

研究課題

※期間・研究費は上限

番号	分野	研究課題名	期間 (か月)	研究費 (万円)
A 課題解決型研究				
(01)	IV. 共通技術	超小型 3 次元蛍光顕微鏡デバイスの開発	24	8,000
(02)	IV. 共通技術	小動物の自動実験を実現する超小型インプラントブル生体制御システムの開発	36	8,000
B アイデア型研究				
(03)	I. 広域未踏峰	環境認識のための少量データ向け深層学習	12	500
(04)	I. 広域未踏峰	高機能な羽ばたき飛行ロボットの研究開発	12	500
(05)	I. 広域未踏峰	宇宙利用を目的とした超高分解能小型質量分析装置の開発	12	1,000
(06)	II. 自動・自律型	オフロード車両の走行挙動予測技術	12	800
(07)	II. 自動・自律型	遠隔無人測量システム ※	12	500
(08)	III. 地産地消型	現地材料の造形原料としての適用化技術	12	500
(09)	III. 地産地消型	パッシブな推薬生成技術	12	500
(10)	IV. 共通技術	低温環境、低温流体用迅速流体継手	12	1,000
(11)	IV. 共通技術	透明超硬膜の研究開発	12	500
(12)	IV. 共通技術	フレキシブル低コスト太陽電池シート	12	500
(13)	V. 惑星保護技術	小型化を見据えた微生物・ウイルス・生命の存在指標の除去技術、もしくは、高感度検出技術	12	500
(14)	VI. 有人支援ロボット	有人宇宙拠点における物品管理効率化・自動化技術	12	500
C チャレンジ研究				
(15)	—	TansaX チャレンジ研究	12	300

【共通する留意事項】

- ・ 1つの研究課題において複数の構成要素が示されている場合、特に記載されている場合を除き、そのうちいずれかの要素を満たす提案でも構いません。
- ・ 課題解決型は地上における事業化構想も明確にしてご提案ください。
- ・ 過去の RFP にて採択された研究テーマとの組み合わせによる事業化構想をもった提案も期待します。
- ・ 1つの研究課題に対して複数の研究提案を採択することがあります。また、採択がないこともあります。
- ・ 研究提案の内容に応じて、研究費額を調整することがあります。

- ・採択内定後、JAXA と研究体制を構築していただきます。このとき、JAXA より体制を提案することがあります。
- ・課題解決型の研究では、年度毎に研究進捗について評価を行い、研究継続の可否を決定します。また、年度評価や最終評価における評価結果によっては、当初の研究実施計画・研究期間にかかわらず、JAXA が研究実施計画の見直しや中止、延長等を判断することがあります。
- ・研究に際し、必要に応じて JAXA の研究設備を利用することができます。

※第7回研究提案募集（RFP）において同名課題の募集をいたしましたが、ご提案をいただくことができなかったため、研究課題を見直し改めて募集させていただきます。

A 課題解決型研究



IV. 共通技術

研究課題(01)「超小型3次元蛍光顕微鏡デバイスの開発」

【課題概要】

<背景>

光学顕微鏡は、微細な構造や分子とそれらの時空間的な変化を捉える最良の手段です。とりわけ、生命科学分野において、蛍光物質を利用した“蛍光法”と単一焦点面のみ情報を連続抽出し、微細構造を再構成する“共焦点法”は、生きた細胞の中で起こる現象をリアルタイムに3次元的に観察する“ライブイメージング法”として近年顕著に発展しています。JAXA においては、国際宇宙ステーション(ISS)「きぼう」実験棟で用いる共焦点蛍光顕微鏡(Confocal Space Microscopy: COSMIC)を開発しており、細胞内の蛍光タンパク質のライブイメージングによって宇宙環境下における細胞レベルでの生命現象を捉えることに成功しています。

地上では、3次元蛍光顕微鏡の利用範囲は広く、再生医療・細胞治療における臓器製造や細胞の品質管理、血液検査や病理検査などの診断医療、食品や飲料水中の微生物の検出が上げられますが、これらは、地球低軌道(ISS)、月周回軌道(Gateway)、月・火星探査において宇宙飛行士や居住者の健康管理に直接つながる技術です。

<技術的障壁>

既存の3次元蛍光顕微鏡は、高い時空間分解能をもつため試料の詳細な情報を得ることができる一方で、装置としての構造や機構が複雑であり、寸法・質量が”重厚長大”であるため打上リソースの観点から宇宙機への搭載性が低いことが課題です。この課題解決には、光学顕微鏡の小型化が必要ですが、技術的に非常に難しいものです。この理由として、広く普及し高い性能をもつ複式レンズ方式の光学顕微鏡は、結像系・観察系・照明系が複雑で、各光学系を高度に電子制御しているため制御系にも高い性能が必要であり、このため部品点数が増え、これが小型化の大きな障壁になっているからです。

<目的>

本研究課題の目的は、既存の3次元蛍光顕微鏡の短所である構造や機構の複雑さを解消し、蛍光と立体的な観察ができ、また、打上リソースの削減を可能にすることであり、上記の課題解決に資する超小型蛍光3次元顕微鏡デバイス技術の提案を求めます。

<適用イメージ>

超小型3次元蛍光顕微鏡デバイスの宇宙での適用イメージは、再生医療における微小重力環境を利用した臓器製造、再生水等の飲料水中の微生物叢や微粒子等のモニ

タリング、健康診断・検査等の宇宙飛行士・居住者の健康管理、月・火星で地産地消に伴う食料生産・加工での食品の衛生管理、月・火星探査での鉱物資源・微生物調査、また、宇宙環境下での科学利用で、例えば、無人のマイクロラボラトリの構築等が挙げられます。直近では、JAXAは、ISSでの細胞培養の自動化に取り組んでおり、軌道上でリアルタイムに細胞の状態をモニタリングするために、超小型蛍光3次元顕微鏡デバイスが求められています。

宇宙で利用可能な超小型蛍光3次元顕微鏡デバイスは、地上の実験室での日常的なラボワークや病院での病理検査、細胞製剤や半導体の製造現場での品質検査、フローサイトメーターや次世代シーケンサー等のライフサイエンス解析装置への組み込み、僻地や北極・南極・深海などの極限環境での科学調査など多様な用途で利活用でき、デュアルユーティライゼーションが期待されます。

【研究目標】

- MEMSプロセス等の半導体加工技術を用いて、光学系をもたないことで小型化可能であり、世界的にはまだ実現していない多波長蛍光観察と焦点調節が同時に可能なレンズフリー3次元蛍光顕微鏡デバイスの開発を目指します。
- ISS、Gateway、月・火星探査等で利用可能で宇宙機に搭載が容易な超小型3次元蛍光顕微鏡デバイスの要求仕様の設定、それに基づく概念設計、試作を行います。
- 以下の特性を満たすデバイス開発を目指します。
 1. 顕微観察（分解能：2 μm 以下、FOV(Field Of View、実視野)：7 mm²以上）できることとします。
 2. 観察方式として、多波長蛍光観察（可視光域(390 nm～770 nm)、紫外・赤外が検出できて良い）及び3次元（焦点深度調整）ができることとします。
 3. 励起光光源、蛍光試料、撮像素子等を結ぶ光学経路の総距離が200mm以下であることとします。
 4. 寸法は、90mm×130mm×50mm以下であることとします。
- ISSを利用した宇宙環境での技術実証を念頭に環境耐性（振動、放射線、温度、湿度等）、インタフェース要求（電力・電磁適合性・リソース等）をJAXAと共同で検討します。

【研究資金／期間】

総額 8,000 万円以下／最長 24 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

- 要求仕様は、ユーザーニーズを踏まえて JAXA と共同で詳細化することとします。

A 課題解決型研究



IV. 共通技術

研究課題(02)「小動物の自動実験を実現する超小型インプラントブル 生体制御システムの開発」

【課題概要】

動物の実験自動化を実現することを目指して、生体情報のセンシング、光制御を用いた生体摂動を合わせて行うことが可能な、超小型インプラントブルデバイスを開発し、同デバイスを用いて実験自動化を目指した生体制御システムの開発を行います。これにより、人間が現場にいなくても研究開発が可能な動物実験自動化の実現に向けたブレークスルーを目指すとともに、動物実験自動化に向けた国際標準規格化を目指します。動物実験自動化の道を開拓し、日本から次世代の生命科学のスタンダードを生み出すことを目指すものであり、動物実験自動化に関与するシステムの共通化・標準化を確立します。本研究開発に基づき、動物実験用の技術規格を公表して多くの機器メーカーが規格に沿ったデバイス・システムを提供し、今後の動物実験自動化が加速的に進展することを目指します。本デバイスの実現により、治療分野、製薬開発などの研究開発分野、そして宇宙における小動物実験に幅広く役立つことを期待します。

本研究課題で開発するセンサーは、生体情報を非侵襲的かつ精緻に記録し、バイタルサインと呼ばれる体温、心拍数、呼吸数や行動を定量化できる経時的加速度情報の記録に対応したものを目標とします。また、動物に必要な最小限の侵襲にて摂動を加え、この摂動により薬物投与や感覚刺激などを模擬した試験を行います。生体情報の記録と動物の摂動の両機能を統合的に制御可能なシステムの開発を目指します。

将来の宇宙における小動物を用いた実験においては、打ち上げ前の実験準備後に、小動物に対する追加の作業を行うことは困難です。このような環境下では、従来の一次電池を用いたセンサーの使用には限界があることから、本研究課題で開発するセンサーは、宇宙での実験に有効であり、宇宙実験における標準化も目標の一つとします。

【研究目標】

超小型インプラントブル生体制御システムに関わります。

1. 超小型無線給電・無線通信モジュールの実現
2. 超小型生体情報無線センシングシステム開発(体温、加速度)
3. 超小型光照射システムの開発

第8回研究提案募集（RFP）

広く小動物実験に適用できる、埋め込み型のセンサー/制御システムの開発を行います。また、開発したセンサーデバイスを用いて、実際に生物学的な研究開発に適用し、有意な科学成果を得られることをデモンストレーションすることも期待します。これは将来の事業化に向けた活動の一環ともなるものです。

本研究課題で目標となる超小型インプラントブル生体制御システムで用いるインプラントデバイスは以下の仕様を満たすものとします。

- マウスなどの小型動物に4週間以上インプラントした状態で動物に障害を与えないこと
- 皮下、腹腔、胸腔、脳、尾などの様々な部位にインプラントできること
- 通信していない期間においても、一定期間は継続的なセンシング・光照射等の動作を継続でき、その間のデータ等は通信再開時に送受信できること
- 総重量が 500 mg 以下であること
- 生体温度を 0 - 45°Cの範囲で検出可能であること（測定精度 0.1°C）
- 心拍数・呼吸数・動きを加速度情報から検出できること
- 任意のタイミングで光照射が可能であること
- 個別 ID を有し単一の実験環境において複数のセンサーデバイスを使用できること
- インプラント先の動物に危害が加わるような温度に達した場合にはデバイスがスリープすること

【研究資金／期間】

総額 8,000 万円以下／最長 36 か月以内

B アイデア型研究



I. 広域未踏峰探査技術

研究課題(03)「環境認識のための少量データ向け深層学習」

【課題概要】

- 探査機が搭載センサ(カメラやレーザーなど)をリアルタイムに解析しながら、月面や火星での安全な着陸や移動を妨げる物体や地形(クレータ、大きな岩石、急傾斜、影など)を避ける必要があります。
- 技術課題として、月面や火星などの環境認識(クレータ、岩石、急傾斜、影など)のための学習データ(認識対象画像)を事前にたくさん集めることが難しいです。
- 地上でも、学習データを集めづらい現場での自律移動ロボット/ドローンの環境認識技術開発が課題です。
- 本研究課題では、環境認識(クレータ、岩石、急傾斜、影など)のための少量データ向け深層学習(画像認識)を開発します。

【研究目標】

- CGシミュレータや他ドメイン(地上で用意した模擬環境)の大量学習データで事前に学習を行い、宇宙探査実験棟の少量学習データでファインチューニングをして画像認識性能を評価します。
- 認識対象はクレータ、岩石、急傾斜、影などであり、画像上の認識対象物体に矩形を囲む物体検出性能を評価します。

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

- ・本実験に使うカメラや学習データ作成や学習用計算機等は提案者が準備することとします。
- ・認識処理を行う計算機性能の制限は考慮しません。

B アイデア型研究



I. 広域未踏峰探査技術

研究課題(04)「高機能な羽ばたき飛行ロボットの研究開発」

【課題概要】

従来から研究開発が行われてきている羽ばたき飛行体は、主たる羽の運動自由度が1ないしこれに受動運動を加えたものであり、羽の駆動自由度が小さいものでした。これに対して、実際の生体では、多数対の羽駆動筋肉を有することが知られており、ストロークや迎え角のみならず、羽のキャンバ角まで制御していることが知られています。

羽ばたき飛行の工学応用において、羽駆動の自由度を増やすことで機動性や飛翔の巧みさを向上させ、狭小空間や壁面や突起物などにも離着陸可能な飛行体の実現を目指します。将来的には、機動性や滑空能力を活かし、火星探査における、ある程度広がりを持った搭載機器への応用を目指す基礎となることを期待します。

本研究課題では、飛行シミュレーションを行うとともに、原理実証モデルにおいて、シミュレーション結果の妥当性を立証するまでを目標とします。

【研究目標】

羽ばたき飛行体を目指した、自由度駆動機構の理論構築と要素モデルによる原理実証までを行います。具体的には以下を想定します。

- (ア) 流体・構造連成解析を活用した設計ツールの構築
- (イ) 2自由度駆動の基本手法の構築
- (ウ) 2自由度羽ばたき動作制御の実証評価

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

B アイデア型研究



I. 広域未踏峰探査技術

研究課題(05)「宇宙利用を目的とした超高分解能小型質量分析装置の開発」

【課題概要】

- 宇宙では超高分解能小型質量分析装置は、揮発性物質・液体・固体の物質分析に用いることが可能なため、深宇宙探査を含む惑星探査、月・火星の有人探査、ISSでの環境モニタリングなど、各種宇宙環境において、高いニーズがあります。高分解能を維持しつつ、小型化することで、宇宙機への搭載、ISSでの利用が可能となります。
- 地上では以下の(1)–(4)を含む多種多様な利用が想定されます。
 - (1) 環境分析: 保育園や病院といったセンシティブな環境における有害物質の測定、ホテルなど様々な人が利用する空間でのにおいやその原因に対する評価・対策。航空機・潜水艇などの閉鎖空間における空気質のモニタリング。
 - (2) 安全・危機管理: 空港、税関、警察などにおける違法薬物や爆発物などの危険物スクリーニング分析。
 - (3) 医療診断: ベッドサイドでの呼気や唾液、血液を対象とした病気のスクリーニング診断。
 - (4) 次世代エネルギー: 燃料電池に使用する水素ガスの品質チェック(超高純度水素が必要、不純物は触媒を劣化させる)

【研究目標】

質量分析装置は、揮発性物質の網羅的な分析、液体や固体の分析が可能なため、小型化することで、宇宙環境、地上での社会実装において、多様な利用が可能となります。ここでは、揮発性物質を対象とし、従来の小型四重極型質量分析装置より高い質量分解能(10000程度)を保持しつつ、質量分解能と測定範囲に影響を与えるイオン光学系を小型化した質量分析計を開発します。

質量分析装置であれば、揮発性物質の網羅的な分析が可能であり、さらには液体や固体の分析にも応用できるため、宇宙利用のみならず、地上での多様な社会実装が考えられます。

【研究資金／期間】

総額 1,000 万円以下／最長 12 か月以内

B アイデア型研究



II. 自動・自律型探査技術

研究課題(06)「オフロード車両の走行挙動予測技術」

【課題概要】

将来の月面探査や拠点建設において、月面に滞在する飛行士は少人数であるため、ローバや建設機械の多くは、遠隔かつ無人で運用されることが想定されます。オフロード不整地で作業車両を運用する上では、車両の振動、転倒リスク、スリップといった走行挙動を予測し、安全かつ効率的な運用を行うことが重要となります。しかしながら、急斜面や障害物がなく一見安全と思われる緩やかな地形であっても、車両が駆動力の不足により思わぬ高スリップを発生してしまったり、姿勢を崩して横転してしまったりする可能性があります。特に月面のような新しい路面環境では、走行挙動予測モデルを構築するための現地データが不足し、挙動予測が非常に困難という問題があります。

地上でも、土木建設や災害現場など作業車両のスリップなどの挙動を実際にその地形を走行させなくとも高精度で予測できると、作業車両の安全かつ効率的な運用に貢献できます。

そこで、現地の地形を走行して得られた少量の走行データと、過去に現地とは異なる複数の地質を走行させた走行経験から、機械学習を使って現地の未走行地形における走行挙動予測技術の開発を目指します。

【研究目標】

- 月面の地形(レゴリス)での走行を想定して、機械学習に必要な学習データ(路面の画像や3D点群、自車の姿勢やオドメトリ、車輪の回転量や速度など)を構築し、走行挙動予測モデルを構築します。
- 構築した走行挙動予測モデルを小型車両に搭載し、宇宙探査実験棟にてその性能を評価します。

【研究資金／期間】

総額 800 万円以下／最長 12 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

検証に使用する小型車両やセンサーおよび学習データ作成などは、原則として提案者が準備することとします。

B アイデア型研究



II. 自動・自律型探査技術

研究課題(07) 「遠隔無人測量システム」

【課題概要】

将来の月面拠点建設における施工では、建設機械の作業計画や出来高管理のために、施工領域の地形や構造物の位置・形状を把握する必要があります。そのため、対象領域の位置・形状を正確に取得し、可視化する測量技術が重要です。このような作業は、月面に滞在する飛行士が手動で行うのではなく、拠点建設に先立ち無人で効率的に行うことが求められます。

地上の土木・建設現場では、複数の作業者が測量機器を用いて、基準点測量や用地測量を行っています。また、近年、対象領域の俯瞰図や3次元情報を簡易に取得する方法として、カメラやレーザを搭載した無人航空機(ドローン)を用いた航空測量に関する研究が盛んです。しかし、ドローンを用いた測量は、上空視界を確保する必要があるため、市街地や森林地帯での使用は困難です。そのため、測量機器を用いた作業者による測量が未だに主流であり、測量の省人化、および効率化が課題となっています。

そこで、省人かつ効率的な測量を実現するために、遠隔かつ無人による測量システムの開発を目指します。

【研究目標】

- ・ 構造物や建設機械などに搭載して、現地に人がいない状況においても、遠隔かつ無人で運用可能な測量システムを構築します。
- ・ 構築する測量システムは、1度に数百m四方の領域を測量でき、複数地点での計測を行うことで、1地点からの計測に伴うオクルージョン(手前にある地形や岩石等の影に隠れて計測できない後ろの領域)を補間します。これによって数km四方の範囲を測量精度～数cmで測量できることを最終目標とし、本研究期間では、提案するシステムの実現性を検討します。
- ・ 1度の測量に必要な時間は最大1時間程度とし、3D解析ソフトなどを使用して、複数地点の計測データを重ね合わせて測量結果を可視化します。測量データの読み込み後、可視化までに必要な時間は、数十分程度とします。なお、測量領域について、航空写真などの詳細な事前情報はなく、基準地点に対する測量場所の位置および方位を特定できる機能を有することとします。
- ・ JAXA 相模原キャンパスの宇宙探査実験フィールド(400m²)等の砂地で構築するシス

第8回研究提案募集（RFP）

テムを用いた測量実験を行い、測量システムの有効性を検証します。

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

- ・ 既存技術の単純な応用や組み合わせによる、研究開発要素を含まない提案は対象外とします。
- ・ 月面拠点建設での測量を想定し、GNSS(全球衛星測位システム)に依存する提案、ドローンなどの航空機を使用する提案、またロボットなどが移動しながら地図を逐次更新する、SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)を用いた提案は対象外とします。
- ・ JAXA 相模原キャンパスの宇宙探査実験フィールド以外の検証場所は、原則として提案者が準備することとし、数百 m 四方程度の広域フィールドでの検証を期待します。

以上

B アイデア型研究



Ⅲ. 地産地消型探査技術

研究課題(08)「現地材料の造形原料としての適用化技術」

【課題概要】

- ・ 3D プリンティング等の造形技術の適用拡大は加速しており、近年では地上のみならず月や火星上の建設構造物への適用なども期待されています。
- ・ 構造物を建設する場合、輸送の負担を軽減するために、その場で入手できる材料を最大限に利用することが重要で、特に宇宙においては必須となります。また地上においても、より効率的な製品製造を可能とするために、供給原料の適用性の拡大が望まれます。
- ・ そこで本研究課題では、現地で入手した材料を造形用の供給原料として利用するための技術の開発を目指します。

【研究目標】

- ・ 本研究課題では、地上用途および宇宙用途の両方を対象に以下の作業を実施し、提案技術の実現性・有効性を確認することを目標とします。
 - 目的製品に要求される材料の性質（例えば強度や弾性など）、その製造過程における供給原料として備えるべき性質（例えば変形性や硬化時間など）とともに、それらの根拠を明らかにします。
 - 所要の性質を有する材料を得るために必要なリソース（ベース／補助材料、加工プロセス、所要エネルギーなど）の見積もりを行い、実現性と有効性の確認を行います。
 - 上記で明らかにした所要の性質が得られたことを示す検証データを取得します。なお、造形装置等を用いた試作品の性能評価は必須ではありません。

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

- ・ 目的製品（構造物や部品など）の種類や規模は限定しません。
- ・ 既存と異なる新しい造形方法を対象としても構いません。
- ・ ベースとなる現地材料は、想定される現地の天然資源のほか、地球から持ち込まれて不要になった物資などを対象とします。参考までに、宇宙機には下記に示すよ

第8回研究提案募集（RFP）

うな構造材が使われています(これらに限るということではありません)。
CFRP、CFRP アルミハニカムパネル、アルミ合金、アルミ・リチウム合金、チタン合金

B アイデア型研究



Ⅲ. 地産地消型探査技術

研究課題(09)「パッシブな推薬生成技術」

【課題概要】

月面活動の主要なものの一つに推薬生成があります。掘削し抽出した水からの推薬生成は電気分解による手法が専らですが、水電界装置等の地球からの輸送コストの削減また建設及び運用の簡便なシステムが達成できれば、結果的に投入リソースを少なくして推薬を得ることができます。

光触媒を利用した水分解は、太陽光からパッシブな状態で水素及び酸素を取り出すことができ、月面での推薬生成において上記課題を解決することが期待できるとともに、「グリーン水素」生成方法として水素社会における地上産業応用が期待できますが、太陽光エネルギー変換効率が低いのが課題です。

太陽光エネルギー変換効率を向上させる主な方策としては、光生成電子正孔対の再結合の抑制、広い波長領域での光応答性の向上、生成ガスの高効率分離等が考えられます。

本研究課題では月面でも調達できる可能性のある材料を含む、安価で安定した光触媒と光生成電子正孔対の再結合を抑制するその物理的構造を検討します。

【研究目標】

実用化に耐えうるシステムとして最終的に達成すべき太陽光エネルギー変換効率を電解による方法(*)と同等レベルを目標に、その第一段階として太陽光エネルギー変換効率 1.9%を目標とした光触媒及び電極を含む物理的構造を検討します。

これについては実用化の可能性判断のため、受光面積 100cm² を目標として試作を行い、評価することとします。

また第二段階以降の光応答性の向上を検討し、上記の最終的な目標の達成可能性を評価することとします。

*: AM0 太陽光スペクトルにおいて 7.5%を想定(太陽電池変換効率:10%、水電解電力利用効率:75%を仮定)

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

第8回研究提案募集（RFP）

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

月面で生成する推薬は水素と酸素からなりますが、水素社会における地上事業応用を見据え、研究は水素生成による評価で実施してかまいません。また気液分離及び回収技術は範囲としません。

研究は水の分解とし、メタン原料からの水素生成は除きます。

B アイデア型研究



IV. 共通技術

研究課題(10)「低温環境、低温流体用迅速流体継手」

【課題概要】

月面での宇宙探査や有人活動を継続的に進めていく上で、気体や液体の移送、またその充填は重要な要素の一つであります。また、地上においても水素、酸素、窒素、LNG、アルゴン等を低温液化状態で保管、輸送することは、液化による体積低減により輸送効率が良いことから一般的に行われています。

これまで、配管の接続、離脱に工具を必要としない迅速流体継手(クイックカップリング等)は材料、構造的な制約から低温環境、流体での使用は難しいとされております。

低温環境、低温流体に適用できる迅速流体継手の実現できれば宇宙探査、地上活動の両面において省力化が実現できるため充填の作業効率が飛躍的に上がります。月面、火星では現地生成した推進薬を有人探査ローバー、HLS 有人離着陸機、LEH 有人曝露ホッパなどの燃料充填に使用できる可能性があります。

地上用途では、燃料電池車向けや水素燃焼ガスタービンなどに液体水素として貯蔵運搬し、高圧化して蓄圧機に貯蔵する工程において、その液体水素充填に適用できます。また近年の開発では車両に液体水素タンクを装備し液体水素状態のまま車両へ充填する可能性もあります。

本研究課題では、これまで実現していなかった低温環境、低温流体用迅速継手の設計手法の確立を目的とし、その製造手法確立、試作品各種試験を実施した実力把握を目的として研究開発を実施します。

【研究目標】

低温流体で使用できる工具を使用しない迅速流体継手の基本構造確立

要求事項(必達目標)

- 適用流体温度は -196°C 以下とし、液体窒素を用いて評価すること
- 評価時環境温度は室温($20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) とすること
- 使用圧力 1.0MPaG (140psig)とし、保証圧力 $\times 1.5$, 破壊圧力 $\times 3.0$ とすること
- 配管サイズは $6\text{A} \sim 25\text{A}$ ($1/8\text{inch} \sim 1\text{inch}$)のうち1サイズを任意に設定すること
- 漏洩量は保証圧力時ヘリウムリークテストにて $10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 未満とすること
- 嵌合/離脱操作は複数アクションとなっても良い

第8回研究提案募集（RFP）

検討事項(超過達成目標)

- さらに低温な流体への適用(-250°C、液体水素)
- 評価時環境温度をさらに低温環境(-50°C, -150°C)とすること
- 保証圧、破壊圧より使用圧力限界を求めること
- 重量は25kg以下とし、さらに軽量な設計とすること
- 操作力は20kgf以下とし、操作力をより小さくする設計とすること

【研究資金／期間】

総額 1,000 万円以下／最長 12 か月以内

B アイデア型研究



IV. 共通技術

研究課題(11)「透明超硬膜の研究開発」

【課題概要】

月面での宇宙探査や有人活動を継続的に進めていく上で、ガラスなどの光の透過性を持つ材料は欠かせない要素の一つであります。月面にはレゴリスと呼ばれる砂礫状の物質があることが知られ、活動によるレゴリス等との衝突や摩擦等、材料表面の硬さの差異によって傷が入り、光学特性が劣化する可能性があります。また、地上においても同様に屋外環境における砂礫等による窓材ガラス、レンズ、灯火類、太陽電池等の表面傷による光学特性の経時劣化は課題となります。

一般的にはサファイアクリスタル等の硬い材料が傷に強い材料として知られていますが、製造工程が複雑であるため高価です。ソーダ石灰ガラスや石英ガラス等の汎用的なガラス表面に透明かつ硬い薄膜を形成することができれば安価に傷防止できることが期待できます。

安価にできるということは製造工程(サイクルタイム)が少なく済むことにも繋がり宇宙環境での現地生産の可能性が上がります。

月面環境では HLS 有人宇宙着陸機が月面に着陸する際、スラスト噴射によるブレーキで減速することが予想されます。その際月面上にあるレゴリスをまきあげるため高速で砂塵が衝突します。HLS に装備される窓やカメラのレンズ、太陽電池表面、また地上側の誘導灯やカメラ、管制塔のガラスなど、砂礫が衝突して傷になり、光学特性が悪化する部位への適用が期待できます。

地上では、空港滑走路の航空機の誘導灯や路上のキャットアイ、工作機械の確認窓など砂礫や金属粉が衝突する部位への適用が期待できます。また民生用スマートホンのガラスも一般的には高価なためサファイアクリスタルは使用されておらず、本研究課題の技術が適用できれば、安価に耐傷つきや割れ防止性を向上させることが期待できます。

本研究課題では、サファイアクリスタルなどの高価な材料、製造工程を用いず、高硬度と高透過率を両立させた硬膜設計手法、材料、製造手法の確立を目的とし、表面に透明超硬膜を形成する技術の研究開発に取り組みます。

【研究目標】

高硬度と高透過率を両立させた透明超硬膜を形成する技術の確立

第8回研究提案募集（RFP）

要求事項(必達目標)

- 硬さはHv1400(モース硬度7～8程度)以上であること
- 透過率は80%以上であること(試験規格JIS R 3106等)
- 屋外環境耐性を評価すること(温水、塩水、燃料/作動油、融雪剤、酸、アルカリ等)
- 対候性(紫外線)を評価すること(試験規格ISO 11341等)
- 耐摩耗性について評価すること

検討事項(超過達成目標)

- 硬さはさらにHv1650(モース硬度8程度)を目指すこと
- 種々の基材(ソーダガラス、石英ガラス等)との成膜条件について検討すること
- 成膜可能な基材の厚さについて(特に薄板材料)検討すること
- 温度による膨張収縮の影響を検討、評価すること(-150℃～+150℃)
- 同形状のサファイアクリスタルよりも安価となる工程を検討すること

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

B アイデア型研究



IV. 共通技術

研究課題（12）「フレキシブル低コスト太陽電池シート」

【課題概要】

<背景>

- ・ 月や火星での発電源に用いる太陽電池システムは、ロケット搭載時の収納を小型にでき、かつ軽量の治具で展開状態を保持できる、フレキシブルで高いエネルギー密度の薄膜太陽電池シートが必要となります。また、太陽電池の宇宙での最大の劣化要因である放射線に対して高い耐性が求められます。
- ・ 現状の宇宙用薄膜太陽電池シートはフレキシブルで高いエネルギー密度、高い放射線耐性を実現しているものの、コストが高く、例えば大規模な月面発電システムへの適用や地上事業への適用は困難です。
- ・ 地上事業に目を向けると、カーボンニュートラル実現に向けて太陽電池設置面積を増やすために、低コストで軽量の太陽電池が必要とされています。更に、飛行船やドローンにおける電力源として、搭載方法の自由度が高いフレキシブルで高エネルギー密度の太陽電池シートのニーズもあります。地上と宇宙探査での共通するニーズを踏まえ協働することにより、宇宙用太陽電池シートを効果的に開発できると考えています。

【研究目的】

- 次のステップ(課題解決型)の研究では、以下の最終目標の達成を目指します。そのため本アイデア型研究で提案していただくアイデアは、最終目標を達成する見込みがある技術に基づいたものであることが必要です。ただし、すべての最終目標を満たせる見込みがなくても、著しく優れたアイデアについては、提案を歓迎します。

最終目標

- 厚さ50 μ m以下
- シートを湾曲した際の屈曲耐性: 曲率半径R = 4 cm以下
- 30 cm角以上のシートをRoll to Roll成膜可能
- 初期効率18%
- 初期エネルギー密度: 400 W/kg以上 (モジュール)
- 保管寿命3年(地上保管での性能変化率2%以内)

第8回研究提案募集（RFP）

- 高温耐性130°C(130°C環境下1000時間保持後の性能変化率10%以内)
- 低温特性-100°C(-100°C環境下1000時間保持後の性能変化率10%以内)
- 放射線耐性(1MeV電子線 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 照射後の性能変化率20%以内)

【研究内容】

- 以下の要求を考慮したフレキシブルシート基材への太陽電池成膜技術を検討し、低コスト化可能なフレキシブル太陽電池シートの試作を行っていただきます。
 - 将来の低コスト化が見込める製造技術
 - 小さな容積に収納可能な柔軟性
 - 電圧・電流を要求に合わせて設計可能な直並列接続技術
 - 地上保管中の劣化を抑制する封止技術
- 試作したシートを用いて、JAXAと共同で温度耐性及び放射線耐性を中心とした宇宙環境耐性を評価していただきます。
 - 宇宙特有の要求である広い温度範囲や放射線への耐性については、JAXAからも知見を供与して検討します。太陽電池そのものの他、シートや封止材も対象になります。
- アイデア型研究の中で、最終目標達成に向けた開発計画を立案していただきます。
 - アイデア型終了時点では、有識者が今後の研究継続可否を判断できるようにするため、試作結果を考慮した最終目標との技術的ギャップの明確化、並びに今後の目標達成計画を整理する必要があります。

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

B アイデア型研究



V. 惑星保護技術

研究課題（13）「小型化を見据えた微生物・ウイルス・生命の存在指標の除去技術、もしくは、高感度検出技術」

【課題概要】

天体着陸を含む各種生命探査や、民間探査機における宇宙市場開拓が続々と計画される中、宇宙探査・開発の継続的発展を目指す我が国においても、惑星保護指針に準拠するなど、国際ルールを満たす水準まで探査機の汚染レベルを低減する滅菌・除染法、および、その検証・評価法に関する基盤要素技術の確立、各種要素技術を組み合わせた効率的な惑星検疫システムの構築が必要となります。

本研究課題では、特に深宇宙探査における惑星保護技術確立を目指し、細菌およびカビの孢子、ウイルス、アレルゲン、生体分子の分解除染システムの構築を行います。また、滅菌の評価、検出手法、簡便な on-site 検出手法の開発も進めます。これらの滅菌技術が確立されることで、深宇宙探査に資する高いレベルの清浄度と封じ込めを達成しながら、無菌状態を保持した飛翔体の出荷を可能とするための基盤要素技術の確立を目指します。ここで開発される技術や構築されるシステムは、惑星検疫システム構築に役立つとともに、パンデミック時の空港・駅での水際対策としての大空間除染や仮設医療施設モジュールの滅菌、生産ラインにおける製品品質の向上、付着性の感染性ウイルスの効果的防除など地上における問題の解決に適用されることが期待されます。

【研究目標】

下記目標に対して、少なくとも1つ以上の項目（部分的な内容でも可）を含む要素技術の提案を対象とします。（①、②のいずれかであっても本研究課題の対象となります。）

- ① 1)細菌やカビの孢子、ウイルスを効率的に除去可能な滅菌技術であることとします。
- 2)部材(金属、ガラス、樹脂など各種素材を想定)にダメージを与えず、残留性のない滅菌手法であることとします。
- 3)単なる滅菌のみならず、「死菌デブリ」、すなわち核酸やタンパク質といった有機物も含んだ分解、除染技術であることとします。
- 4)探査機スケールの対象物への滅菌に関して適用可能であること、あるいは、射場での滅菌作業が可能な、小型・可搬型の滅菌機構であることも歓迎されます。

第8回研究提案募集（RFP）

- ② 各種滅菌手法が、滅菌水準（1970年代のバイキング計画（米国）時に実施された乾熱滅菌：112℃、30時間、6log死滅以上で得られるレベルと同等）を満たすかどうかを調べる、滅菌評価法を確立することとします。評価法は、極微量の細胞の検出、休眠状態の細胞の検出、鉍物などの非細胞との判別などにおいて、高感度であることが望ましいです。

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

【本研究を実施するにあたっての留意事項】

人体を対象とする研究は、本研究の対象外とさせていただきます。

B アイデア型研究



VI. 有人支援ロボット技術

研究課題(14)「有人宇宙拠点における物品管理効率化・自動化技術」

【課題概要】

国際宇宙ステーション(ISS)や将来有人探査(Gateway:月近傍拠点や月面、火星探査)における将来の有人宇宙活動に向け、人が効率的・安全に活動するため自動化・自律化技術の適用を目指しています。

ISSでは宇宙飛行士が「きぼう」日本実験棟等で様々な実験を行っていますが、このような実験は様々な試料や器具といった物品の事前準備が必要となります。同時に宇宙飛行士の生活に必要な水や食料、日用品、ISSの維持やメンテナンスに必要な物品をISSに年数回補給し、保管・管理をしています。ISSなど有人宇宙拠点では収納スペースに限りがあり、荷物保管をする際、高い収納効率が求められます。また宇宙で活動できるクルーの人数や時間には限りがあるため、限られた時間で荷物管理や必要物品の搜索、出し入れの時間の効率化が求められます。月周回拠点の運用や有人月面・火星探査においても共通する課題として、クルーに使いやすい、効率的な物品管理技術が求められています。地上においてもインベントリ管理の省スペース化・効率化、無人店舗の運営等で期待される画像処理/AI技術等とのシナジーを期待し、有人宇宙拠点にて応用可能な、物品管理技術や物品の紛失防止技術の共同研究提案を募集します。

【研究目標(課題)】

実験準備や物品整理時の作業効率を高める斬新な物品管理手法(限られたスペース・質量・電力・通信の制約の中で効率的に荷物を収納できる斬新な手法、搭載構造、微小重力での浮遊による物品紛失を防ぐ技術)を求めます。なお、JAXAからは軌道上の作業概要やリソースや制約事項、対象となる物品の仕様、軌道上の映像等を提示し、提案者は技術適用に向けた概念検討と試作、評価までを実施いただきます。



こうのとりに(補給機)の物品搭載



きぼう船内の物品搭載



バッグを保管・固定するラック



バッグ内に詰められた物品

＜募集課題と要素技術の例＞

(A) 実験準備や物品整理時の作業効率を高める物品管理の手法

- 限られたスペースの中で効率的に物品を収納／取出し・検索・管理できる手法（インベントリマネジメント技術）や、搭載構造の最適化
- 直感的に使いやすいユーザ IF（クルーが使用するタブレットでの GUI や AR 技術、会話可能なロボットの活用など）

(B) 微小重力での浮遊による物品紛失を防ぐ技術

- 荷物保管位置の管理技術（例えば RFID 等の近距離無線技術：液体や金属物品、複数の物品が重なっていても認識できるような技術。リーダの個数や消費電力といった制約の中で高精度に物品の位置を把握する技術。）
- 画像認識（物体のトラッキング）等を使用した不意な浮遊の検知（限られた通信／処理のリソースで運用可能な常時監視システムなど）
- 軽量かつ使いやすい、収納・固定方法

上記(A)及び(B)を兼ね備えた提案が望ましいですが、要素技術の提案も可とします。

＜検討における前提条件＞

- ・ 限られたスペースでの収納効率^{注)}と、検索・取出し時間の短縮の両立が必要です。
（現状は柔軟なバッグをぎっしり詰めることで高収納効率を実現していますが、場所や状態の管理に加え、手前のバッグの裏にあるバッグの確認や取出しに課題を有しています。既存の地上倉庫等の構造では十分な収納効率が得られません。）
注) ϕ 4m/長さ4mの円筒形の宇宙機内部構造に250～300CTB(各CTB:50x45x25cm)を搭載。円筒中心軸周りの空間からラジアル方向に荷物にアクセスする前提です。(前頁左写真)
- ・ 物品を使う人(クルー)と管理・計画する人(地上)が異なります。物品の使用場所と保管場所も異なり、使うたびに物品を持ってきて、その後にしまうのが原則です。
- ・ 物品は同じ外観のバッグやラックに保管されており、外から違いは分かりません。
- ・ 微小重力環境では物品、荷物は固定をしないと浮遊して飛んで行ってしまいます。
- ・ 現在はクルーのみで作業を行っているが、将来的に船内ロボット、自動化システムにより荷物の搬送、取扱を目指しています。

参考情報：https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/topics/img/AI_WS_003.pdf

【研究資金／期間】

総額 500 万円以下／最長 12 か月以内

※資金および期間については提案内容により規模を決定します。

以上

C チャレンジ型研究

研究課題（15）「TansaX チャレンジ研究」

【課題概要】

- 宇宙探査イノベーションハブでは、効率良く、短期間で、多様な宇宙を広く、深くとらえる挑戦的な探査を実現するために、いままでの宇宙探査の方法を大きく改革するとともに、宇宙探査技術の確立と地上産業への波及を同時に行うことを進めています。
- 20年先の宇宙探査の中で、民間企業を含めた多種多様なプレーヤーが月の利用に参画する姿を描き、技術革新を狙っています。
- 本研究課題は具体的な研究目標等を設定せず、宇宙探査および地上の新しい産業につながる「今までにない新しい研究」を募集します。

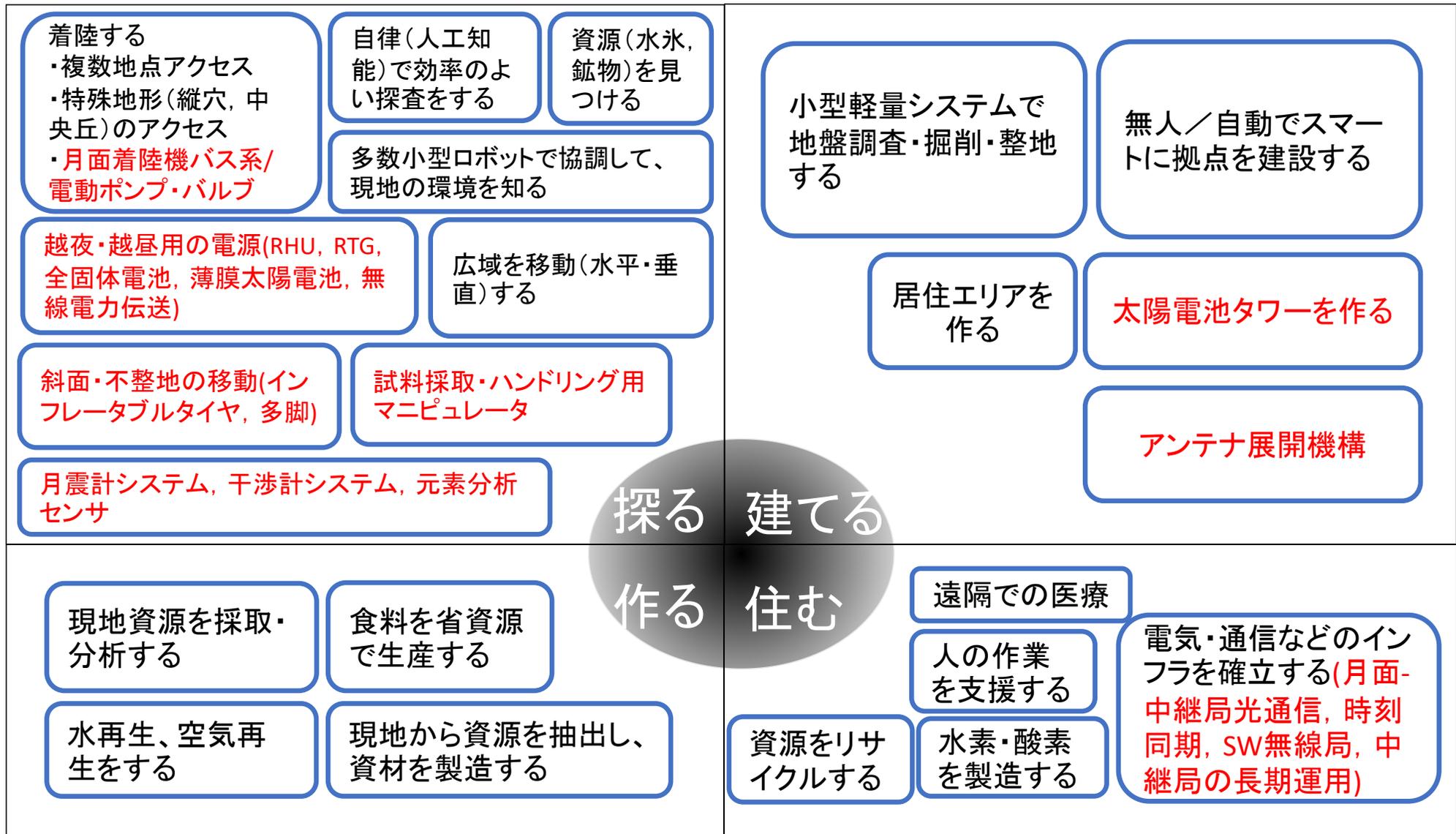
【研究目標】

- 別紙に掲げた目標のいずれかを実現するため、または、提案者が独自に設定する将来の宇宙探査に向けた目標を実現するための自由な発想に基づく斬新なアイデアの研究を募集します。

【研究資金／期間】

総額300万円以下／最長12か月以内

研究課題(15)別紙



赤字は主に月面科学, 火星探査関連