

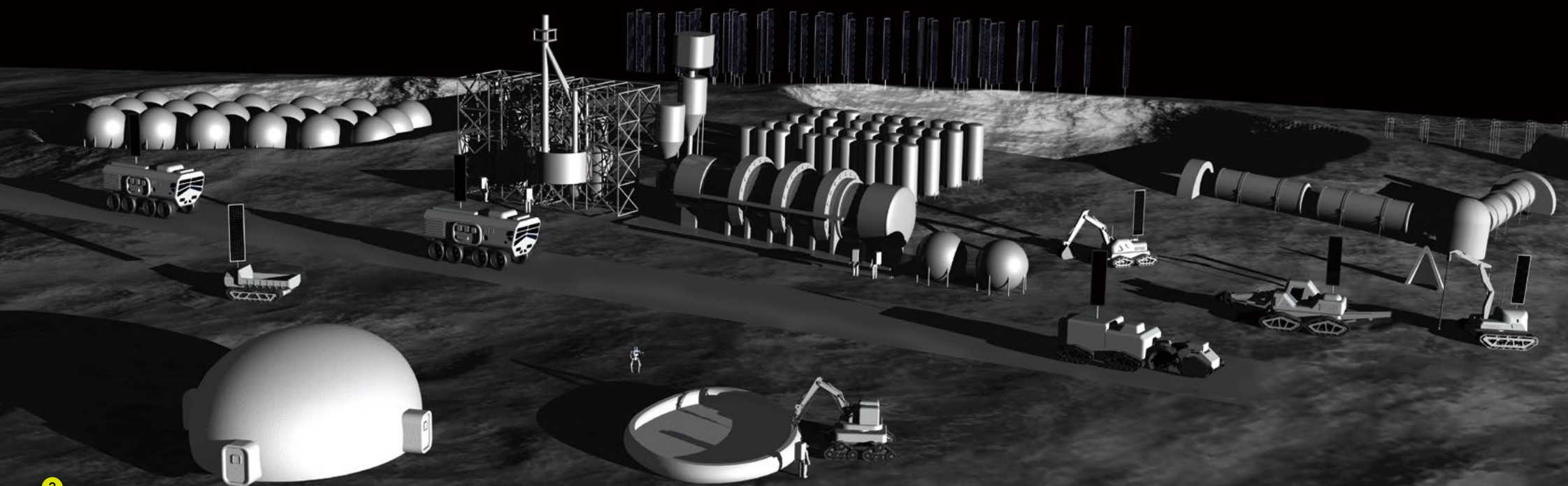


宇宙探査イノベーションハブ 成果集 2021年度



- 3 — ご挨拶
- 4 — 宇宙探査イノベーションハブについて
- 5 — 研究領域
- 6 — 宇宙探査での活用 ～宇宙プロジェクトに採択～
- 7 — 固体化マリンレーダー/高機能化マリンレーダーの開発
- 8 — ガス中微量水分計の小型・軽量・ロバスト化技術の研究
- 9 — 小型2次元イメージング分光器の開発による水氷センシング技術の研究
- 10 — 小型ロボット技術 制御技術
- 11 — 持続可能な防塵または除塵性能を有する機構または表面の研究
- 12 — 超高感度二次元同時距離計測センサの開発
- 13 — 全天球カメラ「THETA」の宇宙利用
- 14 — ビジネスでの利用 ～地上でのビジネス成功例～
- 15 — 小型プラズマ源による真空下の除電技術の検証
- 16 — 遠隔操作およびアタッチメントの自動脱着可能な軽量建機システムの開発と実地検証/
超軽量建機アタッチメントおよびブーム等の開発および実地検証
- 17 — 技術実証の実施 ～宇宙プロジェクトでの採用やビジネス展開に向けて技術実証をおこなっています。～
- 18 — 全固体リチウムイオン二次電池の開発
- 19 — 袋培養技術を活用した病害虫フリーでかつ緊急時バックアップも可能な農場システムの研究
- 20 — 遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現
- 21 — 高効率・低コスト・軽量薄膜ペロブスカイト太陽電池 デバイスの高耐久化開発
- 22 — クロスアポイントメント インタビュー
- 23 — (1) 株式会社タグチ工業 岡田 康弘さん
- 24 — (2) 株式会社光電製作所 林 大介さん
- 25 — 宇宙探査実験棟の紹介
- 26 — これまでの成果

会社・機関の名前は共同研究相手先を示します



日本はもちろん世界各国による月惑星探査が急速に広がりつつありますが、我々が目指す宇宙探査の究極の姿(ゴール)はどのようなものでしょうか?私は日本航空宇宙学会が発表した「宇宙ビジョン2050」の策定に参加しましたが、今から30年後の将来、地球近傍の宇宙は人類の活動の場としての地球社会の一部となっており、月や火星には人類が定期的に滞在し、人々が宇宙を観光旅行することが日常的となるなど、宇宙活動の発展により人類が様々な宇宙活動の恩恵を受けている未来を予想しました。こうした豊かな世界は突然現れるのではなく、様々な分野の段階的な発展に支えられることになります。

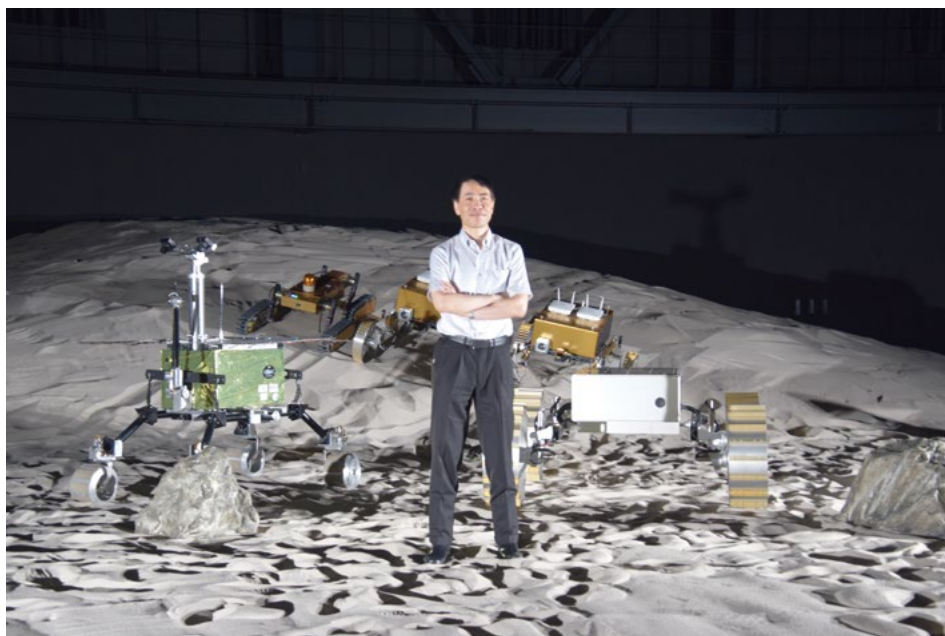
現在の宇宙探査は数多くの研究活動と国の支援に支えられていますが、今後は産業界の役割が非常に重要となります。企業が宇宙活動に参入し、新たなビジネスを立ち上げていくことができれば、持続的な宇宙開発を望むことは出来ません。ただ、一般的な企業にとって、宇宙への参入の敷居が高いのも確かです。そこで探査ハブでは、将来的な宇宙探査への応

用を目的としつつ、地上での事業化/イノベーション創出の実現性に重点を置く「デュアルユーティライゼーション」の方針としており、こうした進め方は、産業界がその役割を順次拡張しながら持続的な成長を宇宙開発にもたらす上で極めて有効であると考えています。

こうした優れたアプローチにより、これまでの6年間の活動にて、広域未踏峰探査技術、自動・自律型探査技術、地産地消型探査技術、共通技術の各領域にて、萌芽的な新規技術への挑戦から宇宙における技術実証の実現までの幅広い研究開発成果が得られており、目標としてきたオープンイノベーションが徐々に実現しつつあります。その一方、これまで試みはまだ充分な規模とは言えず、イノベーションを追求する活動を定常化し、企業による事業の拡張と探査への適用を確実にしていく必要があるでしょう。多様な人材と研究開発テーマをハブに集約して実施する活動を、宇宙探査オープンイノベーションハブのフェーズ2活動と称して推進していただきたいと考えています。産官学の幅広い分野の皆様のご参加とご協力を、どうぞよろしくお願いいたします。

この冊子では、宇宙探査シナリオ・ミッションの実現と社会課題の解決、産業競争力向上の双方を実現する「宇宙と地上のデュアルユーティリティゼーション」方針にそった共同研究成果の中から実際に目指してきた宇宙探査プロジェクトや事業化等に結びついた研究をご紹介します。掲載している数々の事例は今まで関わってくださった多数の民間企業、大学、研究機関の皆様のためのものであり、2015年から始まり、これまで147件の研究を採択して参りました。非宇宙分野の多様な人材と研究開発テーマをハブに集約して実施する活動を、今後も宇宙探査イノベーションハブでは推進していきたいと考えています。

皆様のご参加とご協力を、どうぞよろしくお願いいたします。



宇宙探査イノベーションハブ ハブ長
ふなき いっこう
船木 一幸

宇宙探査イノベーションハブについて

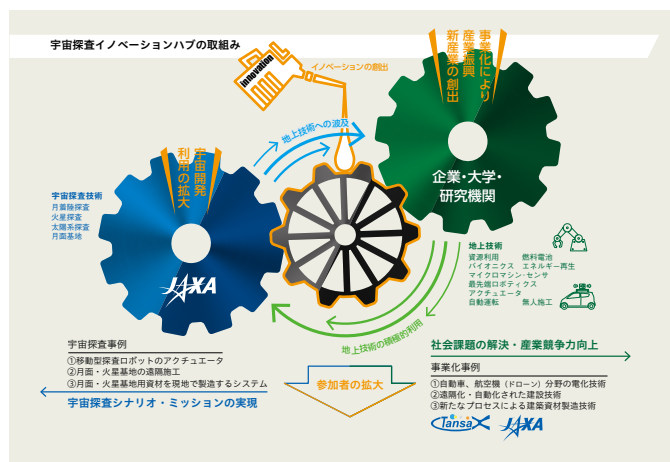
活動について

「科学技術イノベーション総合戦略2014」～未来想像に向けたイノベーションの架け橋～（平成26年6月24日閣議決定）という国の方針が示され、この中で、公的研究機関の「強み」や地域の特性を生かして、イノベーションハブの形成に取り組むことが求められました。

これを受け、国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）でも、様々な異分野の人材・知識を集めた組織を構築し、これまでにない新しい体制や取組でJAXA全体に研究の展開や定着を目指すため、2015年4月1日に、「宇宙探査イノベーションハブ」が新しく設置、相模原キャンパス内に場所を構え、約30人（併任等含む）で新しい活動に取り組み、宇宙探査によるイノベーションが期待できる環境が整ってきました。

宇宙探査の進展により人類の生存圏・活動領域を拡大することは、新たな宇宙開発利用の価値創出に繋がります。今後10～20年の宇宙探査は、民間企業を含む多様なプレーヤーが参画し、国際協働・競争による月・火星への探査に向けた活動を中心に進められようとしており、2020年代には、主要国は月・火星へと活動展開する計画を有し、宇宙利用の国際競争が激化します。

宇宙探査を優位に牽引・協調するには、設計思想や技術開発方向の転換を図り、革新的技術をオールジャパン体制で獲得する必要があります。宇宙探査ハブでは、民間企業を含めた多種多様なプレーヤーが月・火星への利用に参画する姿を描き、「はやぶさ」「はやぶさ2」等の技術の強みと合わせて、非連続かつ大胆な分散協調型の方式開発や先行地上技術の宇宙実装など、既存概念にとらわれないシステム改革を推進します。さらに国民経済への貢献など研究開発の出口を明確にするため、研究課題の設定の段階から民間企業等からのニーズを取り込んで研究開発を進めています。



共同研究について—RFIとRFP—

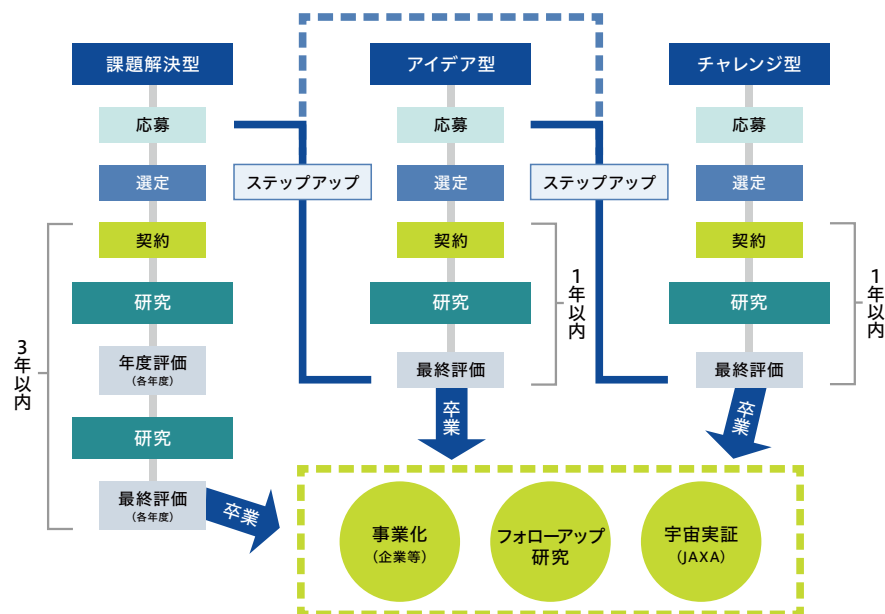
宇宙探査イノベーションハブでは企業や大学、研究機関の皆様と共同研究を実施するにあたり、情報提供要請（RFI：Request for Information）と研究提案募集（RFP：Request for Proposal）を募集しております。

情報提供要請（RFI）は今後着手していく研究課題の設定にあたり、広く皆様に関連技術情報を提供していただき、それを基に課題の絞り込みを行い、宇宙探査イノベーションハブへの参加を希望する皆様に対し研究提案募集（RFP）の課題を設定します。

研究提案募集（RFP）で募集する課題は、課題解決型とアイデア型の2種類です。課題解決型は目指す技術が明確なもの、アイデア型とは有効性が期待できる未知の技術やアイデアの発掘を目的としています。

そのほかチャレンジ型というアイデア型の特別枠があり、こちらは自由な発想の斬新なアイデアの発掘を目指しています。

それぞれ研究期間や研究費などに違いがありますので、詳細は宇宙探査イノベーションハブのウェブサイト（<https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/introduction/>）をご覧ください。



研究終了後、顕著な成果が出たものは共同研究を継続する場合があります。

『広域未踏峰』探査技術

目的・チャレンジする課題

従来の大型探査機では時間とコストがかかり、また、探査の機会が少ないため、探査場所が限定されます。そこで、一点豪華主義から分散協調型への発想の転換を行い、複数の小型探査機により機能の分散を行うことで、未踏峰地点の広範囲で密度の濃いチャレンジングな探査を実現しようとするものです。探査手法に革新を起こし、我が国が誇るロボット技術を融合させた独自の探査技術を創出し、世界を牽引する宇宙探査を実現します。

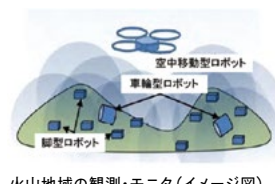
具体的には、多数の小型ロボットを1回のロケットで打ち上げ、月や火星表面10km四方に配置、分散されたロボットが協調し、高度な観測や協調作業、位置同定、信頼性確保などを行い、『探査が一挙にできる』革新的な技術の獲得を目指しています。

地上における利用

火山、台風、災害など自然現象の新たな観測システムの構築、工場内のプラントや大型構造物の計測や検査など地球上の広域自動観測分野への応用が期待されます。



生物模倣型探査ロボットによる分散協調探査(イメージ図)



火山地域の観測・モニタ(イメージ図)

『自動・自律型』探査技術

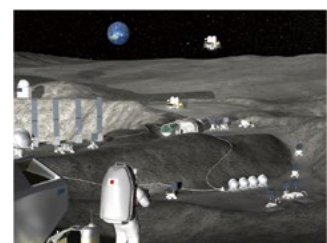
目的・チャレンジする課題

将来の月あるいは火星表面に構築される有人拠点の構築技術の獲得を目指します。

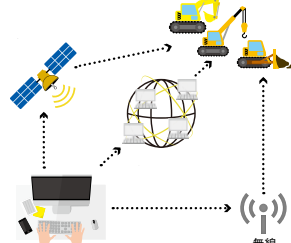
月や火星には人を多数送りこめないことから、拠点の建設は原則無人で行うことが想定されています。そこで地球からの全指令型システムから脱却し、現地で周囲情報の収集・認識を行い、遠隔操作と自動・自律を高度に組み合わせた建設技術の獲得が課題です。その実現には、ICT技術や環境認識技術等の様々な技術が必要であり、地上で実績のある技術の適用が期待されます。

地上における利用

ここで作り出した技術により、人と機械を効率的に組み合わせることで、遠隔地作業等の新たな展開を目指しています。



月での無人による有人拠点建設のイメージ図



超遠隔地での建設作業(イメージ)

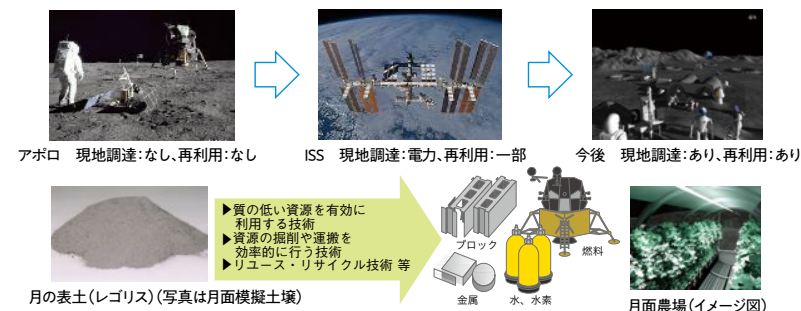
『地産・地消型』探査技術

目的・チャレンジする課題

月・火星へは、地球低軌道と比較して、輸送コストが10倍程度となります。そのため、必要な物資を「地球からすべて運ぶ」という探査のやり方を改め、必要な物資を「現地で調達する」というパラダイム転換を行い、月や火星での持続的活動を可能とすることが必要です。我が国が得意とする省エネルギー、リサイクル技術、資源精製技術、農業・バイオ技術等を応用し、必要な物資を現地の資源やエネルギーを利用して、効率的に精算できるシステムの獲得を目指しています。

地上における利用

これまで未利用だった低質資源の有効利用、環境負荷の少ない物資生産、離島・へき地などでの資材の現地生産、効率的な食糧生産などへの適用を図ります。



共通技術

目的・チャレンジする課題

エネルギー技術、表面移動技術、通信技術、センサ技術等、宇宙探査活動に共通して必要となる技術の獲得を行います。

またこれらの技術は、地上の技術と親和性が高く、地上においても革新を起こすことを目指しています。

その他にも「宇宙医学/健康管理技術」「有人と圧ローバ」「水素利用」「民生ロボット」「環境制御・生命維持システム(ECLSS)」「惑星保護(滅菌・除菌計測等)」の領域の研究開発を進めています。

宇宙探査での活用 宇宙プロジェクトに採択

共同研究テーマが
宇宙探査プロジェクトにつながった例を
紹介いたします。



昨年帰ってきた「はやぶさ2」ミッションに採択されたマリナーレーダー

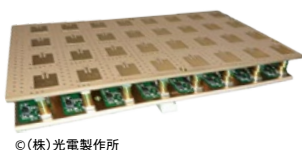
©(株)光電製作所

「はやぶさ2」カプセル回収にも活躍したマリンレーダー

目的

船舶に用いられる“マリンレーダー”は、周波数の有効利用や維持管理コスト等の課題から、半導体増幅器を用いた固体化マリンレーダーの開発が求められています。高出力電力が得られる半導体増幅器も存在していますが、高価なため小型船舶への搭載は難しい状況です。また、マリンレーダーはアンテナを回転させる必要があるため、設置場所に制限があります。設置場所の制限を緩和する方策として、電子的にアンテナ走査を行うフェーズドアレー技術がありますが、非常に高価です。

本研究ではフェーズドアレー技術を用いた高機能かつ安価な固体化マリンレーダーの開発を目指します。



©(株)光電製作所

4x8素子アンテナユニット



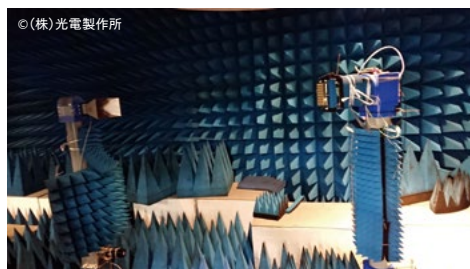
©(株)光電製作所

レーダー外観



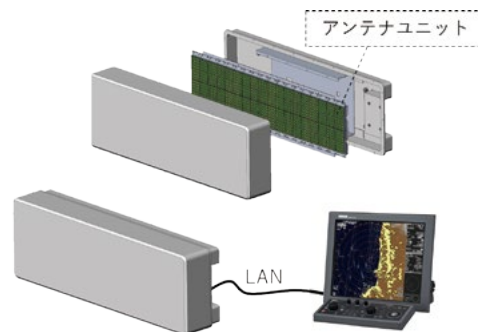
©(株)光電製作所

100Wアンプ



©(株)光電製作所

4x8素子評価風景



完成イメージ

©(株)光電製作所

※「固体化マリンレーダーの開発」は第1回研究提案募集で、「高機能化マリンレーダーの開発」は第4回研究提案募集で採択されました。

成果

空調設備のない屋外環境でも400Wの送信信号を安定して出力することが可能な、X帯固体化マリンレーダーを開発しました。移動物体の速度情報検知など探知能力も向上しており、「はやぶさ2」の帰還カプセル回収にも利用されました。

また、積層構造で薄型に集積した、フェーズドアレー方式のアンテナユニットを完成させました。位相・振幅制御にアナログ方式を採用し、校正手法を簡素化したことで小型・低コスト化を図りました。

今後は、完成したアンテナユニットと固体化レーダー用送受信機を組み合わせ、レーダーの適用分野を拡大するシステムを構築します。



オーストラリア・ウーメラ砂漠に
設置されたマリンレーダー

宇宙/地上の展開について

宇宙

「はやぶさ2」帰還カプセル回収に関わる実績をもとに、さらなる確実性向上を主なテーマとして複数の小型レーダーを用いた探査システムの高度化を図ります。エリアシェアリングによる広域探知や協調動作による高度情報取得など、従来大型レーダーしか果たせなかった機能・性能の実現を目指します。

地上

製品化された固体化レーダーは、部品交換などの維持費負担を減らし、レーダーが使用する周波数帯域の有効利用に寄与していきます。また、フェーズドアレー技術による船舶用高機能レーダーを主な研究テーマとしうえで、ドローン探知等にも利用可能な可搬型レーダーへの展開も検討します。

月や火星でも活用できる水分計を

神栄テクノロジー 株式会社、
国立研究開発法人産業技術総合研究所、
大阪大学、茨城大学、鹿児島大学

目的

生命が生きていくためには、水が必要です。月や火星の有人探査では、水を現地調達するアイデアが検討されていて、探査機等による探査でも水氷を含む揮発性物質の分布や濃度の調査が優先されます。こうした要望から、ppb (parts per billion、10億分の1) レベルでの微量ガス測定が可能な小型センサが必要とされています。また、半導体／有機半導体などの先端プロセスの現場でも、高性能な小型センサが求められています。

本研究では、小型軽量（重量3kg、サイズ200mm×200mm×200mm程度）で高感度・高精度、かつロバスト性（外部からの影響を阻止する性質、堅牢性）の高いガスセンサの実現を目指します。



成果

研究の結果、目標値よりも軽い重量2.7kg、サイズは目標の33%となる100mm×100mm×260mmという小型軽量な水分計を実現できました。世界最小クラスでありながら、最高検出感度は0.8ppbから20ppm (parts per million、100万分の1) の幅広い測定レンジを持っています。また、ロバスト性に関しても、固定軸を工夫することで振動試験をクリアしました。

高感度な水分計が必要とされる、半導体製造ラインやリチウムイオン電池生産ライン、ガス生成プラントなどへの投入を念頭に製品化を目指します。また、月や火星、小惑星などへ送り出す探査機に搭載する観測装置への応用も期待されています。

宇宙/地上の展開について

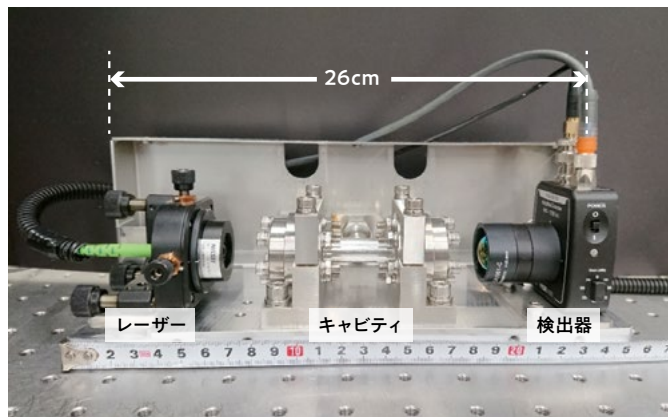
宇宙

ISRO（インド宇宙研究機関）とJAXAが共同で検討を進めている月極域探査機に、観測機器ADORE（Aquatic Detector using Optical Resonance）として搭載が決定しています。ADOREは、掘削した砂に吸着している水氷の検知に重要な役割を果たす観測機器です。

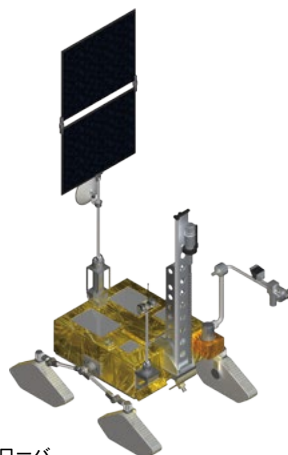
現在、月面探査ローバーに搭載すべく研究開発を行っています。

地上

2019年、2年ごとに開催されるガス計測・分析・標準分野の国際会議「GAS ANALYSIS」で、世界最先端の超小型CRDS（Cavity Ring-Down Spectroscopy）として発表し、ベストレクチャー賞を受賞しました。現在、本研究の成果である小型・軽量・ロバスト性を活かし、工業用プロセス等の現場に最適な水分計の製品化を目指して設計開発中です。



小型CRDS微量水分計



搭載予定の月極域探査ローバ

探査機に搭載できる小型で高性能なセンサを作る

株式会社センテナ、
大阪大学

目的

反射光を利用して材質や特性などを計測する2次元イメージング分光器には、さまざまな方式が存在しますが、機器の小型化・軽量化は限界があります。本研究では、規制条件の少ない方式を用いて、大幅な小型・軽量化を図ることが目的です。

2016(平成28)年度は、光学系の最適化や駆動方式の検討、検出器の調査、また一部では光学部品の最適設計と試作を行いました。翌2017(平成29)年度には試作機を製作し、性能試験および水氷センシングの試行試験を行いました。



成果

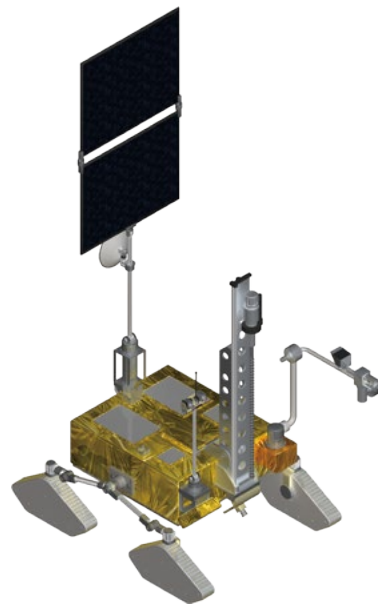
原理確認モデルを使って、水と氷の反射データを計測、原理の確認を行うとともに試作機を作成して野外での試験を行いました。試作機を用いて香料試験や波長校正等の評価を行った結果、所定の目的を達成できました。

月面の永久影領域を模した環境では、微量の霜を付けた鉱物の観察を行い、氷の検出に必要な分光カメラのシグナルノイズを見積もりました。また、低温下では鉱物の近赤外線吸収スペクトルの形状が変化することも確認し、温度によるスペクトル変化の過去研究と整合するデータを取得できました。

野外での使用という条件をクリアするため、防水機能等を追加したことでサイズが当初想定より大きくなり、重量増加があり、これらの低減を課題としています。



nSiS試験の様子



搭載予定の月極域探査ローバ

宇宙/地上の展開について

宇宙

ISRO(インド宇宙研究機関)とJAXAが共同で検討を進めている月極域探査機に搭載される、観測機器ALIS(Advanced Lunar Imaging Spectrometer)として採択されており、現在、月探査ローバに搭載するための研究開発を行っています。ALISは、月面やローバが掘削した砂を観測し、砂中に存在している微量な水氷の検知に重要な役割を果たします。

地上

冬場の道路にある薄い氷は、ブラックアイスと呼ばれ肉眼では識別が困難です。道路の状態(凍結路面、圧雪路面など)を判別するための、車載可能な小型近赤外イメージング分光装置(小型2次元分光器、nSiS)として、商品化を目指した開発を進めています。

民生品技術を活用して、月面で働く小型ロボットを作る

株式会社タカラトミー

目的

本研究では、宇宙空間や地球上で活動可能、かつ低コストで製造できる昆虫型ロボットを、今までの玩具開発の中で培った民生用玩具の技術を使って開発することを目的としています。これまでに研究開発を行ってきた簡易通信技術や省電力化・長寿命化技術、小型化技術などの技術をベースに、各技術を宇宙活動にて役立てることを目的としています。



変形前

©JAXA/タカラトミー/ソニー/同志社大学

成果

玩具に用いられている機構やノウハウを活用して、直径約80ミリ、重量約250グラムの移動型ロボットを開発しました。

停止状態では球形ですが、指示を送ると拡張走行モードに変形、前進走行・左右旋回が可能になります。また、走行時には両サイドの車輪と後部補助輪を出すことで、安定走行を実現します。月面を模した実験フィールドで、傾斜10度の登坂に成功しています。



©JAXA/タカラトミー/ソニー/同志社大学

変形後

宇宙での展開について

宇宙

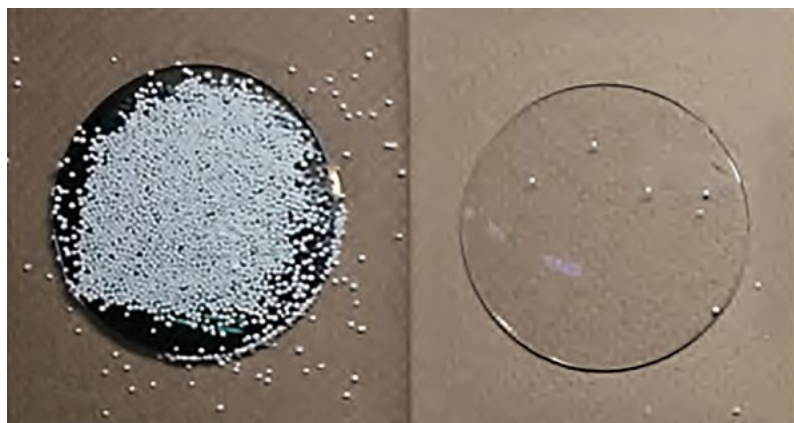
玩具の技術を活かした、小型変形ロボットを宇宙でも活動できるよう仕様変更を行います。ispace社のミッションに採用され、今後月に運び、変形や走行機能を月面で実証します。また、画像の撮影で、月着陸ミッションを補強し、将来の月面走行に必要な性能データの取得を目指します。

月のレゴリスから機器を護る技術

目的

月や小惑星といった天体の表面には、レゴリスと呼ばれる直径1mm以下の微粒子が存在します。風雨に晒される地上の砂岩とは異なり、その形状は鋭く尖っています。天体への着陸や天体表面での探査といった活動の際、レゴリスが宇宙機や探査ローバに付着または侵入すると、動作不良などのトラブルを引き起こす可能性があります。たとえば、アポロ16号では、月面車の熱制御材にレゴリスが付着しオーバーヒートを起こしました。また、火星探査ローバでは、太陽電池パネルにレゴリスが堆積し、発電能力が低下するトラブルが度々発生しています。

本研究では、真空中において防塵・除塵能力を持つ機構、または表面の技術開発を目指します。この技術によって、天体表面で長期間持続的に活動できるようになるでしょう。



ホコリ防止コーティングをする前(左)と塗布した後(右)のレンズ

成果

本研究では、まずレゴリスや砂じん等の付着度合いを評価する方法の検討を行い、評価方法を確立させるとともに、評価試験機を作成しました。確立した評価方法と評価試験機を用いて、AR(Anti-Reflection)膜を使った従来防塵技術(埃防止AR膜)との比較を行い、レゴリスが付着しにくい防塵膜の検討を行いました。防塵コーティングを施したレンズに、レゴリスを模した砂を振りかけた結果、ほとんどの砂が付着しないという結果が得られました。

開発したコーティングの有効性を確認するため、宇宙環境での実証実験に向けた準備を進めています。

宇宙/地上の展開について

宇宙

今後の宇宙探査では、試料のサンプルリターン等のような天体表面への着陸が数多く計画されています。着陸機や天体表面を移動するローバ/ロボットの光学センサ、熱制御面への防塵コーティング適用可能性を検討し、宇宙での実証実験機会を探って行きます。

地上

本研究で検証した、高い防塵性能を持つ表面コーティングに対して、防塵性能は維持したまま機械的な強度を向上させ、剥がれにくいコーティングを目指して改善を行います。

応用先として、発電プラントの監視カメラや道路看板といった粉塵が付着しやすく、かつメンテナンス性が悪い環境や、クルマの光センサ等粉塵付着が性能に直結する機器への応用を検討します。

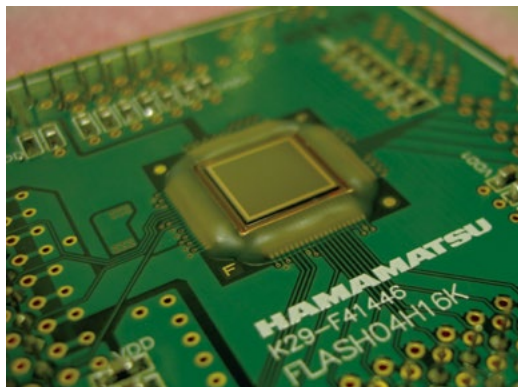
自律制御に不可欠な高感度センサ

浜松ホトニクス株式会社

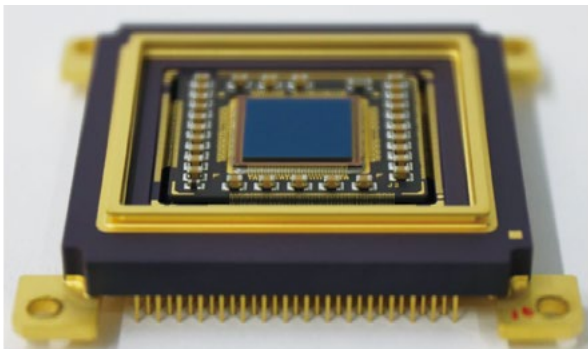
目的

月や惑星表面での自動・自律制御には、周囲の地形を正確に認識する技術は必要不可欠です。地上においても自動運転やドローン、自動建築施工等において道路や地面、障害物といった対象物の形状と位置を把握する必要があります。

本研究では、周囲の地形や人工物の形状を正確に認識する、これまでに無い距離画像（3次元形状認識）センサの実現を目指し、距離計測センサをアレイ状に並列構成し、単一の光パルスによって、同時に距離計測を可能とする、超小型軽量かつ超高感度の二次元同時距離計測センサ Flash LIDAR の開発を目的とします。



128×128画素試作品
センサ:InGaAs-SPPC



HTV-X ランデブーセンサー用EMセンサ:Si-MPPC

成果

本研究の距離画像センサは、光センサと光の往復時間 (TOF: Time Of Flight) を測定する回路 (ROIC: Read Out IC) を一体とした画素をアレイ状に配置した専用デバイスで3次元距離画像を取得することができます。光センサには単一光子も検出可能な高感度APD (Avalanche Photo Diode) をアレイ状に配置、その下に集積回路で製作したROICを垂直接合しています。画素数は128×128、視線方向の距離分解能は10cm以下を実現しています。

本センサを使った測距システムは、超高感度で時刻同時性が高く構造が簡易で小型軽量、太陽等の背景光との識別が可能といった特徴があり、地上での自動運転車から宇宙探査機まで幅広い応用が期待できます。

宇宙/地上の展開について

宇宙

InGaAs製ガイガーモードAPDを採用した3Dイメージセンサは、ガイガーモードの高感度特性とSiに対して放射線耐性が高いという特性があり、この特徴を活かして、将来の月や惑星への着陸機の障害物検出センサ、表面探査ローバの障害物・地形センサおよび軌道上ランデブーセンサとして期待できるほか、デブリ観測センサとしての利用も考えられます。

地上

ガイガーモードの高感度特性と1.3μm以上のアイセーフ波長に感度を持つInGaAsの特性、そしてFlash LIDARの高いフレームレート特性を活かし、多くの用途で活用されることが期待されます。たとえば、自動運転車向けセンサとして役立ちますし、ドローンに搭載して広範囲の地表表面観測への応用も期待できます。

全天球カメラ「THETA」の宇宙利用

株式会社リコー

リコー株式会社の360度カメラTHETAは、宇宙探査イノベーションハブとソニーコンピュータサイエンス研究所とで共同開発した小型光通信実験装置「SOLISS」と共に、SOLISSの動作チェックのため、2019年9月に「こうのとり」8号機で打ち上げられました。

これはTHETAの小型全天球カメラの技術を宇宙で使ってみたいという、JAXAからの発案でした。

宇宙で使えるようするためJAXA側は実際のハードウェア開発と試験を、リコー側は技術支援や光学的の評価、ファームウェアの変更をし、共同で開発しました。2019年9月に打ち上げら

れた後、きぼう実験棟船外に設置されたSOLISSとともにミッションをこなし、無事地球に戻ってきました。

既に一般に販売されているため入手が容易なこと、また宇宙での実証実験を行っているという経験により、THETAは他のプロジェクトや実証実験で現在用いられています。

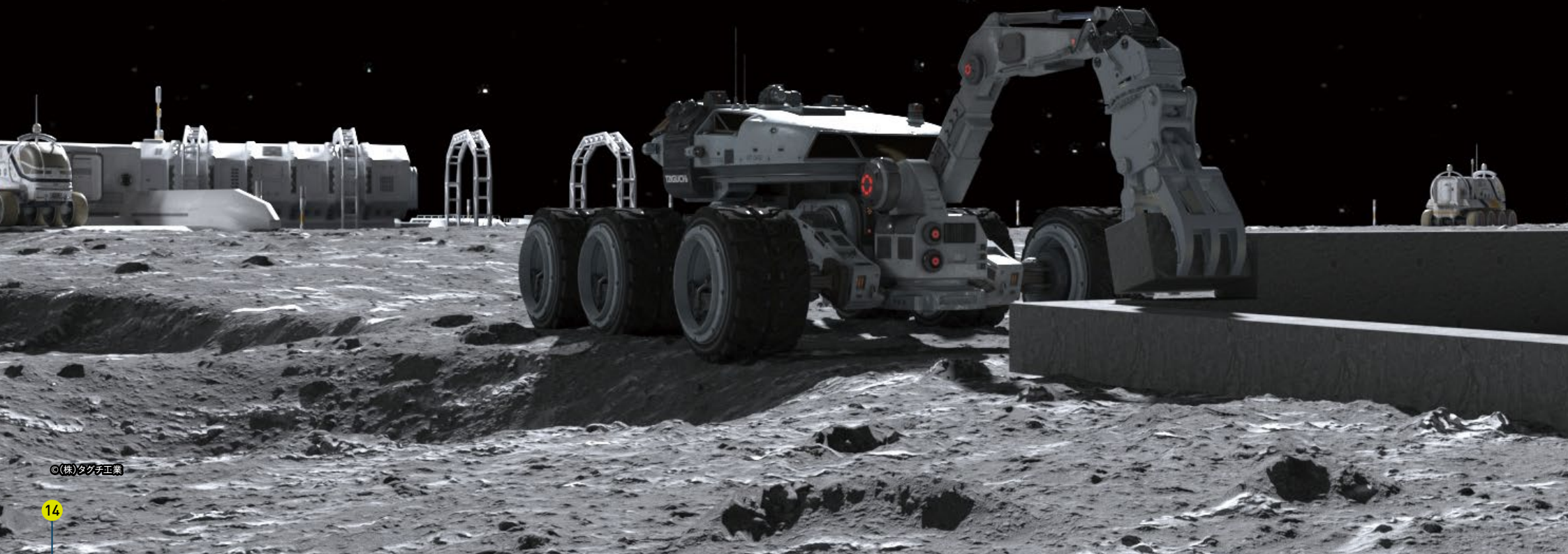
観測ロケットS-310-45のミッションでは搭載された実験装置の動作確認のために、またP.17の袋培養実験では装置に取り付けられ、レタスの生育を記録しました。2022年より約半年間行われるP.16の全固体電池の実証実験にも搭載され、モニタカメラとして使用される予定です。



宇宙空間で使えるよう開発したTHETAが撮影した地球

ビジネスでの利用 地上でのビジネス成功例

宇宙探査イノベーションハブの事業の
もう一つの目的、ビジネスに向けた
共同研究成果の利用によって、
新しい商品が次々と生まれています。
特許の取得や、既に販売実績につながっている
研究成果も紹介いたします。

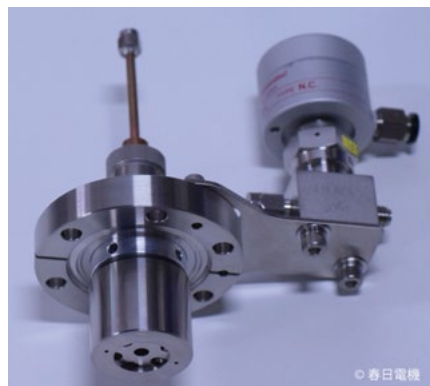


トラブルの原因となる静電気を回避する

目的

宇宙探査では、月や小惑星の表面にあるダスト（塵）と呼ばれる微粒子が、機器に付着することで故障や能力の低下を招くことがあります。JAXAは、ダストの付着原因となる帯電の問題に取り組んできました。また、春日電機(株)では、真空プロセスを用いる製造過程で発生する真空中での帯電を制御するために、真空状態でも作動する除電器が必要でした。

そこで小惑星探査機「はやぶさ」、「はやぶさ2」のイオンエンジン技術のスピノフとして、共同研究成果のもと真空中でも作動する「マイクロ波プラズマ除電処理システム」を開発し、静電気帯電の緩和を目指しました。



© 春日電機 マイクロ波プラズマ除電システム



イオンエンジン中和器

成果

JAXAと春日電機(株)は、2017年8月に共同研究契約を締結し、「はやぶさ2」のイオンエンジン中和器に用いるマイクロ波プラズマ源を、真空環境での除電器として利用するための評価を行うことになりました。JAXAは、小型プラズマ源の技術提供と除電器に適したプラズマ源の開発を行い、春日電機は除電技術に関する知見と真空中の除電能力測定技術を提供しました。

本共同研究により開発した除電器は、紫外線イオナイザー等の従来の除電技術に対し、100倍以上の速度で除電できることを示し、かつ紫外線イオナイザの動作が不可能な高真空状態でも静電気の除電が可能であることを確認しました。この成果を用いて、春日電機はマイクロ波プラズマ除電システムを開発し販売を始めました。

宇宙/地上の展開について

宇宙

月面を覆うレゴリスと呼ばれる微粒子が、宇宙環境によって静電気を帯びた宇宙服や月面車等に付着して不具合を起こすことが、アポロ計画の教訓によって知られています。本研究によって検証した「プラズマによる除電」によって、静電気によるレゴリス付着を緩和することが期待されます。これは月面基地の維持に貢献するはずであり、その提案準備を進めています。

地上

半導体製造プロセスや液晶ディスプレイ製造工程等、高真空環境下で発生した静電気に対して、高い除電能力を発揮できることが確認されています。これまで高真空環境を壊すことなく除電するシステムが存在しなかったため、本研究の成果はすでに除電システムとして販売実績があります。静電気の問題は、さまざまな産業に存在することから、今後、新たな潜在ニーズを探し出します。

月面で活躍する建設機械に求められるモノとは

株式会社タグチ工業、東京農工大学

目的

月面の基地建設に使われる建設機械(建機)には、輸送コストを削減するための軽量化や複数の作業を一台でこなせる汎用性、無人での作業を前提とした遠隔化・自動化が必要になります。また、地上と同様の機能性や安全性も求められます。

本研究では、サイズや性能・機能を維持したまま、アタッチメントを付け替えることでさまざまな作業に対応できる油圧ショベルの開発を目的としました。機構部品を従来とは異なる素材で設計し軽量化を図るとともに、建機の遠隔操作化、電動化、機能の自動化を図り、将来の実用化を目指します。



宇宙用建設機械イメージ

複合材製軽量
油圧ショベル



©(株)タグチ工業

成果

1トンクラスの油圧ショベルに使うアームやブーム等の構成部品を、サイズはそのまま鉄から軽量金属あるいはCFRP(炭素繊維強化プラスチック)へ置き換えて、設計・試作・性能評価試験を行いました。従来の油圧ショベルよりも軽量化に成功し、性能や機能も従来同等との評価を得ました。

また、3種類の脱落防止オリジナルロック機構を搭載した、アタッチメント着脱装置の設計・試作・評価を行い作業者が運転席から出ることなく、アタッチメントの交換(着脱)を行うことができました。また、建機を電動化するバッテリーユニットシステムも設計しました。複数のリチウムイオンバッテリーを切替ながら使用することで、長期間の作業も可能です。



アタッチメント
着脱装置



追加機能版
アタッチメント
着脱装置



追加機能版
アタッチメント
着脱装置
へアタッチメント
取付例

宇宙/地上の展開について

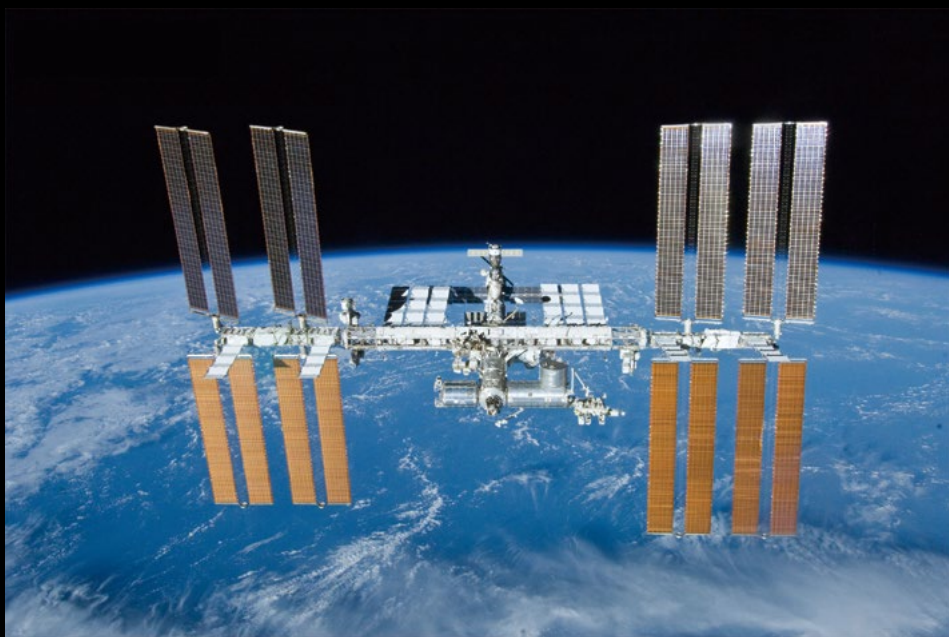
宇宙

月面での拠点基地建設を想定した、宇宙用建設機械の実証、実用化に向けた技術開発を行います。

地上

既に12トンクラスの油圧ショベル用アタッチメント着脱装置を製品化し、販売を開始しています。2022年度には、3~20トンクラスの油圧ショベルに対応した製品ラインナップの充実や、機能を追加した製品を開発し、販売しています。また、遠隔操作軽量建機の製品化に向けた研究開発も行います。

「遠隔操作およびアタッチメントの自動脱着可能な軽量建機システムの開発と実地検証」は第1回研究提案募集で「超軽量建機アタッチメントおよびブーム等の開発および実地検証」は第3回研究提案募集で採択されました。



©JAXA/NASA

技術実証の実施

宇宙プロジェクトでの採用や
ビジネス展開に向けて技術実証を
おこなっています。

公募による共同研究で特に成果があがったものについて
宇宙や地上でさらに技術実証をすすめています。
実際におこなわれた実証実験の例を紹介いたします。

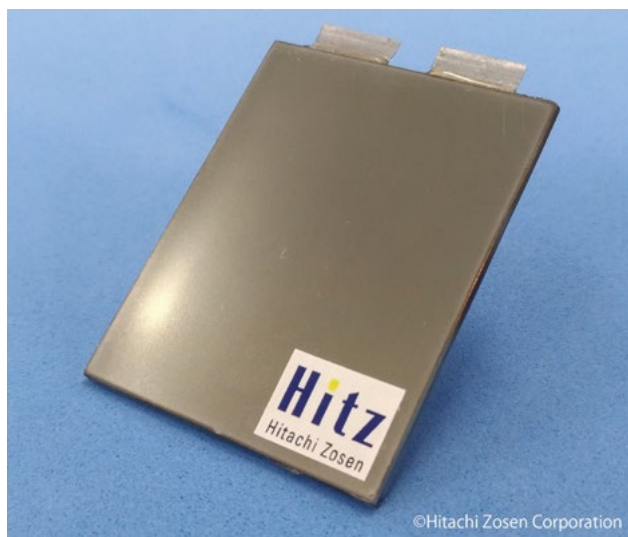


©KAJIMA

目的

全固体リチウムイオン二次電池には、高エネルギー密度、使用温度域の広さ、安全性の高さ、そして長い寿命といった特徴があり、従来の電解液式リチウムイオン電池が抱えてきた課題が解決されると期待されています。宇宙用途においても、従来の電池では使用が困難だった極限温度環境下での利用が有望視されています。

本研究では、全固体リチウムイオン二次電池の試作・評価を通じて、極限環境に対する耐性強化、ならびに大型化・高容量化を実現し、将来の惑星探査ミッションでの使用を目標とした革新的な蓄電池技術を獲得することを目的としています。



全固体リチウムイオン電池外観

成果

宇宙探査機への使用を目的として、これまでの実績を上回る性能を実現するため、以下のような研究項目を実施し、成果を得ました。

- ①極限環境下で安定動作可能な全固体リチウムイオン二次電池の検討、試作：材料、構造の改良により、目標である -40°C ～ 120°C の温度域において1年以上の運用に耐え得る電池の開発に成功しました。
- ②二次電池の大型化・高容量化：積層構造改良により、これまでの実績を大きく上回る5 Ah級電池の試作に成功し、大型化・高容量化を実現しました。
- ③各種極限環境下での試作電池の評価を行うことにより、課題を抽出して劣化要因の絞込みを行いました。

宇宙/地上の展開について

宇宙

全固体リチウムイオン電池では温度管理が不要となるため、宇宙機システムや宇宙環境で利用する装置の小型化・軽量化や低消費電力化に寄与します。さらには、より過酷な温度環境である月・火星探査機や、惑星表面で活動するモビリティとなるローバや観測機器等での活用が期待できます。また現在宇宙実証を予定しており、2022年実施予定です。

地上

構成する材料すべてに固体の物質を使用している全固体リチウムイオン電池は、高い安全性、広い使用温度範囲、優れた安全性等の特性を持っています。そのため、高真空かつ高温低温環境となる航空機、特殊な環境で安全に電池を使用する必要がある工場、インフラ、産業機械、そして高温殺菌を必要とする医療機器への展開が期待されます。

目的

月面で生活する際、輸送コストを考えれば、月で作物を育てる月面農場が必要ですが、大規模かつ安定した生産が求められるため、病虫害の防止や緊急時の食料バックアップへの対応が必要です。また、農場を建築するための資材もできるだけ軽くしなければなりませんし、運用にも大きなエネルギーはかけられません。こうした課題を解決するためには、植物組織培養法による袋培養技術の活用が有効です。袋培養技術は、密封した小型の袋内で植物を増殖する方法で、雑菌の混入を防ぎ、臭気も発生しません。居住フェーズに合わせて数量を調整することも容易です。

本研究では、袋培養技術による作物の栽培可能性について、実証的確認を行うことを目的としています。



「きぼう」日本実験棟内での
実験装置の設置場所

実験装置

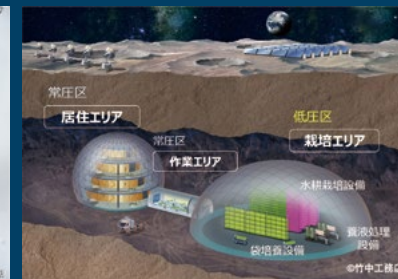
©JAXA/竹中工務店/キリンホールディングス/千葉大学/東京理科大学

成果

袋培養技術を用いた栽培作物として、ビタミンC源としてのレタスの植物体、炭水化物源となるジャガイモの種イモ、タンパク質源となるダイズ苗を選択して実験を行い、その成果物に対し栄養成分評価、物質収支評価、低圧環境栽培や水循環といった評価を行いました。結果、省スペース環境でも袋培養が成立することの基礎的な確認を行いました。さらに評価結果を踏まえ、月面農場モデルのイメージを構築しました。



レタス



月面農場

宇宙/地上の展開について

宇宙

将来、長期に渡って宇宙に滞在する場合、自給自足できる食料の生産は必要不可欠です。袋培養技術を用いることで、葉菜類の栽培を一度に、かつ大量に行うだけでなく、雑菌が存在しないウイルスフリーな苗の育成にも繋がるなど、惑星探査時の長期の宇宙船内滞在時や滞在施設での大規模栽培への活用が期待されます。

2021年秋に宇宙実証を行いました。

地上

これまでも袋培養技術は、花やジャガイモ(種イモ)を増殖させるために使われた例がありましたが、南極などの極地や食料を容易に入手できない閉鎖的な環境での利用も想定しています。

地上からの遠隔操作で月の基地を建設する

目的

月や火星で基地等を建設する場合、人間が現場に常駐することは困難です。一方、地球上でも人手不足や生産性・安全性向上のために、離れた場所からの遠隔操作による無人作業や自動化された建設機械による作業が必要とされています。そのため建設現場では、これまでも無人化施工システムの技術が蓄積されてきました。

無人化施工システムに建設機械の自動化技術、さらに月や火星との通信のタイムラグを考慮した施工技術の確立が、本研究の課題です。これらの技術が実現すれば、月面の土地、数十m四方を整地して基地などの構造物を設置・遮蔽する遠隔施工システムが実現できます。また、地上でも生産性や安全性の高い、新しい施工システムに応用できます。



成果

これまでに得られた本格的な自動化機能に加えて、月面拠点建設作業を想定した遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現に向けて、以下のような機能の研究開発を行いました。

- ①通信遅延に対応した操作支援機能
- ②地形変化に対応した動作判断機能
- ③複数建機の協調作業機能

改造を施して自動運転と遠隔操作が可能になった建設機械を用いて、拠点建設に必要なと思われる主な作業を定型的・反復的な動作の組み合わせに再構築して自動化し、調整が細かく定型化できない作業は遠隔操作とすることで、月での無人による有人拠点建設の実現可能性を見出すことができました。

宇宙/地上の展開について

宇宙

JAXAでは将来目標のひとつとして月面拠点建設を掲げています。本研究の成果は、地上から月面での施工を行うための骨格をなす技術であり、宇宙で培った遠隔操作技術と地上で鍛えられた自動化施工を組み合わせ、月面での施工実現を目指します。

地上

自動運転システム「A⁴CSEL®(クワッドアクセル)」を遠隔地から管制する遠隔施工や、近年、増加している災害の復旧工事で適用される無人化施工の生産性向上の鍵となる建設機械の自動運転、遠隔操作の連携、及びその時に重要となる通信遅延の対応に、本研究の成果を適用させていく予定です。左の写真は2021年3月に行った実証実験の様子です。

JAXA種子島宇宙センター
造成現場

JAXA相模原キャンパス宇宙探査実験棟

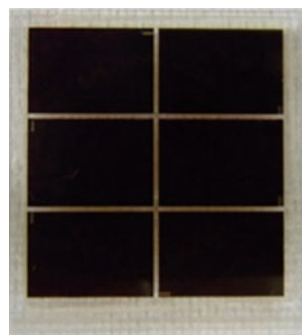
目的

ペロブスカイト太陽電池は、従来の太陽電池と比較して、低価格でありながら20%以上の高変換効率、低照度下でも高効率を維持、さらにフレキシブル化可能等の優れた特徴を持つことから、次世代の太陽電池として世界中で開発が盛んに行われています。ただし、温度や湿度、光に対する耐久性が大きな課題であり、実用化には至っていません。

本研究では、IoT社会におけるセンシング機器等の供給電源としての利用を想定し、低照度の光に対して高い変換効率を持ちながら、高い耐久性を有する軽量・薄膜型のペロブスカイト太陽電池モジュールの開発を目指します。



ペロブスカイト展示会



ペロブスカイト太陽電池セル

成果

1. 高効率化: 太陽光 (AM1.5, 100mW/cm²) で変換効率 $\eta = 22.7\%$ 、屋内低光量下 (白色LED、照度200lx) で $\eta = 27.6\%$ を達成しました。
2. 高耐久性化: 高耐光性 (1SUN、1000hクリア)、高耐熱性 (80°C、1000hクリア) を有するセルを開発しました。
3. モジュール化: 低照度対応の28×32mm (8.96cm²) 6直モジュールで白色LED照明光入射時に $\eta = 26.2\%$ を達成しました。また、インクジェット法によるペロブスカイト層成膜方法を確立し、 $\eta = 15.8\%$ を達成しました。
4. 高放射線耐性化: 単セルにて1MeV電子線照射量1016/cm²に対して発電性能維持率100%を達成しました。

宇宙/地上の展開について

宇宙

高い変換効率で軽量薄膜な太陽電池を、低コストで実現できるペロブスカイト太陽電池は、宇宙での太陽電池劣化の最大要因である放射線に対して高い耐性を持つため、将来の宇宙用太陽電池としての応用が期待されます。さらに、低温で成膜できることから、大気球実験で使用される気球膜上発電の実現も期待されます。

2021年7月に大気球実験を行い、現在宇宙実証を準備中です。

地上

屋内照明のような低い照度でも、既存の太陽電池に比べ高効率で発電できるので、室内用IoT用デバイスや山中に配置される地滑りセンサの電力源として使用することで、メンテナンスフリーデバイス実現への貢献を目指しています。早期実用化に向けて、太陽電池モジュールの開発を進めています。

クロスアポイントメント インタビュー

宇宙探査イノベーションハブではクロスアポイントメント制度を活用しています。これは国内外の研究者等の受入を促進するため、所属機関に縛られることなく研究者等が活躍できることを目指した制度です。研究者が企業・大学・研究機関等(出向元)とJAXA(出向先)の双方で雇用されつつ、それぞれの機関の役割に応じて研究開発業務に従事することができます。JAXAでは、2015年3月にクロスアポイントメント制度による職員受入制度が整備されました。今回お二人の方にクロスアポイントメント制度でのご経験されたことを伺いました。

クロスアポイントメント インタビュー(1)

株式会社タグチ工業 岡田 康弘さん

(P.14「遠隔操作およびアタッチメントの自動脱着可能な軽量建機システムの開発と実地検証/超軽量建機アタッチメントおよびブーム等の開発および実地検証」研究者)



クロスアポイントメントとしてJAXAに入ってから感想

最初は会社の代表としてJAXAに入り研究するというプレッシャーが大きすぎて苦しい思いをする事もございましたが、他のJAXA職員の方々の温かい多くのサポートを頂き続ける事が出来ました。今までに無い新しい経験もさせて頂きましたのでただただ感謝しかございません。

出向とは異なり自社とJAXAを行ったり来たりと日によって行う業務内容が変わりましたので大変な事もありましたが、業務内容が180度全く異なるという訳では無くどちらも建機に関する内容でしたので今まで自社で開発してきた事をJAXAで生かせる事も出来ました。

私の場合岡山と東京・神奈川の往復といった長時間の移動や勤務場所の雰囲気、街自体も大きく変わる為「あ、次戻った時にあの部分をこうしよう」といった閃きや刺激もあってモチベーションがあがり大変良かったです。

共同研究するにあたり、クロスアポイントメントとして参加したメリット

今まで地上での使用を前提とした製品を開発していましたが、クロスアポイントメントによりJAXA職員として業務にあたる事で宇宙用の研究にも携わる事が出来そこから新しい知識、知見を得ることが出来ました。また、こういった物が宇宙側では求められているんだという事も分かり、今までの自分には無かった多くの経験をさせて頂きとても勉強になり色々な活動の幅も広がった感じが致します。

また、自社とJAXAを行ったり来たりしてましたのでRFPの研究について何か打合せをしたい場合でもJAXA研究担当者、共同研究機関担当者との打ち合わせスケジュールリングに時間がかかるとか、質問に対する回答がなかなか得られない、研究の進捗状況をリアルタイムで把握出来ないという事が無く、自社へ戻った際にすぐ打合せや研究状況が把握出来ましたので「次に何をどうするか」の調整もしやすく、その分研究スピードが速くなり良かったのではないかと思います。

ハブでの共同研究が事業化および特許取得をしたが、当初からそれを目的にしてこられたのでしょうか

事業化は採択条件でしたのでこちらは当初から目的としていましたが、研究期間中に事業化しようという目標まではございませんでした。事業化致しましたアタッチメント着脱装置ですがこちらの研究を進めて行く中で市場から製品化の強い要望があり「一刻も早く市場へ投入しなければ」という事でこちらの研究に注力した結果、研究期間中に事業化達成をする事が出来ました。

特許も研究成果の一つとして出願したいという思いはございましたが、こちらは普段の製品開発同様こういった物を作りたい、こういった研究をしたい、その結果・成果で偶然？たまたま？特許が出願できそうだという感じでしたので特許出願目標はあまり重要視していませんでした。

JAXAに入ってから意外だったこと

ロケットはJAXA構内で製造・組み立てし、種子島宇宙センターまで輸送していると思っていましたので製造工場や加工機械、組立途中のロケットが構内のアチコチで見られると思っていました。事業所が調布や相模原等各所にあるとは知らず筑波と種子島にしか無いと思っており各所にあると知った後でも本社が御茶ノ水では無く調布という事で更に驚きました。

JAXAで印象深かった経験

普段の業務では分業により設計から製造、製品完成まで自分で全てを行う事はございませんが、JAXA職員としてRFPの研究課題とは別にJAXA内部での研究をさせて頂きそこで研究立案から研究終了まで全てを自分で決定、実施する場合もあり、今までにその様な経験がございませんでしたので印象深かったです。

クロスアポイントメント終了後、JAXAでの経験をどう生かしますが

RFPでの研究成果発表以外にも自社製品について紙面での発表・掲載や取材対応等広報的な活動をする機会が増え、クロスアポイントメント中の講演会への参加等の経験が既に生かされています。

クロスアポイントメント インタビュー(2)

株式会社光電製作所 林 大介さん

(P.7「固体化マリンレーダー/高機能化マリンレーダーの開発」研究者)



クロスアポイントメントになったきっかけ

JAXAが保有する高出力半導体アンプの設計技術を習得させて頂くということが目的でした。固体化マリンレーダーの開発では半導体アンプの開発が最も大きな課題でしたが、残念ながら当時私たちの会社にはその技術はありませんでした。単にJAXAにご協力頂いてレーダーを完成させることは容易でしたが、それでは共同研究終了後に私たちが得るものはJAXAと完成させたレーダーだけです。共同研究終了後も私たちが独自に派生製品を開発していくためには、ただ完成させるのではなく、その技術を“身に着ける”必要があります。そこで私がクロスアポイントメントとなり、JAXAの豊富な研究設備をお借りし、指導を受けながら設計することで、当社の将来的な開発にもつなげていきたいと考えました。

(はやぶさ2の回収に使われることは当初から決まっていたのか?)はや2のお話は研究開始当初からありました。課題設定に際して当時ハブ長だった國中先生と何度もお話しさせて頂いたのですが、私たちが伝えたのは私たちが抱える事業上の課題(半導体アンプの開発)だけで、宇宙応用という視点は皆無でした。カプセル回収への適用は國中先生に与えて頂いた視点でしたが、それが本当にカプセル回収に適用したいというお考えだったのか、それとも課題を成立させたいがために考案した“方便”なのかは、正直私にもわかりません(笑)。いずれにしても研究開始当初は、まさか私たちが自らマリンレーダーを携えてオーストラリアの地に行くとは、夢にも思っていませんでした。技術検討までとか、機材提供だけなどかと・・・。

クロスアポイントメントとしてJAXAに入ってから感想

探査ハブでもはや2でも、ひとつの会議で扱うテーマの種類・数の多さに驚きました。取りまとめる人はもちろんのこと、議論に積極的に参加する人も、皆さんこれほどの多種多様なテーマに、よく的確な意見・質問ができるものだなあと感心したのを覚えています。おそらく記憶力の良さや知識の広さがすごいのだろうなと思いました。

共同研究するにあたり、クロスアポイントメントとして参加したメリット

第一のメリットは、最初の回答にも記載しましたように、半導体アンプの設計技術を当社の技術とすることができたことです。そうでなければレーダーが1機種完成しただけでした。ですがお蔭様で派生製品の開発にも取り組めるようになりました。また、抽象的ですが、単に会社所属したままで共同研究に取り組むよりも、JAXA側の視点・会社側の視点を両方体感できた

ように思うので、個人的に得るものは多く、視野を広げられたようにも思います。

JAXAに入ってから意外だったこと

JAXAに入ってから最初の年(2016年)、大西宇宙飛行士が搭乗するソユーズの打ち上げがありました。JAXAの職員の人に「林さん見に行こうよ」と声をかけて頂き、探査ハブ2F執務室のスクリーンで、他のハブの方々とも打ち上げのライブ配信を見ました。大西宇宙飛行士の様子とか、ソユーズ内部などについて話しながら打ち上げを待って、打ち上げの成功を皆で喜びました。私のような素人からすると、これまで何度か日本人が宇宙へ行き、打ち上げも何度も成功しているので、JAXAの方々には「あ、今日打ち上げだったんだ」といった感じでライブ配信など見ず、クールな感じなのかと思っていたのですが、皆意外と熱い感じで打ち上げを見守っていたことが印象的でした。加えて言えば、勤務時間中に幾人もの人がただ配信を見続ける、というのにも驚きでした。

あと、些細なことですがメールが多いのにも驚きました。特に動物系(スズメバチ、蛇、蛾)のメールが面白いなあと。季節の風物詩のような・・・

会社の反応

家族は、あまり表には出しませんが、子供たちは父親がJAXAで働いているということで少し誇らしげに感じている様子でした。クロスアポイントメントがなくなってJAXA職員じゃなくて残念がっています。会社でも頑張っているんですけどね・・・会社では、実質以上に優秀に見られがちで困っています。昔の田舎で言う“東京にいたことのある人が徒に尊敬されたり、村議会議員とかになっちゃったりする”みたいな感じですね。

クロスアポイントメント終了後、JAXAでの経験をどう生かすか

得られた技術(アンプ設計)を活かすことは当然として、開発課題の進め方、スケジュール管理の方法、意義ある会議の作り方など、プロジェクト遂行に関して学んだことも多いので、会社での業務に活かしていきたいです。

お二人の全てのインタビューは宇宙探査イノベーションハブのwebサイト
(<https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/>)でお読み頂けます。



宇宙探査実験棟のご紹介

オープンイノベーション拠点、月惑星探査ミッション研究の中心的拠点を目指して

大型室内実験施設「宇宙探査実験棟」は JAXA 相模原キャンパスに新設され、2017年5月から運用を始めています。この実験棟には、月や惑星の表面地形や照明環境を模擬できる実験場「宇宙探査フィールド」を中心として、充実した研究開発環境が整っています。

この「宇宙探査フィールド」は、探査ロボットやローバ等の多様で総合的な研究開発を効率よく実施できる、日本の月惑星探査ミッション研究の中心的な役割を担う施設です。



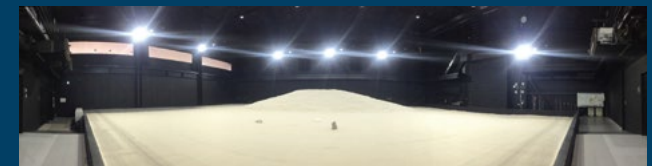
宇宙探査実験棟外観



宇宙探査フィールドのローバ

特徴

- 実サイズの探査ロボット・着陸機等を用いた性能・機能確認、運用試験、複数台のロボットの協調試験が可能(世界有数の面積と空間高さ)
- 天候の影響を受けず、高品質の砂の状態や日照等毎回同一条件のもと天体表面を模擬した環境を提供(温度・湿度管理、暗室、照明設備)
- 表面走行試験、着陸落下試験、飛行試験、探査作業操作試験など、多様で一連の探査技術実証が可能
- 天井クレーン、キャットウォーク等の補助設備による運用性・操作性の高い研究開発環境



実験棟のパノラマ写真

主な設備

- 屋内実験場(宇宙探査フィールド)400㎡(22.6m×17.7m)、天井高さ10.5m
- 湿度温度管理による410tの細かい珪砂(粒径0.3~0.6mm)、15tの粗い珪砂(粒径3~5mm)による平地、山部、砂礫部
- 屋内実験場に隣接した探査ロボット等のコントロールルーム(2部屋)
- 外光を遮断する暗室、人工太陽光照明灯(キセノンランプ)
- 吹き抜け上部での作業・見学用通路、キャットウォーク、室内クレーン(2.8トン)



お問い合わせ

SE-forum@jaxa.jp



これまでの成果

第1回研究提案募集

課題解決型

広域未踏分野

- パワー密度が世界最高的小型アクチュエータの開発
新明和工業株式会社、大分大学、日本文理大学、茨城大学、静岡大学
- 次世代アクチュエータ用超小型高精度絶対角度センサ変調波レゾルバの開発
エクストコム株式会社
- 医療福祉機器向け小型高トルクアクチュエータの開発
株式会社安川電機
- 超高出力密度を実現する流体系スマートアクチュエータシステムの開発と実用化検討
株式会社明治ゴム化成、中央大学
- マルチステータ型耐環境高効率電磁モータの研究
アダマンド並木精密宝石株式会社

自動自律型分野

- 遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの実現
鹿島建設株式会社、芝浦工業大学、電気通信大学、京都大学
- 超軽量建機アタッチメントおよびブームの開発および実地検証
株式会社タグチ工業、東京農工大学
- 小型2次元イメージング分光器の開発による水氷センシング技術の研究
株式会社センテシア、大阪大学

地産地消型分野

- 液体を使わない建設資材の現地生産技術の研究
東急建設株式会社、東京都市大学、日東鋼網株式会社
- 現地資源からの建設資材の製造システム
三菱マテリアル株式会社、北海道大学、山口大学、株式会社大林組、株式会社IHI、株式会社IHIエアロスペース、有人宇宙システム株式会社

共通技術分野

- 移動体搭載用の燃料再生可能な燃料電池システム用超高圧複合容器製造技術
中国工業株式会社、九州工業大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所
- 全固体リチウムイオン二次電池の開発
日立造船株式会社
- 固体化マリンレーダーの開発
株式会社光電製作所、株式会社東洋技術工業
- 長距離空間光通信を実現する光通信モジュールに関する研究
ソニー株式会社

アイデア型

広域未踏峰分野

- 地中・地表面探査を目的とした昆虫タイプ小型移動ロボット
中央大学、プログレス・テクノロジーズ株式会社
- 不整地を歩行・跳躍探査する昆虫型ロボットのプロトタイプ開発
株式会社ispace、東北大学

- 小型ロボット技術 制御技術
株式会社タカトミー
- 複数の非駆動型探査機のフォーメーション制御による高効率・低コスト
広域探査技術
東北大学
- 超分散ロボット群による三角測量に基づく自己位置推定と地図生成
会津大学
- 環境適応型不整地自律走行プラットフォームの研究
株式会社竹中工務店、株式会社竹中土木
- RT ソリューション技術に基づく合体変形型移動ロボットの環境認識
移動知能化技術の研究開発
東京大学、THK株式会社

自動自律型分野

- スクリュードライビングサウンディング(SDS)による月面でも利用可能な
地盤調査技術の確立
東京都市大学、ジャパンホームシールド株式会社、日東精工株式会社、
東急建設株式会社
- アースオーガによる地盤掘削時の施工情報を利用した地盤定数推定法
立命館大学、日特建設株式会社
- 締固め困難材料に対する振動等を用いた効果的な締固め方法と走行安定
性の検証
酒井重工業株式会社

地産地消型分野

- 土砂や火山灰の形成技術
モルタルマジック株式会社
- 火成岩あるいは粘土鉱物を主体とする土質材料からの建設材料の作製
株式会社大林組
- 月土壌の水素還元システムの構築 -低品位原料の工業的利用を目指して-
九州大学、公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター、
ヒロセ・ユニエンス株式会社
- プラズマ・触媒ナノ粒子複合反応場によるCO2資源化技術の開発
九州大学
- 多目的全方向移動クローラー共通台車の設計
トビー工業株式会社、有人宇宙システム株式会社、福井大学、東北大学

第2回研究提案募集(RFP)

課題解決型

地産地消型分野

- ガス中微量水分計の小型・軽量・ロバスト化技術の研究
神栄テクノロジー 株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、
大阪大学、茨城大学、鹿児島大学
- マイクロ波凍結乾燥技術(氷から水をつくる技術)
マイクロ波化学株式会社、東京工業大学

共通技術分野

- 超高感度二次元同時距離計測センサの開発
浜松ホトニクス株式会社

アイデア型

広域未踏峰分野

- 大型マルチロータ機のコネクティブ化の研究
ヤンマー株式会社、大阪府立大学、名古屋大学

自動自律型分野

- 建築分野の無人化施工に関するシステム検討
清水建設株式会社

共通技術

- マルチスケール構造制御による最適設計可能な衝撃吸収金属材料の
理論構築と実用化検討
株式会社ロータスマテリアル研究所
- ポーラスAIの気孔構造制御による軽量衝撃吸収材料の開発
名古屋大学
- カーボンナノチューブ/シリカ多孔体コンポジット材料による軽量
断熱材料の開発
名古屋大学、株式会社LIXIL、株式会社名城ナノカーボン
- 極低温領域を想定した高性能断熱材および軽量の真空断熱構造の開発
有限会社オービタルエンジニアリング

第3回研究提案募集

課題解決型

広域未踏峰分野

- 小型・軽量化のためのMHz帯駆動DC-DCコンバータの先進要素開発
株式会社イチカワ、信州大学、大阪大学

自動自律型分野

- 遠隔操作およびアタッチメントの自動脱着可能な軽量建機システム等の
開発と実地検証
株式会社タグチ工業、東京農工大学
- 持続可能な新たな住宅システムの構築
ミサワホーム株式会社、株式会社ミサワホーム総合研究所、
国立極地研究所

共通技術分野

- 高効率・低コスト・軽量薄膜ペロブスカイト太陽電池デバイスの高耐久化開発
桐蔭横浜大学、兵庫県立大学、ベクセル・テクノロジーズ株式会社、
株式会社リコー、紀州技研工業株式会社

これまでの成果

アイデア型

広域未踏峰分野

- フィールドのエネルギーを利用した超低消費エネルギー型環境探索モニタリングシステム
東北大学、日本大学
- 異種・複数小型ロボットを用いた確率的領域誘導による環境探索システムと要素技術の検討
中央大学、プログレス・テクノロジーズ株式会社
- 超高感度マルチカメラや深層学習を利用した高付加価値vSLAM技術の研究開発
株式会社アイヴィス、株式会社ビュープラス
- テクスチャレスシーンのためのロバストなVisual SLAMの研究
株式会社コンセプト、株式会社モルフォ

自動自律型分野

- 効率的なバケット掘削のための地盤情報取得技術
東北大学、清水建設株式会社
- アースオーガ掘削情報による地盤推定のシステム化検討
日特建設株式会社、立命館大学

地産地消型分野

- 植物生産へ適用可能な高性能人工構造タンパク質素材の開発
Spiber株式会社
- 袋培養技術を活用した病虫害フリーでかつ緊急時バックアップも可能な農場システムの研究
株式会社竹中工務店、キリン株式会社、千葉大学、東京理科大学
- 穀物増産を実現する種子へのプラズマ大量処理技術開発
九州大学、ケニックス株式会社
- 月面農場における高カロリー作物栽培システムの要素技術開発
千代田化工建設株式会社、メビオール株式会社
- 摂食可能なジャガイモの完全閉鎖型・完全水耕型人工栽培システムの基礎検討
玉川大学、パナソニック株式会社ライフソリューションズ社

共通技術分野

- 光電変換材料を用いた高感度放射線検出デバイスの開発
桐蔭横浜大学、ベクセル・テクノロジーズ株式会社

第4回研究提案募集

課題解決型

広域未踏峰分野

- 複数小型ロボットを用いた確率的環境探索システム
株式会社竹中工務店、中央大学
- 分散協調型ロボットによる製造工場等の物品供給システムの開発研究
JOHNNAN株式会社、京都大学

- 群 AGV (Automated Guided Vehicle) の開発
株式会社コガネイ、東京電機大学
- 空気圧人工筋肉を用いた蠕動運動による連続捏和・搬送技術の実用化検討
株式会社ソラリス、中央大学、株式会社ブリヂストン、法政大学

自動自律型分野

- 林業機械システムの自動化による省力化の研究について
株式会社熊谷組、住友林業株式会社、光洋機械産業株式会社、株式会社加藤製作所

共通分野

- 高機能化マリナーレーダーの開発
株式会社光電製作所
- スケーラブル完全孤立系燃料電池の試作及び評価
三菱重工業株式会社、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

アイデア型

広域未踏峰分野

- インフレータブル構造部材を用いた自動展開・収納方法の検討
清水建設株式会社、太陽工業株式会社、摂南大学
- ポリイミドフィルムを用いた極薄・極軽量インフレータブル構造体の検討
埼玉大学、精電舎電子工業株式会社

自動自律型分野

- ロードヘッダ／掘削機械の自律的動作を実現する AI、IoT 技術を用いた制御方式研究
株式会社三井三池製作所
- 超広帯域電磁波計測による地下電気物性分布の可視化
兵庫県立大学、名古屋大学、川崎地質株式会、京都大学

地産地消型分野

- 難還元性酸化物の水素還元システムによる機能性材料の製造
九州大学、株式会社H4、株式会社超微細科学研究所
- AM技術による舗装の構築・修復に関する研究開発
ニテレキ株式会社
- 水利用率を高めた屋内型ドライフォグ栽培システムの開発
株式会社いけうち、大阪府立大学
- 食用藻類スピルリナを用いた省資源かつコンパクトなタンパク質生産システムの開発
株式会社ちとせ研究所、株式会社タベルモ、株式会社IHIエアロスペース、藤森工業株式会社

共通分野

- 高信頼性・小型スターリング冷凍機の開発
ツインバード工業株式会社、国士舘大学、明星大学
- 太陽電池用波長変換材料の開発
パナソニック株式会社 <1.5MB> -
- システム機器診断のための超小型ハーネスフリーセンサシステム実現の基盤研究
鹿児島大学、株式会社東洋技術工業、株式会社ピーコンテクノロジーズ

- ゼーベック素子を用いたサーマルハーベスター基盤研究
アクロニクス株式会社、センサーコントロールズ株式会社、株式会社守谷刃物研究所

チャレンジ型

- 閉鎖空間において生じる、心理的圧迫感やストレスの緩和に役立つ「環境香」の開発
株式会社資生堂 -
- 光エネルギーおよび省リソース「藻類・動物細胞共培養リサイクルシステム」による持続的な食糧・タンパク質の生産
東京女子医科大学、インテグリカルチャー株式会社

第5回研究提案募集

課題解決型

地産地消型分野

- 多種類の揮発性物質に対する高感度・高精度な可搬型ガスクロマトグラフの開発
ボールウェア株式会社

課題解決型

地産地消型分野

- 広域探索および通信網確立のための羽ばたき移動体の開発
東京電機大学、千葉工業大学、株式会社大同機械

自動自律型分野

- 電動駆動制御による砂地走破性の向上
日産自動車株式会社

地産地消型分野

- LEDによる多段型回転式ミニトマト栽培システムおよび自動収穫ロボットの開発
銀座農園株式会社、東京工業大学
- 人工光型植物工場に適したリサイクル可能な新規作物栽培用培地の開発
農研機構九州沖縄研究センター、株式会社JSP
- メタン発酵を基盤とした省スペースなクワッドジェネレーション型植物残渣リサイクルシステムの開発
大阪府立大学、ヤンマーエネルギーシステム株式会社

共通技術

- 小型・軽量・高効率・低EMC電源を実現する電源基板設計技術
LinkT&B株式会社、名古屋大学、愛三工業株式会社
- 超軽量電磁波遮蔽材料の開発
名古屋大学、日本ゼオン株式会社、パナソニック株式会社、山形大学

これまでの成果

- MTJ/CMOS Hybrid 技術による待機電力不要システム研究、及びその耐環境性試験(宇宙用途向け)
東北大学

チャレンジ型

- 極低温環境における単結晶Cu-Al-Mn 形状記憶合金の駆動特性
名古屋大学、東北大学
- 医学・宇宙応用を目指した超高解像3Dイメージング手法の開発
北海道大学、新潟大学

第6回研究提案募集(RFP)

課題解決型

自動自律型分野

- 力制御機能を有した建設機械の研究開発
ヤンマーホールディングス株式会社
- カメラ可視光通信を用いた非GNSS利用広域高精度測位
カシオ計算機株式会社

地産地消型分野

- 宇宙使用も視野に入れた土木建築での活用を目指す次世代型の中性子水モニタの開発
理化学研究所、聖マリアンナ医科大学、立命館大学、
ソールアンドロックエンジニアリング株式会社、量子科学技術研究開発機構

地産地消型分野

- 有人宇宙探査のための低濃度CO₂の低コスト分離・濃縮・貯蔵・利用装置の開発
株式会社日本炭素循環ラボ、九州大学
- 閉鎖型生物残渣高速液化技術と環境浄化型養液栽培技術の確立
デリカフーズ株式会社、株式会社メディカル青果物研究所、
菱熱工業株式会社、産業技術総合研究所、千葉大学
- セミドライフォグ栽培システムにおける噴霧制御の自動化
株式会社いけうち、中村牧場合同会社、大阪府立大学

アイデア型

広域未踏分野

- 路面情報に基づくSLAM技術と動的経路生成のための組込実装技術の研究
三菱電機株式会社
- 不定形物質サンプルの複段採取を実現するトラス型分収納ハンド機構の開発
東北大学、株式会社小野電機製作所

- 月面有人と圧ローバ用太陽電池パドル及びアンテナへの適用を想定した
扇子型展開機構による軽量かつ再収納可能な展開機構の研究
株式会社テクノソルバ、オリガミ・イーティーエス合同会社
- 従来の金属線からなる信号用電線(アルミ電線)を軽量化かつ高強度とする
繊維電線の研究
株式会社KANZACC、古河電気工業株式会社、福井県工業技術センター

地産地消型分野

- レーザー加熱による土質材料の有効利用に関する研究
公益財団法人レーザー技術総合研究所、大阪大学、株式会社大林組
- バイオベースCFRPと真空対応型ケミカルリサイクルシステムの開発
京都府立大学、森林研究・整備機構 森林総合研究所
- 宇宙線に対し高い遮蔽能を有する“特殊”BASHFIBER®(及び繊維構造体)の開発
新日本繊維株式会社、量子科学技術研究開発機構(QST)、
伊藤忠商事株式会社、住友商事株式会社
- 養液ゼロエミッション型水耕栽培システムの実現に資するパルス電界印加
法を応用した殺菌技術の開発
北里大学、大分工業高等専門学校
- 植物工場に使用する養液の自動殺菌およびその技術を組み込んだ養液
再生システムの研究
島根大学、関西電力株式会社、株式会社米子シンコー
- 持続的・地産地消型の食料生産を目指した「藻類・動物細胞リサイクル培養
システム」の構築
東京女子医科大学、インテグリカルチャー株式会社
- CO₂を炭素源とする電気化学的アミノ酸合成プロセスの開拓
九州大学、株式会社ナノメンブレ
- デュアルコム分光による多成分ガスの高精度・リアルタイム分析技術の開発
産業技術総合研究所、ネオアーク株式会社
- 宇宙トイレのための蠕動ポンプを用いた革新的混合搬送・処理システムの開発
中央大学
- 艀装性に優れた液体水素貯蔵タンク等向けMLIの高性能化
栃木カネカ株式会社、株式会社カネカ、三菱重工工業株式会社、
大成建設株式会社

共通技術

- 推進液化エネルギーを低減する磁気冷凍技術の研究開発
物質・材料研究機構、株式会社ispace、住友商事株式会社、
高砂熱学工業株式会社
- 高効率熱交換チューブとボイルオフガス/冷凍機ループによるタンク冷却
システム
東海国立大学機構、名古屋大学
- 液化水素流量計測技術の開発
岩谷産業株式会社
- 薄膜ニッケル電気めっきを施した複合材による液体水素、液体酸素貯蔵
の軽量化
株式会社IST
- 高結晶性グラファイトを用いた熱輸送部材の開発
パナソニック株式会社

- 宇宙環境に適合した高機能熱硬化性光学材料の最適化検証および関連
光学部品の開発
吉川化成株式会社
- 可搬型大気圧プラズマ表面消毒装置の開発とその効果を簡便に目視判定
する新しいバイオロジカルインジケータの提案
九州大学
- 人と環境とに完全に安全無害な高速低温酸素プラズマ滅菌
株式会社ウドノ医機、九州大学、佐賀大学
- 沸騰連結効果の最大化 ~高効率水電解に向けて~
九州大学
- 持続可能な防塵または除塵性能を有する機構または表面の研究
株式会社ニデック
- 月面洞窟内作業ロボットへのワイヤレス通信・無線電力伝送用超小型集積
化アレーアンテナに適応する
GaN整流素子の開発
名古屋工業大学、メトロール
- 環境との衝突・接触を許容できる遠隔操縦ロボットによる器用作業の研究
株式会社本田技術研究所

チャレンジ型

- 極低温環境における単結晶Cu-Al-Mn 形状記憶合金の駆動特性
名古屋大学、東北大学
- 医学・宇宙応用を目指した超高解像3Dイメージング手法の開発
北海道大学、新潟大学

宇宙探査イノベーションハブ成果集

宇宙探査イノベーションハブ

日本語

<https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/>



英語

<https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/english/>



ツイッター公式アカウント https://twitter.com/JAXA_TansaX



国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

宇宙探査イノベーションハブ

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1 相模原キャンパス内

<https://www.ihub-tansa.jaxa.jp/>



I N N O V A T I O N H U B