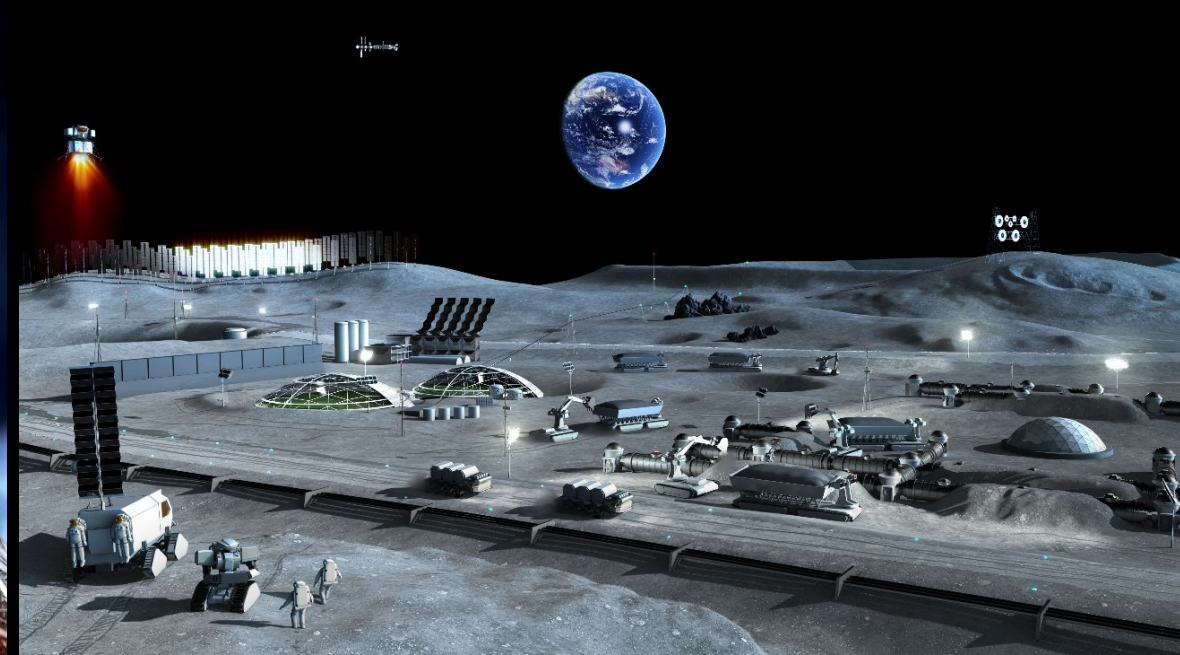
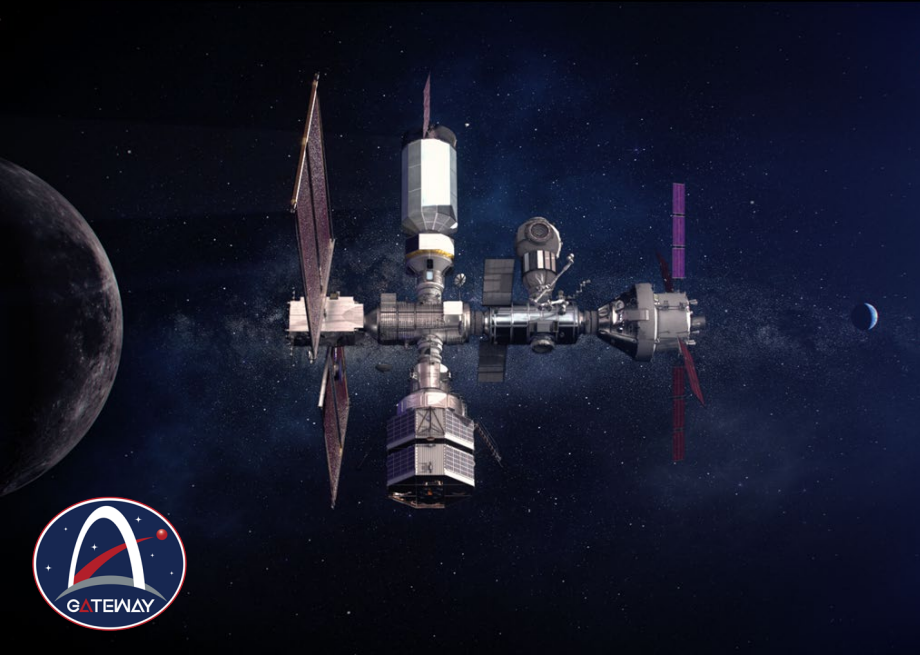


ハビテーション(衣食住)領域の 次世代コンセプト検討活動および共同研究



2025年2月20日(木)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 宇宙探査イノベーションハブ
永松 愛子

月から火星への段階的発展を目指したシステム／要素技術および次世代探査コンセプト領域 を設定
各領域について、コンセプト検討及び探査システム研究（インフラ機器の試作等）に取り組む

次世代エネルギー (パワーノード&グリッド)

- 月面上のユーザーへの電力供給サービスを提供することを目的
- 小規模・近距離から、将来の月面インフラへの発電、蓄電、送配電サービスの提供へ規模と範囲の拡張を目指す

アセンブリ& マニファクチャリング

- 月周回、月面における製造、組立、生産サービスを提供することを目的
- 地球近傍での軌道上製造実証から、月周回、そして将来的には月面資源をも活用した製造、組立、生産サービスの提供を目指す

次世代モビリティ

- 月面上のモビリティシステムとして、移動・運搬サービスを提供することを目的
- 小型・少数・近距離のモビリティシステムによる探査（調査、観測等）から、将来の月面上の物資と人の輸送に繋がるようなサービス拡張を目指す

ハビテーション(衣食住)

- 月面上での有人滞在を可能とするサービス提供を目的
- ISSにおける実証や月面の環境把握等を通じ、将来の有人長期滞在を可能とする総合的な衣食住サービスの提供を目指す

(新設)ハビテーション領域(衣食住・環境計測/制御・ヘルスケア)

5 分野が相互に関連。また好循環サイクルとして回すことでより高機能化をしていくことが可能。

○環境モニタリング

- － 放射線計測・宇宙天気
- － レゴリス粉塵
- － 微生物サンプリング
- － 環境（温湿度、騒音、臭気等）
- － AI等での予測・アラートシステム

○ヘルスケアサイエンス

（健康を総合的に扱い、QOL向上を目指す複合研究）

- － 身体的および精神的な健康
- － 公衆衛生技術
- － ヘルスステータスモニタリング機器の開発・整備
- － 情報処理技術

○居住空間構築

- － 空間環境制御技術
（除菌・消臭の資材・技術開発）
- － 空間設計技術
人間工学に基づく快適滞在
- － モデルルーム構築と快適設計のための
実験・技術開発

○食料生産

- － 自動栽培・監視・センシングシステム
- － 資源・物質循環システムとの連携
- － 生産システム（収量・貯蔵・加工技術向上）

○資源・物質循環

- － 廃棄物・バイオマス循環
- － ECLSS

* 下線はNASA Short Term Detail
で重点化された項目

○環境モニタリング

- －放射線計測・宇宙天気
- －レゴリス粉塵
- －微生物サンプリング
- －環境(温湿度、騒音、臭気等)
- －AI等での予測・アラートシステム

月・火星探査特有の環境として、地磁気圏外の宇宙放射線、パーシャルG(1/6G@月、3/4G@火星)、レゴリス影響等があげられる。宇宙探査では、電力・搭載マス・回収リソースが非常に限られるため、省電力・小型化・その場観測による環境モニタリングが必要。

■提案を求める技術

- ・宇宙放射線(銀河宇宙線、大規模なSEP)による被ばく線量、線エネルギー付与)を計測できる省電力・小型化デバイスや、特に大規模なSEPを事前予測できる深宇宙環境の宇宙天気予測システム
- ・船内に持ち込まれた月レゴリスの浮遊量を測定するサンプル計測システム
- ・船内の機械的な環境(生活環境の維持のための湿度・騒音・臭気など)の継続的なモニタリングシステム

○ヘルスケアサイエンス

(健康を総合的に扱い、QOL向上を目指す複合研究)

- －身体的および精神的な健康
- －公衆衛生技術
- －ヘルスステータスモニタリング機器の開発・整備
- －情報処理技術

月面は1/6G重力、身体的な制限、心理的な閉鎖環境(地球からの距離38万kmによる緊急帰還、通信遅延、日陰や越夜など)が違いとして挙げられる。

月面拠点での罹患時の治療や投薬には制約があるため、個々人だけではなく、滞在者全員の公衆衛生活動も必要。パフォーマンスの低下や睡眠評価、ストレス検知などができるスマート端末やウェアラブル機器は、地上での健康対策や防災対策に役立つことも期待できる。

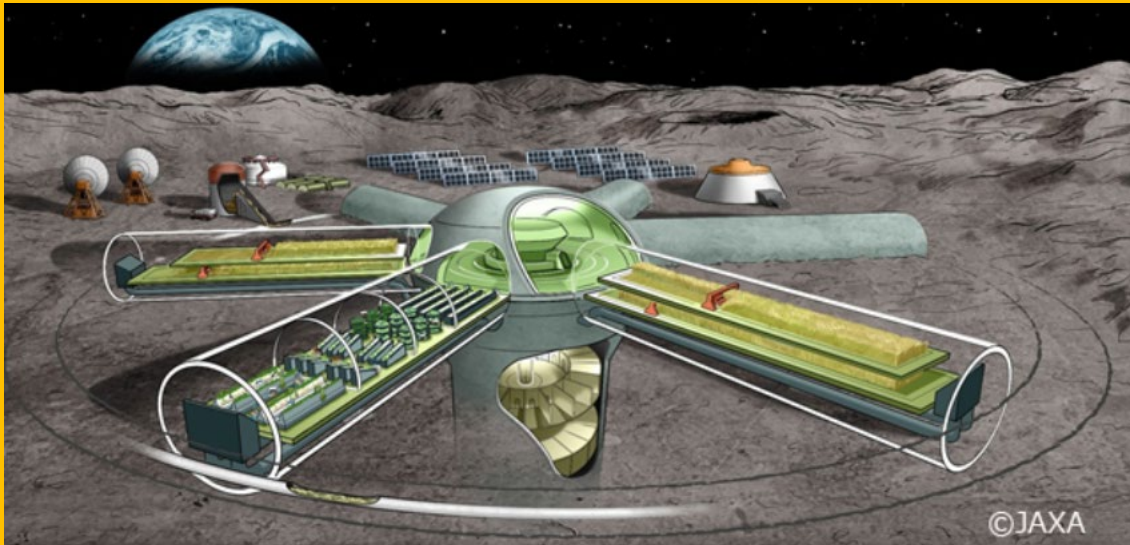
■提案を求める技術

- ・月面環境でのパフォーマンスの低下や睡眠評価、心理的なストレスを検出できる健康管理手法の検討
- ・月面環境でのスマート端末やウェアラブル機器によるライフサポート
- ・月面特有の環境による健康診断や適切な治療同定につながるモニタリング機器の開発や軌道上整備計画

○食料生産

- ー 自動栽培・監視・センシングシステム
- ー 資源・物質循環システムとの連携
- ー 生産システム(収量・貯蔵・加工技術向上)

国際宇宙探査シナリオの改訂に伴い、
ー 月面農場WG(2017～2019年)
ー 月面フードシステムWG(2023～現在実施中)
の検討成果をシナリオ内容に反映させる。



○資源・物質循環

- ー 廃棄物・バイオマス循環
- ー ECLSS

地球から宇宙へ持ち出せる物資は極めて限定されており、宇宙で生命を維持するために必要な空気、水は再生もしくは、地球から定期的に供給する必要がある。

検討活動のゴール(RFI提案、提言書作成)究極のリサイクル社会(空気・水再生、廃棄物処理、食料生産)を実現するべく、宇宙拠点を地球の問題解決のテストベッドとして活用する。

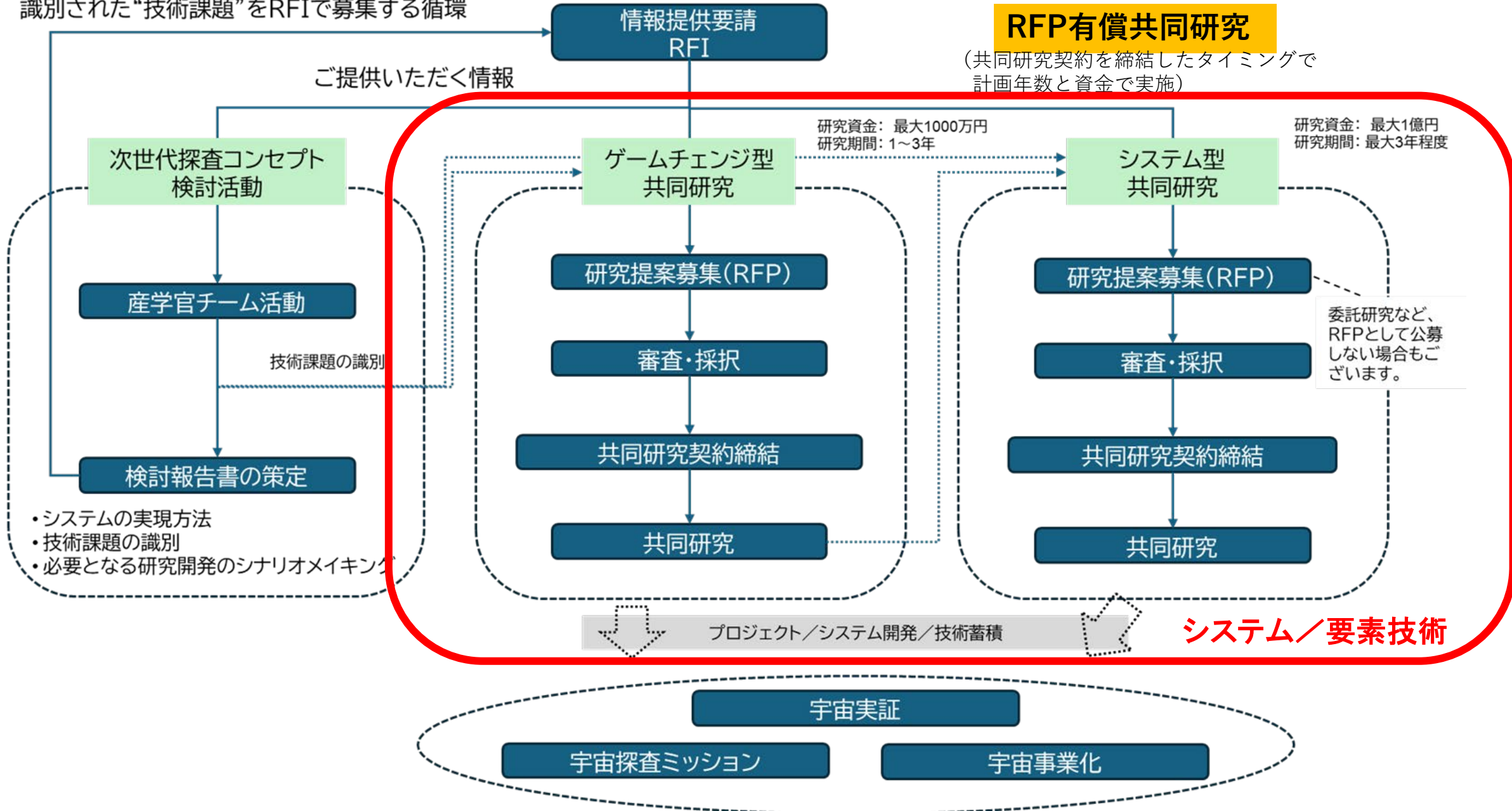
■提案を求める技術

- ・空気再生システム
- ・水再生システム
- ・廃棄物処理

RFI/RFPによる共同研究

Moon to Mars Innovation (RFP12~)

識別された“技術課題”をRFIで募集する循環



第12回研究提案募集(RFP)結果について 2024年10月14日

第12回 研究提案募集（RFP）結果について

2024年10月16日
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

2024年7月5日から8月2日まで実施しました第12回研究提案募集(RFP: Request for Proposal)に対して、20件の研究提案をいただき、JAXA(外部有識者、技術専門家含む)での選考の結果、7件(システム型2件/ゲームチェンジャー型5件)を採択内定といたしました。(下表参照※1) 採択内定となった研究提案については、採択内定先とJAXAで研究計画を作成、契約を締結した後、研究を開始※2することを予定しております。今回のRFPへ応募いただきました方、関係者の皆様には御礼申し上げます。

※1 当該情報については、公表範囲について採択内定先と調整ができましたものから、随時本表を更新し反映します。
※2 研究計画・契約調整の結果、採択者及びJAXA間で条件の合意に至らなかった場合等は研究を行わない事があります。

ゲームチェンジャー型課題

研究名称	企業機関名	提案者	共同機関名
次世代モビリティ領域 (03)生成AI による自然言語インタラクションを通じた複数台ロボットの協調行動生成			
人とロボットのインタラクションを通じたミッション生成とタスク遂行の研究	株式会社デンソー	池田 光邦	
次世代モビリティ領域 (04) 月面/火星探査ローバーや深宇宙探査機での高精度・低消費電力・リアルタイムな自己位置推定技術			
AI を用いた汎用的な自己位置推定技術の開発	株式会社NTTデータ CCS	原 誠一	
カメラ画像による自己位置推定の統一的手法とエッジデバイス搭載技術の研究開発	ティアンドエス株式会社	小林 林広	
アセンブリ&マニファクチャリング領域 (05)月面サーマルマイニングに向けた低温ガス吸着回収技術の開発			
月面サーマルマイニングを指向した低温ガス吸着回収技術の開発	国立大学法人信州大学	田中 秀樹	高砂熱学工業株式会社
ハビテーション領域 (06)AI を適用した月・火星探査に向けた宇宙天気予測技術の開発			
説明可能なAI 技術を活用した月・火星探査に向けた太陽放射線事前予測技術の開発	富士通株式会社	光田 千紘	国立大学法人東海国立大学機構

研究課題(06) AIを適用した月・火星探査に向けた宇宙天気予測技術の開発



【課題概要】

B. ゲームチェンジ型／ハビテーション領域

・ 最終的な目標

国際宇宙探査に必須な、地球磁気圏外の月・火星環境での大規模な太陽高エネルギー粒子（Solar Energetic Particle; SEP）発生予測および影響予測を可能とする技術の研究を行い、月・火星探査に必要な宇宙天気予測技術を構築する。

・ 現状と解決すべき課題

月周回および月面拠点活動、また惑星間空間の航行において、SEPの発生を事前予測することは、あらゆる有人・無人探査において人体や宇宙機への安全確保を行うための重要かつ喫緊の課題である。これまでの宇宙天気は、地磁気圏内の太陽活動変動に伴う地磁気嵐や太陽嵐の「事象周知」しかできておらず、SEP発生予測は行えていなかった。

【共同研究における目標】

(1) AIを適用したSEP発生予測技術の構築と予測可能領域の拡大検討

過去の地磁気圏内・外のSEP観測データ(50件以上)をAIに導入し、気象衛星・磁気圏外探査機等の太陽高エネルギー粒子事象の発生確率および発生条件との比較を行う。

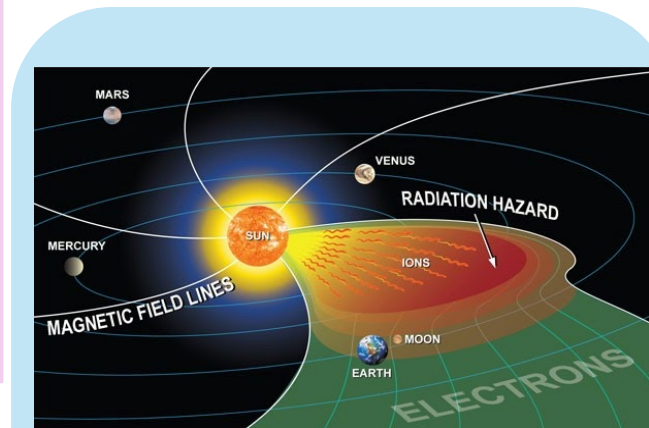
(2) Artemis計画搭載予定の放射線リアルタイムモニタリングを導入した予測精度の向上

Artemis計画搭載予定のJAXA放射線リアルタイムモニタリングデータをAIで活用するためのIF検討を行う。その際、必要に応じて、月・火星宇宙天気予測に必要なデータ取得に向けた設計への提案を行う。月周回軌道のリアルタイム時系列データを導入し、30%以内の回帰予測精度の達成を目標とする。

【JAXA側の共同研究分担内容(予定)】

- ・ Artemis計画搭載予定のJAXA放射線リアルタイムモニタリング装置仕様の情報提供
- ・ 月周回軌道等をはじめとする放射線リアルタイムデータに関する情報提供

【研究資金／期間】 総額1000万円以下／24か月以内



太陽フレアに伴う高エネルギー粒子（SEP）のスペクトルの形状や強度により、宇宙飛行士への被ばく線量や搭載機器への影響は大きく変化する。

■インデクシング発表

RFP11採択テーマ

代表研究機関：株式会社資生堂 みらい開発研究所シーズ開発センター



株式会社資生堂、神戸大学、大阪公立大学、島根大学

(研究期間: 2023.11 ~ 2025.3)

□背景

生体中の水は、常に水分子が単独で存在しているわけではなく、多くはタンパク質や脂質と結合して存在している。地球外における微小重力環境下での水分子の結合状態は、水分子が介在するすべての身体機能(皮膚のバリア機能保持・体液保持・体温の維持・血液循環・触感等)に影響を及ぼすと考えられている。



□目的

本研究は、微小重力環境下における水分子の結合状態の解明及び継続的なモニタ技術の開発を目的とする。本研究期間内では、水分子の動態の基礎データをクリノスタットを用いた地上実験で取得し、水分子の動態への重力の影響の基礎知見を取得する。

□研究内容

・実験系の確立

疑似微小重力環境下における溶液中の水素結合ネットワーク計測実験系(Near-infrared spectroscopy: NIR)の確立

・ハンディデバイス

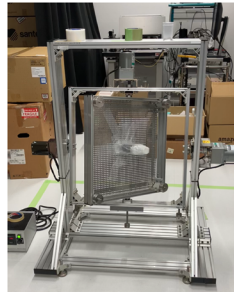
将来の宇宙実験設備に持ち込みを想定したハンディタイプの分光デバイスを活用したセンシング

・サンプル測定

疑似微小重力環境下での溶液あるいはナノサイズの細孔を有する多孔質材料中の水分子の水素結合ネットワーク解析

・重力以外の影響因子

水素結合ネットワークに影響する重力以外他因子の影響



□将来の計画

最終的には、ハンディタイプの分光デバイスによる宇宙実験を想定している。本技術開発により、将来的には、微小重力環境下に滞在中の皮膚や身体の水分子の動態をモニターすることで、ヒトに優しい宇宙滞在環境の実現及び健康状態維持につながる事が期待される。



- Mechanism of photoinduced superhydrophilicity on the TiO₂ photocatalyst surface, J. Phys. Chem. B 2005, 109(32), 15422-15428.
- Regional difference of water content in human skin studied by diffuse-reflectance near-infrared spectroscopy: consideration of measurement depth, Appl Spectrosc 2006, 60(1), 24-28.
- Aquaphotomics – from innovative knowledge to integrative platform in science and technology, Molecules 2019, 24(15), 2742.
- Assessment of embryonic bioactivity through changes in the water structure using near-infrared (NIR) spectroscopy and imaging, Anal Chem 2020, 92(12), 8133-8141.



■報道・メディア（読売新聞2025年2月18日朝刊25面）

RFP12採択テーマ

代表研究機関：株式会社富士通

宇宙飛行士向け「月面天気予報」開発へ... JAXA・富士通など、太陽からの放射線量を予測

2025/02/18 06:41

📌 保存して後で読む

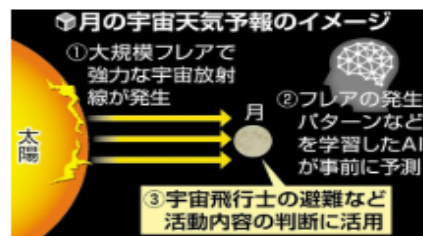
宇宙航空研究開発機構（JAXA）や富士通などは、太陽から月に届く強力な宇宙放射線の発生を人工知能（AI）で予測する月の宇宙天気予報の開発に乗り出す。月面で活動する宇宙飛行士の被曝を防ぐ狙いがあり、日本も参加する米国主導の有人月探査「アルテミス計画」などに役立てる。



JAXAのロゴ

Googleはこの広告の表示を停止しました

[PR]



【図解】月の宇宙天気予報のイメージ

太陽表面の黒点周辺では、爆発現象「フレア」が頻繁に発生する。大規模なフレアが起きると、「高エネルギー粒子」と呼ばれる強力な宇宙放射線が放出される。月には地球のような大気がないため、人体に危険な放射線が地表に直接降り注ぐ。そこでJAXAと富士通などの研究チームは、将来の有人月探査に備えようと、2025年度中に高エネルギー粒子の発生を事前に予測する技術の実現を目指す。

チームは、過去に地球に届いた高エネルギー粒子の規模や継続期間、太陽活動に関する米航空宇宙局（NASA）のデータなどを活用。富士通が開発したAIにフレアの発生パターンや月周辺で人工衛星が観測した放射線量データを学習させ、高エネルギー粒子の発生を予測できないか検証する。

米国は27年、アポロ計画以来、約半世紀ぶりとなる米国人飛行士の月面着陸を計画。JAXAも日本人飛行士の28年以降の着陸を目指している。予測技術があれば、飛行士を事前に避難させるなど被曝対策に活用できる。

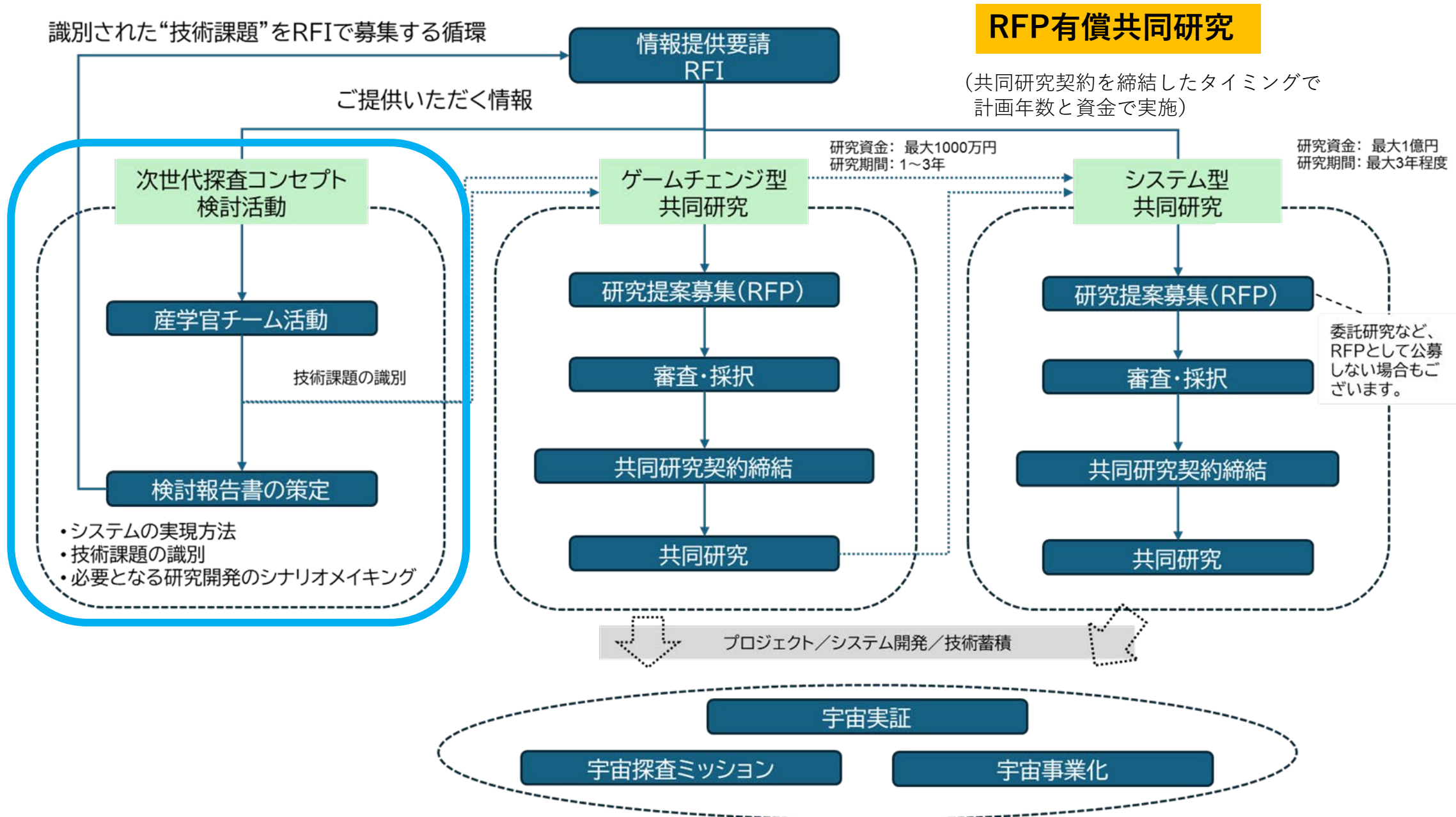
富士通の光田千紘・シニアマネジャーは「被曝リスクに応じて月での活動内容を判断する目安となるような技術を作りたい」と話す。

ハビテーション領域関連のRFP共同研究(2025年2月時点で実施中の研究)

番号	旧種別	JAXA研究との 関連	研究機関	件名
RFP8 (153)	課題解決型	N/A(有人安全)	株式会社IDDK	MID技術を用いた超小型3次元蛍光顕微鏡観察デバイスの開発
RFP8 (154)	課題解決型	N/A(実験)	国立研究開発法人理化学研究所/ シマネ益田電子株式会社	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
RFP10 (194)	チャレンジ型	N/A(有人安全)	株式会社資生堂/国立大学法人神戸大学/ 公立大学法人大阪 大阪公立大学/国立 大学法人島根大学	低重力・無重力下における水分子の動態モニタ技術の開発
RFP11 (196)	アイデア型	表面探査技術	東京理科大学/ 株式会社ディーアンドエス	近赤外線イメージセンサーとしての地上応用を可能にする超高感度SOIイメージグセンサー技術
RFP11 (198)	アイデア型	ECLSS	国立大学法人九州大学	小型・軽量・省電力化が可能な固体酸化物型水蒸気 / CO2 共 電解を用いた 新規空気再生システムの実現 性検討
RFP11 (199)	アイデア型	N/A(放射線)	高エネルギー加速器研究機構/ 慶應義塾大学/神戸大学	月・火星探査に向けた位置有感組織等価比例計数箱(PS-TEPC)の多チャンネル読み出しASICを利用し た小型・軽量・低消費電力化の研究

次世代探査コンセプト検討活動

Moon to Mars Innovation (RFP12~)



(新設)ハビテーション領域(衣食住・環境計測/制御・ヘルスケア)

5 分野が相互に関連。また好循環サイクルとして回すことでより高機能化をしていくことが可能。

○環境モニタリング

- － 放射線計測・宇宙天気
- － レゴリス粉塵
- － 微生物サンプリング
- － 環境（温湿度、騒音、臭気等）
- － AI等での予測・アラートシステム

○ヘルスケアサイエンス

（健康を総合的に扱い、QOL向上を目指す複合研究）

- － 身体的および精神的な健康
- － 公衆衛生技術
- － ヘルスステータスモニタリング機器の開発・整備
- － 情報処理技術

○居住空間構築

- － 空間環境制御技術
（除菌・消臭の資材・技術開発）
- － 空間設計技術
人間工学に基づく快適滞在
- － モデルルーム構築と快適設計のための
実験・技術開発

○食料生産

- － 自動栽培・監視・センシングシステム
- － 資源・物質循環システムとの連携
- － 生産システム（収量・貯蔵・加工技術向上）

○資源・物質循環

- － 廃棄物・バイオマス循環
- － ECLSS

* 下線はNASA Short Term Detail
で重点化された項目

ハビテーション領域 次世代コンセプト検討活動の体制

ハビテーション領域 次世代コンセプト検討活動チーム長

JAXA宇宙探査イノベーションハブ 永松 愛子

座長 東京理科大学 スペースシステム創造研究センター長
創域理工学部電気電子情報工学科 木村 真一 教授
(JAXA宇宙探査イノベーションハブ客員)

1. 環境モニタリング

参加機関・大学・・・JAXA宇宙探査イノベーションハブ 永松愛子リーダー
東京理科大学 創域理工学部 幸村孝由 教授
および関連企業

2. ヘルスケアサイエンス

参加機関・大学・・・JAXA宇宙探査イノベーションハブ 永松愛子 リーダー
東京理科大学 教養教育研究院 柳田信也 教授
東京慈恵会医科大学
および関連企業

3. 資源・物質循環

参加機関・大学・・・JAXA研究開発部門 第二研究ユニット 桜井誠人 リーダー
島 明日香 サブリーダー
東京理科大学 創域理工学部 酒井秀樹 教授
国際医療福祉大
早稲田大学
および関連企業

4. 食料生産

参加機関・大学・・・JAXA宇宙探査イノベーションハブ 大熊隼人リーダー
京都大学
千葉大学
農業・食品産業技術総合研究機構
および関連企業

5. 居住空間構築

参画企業・・・・・・ 東京理科大 創域理工学部 木村真一教授リーダー
JAXA宇宙探査イノベーションハブ 坂井 篤 プランナー
および関連企業

ハビテーション領域 次世代コンセプト検討活動の概要

ハビテーション領域に関連する5つの重点分野（環境モニタリング、ヘルスケアサイエンス、食料生産、資源・物質循環、居住空間構築）の長期的なシナリオ検討のために、領域全体および分野ごとに

- ・ 検討活動のゴール（RFI提案、提言書作成）
 - ・ 要素技術RFI/RFP13以降の課題設定方針への反映
- ・ 日本の強みとなるハビテーション分野研究のターゲットやゴール・実証搭載先の検討
 - －ISS「きぼう」等の低軌道機会を利用した実証研究
 - －Gateway搭載（NASA/ESA中心）
 - －与圧ローバー環境利用のための研究・技術開発
 - －月面居住のための要素技術研究



ISS 国際宇宙ステーション



Artemis-Gateway 計画





Together, to the Next Stage