募集要項別添1

RFI 募集内容

本 RFI では下記の構成で募集を行います。詳細は下記をご参照ください。

（1）次世代探査コンセプト
（2）システム型／ゲームチェンジ型／チャレンジ型（重点分野領域、その他領域）

（1）「次世代探査コンセプト」の提案

JAXA の宇宙探査シナリオでは、着陸機、ローバー、衛星を使った通信・測位、水資源開発、燃料プラント等から構成される月探査アーキテクチャを提案し、研究開発を進めてまいりました。その一方で、持続的な宇宙探査は、月への輸送、月でのエネルギー供給や建設、火星探査への発展可能性など、様々な領域の能力が組み合わさり、発展性が確保されることで初めて実現されるものです。本研究制度では、従来検討されてこなかった新たな将来探査システムおよびそれらがもたらすサービスを「次世代探査コンセプト」と定義します。次世代探査コンセプトとしては、初期段階では小さく始まり、段階的に規模やプレイヤーが拡大していくことが想定されているため、システムの拡張性（Scalability）、他国の月探査システムとも協調して運用するための相互互換性（Interoperability）、共通性（Commonality）、火星への発展性（Evolvability）といった観点が非常に重要です。また、民間企業等によるサービス（宇宙事業化）として提供される状態が理想的な姿です。

このような視点を念頭に、「次世代探査コンセプト」を今後具体的に検討するため、以下の情報提供をお願いいたします。

なお、情報をご提供いただいた機関におかれましては、JAXA が実施する次世代探査コンセプト検討活動（産学官のチームを編成）に参加をお願いすることがあります。また、産学官のチームにて情報を参照・共有させていただくことにご留意ください（ただし、第三者への開示は情報提供機関に事前の了承を得たうえで行います）。
ご提案にあたっては、次世代探査コンセプトのイメージ（下図）をご参考にしてください。

◆募集対象とする次世代探査コンセプト：

情報提供にあたっては、月から火星へと段階的に発展する探査活動を念頭に、前述の Scalability、Interoperability、Commonality、Evolvability といった観点を踏まえて、ご提案をお願いします。なお、月および火星の環境条件については別紙の図をご参照ください。

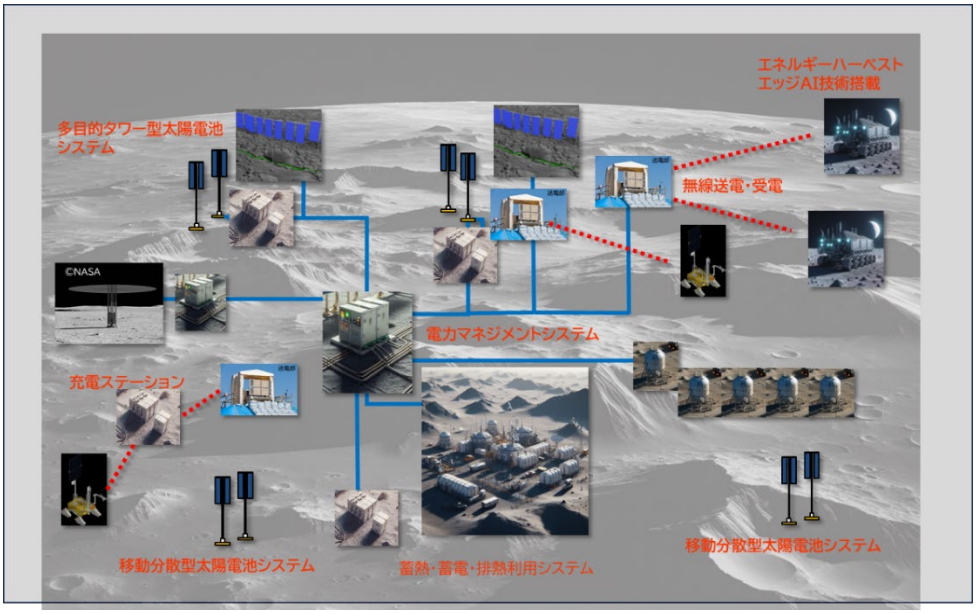
- 次世代エネルギー（パワーノード＆リッド）
  - 月面上のユーザーへの電力供給サービスを提供することを目的
  - 小規模・近距離から、将来の月面インフラへの発電、蓄電、送配電サービスの提供へ規模と範囲の拡張を目指す
- 次世代モビリティ
  - 月面上のモビリティシステムとして、移動・運搬サービスを提供することを目的
  - 小型・少数・近距離のモビリティシステムによる探査（調査、観測等）から、将来の月面上の物資と人の輸送に繋がるようなサービス拡張を目指す
- アセンブリ＆マニュファクチャリング
  - 月周回、月面における製造、組立・展開、生産, 再利用サービスを提供することを目的
  - 地球近傍での軌道上製造・再利用実証から、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
- ハビテーション
  - 有人月面基地での長期滞在や将来的な月・火星での宇宙居住（ハビテーション）の実現に向け、月・火星特有の環境対策や宇宙の暮らしを豊かにするための、QOL（Quality of life）の向上を目的
  - 人類の活動領域の拡大と、地球の未来の暮らしにも貢献できる課題として、ヘルスケアサイエンス、環境モニタリング、居住空間構築、資源・物質循環、食料生産を中心に、「宇宙で暮らす」ための総合的な衣食住サービスを目指す

◆募集情報：

- 概要
  - コンセプトの概要、実現方法、アプローチ
  - 従来の概念に問われない革新的なアイデア
  - 上記に関連づく、研究テーマ、技術のご提案
- ベンチマーク（国内外競合との比較、優位性）
- コンセプトを検討するうえでの主な課題
- 想定される連携先
- 宇宙実証や事業化に向けた構想 （可能な場合、投資意欲、アプローチ、時期などを含む）

（参考情報）想定される次世代探査コンセプトの例

※現時点で探査ハブが想定している一例であり、決定事項ではない点にご留意ください。



次世代月面エネルギー（パワーノード＆グリッド）コンセプトの例

次世代月面モビリティコンセプトの例

（2） システム型／ゲームチェンジ型／チャレンジ型（重点分野領域）

本研究制度における研究開発は、月探査の次世代探査コンセプトを構成する下記のシステムを重点分野とし、研究開発を実施いたします。これらシステムの実現方法、要素技術、研究テーマ候補等の情報提供をお願いいたします。また、可能な場合は、宇宙事業化に向けた構想（投資意欲、アプローチ、時期、研究開発状況等）の情報提供をお願いいたします。

次世代エネルギー （パワーノード＆グリッド）	次世代モビリティ
目標システム	目標システム
● 発電 ① タワー型スマート太陽電池システム（電池、伸展） ② エネルギーハーベスト（振動、熱） ③ 熱電気変換（スターリングエンジン） ● 蓄電 ① 月面充電ステーション ② 蓄熱（物理、化学）・排熱利用 ● 送配電 ① 無線電力伝送（送電、受電） ② 有線電力線の設置 ③ 電力マネジメント	● 移動・運搬 ① 月面上の物資・人の輸送 ② 複数のモビリティ協調による探査システム ③ 高精度で安全な自動・自律運転システム ④ AI 搭載による自己修復・メンテナンス・電力確保システム
アセンブリ＆マニュファクチャリング	**ハビテーション**
目標システム	目標システム
● 設置場所 月の南極域（機能により、高日照・永久影領域を使い分ける） ● 基本機能 ① 土壌操作（調査, 掘削、運搬、成型） ② 資源採取（水、酸素、金属、シリコン等の現地生産・利活用に必要な資源を抽出する技術） ③ 資源マネジメント（電気分解・科学反応等の効率的な資源抽出技術、液化・貯蔵・加工・リサイクル等に関わるマネジメント技術）	● QOL の向上・総合的な衣食住サービス 30～50 名の月面居住を想定し、下記の快適空間構築・要素技術研究に取り組む ① 環境モニタリング ② ヘルスケアサイエンス ③ 食料生産 ④ 資源・物質循環 ⑤ 居住空間構築

月探査目標システムの例

◆募集領域

下記の領域について情報提供をお願いします。詳細は個別の募集内容をご確認ください。なお、ご提案にあたっては領域横断のユースケースも参考に、領域の別にこだわらず柔軟な情報提供をいただければ幸いです。

また、提案するシステムや技術の拡張性（Scalability）、他国の月探査システムとも協調して運用するための相互互換性（Interoperability）、共通性（Commonality）、火星への発展性（Evolvability）等の観点を踏まえて情報提供をお願いいたします。なお、月および火星の環境条件については参考の図をご参照ください。

- 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、送配電サービスへと、規模と範囲の拡張を目指す
- 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
- アセンブリ＆マニュファクチャリング
  - 月周回、月面における製造、組立・展開、生産, 再利用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・再利用実証から、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
  - 資源の効率的な抽出技術の提供を目指す
  - 月面アクセスに寄与する, 特殊高機能構造体の製作サービスを目指す
- ハビテーション
  - 有人月面基地での長期滞在や将来的な月・火星での宇宙居住（ハビテーション）の実現に向け、月・火星特有の環境対策や宇宙の暮らしを豊かにするための、QOL（Quality of life）の向上を目的
  - 人類の活動領域の拡大と、地球の未来の暮らしにも貢献できる課題として、ヘルスケアサイエンス、環境モニタリング、居住空間構築、資源・物質循環、食料生産を中心に、「宇宙で暮らす」ための総合的な衣食住サービスを目指す

※情報をご提供いただいた機関におかれましては、JAXA が実施する次世代探査コンセプト検討活動（産学官のチームを編成）にて情報を参照・共有させていただくことがございます（ただし、第三者への開示は情報提供機関に事前の了承を得たうえで

行います)。

※他分野については順次募集内容を掲載いたします。

＜ユースケース事例＞

モビリティ ＋ エネルギー分野:

- 月面モビリティシステム(ローバー/建機等)が月面バッテリーステーションへ走行、充電、作業復帰するシナリオ
- 有人与圧ローバーや民間を含む月面着陸機を活用し、それらと連携して崖・竪穴・山岳等の過酷環境を探査するシステム(*)
- 月面の長期観測やサービスを目的に、自立的に長期月面で機能可能な発電・蓄電・計測・通信等をワンパッケージでサービスとして提供可能なシステム

次世代エネルギー ＋ アセンブリ＆マニュファクチャリング分野:

- 月の極域への設置を目指した太陽電池パネルタワー構造物システム

アセンブリ＆マニュファクチャリング ＋ ハビテーション分野:

- 月レゴリス等からの水の抽出、物質資源循環と食糧生産への適用
- 大型構造物の建設による居住空間の構築

(*) 参考情報

・有人与圧ローバーの概要:

https://www.exploration.jaxa.jp/program/#rover

・小型着陸機会の例:

米国 CLPS(Commercial Lunar Payload Services):

https://www.nasa.gov/commercial-lunar-payload-services/

◆募集情報:

- 概要
  - システム／技術の概要、実現方法
  - どのようなことを目指すか(目標、性能など)
  - これまでどのようなことができているか(研究開発状況、技術の成熟度など)
  - 地上での適用状況
- ベンチマーク(国内外競合との比較、優位性)
- 技術提案を実現するための主な課題
- 想定される連携先
- 宇宙実証や事業化に向けた構想 (可能な場合、投資意欲、アプローチ、時期などを含む)

（3） システム型／ゲームチェンジ型／チャレンジ型（その他領域）

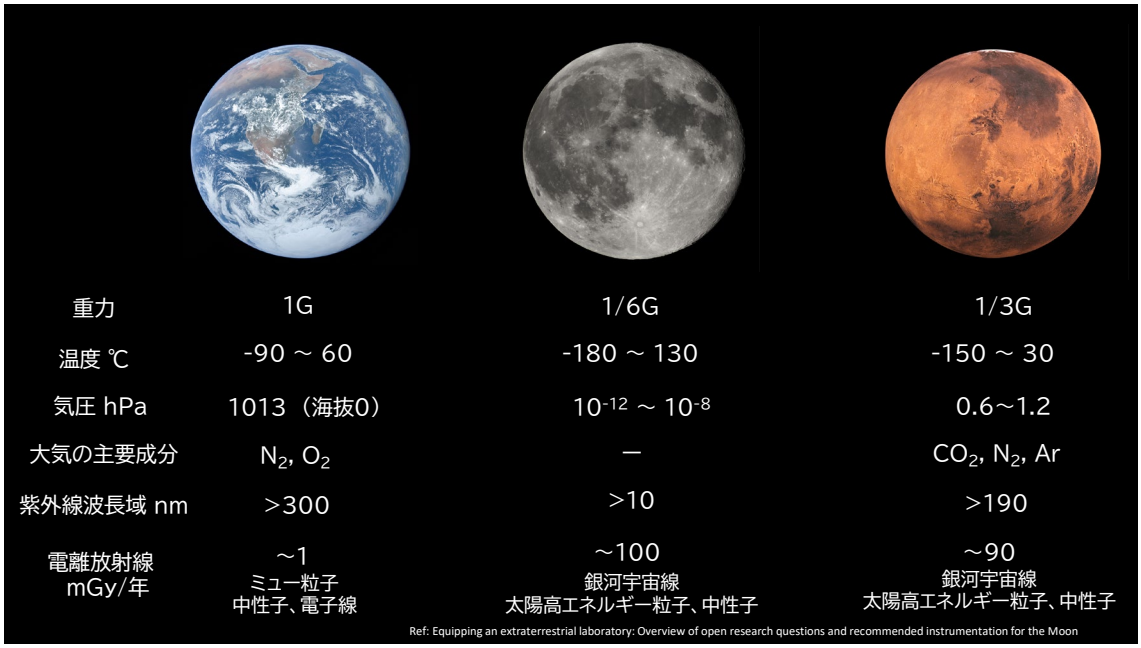
上記（2）重点分野の領域に限定せず、探査への革新的な技術等の提案を求めます。

※情報をご提供いただいた機関におかれましては、JAXA が実施する次世代探査コンセプト検討活動（産学官のチームを編成）にて情報を参照・共有させていただくことがございます（ただし、第三者への開示は情報提供機関に事前の了承を得たうえで行います）。

◆募集情報：

- 概要
  - システム／技術の概要、実現方法
  - どのようなことを目指すか（目標、性能など）
  - これまでどのようなことができているか（研究開発状況、技術の成熟度など）
  - 地上での適用状況
- ベンチマーク（国内外競合との比較、優位性）
- 技術提案を実現するための主な課題
- 想定される連携先
- 宇宙実証や事業化に向けた構想 （可能な場合、投資意欲、アプローチ、時期などを含む）

参考



重力	1G	1/6G	1/3G
温度 ℃	-90 ～ 60	-180 ～ 130	-150 ～ 30
気圧 hPa	1013（海抜0）	10^{-12} ～ 10^{-8}	0.6～1.2
大気の主要成分	N_2, O_2	ー	CO_2, N_2, Ar
紫外線波長域 nm	>300	>10	>190
電離放射線 mGy/年	～1 ミュー粒子 中性子、電子線	～100 銀河宇宙線 太陽高エネルギー粒子、中性子	～90 銀河宇宙線 太陽高エネルギー粒子、中性子

Ref: Equipping an extraterrestrial laboratory: Overview of open research questions and recommended instrumentation for the Moon

月・火星環境の概要