTVのサイジングの検討をおこなった。

h. 宇宙輸送工学研究系

II-2-h-1

ロバスト制御理論の実システムへの応用についての研究

教 授 川口淳一郎 教 授 森田泰弘

ロバスト制御理論の実システムへの応用について継続的に研究を行っている。具体的には、M-Vロケットの姿勢制御を例題に、H無限大制御理論と μ 制御理論をロケット制御系の設計に用いるための方法論を構築している。2004年度は、M-V-6号機第2段制御則の設計にこれを適用し制御器パラメータを確定するとともに、その有効性を安定解析、数値シミュレーション、および、モーションテーブル試験により実証した。