

# 情報提供要請 (RFI)に求めるもの

太陽系フロンティア開拓による人類の生存圏・活動領域拡大に向けた  
オープンイノベーションハブ

平成29年12月12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副ハブ長  
川崎一義

1. なぜ、宇宙探査イノベーションハブなのか
2. 情報提供要請 (RFI) と研究提案募集 (RFP)
3. 情報提供要請 (RFI) で期待する技術分野
4. RFI募集後の研究提案募集 (RFP) について
5. お問い合わせ先

# 1. なぜ、宇宙探査イノベーションハブなのか

## 2000年代～ “宇宙はイノベーションの源”

技術革新、輸送手段の低価格化、IT長者が巨大な資本を投入、、、 → 欧米では続々と新規参入

SpaceX、Blue Origin、、、、



比べて我が国は、ベンチャー(小規模)が数社程度

- 宇宙で得られた成果、技術を活用(更に高度化して宇宙で活用、地上で活用) Spin in → Spin out
- 地上の高度な技術を、宇宙用として更に高度化して、宇宙と地上双方で同時に活用 Spin up

“宇宙に係るイノベーション創出の機会逸出は、我が国にとって大きな損失”

→これまで宇宙にかかわってこなかった高度な技術、研究開発能力を有する民間企業の宇宙への参入が喫緊の課題



“宇宙探査イノベーションハブ”

発足

→民間企業のアイデアを広く提供いただく(オープンイノベーション)

→JAXAにおいて公募課題へ練り上げ、改めてJAXAとの共同研究課題として募集(2段階方式の確立)

## 問題解決のために、

問題1. 宇宙での実用化は10-20年オーダーで、採算性を考慮せざるを得ない民間企業は参入しづらい

→ 制度設計を工夫。具体的には、①将来の宇宙利用のみならず、**地上での社会実装(数年オーダー)**の両方を満たした課題に特化、②**民間企業は後者に専念+JAXAが支援**、③**参画企業等の研究費の一部はJAXAが負担する資金提供型の共同研究方式**とする、によりインセンティブを高める

問題2. 宇宙利用と地上での社会実装の両方を満たすような課題への自社の参画が簡単には想定できない、敷居が高い

→ 宇宙利用は、重力天体である“月、火星等での**宇宙探査に対象を絞る**”こととする。これにより、地上で優れた技術を持つ企業に比較的容易に参画いただける

# 宇宙探査イノベーションハブが取り組む課題イメージ

(C) JAXA  
(C) ispace+東北大  
(C) 中央大学+プログレステクノ  
ロジー

建てる

## 建てる

- 自動化・遠隔操作による無人建設
- 軽くて大きな建設機械

住む

## 住む

- 再生可能な燃料電池
- 燃料保存断熱タンク
- 植物生産
- 放射線防御

探る

## 探る

- 昆虫型ロボットによる広域探査
- 小さくてもパワーの出せるモータ
- 僅かな水を検知するセンサー

作る

## 作る

- 水を使わないコンクリート
- 砂からの資源抽出（水や銻物）

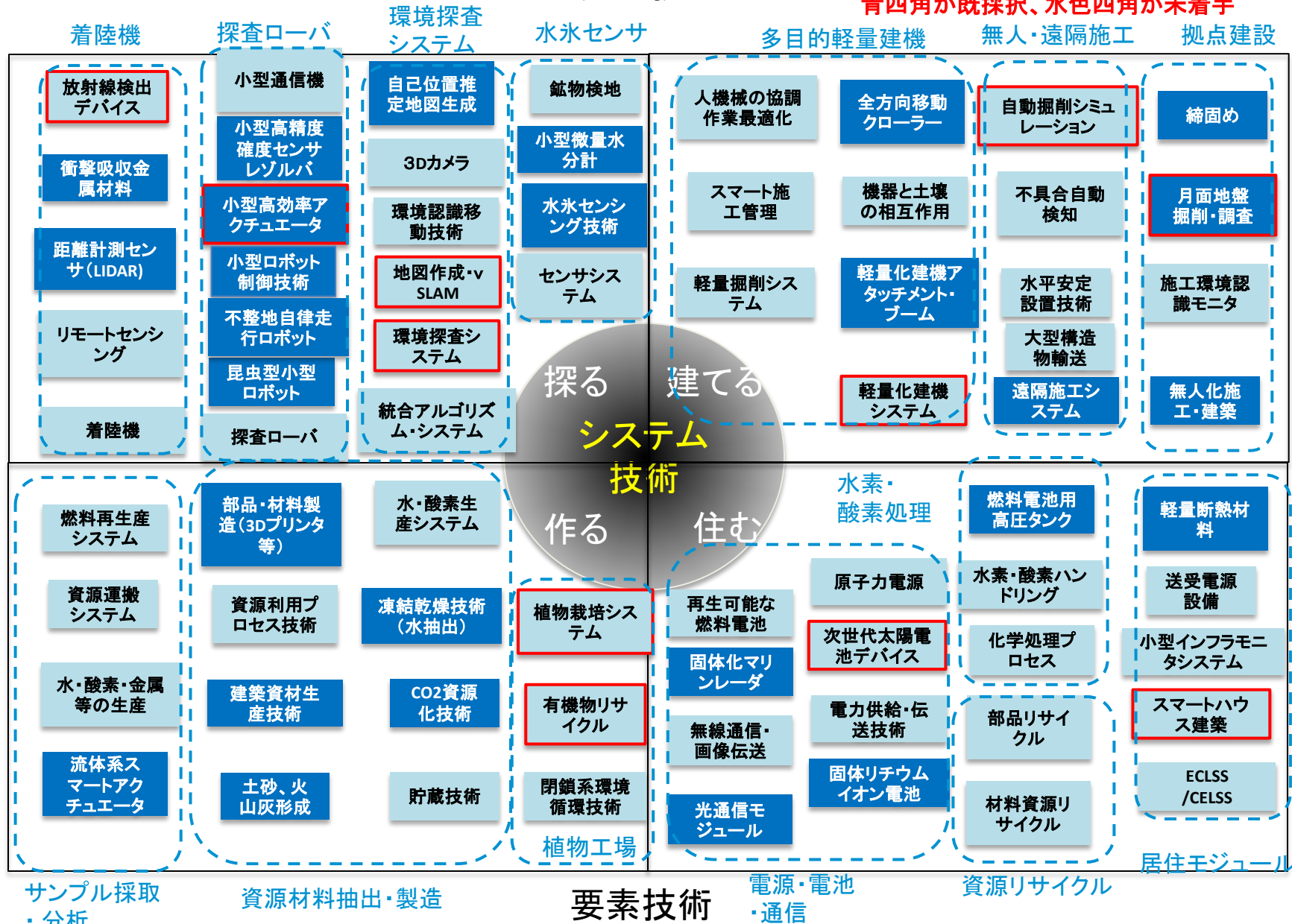
重力天体（月、火星等）で持続的に探査する技術については、JAXAでは技術蓄積が少なく、民間企業、研究機関において高い技術を有する。

# 宇宙探査技術のポートフォリオ



## 要素技術

赤枠が今年度の追加  
青四角が既採択、水色四角が未着手





問題解決のために、

問題3. **JAXAの体制、規程**(知財、人事等)が**旧態依然**、企業が協働しづらい、機動性に欠ける

→クロスアポイントメント制度をJAXAで初めて導入

→独立した組織を新設し、特区扱いで斬新な取組み※

→成功事例をJAXA全体へもフィードバック予定

※ハブ長の権限で迅速な対応、知財(JAXAは不実施補償を求めない、JAXAへの出向者等の優遇、第三者実施の優遇)、クロスアポイントメント制度の積極的活用

## 2. 情報提供要請(RFI)と研究提案募集(RFP)

将来の重力天体(月・火星)で探査に必要な技術

+

申請者により、地上で社会実装される  
(イノベーション創出につながる)

## 宇宙探査事例

- ① 移動型探査ロボットのアクチュエータ
- ② 月面・火星基地の遠隔施工
- ③ 月面・火星基地用資材を現地で製造するシステム

宇宙探査シナリオ・ミッションの実現

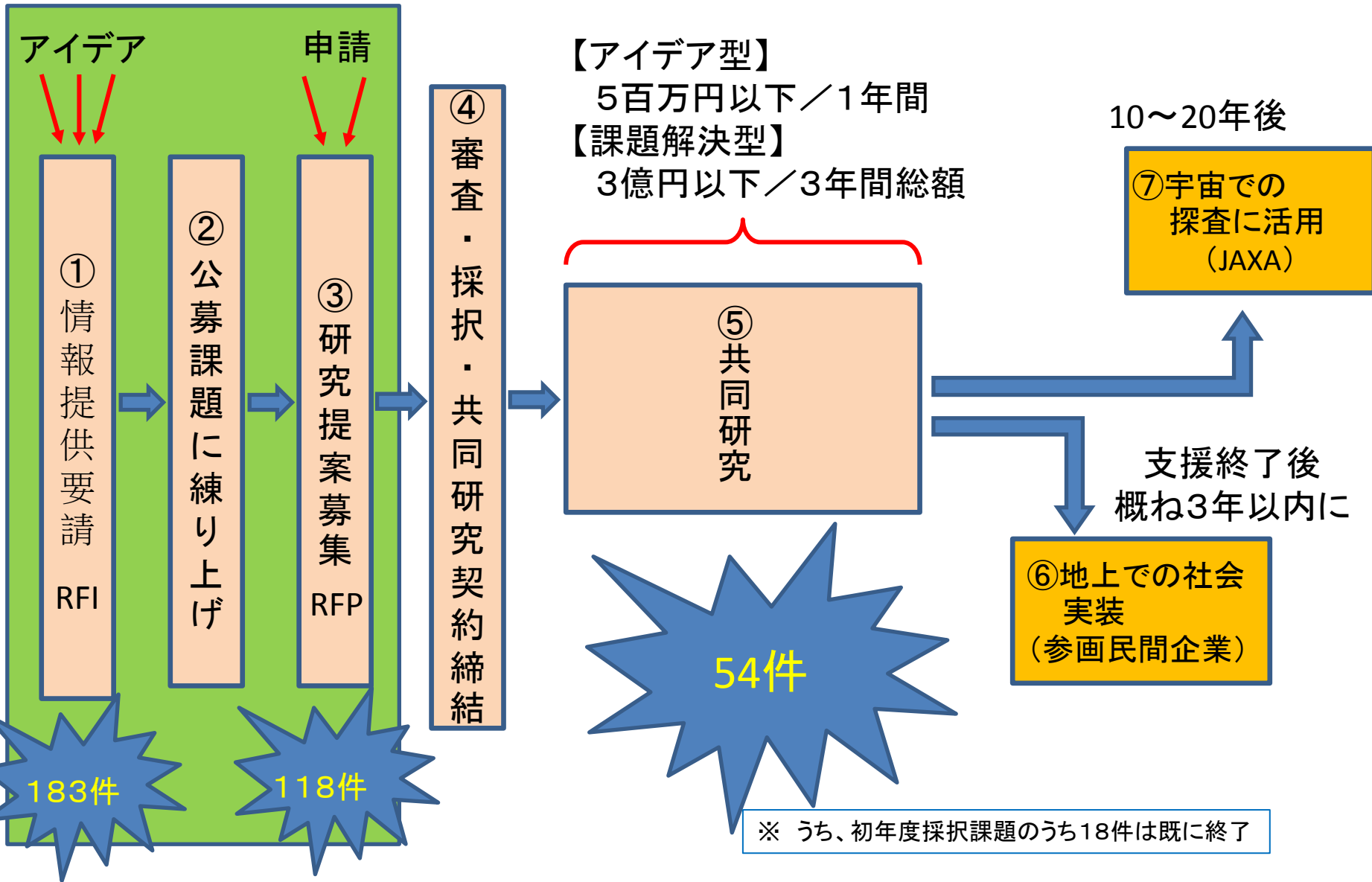


社会課題の解決  
産業競争力向上

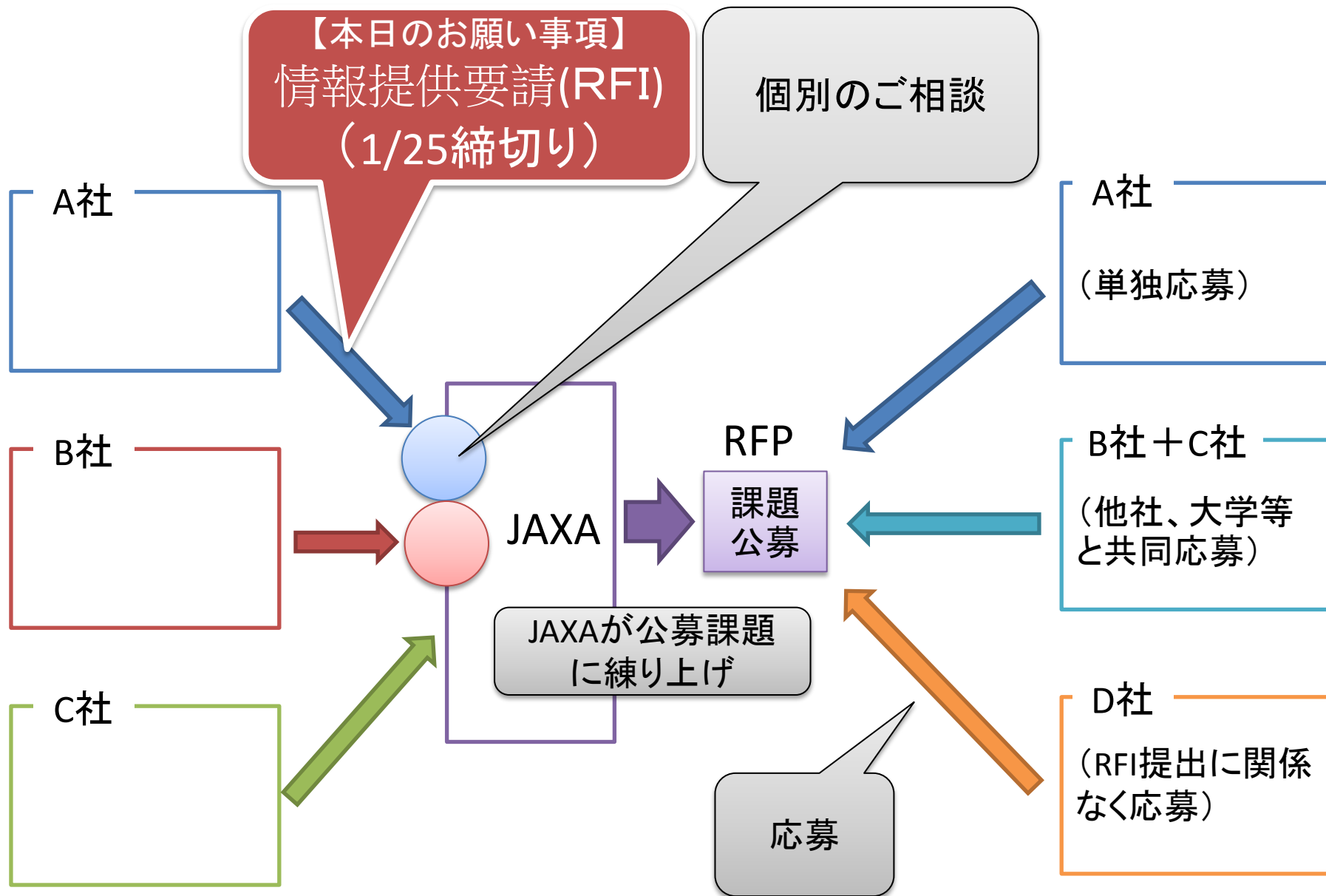
## 事業化事例

- ① 自動車、航空機(ドローン)分野の電化技術
- ② 遠隔化・自動化された建設技術
- ③ 新たなプロセスによる建築資材製造技術

# 宇宙探査イノベーションハブでの研究の流れ



# 情報提供要請(RFI)と研究提案募集(RFP)



### 3. 情報提供要請(RFI)で期待する技術分野

## 分散協調探査システムの研究

◆ 目的

単体ではなく複数の小型探査機により、機能の分散協調を行なうことで、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、探査手法に革新を起こす。

◆ チャレンジする課題

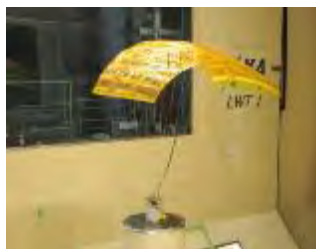
昆虫型探査機から小型軽量な探査機の開発と分散協調するための自己組織化メカニズムを構築する。

◆ アプローチ

バイオミクス工学やインフレータブルに基づく設計、昆虫や動物の群知能・群行動に関する知見をもとに分散協調型探査システムを創出する。



インフレータブル  
エアロシェル



パラフォルル型探査機



マルチランダによる協調探査のイメージ図

# 広域未踏峰探査技術



| 中テーマ  | 小テーマ                              | 関連キーワード                                   |
|---|-----------------------------------|---|
| (1) 多地点同時観測<br>複数の小型探査ロボットが広い領域を均等に分散し、お互いに協調しながら効率的な探査を行う。               | ① 画期的な探査ロボット                      | 高機能・新材料を用いた新しいタイプのロボット                    |
|   | ② 複数の小型探査ロボットの分散協調                | 群知能・群行動技術、ネットワークロボット技術                    |
|   | ③ 小型探査ロボット用スマートセンサー（水、氷、鉱物資源、生命等） | 高性能・超小型センサ、MEMS、遠赤外カメラ                    |
| (2) 極限地域への到達<br>月・火星表面の中央丘峰、崖、縦孔底、洞窟、地中、極域等の今までの探査ロボットでは到達不可能な極限地域の探査を行う。 | ① クレータ中央丘や崖表面の地形・地質探査             | 革新的移動技術、可変構造型ロボット、投てき技術                   |
|   | ② 電力供給や通信困難な縦孔底や洞窟の探査             | 無線電力伝送、小型・高効率電力システム、自律処理アルゴリズム技術、自律制御専用IC |
|   | ③ 地下数メートルの掘削探査                    | 掘削・ボーリング・サンプル採集                           |
|   | ④ 太陽の当たらない永久影の中の移動探査              | 高感度カメラ、遠赤外カメラ、モアレカメラ                      |
| (3) 水平垂直活動<br>月・火星において、数百kmオーダの長距離移動や数十～数百mオーダの高度移動を実現する。                 | ① 高い高度を移動可能な飛翔探査                  | ドローン・飛行移動体UAV                             |
|   | ② 長期間移動探査                         | ロバスト設計、故障診断・検知・修理、自己修復高効率電力システム           |
| (4) 人工知能<br>未知環境や屋外環境にて自律的行動計画をたて、環境に適応して探査を行う。                           | ① 環境理解技術                          | 3次元地図生成、SLAM、環境認識、アクティブセンシング、表示システム       |
|   | ② 行動計画                            | 自己位置推定、経路計画、障害物回避                         |
|   | ③ 環境適応                            | 人工知能（認知・自律）、学習（Deep Learning）             |
|   | ④ データ処理                           | データ情報処理、ビッグデータ解析                          |

赤記は新規・重点的に募集するテーマ・技術



◆ 目的

地球からの指令型探査から脱却する『自動・自律型』探査技術を獲得し、将来月面に構築される有人探査拠点の自動建設に繋げる。

◆ チャレンジする課題

世界トップクラスである我国の建設技術や自動車技術を大型軽量化・宇宙仕様化することで、宇宙技術に革新を起こす。

◆ アプローチ

月面などの宇宙空間における自動・自律型探査技術の研究開発をゼロベースでスタートするのではなく、地上で既に実現されている無人化や自動化の技術をベースとし、それらを宇宙技術に昇華させる部分(重量、消費電力、耐環境などのクリア)に重点的に取り組む。まず模擬フィールドやアナログサイトで技術実証を行い、最終的には宇宙実証を目指す。



無人ダンプトラック運行  
(コマツ ホームページより)



情報化施工  
(日立建機ホームページより)



自動運転  
(トヨタ ホームページより)

大型軽量化  
宇宙仕様化



## 赤記は重点的募集テーマ

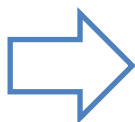
| 中テーマ  | 小テーマ                 | 関連キーワード                               |
|---|----------------------|---------------------------------------|
| (1) 遠隔操作による月面拠点の自動建設 (ICT関連技術)<br>月面拠点 (居住ゾーン、離着陸ゾーン、サービスゾーン) を遠隔操作で建設する。 | ① 環境認識・位置情報取得        | 無人測量・地図作成、3次元位置検出                     |
|   | ② 挙動予測 (シミュレーション)    | 機械と土壌の相互作用                            |
|   | ③ 作業の高度化             | 施工管理・施工支援、協調作業、自動検知 (不具合検知、過負荷検知)     |
| (2) 建造物の自動建設方法・手段<br>月面拠点に設置する建造物を自動建設する手法の確立。                            | ① 軽量・高剛性構造物          | 展開、組立、プレハブ、大型軽量構造、放射線・隕石防御、安定 (水平) 設置 |
|   | ② 大型設備 (大型アンテナ等) の設置 | 安定 (水平) 設置、作業用機械                      |
|   | ③ 効率化手法              | 作業シミュレーション、保守 (点検・診断)、管理 (維持・補修)      |
|   | ④ 建設機械・作業ツール         | 電動化、共通化・モジュール化、標準化                    |
| (3) 映像・データ・電力伝送技術   | ① 無線通信、画像伝送          | 地上と月面のデータ伝送、拠点内のデータ伝送                 |
|   | ② 電力供給技術             | 電力無線伝送、送受電設備                          |
|   | ③ 操作環境               | 映像ソースの配置、ガイダンス                        |

◆ 目的

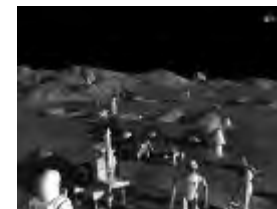
「すべて運ぶ」から「現地で調達する」「再利用する」というパラダイム転換により、従来に比べ輸送効率の高い持続可能な探査を可能とする。



アポロ 現地調達:なし、再利用:なし



ISS 現地調達:電力、再利用:一部



今後 現地調達:あり、再利用:あり

◆ チャレンジする課題

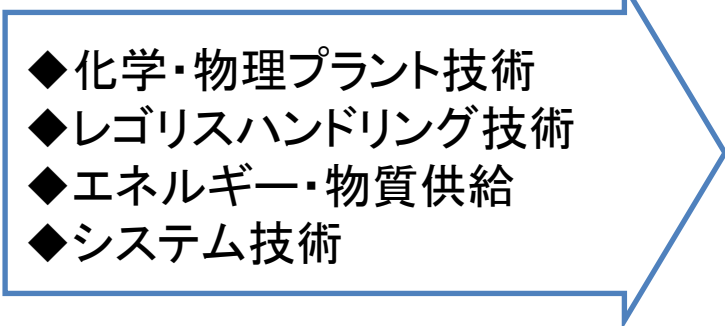
日本が得意とする省エネルギー、リユース・リサイクル技術、資源精製技術等を応用し、必要な物資を効率的かつ無人で生産できるシステムを構築する。

◆ アプローチ

まずアナログサイトでの地上実証、次に世界初の宇宙実証を目指す。



月の表土(レゴリス)



ブロック



燃料(酸素)



水、水素、窒素



金属

## 赤記は重点的募集テーマ

| 中テーマ                                       | 小テーマ                                | 関連キーワード                             |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| (1) 資源探査システム<br>月・火星の資源の分布、存在量、形態を観測するシステム | ① 月や火星の表面・地下の水氷(揮発性物質)や鉱物を観測する技術    | ガス分析センサ、質量分析、熱重量分析分光カメラ、鉱物検知、中性子センサ |
|  | ② 自動走行による上記観測の実施                    | 自動制御、自動走行観測システム                     |
| (2) 現地資源利用システム<br>月・火星探査に必要な物資を現地で生産するシステム | ① 水氷や大気等を用いてメタン・水・酸素等の推進剤の生産        | 効率的な化学的・物理的処理プロセス技術                 |
|  | ② 3Dプリンタ等を活用して現地物質から多種多様な部品等を製造する技術 | 3Dプリンタ、革新的な製造手法                     |
|  | ③ 表土を使った構造物、水・酸素、鉄、ガラス等の生産          | 効率的な化学的・物理的処理プロセス技術                 |
|  | ④ 原料を処理プラントまで効率的に掘削・運搬するシステム        | 分離機、掘削、革新的ハンドリング技術貯蔵                |
| (3) 資源再利用システム<br>月・火星でのリユース・リサイクルシステム      | ① 拠点等の廃棄物をリサイクルするシステム               | 再生効率100%、リサイクル                      |
|  | ② 不要となった着陸機やその部品をリサイクルするシステム        | ロケット燃料タンクと水タンクの共用などリサイクル技術          |
|  | ③ エネルギー技術                           | 燃料再生、革新的蓄電池、燃料電池                    |
| (4) 月面農場システム<br>食糧の現地生産を実証するシステム           | ① 食料用植物の栽培システム                      | 日照・温度制御、閉鎖循環システム、エネルギー効率、摂取カロリー最大化  |
|  | ② 栽培、収穫の機械化、自動化                     | ロボット技術、モニタリング技術、センサー、環境維持管理         |
|  | ③ リサイクル                             | 水や肥料の再利用、無菌砂、メタン発酵、微生物環境の制御、養液管理    |

## 4. RFI募集後の研究提案募集(RFP)について

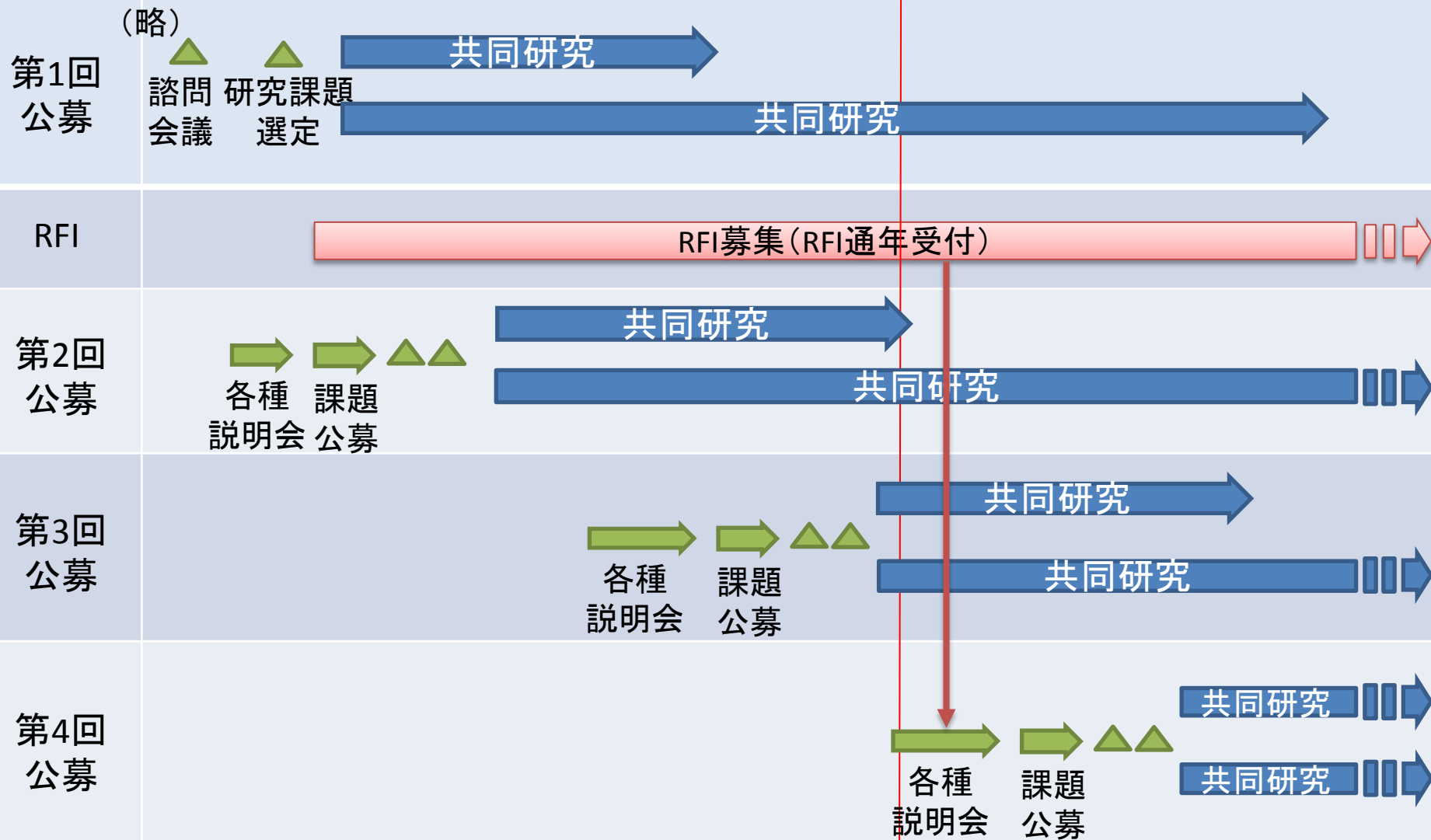
# 今後の活動計画



平成28年  
4月 10月

平成29年  
4月 10月

平成30年  
4月 10月



## ■ 募集時期

第4回については平成30年4月を目標に準備中。

## ■ 目的

宇宙探査イノベーションハブへ参加を希望される皆様からの研究提案の募集。採択後はJAXA宇宙探査イノベーションハブにて研究チームを構成(契約締結含む)。

## ■ 募集課題

1/25迄に応募のあったRFIを踏まえて、募集課題をJAXAで設定。

- 「課題解決型」、「アイデア型」の2種類
- 「課題解決型」については、RFIで技術の革新性、地上におけるニーズ、事業化等が具体的であった分野を対象。
- 「アイデア型」については、潜在的な技術革新が期待される分野を対象。  
→ 事業化の可能性をどこまで求めるかについては探査ハブ内で今後議論する。

## ■ 募集内容

- 研究期間  
課題解決型:3年以内、 アイデア型:1年程度
- 採択課題数  
未定
- 研究資金  
課題解決型 3億円以下(3年間総額) 但し、採用数により金額は大きく変更する。  
アイデア型 500万円以下(1年間)

RFP発出後、募集内容についての説明会を実施します。詳細については改めてお知らせしますのでご参加をお願いいたします。



4月中旬までにRFIに応募のあった研究課題からRFP募集をかける研究課題の選定にあたっては以下の方針で行った。

- ① 宇宙探査に有効な研究提案であること
- ② 探査ハブでの研究終了後、概ね3年以内に地上での事業化の可能性があること
- ③ 平成28年度の資金制約の中で実行可能であること
- ④ 特許動向調査の結果、障害となるような課題が見られないこと
- ⑤ 過去のRFP採択テーマとの融合により成果の最大化が期待できること

Q1: 探査ハブでの研究の成果を宇宙用として実証する必要がありますか？

A1: その必要はありません。探査ハブでの成果を宇宙仕様化する際には、JAXAの宇宙プロジェクトとして別予算で実施します。

Q2: 地上における事業化を、探査ハブでの研究終了迄に行う必要がありますか？

A2: 事業化そのものは提案企業側で実施していただきますので研究のスコープ外となりますが、ステークホルダーに対して事業化の可能性を示すような研究成果を期待します。

## お問い合わせ先

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

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

E-mail SE-forum@jaxa.jp

電話 050-3362-4350

国立研究開発法人  
科学技術振興機構 (JST)  
産学連携展開部 イノベーションハブグループ

E-mail ihub@jst.go.jp

電話 03-6272-4752

積極的なご参加をお願いします。



Technology Advancement Node for SpAce eXploration